

INSTITUT ZA ALATNE STROJEVE
ZAGREB, Đure Salaja 1, tel. 512-464, 511-606

ZBORNİK SAOPĆENJA
VI SAVJETOVANJA O PROIZVODNOM STROJARSTVU
OPATIJA, 14. i 15. V 1970.

II knjiga - TEHNOLOŠKI PROCESI I ORGANIZACIJA PROIZVODNJE

ZAGREB 1970.

INICIJATOR SAVJETOVANJA:

Zajednica jugoslavenskih naučnoistraživačkih institucija
proizvodnog strojarstva

ORGANIZATORI SAVJETOVANJA:

Institut za alatne strojeve /IAS/, Zagreb
Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu
Strojarski fakultet u Rijeci

ORGANIZACIONI ODBOR:

Barić Josip, dipl.ing., izv.profesor, dekan Strojarskog
fakulteta u Rijeci

Crneka Antun, dipl.ing., viši stručni suradnik, direktor
Instituta za alatne strojeve, Zagreb

Horvat Zvonimir, dipl.ing., viši asistent Instituta za
alatne strojeve, Zagreb

Margić Slavko, dipl.ing., viši predavač Strojarskog
fakulteta u Rijeci

Taboršak Drago, dipl.ing., izv. profesor, dekan Fakulteta
strojarstva i brodogradnje u Zagrebu

II KNJIGA

S A D R Ź A J

TEHNOLOŠKI PROCESI /TP/	Strana
E. Lemšer: TRAŽENJE OPTIMALNOG RASPOREDA RADNIH MJESTA U PROIZVODNJI U ODNOSU NA POSTAVLJENI TEHNOLOŠKI PROCES	TP. 1.1
A. Topličić, R. Sekulić: FETOLETHIN PRISTUP U REŠAVANJU PROBLEMA UVEĆANJA SERIJNOŠTI, KAO O-SNOVE ZA OSAVREMENJAVANJE PROCESA PROIZVODNJE I MODELIRANJE PROIZVODNIH KAPACITETA U USLOVI-MA MALIH SERIJA	TP. 2.1
R. Albijanić: METOD PRORAČUNA MERNIH LANACA S OB- ZIROM NA EKONOMIČNOST KONSTRUKCIJE	TP. 3.1
R. Uzunović: PROBLEMI ELASTIČNOG OSLANJANJA TEHNO- LOSKE OPREME	TP. 4.1
D. Batorajac: TIPIZACIJA I STANDARDIZACIJA U INTE- GRACIONIM PROCESIMA	TP. 5.1
S. M. Urošević: NEKI PROBLEMI OPTIMIZACIJE TEHNO- LOŠKIH PROCESA ILUSTROVANIH KROZ PARCIJALNI PRIKAZ STANJA U DVANAEST DOMAĆIH PREDUZEĆA MA- SINOGRAĐNJE	TP. 6.1
B. Markov: PRILOG KONSTRUKCIJI POMOĆNIH Pribora ZA BUŠENJE PREDMETA SA VIŠE OTVORA U USLOVIMA GRUPNE OBRADe	TP. 7.1
B. Popović, V. Kovačević: MREŽNI MODEL TEHNOLOŠKOG PROCESA	TP. 8.1
V. B. Šolaje: NEKE SPECIFIČNOSTI TEHNOLOŠKE ORGA- NIZACIJE U METALSKOJ INDUSTRIJI ZASNOVANE NA KONCEPTU GRUPNE OBRADe	TP. 9.1
I. Kendel: PRIHVATANJE U PROIZVODNJU NUMERIČKI U- PRAVLJANE HORIZONTALNE BUŠILICE - NC - STROJA	TP.10.1
N. Roknić: TEHNOLOGIJA MONTAŽE GLAVNIH RADNIH VRE TENA NA ALATNIM STROJEVIMA	TP.11.1
J. Milevoj: POSTAVLJANJE PROCESA LINIJSKE MONTAŽE JEDNOG PROIZVODA	TP.12.1
Z. Fijan, N.Šakić, T.Talijić: PRILOG ISTRAŽIVANJU METODA OPTIMALIZACIJE RASPOREDA DIJELOVA PRO- IZVODNIH I TEHNOLOŠKIH PROCESA	TP.13.1

- B. Ivković: JEDAN METOD ZA OCENU KVALITETA TEHNOLOŠKIH REŠENJA U OBRADI METALA REZANJEM TP.14.1
- D. Novković: TEHNOLOGIČNOST KONSTRUKCIJE OKVIRA OKRETNOG POSTOLJA PROTOTIPA LOKOMOTIVE DHL 1600 KS TP.15.1

ORGANIZACIJA PROIZVODNJE /OP/

- B. Mitić: PRILOG ODREĐIVANJU KRITERIJUMA PRI ATESTIRANJU ALATNIH MAŠINA SA ASPEKTA BEZBEDNOSTI PRI RADU..... OP. 1.1
- M. Galžina, I.Čatić: TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA U PRESAONICI ZA PRERADU TERMOPLASTA INJEKCIJONIM PRESANJEM OP. 2.1
- M. Dreznić: NEKI ZAHTEVI PRI KONSTRUISANJU ALATNIH MAŠINA SA ASPEKTA ZAŠTITE NA RADU OP. 3.1
- S. Sekulić: ANALIZA POSTOJANOSTI BURGJIJE U ZAVISNOSTI OD MATERIJALA RADNOG PREDMETA I PREČNIKA BURGJIJE OP. 4.1
- B. Boras: OPTIMIRANJE BROJA RADNIKA ZA POPRAVKE SLUČAJNIH KVAROVA OP. 5.1
- A. Topličić, B.Petković: METOLOŠKI PRISTUP U REŠAVANJU PITANJA RACIONALNIJE I EFIKASNIJE PRIPREME NOVE PROIZVODNJE OP. 6.1
- S. M. Urošević: SIMULIRANJE OPTEREĆENJA HIPOTETIČNIH TEHNOLOŠKIH LINIJA KAO METOD U PROJEKTOVANJU VIŠEPREDMETNIH LINIJA U POGONIMA MAŠINOGRAĐNJE OP. 7.1
- R. Koričanac: KLASIFIKACIJA TEHNOLOŠKE OPREME U PREDUZEĆIMA METALNE INDUSTRIJE - OSNOV ZA RAZVOJ TEHNOLOŠKE SPECIJALIZACIJE I SISTEMA OPERATIVNOG PLANIRANJA OP. 8.1
- M. Marković: MIKROFILMOVANJE I KLASIFIKACIJA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE PO MODELIMA RAZVIJENIM U INSTITUTU ZA ALATNE MAŠINE I ALATE OP. 9.1
- Ž. Meričić: ULOGA KLASIFIKACIJE MATERIJALA U SISTEMU UPRAVLJANJA MATERIJALOM I ZALIHAMAMA OP.10.1
- A. Lauc: POKUŠAJ JEDNOG NOVOG PRISTUPA PROBLEMU RASPODJELE OSOBNIH DOHODAKA OP.11.1
- A. Lauc: IZOBRAZBA KADROVA OP.12.1
- B. Bujas: JEDNA OD MOGUĆNOSTI VREDNOVANJA SISTEMA ODREĐIVANJA ROKOVA OP.13.1
- M. J. Perović: UPRAVLJANJE PROCESOM PROIZVODNJE SIMULACIJOM NA ELEKTRONSKOM RAČUNARU. OP.14.1

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

E. L e m a h e r^{x/}

TRAŽENJE OPTIMALNOG RASPOREDA RADNIH MJESTA U PROIZVODNJI U
ODNOSU NA POSTAVLJENI TEHNOLOŠKI PROCES^{xx/}

1. Uvod

Razmještaj radnih mjesta u pogonu veoma je značajan za odvijanje proizvodnje. On treba između ostalog omogućiti jednostavno odvijanje transporta od jednog do drugog radnog mjesta.

Cilj je postići takav razmještaj, da ukupna dužina puta proizvoda kroz proizvodnju bude što kraći. Težimo k tome, da se predmeti mogu dodavati s radnog mjesta na radno mjesto onako, kako im slijedi tehnološki proces izrade.

Kod traženja optimuma u razmještaju radnih mjesta, treba definirati kriterij za postavljanje optimuma.

U općem slučaju kriterij će biti optimalni efekat poslovanja tvornice, koji se može svesti na minimalne troškove transporta između radnih mjesta. Transportni troškovi će biti minimalni ako je minimalni transportni rad. To znači da, uz zadanu količinu dijelova koje treba transportirati, putevi između radnih mjesta trebaju biti minimalni.

Možemo zaključiti, da se problem svodi na traženje minimalnih transportnih puteva između pojedinih radnih mjesta.

^{x/} Ernest Lemaher, dipl.ing., asistent Instituta za alatne strojeve, Zagreb, Đure Salaja 1

^{xx/} Saopćenje iz Instituta za alatne strojeve, Zagreb, sadrži neke rezultate iz Projekta razmještaja opreme za jednu od tvornica

Kod pristupa rješavanju razmještaja radnih mjesta potrebno je prethodno izraditi teoretske podloge razmještaja radnih mjesta, a zatim preći na postavljanje razmještaja u tačno određenom prostoru, koji ima niz ograničenja.

2. Teoretske podloge za razmještaj radnih mjesta

U literaturi, kao i u praksi se danas susrećemo s dva karakteristična tipa rasporeda radnih mjesta:

- funkcionalni raspored;
- linijski raspored.

Funkcionalni raspored se sastoji u tome, da se radna mjesta ili uređaji iste vrste grupiraju u pojedina odjeljenja, koja obično nose naziv prema vrsti opreme.

Linijski raspored sastoji se u tome, da se jedan kompletni proizvod, pojedini njegovi dijelovi ili više sličnih proizvoda izrađuju ili sastavljaju u jednoj radionici odnosno u jednoj liniji.

Postoji i treća metoda rasporeda tzv. kombinirana metoda, koja se sastoji u tome, da se npr. u radionicama funkcionalnog tipa tok proizvodnje kreće u smislu linije. Radionice su dugačke i uske, a proizvodi se kreću okomito na stranice pojedinih radionica, jer u protivnom slučaju došlo bi do gužve usljed povratnih puteva u tako uskim radionicama.

Linijski raspored, gdje se radna mjesta postavljaju po redoslijedu operacija unutar tehnološkog procesa ima niz prednosti pred funkcionalnim rasporedom ali uz određene uvjete. Odlučujući uvjeti su dovoljne količine i mali asortiman proizvoda. Ako pomenuti uvjeti nisu ispunjeni prelazi se na funkcionalni ili kombinirani metod rasporeda radnih mjesta. Često puta možemo stvoriti takve uvjete u okviru proizvodnog programa, na bazi saznanja koja nam pruža grupna tehnologija.

Uzimajući sve u obzir proizlazi da su asortiman i količine

proizvoda uz tehnološki proces, odlučujući za ocjenu da li pristupiti pokušaju postavljanja linijskog rasporeda.

U konkretnom slučaju smo ocijenili da su spomenuti uvjeti vjerojatno pogodni za postavljanje linijskog rasporeda radnih mjesta.

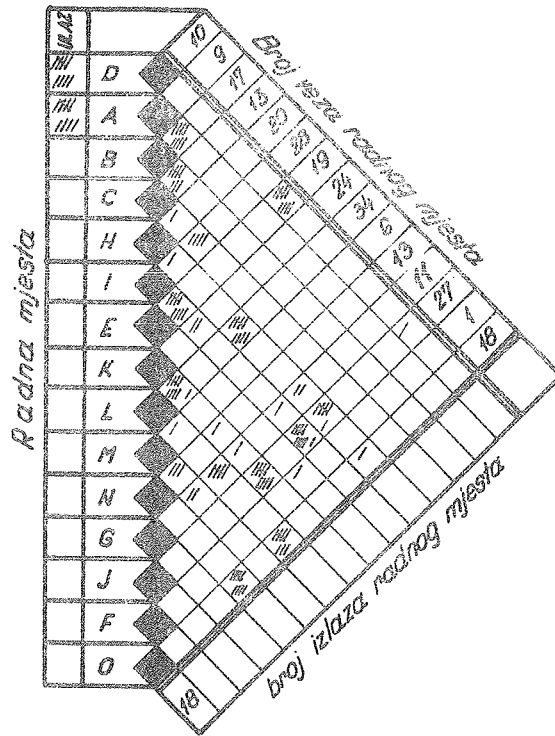
Baza za bilo koju metodu traženja optimalnog rasporeda radnih mjesta je postavljeni tehnološki proces za pozicije odnosno proizvode.

Imamo više načina traženja razmještaja radnih mjesta, od kojih ćemo neke karakteristične opisati. Jednostavan, a u nekim situacijama koristan način traženja boljeg rasporeda je dijagram s koncima. To je plan radne površine u koju se ucrtavaju sva kretanja izratka u toku datog perioda pomoću konca, sa svrhom da se pokaže frekvencija između radnih mjesta, te da se odredi ukupna dužina puteva. U svakom slučaju, pomoću dijagrama s koncima, dobivamo određenu sliku svih puteva koji prolaze kroz radionicu.

Dobre je rezultate u praksi pokazala malo složenija metoda rješavanja razmještaja pomoću dijagrama veza odnosno broja veza, koju smo prikazali za naš promatrani slučaj na slici 1. Na njoj imamo jasno zapisano broj ulaza, broj međusobnih veza, broj izlaza i radna mjesta koja dolaze u obzir kod razmještaja radnih mjesta. Razmatranje počinjem na taj način, da iz svih tehnoloških procesa za pojedine pozicije unesemo u određene kvadrate veze između operacija. Na taj način dobivamo među kojim radnim mjestima imamo najviše veza, gdje imamo najviše izlaza odnosno gdje imamo najviše ulaza.

Ako je problem jednostavniji možemo se time zadovoljiti, te preći odmah na varijante razmještaja radnih mjesta u istostraničnoj trokutnoj mreži, koju ćemo naknadno pokazati. Kod ove varijante razmještaja nastojimo omogućiti da ona radna mjesta s najviše veza budu međusobno bliže smještena tako da je transport među njima što kraći.

Ona radna mjesta koja imaju najviše ulaza, neka budu smješte-



Sl. 1. Dijagram veza radnih mjesta

na blizu ulaza u radionicu, a ona koja imaju najviše izlaza blizu izlaza iz radionice.

Nadogradnja metodi dijagrama veza je matrica veza, gdje prelazak pozicija s radnog mjesta na radno mjesto promatrano procesom Markova.

Foznata je i metoda pomoću krugova, kod koje se također uzima kao baza matrica veza. Uzima se uvjet minimalnog transportnog rada, koji nastaje kada su transportne relacije minimalne, a količine koje se tim putevima trebaju transportirati maksimalne. Iz toga slijedi, da je osnovna zamisao pomenute metode i gički zaključak, da udaljenost dvaju radnih mjesta mora biti obrnuto proporcionalna s jačinom njihove veze, tj. količinom materijala, koji se transportira pomenutim vezama.

U našem radu primjenili smo metodu matrice veza kojoj se, kako ćemo kasnije vidjeti, nadovezuje raspored radnih mjesta u istostraničnoj trokutnoj mreži.

POZICIJA- PROIZVOD	GODIŠNJA KOLIČINA (Z_i) (KOM)	KOLIČINA U TRANSPORT. JEDINICI (Z_i) (KOM)	BROJ TRANSPORTA JEDINICA (Q_i) (KOM)
1	2	3	4
P_1	300.000	7.000	43
P_2	290.000	3.000	97
P_3	260.000	3.500	75
P_4	200.000	3.800	53
P_5	180.000	7.000	26
P_6	180.000	3.500	52
P_7	170.000	2.500	68
P_8	170.000	3.000	57
P_9	170.000	4.500	38
P_{10}	150.000	2.500	60
P_{11}	130.000	3.500	37
P_{12}	30.000	3.000	10
P_{13}	25.000	3.500	8
P_{14}	20.000	3.500	6
P_{15}	18.000	6.500	3
P_{16}	16.000	6.000	3
P_{17}	15.000	2.500	6
P_{18}	15.000	3.000	5
$\sum s_i$	2.339.000		647

Tab. 1. Iznosi transportnih jedinica

Na osnovu godišnjih količina proizvoda, tabela 1 i definirano-
nog tehnološkog procesa izrade pozicija odnosno proizvoda,
izrađena je matrica veza za svaki proizvod reprezentativnog
uzorka proizvodnog programa. Obično 10 do 20% proizvoda koji
se proizvode, čine 80 do 90% proizvodnog programa odnosno tzv.
reprezentant proizvodnog programa.

Na slici 2 prikazana je matrica veza radnih mjesta za pozici-
ju P_7 . U redcima i stupcima upisane su šifre radnih mjesta.
Ako se između radnih mjesta javlja veza na slici 2 u odgovarajuću
rubriku se stavlja 1, a ukoliko veze nema, rubrika
ostaje prazna.

Suma matrica za sve pozicije daje konačnu matricu veza, koja
je prikazana na slici 3. Iz nje možemo npr. zapaziti, da s
radnog mjesta C prelazi na radno mjesto H jedna pozicija, s

na radno mjesto

R.M.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	1														
B		1													
C									1						
D															
E															
F															
G															
H															
I										1					
J											1				
K												1			
L													1		
M															
N															1
O															

Sl. 2. Matrica veza radnih mjesta za poziciju P?

na radno mjesto

R.M.	A	B	C	D	E	F	H	I	J	G	K	L	M	N	O	Σr_i
A	9															9
B		9														9
C							1	4	4							9
D						1	9									10
F						1										1
E								9								9
H								1	2	6				1		10
I									11	1	2					14
J							6			9						15
G											1	2				3
K												11	1			12
L							3						1	5	8	17
M														3		3
N															9	9
O																130
Σs_i	ULAZ	9	9	ULAZ	1	10	10	14	15	3	12	17	3	9	16	130

Sl. 3. Matrica broja veza između radnih mjesta za sve proizvode

radnog mjesta C prelazi na radno mjesto J 4 pozicije itd. Kritičkim osvrtom slike 3 možemo zaključiti, da smo raznim varijantama redoslijeda radnih mjesta dospjeli blizu linijskog rasporeda bez povratnih puteva. Vidimo da su frekvencije povratnih veza dosta male.

Kako se između radnih mjesta transportiraju pozicije različitih količina i veličina, nije nam dovoljno poznavati samo frekvenciju veza, već moramo dati vezama određenu jačinu. Znači moramo definirati transportnu jedinicu /tj/, a to je broj dijelova jedne pozicije, koja se transportira u obliku jediničnog pakovanja u paleti između radnih mjesta.

U našem slučaju za vremensku jedinicu uzeta je jedna godina. Za transport unutar tvornice primjenjen je viljuškar, a obavlja se paletama.

Osnovni izraz za broj transportnih jedinica "a" računa se po izrazu:

$$a_i = \frac{Z_i}{z_i} /tj/god/ \quad /l/$$

gdje je:

Z_i - količina dijelova /kom/god/;

z_i - broj dijelova u paleti /kom/tj/.

Tabelarni prikaz na osnovu izraza /l/ dat je u tabeli 1. U stupcu 4 izračunat je potreban broj transportnih jedinica za godišnju količinu dijelova.

Sada treba svaku matricu veza radnih mjesta pomnožiti s brojem transportnih jedinica za odgovarajuću poziciju. Tako se matrica prikazana na slici 2 za poziciju P7 pomnoži sa $a_7 = 68$. Načinjena matrica je slična po ispunjenosti mjestu matrici prikazanoj na slici 2 s tom razlikom što ona ima element 68 na mjestima gdje prijašnja matrica ima 1.

Sumiranjem ovako izrađenih matrica za jačinu veze dobiva se

zbirna matrica prikazana na slici 4. Suma svih vrijednosti po stupcu pokazuje koliko transporta dolazi na radno mjesto, a suma vrijednosti po pojedinom retku pokazuje koliko transporta odlazi s pojedinog radnog mjesta.

na radno mjesto

RM	A	B	C	D	F	E	H	I	J	G	K	L	M	N	O	Σn_i
A	480															480
B		480														480
C							43	240	197							480
D					26	135										161
F						26										26
E								161								161
H								43	9		118				3	173
I									323	43	78					444
J								118			402					520
G											43	9				52
K												471	52			523
L							12						43	281	253	589
M														52		52
N															385	385
O																IZLAZ
Σ_{jL}	ULAZ	480	480	ULAZ	26	161	175	444	520	52	523	539	52	385	641	4526

Sl.4. Matrica veza jačine transporta između radnih mjesta

Kod složenijih slučajeva se pomenute matrice odnosno pojedine varijante izračunavaju pomoću bušnih kartica i računskog stroja što ubrzava i olakšava rad.

Matrica za jačinu transporta predstavlja osnovni kriterij za razmještaj opreme. Sve teoretske metode razmještaja opreme polaze od pomenute matrice. Naime, matrica sadrži jedan od dva faktora potrebnih za izračunavanje transportnog rada i to jačinu veza. Potrebno je izraditi još odgovarajuću matricu za dužinu puteva.

Na taj način se rješavanje razmještaja radnih mjesta svodi na rješavanje problema transporta. Transport u tvornici stvara određene troškove, koji su proporcionalni dužini puta te stoga trebaju radna mjesta biti što bliže međusobno.

Kod određivanja lokacije služimo se istostraničnom trokutnom mrežom. Osnovna zamisao kod toga je, da 3 radna mjesta koja imaju međusobne veze mogu biti optimalno postavljena, ako se stave na vrhove pomenutog trokuta, čija dužina stranice ovisi o veličini radnog mjesta. Kod daljnjeg slaganja se moraju uzeti u obzir i neka ograničenja iz stvarnog razmještaja, npr. širina radionice odnosno rad u više katova i sl.

U konkretnom slučaju ograničenje je bila širina radionice. Konačna varijanta razmještaja radnih mjesta u trokutnoj mreži prikazana je na slici 5. Radna mjesta obilježena su slovnim simbolima, a također su prikazane jačine pojedinih veza, kao i smjer kretanja pomenutih veza. Postoji niz mogućnosti razmještaja u istostraničnoj trokutnoj mreži, naime svako radno mjesto može doći na svaku lokaciju, pa je ukupni mogući broj rješenja jednak broju permutacija radnih mjesta. Samo jedan dio od mogućih rješenja predstavljaju optimum. Cijeli rad se sastoji upravo u traženju jednog od tih optimuma.

Iz plana rasporeda slika 5, mogu se dobiti razmaci između pojedinih radnih mjesta u broju jedinica, uzimajući u obzir veličinu pojedinog radnog mjesta i ostale pripadajuće mu površine.

Kriterij za izračunavanje može se prikazati u obliku funkcije:

$$C = \sum G_{ij} \cdot X_{ij} / t_{jp} / \quad /2/$$

gdje su:

X_{ij} - jedinični razmaci između radnih mjesta /p/;

G_{ij} - jačine veza u transportnim jedinicama /tj/.

Uvjet je traženje minimuma funkcije prikazana izrazom /2/:

$$C_{\min} = \sum G_{ij} \cdot X_{ij} / \min \quad /3/$$

G_{ij} je konstantno i određeno, a mijenja se X_{ij} i na taj način se traži minimum funkcije /3/, tj. traži se minimalni transportni rad.

Postavili smo više varijanata razmještaja, a izraz za transportni rad je kod svih isti:

$$C_i = G_{ij} \cdot X_{ij} = G_{AB} \cdot X_{AB} + G_{BC} \cdot X_{BC} + G_{DE} \cdot X_{DE} + \dots + G_{MN} \cdot X_{MN} + G_{NO} \cdot X_{NO} = \dots \quad /4/$$

Konkretne vrijednosti funkcije " C_i " za pojedine varijante:

$$\begin{aligned} C_1 &= 7.385 \quad /tjp/ \quad /5/ \\ C_2 &= 7.028 \quad /tjp/ \quad /6/ \\ C_3 &= 5.468 \quad /tjp/ \quad /7/ \\ C_4 &= 5.932 \quad /tjp/ \quad /8/ \end{aligned}$$

Optimalna je varijanta dobivena izrazom /7/, a upravo ona je prikazana na slici 5.

Sve do sada poznate metode su zapravo traženje optimuma prikazanog izrazom /2/. Međutim koliko je poznato nije pronađena metoda koja bi dala jednoznačno rješenje. U našem slučaju rad se svodi na postavljanje pojedinih varijanata razmještaja radnih mjesta, za koje se računa transportni rad i ispitivanjem se traži varijante sa sve manjim sumarnim iznosom.

Kako ne postoji funkcionalna zavisnost udaljenosti lokacije, tim putem se ne može dobiti jednoznačno rješenje, jer se ne vidi funkcionalna ovisnost kretanja konačnog rezultata u pojedinim varijantama.

Napominjemo da postoje još i drugi teoretski pristupi /metoda krugova i sl./ ali mi smo se zadovoljili dobivenim teoretskim rješenjem.

3. Razmještaj radnih mjesta u određenom prostoru

Na osnovu rezultata kojega smo dobili teoretskim razmatranjem

razmještaja radnih mjesta, prešli smo na određivanje položaja istih u određenom prostoru.

Kod toga moramo imati podatke o svim mogućim ograničenjima u radnom prostoru. Ta ograničenja nas upućuju, koji dio prostora možemo koristiti, a koji ne. Često su to razni kanali pod radionicom, slaba mjesta poda, mjesta za pomoćne uređaje, grijanje, instalacija za komprimirani zrak, ventilacija, kanalizacije, elektrovodovi itd.

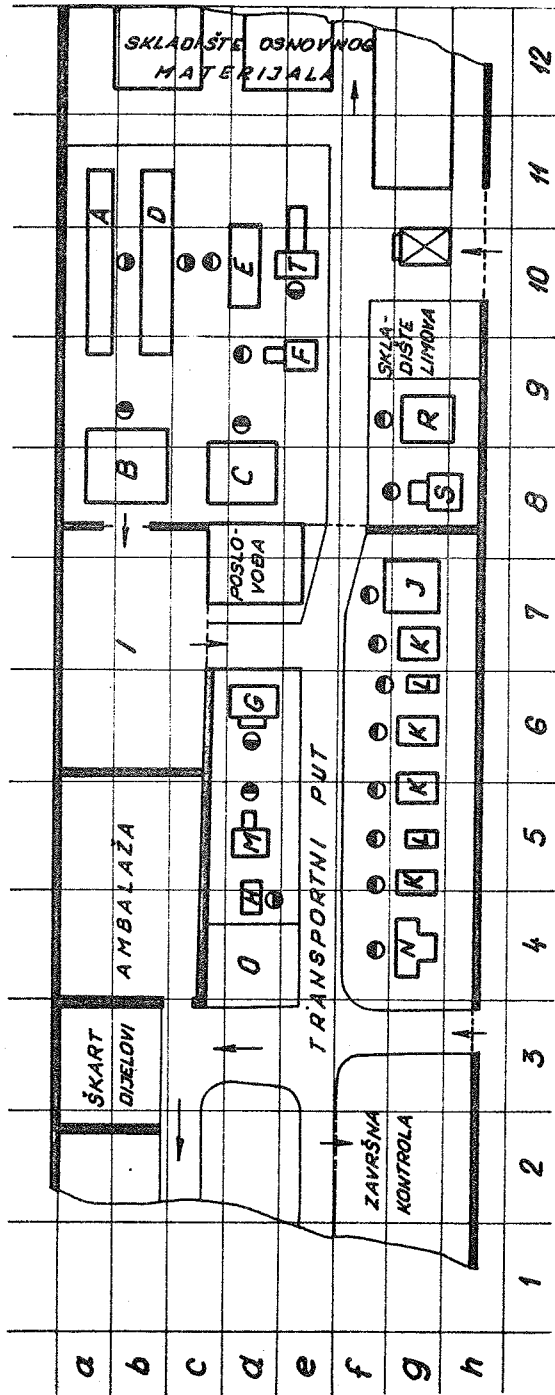
Pored toga potreban je tlocrt površine, na koju želimo smjestiti radna mjesta izrađen u odgovarajućem mjerilu, kao i izrađeni modeli strojeva, uređaja, pribora, opreme, vozila, ormara i stolova. Pomoću tih pomagala tražimo optimalni razmještaj radnih mjesta. Mi smo se zadovoljili dvodimenzionalnim modelima ali za složenije probleme preporuča se izrada trodimenzionalnih modela.

Iz plana rasporeda radnih mjesta slika 6 zorno vidimo, da imamo dva ulaza osnovnog materijala u proizvodnju, a to su radna mjesta A i D. Skladište osnovnog materijala smješteno je neposredno do pomenutih radnih mjesta, tako da je transportni rad minimalan.

Pored svih ograničenja koja su se pojavila kao što su nosivi zidovi, kanali i sl., nastojali smo se približiti teoretskom razmještaju radnih mjesta slika 5 i provesti proizvod kroz pogon najkraćim putem od skladišta sirovine do skladišta gotove robe.

U sredini tehnološkog procesa su radna mjesta "I" i "J" koja posjeduju i veliku jačinu veze. Javljaaju se i radna mjesta manje značajna sa stanovišta transportnog rada, kao npr. radno mjesto "F", koje je u teoretskom razmještaju /slika 5/ zauzelo periferno mjesto ali treba napomenuti, da su i pomenuta radna mjesta neophodna za uspješno odvijanje tehnološkog procesa.

Proces se završava radnim mjestom "O" nakon čega se proizvodi predaju skladištu gotove robe.



Sl. 6. Razmještaj radnih mjesta u određenom prostoru

Literatura

- [1] Prof. Dr Ing. W. Rockstroh, Technologische Betriebsprojektierung, VEB Verlag Technik, Berlin /1968/
- [2] R. Lemaher, Projekt razmjestaja opreme za jednu od tvornica, Institut za alatne strojeve - Zagreb /1969/
- [3] P. Rebić, Optimizacija proizvodnih procesa, Fakultet strojarstva i brodogradnje, /1969/
- [4] Prof. D. Taboršak, Č. Buchberger, Studija rada, Zagreb
- [5] Prof. Dr A. Đurašević, Unutrašnje uređenje tvornice, predavanje u VII sem. na FSB, Zagreb /1969/

E. L e m a h e r

DIE UNTERSUCHUNG EINER OPTIMALER TECHNOLOGISCHER ZUORDNUNG VON MASCHINEN UND ANLAGEN

Einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines technologischen Prozesses haben in erster Linie die technischen Voraussetzungen und die organisatorischen Festlegungen. Die Transportkosten in vielen Maschinenbaubetrieben sind noch immer so hoch, dass damit die Herstellung guter organisatorischer Voraussetzungen unbedingt erforderlich sind.

Die richtige räumliche, gegenseitige Zuordnung von Maschinen und Anlagen oder auch zu Festpunkten eines Betriebes bzw. einer Betriebsabteilung, wie auch die Zuordnung mehrerer Abteilungen zueinander, spielt für die Erreichung eines optimalen Materialflusses eine wichtige Rolle.

Bei der Lösung eines solchen Zuordnungsproblems können die verschiedensten Gesichtspunkte dominieren: maximal erreichbare Produktionsleistung, minimal mögliche Transportwege oder minimal mögliche Transportleistung. Nach diesen Gesichtspunkten wird auch die Aufgabe als Maximal - oder Minimalaufgabe formuliert.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

A. TOPLIČIĆ, R. SEKULIĆ^{x)}

^{xx)}
PETOLETKIN PRISTUP U REŠAVANJU PROBLEMA UVEĆANJA
SERIJNOSTI, KAO OSNOVE ZA OSAVREMENJAVANJE PROCE-
SA PROIZVODNJE I MODELIRANJE PROIZVODNIH KAPACI-
TETA U USLOVIMA MALIH SERIJA

Programska orijentacija Petoletke je razvoj, proizvodnja i plasman uređaja i instalacija hidrauličke i pneumatike.

Programom se obuhvataju uređaji i instalacije za mobilna sredstva (vazduhoplovna, drumska vozila, građevinske i poljoprivredne mašine, utovarno istovarni objekti i plavni objekti), zatim, uređaji i instalacije za mehanizaciju i automatizaciju mašina, postrojenja i procesa.

Kao uređaji, iz standardnog programa, mogu se navesti: pumpe, kompresori, radni hidraulički i pneumatički cilindri, razvodnici, ventili, slavine, rezervoari itd.

Osnovne karakteristike programa proizvodnje su:

- veliki asortiman proizvoda sa tendencijom proširenja i razvojem familija proizvoda kao, familija razvodnika, pumpi i td,
- zahtevi tržišta su takvi da se pojavljuju velike frekvencije u količinama, asortimanu proizvoda kao i proširenju programa proizvodnje bilo zamenom starih proizvoda savremenijim ili potpuno novim konstrukcijama, uz redovno kratke rokove isporuke,
- serijnost, diktirana zahtevima tržišta, kreće se od 100 do 45.000 kom godišnje,

x)- Aleksandar Topličić, dipl.ing. rukovodilac razvoja tehnologije PPT - Trstenik,

- Radimir Sekulić, maš.ing., samostalni tehnolog za razvoj tehnologije PPT - Trstenik,

xx)- Industrija hidrauličke i pneumatike "Prva Petoletka"-Trstenik.

- zahtevi za dovođenje cena proizvoda na svetski nivo uz ostvarenje zadovoljavajuće dohodnosti.

Iznete karakteristike programa proizvodnje i zahtevi tržišta neminovno su postavili, pored ostalih, sledeća pitanja na koja je trebalo dati odgovore:

1. Na koji način uvećati serijnost proizvoda i tako obezbediti osnovu za instaliranje racionalne i savremene organizacije procesa proizvodnje, kao i primenu progresivnih metoda rada i visokoproizvodne opreme?
2. Kako povećati efikasnost osvajanja nove proizvodnje i smanjiti troškove iste?

Na osnovu istraženih mogućnosti za rešavanje ovih pitanja, preko projekta koji je analizirao sve elemente, argumentovano je pokazano da je put organizovanje procesa proizvodnje na principima grupne obrade. Utvrđeno je takođe da se realizacija ove organizacije proizvodnje, obzirom na kompleksnost problema, realizuje u dve etape.

Prva etapa je obuhvatila organizovanje proizvodnje po klasama delova. Pri tome se nije išlo na kompleksniju primenu svih principa grupne obrade, ali je time stvorena osnova za realizaciju druge etape. Prva etapa je realizovana 1965. god., kada su, na nivou klasa, organizovani proizvodni pogoni sa adekvatnim kapacitetima. Tako su formirani pogoni za sledeće klase delova:

- kućišta,
- sitnih delova koji se obrađuju na automatima,
- cilindara, čaura i vratila,
- pogon otpresaka i
- pogon montaže

Treba imati u vidu da ovakva organizacija proizvodnje zahteva i adekvatno strukturiranje i drugih službi u fabrici posebno planske i tehnološke pripreme, te su u tom smislu formirane grupe tehnologa za odgovarajuće klase delova.

Pokazalo se da se ovakvim organizovanjem procesa proizvodnje dobijaju sledeći efekti.

TP.2.2

- specijalizacija na radnim mestima, dok je u predhodnoj organizaciji na jednoj mašini frekvencija raznih poslova bila nezvesna i u toku meseca se kretala 20-30, sada je to smanjeno na 5-10 različitih poslova za isti period, ali unapred određenih za duži period, godinu, dve i td.
- Pošto se poslovi na radnim mestima ponavljaju, deluje poznata kriva obučavanja.
- Uvećana je proizvodnost kroz bolju opremljenost radnih mesta.
- U zadnje 3 godine, uz manje dopune kapaciteta i to mašinskih, rast obima proizvodnje zabeležen je prosečno 24%, no to još nije obezbedilo dovoljno angažovanje kapaciteta koji su ovim merama stvoreni.
- Koncentracija određenih operacija na istim radnim mestima je omogućila specijalizaciju i uticala na smanjenje složenosti poslova.
- Postiglo se jedinstvo u rešavanju tehnoloških problema obzirom da postoji grupa tehnologa koja radi na određenoj klasi delova.
- Postignuto je racionalnije korišćenje proizvodnih kapaciteta, obzirom da je pre instaliranja ove organizacije procesa proizvodnje proces bio organizovan po grupama proizvoda što nije obezbeđivalo njihovo optimalno korišćenje.

Pored nabrojanih postoje niz drugih efekata, no treba istaći i jedan značajan, a to je da realizacija prve etape znači stvaranje osnove za realizaciju druge i to kako sa stanovišta afirmacije koncepcije tako i zbog sigurnijih elemenata za njenu realizaciju.

Druga etapa predstavlja suštinsko korišćenje svih mogućnosti koje pruža grupni metod za organizovanje procesa proizvodnje tj. instaliranje organizacije na tim principima.

Na osnovu analiziranih rezultata iz realizacije prve etape, proučenih literaturnih prilaza u vezi metoda grupne obrade i naših konkretnih uslova i potreba koji izlaze iz proučenih konstruktivnih i tehnoloških karakteristika došli smo do saznanja da nam ni jedan od preporučenih klasičnih prilaza u potpunosti ne odgovara i da je potrebno izgraditi nov prilaz koji odgovara

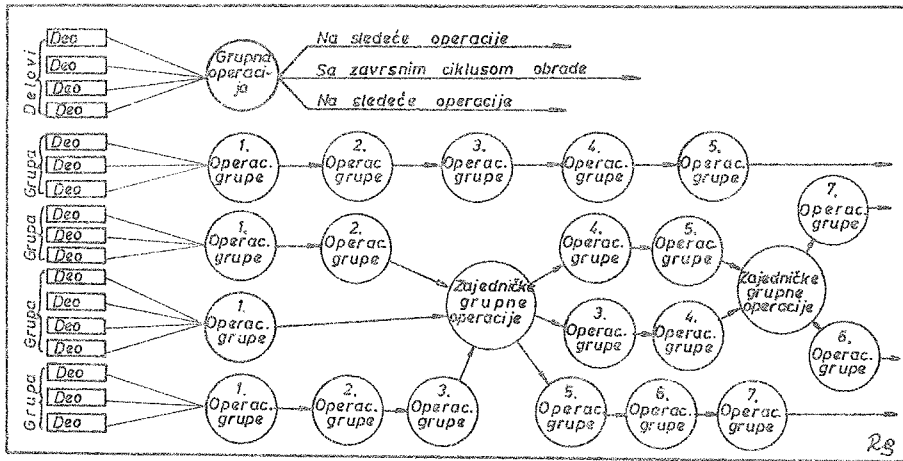
našim konkretnim uslovima proizvodnje od kojih navodimo samo neke:

- Velika frekvencija u asortimanu pri lansiranju,
- Pošto se kao polazni materijal za izradu delova koriste odlivci raznih konfiguracija i materijala, postoji osetno neuklapanje obezbeđenja materijala sa zahtevima tržišta, što ima za posledicu neracionalno korišćenje kapaciteta.

Osnovne karakteristike programa proizvodnje postavljaju niz pitanja koja, kroz izbor organizacije procesa proizvodnje, bazirane na grupnim principima, treba rešiti, a to su:

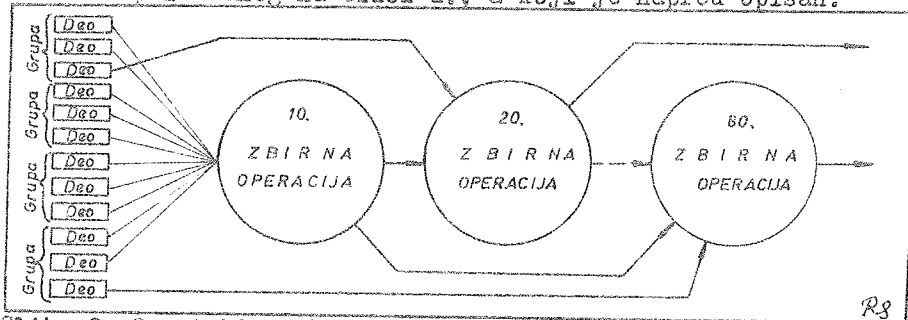
- Rešenje modela operativnog planiranja proizvodnje, korišćenjem mehanografske obrade podataka, koji će u optimalnim granicama rešiti amortizaciju udaraca usled nesinhronizovane nabavke materijala i alata.
- Rešenje metoda i organizacije kontrole procesa i održavanje kvaliteta sa ciljem da se u novoj organizaciji kvalitet finalnih proizvoda održi i uveća.

Naš prilaz bi se u osnovi mogao definisati na sledeći način: Kao primarni element za razmatranje i rešavanje osnovnih problema jeste zbirna maršrutna karta, a u okviru njenih operacija kompleksni geometrijski oblici, koji su osnova za formiranje grupnih operacija koje čine celinu ili deo zbirne operacije. Zbirna maršrutna karta (sl. 8) pretstavlja prirodan tok osnovnih operacija za obradu kompleksnih geometrijskih celina od kojih su komponovani delovi. Ovi delovi mogu pripadati raznim tehnološkim grupama ili tipovima klasiranim po do sada poznatim i preporučljivim metodama klasiranja. Realizacija ovakve maršrutne karte se obezbeđuje proizvodnim sredstvima koja se odlikuju fleksibilnošću u redosledu operacija. Tako formirani kapacitet pretstavlja jednu zaokruženu tehnološku jedinicu. Osnovne karakteristike ovako modeliranog kapaciteta su da primaju mnogo veći broj delova, pa je i mogućnost izbegavanja udara zbog neobezbeđenosti materijala mnogo veća nego kod modeliranja kapaciteta za klasičnu grupu ili tip delova. Poznato je da se kapaciteti na osnovu grupe ili tipova delova modeliraju kako je to dato na slici 1.



Slika 1

Očito je da pri nedostatku materijala ili alata će doći do manjeg iskorišćenja kapaciteta nego kod modeliranog kapaciteta šematski prikazanog na slici 2., a koji je napred opisan.

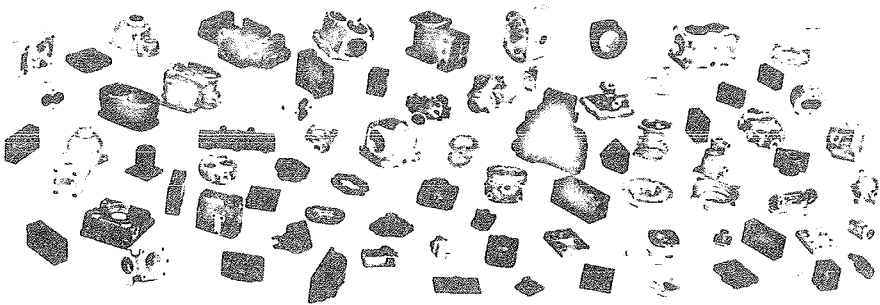


Slika 2. - Sematski prikaz kapaciteta u okviru jedne zbirne maršrutne karte

Zbog ograničenog prostora i složenosti materije nismo u mogućnosti da izložimo neka konkretna rešenja koja su data u sklopu projekta u Petoletki.

Cilj je da se ukaže na mogućnosti uvećanja serijnosti u uslovima malih serija i mogućnostima primene visokoproduktivne opreme.

Ovo se čini na taj način što se kao model koristi jedna grupa korpurnih delova, prikazanih na slici 3., uz napomenu da veći na njih čini pretstavnike.



Slika 3. - Grupa korpurnih delova

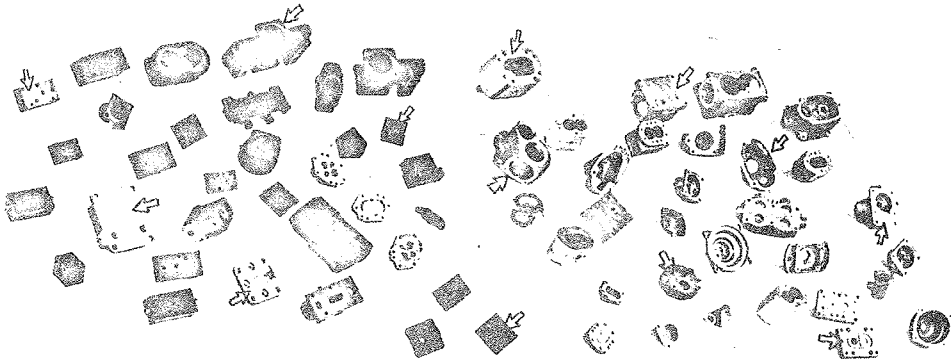
određenih tipova delova iz Petoletkinog programa proizvodnje, Klasiranjem ovih delova po klasičnim metodama klasiranja, do-
bilo bi se 55 tipova i 12 tehnoloških grupa delova.

Ovo znači da bi za taj broj grupa delova trebalo projektovati
67 maršruta obrade i približno toliko proizvodnih linija. Zna-
či u tom slučaju grupa delova, odnosno operacije za njih, bile
bi osnova za sva tehnološka razmatranja, što u našem prilazu
nije slučaj.

Naša tehnološka koncepcija koristi tehnološke grupe samo kao
pomoćno sredstvo za formiranje zbirne maršrutne karte. Ovo za-
to što još nismo završili sa razradom sistema šifriranja i kl-
asiranja koji će omogućiti direktno svrstavanje delova u zbir-
ne maršrutne karte, kao i u zbirne, odnosno grupne operacije u
okviru zbirne maršrutne karte.

Dalja izučavanja su pokazala da je za zbirne operacije potreb-
no izdvojiti takve geometrijske celine koje nisu podložne čes-
tim izmenama, a da predstavljaju veliki procenat geometrije de-
lova obuhvaćenih zbirnom maršrutnom kartom. U tom cilju prišlo
se izučavanju tehnološke i konstrukcijske (geometrijske strukture)
programa, jer je ocenjeno da je to jedini put da se ustanove ne-
minovno pojavljivani geometrijski oblici bez obzira na spoljnu
konfiguraciju proizvoda, Ako se analizira program proizvodnje
i u okviru njega grupa delova pokazana na sl. 3 može se zaklj-
učiti sledeće:

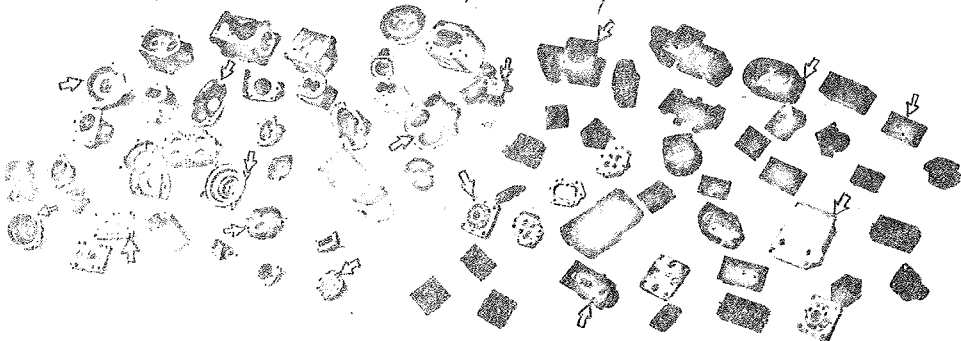
Svi delovi poseduju ravne površine koje služe kao oslone za uređaj pri ugradnji na mesto eksploatacije ili kao oslone za međusobno spajanje delova pri montaži uređaja. Ovo se jasno uočava na slici 4.



Slika 4. - Prikaz ravnih (baznih) površina na delovima

Karakteristično je za ove površine to da su uvek prisutne na delovima iz bilo kog uređaja u programu proizvodnje bez obzira na konfiguraciju. Postoje na delovima i druge ravne površine, ali one nisu istih karakteristika kao istaknute, te ih svrstavamo u drugorazredne.

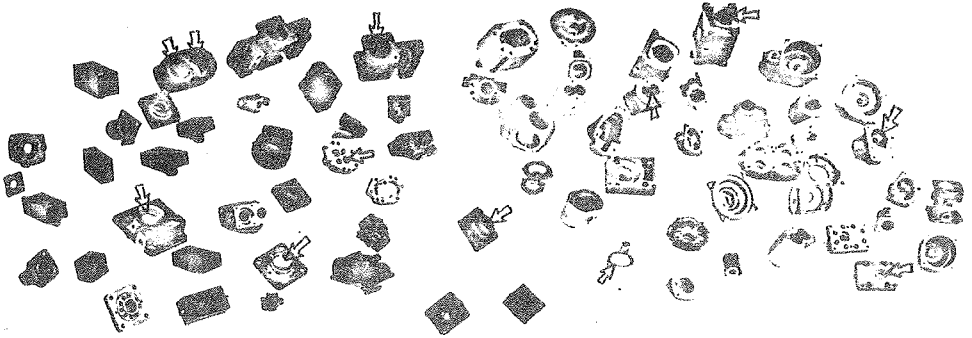
Šledeći karakterističan oblik je vezivni otvor, koji služi za međusobno pričvršćavanje delova u sklop, ili uređaja pri ugradnji na mesto eksploatacije i to pomoću zavrtnja ili čivije. Prikaz vezivnih otvora dat je na slici 5.



Slika 5. - Prikaz vezivnih otvora i rupa na delovima.

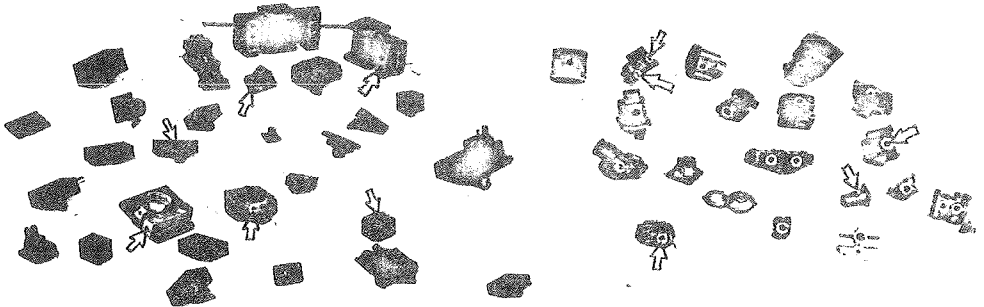
Sledeći karakterističan oblik površina koje se zapažaju na posmatranoj grupi delova sa sl. 3, jesu glavni otvori i rupe u kojima se najčešće obavlja osnovna funkcija uređaja. To su po pravilu i površine sa najvećim zahtevima tačnosti izrade i finoćom obrade, tako da praktično od rešenja kvalitetne obrade ovih površina zavisi kvalitet funkcije celog uređaja.

Prikaz ovih otvora i rupa dat je na slici 6.



Slika 6. - Glatki i stepenasti glavni otvori i rupe u delovima

Naredni geometrijski oblik jeste priključni otvor koji služi za dovod ili odvod fluida. Prikaz ovih otvora dat je na slici 7.



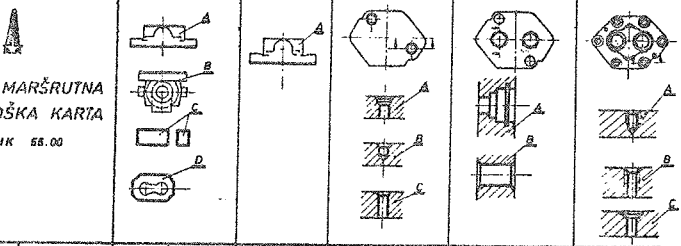
Slika 7. - Prikaz priključnih otvora na delovima

Svi napred istaknuti geometrijski oblici (celine) imaju te zajedničke karakteristike da se neminovno pojavljuju bez obzira na konfiguracije delova, a koji pripadaju ovoj grupi, što

izlazi iz činjenice da je program proizvodnje koncipiran tako da sadrži uređaje i instalacije sastavljene iz tih uređaja koji kao medijum koriste fluid. Otuda i zaključak da se radi o stabilnom programu proizvodnje, ali ne delova po opštoj konfiguraciji nego po geometrijskim oblicima obrađivanih površina.

Pored napred istaknutih osnovnih geometrijskih oblika u strukturi prikazanih delova učestvuju i druge površine koje smatraemo drugorazrednim, jer po obimu obrade čine oko 20%.

Da bi se ostvarila napred izneta koncepcija modeliranja kapaciteta posle analize pojavljivanih geometrijskih oblika (celina), kod posmatranih delova, izradena je zbirna mašrutna karta čiji je izgled (za obradu delova prikazanih na slici 3) dat na slici 8.

Šifra zbirne operacije		56.00.20				56.00.30				56.00.40				56.00.50				56.00.60				56.00.70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Naziv operacije		Glodanje ravnih površina				Brušenje ravnih površina				Bušenje baznih otvora				Gruba obrada glavnih otvora				Bušenje vaskulnih otvora				Bušenje priključnih otvora																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
 <p>ZBIRNA MAŠRUTNA TEHNOLOŠKA KARTA BR. ZHK 56.00</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Red. br.	Šifra teh. pr. broj dela	Klasifikaciona šifra dela				Šifra op. P				Šifra op. A B C				Šifra op. A B C D E				Šifra op. A B C				Šifra op. A B C D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>f</td> <td>5.60.02</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>100-0106</td> <td>536</td><td>2507</td><td>500</td> <td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>56.00.20.10</td> <td>o</td><td>56.00.30.10</td> <td>o</td><td>56.00.40.10</td> <td>o</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>100-4105</td> <td>546</td><td>2507</td><td>500</td> <td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>-h-</td><td>h</td><td>-h-</td> <td>h</td><td>-h-</td> <td>o</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>100-6106</td> <td>556</td><td>2507</td><td>500</td> <td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>-h-</td><td>o</td><td>-h-</td> <td>o</td><td>-h-</td> <td>o</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="22">ff</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>99-1109</td> <td>558</td><td>5505</td><td>600</td> <td>o</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>56.00.20.10</td> <td>o</td><td>56.00.30.10</td> <td>o</td><td>56.00.40.10</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>99-1265</td> <td></td><td></td><td></td> <td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>-h-</td><td>o</td><td>-h-</td> <td>o</td><td>-h-</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="22">D</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>99-1708</td> <td></td><td></td><td></td> <td>o</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>56.00.20.10</td> <td>o</td><td>56.00.30.10</td> <td>o</td><td>-h-</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="22">CVA</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>6.60.07</td> <td></td><td></td><td></td> <td>o</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>50-1901</td> <td>656</td><td>2589</td><td>300</td> <td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>56.00.20.35</td> <td></td><td></td><td></td> <td>o</td><td>56.00.40.22</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50-26011</td> <td>666</td><td>2589</td><td>300</td> <td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>-h-</td> <td></td><td></td><td></td> <td>o</td><td>-h-</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>50-2802</td> <td>666</td><td>5548</td><td>300</td> <td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>-h-</td> <td></td><td></td><td></td> <td>o</td><td>-h-</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																						f	5.60.02																									1	100-0106	536	2507	500	*					56.00.20.10	o	56.00.30.10	o	56.00.40.10	o												2	100-4105	546	2507	500	*					-h-	h	-h-	h	-h-	o												3	100-6106	556	2507	500	*					-h-	o	-h-	o	-h-	o												ff																						1	99-1109	558	5505	600	o					56.00.20.10	o	56.00.30.10	o	56.00.40.10													2	99-1265				*					-h-	o	-h-	o	-h-													D																						1	99-1708				o					56.00.20.10	o	56.00.30.10	o	-h-													CVA																						1	6.60.07				o																					1	50-1901	656	2589	300	*					56.00.20.35				o	56.00.40.22												2	50-26011	666	2589	300	*					-h-				o	-h-												3	50-2802	666	5548	300	*					-h-				o	-h-											
f	5.60.02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	100-0106	536	2507	500	*					56.00.20.10	o	56.00.30.10	o	56.00.40.10	o																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2	100-4105	546	2507	500	*					-h-	h	-h-	h	-h-	o																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3	100-6106	556	2507	500	*					-h-	o	-h-	o	-h-	o																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ff																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	99-1109	558	5505	600	o					56.00.20.10	o	56.00.30.10	o	56.00.40.10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2	99-1265				*					-h-	o	-h-	o	-h-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	99-1708				o					56.00.20.10	o	56.00.30.10	o	-h-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
CVA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	6.60.07				o																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1	50-1901	656	2589	300	*					56.00.20.35				o	56.00.40.22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2	50-26011	666	2589	300	*					-h-				o	-h-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3	50-2802	666	5548	300	*					-h-				o	-h-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Slika 8

Analiza količina pojavljivanih geometrijskih oblika prema količini proizvedenih delova za jedan planski period, pokazuje da se oni pojavljuju u sledećim količinama:

- ravnih površina (slika 4)	312.674
- vezivnih otvora i rupa (slika 5)	1.215.942
- priključnih otvora i rupa (slika 7)	301.702
- glavnih otvora i rupa (slika 6)	287.858

Očito je, što i količine geometrijskih oblika pokazuju, da smo došli do znatnog uvećanja količina koje nam dozvoljavaju ekonomsko opravdanu primenu visokoproizvodne grupne opreme, alata i pribora.

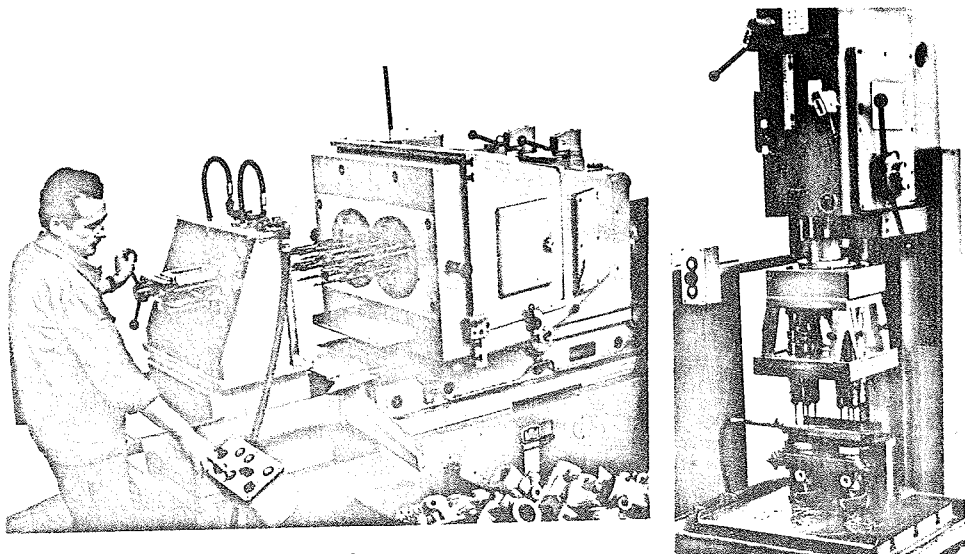
U slučaju prikazanog modela realno je primeniti:

- a) Za obradu ravnih površina - programiranu glodalicu sa kružnim stolom prikazanu na slici 9.



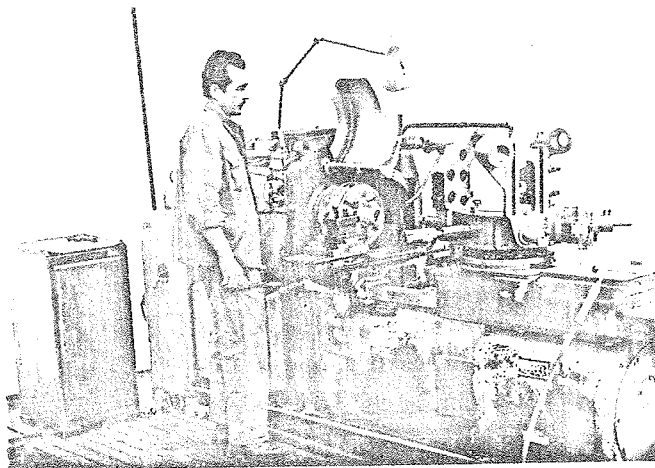
Slika 9. - Produkciona glodalica za obradu ravnih površina

- b) Za obradu vezivnih otvora - viševretene bušilice - slika 10 umesto stubnih i rednih.



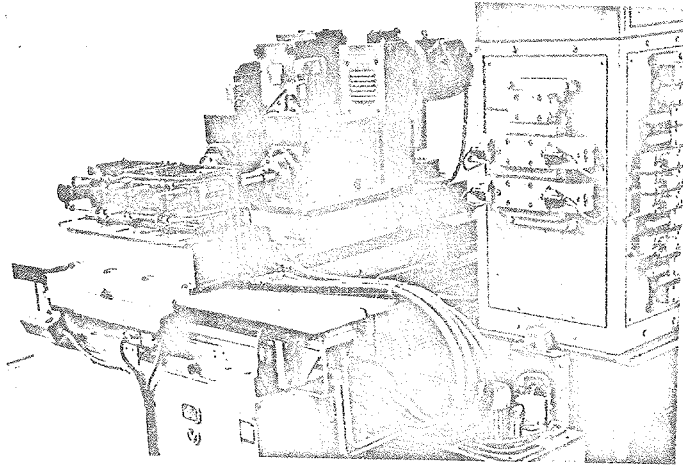
Slika 10

c) Za grubu obradu glavnih otvora - revolver strugove, - slika 11, umesto univerzalnih



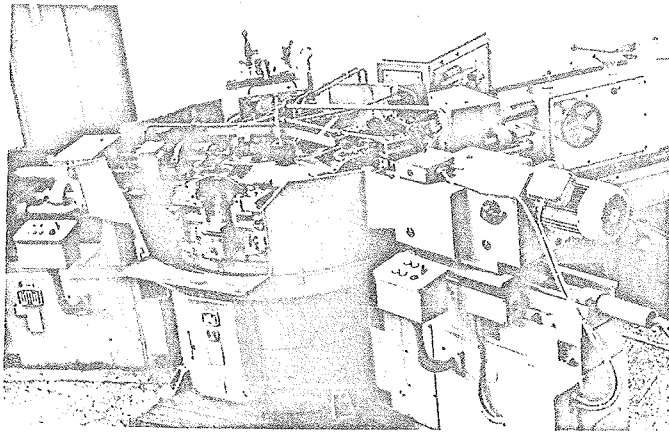
Slika 11

d) Specijalne mašine za finu obradu glavnih otvora - slika 12.



Slika 12

e) Za obradu priključnih otvora - agregatnu bušilicu sa okruglim stolom, slika 13.



Slika 13

Ne treba isključivati mogućnost primene produktivnije opreme i za obradu geometrijskih oblika svrstanih u drugorazredne.

Do sada je objašnjena mogućnost primene visokoproduktivne opreme u uslovima malih serija. Pored ovih efekata odabrana tehnološka koncepcija, koja je, u skraćenom obimu, izložena, daje niz ostalih mogućnosti kao, mogućnost za standardizaciju tehn. procesa, tipizaciju geometrijskih oblika u konstrukciji, ujed-

načavanje tehnoloških rešenja i njihovo održavanje na određenom nivou, racionalizaciju osvajanja nove proizvodnje itd.

Izučavanja ukazuju da se, koristeći opisanu koncepciju i postupak prikazan na odabranom modelu, može sa uspehom primeniti i na sve ostale grupacije delova, što je u Petoletki i učinjeno.

Bez posebnih pretenzija autori smatraju da se u većini različitih struktura programa ovaj metod može iskoristiti, te bi bila interesantna njegova dalja razrada, koja bi trebala da posebno reši metod direktnog klasiranja i razvrstavanja delova u grupne operacije u okviru zbirne maršrutne karte.

U Petoletki je u toku realizacija organizacije proizvodnje po napred iznetoj koncepciji, a da bi mogli početi sa istom, u okviru projekta, uradili smo sledeće:

- metodologiju za šifriranje delova i podskloпова,
- tehnološki klasifikator,
- kompletnu tehnološku dokumentaciju za uslove grupne obrade,^{xxx)} gde je posebno vođeno računa o podlogama koje će služiti za operativno planiranje proizvodnje u ovim uslovima, uz napomenu da je u toku razrada modela operativnog planiranja uz primenu mehanografske tehnike, kao i razrada organizacije i principa kontrole u uslovima grupne obrade.

L I T E R A T U R A

- [1.] - S.M. Urošević, Tipska i grupna tehnologija u metalnoj industriji, IAMA - Beograd 1967. god.
- [2.] - S.P. Mitrofanov, Naučne osnovi tehnologičeskoj podgotovki gruppovogo proizvodstva, Lenjingrad 1965. god.
- [3.] - S.P. Mitrofanov, Racionalnoe ispoljzovanie metallorežušćih stankov, Lenjingrad 1967.god.
- [4.] - S.P. Mitrofanov, Naučni temelji grupne tehnologije, Privreda Zagreb 1964. god.

xxx)- Detaljnije u izlaganju pod naslovom: „Petoletkin pristup u rešavanju pitanja racionalnije i efikasnije pripreme nove proizvodnje“

- [5.] - S.P. Mitrofanov, Naučnie osnovi gruppovoj tehnologii, Lenjingrad 1959.god.
- [6.] - F.S. Demanjuk, Tehnologičeskie osnovi potočnogo i avtomatizirovannogo proizvodstva, Moskva 1958.god.
- [7.] - Grupa autora, Projektovanje grupne tehnologije, Beograd 1967.god.
- [8.] - S.P. Mitrofanov, Naučnie osnovi organizaciji gruppovogo proizvodstva, Lenjingrad 1963. god.
- [9.] - Grupa autora, Grupna tehnologija i produktivnost, Beograd 1966.god.
- [10.] - Zbirka prevedenih članaka iz oblasti grupne tehnologije, bilten br. 1., Stručna biblioteka PPT 1965. god.
- [11.] - Zbirka prevedenih članaka iz oblasti grupne tehnologije, Bilten br. 2., Stručna biblioteka PPT 1965. god.
- [12.] - A. A. Matalin, Konstruktorskie i tehnologičeskie bazbi, Lenjingrad 1965. god.
- [13.] - Grupa autora, Saopštenja IAMA Beograd br. 8. Beograd 1968.god.
- [14.] - Dipl.ek.ing. Sigismund Wolsko, Novi putevi klasifikacije i numerisanja proizvoda, sklopova i delova, prevod s nemačkog, Stručna biblioteka PPT 1967.god.
- [15.] - Grupa autora, Metodika klasifikacije mašinskih delova, tipizacije tehnoloških procesa i grupne mehaničke obrade, odeljenje za naučno tehničke informacije Moskva 1964. god.

A. TOPLIČIĆ, R. SEKULIĆ

PETOLETKA'S ACCESS TO THE PROBLEM SOLVING OF THE SERIES MANUFACTURE INCREASE, AS THE BASE TO MODERNIZE THE PRODUCTION PROCESS AND THE PRODUCTIVE CAPACITY PATTERNING IN THE CONDITIONS OF THE SMALL-LOT PRODUCTION

It's known that the production organization, based on the group processing principles, can increase the series manufacture and make the base for the rational utilization of the high-productive equipment. The different enterprises solve this problem in

the different ways depending upon the particular conditions and possibilities of the enterprise. Here is given, in the abbreviated form, Petoletka's access to the problem solving above mentioned, based on the geometric form analysis of the surfaces from what the parts are formed, (Fig.4.7). For more similar technological groups of the parts the Collective Sequence Chart of the operations is formed that make the common sequence of the processing of all geometric forms, from what the parts are composed. A Lay-out of the Collective Sequence Chart is given in the Fig. 8. The concentration of the single-elements of the surfaces in every operation is higher, in this case, than in the other conventional accesses, that make the solid base and more optimal inducing of the high-productive equipment in the production process. By the appropriate assembly of the universal group tools, by the selection and machine equipment for every collective operation, the optimal flexibility of such a patterned productive capacity within every operation and Collective Sequence operations is ensured.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

R. Albijanić^{x)}

METOD PRORAČUNA MERNIH LANACA S OBZIROM NA EKONOMIČNOST KONSTRUKCIJE^{xx)}

1. Uvod

U ovome se radu daje metodološki pristup jednom načinu rešavanja mernog lanca, gde je kao baza za proračun uzeta ekonomska opravdanost usvojenih tolerancija, odnosno polje rasipanja nominalnih mera komponentalnih članova, preko minimuma njihove cene izrade. Teorija mernih lanaca predstavlja modernu metodu baziranu na principima statistike i verovatnoće, gde se analitičkim putem povezuju mere pojedinih komponentalnih članova i definiše njihov međusobni uticaj na završni član, koji može predstavljati geometrijsko odstupanje ili toleranciju. Pri daljem se neće ulaziti u teoretsku analizu mernih lanaca, s obzirom da su njene kratke postavke date ranije u [2] i [3]. Stvarna aplikacija ove metode postaće masovna tek sa postojanjem usavršenog aparata za brzo računanje dopunskih informacija od čije tačnosti direktno zavisi perspektiva i efikasnost metode, a on u obliku kakav danas postoji još uvek nije pouzdan. Iz toga razloga navode se u kratkim crtama i druge metode rešavanja osnovne jednačine mernog lanca.

2. Kratka analiza metodološkog pristupa definisanju karakterističnih veličina mernog lanca

Veza i međusobni uticaj pojedinih komponentalnih članova na završni član daje osnovna jednačina mernog lanca

x) Radomir D. Albijanić, dipl. ing., mlađji saradnik Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

xx) Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, predstavlja deo projekta "Istraživanje i razvoj metoda za ispitivanje alatnih mašina" koji finansiraju Savezni i Republički fond za naučni rad

$$\delta_{\Sigma} = \frac{1}{K_{\Sigma}} \sqrt{\sum_i A_i^2 K_i^2 \delta_i^2}, \quad (1)$$

gde su:

- δ_{Σ} i K_{Σ} - polovina polja rasipanja i koeficijent relativnog rasturanja mere završnog člana,
- δ_i i K_i - analogne veličine i-tog komponentalnog člana, i
- A_i - prenosni odnos i-tog člana mernog lanca, koji karakteriše veličinu i smer njegovog uticaja na završni član.

Razlikuje se kontrolni i projektni metod rešavanja jednačine (1), što zavisi od toga da li se prvo definišu odstupanja komponentalnih članova, pa se traže moguća rasipanja završnog člana i upoređuju sa dozvoljenim vrednostima, ili se na osnovu unapred propisanih odstupanja završnog člana traže racionalna odstupanja komponentalnih članova. Pri tom moraju biti zadovoljeni izvesni dopunski uslovi, diktirani mogućnostima tehnologije i funkcionalnošću pojedinih sklopova, definišući na taj način rešenja potpuno odredjenim.

Preraspodela odstupanja unutar mernog lanca kao zatvorene konture na osnovu iskustva je danas najčešća, jer omogućava lako korigovanje i preračunavanje i daje najbolje rezultate.

Po metodi jednakih tolerancijskih polja pretpostavlja se ista visina polja odstupanja svih članova koji ulaze u merni lanac, tj. $\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_i = \dots = \delta_n$.

Uzimajući ovo u obzir jednakost (1) postaje

$$\delta_{\Sigma}^2 K_{\Sigma}^2 = \delta_i^2 \sum_i A_i^2 K_i^2. \quad (2)$$

Potrebno je izvršiti korekciju jednakosti (2), s obzirom da u skoro svaki merni lanac ulazi izvestan broj članova sa unapred poznatim odstupanjima na koja više nije moguće uticati, bilo da su to kupljeni standardni elementi (ležišta, spojnice, itd), ili zabori izabrani prema funkcionalnosti sklopa. Isti je slučaj sa članovima kod kojih se kao osnovni kriterijum pri odabiranju granica odstupanja uzima visoka proizvodnost, kao i verovatnoća pojave škarta kod vrlo skupih delova.

Uzimajući ovo u obzir jednačina (2) postaje

$$\delta_{\Sigma}^2 K_{\Sigma}^2 = \delta_i^2 \sum_{i=1}^{n-m} A_i^2 K_i^2 + \sum_{i=n-m+1}^n A_i^2 K_i^2 \delta_i^2, \quad (3)$$

gde je:

- n - ukupni broj komponentalnih članova u lancu,
- m - broj članova sa zadatim odstupanjima,
- $\sum_{i=n-m+1}^n A_i^2 K_i^2 \delta_i^2$ - uticaj ovih članova na završni član.

Stavljajući u jednačinu (3)

$$\sum_{i=n-m+1}^n A_i^2 K_i^2 \delta_i^2 = C, \quad (4)$$

i rešavajući je po δ_i , dobija se konačno

$$\delta_i = \frac{\sqrt{K_{\Sigma}^2 \delta_{\Sigma}^2 - C}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-m} A_i^2 K_i^2}}. \quad (5)$$

Opravdanost primene ovog metoda postoji samo u onom slučaju, kada su nominalne mere približno jednake i tehnološki procesi obrade slični.

Po metodi jednakih uticaja pretpostavlja se da su uticaji svih nepoznatih komponentalnih članova na završni član isti, tj.

$$A_1 K_1 \delta_1 = A_2 K_2 \delta_2 = \dots = A_i K_i \delta_i = \dots = A_n K_n \delta_n.$$

Za ovaj slučaj jednačina (1), izgleda

$$K_{\Sigma}^2 \delta_{\Sigma}^2 = n \cdot A_i^2 K_i^2 \delta_i^2. \quad (6)$$

Uzimajući u obzir članove sa poznatim odstupanjima preko izraza (4), i rešavajući jednačinu (6) po δ_i , dobija se

$$\delta_i^2 = \frac{\sqrt{\sum K_{\Sigma}^2 \delta_{\Sigma}^2 - C}}{A_i K_i \sqrt{n-m}}. \quad (7)$$

Po metodi jednake klase tačnosti pretpostavlja se zakonska zavisnost između parcijalnih odstupanja i nominalnih mera. Prema

sovjetskim informacijama ta zavisnost se uzima u obliku

$$\delta_1 = \beta \sqrt[3]{N_1}, \quad (8)$$

gde je:

N_1 - nominalna mera i-tog parcijalnog člana,

β - koeficijent koji uzima u obzir klasu tačnosti.

Uvodeći izraz (8) u jednačinu (1) i uzimajući u obzir uticaje članova sa konstantnim odstupanjima preko izraza (4), rešavajući je po β dobija se

$$\beta = \frac{\sqrt{\delta_E^2 K_E^2 - C}}{\sqrt{\sum_1^{n-m} A_1^2 K_1^2 N_1^{2/3}}}, \quad (9)$$

i konačno izraz (8) za parcijalna odstupanja pojedinih članova izgleda

$$\delta_1 = \frac{\sqrt{\delta_E^2 K_E^2 - C} \cdot N_1^{1/3}}{\sqrt{\sum_1^{n-m} A_1^2 K_1^2 N_1^{2/3}}}. \quad (10)$$

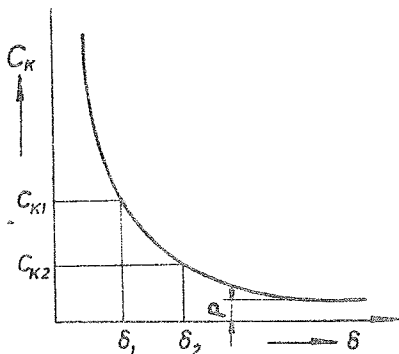
Ukoliko je zadovoljena osnovna jednačina mernog lanca (1), sa stanovišta kvaliteta i funkcionalnosti celog sklopa svejedno je kako je raspoređeno odstupanje završnog člana po pojedinim parcijalnim članovima unutar lanca, ali nije svejedno sa stanovišta cene izrade finalnog proizvoda. Neuzimanje faktora ekonomičnosti u obzir čini praktično gornje metode retko upotrebljivim. I zato se kao jedino ispravan kriterijum pri raspodeli odstupanja može uzeti cena koštanja pri kojoj je obezbedjena tačnost i tehnološkičnost konstrukcije.

3. Definisavanje mernog lanca preko minimuma cene izrade

Preko pogodnog analitičkog modela, moguće je unutar mernog lanca odstupanje završnog člana rasporediti po pojedinim komponentalnim, tako da cena izrade svih tehnoloških operacija bude minimalna.

Između dozvoljenih odstupanja i cene koštanja predpostavlja se da postoji hiperbolička zavisnost, kao što je pokazano na slici 1, odakle se vidi da smanjenjem dozvoljenih odstupanja

troškovi proizvodnje rastu, pri čemu smanjenjem tolerancijskog polja gradijent brzine porasta naglo raste. Fini kvaliteti zahtevaju upotrebu vrlo preciznih alatnih mašina, alate i merni



Sl.1-Dijagram zavisnosti cene koštanja od polvine polja rasipanja mere.

pribor, kao i odlično obučeno osoblje, pa i pored toga procenat neispravnih delova često je visok, što u velikoj meri poskupljuje proizvodnju. Pretpostavljena zavisnost u vidu kontinualne hiperboličke krive je samo približna aproksimacija stvarne promene troškova, koja ne važi u domenima gde neznatno smanjenje granica dozvoljenih odstupanja izaziva bitnu p-

romenu tehnologije, obučeniije osoblje i intervenciju na alatima, što dovodi do skokova na stvarnoj krivoj troškova.

Pretpostavlja se da su za sve komponentalne članove mernog lanca poznate funkcionalne zavisnosti cene koštanja C_{ki} od polovina polja rasturanja δ_i , u obliku

$$C_{ki} = f_i(\delta_i, a_i) = a_i + \frac{M_i}{\delta_i N_i}, \quad (11)$$

gde su:

M_i i N_i - koeficijenti koji određuju promenljivi deo u ukupnoj ceni koštanja, a njihovu brojnu vrednost treba poznavati, i

a_i - deo cene koštanja nezavisan od δ_i .

Kroz veličinu a_i treba obuhvatiti, pre svega, uticaj veličine nominalne mere, veličinu površine koja se obradjuje, složenost radnog komada, vrstu materijala i težinu.

Zbir parcijalnih suma (11) za n članova daje ukupnu cenu koštanja

$$C_k = \sum_{i=1}^n C_{ki} = f_1(\delta_1, a_1) + f_2(\delta_2, a_2) + \dots +$$

$$+f_{n-m}(\delta_{n-m}, a_{n-m}) + \dots + f_{n-m+1}(\delta_{n-m+1}, a_{n-m+1}) + \dots + f_n(\delta_n, a_n). \quad (12)$$

Veličinu dozvoljenog odstupanja završnog člana $2\delta_z$ treba racionalno rasporediti na n parcijalnih članova, tako da izraz (12) ima minimalnu vrednost i da pritom bude zadovoljena osnovna jednačina mernog lanca,

$$\delta_z^2 K_z^2 = \sum_1^{n-m} A_i^2 K_i^2 \delta_i^2 + C. \quad (13)$$

Veličina C prema izrazu (4), određuje uticaj članova sa unapred limitiranim granicama odstupanja na završni član. Njihove cene koštanja su određene članovima u (12) sa indeksima većim od $n-m$, i u daljem se smatraju konstantnim. Uslovni minimum funkcije (12) se nalazi preko Lagrange-ovog množitelja λ , stvarajući novu funkciju ϕ oblika

$$\begin{aligned} \phi = & f_1(\delta_1, a_1) + f_2(\delta_2, a_2) + \dots + f_{n-m}(\delta_{n-m}, a_{n-m}) + \dots + \\ & + f_n(\delta_n, a_n) + \dots + \lambda(A_1^2 K_1^2 \delta_1^2 + A_2^2 K_2^2 \delta_2^2 + \dots + \\ & + A_{n-m}^2 K_{n-m}^2 \delta_{n-m}^2 + C - \delta_z^2 K_z^2). \end{aligned} \quad (14)$$

Treba odrediti parametar λ tako da funkcija ϕ zadovoljava traženi uslov. Potrebni uslov se dobija izjednačavanjem parcijalnih izvoda funkcije ϕ po δ_i sa nulom, tj.

$$\frac{\partial \phi}{\partial \delta_1} = f'_1(\delta_1, a_1) + 2\lambda A_1^2 K_1^2 \delta_1 = 0 \quad (15)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \delta_2} = f'_2(\delta_2, a_2) + 2\lambda A_2^2 K_2^2 \delta_2 = 0$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \delta_i} = f'_i(\delta_i, a_i) + 2\lambda A_i^2 K_i^2 \delta_i = 0$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \delta_{n-m}} = f'_{n-m}(\delta_{n-m}, a_{n-m}) + 2\lambda A_{n-m}^2 K_{n-m}^2 \delta_{n-m} = 0.$$

Jasno je, da je

$$\frac{\partial \phi}{\partial \delta_z} = 0 \text{ i } \frac{\partial \phi}{\partial \delta_i} = 0, \text{ za } i > n-m+1.$$

Oдавде proizilazi

$$\delta_i = \frac{f'_i(\delta_i, a_i)}{2\lambda A_i^2 K_i^2}. \quad (16)$$

Dalje, praveći izvode jednačine (11) po promenljivim i i uvo-
deći ih u jednačinu (16) dobija se

$$\delta_i^{(N_i+2)} = \frac{N_i M_i}{2\lambda A_i^2 K_i^2}, \quad (17)$$

odnosno,

$$\delta_i^2 = \frac{(N_i M_i) \frac{2}{N_i+2}}{(2\lambda)^{\frac{2}{N_i+2}} (A_i K_i)^{\frac{4}{N_i+2}}} \quad (18)$$

Ovo je samo potreban uslov da funkcija ϕ ima minimum. Da bi on
bio i dovoljan, potrebno je da drugi parcijalni izvodi jednač-
ina (17) budu veći od nule za svaku vrednost promenljivih, što
je i zadovoljeno s obzirom da je

$$\frac{\partial \phi}{\partial \delta_i} = -\frac{M_i N_i}{\delta_i^{N_i+1}} + 2\lambda A_i^2 K_i^2 \delta_i \quad (19)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial \delta_i^2} = \frac{N_i(N_i+1)}{\delta_i^{N_i+2}} + 2\lambda A_i^2 K_i^2 > 0.$$

Nepoznata vrednost λ u izrazu (18) određuje se uvođenjem ovog
izraza u jednačinu (13), nakon čega se dobija

$$\delta_{\Sigma}^2 K_{\Sigma}^2 - C = \frac{1}{(2\lambda)^{\frac{2}{N_i+2}}} \sum_i^{n-m} \frac{(N_i M_i)^{\frac{2}{N_i+2}} A_i^2 K_i^2}{(A_i K_i)^{\frac{4}{N_i+2}}}. \quad (20)$$

Nakon sredjivanja ovog izraza nalazi se nepoznati Langrange-ov
množitelj,

$$(2\lambda)^{\frac{2}{N_i+2}} = \frac{\sum_i^{n-m} (N_i M_i)^{\frac{2}{N_i+2}} (A_i K_i)^{\frac{2}{N_i+2}}}{\delta_{\Sigma}^2 K_{\Sigma}^2 - C} \quad (21)$$

Unoseći ovo u jednačinu (18) dobija se

$$\delta_i^2 = \frac{(N_i M_i)^{\frac{2}{N_i+2}} (\delta_{\Sigma K_{\Sigma}}^2 - C)}{(A_i K_i)^{\frac{4}{N_i+2}} \sum_{n-m}^{\frac{2}{N_i+2}} (N_i M_i)^{\frac{2}{N_i+2}} (A_i K_i)^{\frac{2 N_i}{N_i+2}}} \quad (22)$$

i na kraju tražena vrednost iznosi

$$\delta_i = \frac{(N_i M_i)^{\frac{1}{N_i+2}} \sqrt{\delta_{\Sigma K_{\Sigma}}^2 - C}}{(A_i K_i)^{\frac{2}{N_i+2}} \left[\sum_{n-m}^{\frac{2}{N_i+2}} (N_i M_i)^{\frac{2}{N_i+2}} (A_i K_i)^{\frac{2 N_i}{N_i+2}} \right]^{1/2}} \quad (23)$$

Da bi izraz (23) mogao biti stvarno primenjen, potrebno je poznavati brojne vrednosti konstanti M_i i N_i . U tu svrhu zavisnost (11), napisana u odnosu na pomereni koordinatni sistem, postaje:

$$C'_k = \frac{M}{\delta^N} \quad (24)$$

gde je $C'_k = C_k - P$ kao što je pokazano na slici 1.

Znajući koordinate dveju tačaka na krivoj, mogu se odrediti tražene konstante,

$$(C'_{ki})_1 = M_i \delta_{i1}^{-N_i} \quad \text{ili} \quad M_i = (C'_{ki})_1 \delta_{i1}^{N_i}$$

$$(C'_{ki})_2 = (C'_{ki})_1 \left(\frac{\delta_{i1}}{\delta_{i2}} \right)^{N_i}$$

Posle logaritmovanja, stavljajući $\log \frac{(C'_{ki})_2}{(C'_{ki})_1} = m$ i $\log \frac{\delta_{i1}}{\delta_{i2}} = n$, dobija se konačno

$$N_i = \frac{m}{n} \quad (25)$$

$$M_i = (C'_{ki})_1 \delta_{i1}^{\frac{m}{n}}$$

Kao što se vidi, za svaki parcijalni član mernog lanca potrebno je nekim postupkom odrediti cenu koštanja za dve proizvoljno odabrane vrednosti mogućih odstupanja. Sa njima treba što

je moguće preciznije obuhvatiti uticaj nominalne mere, uticaj veličine površine koja se obradjuje i drugih faktora obuhvaćenih sa (a) u jednačini (12).

Izraz za δ_i , u obliku kakav je dat sa (23), važi za pretpostavljenu hiperboličnu zavisnost. Generalni obrazac za bilo kakvu zavisnost dobija se istim pokazanim putem samo unošenjem u jednačinu (13) izraza za δ_i u obliku (16), mesto u obliku (18). Sredjivanjem dobija se na kraju

$$\delta_i = \frac{-f_i(\delta_i, a_i) \sqrt{\delta_i^2 K_i^2 - c}}{A_i K_i^2 \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \frac{[f_i(\delta_i, a_i)]^2}{A_i^2 K_i^2}}} \quad (26)$$

Tako, na primer, za usvojenu zavisnost oblika

$$c_{ki} = f_i(\delta_i, a_i) = a_i + K\delta_i, \quad (27)$$

s obzirom da je $f_i'(\delta_i, a_i) = K$, ima se da je

$$\delta_i = \frac{|K| \sqrt{\delta_i^2 K_i^2 - c}}{A_i K_i^2 \sqrt{\sum_{i=1}^{n-m} \frac{K_i^2}{A_i^2 K_i^2}}} \quad (28)$$

Očigledno je, da je izrazom (28) izražen minimum funkcije ϕ , pošto je njen drugi izvod pozitivan za sve vrednosti δ_i .

Vrlo brzo iz obrasca (26) prelazi se na završni obrazac, za slučaj kad se tačnost završnog člana obezbedjuje kompenzacionim članom.

Univerzalnost metode se mnogostruko povećava korišćenjem elektronskih računskih mašina, sa velikim brzinama rada. Za svaki od $n - m$ parcijalnih članova pravi se tehnološki postupak u više komparativnih varijanti p. Zatim se pravi matrica A tipa $q \times p$, gde je $q = n - m$.

$$A = [a_{ij}]_{p \times q} = \begin{bmatrix} A_1^2 K_1^2 \delta_{11}^2 & A_1^2 K_1^2 \delta_{12}^2 & A_1^2 K_1^2 \delta_{1j}^2 & A_1^2 K_1^2 \delta_{1p}^2 \\ A_2^2 K_2^2 \delta_{21}^2 & A_2^2 K_2^2 \delta_{22}^2 & A_2^2 K_2^2 \delta_{2j}^2 & A_2^2 K_2^2 \delta_{2p}^2 \\ A_i^2 K_i^2 \delta_{i1}^2 & A_i^2 K_i^2 \delta_{i2}^2 & A_i^2 K_i^2 \delta_{ij}^2 & A_i^2 K_i^2 \delta_{ip}^2 \\ A_p^2 K_p^2 \delta_{p1}^2 & A_p^2 K_p^2 \delta_{p2}^2 & A_p^2 K_p^2 \delta_{pj}^2 & A_p^2 K_p^2 \delta_{pp}^2 \end{bmatrix} \quad (27)$$

Za svaki član matrice A, računa se cena koštanja i stvara se nova matrica $C_k = [(C_k)_{ij}]_{p \times q}$. Iz niza vrednosti za δ_{ij} , mašina odabira one koje zadovoljavaju dopunske uslove.

$$\sum A_i^2 K_i^2 \delta_{ij}^2 \leq K_{\Sigma}^2 \delta_{\Sigma}^2 - C, \quad (28)$$

$$\sum_{ij} (C_k)_{ij} = (C_k)_{\min}, \quad (29)$$

pri čemu se uzima samo q članova od ukupno q x p, s tim što svaka vrsta mora biti zastupljena sa tačno jednim članom, s obzirom da u matricama A i C_k , vrste se odnose na broj članova mernog lanca, a kolone na broj tehnoloških postupaka.

4. Kratak zaključak

Na osnovu gornjeg izlaganja, koje je imalo za cilj postavljanje metodološkog postupka najracionalnije raspodele dozvoljenih odstupanja završnog člana po pojedinim komponentalnim članovima mogu se sagledati velike mogućnosti ove metode, s obzirom da je ona primenljiva za sve merne lance sa linearnim uticajem parcijalnih članova na završni. Korišćenjem elektronskih računskih mašina, njena univerzalnost se mnogostruko povećava što ovu metodu čini vrlo perspektivnom, pogotovu u masovnoj i automatizovanoj proizvodnji.

Teškoće koje danas ometaju njenu stvarnu aplikaciju su u nepostojanju pouzdanih informacija, koje bi omogućile brzo i sigurno sračunavanje cene koštanja u zavisnosti od propisane tolerancije.

5. Literatura

- [1] P.F. Dunaev, Razmerni cepi, Moskva (1957)
- [2] M. Vladisavljev, V. Milačić, Lanac mera i geometrijska tačnost alatnih mašina, Zbornik saopštenja I Savetovanja proizvodnog mašinstva, Beograd (1965) 7.1
- [3] R. Albijanić, Mogućnost korišćenja digitalne tehnike pri rešavanju mernih lanaca, Zbornik saopštenja V Savetovanja proizvodnog mašinstva, Kragujevac (1969) I knj.stav.AM.71

R. Albijanić

THE METHOD OF CALCULATION OF "MEASURING LINKS" CONSIDERING THE ECONOMY OF DESIGN

In this review analytical model of methodological procedure of permitted tolerance distribution of the closing link is given, applying minimum cost criteria. The possibility of effective solution of this problem using computers has been shown, as well as the difficulties of its today's application.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

R. U z u n o v i ć x)

PROBLEMI ELASTIČNOG OSLANJANJA TEHNOLOŠKE OPREME xx)

1. Uvod

Način oslanjanja tehnološke opreme, pri izvodjenju nekih tehnoloških procesa, često ima odlučujući uticaj na njihovo uspješno odvijanje ili na pojavu i manifestovanje niza nepoželjnih sekundarnih efekata. Pod pojmom tehnološke opreme obuhvaćen je veliki broj mašina i uređaja koji se koriste u proizvodnom mašinstvu, počevši od alatnih mašina za prethodnu grubu obradu, zatim preciznih alatnih mašina i mašina za završnu obradu, do veoma tačnih metroloških uređaja i mašina za merenje. Proizvodni pogon u kome se odvija tehnološki proces kojim upravlja čovek, sastoji se obično od većeg broja mašina i uređaja koji u toku rada posredstvom vibracija i zvuka uzajamno dejstvuju, a to dejstvo se prenosi i na čoveka. Vibracije i zvuk su istorodne pojave i borba protiv njih je danas veoma aktuelna s obzirom da se proizvodi sve veći broj preciznih delova sa visokim zahtevima u pogledu kvaliteta obradjenih površina. Pored toga, postavljaju se i sve veći zahtevi s gledišta higijenskotehničke zaštite čoveka i udobnosti rada.

U velikom broju industrijskih zemalja doneti su već odavno propisi o dozvoljenom frekventnom nivou vibracija i buke koja deluje na čoveka. Kod nas je u toku izrada Pravilnika o zaštiti od buke i vibracija - tako da će ova materija uskoro biti regulisana i zakonom. Tim pre biće postavljeni veoma oštri zah-

x) Ratko Uzunović, dipl. ing., saradnik Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27 marta 80.

xx) Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, sadrži neka razmatranja iz projekta "Konstrukcija i ispitivanje elastičnih podmetača za alatne mašine".

tevi koje mora da zadovolji i tehnološka oprema koja predstavlja izvore buke i vibracija, pa će se nametnuti i pitanje na koji način i kojim sredstvima prići rešavanju ovih problema koji nisu ni malo jednostavni.

2. Elastično oslanjanje tehnološke opreme

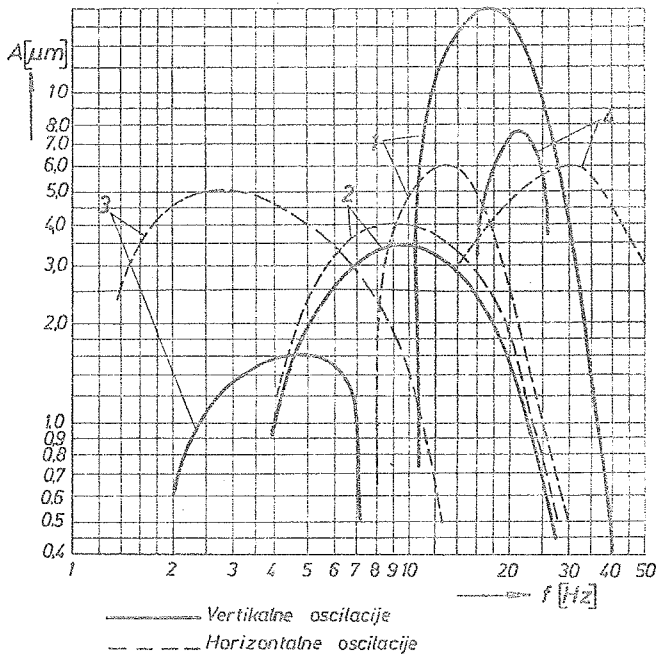
Veoma uspešan i sigurno najjeftiniji način borbe protiv vibracija je postavljanje tehnološke opreme na odgovarajuće elastične oslonce. Ovakav način oslanjanja, ima za posledicu istovremeno izolovanje i smanjenje zvučnih oscilacija koje se od izvora prenose na pod, zgradu i okolinu.

S obzirom na cilj koji se želi postići i vrstu tehnološke opreme koju treba izolovati postavljanjem na elastične oslonce, treba razlikovati aktivnu i pasivnu izolaciju vibracija.

Aktivna izolacija obuhvata probleme smanjenja prenosa vibracija i zvuka od same mašine kao izvora, na pod i okolinu. U opremu koja predstavlja izvor vibracija spadaju mašine za prethodnu obradu - strugovi, glodalice, rendisaljke, ekscentar prese, kompresori, transportna oprema itd.

Pasivna izolacija se odnosi na problem smanjenja prenosa vibracija i zvuka iz okolne sredine na posmatranu mašinu ili uređaj. Pasivna izolacija vibracija se primenjuje kod alatnih mašina za završnu obradu, preciznih mernih uređaja, različitih osetljivih instrumenata itd.

Problem pasivne izolacije preciznih alatnih mašina od poda koji osciluje pod uticajem većeg broja spoljašnjih izvora vibracija (u prvom približenju moguće je smatrati ove oscilacije kao zbir niza periodičnih funkcija), utoliko je komplikovaniji ako se imaju u vidu i impulsni poremećaji čije trenutne vrednosti amplituda prelaze srednji nivo oscilovanja na posmatranom mestu. Na slici 1 su prikazani amplitudno frekventni dijagrami oscilovanja poda mašinskih pogona na različitim mestima, u blizini intenzivnih izvora vibracija [4]. Ove vrednosti za različite podove, opremu na spratovima i za različite poremećajne izvore su drugačije. Radi toga je pri izvodjenju pasivne



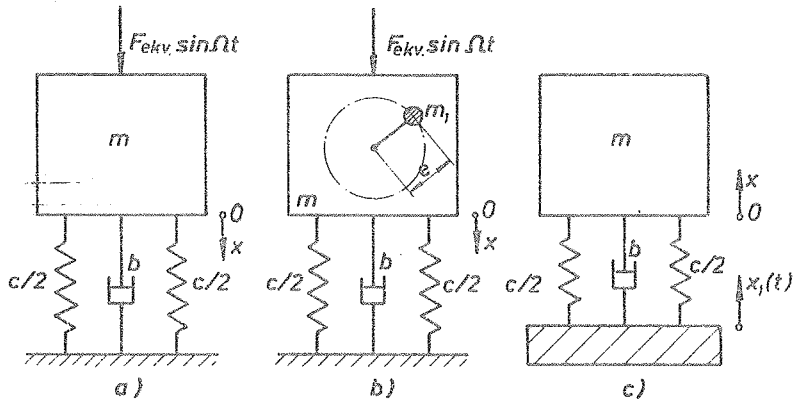
S1. 1. Nivo oscilovanja na različitim mestima poda u pogonu sa preciznim mašinama: 1 - za površine na rastojanju 10 - 15 m od transportne staze, 2 - na rastojanju 35 - 40 m od transportne staze, 3 - na rastojanju preko 150 m od transportne staze, 4 - na rastojanju 5 - 10 m od čekića u radu.

izolacije najbolje izvršiti animanje amplitudnofrekventnog spektra oscilovanja poda u normalnim radnim uslovima i tako identifikovati one frekvence koje odgovaraju maksimalnim vrednostima amplitude pomeranja. Na taj način će biti moguće sigurnije odrediti karakteristike elastičnih oslonaca za pasivnu izolaciju vibracija mašine, imajući u vidu i njenu težinu. Identičan problem se postavlja i kod aktivne izolacije vibracija.

Najpogodniji elastični oslonci za izvodjenje aktivne i pasivne izolacije su metalno-gumeni podmetači. Jednostavan način izrade, pogodna konstrukcija, različite tvrdoće i mogućnosti oblikovanja gume omogućavaju uspešno izvodjenje elastičnog oslanjanja i postizanje željenih dinamičkih karakteristika sistema na elastičnim osloncima.

3. Mehanički modeli elastičnog oslanjanja

Mašina ili uređaj na elastičnim podmetačima, predstavlja složen oscilatorni sistem sa više stepeni slobode, čija analiza zahteva poznavanje velikog broja karakteristika sistema. U prvom približenju moguće je ovakav sistem uprošćeno predstaviti mehaničkim modelom sa jednim stepenom slobode, mase m koja osciluje samo u vertikalnom pravcu. S obzirom na aktivnu izolaciju (prenošenje vibracija sa mašine na pod) i pasivnu izolaciju (prenošenje vibracija iz okoline preko poda na mašinu), na slici 2 dati su mehanički modeli za ovakvo uprošćeno razmatranje.



Sl. 2. Mehanički modeli elastičnog oslanjanja sistema sa jednim stepenom slobode, za aktivnu (a i b) i pasivnu (c) izolaciju vibracija.

Osnovni zadatak aktivne izolacije vibracija (slika 2a), sastoji se u smanjenju prenošenja dinamičkih sila od mašine na pod i okolinu. Jednačina (1) opisuje kretanje ovog sistema na elastičnim osloncima krutosti c , sa koeficijentom otporne sile podmetača b , pod dejstvom poremećajne sile koja se menja po sinusnom zakonu,

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = F_{ekv} \cdot \sin \Omega t \quad (1)$$

Dinamički faktor η_d , kao najvažnija karakteristika posmatranog sistema dat je relacijom (2),

$$\eta_d = \frac{1}{\sqrt{(1 - \psi^2)^2 + (2\zeta\psi)^2}}, \quad (2)$$

gde je:

$\psi = \frac{\Omega}{\omega}$ - odnos kružnih učestanosti prinudne i slobodne oscilacije,

$\zeta = \frac{\delta}{\omega} = \frac{b}{2\sqrt{cm}}$ - bezdimenzioni koeficijent prigušenja,

$\delta = \frac{b}{2m}$ - koeficijent gušenja (amortizacije),

$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$ - sopstvena kružna učestanost sistema.

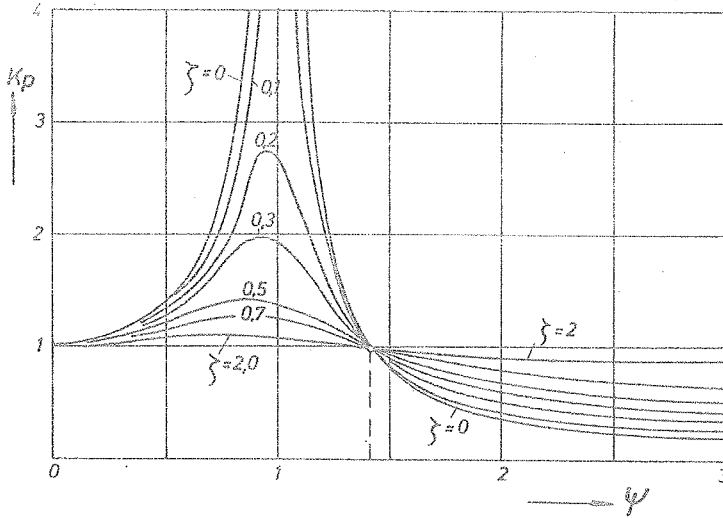
Najčešći slučaj koji zahteva izvođenje pasivne izolacije je oscilovanje mašine mase m usled neuravnoteženosti obrtnog kretanja pod dejstvom centrifugalne sile (slika 2b), maksimalne ekvivalentne vrednosti $F_{ekv} = m_1 e \Omega^2$. Maksimalna vrednost amplitude dinamičke sile u tom slučaju, koja se u ustaljenom kretanju predaje podu F_{pmax} , određena je izrazom (3),

$$F_{pmax} = F_{ekv} \cdot \eta_d \sqrt{1 + (2\zeta\psi)^2}. \quad (3)$$

Odnos amplitude predate dinamičke sile koja se u ustaljenom kretanju prenosi na pod prema amplitudi poremećajne sile - naziva se koeficijent prenošenja sile K_p - dat je relacijom (4),

$$K_p = \frac{F_{pmax}}{F_{ekv}} = \eta_d \sqrt{1 + (2\zeta\psi)^2}. \quad (4)$$

Zavisnost koeficijenta prenošenja sile K_p od odnosa učestanosti ψ pri različitim vrednostima bezdimenzionog koeficijenta prigušenja ζ , pokazana je na slici 3. Pošto se krive $\zeta = \text{const.}$ seku pri $K_p = 1$ i $\psi = \sqrt{2}$, očigledno je da će efekat izolovanja (smanjenja) vibracija biti ostvaren pri $\psi > \sqrt{2}$. Povećanje odnosa prinudne i sopstvene učestanosti sistema u toj oblasti ($\psi > \sqrt{2}$) utiče na smanjenje koeficijenta prenošenja sile K_p . Pri tome će za određenu vrednost $\psi > \sqrt{2}$, povećanje koeficijenta prigušenja ζ smanjivati efekat izolacije vibracija, tj. povećavati K_p , odnosno za manje vrednosti prigušenja ζ biće manji i koeficijent prenošenja sile K_p .



Sl. 3. Koeffcijent prenošenja sile K_p od ψ i ζ
 $- K_p = K_p(\psi, \zeta)$

U rezonantnoj oblasti ($\psi < \sqrt{2}$), kao što se vidi sa dijagrama 3, uticaj prigušenja ζ na K_p je suprotan i ima najizraženije dejstvo.

Kod mašina sa inercijalnim silama usled neuravnoteženih obrtnih masa, kao na slici 2b, stvarna sila koja se predaje podu pri većim odnosima učestanosti ψ , može biti vrlo velika bez obzira na mali koeffcijent prenošenja sile K_p . Radi toga se moraju preduzeti mere, pored izbora odgovarajućih elastičnih oslonaca i za uravnotežavanje obrtnih masa, pogotovu kod brzo-hodnih mašina.

Izraz za koeffcijent prenošenja sile dat relacijom (4) pri aktivnoj, ima isti oblik i pri pasivnoj izolaciji vibracija i predstavlja odnos amplitude pomeranja mase m na elastičnim osloncima - X , prema amplitudi oscilovanja poda x_1 , tj.

$$K_p = \frac{\tilde{X}}{x_1}$$

Detaljnija, poznata teoretska analiza sistema sa jednim stepenom slobode, relativno je prosta i može pri praktičnom rešavanju problema u velikoj meri dati zadovoljavajuće rezultate.

4. Izbor elastičnih oslonaca

Najpogodniji elastični oslonci za oslanjanje tehnološke opreme su metalnogumeni podmetači kod kojih je guma opterećena na pritisak ili kombinovano na pritisak i smicanje. Za praktično rešavanje većeg broja problema elastičnog oslanjanja pri pasivnoj i aktivnoj izolaciji mašina i uređaja različite mase i različitih dinamičkih karakteristika, potrebno je posedovati veći broj elastičnih podmetača sa poznatim (eksperimentalno određeni) statičkim i dinamičkim karakteristikama - tako da se za konkretan problem mogu izabrati postojeći elastični podmetači poznatih performansi.

Pored veoma širokog domena rada na ispitivanju alatnih mašina i opreme, Institut za alatne mašine i alate u Beogradu, bavi se problemom merenja buke i vibracija i otklanjanjem njihovog nepoželjnog uticaja putem izolovanja vibracija. Radi toga je razvijena familija elastičnih podmetača sopstvene konstrukcije za oslanjanje alatnih mašina i opreme. Podmetači imaju mogućnost nivelisanja mašine, dok se opterećenja po elementu kreću do 3000 kp. Sopstvena učestanost sistema na ovim podmetačima zavisi od težine mašine i nalazi se u dijapazonu 5 - 30 Hz. Za veliki broj problema potrebno je da sopstvena učestanost sistema sa elastičnim oslancima ne zavisi od mase. Na taj način se omogućava najpogodniji režim izolovanja vibracija pri promenljivoj masi i smanjuje broj tipova podmetača, što je veoma pogodno za ekonomičnu proizvodnju i primenu elastičnih oslonaca.

Ove elastične podmetače (sa uputstvima za primenu, preporukama i svim eksperimentalno određenim karakteristikama koje su date u prospektima), proizvodi preduzeće Industrijski kombinat - Guča, pri čemu se Institut za alatne mašine i alate bavi konstrukcijom i ispitivanjem.

Praktično rešavanje većine složenijih zadataka izolovanja vibracija na već instaliranoj opremi, sastoji se iz merenja (snimanja) postojećeg stanja (dобијanje amplitudno frekventnog spektra oscilacija), analize snimljenih rezultata, izbora na os-

novu proračuna odgovarajućih elastičnih oslonaca (prema karakteristikama iz prospekata) i na kraju ponovnog snimanja istih karakteristika sistema na elastičnim osloncima radi utvrđivanja postignutih efekata. Međutim, za veliki broj problema elastičnog oslanjanja, nije potrebno vršiti merenja, već se mogu koristiti preporuke iz prospektnih materijala.

5. Zaključak

Elastično oslanjanje tehnološke opreme preko elastičnih podmetača moguće je primeniti na većini mašina i uređaja za izvođenje pasivne i aktivne izolacije vibracije. Najveći tehnološki efekti postižu se primenom elastičnog oslanjanja radi zaštite od vibracija i udarnih opterećenja preciznih uređaja i alatnih mašina za završnu obradu.

Primenom elastičnih oslonaca izbegava se izrada teških i skupih temelja za koje se mašine čvrsto vezuju preko fundamentalnih zavrtnjeva. Oslanjanje tehnološke opreme na spratovima industrijskih zgrada, brza promena rasporeda usled izmene tehnološkog procesa i korišćenje gornjeg električnog razvoda zahteva primenu odgovarajućeg elastičnog oslanjanja. Ako se ovome dodaju i zahtevi higijenskotehničke zaštite čoveka od buke i vibracija, očigledne su velike prednosti i potrebe primene veoma jeftinih elastičnih podmetača za oslanjanje tehnološke opreme.

6. Literatura

- [1] C.E. Crede, Vibration and Shock Isolation, J. Wiley a. Sons, New York (1957)
- [2] B. Gligorić, Prilog problematici postavljanja alatnih mašina na elastične oslonce, Saopštenje IAMA, 1 (1966)
- [3] V. Mlačić, Uticaj načina oslanjanja alatnih mašina na pojavu podrhtavanja pri gruboj obradi, Tehnika, 9 (1966)
- [4] V.V. Kaminskaja, Dinamičeskie rasčety ustanovki stankov na fundamentah i vibroizolirajuščih oporah po zadanim odnositel'nyim poremeščenijam instrumenta i izdelija, ENIMS, (1965)
- [5] D. Rašković, Teorija oscilacija, Naučna knjiga, Beograd (1957)

- [6] E.F. Gšbel, Berechnung und Gestaltung von Gummifedern, Springer, Berlin (1955)
- [7] V.N. Poturaev, Rezinovye i rezino-metalličeskie detali mašin, Mašinostroenie, Moskva (1966)
- [8] Ja. Kožešnik, Dinamika mašin, Mašgiz, Moskva (1961)

R. Uzunović

The Problems of Elastic Foundation of Technological Equipment

The author deals with a few topics associated with the use of elastic foundations of technological equipment, with the object in view to provide for an active and passive isolation of vibration and a decrease of sound level in workshops. The needs for and the performances of the elastic fundamentals are being discussed, and a new family of these devices, developed in the Institute for Machine Tools and Tooling in Beograd, described.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

D. Butorajac x/

TIPIZACIJA I STANDARDIZACIJA U INTEGRACIONIM PROCESIMA xx/

1. Uvod

Postavlja se pitanje da li i u kom stepenu postoji uzročna veza standardizacije i tipizacije prema integracionim procesima istorodnih preduzeća, to jest preduzeća istih ili sličnih programskih orijentacija ili onih, koja se po osnovi svojih proizvoda komplementiraju.

Naša iskustva pokazuju da dosadašnja aktivnost u pravcu integracija nije dala očekivane rezultate, a kada je reč o metaloprerađivačkoj industriji, ima slučajeva da je taj proces i prekinut. Nema sumnje da razloga zato ima više, a da u svakom slučaju nedovoljna priprema na planu tehničko-ekonomskih analiza igra važnu ulogu.

Zadnjih godina drastično se oseća da tempo razvitka proizvodnih snaga sve više zavisi od usavršavanja proizvodnje, kao i od stepena izvršene podele rada. Stanje naše privrede u uslovima velikog stepena rascepanosti, i dalje, u uslovima velikog broja neistorodnih proizvoda po proizvodnim organizacijama, ne obezbeđuje porast proizvodnje ni po

x/
Dragutin Butorajac, dipl. ing., samostalni saradnik Instituta za alatne mašine i alate, Beograd 27. marta 80

xx/
Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

količini ni po kvalitetu. Naučno-tehnički progres neraskidivo je vezan za povećanu količinu proizvoda i obrnuto, što znači da uzročna veza obezbeđuje dejstvo ova dva uslova.

Nema sumnje, da bi koncentracija proizvodnih resursa dala određene tehničko-ekonomske rezultate, potrebna je organizaciona, a ne samo fizička integracija, koja će pred Razvoj staviti zadatke na liniji razvoja programa kao što je istraživanje, osvajanje novih proizvoda, tipizacija i standardizacija.

Tako zasnovana aktivnost Razvoja, izvesno vodi ka specijalizaciji, koja je preduslov da bi se povećanjem količine proizvoda stvorila nova baza istraživanja i usavršavanja sa ciljem naučno-tehničko-ekonomskog progressa.

S druge strane, Razvoj organizacije integrisanih proizvodjača mora postaviti, pored ostalih zadataka, i zadatak da autarhične tehnoloske sisteme sveobuhvatno orijentiše u pravcu specijalizacije.

Moze se reći da put od tipizacije i standardizacije do specijalizacije nije velik. Ako je to tako, te obzirom da su tipizacija i standardizacija discipline koje potvrđuju svoje stavove na osnovi dovoljno velikog broja konstrukciono-tehnoloških pojava, potrebno je obezbediti akumulaciju istih.

Ovaj uslov, sam po sebi ne bi predstavljao veliku teškoću, ukoliko mu se u integracionom procesu da odgovarajući značaj. Međutim, to nije i jedini uslov.

Nepostojanje dovoljno iskustva, ni utvrđenih metodoloških prilaza za praktično rešavanje pitanja o kojima je bilo reči, dakle, na planu tipizacije i standardizacije, predstavlja često nerešiv problem. Kao posledica takvog stanja treba očekivati neefikasnost postupaka i nedorečenost rešenja, i prirodno, odustajanje tehničkog aparata od daljeg angažovanja.

2. Sistem "SSS" u SAD

Metodološki prilaz pitanjima standardizacije, to jest pravljenju reda u nacionalnoj privredi sa ciljem ukрупnjavanja proizvodnje, sa tim i davanja impulsa tehničkom progressu, oštro se postavilo u SAD, kao i većini zapadno-evropskih privreda.

U pomenutim privredama moguće rešenje postavljenog cilja dato je sistemom "SSS" [1], prema slici 1.



Sl. 1

Pod simplifikacijom se podrazumeva primitivna, to jest uprošćena forma standardizacije, ali njen verni pratioc. Sa koncepcijom "SSS" stalo se na stanovište da se simplifikacijom postiže prvo približenje tipizaciji, ali i znatno ukрупnjavanje proizvodnje. Na osnovi statističkih pokazatelja, uz orgovara juće opite i dokaze može se dejstvovati u pravcu standardizacije, ako je ispunjen prvi uslov, to jest simplifikacija.

Prema informacijama iznetim u priručniku "Ukrupnjavanje proizvodnje uz pomoć sistema "SSS" [1], zaključuje se da ekonomski efekat dostiže vrednost od 5% u odnosu na prethodno stanje, a po osnovi:

- redukcije proizvodnih površina,
- redukcije skladišnih površina,
- smanjenja transportnih troškova,
- povećanja proizvodnosti rada,
- povećanja kvaliteta proizvoda,
- lakšeg planiranja proizvodnje,
- smanjenja troškova prodaje itd.

Prema istim izvorima informacija, u okviru sistema "SSS" firma "Detroit Edison Co", SAD, programski rasmatra sledeća pitanja:

- klasifikacionu razradu svih primenjivanih materijala, polufabrikata, komponenata i delova raznog porekla,
 - terminologiju,
 - tehničke uslove, i
 - smanjenje broja primenjenih materijala, polufabrikata, komponenti i delova i svodjenjem broja istih na nužnu meru.
- Na osnovu pitanja, koja se programski rasmatraju moguće je:

- smanjiti broj delova i komponenata po osnovi tehničkih karakteristika i uz eventualne ispravke konstrukcione i tehnološke dokumentacije pripremati interne standarde; očigledno je da treba očekivati ukрупnjavanje istog dela ili komponente, to jest moguću specijalizaciju, a sa tim i poboljšanje kvaliteta proizvoda;
- utvrditi tehničke uslove po nizu osnova, kao što su dozvolje na bacanja osa ili površina dela, kvalitet obrade, tolerancije, termička obrada, zaštita itd.,
- utvrditi propise o formiranju konstrukcione dokumentacije,
- utvrditi propise o formiranju prateće dokumentacije,
- metodološki obraditi ispitivanje i utvrđivanje stepena dobrote proizvoda,
- utvrditi uslove za prijem delova i proizvoda,
- stvarati konstrukciono-tehnološko-ekonomske uslove za specijalizaciju, itd.

Kratkim pregledom sistema "SSS" postaje jasan cilj ove koncepcije i lako je zaključiti da se postupak u osnovi sastoji od tri etape:

- prikupljanja informacija /dokumentacije/ i svodjenja delova i komponenata na manji broj /simplifikacija/,
- standardizacije kao rezultata daljeg razvoja "simplificiranih" proizvoda, i
- specijalizacije kao nužnosti podele rada u cilju postizanja većeg tehničko-ekonomskog efekta.

Ideja sistema "SSS" zasnovana je na činjenici postojanja velikog broja tehnoloških sistema, koji proizvode "sve i sva". Izvesno je, da u takvoj situaciji ne mogu doći do izražaja napori usmereni u pravcu optimiziranja proizvodnih resursa na pojedinačnim punktovima, ukoliko izostane akcija koncentracije tih resursa.

Standardizacijom delova i komponenata kao etapom na tom putu, dakle proizvoda, obuhvataju se i tehničko-tehnološki propisi, koji u krajnjoj liniji znatno uprošćavaju formiranje konstrukciono-tehnološke dokumentacije, te se oslobodjene kreativne snage mogu angažovati na drugim razvojnim poslovima. Na ovo

pitanje nadovezuje se i pitanje konstrukcione klasifikacije, koja obezbeđuje stalan uvid u postojeće stanje i omogućava akumulaciju po osnovi delova i komponenata, kao i po osnovi konstrukciono-tehnoloških propisa.

Konačno, treba reći da se kao krajni cilj sistema "SSS" javlja ukрупnjavanje proizvoda, stabilizacija nabavke, veće iskorišćenje materijala, specijalizacija pogona, a time i efikasnije korišćenje proizvodnih resursa.

U Francuskoj se takodje ulaže veliki trud na problemu standardizacije. Tako se, na primer, za firmu "Artur Martin" navodi [1] da je pre standardizacije imala 250 proizvoda, 80 modela i 40 tipova proizvoda. Po izvršenoj standardizaciji broj tipova proizvoda sveden je sa 40 na 8, modela sa 80 na 25, a varijanata proizvoda sa 250 na 70.

Ova akcija u Francuskoj ima široke razmere. Kontakt konstruktorsko-projektnih organizacija sa proizvodnim, uz razmenu mišljenja, treba da obezbedi uspeh u svim delatnostima. Zaključkom da postoje velike materijalne i stvaralačke rezerve, akcija je organizovana u nekoliko etapa.

Prvom etapom odredjena je klasifikacija proizvoda, i to u dva pravca: naziv proizvoda i oblast primene, i oblik, dimenzije i struktura proizvoda.

Drugom etapom javlja se proces izučavanja, analize i konsultacije sa proizvodnom organizacijom i predlozima za zamenu postojećeg proizvoda, nekim boljim i savremenijim.

Treću etapu karakteriše pitanje kvaliteta, uslova prodaje proizvoda i drugo. Pitanje verifikacije proizvoda, to jest kvaliteta proizvoda, vezano je za istraživanja metodologije ispitivanja u prototipskoj verziji, sa ciljem da se taj period skрати što je moguće više, primenom metoda ubrzanog ispitivanja. Uslovi prodaje vezani su za pitanja kao: obučavanje rukovaoca, održavanje proizvoda, uputstva, systemska kontrola i drugo.

Četvrta etapa označava neposredan rad fabričkog konstrukcionog biroa na problemima standardizacije.

Peta etapa označava realizaciju projekta standardizacije po osnovama, koje su odredjne projektom.

Po sebi se razume da tehnička lica koja se uključuju u ovaj program, moraju biti u stalnom kontaktu sa proizvodnom organizacijom, moraju biti obavješteni o mogućnostima i potrebama organizacije, moraju znati kakve su zalihe gotovih proizvoda kao i zalihe polufabrikata i drugo.

Praksa pokazuje [1], da je u Francuskoj ovom metodom moguće suziti broj delova i komponentata za 15-20%, a tipova proizvoda za oko 5%. Bez sumnje je da su ovo visoki procenti, koji u razmeri nacionalne privrede obezbeđuju visoki stepen ekonomičnosti.

3. Neka iskustva iz Razvojnog sektora Industrije "14. Oktobar", Krusevac.

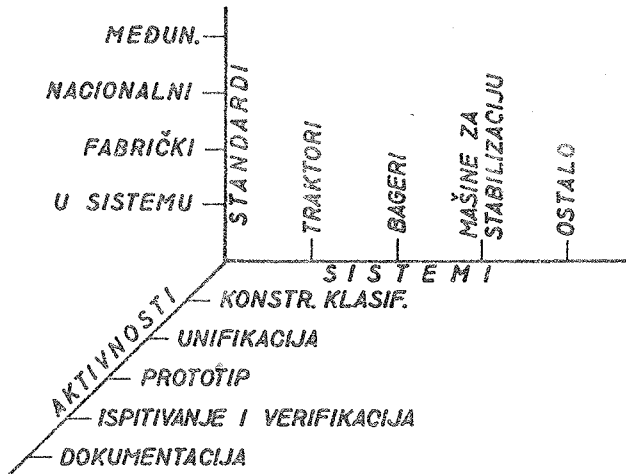
3.1 Organizovan pristup rešavanja pitanja, o kojima je napred bilo reči, karakterističan je u Industriji građevinskih mašina "14. Oktobar" iz Krusevca. Formiranjem Razvojnog sektora Industrije bili su postavljeni zadaci:

- izvršiti analizu programa,
- dati projektno-konstruktivna rešenja novih proizvoda,
- izvršiti tipizaciju u okviru programa,
- izvršiti unifikaciju delova i komponentata,
- stvoriti interne standarde po svim osnovama, i
- stvoriti normativna akta.

Obzirom na širok program, na veliki broj proizvoda, te uvažavajući postojanje više tehnološki samostalnih fabrika-pogona, zadatak je bio vrlo složen.

U tako složenoj strukturi, kako po osnovi programa, tako i obzirom na veliki broj delova i komponentata, koje je trebalo uz odgovarajući napor unificirati, sektor Razvoja našao se pred problemom organizovanog rešavanja postavljenih zadataka.

Zadatak Razvojnog sektora da se izrazi prostornim dijagramom Dr. Vermana [1], prema slici 2.



Sl. 2

Težište zadatka je revidiranje programa, odnosno izrada savremenog programa shodno zahtevnim sistemima sa odgovarajućim tipažom.

Ovaj zadatak izvršen je zahvaljujući velikom bogatstvu informacija, koje su crpljene iz svih dostupnih izvora. Na osnovi ovakvih istraživanja treba da se gasi proizvodnja niza proizvoda koji su egzistirali u proizvodnom programu, a neki sistemi, kao bageri i mašine za stabilizaciju, obogaćeni su novim, savremenim proizvodima. Prirodno je da se proizvodi, čija proizvodnja treba da se gasi, i dalje proizvode upravo u stepenu zahteva tržišta.

Sa tako razradjenim programom i tipažom, dalja aktivnost krenula je u pravcu unificiranja delova i komponenata. U tu svrhu prikupljene su informacije /dokumentacija/ od svih proizvođača, čiji je proizvod odgovarao po osnovi funkcije i tehničkih karakteristika i uvrštavan u osnovnu mašinu, kao: motori, menjači, spojnice, kvačila, zadnji mostovi, diferencijali kočnice, upravljački sistemi, točkovi, vijčana roba, delovi shodno JUS-u, DIN-u, i drugo. Zamena neke komponente ili dela savremenijim, a time i boljim rešenjem bez obzira na poreklo, uslovlila je potrebu konstrukcione klasifikacije.

Pošto je konstrukciona klasifikacija posebno pitanje, ona se ovom prilikom samo navodi kao uslov za dalji i organizovan rad. Treba napomenuti da se po usvajanju sistema konstrukcione klasifikacije prešlo na razvrstavanje konstrukcione dokumentacije, uz istovremenu zamenu pojedinih delova i komponenata boljim rešenjima, imajući u vidu mogućnost unificiranja u svim sistemima.

Paralelno sa ovom aktivnošću, celokupan rad praćen je intenzivnim usaglašavanjem propisa u svim sistemima po osnovi prečnika, ožlebljenja, tolerancija, tačnosti, tehničkih uslova i propisa, zaštite, termičke obrade, materijala, atestiranja, i drugo.

Na osnovi ovakvog rada, a shodno postavljenim zadacima proistekli su standardi, i to:

- standard sistema,
- interni standardi /fabrički/, kao i izvodi iz
- nacionalnih i
- međunarodnih standarda.

Standardi sistema karakteristični su za odgovarajući sistem. Tako, na primer, hodni stroj bagera karakterističan je samo u tom sistemu.

Interni standardi važe za sve sisteme, a potreba eventualnog proširenja nekog standarda /na pr., vijaka/, koja se može opravdano ukazati, uvažava se, a dopuna ili izmena standarda predviđa se postupkom odgovarajućeg propisa.

Rigoroznim poštovanjem, kako fabričkih standarda, tako i propisa, uz klasifikaciono razvrstavanje konstrukcione dokumentacije, sprečeno je divljanje dokumentacije, a time obezbeđen red u svim sistemima, pa i sektorima.

Čitav ovaj put Razvojnog sektora "14. oktobra", mogao bi se prikazati shemom 3.



Sl. 3

Umesto zaključka mogu se citirati neki praktični rezultati, kako na planu pojedinih sistema, tako i Industrije u celini: na primer, po izvršenoj tipizaciji broj komponenata smanjen je za 40 - 50%, a po izvršenoj standardizaciji broj vijčane robe sa oko 35.000 vrsta sveden je na oko 17.000.

3.2 Iskustva pokazuju da je delatnost Razvojnog sektora, kako preduzeća kao što je "14. oktobar", tako i eventualne integracione grupacije, bezuslovno predodređena aktivnostima koje karakterišu sledeće faze:

- program i tipaž,
- konstrukciona klasifikacija,
- unifikacija,
- standardizacija, i
- osvajanje novih proizvoda.

Prva faza označava najodgovorniju aktivnost, i to na planu istraživanja programa, što uslovljava maksimalnu aktivnost svih sektora odgovarajuće proizvodne organizacije ili grupacije proizvođača. Nema sumnje da ovakvom zahvatu odgovaraju integracioni procesi, koji mogu dovesti do značajnog ukрупnjavanja proizvoda.

Drugu fazu karakteriše konstrukciona klasifikacija. Konstrukciona klasifikacija obuhvata kompletan program, kao i sve komponente i delove po osnovi funkcionalnosti.

Treća faza predstavlja aktivnost svodjenja delova i komponenata na najmanji mogući broj.

Četvrta faza predstavlja aktivnost na pravcu stvaranja internih standarda, kao i ograničenje tipova iz nacionalnih i međunarodnih standarda.

Peta faza označava aktivnost osvajanja novih proizvoda preko prototipske verzije i verifikacije karakteristika, kao i ocene dobrote novoosvojenog proizvoda. U ovoj fazi stvara se metodologija ispitivanja, kao i metodologija ocenjivanja dobrote prototipa.

4. Umesto zaključka

Ovo razmišljanje na postavljenu temu imalo je za cilj da ukaže na jednu od aktivnosti u procesima integracije. Izvesno je da se proces integracija mora odvijati u pravcu udruživanja proizvođača tehnološki sličnih proizvoda, sve do udruživanja kompletnih grana.

U grupaciji proizvođača alatnih mašina, aktivnost po shemi program - tipizacija - specijalizacija, dala bi značajne rezultate, što nije potrebno posebno dokazivati. U eventualnoj integraciji, kod mnoštva proizvoda istih ili sličnih radnih karakteristika, treba očekivati visok stepen unificiranosti komponenata i delova. Samo takvim, organizovanim kretanjem, stvaraju se uslovi za čvrstu proizvodno - tehnološku, a time i specijalizaciju proizvodnih pogona integrisanih preduzeća.

Revidiranje tehnoloških osnova autarhičnih struktura integrisanih preduzeća i ovladavanje dislociranim privrednim mehanizmima predstavlja veliku teškoću, koja mora imati svoj model rešenja.

5. Literatura

- [1] A.A. Kohtev, Osnovi standardizaciji v mašinstroeni, str. 336 i 441-456
- [2] D. Starčević, Integracija kao poslovni sistem višeg reda, SKUPS knj. I (1969) 168
- [3] T. Nikolić, "Magnohrom" Kraljevo, SKUPS knj. I (1969) 189
- [4] P.K. Gedik, Normalizacija na mašinstroitelnom zavode, Mašgiz (1955)
- [5] EDITORIAL, The Designer of the Future, Machinery, november 5 (1969)
- [6] Standarti i kačestvo, 1 - 10 (1969)

D. Butorajac

Typisierung und Standardisierung bei den Integrationsprozessen

Das Thema spricht über der Rolle der Typisierung und

Standardisierung bei den Integrationsprozessen. Es werden einige Erfahrungen des Entwicklungsburos der Firma "14. oktobar" - Kruševac, angeführt. Diese Ueberlegungen haben den Ziel, an die wichtige Rolle der Typisierung im Rahmen des Herstellungsprogrammes in den Prozess der organisierterer Integration, hinzuweisen.

TP.5.10

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

S.M.Urošević^{x)}

NEKI PROBLEMI OPTIMIZACIJE TEHNOLOŠKIH PROCESA ILUSTROVANIH K-ROZ PARCIJALNI PRIKAZ STANJA U DVANAEST DOMAĆIH PREDUZEĆA MAŠINOGRAĐNJE^{xx)}

1. Uvod

U narednom tekstu se daje kratak osvrt na neke rezultate dobijene tokom realizacije jednog razvojno-istraživačkog projekta iz tehnologije mašingradnje, kojim je bilo obuhvaćeno istraživanje izabranih tehnoloških pokazatelja u dvanaest domaćih preduzeća. Programom rada na projektu je bilo obuhvaćeno istraživanje niza njihovih proizvoda, uključujući i kompletne industrijske objekte. Akceptiranjem programa radova na projektu istaknuta je potreba istraživanja mogućnosti podele rada u proizvodnji komponenata (delova i sklopova) za mnoštvo proizvoda mašingradnje, čime su u osnovi istraživane mogućnosti tehnološke specijalizacije među ovom grupom preduzeća. Ovo je veoma značajno gledište, budući da se upravo na planu izrade komponenti proizvoda mašingradnje ulažu u savremenim industrijama značajni napor za racionalizaciju ovih tehnologija. Dovoljno je istaći da upravo tehnološka oprema namenjena izradi delova mašinskih konstrukcija (alatne mašine i sl) čini osnovu tehnoloških kapaciteta preduzeća mašingradnje. Obzirom na visoku nabavnu cenu i troškove održavanja, ona sigurno čini u svim preduzećima najveći deo investicionih ulaganja, čime bitno utiče na troškove proizvodnje. Međutim, trend razvoja tehnologije mašingradnje ukazuje da se može očekivati dalji porast nabavne cene osnovnih tipova alatnih mašina. Ovaj porast cene je svakako rezultat zaostajanja porasta produktivnosti rada u maloserijskoj i pojedinačnoj proizvodnji za prosečnim porastom

^{x)} Sreten M. Urošević, dipl. ing., rukovodilac Odeljenja za tehnologiju Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27 marta 80

^{xx)} Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

u industriji, ali i zbog razvoja novih tipova alatnih mašina - NC alatne mašine, mašine koje obezbeđuju višu tačnost obrade, produktivnost i sl. Nesumnjivo je da ovakav razvoj implicira p otrebu razvoja novih formi tehnološke organizacije preduzeća mašinogradnje koja će omogućiti intenziviranje korišćenja instaliranih tehnoloških kapaciteta, tj. optimizaciju tehnoloških procesa u njima.

Respektujući napred sažeto prikazane implikacije, istraživački projekt je trebao da obezbedi osnovne informacije za razmatranje sledećih pitanja.

- (i) U kojoj meri postoji komplementarnost ili diskomplementarnost tekućih tehnoloških kapaciteta referentnih preduzeća mašinogradnje. Komplementarnost tehnoloških kapaciteta neosporno stimulira razvoj podela rada u izradi komponenata proizvoda, odnosno tehnološku specijalizaciju među preduzećima. Diskomplementarnost bi u tekućim tehnološkim kapacitetima ukazala na teškoće razvoja procesa tehnološke specijalizacije i inicirala traženje rešenja.
- (ii) Kakav je intenzitet iskorišćenja nekih familija alatnih mašina u smislu optimizacije njihovog broja i tehnoloških karakteristika prema evidentiranim proizvodnim zadacima iz tekućih godišnjih proizvodnih planova. Ovaj podatak je značajan za ocenu mogućnosti optimizacije tehnoloških procesa kroz minimizaciju investicionih ulaganja za uslovnu jedinicu ostvarene proizvodnje, uz istovremenu optimizaciju neposrednih tehnoloških procesa.
- (iii) Kakav je nivo projektovanih tehnoloških normativa za izradu familija sličnih delova u različitim preduzećima. Realizovani tehnološki nivoi u pojedinim preduzećima u direktnoj su korelaciji sa visinom tehnoloških normativa projektovanih za izradu pojedinih komponenata proizvoda. Visina normativa je u direktnoj vezi sa troškovima proizvodnje, te je ovaj podatak značajan za ocenu mogućnosti pouzdanog funkcionisanja sistema međuisporuka komponenti proizvoda čija cena mora biti prosečno (tržišno) p rizrana. Mogućnost realizacije nižih troškova izrade ko-

ponenti proizvoda kroz razvoj tehnološke specijalizacije (kooperacije) treba da bude potkrepljena izvornim informacijama.

- (iv) Koliko se ulaže u razvoj tehnologije i tehnološke organizacije u pojedinim preduzećima. Položaj tehnološke funkcije u organizacionoj strukturi preduzeća i ocena njenih mogućnosti uticanja na optimizaciju tehnoloških procesa.

Zbog ograničenog prostora, u narednom tekstu će biti u sažetoj formi dati metodologija prikupljanja i obrade prikupljenih informacija, neki rezultati studije i izvedeni zaključci.

2. Način prikupljanja i obrade informacija

Prikupljanje i delimična obrada informacija potrebnih za realizaciju projekta je ostvarena kroz timski rad saradnika Instituta i stručnjaka preduzeća u kojem su informacije snimane. Obzirom na koncipirani program radova na projektu, najveći broj informacija je prikupljen za potrebe studije strukture instalirane tehnološke opreme i tehnologije izrade parcijalnog asortimana delova u svakom preduzeću posebno. Plan prikupljanja informacija je proizišao iz ranije razvijenih sistema IAMA za klasifikaciju tehnološke opreme, građevinskih objekata i energetskih instalacija metalne industrije i tehnološkog klasifikatora delova mašinskih konstrukcija. Izražajne karakteristike ovih klasifikatora sa drugim snimljenim podacima poslužili su kao osnova za dalju obradu prikupljenih podataka tokom izrade studije. Obzirom na veoma veliki broj prikupljenih informacija, izvršeno je njihovo prenošenje na bušene kartice radi dalje obrade na elektronskim računskim mašinama (ERM). Za obradu podataka s kartica korišćena je ERM tipa Univac 1004.

Slika 1 sadrži plan memorisanja podataka o snimljenim tehnološkim kapacitetima na bušenim karticama. Za svaku informaciju o jediničnim tehnološkim kapacitetima, na osnovu prikupljenih podataka, izbušena je po jedna kartica. Klasifikacione oznake za "GAM po IAMA" (GAM - grupa alatnih mašina ili grupa tehnološke opreme) su formirane primenom kriterijuma da u istu GAM

Kod Vrsta kartice	Naziv programa	NAZIV I OSNOVNE KARAKTERISTIKE TEHNOLOŠKE OPREME (KAPACITETA)										Godina izrade	Inventarski broj	Instalirana snaga		
		GAM ZA IAMA												N ₀	N _t	
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
1244	5808	1244	5808	1244	5808	1244	5808	1244	5808	1244	5808	1244	5808	1244	5808	1244
1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222
3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333
4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555
6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666
7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777
8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888
9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Sl.1 - Plan memorisanja podataka na bušenoj kartici o tehnološkim kapacitetima

ulazi sva tehnološka oprema iste osnovne namene koja u tehnološkim procesima pokazuje iste ili približno iste radne mogućnosti u odnosu na karakteristike propisane za etalon date grupe.

Osnove obrade podataka s bušenih kartica prema slici 1 su odgovarajući sortir programi, a zatim potrebni proračuni na ERM u toku štampanja tabelir lista. Tokom izrade projekta, realizovano je ukupno šest programa obrade podataka s bušene kartice prema slici 1. Međutim, sistem gradjenja klasifikacionih pokazatelja dopušta da se memorisani podaci na bušenim karticama iskoriste za niz dopunskih istraživanja relevantnih informacija.

Slika broj 2 sadrži plan memorisanja podataka na bušenoj kartici koji se odnose na studiju nekih tehnoloških parametara izrade karakterističnog asortima-

na delova. Kako nije bilo moguće snimanjem obuhvatiti kompletan asortiman delova koji se izradjuju u preduzećima obuhvaćenim projektom, izvršeno je ograničenje, te su snimanjem obuhvaćeni svi zupčanici, sve ožljebljene osobine i vratila, kapitalni rotacioni i nerotacioni delovi koji spadaju u određene g-

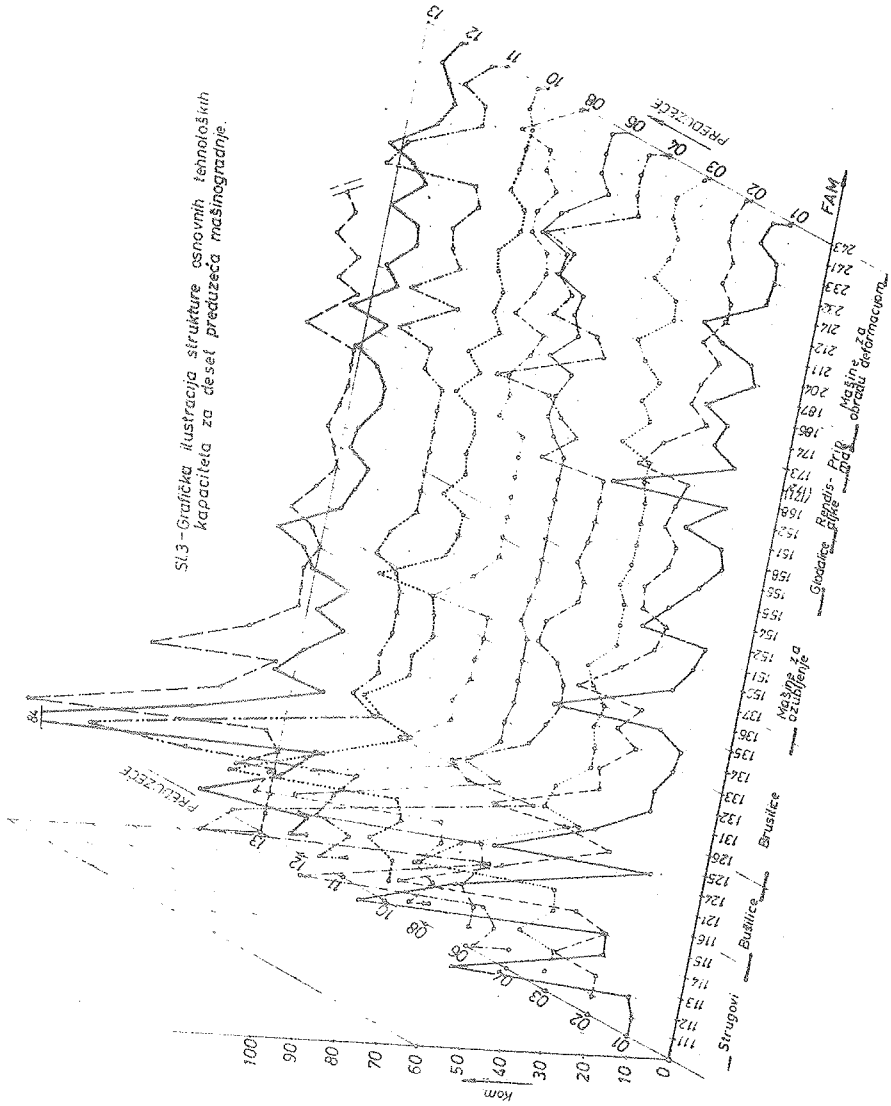
Vrsta kartice	Kod	Broj komponente (dela)		Seksundni klasifikacioni broj	Plan u (kom) za 1969	Broj operacije	GAM	Kategorija rada	Normativ rada		Materijal		R
		Konstrukcijski	Tehnološki						Tip	t ₁	Oznaka	Količina	
0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222
3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333
4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555
6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666
7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777
8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888
9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999

Sl.2 - Plan memorisanja podataka na bušenoj kartici o tehnološki izradi delova

rupe podklasa po sistemu njihove tehnološke klasifikacije u IAMA. Kartice prema planu bušenja na slici 2 su izbušene za sve operacije tehnološkog procesa izrade odgovarajućih delova koji su bili obuhvaćeni planom snimanja. Raspored podataka memorisanih na kartici prema slici 2, korišćenjem njihovih klasifikacionih svojstava, omogućio je njihovu obradu po više različitih programa na ERM, čime je dobijen niz podataka interesantnih za komperativne studije.

3. Implikacija nekih rezultata dobijenih obradom prikupljenih informacija na razvoj optimizacije tehnoloških procesa u posmatranoj grupi preduzeća

Globalna ilustracija strukture tehnološke opreme, koja čini osnovu tehnoloških kapaciteta deset od dvanaest posmatranih preduzeća prikazuje se na slici 3. Na slici 3 su ucrtane uporedne krive za svako od deset preduzeća koje pokazuju broj instaliranih alatnih mašina pojedinih familija (FAM). Klasifikac-



ione oznake familija alatnih mašina su sledeće:

111 - jednovretni automatski strugovi, 112 - viševretni automatski strugovi, 114 - produkcionni strugovi, 115 - vertikalni strugovi, 116 - univerzalni strugovi, 121 - stone i stubne bušilice, 124 - koordinatne bušilice, 125 - radijalne i univerzalne bušilice, 126 - horizontalne bušilice i glodalice, 131 - brusilice za spoljno okruglo brušenje, 132 - brusilice za unutrašnje okruglo brušenje, 133 - brusilice bez šiljaka, 134 - specijalne brusilice, 135 - univerzalne brusilice, 136 - alatne brusilice i oštrilice, 137 - brusilice za ravno brušenje, 150 - mašine za obradu navoja, 151 - brusilice za navoj, 152 - odvalne glodalice za ozubljenje cilindričnih zupčanika, 154 - rendisaljke za cilindrične zupčanike, 155 - rendisaljke za konične zupčanike, 156 - mašine za zaobljavanje ivica zubaca zupčanika, 158 - mašine za glačanje i brušenje zupčanika, 161 - vertikalne konzolne glodalice, 162 - horizontalne konzolne glodalice, 168 - univerzalne glodalice, 171, 172 - jednostubne i dvostubne dugohode rendisaljke, 173 - kratkohode rendisaljke, 174 - vertikalne rendisaljke, 186 - kružne testere, 187 - okvirne testere, 204 - vazdušni čekići, 211 - frikcione prese 212 - mehaničke prese prostog dejstva, 214 - hidraulične prese, 232 - mašine za savijanje limova, 233 - mašine za kružno savijanje limova, 241 - mašine za pravolinijsko sečenje limova i 243 - mašine za fazonsko sečenje limova.

Struktura alatnih mašina u okviru iste familije se ne razmatra u ovom prilogu. Medjutim, treba istaći da je klasifikacija FAM na GAM pokazala da u okviru svih familija alatnih mašina preovladjuju grupe (GAM) s većim dimenzijama. Ovaj se rezultat i očekivao obzirom na tradicionalnu metodologiju projektovanja p o gona mašinogradnje koja je, polazeći od tekuće tehnološke organizacije maloserijske i pojedinačne proizvodnje, težila da tehnološku opremu dimenzionira pri nabavci prema maksimalnim dimenzijama mogućih obradaka.

U smislu osnovnih ciljeva rada na realizaciji istraživačkog projekta, krive dijagrama na slici 3 pokazuju:

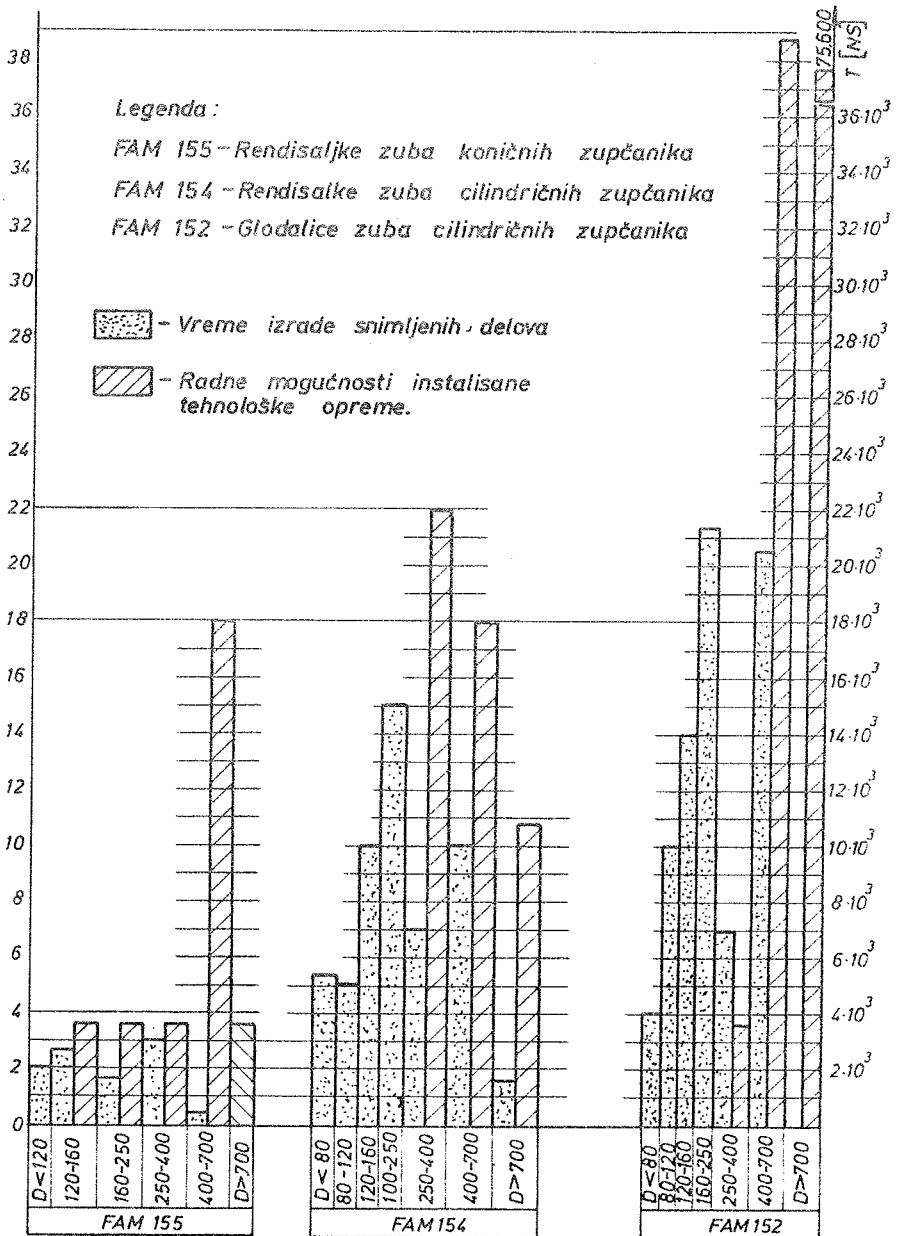
(1) U osnovi postoji diskomplementarnost tekućih tehnoloških

kapaciteta posmatrane grupe preduzeća mašinogradnje. Dis komplementarnost je izrazito evidentna u području familija strugova i bušilica. Prema tome, može se očekivati da će težnja svakog preduzeća biti usmerena da razvija izradu onih komponenti proizvoda koje će mu obezbediti zapošljavanje instaliranih kapaciteta. Ova težnja će međutim, da protivreči racionalnim ciljevima podela rada i tehnološke specijalizacije.

(ii) Delimična komplementarnost postoji u područjima tehnologije ozubljenja - familije alatnih mašina 152 - 158 (dakle samo u području tehnoloških operacija obrade zuba zupčanika) i tehnologije izrade komponenti deformacionim postupcima - preserski radovi. Ovaj zaključak bi mogao biti osnova da se u okviru razvoja tehnoloških kapaciteta za izradu ovih komponenti proizvoda mašinogradnje pristupi izradi odgovarajućih tehnoloških projekata specijalizovanih pogona.

(iii) U celini posmatrano, grupa preduzeća ima u sastavu svojih kapaciteta sasvim nedovoljno tehnološke opreme više produktivnosti. Uglavnom su zastupljene univerzalne alatne mašine. Zato je neophodno kroz dalja istraživanja proučiti mogućnost povećanja serijnosti komponenti (delova) u izradi proizvoda mašinogradnje korišćenjem zakona unifikacije i formiranjem združenih serija od familija sličnih delova (tipska i grupna tehnologija). Time bi se obezbedili početni uslovi za primenu u tehnološkim procesima produktivnijih alatnih mašina.

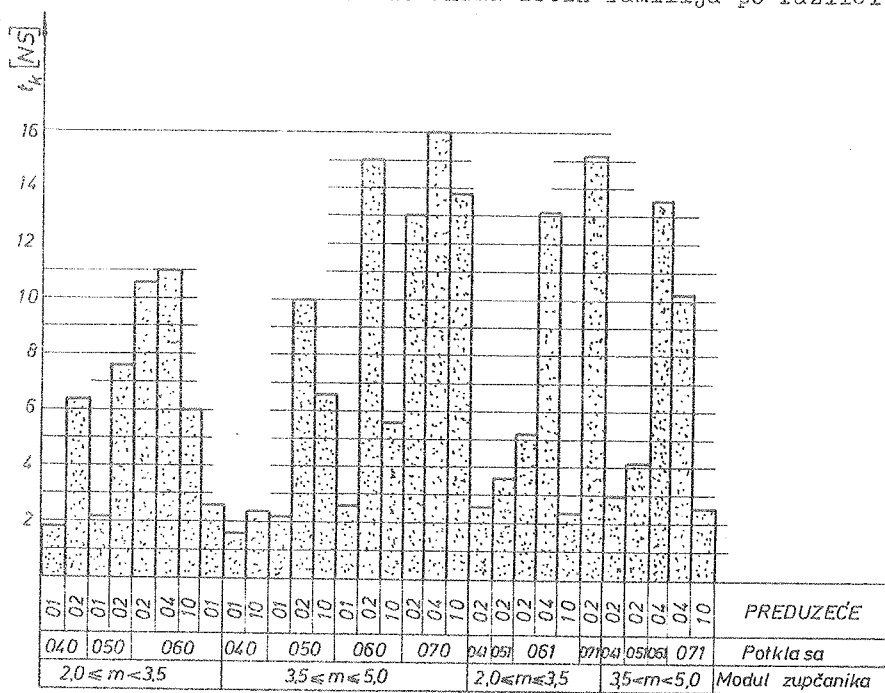
Suštinu značajnih mogućnosti za optimizaciju tehnoloških procesa u posmatranoj grupi preduzeća pokazuju i podaci čija se grafička interpretacija daje na slici 4. Slika 4 daje parcijalni prikaz odnosa radnih mogućnosti nekih familija alatnih mašina prema evidentiranim proizvodnim zadacima. Narочito karakterističan podatak pruža slika 4 za stepen optimizacije tehnologije ozubljenja cilindričnih zupčanika na odvalnim glodalicama - familija 152. Za ovu FAM evidentirani zadaci pokazuju da su potrebne uglavnom glodalice za ozubljenje zupčanika max. prečni-



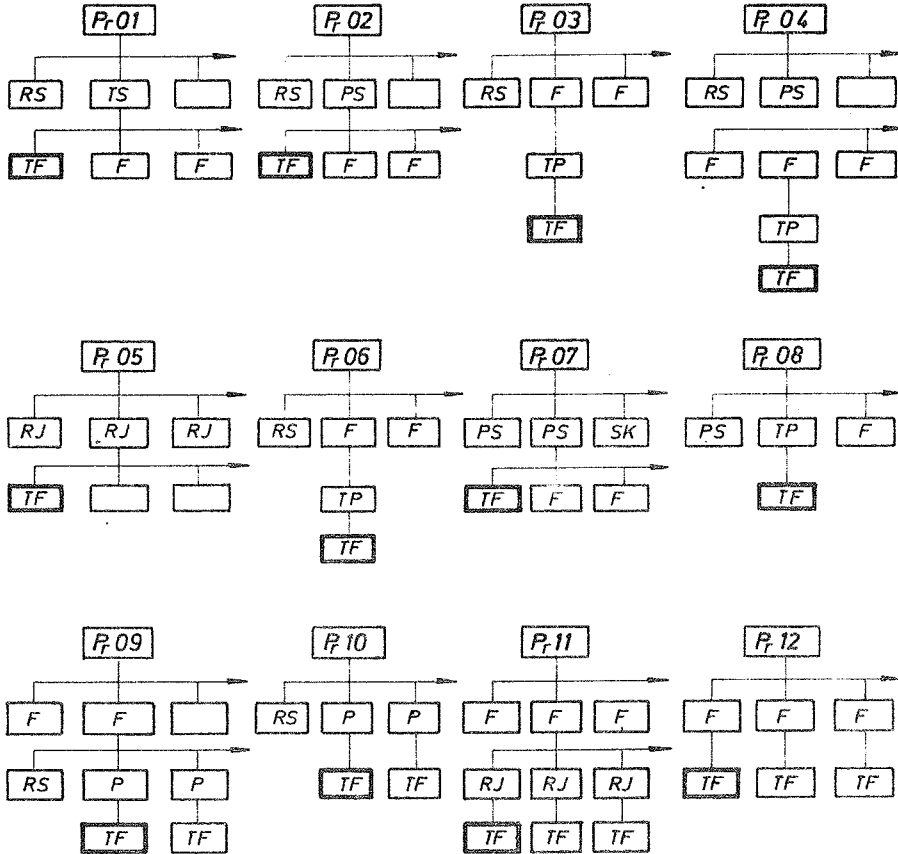
Sl.4 - Grafički prikaz odnosa radnih mogućnosti familija alatnih mašina 155, 154 i 152 za obradu zuba zupčanika prema evidentiranim zadacima.

ka do 400mm. Međutim, najveći broj instaliranih glodalica ima mogućnosti za ozubljenje zupčanika prečnika preko 700 mm. Obzirom da su slične informacije evidentirane i za niz drugih, veoma skupih familija alatnih mašina (vertikalni strugovi, horizontalne bušilice, dugohode glodalice i brusilice itd), nema su mnje da se može izvesti sasvim argumentovan zaključak da se samo u području optimizacije radnih mogućnosti tehnološke opreme (ili veličine investicija) prema tekućim proizvodnim zadacima nalaze vanredno krupne rezerve tehnoekonomske optimizacije tehnoloških procesa izrade mnoštva komponenti proizvoda mašinogradnje.

Obzirom da je kroz rad na projektu najveći broj karakterističnih informacija prikupljen za područje tehnologije izrade zupčanika, prikazuje se na slici 5 grafičko poredjenje projektovanih normativa za izradu zupčanika istih familija po različiti -



Sli.5 - Uporedni grafički prikaz ukupnog komadnog (t_k) vremena izrade cilindričnih zupčanika sa pravim zubima po preduzećima.



LEGENDA:

- | | | |
|----------------------|------------------------|--------------------------|
| P - Preduzeće | F - Fabrika | TF - Tehnološka funkcija |
| RS - Razvojni sektor | P - Pogon | PS - Proizvodni sektor |
| TS - Tehnički sektor | TP - Tehnička priprema | RJ - Radna jedinica |
| | | SK - Sektor kontrole |

Sl.6 - Komparativni pregled mesta tehnološke funkcije u organizacionim šemama grupe preduzeća mašinogradnje

tim preduzećima. Mada neosporno postoje neke razlike u kvalitetu izrade zubčanika u pojedinim preduzećima, serijama u kojima se oni izrađuju i sl., karakteristično je da se evidentirana razlika u projektovanim normativima kreće i do 1:7. Obzirom da su projektovani tehnološki normativi u direktnoj vezi sa troškovima proizvodnje, informacije na slici 5 ukazuju na jedan od mnogih perturbacionih faktora u naporima da se prebrode teškoće u toku realizacije projekata kooperacije, odnosno tehnološke specijalizacije.

Konačno, još jedan veoma značajan podatak koji se daje u ovom prilogu odnosi se na studiju položaja tehnološke funkcije pojedinih preduzeća mašinogradnje u njihovim organizacionim šemama. Ovaj problem je grafički ilustrovan na slici 6, koja pokazuje da u tehnološki veoma srodnim preduzećima postoje veoma značajne razlike u tretmanu uloge tehnološke funkcije ili funkcije tehnološkog projektovanja u celokupnom razvoju preduzeća. Ovde je nužno ukazati na neke probleme integracije tehnologija unutar jednog preduzeća, koje nužno treba da ima za osnovu jedinstven tehnološki sistem, odnosno sistem tehnološke organizacije u kojem će se takodje obezbediti realizacija koncepcije tehnološke specijalizacije na području tehnologije proizvodnje, ali isto tako i tehnologije obrade informacija (priprema proizvodnje). Očigledno je da položaj, a verovatno s njim i uloga, tehnoloških funkcija u pojedinim preduzećima ukazuje prema slici 6 i na područje njihovih zadataka. Tako, na primer, dok je u preduzeću 01 tehnološka funkcija štabna služba preduzeća u celini (ovo preduzeće broji preko 4.000 zaposlenih), dotle u preduzeću 11 koje je znatno manje od preduzeća 01, tehnološka funkcija je razbijena (dezintegrirana) na odeljenja koja su pridodata pojedinim radnim jedinicama. Cini se da je upravo u praksi nekih preduzeća godinama zanemarivan razvoj tehnološke funkcije imao veoma nepovoljno dejstvo za ukupnu optimizaciju tehnoloških procesa u njima, zbog čega je ovaj kompleks pitanja delimično obradjivan kroz pomenuti razvojno istraživački projekt.

4. Zaključci

Rezultati istraživanja nekih problema optimizacije tehnoloških procesa u grupi od preko deset domaćih preduzeća mašinogradnje su pokazali da postoje veoma značajne rezerve za povišenje ekonomičnosti proizvodnje u njima. Radi se o grupi preduzeća mašinogradnje koja našem i svetskom tržištu isporučuju impozantan asortiman proizvoda ove industrijske grane. Evidentno je da su ova preduzeća postigla krupne rezultate na planu razvoja i osvajanja novih proizvoda. Čini se da je u tom cilju bila usmerena i glavna aktivnost kadrovskog razvoja, te su najbolji kadrovi godinama bili orijentisani da se bave isključivo projektansko-konstruktivskim razvojem novih proizvoda. Nakon ovog perioda razvoja, domaća mašinogradnja će morati da intenzivira tempo osposobljavanja kadrova koji će se baviti njenim tehnološkim razvojem. Bez intenziviranja stručnih napora na planu razvoja tehnologije i tehnološke organizacije, očigledno je da će nastajati nove ekstenzivne investicije koje su evidentirane i u tekućim tehnološkim kapacitetima grupe preduzeća mašinogradnje u toku rada na referentnom projektu.

5. Literatura

- [1] Grupa autora, Obrada nekih tehnoloških pokazatelja za projekt podele rada u oblasti proizvodnje opreme za procesnu industriju u grupi preduzeća mašinogradnje, Elaborat 104/69 Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1969)

S.M.Urošević

Einige Probleme der Optimalisation der technologischen Prozessen, illustrierte durch die Ergebnisse der teilweisen Erforschung in den zwölf heimischen Betrieben des Maschinenbaues.

Die Problemen der Optimalisation der technologischen Prozessen in der heimischen Maschinenbaubetrieben wurden im Institut für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge in Beograd betrachtet und erforscht. Das Forschungsprogramm und die teilweise Ergebnisse der in zwölf Fabriken durchgeführten Arbeiten sind in dem Aufsatz gezeigt.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

B. M a r k o v ^{x)}

PRILOG KONSTRUKCIJI POMOĆNIH PRIBORA ZA BUŠENJE PREDMETA SA
VIŠE OTVORA U USLOVIMA GRUPNE OBRADE ^{xx)}

1. Uvod

Kod konstrukcije pomoćnih pribora u uslovima grupne obrade kao najznačajnije se javlja pitanje serijnosti delova (broja delova u seriji). Može se reći da je povećanje serijnosti delova prvorazredni faktor grupne obrade, čije se ostvarivanje postiže delovanjem brojnih tehnoloških i organizacionih mera. Iz ovoga proizilazi čitav niz tehnoeekonomskih efekata, jer se stvara neophodna baza za primenu savršenijih oblika tehnološkog procesa. Bitni elementi ovakvog procesa su primena alatnih mašina višeg stepena automatizacije, korišćenje odgovarajućih sistema pomoćnih pribora sa mehaničkim pogonom i savremenijeg oblika organizacije proizvodnje.

U uslovima proizvodnje, prvenstveno maloserijskog a zatim pojedinačnog i serijskog karaktera, u kojima se vrši uvođenje grupne obrade, prisutne su dve osnovne razvojne linije:

- mogućnost zahvatanja delova sa sve manjom serijnošću (prosečnom i apsolutnom), i
- sve veće učestalosti delova koji se mogu obradivati u okviru tipičkih postupaka.

Načelno se prema tome može konstatovati da se kompleks grupne obrade, odnosno tehnologije, nalazi između individualne i tipičke tehnologije. Tačno razgraničavanje nije moguće, a nema ni smisla, pošto se najčešće radi o primeni određenih kombinacija navedenih obrada. Kao željeni cilj može se označiti takva

^{x)} Borivoj Markov, dipl. tehn., samostalni tehnički saradnik Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27. mart 80.

^{xx)} Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate.

tehnološka organizacija u kojoj će se postići funkcionalni međusobni odnos ovih obrada, koji će u najvećoj meri odgovarati, kako dostignutom tehnološkom nivou u celini, tako i njegovom efikasnom uklapanju u date uslove proizvodnje. Mogućnosti za uvođenje tipskih postupaka mogu se sagledati kroz primenu grupe obrade, tj. ona može predstavljati i pogodan način za prelazak sa nižih na više oblike tehnološke organizacije. To ne znači da grupna obrada ne može predstavljati i konačan cilj u određenim proizvodnim uslovima.

Sva ova razmatranja direktno su povezana sa konstrukcijom grupnih pomoćnih pribora. Povećavanjem serijnosti delova omogućuje se primena sistema pribora sa višim stepenom mehanizacije, pri čemu se na bazi većeg okupljanja istih ili sličnih delova smanjuje potreba za mogućnostima preučešavanja. Tako se može desiti da se kod razvijenih tipskih postupaka pomoćni pribor po konstrukciji približi specijalnom priboru. Na ovom području treba pored pripremno-završnog ostvariti smanjivanje glavnih i pomoćnih vremena, pri čemu se ne može zaobići faktor zamora radnika kod malih operacijskih vremena. Ovo pitanje se rešava posebnim sistemom mehanizacije pribora.

2. Neka pitanja koja su bitna u odnosu na serijnost delova

Poznata je pojava ponavljanja delova istih ili približno istih oblika i dimenzija, iako su ugrađeni u različite proizvode. Ona je rezultat uložених napora na polju standardizacije i normalizacije delova mašina i opreme. Značaj ove pojave ogleda se i pri oceni tehnoeekonomskih pokazatelja novih konstrukcija, pri čemu se posebna pažnja poklanja međusobnom odnosu broja originalnih i nasledjenih, tj. ponovljenih delova. U nekim slučajevima učešće ponovljenih delova čini i 80% od njihovog ukupnog broja.

Ova pojava od izuzetnog je značaja posebno kod primene grupe obrade. U tom smislu svaki faktor koji doprinosi na bilo koji način povećavanju serijnosti mora se uzeti u obzir, naročito ako proizvodnju karakteriše niska serijnost. Korišćenjem pojave ponavljanja često je moguće obuhvatanje i nekih pojedinačnih

delova, njihovim uklapanjem u jednu od formiranih operacijskih grupa, a mogu se obraditi i uz neki pojedinačni deo veće serijnosti.

Čini se da je pored respektovanja ponavljanja delova kao pojave, potrebno i da se ona rasčlani na odgovarajuće elemente. Pri tome se ovi elementi mogu posmatrati bilo izdvojeno, bilo u raznim funkcionalnim kombinacijama. Ovim se omogućuje da se povećavanje tehnološke serijnosti prema jednačini(3), u zavisnosti od uslova, može ostvarivati varijantno.

Obzirom na to što se u datom slučaju posmatraju delovi iz klase diskova sa odnosom $\frac{L}{D}$ 0,5 , otvorima paralelnim sa osom i ravnomerno raspoređenim po obimu, može se konstatovati da se kod njih imaju uzeti u obzir sledeći elementarni parametri ponavljanja:

(i) spoljni prečnik dela	D_s
(ii) dužina dela	L
(iii) prečnik podeonog kruga na kome se nalaze otvori	D_p
(iv) broj otvora (osim centralnog)	n
(v) prečnik otvora (uslov je da bude isti)	d
(vi) dubina bušenja	l
(vii) proizvodnja dela	kom/god.
(viii) lansirna serijnost	kom/part.
(ix) težina dela	kp
(x) materijal dela	-

Izvesno je da svaki od navedenih parametara u odnosu na konstrukciju grupnog pomoćnog pribora nema isti značaj. Posmatranjem velikog broja uzoraka i njihove veze sa pomoćnim priborima došlo se do zaključka da su među navedenim, od posebnog značaja sledeći parametri, svrstani prema prioritetu:

(a) podeoni prečnik dela	D_p
(b) broj otvora	n
(c) prečnik otvora	d
(d) spoljni prečnik dela	D_s

Pored navedenih, logično je da se uzima u obzir i godišnja proizvodnja dela, kao osnova za proračun serijnosti.

Usvajanjem izloženih kriterijuma moguće je prići razmatranju uticaja, kako pojedinačnog tako i grupnog, elementarnih parametara ponavljanja na ukupnu serijnost dela unutar grupa podklasa klase "0". Ovim se postavljaju realne osnove za formiranje operacijskih grupa, što će u sklopu izabrane varijante obrade omogućiti i konstrukciju odgovarajućih grupnih pribora.

3. Uticaj elementarnih parametara ponavljanja na serijnost delova

U jednom preduzeću mašinogradnje, koje se bavi pored proizvodnje šinskih vozila još i proizvodnjom energetskih postrojenja, procesne opreme i čeličnih konstrukcija, Institut za alatne mašine i alata izvršio je tehnološku klasifikaciju delova. Pri tome su bili obuhvaćeni delovi koji se obradjuju skidanjem materijala. Ovakvih delova ima oko 9500 pozicija, odnosno oko 780.000 kom/god. Na osnovu klasifikatora IAMA 1 svi delovi razvrstani su u 7 klasa, tako da se u klasi "0" - diskovi - našlo oko 2750 pozicija, odnosno oko 150.000 kom/god. 2 . Od navedenih delova klase "0" obrada bušenjem u svim oblicima, vrši se na 1278 pozicija, odnosno 47.300 kom/god. 3 . Iz ove mase delova uzeti su oni koji imaju kružnu periferiju i otvore istog prečnika ravnomerno rasporedjene po obimu. Izdvajanje baš ovakvih delova izvršeno je zbog toga što su oni tipični za klasu diskova.

Pregled izdvojenih delova prikazan je u tabeli 1, dok je broj pozicija i komada po grupama podklasa dat i na dijagramu, slika 1.

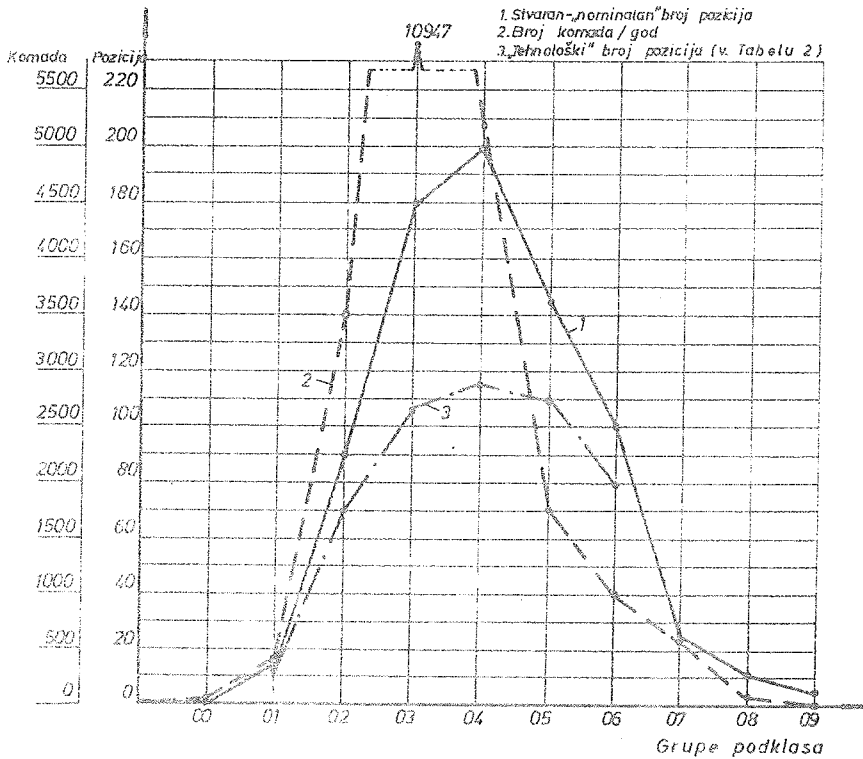
Kako se u grupi podklasa "00" nalazi samo jedna pozicija, i pošto se korišćenje grupnih pribora u odnosu na maksimalne dimenzije delova završava pri oko 600 - 700 mm, iz daljeg posmatranja isključene su grupe podklasa "00", "07", "08" i "09".

Na osnovu svega dobijen je obim delova koji se posmatra sastavljen iz 724 pozicije, odnosno 22.604 komada/god., sa ukupnom prosečnom serijnošću 31,2.

Izračunavanje rezultata datih u tabelama 2, 3, 4 i 5 izvršeno

Tabela 1

Red. broj	Grupe podklasa	Spoljni prečnik D_s [mm]	Broj pozicija	Broj komada (godišnje)	Prosečna serijnost [5:4]	Ekstremna serijnost	
						max	min
1	00	≤ 35	1	30	30	30	30
2	01	$> 35 \div 60$	15	410	27,3	64	2
3	02	$> 60 \div 100$	88	3508	39,9	693	1
4	03	$> 100 \div 160$	178	10947	61,5	732	1
5	04	$> 160 \div 250$	197	5221	26,5	620	1
6	05	$> 250 \div 400$	145	1519	10,5	208	1
7	06	$> 400 \div 700$	101	998	9,9	80	1
8	07	$> 700 \div 1200$	25	351	14,0	80	1
9	08	$> 1200 \div 2000$	12	71	5,9	24	1
10	09	> 2000	5	5	5,0	1	1
Ukupno 00-09			767	23061	30,1	732	1
Ukupno 01-06			724	22604	31,2	732	1



sl. 1

PREGLED REZULTATA DOBIJENIH VARIJANJEM ELEMENTARNIH PARAMETARA PONAVLJANJA U FUNKCIONALNIM KOMBINACIJAMA																					
USLOV JE DA SE PONAVLJAJU D _p , D _s , n, d																					
Red. broj grupe	Red. broj podgrupe	Ponavljanje karakterističnih parametara				Obuhvaćeno ponavljanjem parametara, od ukupnog broja delova								U okviru grupe parametara ima ukupno - kombinacija				Svako mesto ispitivanja		Vrednosti parametara	
		broj	min	max	prosek	brojčano	procentualno	prosečna serijoznost		prosečna serijoznost		pozicija	komada	pozicija	komada	pozicija	komada	13-17	18-19		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	01	2	2	3	250	5	208	333	507	1040	416	15	410	223	12	342	10	202	252		
2	02	12	2	6	283	34	2015	364	603	1679	399	88	3508	399	68	516	56	1433	256		
3	03	34	2	8	341	106	6593	585	802	1939	622	178	10947	615	106	1032	72	454	605		
4	04	49	2	11	305	122	3769	619	722	342	309	197	5221	265	115	454	75	1452	194		
5	05	19	2	8	305	58	399	400	263	210	69	145	1519	105	108	140	87	1120	129		
6	06	18	2	4	222	40	426	396	427	237	106	101	998	99	79	126	61	572	34		
Zbirno		125	2	11	298	363	13410	501	593	1073	369	724	22604	312	488	464	351	9194	262		
USLOV JE DA SE PONAVLJAJU D _p , n, d																					
																			Tabela 3		
1	01	2	2	3	250	5	208	333	507	1040	416	15	410	223	12	342	10	202	252		
2	02	12	2	6	283	34	2180	386	623	1817	641	88	3508	399	68	532	54	1328	246		
3	03	32	2	9	341	110	6668	618	819	2084	608	178	10947	635	100	1095	68	479	629		
4	04	45	2	11	291	131	4166	665	786	342	313	197	5221	265	111	470	66	1075	153		
5	05	21	2	8	290	61	757	421	492	360	124	145	1519	105	105	145	84	862	103		
6	06	16	2	4	239	43	461	426	462	256	107	101	998	99	76	131	58	537	93		
Zbirno		130	2	11	296	384	14380	530	636	1106	375	724	22604	312	470	481	340	8283	244		
USLOV JE DA SE PONAVLJAJU D _p , n																					
																			Tabela 4		
1	01	2	3	3	300	6	228	400	555	1140	380	15	410	223	11	373	9	182	202		
2	02	14	2	14	483	67	2748	761	783	1963	410	88	3508	399	35	1032	21	860	103		
3	03	25	2	21	506	127	8327	645	715	3331	656	178	10947	615	76	1440	51	2820	553		
4	04	39	2	14	359	140	4747	711	909	1217	329	197	5221	265	96	563	57	474	63		
5	05	32	2	11	344	100	1172	689	771	366	117	145	1519	105	77	197	45	347	77		
6	06	19	2	5	288	51	549	505	550	289	108	101	998	99	69	145	50	449	90		
Zbirno		131	2	21	375	491	17571	678	764	1318	352	724	22604	312	364	623	233	5132	190		
USLOV JE DA SE PONAVLJA D _p																					
																			Tabela 5		
1	01	2	3	3	300	6	228	400	555	1140	380	15	410	223	11	373	9	182	202		
2	02	13	2	14	477	75	3085	853	879	2373	411	88	3508	399	26	1349	13	423	326		
3	03	32	2	24	487	156	10178	876	916	388	652	178	10947	615	54	2027	22	769	349		
4	04	34	2	15	520	177	4924	846	943	1448	278	197	5221	265	54	967	20	297	148		
5	05	30	2	12	370	111	1240	766	819	403	112	145	1519	105	64	237	34	279	92		
6	06	22	2	8	291	64	697	634	634	317	109	101	998	99	59	169	37	301	81		
Zbirno		133	2	24	442	589	20532	813	900	1530	346	724	22604	312	268	843	133	2352	177		
REKAPITULACIJA ZBIRNIH VREDNOSTI REZULTATA IZ TABELA 2, 3, 4, 5																					
																			Tabela 6		
Zbirno	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Tabela 1	125	2	11	298	363	13410	501	593	1073	369	724	22604	312	488	464	351	9194	262			
Tabela 2	130	2	11	296	384	14380	530	636	1106	375	724	22604	312	470	481	340	8283	244			
Tabela 3	131	2	21	375	491	17571	678	764	1318	352	724	22604	312	364	623	233	5132	190			
Tabela 4	133	2	24	442	589	20532	813	900	1530	346	724	22604	312	268	843	133	2352	177			

je po sledećim osnovnim vezama

$$K_{pd} = \frac{z_{pd}}{z_p}, \text{ pri } K_{pd} \geq 2 \quad (1)$$

gde su:

K_{pd} - koeficijent ponovljenih delova,
 z_{pd} - broj ponovljenih pozicija, i
 z_p - broj pojava ponavljanja.

$$z_t = z_{pn} - (z_{pd} - z_p) \quad (2)$$

gde su:

z_t - tehnološki broj pozicija, i
 z_{pn} - nominalan (ukupan) broj pozicija.

$$s_t = \frac{z_{pn}}{z_t} \quad (3)$$

gde je:

s_t - tehnološka prosečna serijnost (ukupna).

Na osnovu ranijih zaključaka, u tabelama 2, 3, 4 i 5 uzimani su u obzir elementarni parametri ponavljanja u varijantnim kombinacijama. Paralelno je prikazan i uticaj ovih varijanti na ukupnu prosečnu serijnost i broj pozicija, kako tehnološki tako i nominalni.

Rezultati iz tabele 2 zasnivaju se na uslovu ponavljanja svih parametara od posebnog značaja: D_p , n , d i D_g . Može se zaključiti da su podaci koje pruža ova tabela od posebnog interesa, jer je došlo do bitnog povećanja prosečne serijnosti odnosno smanjenja broja pozicija, samim načinom pristupa, tj. posmatranjem pod odredjenim uglom. Ovde možemo razlikovati tehnološki od nominalnog, odnosno stvarnog broja komada i prosečne serijnosti. Tako je ukupan broj pozicija smanjen sa 732 na 468 - kriva 3 na slici 1, a ukupna prosečna serijnost povećana sa 31,2 na 46,4. Pri tome je prosečna serijnost delova obuhvaćenih ponavljanjem povećana čak na 107,3, na račun njenog smanjenja kod neobuhvaćenih delova sa 31,2 na 26,2.

Što se tiče konstrukcije pomoćnih pribora, ona će biti znatno olakšana samim tim što se veći broj delova - ukupno 363 - u grupama po 2 - 11, potpuno ponavlja, tj. po više njih tehnolo-

ški ustvari čine jedan deo. Za neke operacijske grupe moguća je konstrukcija pribora bliskih specijalnim, tj. sa minimalnom potrebom preuđešavanja, i to pri prelasku sa jedne na drugu grupu ponovljenih delova.

U tabeli 3 isključen je parametar D_s , odnosno uslovljeno je ponavljanje po D_p , n i d. Stanje u odnosu na rezultate iz tabele 2 nije se bitno izmenilo, što znači da su D_s i D_p međusobno uslovljeni.

Za projektovanje pribora važe isti zaključci kao i kod tabele 2, ali će se i kod delova koji se ponavljaju javiti nešto širi zahtevi u vezi elemenata za stezanje.

U tabeli 4 uslovljeno je ponavljanje D_p i n, tj. pored D_s isključen je i parametar d. Na ovaj način ponovo dolazi do znatnog smanjenja tehnološkog broja pozicija - na 364, a ukupna prosečna serijnost povećava se na 62,3. Kod neobuhvaćenih delova, kojih ima (u komadima) oko 25% od ukupnog broja, ukupna prosečna serijnost smanjuje se na 19,0.

Prečnik d kod konstrukcije pribora treba uzimati dijapazonski zavisno od dimenzija standardnih vodjica za bušenje. Kod prelaska na obradu sledeće grupe ponovljenih delova, pored podešavanja elemenata za stezanje treba omogućiti i zamenu vodjica za bušenje. Ovo utiče na ploču za bušenje, i to tako da je potrebno pažljivo odrediti prečnike otvora u koje se umeću izmenljive vodjice za bušenje. Ovim se omogućuje obrada većeg broja delova pomoću iste ploče za bušenje.

Na kraju, u tabeli 5 dati su rezultati koji proističu iz uslova, da se ponavlja samo elementarni parametar D_p . Ovim je izvršeno zahvatanje oko 90% delova (u komadima), čime je potvrđen zaključak da je D_p najvažniji elementarni parametar. Po njemu su dobijene grupe koje sadrže i po 24 dela sa istim D_p .

Pored d u ovom slučaju dijapazonski se određuje i broj otvora n, pri čemu se pristupa objedinjavanju po šemama: 2, 4, 8 ..., 3, 6, 9 ... i 5, 10 ... otvora. Ovo treba imati u vidu kod konstrukcije pomoćnih pribora. U tom smislu treba nastojati da se obrada delova omogući sa što manjim brojem ploča za

bušenje, što se može postići između ostalog i predviđanjem radikalno podesivih nosača vodjica za bušenje. Ovim se relativno smanjuje, pri istom gabaritu ploča, broj otvora koji se sa odredjenom pločom mogu izbušiti u jednom zahvatu.

U tabeli 6 data je rekapitulacija zbirnih rezultata iz tabela 2, 3, 4 i 5.

Razmatranjem rezultata dobijenih variranjem glavnih parametara ponavljanja može se zaključiti:

- (a) Uzimanjem u obliku uslova, većeg broja parametara, ostvaruje se srazmerno manje učešće ponovljenih delova, ali je njihova tehnološka struktura zbog povećanog stepena ujednačenosti povoljnija. Ovim se omogućuje okupljanje odredjenog broja delova na način pogodan za primenu tipskih postupaka. To se odnosi na pokazatelje iz tabela 2 i 3, uz napomenu da se ne sme zanemariti opšti nivo nominalne serijnosti delova iz asortimana.

Što se tiče delova neobuhvaćenih ponavljanjem, uslovi za njihovu obradu u okviru grupnih ili individualnih postupaka nisu značajnije pogoršani i pored relativnog smanjivanja serijnosti.

- (b) Isključivanjem odredjenih parametara, čini se izvestan ustupak na račun kvaliteta tehnološke strukture delova. Nasuprot tome, na drugoj strani dobija se kompenzacija obuhvatanjem većeg broja pozicija i komada.

Prednost ovakvog postupka, kome uglavnom odgovaraju rezultati iz tabela 4 i 5, može se pokazati u uslovima niske nominalne serijnosti. U tom slučaju, ona se na nivou operacijske grupe povećava uključivanjem novih pozicija.

Navedenim postupkom ne onemogućuje se obrada pojedinih grupa delova u okviru tipskih postupaka, ona se uvek kad je to moguće koristiti.

- (c) Što se tiče projektovanja pomoćnih pribora za deo asortimana sa povoljnijom tehnološkom strukturom usvajaju se složenija rešenja sa mehanizovanim pogonom i relativno užim

mogućnostima preudešavanja.

Ukoliko je tehnološka struktura delova nepovoljnija parcijalno i ukupno, usvojiće se rešenje pribora sa širim mogućnostima preudešavanja, pri čemu se ako je neophodno može koristiti i ručno rukovanje i stezanje.

Iznete stavove ne treba smatrati isključivim, tj: kod pristupa samom projektovanju postupaka i pomoćnih pribora uzimaju se u obzir i ostala opšta načela na kojima se zasniva grupna obrada.

4. Značaj posebnog prikazivanja pojedinih elementarnih parametara ponavljanja

Kod razmatranja obradjenih podataka iz predmetnog asortimana delova došlo se do zaključka da može biti od koristi i posebno prikazivanje nekih parametara ponavljanja.

Prikazom, na primer, svih veličina podeonog prečnika D_g u rastućem nizu, zbirno i u okviru grupa podklasa stvaraju se realni uslovi za:

- (a) njihovu unifikaciju unutar preduzeća,
- (b) konstrukcija pribora ili ploča za bušenje, koji se mogu koristiti za obradu delova iz različitih grupa podklasa,
- (c) optimalno odredjivanje opsega podešavanja nosača vodjica kod ploča za bušenje sa podešavanjem, i
- (d) izbor glava za viševreteno bušenje ili viševretenih bušilica, koje će u najvećoj meri odgovarati potrebama preduzeća, itd.

Ovakav pregled izradjen je za sve prečnike otvora, koji se buše na delovima posmatranog asortimana; on se sastoji iz dva dela. U prvom je dat pregled svih otvora, zavisno od njihovog broja na pojedinim delovima, kao i broja pozicija i komada, unutar grupa podklasa, na kojima se oni buše. Drugi pregled sadrži zbirne pokazatelje, po rastućem nizu prečnika otvora i dat je u tabeli 7.

Već na prvi pogled može se uočiti povećana koncentracija delova sa otvorima istog prečnika. U ovome se ogleda povezanost e-

PREGLED PREČNIKA I BROJA OTVORA KOD POSMATRANIH DELOVA Tabela 7

Red. broj	Prečnici otvora d	Prečnik d javlja se u:		Ukupan broj otvora istog prečnika	Prosečno otvora po 1 komadu	Red. broj	Prečnici otvora d	Prečnik d javlja se u:		Ukupan broj otvora istog prečnika	Prosečno otvora po 1 komadu
		pozic.	komada					pozic.	komada		
1	2	1	10	120	12,00	34	14	79	5483	22694	4,14
2	3	4	130	290	2,23	35	15	2	280	1440	5,18
3	3,3	2	50	180	3,60	36	16	3	60	720	2,00
4	4	4	158	552	3,49	37	17	9	304	1332	4,38
5	4,2	1	30	120	4,00	38	17,25	4	344	1464	4,26
6	4,3	3	360	2080	5,78	39	17,5	2	30	120	4,00
7	5	8	143	512	3,58	40	18	135	5751	37616	6,56
8	5,3	3	80	340	4,25	41	19	5	176	570	3,29
9	5,4	1	20	60	3,00	42	20	5	65	156	2,40
10	5,5	4	190	320	1,68	43	21	1	30	240	8,00
11	6	7	77	256	3,32	44	21,5	2	20	40	2,00
12	6,2	5	130	520	4,00	45	22	22	203	2488	12,21
13	6,3	1	8	64	8,00	46	23	46	445	5608	12,60
14	6,4	6	543	2866	5,28	47	24	1	10	20	2,00
15	6,5	2	40	180	4,50	48	24,6	1	2	16	8,00
16	6,7	2	80	280	3,50	49	25	10	162	564	3,48
17	7	16	291	1144	3,93	50	26	2	8	24	3,00
18	8	7	185	1192	6,44	51	27	12	105	992	9,45
19	8,2	3	110	660	6,00	52	28	3	13	164	12,67
20	8,4	14	398	1330	3,34	53	30	7	73	264	3,62
21	8,5	10	340	2080	6,12	54	32	2	6	24	4,00
22	9	59	1205	6398	5,31	55	33	1	1	16	16,00
23	9,5	32	394	2116	5,37	56	35	1	8	32	4,00
24	10	20	175	664	3,79	57	36	3	11	176	15,00
25	10,5	6	64	212	3,31	58	38,8	1	7	20	2,86
26	10,7	2	4	16	4,00	59	40	9	88	280	3,18
27	11	53	856	4476	5,23	60	45	1	1	8	8,00
28	11,5	12	175	984	5,62	61	50	5	133	534	4,02
29	12	6	134	536	4,00	62	80	4	12	88	7,33
30	12,5	4	90	540	6,00	63	85	1	1	4	4,00
31	13	31	555	3542	6,40	64	90	1	1	6	6,00
32	13,2	13	81	524	6,47	65	100	1	1	4	4,00
33	13,75	5	49	206	4,20	SVEGA		724	22604	113062	5,00

lementarnih parametara kod diskova sa elementima sa kojima se oni spajaju ili međusobno ili sa trećim delovima. Očigledno je, na primer, da otvor $\varnothing 9$ služi za vijak M8, $\varnothing 11$ za M10, $\varnothing 14$ za M12 itd.

Isto tako prečnici i brojevi otvora u velikom broju slučajeva nalaze se u određenoj zavisnosti od prečnika podeonog kruga D_p i spoljnog prečnika D_s .

Pregled prečnika, i broja otvora daje preduslove za sledeće postupke:

- (a) unifikaciju prečnika i broja otvora u okviru preduzeća,
- (b) sagledavanje potrebnog broja i dimenzija vodjica za bušenje i njihovo svodjenje na neophodnu meru, bez obzira na to za koji odredjen deo će da služe; ako se ima u vidu njihova visoka cena i nedovoljno iskorišćenje u odnosu na dozvoljeno habanje, posebno kod maloserijskog karaktera proizvodnje, ovim se mogu postići značajne uštede,
- (c) izbor najpovoljnijeg broja vretena i njihovih dimenzija u odnosu na najveći mogući prečnik bušenja po vretenu, kod viševretenog bušenja,
- (d) konstrukciju ploča za bušenje kod kojih će broj i prečnici otvora omogućiti bušenje maksimalnog broja delova sa istom pločom, i
- (e) u slučajevima kada se bušenje vrši iz više zahvata olakšava se izbor racionalnog podeonog mehanizma pomoćnog pribora.

Variranje glavnih parametara onavljanja i dobijanje željenih rezultata može se postići uz pomoć elektronskih računskih mašina na osnovu jednostavnih programa. Isto važi i za izdvajanje podataka o pojedinim elementarnim parametrima, kao i za njihovo tabeliranje po rastućem nizu.

Na osnovu izražene zakonitosti dešavanja pojave ponevljanja karakterističnih parametara postoji mogućnost konstrukcije odgovarajućeg matematičkog modela. Da bi ovaj model mogao biti od šireg značaja, za njegovu konstrukciju potrebno je da se uzmu u obzir i dalji uzorci iz više proizvodnih sredina.

5. Zaključak

Prema izloženom, pojava ponavljanja je zakonitog karaktera, i može se vrlo efikasno koristiti kako za konstrukciju pomoćnih pribora tako i za rešavanje šire tehnološke problematike u uslovima grupne obrade.

Raščlanjivanjem same ove pojave na elemente i izdvajanjem određenih elemenata kao posebno značajnih, ceo postupak se uprošćava. Isto tako olakšava se i njihovo varijantno posmatranje u najvažnijim međusobnim kombinacijama, u vidu polaznih podataka za konstrukciju pribora.

Poseban značaj ima odnos tehnološkog prema nominalnom broju pozicija i prosečne serijnosti. U tom smislu treba naročito istaći rezultate date u tabeli 2.

U narednom periodu kao osnovni postavlja se zadatak obrade još nekih uzoraka u cilju konstrukcije odgovarajućeg matematičkog modela.

6. Literatura

- [1] Grupa autora, Klasifikacija delova mašinskih konstrukcija za potrebe tipske i grupne tehnologije, Elaborat 46/8/67, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1967)
- [2] Grupa autora, Tehnološki registrator delova, Elaborat 46/10/67, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1968)
- [3] B. Markov, Raspodela delova iz klase diskova u odnosu na položaj i broj otvora koji se buše, u jednom preduzeću mašinogradnje (rukopis)

B. Markov

EINIGE PROBLEME DER KONSTRUKTION DER VORRICHTUNGEN FÜR DIE GRUPPENBEARBEITUNG DER TEILE MIT MEHREREN BOHRUNGEN AN DEN BOHRMASCHINEN

Bei der Konstruktion der Bohrvorrichtung für die Gruppenbearbeitung, es ist möglich bedeutende Effekte zu erzielen durch die Erscheinung der Wiederholung der ähnlichen Teilen. Die Möglichkeiten einer Rationalisierung der Bohrvorgänge durch die

Entwicklung der Gruppenvorrichtungen sind in dem Aufsatz gezeigt.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

B. Popović, V. Kovačević^{x)}

MREŽNI MODEL TEHNOLOŠKOG PROCESA^{xx)}

1. Uvod

Današnje vreme karakteriše automatizacija proizvodnje čija je svrha i efektivnost sadržana u povećanju proizvodnosti, skraćivanju proizvodnog ciklusa, povećanju kvaliteta proizvodnje i sniženju troškova proizvodnje. Prva dva faktora, zavisna od uslova proizvodnje, omogućavaju skraćanjem pomoćnog, tehničkog i organizacionog vremena [14] donošenje racionalnijih rešenja na račun znatnih rezervi vremena. Ograničavajući se na sekciju upravljanja pri delimičnoj automatizaciji jednog ciklusa, kao što je npr. tehnološki proces obrade mrežnim modeliranjem (PERT), nalaze se minimumi ciklusnih i vanciklusnih gubitaka kako bi se što više smanjila razlika između tehnološke (P_t) i stvarne (P_g) proizvodnosti [15].

Analiza ovog problema se može samo u nekim detaljima da izvrši, pomoću poznatih Ganttovih dijagrama i ciklograma [7] dok se formiranjem mrežnog modela problem potpuno i efektno rešava. U drugom delu napisana su date osnovne definicije iz teorije grafova, u trećem delu je dat opis mrežnog modela, dok je u četvrtom delu opisana tablica pokrivanja. U petom delu je prikazano rešenje jednog konkretnog primera, a u šestom delu su definisani zaključci. Na kraju je data i nešto šira literatura, neophodna u daljem radu.

2. Grafovi

Metode mrežnog modeliranja proističu iz teorije grafova, ustvari iz potklase orijentisanih grafova [4]. Kaže se da postoji graf $G = (X, T)$ ako postoji skup X i binarna relacija T između elemenata skupa. Elementi skupa X se predstavljaju u ravni sa

^{x)} Branko Popović, dipl. ing., Vladimir Kovačević, mgr. dipl. ing., saradnici Instituta za alatne mašine i alate, Beograd,

^{xx)} 27 marta 80

Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

tačkama. Ako dve tačke, npr. x i y , zadovoljavaju relacije

$$x, y \in X \quad (1)$$

$$y \in T_x \quad (2)$$

tada se može povući usmerena linija od x do y . Orijentisani grafovi se karakterišu svojstvom označavanja pravaca svakog od lukova.

Simetričan graf (X, T) ima čvorove koji zadovoljavaju relaciju

$$x < y \implies y < x, \quad \text{za } x, y \in X \quad (3)$$

odnosno lukove iz skupa U , za koje važi relacija

$$(x, y) \in U \implies (y, x) \in U \quad (4)$$

Antisimetričan graf poseduje svojstvo

$$(x, y) \in U \implies (y, x) \notin U \quad (5)$$

Kružni put

$$\mu = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_k, x_{k+1}) \quad (6)$$

je onaj konačan put kod koga se čvor x_1 poklapa sa čvorom x_{k+1} . Na osnovu ovih postavki iz teorije grafova može se sada preći na formiranje mreža i mrežnih modela.

3. Mrežni model

Mrežni model predstavlja formiranu mrežu (mrežni graf, usmerena mreža, logička mreža) za dati model tehnološkog procesa obrade, usmerenu ka njegovom dovršenju. Mreža je antisimetričan i antirefleksivan povezan graf sa N čvorova x_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) i bez kružnog puta, pri čemu se svakom njegovom luku (x_i, x_j) pridružuje broj $t_{i,j} > 0$ koji je u ovom slučaju - broj jedinica indeksa optimalnosti. Njegov početni i završni čvor zadovoljavaju relacije

$$(1) \text{ postoji čvor } x_1 \text{ sa osobinom } T_{x_1}^{-1} = \emptyset, \quad i$$

$$(2) \text{ postoji čvor } x_n \text{ sa osobinom } T_{x_n} = \emptyset.$$

Simultano sa transformisanjem mreže u mrežni model, lukovi grafa postaju - aktivnosti a čvorovi - događaji [3], [6], [13], [16], [17]. Rešanje problema sadrži formiranje mrežnog modela i izračunavanje parametara mreže [10], [11], [12]. Postupak izračunavanja predviđa korišćenje R. Ballmanovog [1] algoritma za određivanje najkraćeg puta (najmanje dužine) i L. R. Fordo-

vog algoritma za određivanje najdužeg puta u mreži.

Ako je dat graf $G = (X, T)$ čijem se svakom luku pridružuje broj $l(u)$, problem najkraćeg i najdužeg puta (idući od čvora do čvora) se svodi na respektivno nalaženje ekstremne sume

$$\sum_{u \in M} l(u) \quad (7)$$

Bellmanov algoritam opisuje ovaj problem sa funkcionalnim jednačinama, pri čemu se definiše vrednost f_i kao vreme neophodno za prelaz iz čvora i u čvor n neke mreže, sa $f_n = 0$. Primenom principa optimalnosti [2] uočava se da f_i zadovoljava sistem rekurentnih jednačina

$$\begin{aligned} f_i &= \min_{i \neq j} (f_j + t_{i,j}), \quad i = 1, 2, 3, \dots, N-1 \\ f_N &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Analogno (8) dobija se

$$\begin{aligned} f_j &= \max_{j \neq i} (f_i + t_{i,j}), \quad j = 1, 2, 3, \dots, N \\ f_0 &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Rešavanje ovih jednačina vrši se uglavnom pomoću poznatog metoda [9] sukcesivne aproksimacije. Jednostavniji i brži postupak predstavlja metod poredjenja čvorova. Radi rešavanja funkcionalnih jednačina neophodno je da se prethodno uredе oznake čvorova, u cilju zadovoljavanja uslova $i \leq j$, što se vrši sa do deljivanjem izvesnog ranga za svaki čvor.

Za mrežu od N proizvoljno numerisanih čvorova formira se tablica sa brojevima čvorova (od 1 do N) u prvoj koloni. U drugu kolonu se unose indeksi čvorova koji su susedni za čvor iz prve kolone a u treću se upisuju novi brojevi čvorova. Očigledno je da je ovako dobijena mreža izomorfna prvoj. Numeracija se uvek vrši od početnog ulaznog čvora mreže, sa svojstvom

$$T_i^{-1} = \emptyset \quad (10)$$

koji dobija oznaku 1. Ovde se dakle ispituje zadovoljenje uslova

$$Y_i \subset X_j \quad (11)$$

gde su: Y_i ... skup indeksa čvorova iz druge kolone,
 X_j ... po dužini promenljiv skup u koji su uključeni
svi već prethodno numerisani čvorovi, i
 j ... indeks poslednjeg numerisanog čvora.

Dodatni uslov zahteva da se u početku uvek polazi od čvora sa osobinom (10) a da se do kraja jednog ciklusa vrši posmatranje u redosledu od 1 do N . Tek posle toga naredni ciklus može početi bilo od polaznog bilo od krajnjeg čvora mreže.

Kako je $f_0 = 0$ ($f_N = 0$) rešenje funkcionalnih jednačina se direktno dobija jer je $t_{i,j}$ već zadato. Međutim ovaj postupak je zametan jer zahteva poredjenje brojeva iz uslova (11) i memorisanje elemenata skupa x_i što je u slučaju mreže sa velikim brojem čvorova prilično nepogodno.

Na ovim osnovama za formiranje i proračun mreža i mrežnih modela mogu se zaista rešavati i problemi upravljanja tehnološkim procesima obrade [5], [8].

4. Tablica pokrivanja

Izgleda da je ipak najjednostavniji metod tablice pokrivanja [18] nastao kao direktna posledica prethodnog metoda. Ovde se formira tablica ($N \times N$) sa N vrsta i N kolona, pri čemu se izvesna polja tablice obeležavaju sa krstićima.

Ako postoji luk između čvora i i j tada se polje na preseku i -te kolone i j -te vrste obeležava sa krstićem. Ovime se dakle skup čvorova razbija na podskupove sa istim prethodnim čvorovima.

Ovako formiranoj tablici se pokriva prva kolona, sa čvorom koji zadovoljava uslov (10), tako da su izostavljeni svi lukovi između ulaznog čvora i ostalih 2 do N čvorova. Posle ovakvog prebrisavanja kolona posmatraju se vrste u kojima nema više ne prebrisanih krstića. One vrste koje zadovoljavaju ovaj uslov dobijaju sledeću oznaku po redu.

Može se uočiti da se numeracija mreže vrši sa N prebrisavanja kolona tablice što je znatno brže nego u slučaju prethodne metode. Npr. kod Fordovog algoritma treba izvršiti broj sabiranja $N(N-1)$ D , gde je D - broj iterativnih kolona.

U postupku mrežnog modeliranja tehnološkog procesa obrade rezanjem, za izvestan predmet obrade, može nastupiti do 40 tehnoloških operacija sa i do 70 elementarnih operacija. Otuda pri mrežnom modeliranju može doći do najviše 100...120 čvorova što se ovim metodom tablice pokrivanja efikasno rešava.

5. Primer

U cilju pregleda celokupnog postupka, sagledavanja svih mogućnosti koje se pružaju, pri tretiranju problema upravljanja tehnološkim procesom obrade, kao i radi ilustracije na konkretnom primeru daje se rešenje jednog problema iz proizvodnje.

Fabrika reznog alata iz Čačka^{x)} planira obradu serije mašinskih ureznika (DIN 357) veličine M4 i M10 sa po 10.000 komada. Izučavajući postojeće Tehnološke postupke (mašinske obrade, bez zavarivanja i termičke obrade), Tehnološke podatke (ne uzimajući u obzir postojanost, vreme podešavanja i zamenu alata) i Elementarna pripremna vremena (koja su ovde radi jasnoće izostavljena) za obe serije dobijen je spisak aktivnosti za obradu serije ureznika M4 (predmet I) i M10 (predmet II), prikazana na slici 1. Ovde je dat pregled oznaka aktivnosti, oznaka događaja, namena aktivnosti i vremena trajanja pojedinih aktivnosti.

Na osnovu ovog spiska formira se prethodno (poznati) početni, a zatim konačni mrežni model, prikazan na slici 2 u kome su unete aktivnosti sa vremenima (komadnim) obrade, oznakama mašina i količinama mašina. Odavde se zatim crpe podaci za tablicu pokrivanja prikazanu na slici 3. i tablicu kritičnih vremena događaja

$$T_j = f_j \cdot 10^4 \text{ sek} \quad (12)$$

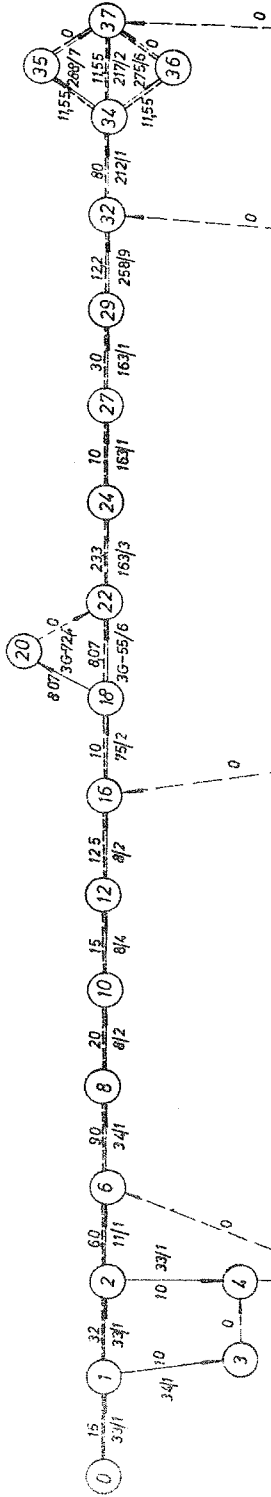
Ova tablica daje najduži mogući put od početnog do j-tog čvora a prikazana je na slici 4. Kritični putevi su dakle

^{x)} Fabrika čitav niz godina aktivno saradjuje sa Institutom finansirajući iz sopstvenih sredstava više naučno-istraživačkih projekata dok je u skorije vreme sklopljen i međjusobni Ugovor o poslovno-tehničkoj saradnji.

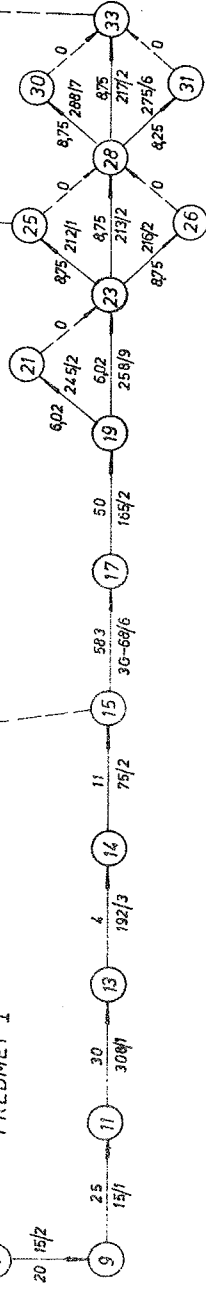
Redni broj aktivnosti	Početni događaj	Završni događaj	Namena aktivnosti	Trajanje aktivnosti [10 ⁴ sek]
1	0	1	sečenje drške za M10	15
2	1	2	sečenje navojnog dela za M10	32
3	1	3	struganje drške pre zav. za M10	10
4	2	4	struganje nav. dela pre zav. za M10	60
5	4	5	poravnavanje i zabušivanje za M10	90
6	5	6	struganje nav. dela za M10	20
7	6	7	struganje drške za M10	15
8	7	8	struganje ulaznog dela za M10	17,5
9	8	9	glodanje četvrtke za M10	20
10	9	10	glodanje žljebova za M10	8,07
11	9	11		8,07
12	11	12	brušenje drške za M10	23,3
13	12	13	brušenje kalib. dela za M10	40
14	13	14	brušenje ulaznog dela za M10	30
15	14	15	brušenje navoja za M10	122
16	15	16	podbrusivanje za M10	80
17	16	17		210
18	16	18	oštrenje sa podelom za M10	135
19	16	19		210
20	2	20	sečenje iz šipke za M4	10
21	20	21	struganje šiljaka za M4	24
22	21	22	struganje nav. dela za M4	25
23	22	23	struganje drške za M4	20
24	23	24	struganje ulaz. dela za M4	25
25	24	25	brušenje šiljaka za M4	30
26	25	26	predbrušenje drške za M4	4
27	26	27	glodanje četvrtke za M4	11
28	27	28	glodanje žljebova za M4	583
29	28	29	brušenje ulaz. dela za M4	50
30	29	30		602
31	29	31	brušenje navoja za M4	602
32	31	32		8,75
33	31	33	podbrusivanje za M4	8,75
34	31	34		8,75
35	34	35		8,25
36	34	36	oštrenje sa podelom za M4	8,25
37	34	37		8,25

sl.1

PREDMET II

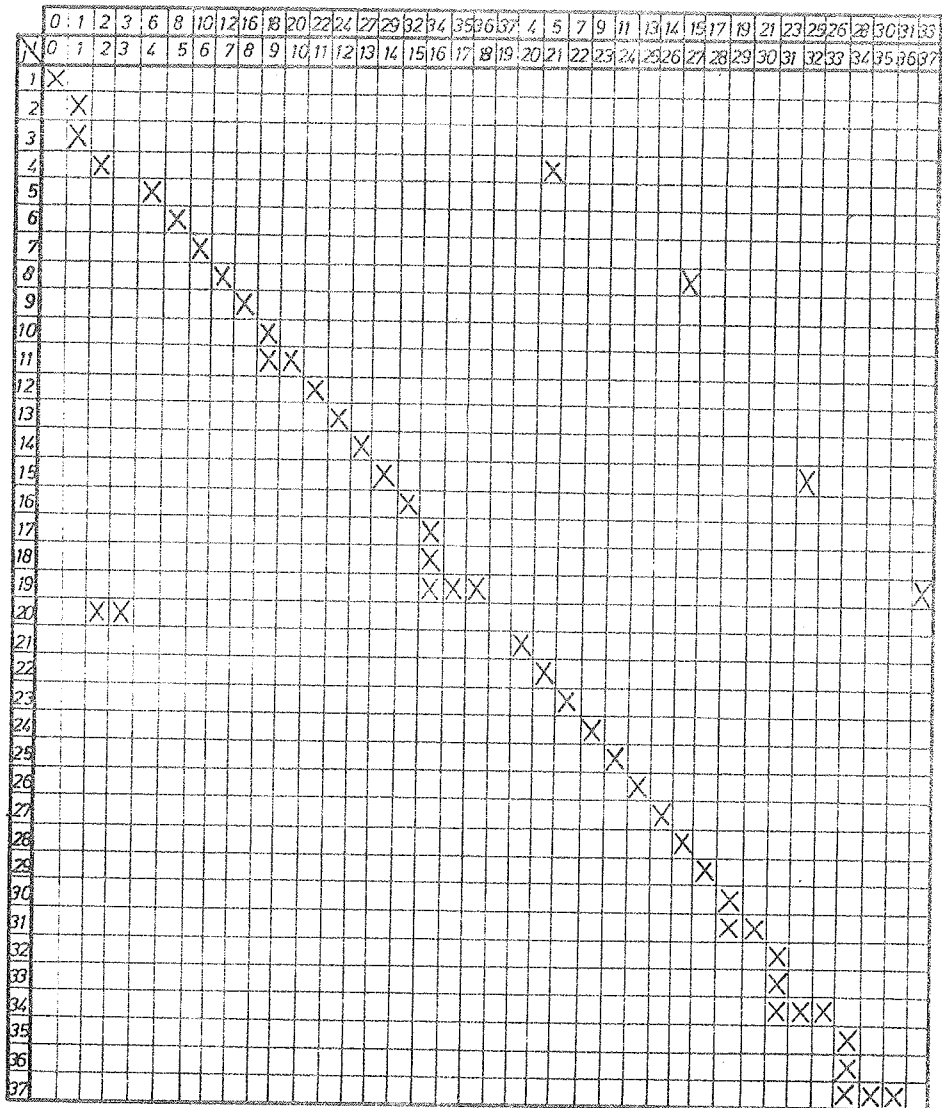


PREDMET I



1. 8. 1. 7

sl.2



j	i / t_{ij}	$f_j = \max(f_i + t_{ij})$ $i \neq j$	i_{max}
0	—	0	—
1	0/15	15	0
2	1/32	47	1
3	1/10	25	1
4	3/0 2/10	57	2
5	4/24	82	4
6	5/0 2/60	107	2
7	5/25	107	5
8	6/90	197	6
9	7/20	126	7
10	8/20	217	8
11	9/25	151	9
12	10/15	232	10
13	11/30	181	11
14	13/4	185	13
15	14/11	196	14
16	12/125 15/0	244,5	12
17	15/583	201,83	15
18	16/10	254,5	16
19	17/50	240,83	17
20	18/807	262,57	18
21	19/602	246,85	19
22	18/807 20/0	262,57	18, 20
23	21/0 19/602	246,85	21, 19
24	22/23,3	285,87	22
25	23/8,75	255,60	23
26	23/8,75	255,6	23
27	24/10	295,87	24
28	25/0 23/8,75 26/0	255,60	25, 23, 26
29	27/30	325,87	27
30	28/8,25	263,85	28
31	28/8,25	263,85	28
32	25/0 29/122	338,07	29
33	30/0 28/8,75 31/0	263,87	30, 28, 31
34	32/60	418,07	32
35	34/11,55	429,62	34
36	34/11,55	429,62	34
37	34/11,55 35/0 36/0 33/0	429,62	34, 35, 36

i	j/t_{ij}	$\mu_i = \max_{j \neq i} (f_j + t_{ij})$	(1) $T_i = f_{37} - \mu_i$
0	1/15	429,62	0
1	3/10 2/32	414,62	15
2	4/10 6/60	382,62	47
3	4/0	346,62	83
4	5/24	346,62	83
5	6/0 7/25	322,62	107
6	8/90	322,62	107
7	9/20	275,12	154,50
8	10/20	232,62	197
9	11/25	255,12	174,50
10	12/15	212,62	217
11	13/30	230,12	199,50
12	16/125	197,62	232
13	14/4	200,12	229,50
14	15/11	196,12	233,50
15	16/0 17/5,83	185,12	244,50
16	18/10	185,12	244,50
17	19/50	156,32	273,30
18	20/8,07 22/8,07	175,12	254,50
19	21/6,02 23/6,02	106,32	323,30
20	22/0	167,05	262,57
21	23/0	100,30	329,32
22	24/23,3	167,05	262,57
23	25/8,75 26/8,75 28/8,75	100,30	329,32
24	27/10	143,75	285,87
25	28/0 32/0	91,55	338,07
26	28/0	8,75	420,87
27	29/30	133,75	295,87
28	30/8,75 31/8,75 33/8,75	8,75	420,87
29	32/122	103,75	325,87
30	33/0	0	429,62
31	33/0	0	429,62
32	34/80	91,55	338,07
33	37/0	0	429,62
34	35/11,55 36/11,55 37/11,55	11,55	418,07
35	37/0	0	429,62
36	37/0	0	429,62
37	—	0	429,62

Aktivnosti		Trajanje aktivnosti/ t_{ij} [10 ³ sek]	Najranije vreme		Najkasnije vreme		Rezerve vremena		
Početni događaj	Završni događaj		početak $T_i^{(0)}$	kraj $T_j^{(0)} + t_{ij}$	početak $T_j^{(1)} - t_{ij}$	kraj $T_j^{(1)}$	puna $T_j^{(0)} - T_i^{(0)} - t_{ij}$	slobodna $T_j^{(0)} - T_i^{(0)} - t_{ij}$	nezavisna $\max[0, T_j^{(0)} - T_i^{(1)}]$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	15	0	15	0	15	0	0	0
1	2	32	15	47	15	47	0	0	0
1	3	10	15	25	73	83	58	0	0
2	4	10	47	57	73	83	26	0	0
2	5	60	47	107	47	107	0	0	0
3	4	0	25	25	83	83	58	32	0
4	5	24	57	81	83	107	26	0	0
5	6	0	81	81	107	107	26	26	0
5	7	25	81	107	129,50	154,50	48,50	1	0
6	8	90	107	197	107	197	0	0	0
7	9	20	107	126	154,50	174,50	38,50	0	0
8	10	20	197	217	197	217	0	0	0
9	11	25	126	151	174,50	199,50	48,50	0	0
10	12	15	217	232	217	232	0	0	0
11	13	30	151	181	199,50	229,50	48,50	0	0
12	16	12,5	232	244,5	232	244,5	0	0	0
13	14	4	181	185	229,50	233,50	48,50	0	0
14	15	11	185	196	233,50	244,50	48,50	0	0
15	16	0	196	196	244,50	244,50	48,50	485	0
15	17	5,83	196	201,83	267,47	273,30	71,47	0	0
16	18	10	244,5	254,5	244,50	254,50	0	0	0
17	19	50	201,83	240,83	273,30	323,30	82,47	0	0
18	20	807	254,5	262,57	254,50	262,57	0	0	0
18	22	807	254,5	262,57	254,50	262,57	0	0	0

19	21	602	240,83	246,85	323,30	329,32	82,47	0	0
19	23	602	240,83	246,85	323,30	329,32	82,47	0	0
20	22	0	262,57	262,57	262,57	262,57	0	0	0
21	23	0	246,85	246,85	329,32	329,32	82,47	0	0
22	24	233	262,57	265,87	262,57	265,87	0	0	0
23	25	875	246,85	255,50	329,32	336,07	82,57	0	0
23	26	875	246,85	255,50	412,12	420,87	165,37	0,10	0
23	28	875	246,85	255,50	412,12	420,87	165,37	0,10	0
24	27	10	265,87	295,87	285,87	295,87	0	0	0
25	28	0	255,60	255,60	420,87	420,87	165,27	0	0
25	32	0	255,60	255,60	338,07	338,07	82,47	82,47	0
26	28	0	255,60	255,60	420,87	420,87	165,27	0	0
27	29	30	295,87	325,87	295,87	325,87	0	0	0
28	30	825	255,60	263,85	420,87	429,62	164,77	0	0
28	31	825	255,60	263,85	420,87	429,62	164,77	0	0
28	33	825	255,60	263,85	420,87	429,62	165,77	0	0
29	32	122	325,87	338,07	325,87	338,07	0	0	0
30	33	0	263,85	263,85	429,62	429,62	164,77	0	0
31	33	0	263,85	263,85	429,62	429,62	165,77	0	0
32	34	80	338,07	418,07	338,07	418,07	0	0	0
33	37	0	263,85	263,85	429,62	429,62	165,77	165,75	0
34	35	1155	418,07	429,62	418,07	429,62	0	0	0
34	36	1155	418,07	429,62	418,07	429,62	0	0	0
34	37	1155	418,07	429,62	418,07	429,62	0	0	0
35	37	0	429,62	429,62	429,62	429,62	0	0	0
36	37	0	429,62	429,62	429,62	429,62	0	0	0

sl.7

$$\begin{aligned}L_1 &= (0, 1, 2, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 22, 24, 27, 29, 32, 34, 37) \\L_2 &= (0, 1, 2, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 22, 24, 27, 29, 32, 35, 37) \\L_3 &= (0, 1, 2, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 22, 24, 27, 29, 32, 36, 37) \\L_4 &= (0, 1, 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 22, 24, 27, 29, 32, 34, 37) \\L_5 &= (0, 1, 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 22, 24, 27, 29, 32, 35, 37) \\L_6 &= (0, 1, 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 22, 24, 27, 29, 32, 36, 37)\end{aligned}$$

Zatim se izračunavaju maksimalna vremena nastupanja događaja što je prikazano tablicom na slici 5. Ovde se uočava najkasnije moguće vreme za početak j-tog događaja.

Kritičan put za seriju predmeta II, najkraće moguće vreme završetka obrade mašinskih ureznika M10, jeste dakle

$$L_{kr}^{II} = L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_6 = 429,62 \cdot 10^4 \text{ sek.}$$

Kritičan put za seriju predmeta I, najkraće moguće vreme završetka obrade mašinskih ureznika M4, jeste analogno gornjem

$$L_{kr}^I = 263,87 \cdot 10^4 \text{ sek.}$$

Kritičan put obrade obe serije predmeta I i II odnosi se na put $L_{kr}^{I,II}$ (ucrtan debelom isprekidanom linijom na mrežnom modelu) pa je dakle

$$L_{kr}^{I,II} = 429,62 \cdot 10^4 \text{ sek}$$

što iznosi oko 49 radna dana (u tri smene) i 17 časova.

Na kraju su date i proračunate rezerve vremena aktivnosti, prikazane tablicama na slici 6. i slici 7., koje omogućavaju racionalnije uklapanje rezervi vremena pojedinih mašina za ostale zadatke iz proizvodnog programa Fabrike.

6. Zaključak

Klasični postupci upravljanja tehnološkim procesom su već uveliko poznati. Postupak mrežnog modeliranja, primenom PERT metode, otkriva nove mogućnosti primenljive za procese obrade rezanjem. Formiranje mrežnog modela daje mogućnost za optimizaciju procesa, a popunjavanjem tablice pokrivanja tnatno se olakšava postupak izračunavanja. U obimnijim i složenijim zadacima može se koristiti i elektronska računaska mašina.

7. Literatura

[1] Bellman, R., Dynamic Programming, Princeton University

- Press, Princeton University Press, Princeton (1957)
- [2] Bellman, R., On a Routing Problem, Quaterly of Applied Mathematics, 16 (1958) 1
 - [3] PERT Cost, Systems Design, DOD and NASA Guide (1962)
 - [4] Berge, C., Theorie des graphes et ses aplications, Dunod, Paris (1963)
 - [5] Manne, A.S., Markowitz, H.M., Studies in Process Analysis, John Wiley and Sons, New York (1963)
 - [6] Latterner, C.G., Dresdener, D.M., Spiech, J.A., Usian, G.M., A Programmed Introduction to Program Evaluation and Review Technique, John Wiley and Sons, New York (1963)
 - [7] Šolaja, V., Tehnološki sistemi, Savez studenata Masinskog fakulteta (1964)
 - [8] Chorafas, D.N., Systems and Simulation, Academic Press, London (1965)
 - [9] Zuhovickij, S.I., Radčik, I.A., Matematičeskie metody setevogo planirovanija, Nauka, Moskva (1965)
 - [10] Abramov, S.A., Marinikev, M.I., Poljakov, P.D., Setevye metody planirovanija i upravljenja, Sovjetskoje radio Moskva (1965)
 - [11] Barsuk, V.A., Gubin, N.M., Matematičeskie metody planirovanija i upravljenja v hozjajstve svjazi, Svjaz', Moskva (1966)
 - [12] Razu, M.L., Kiselev, R.P., Egorov, M.B., Primenenie sistemy setevogo planirovanija i upravljenja v proektnom dele, Vypusk 1 i 2, Ekonomika, Moskva (1966)
 - [13] Syroezin, I., Matematika setevyh planov, Ekonomika, Moskva (1967)
 - [14] Popović, B., Matematičke metode za proračun faktora obrade u tehnološkim postupcima, Mašinstvo 16(1967) M 237
 - [15] Zarić, S., Automatizacija proizvodnje, Zavod za izdavanje udžbenika SRS, Beograd (1968)
 - [16] Golenko, D.I., Statističeskie metody setevogo planirovanija i upravljenja, Nauka, Moskva (1968)
 - [17] Martinović, M., Stefanović, D., Tehnika mrežnog planiranja, Institut za organizaciju rada i automatizaciju poslovanja, Beograd (1968)
 - [18] Kovačević, V., Primena mrežnih modela na planiranje i upravljanje borbenim dejstvima, Magistarski rad, Elektrotehnički fakultet, Beograd (1969)

B. Popović, V. Kovačević

NETZPLAN-MODELL DES TECHNOLOGISCHEN PROZESSES

Das technologische Prozess des Zerspanens kann, aufgrund der Theorie der Netzplan-Modellierung, durch quantitativen Kriterien der Optimierung von gesamter Bearbeitungszeit des Erzeugnisses untergezogen werden. Durch Verwendung einer eigenen Überdeckungstabelle bei der Analyse des Netzplan-Modells wird ein Beispiel mit dem Lösungsalgorithmus gegeben.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

V. B. Š o l a j a ^{x)}

NEKE SPECIFIČNOSTI TEHNOLOŠKE ORGANIZACIJE U METALSKOJ INDUSTRIJI ZASNOVANE NA KONCEPTU GRUPNE OBRADU ^{xx)}

Metoda grupne obrade (tehnologije), iskazana od strane sovjetskih klasika [1] kao značajna tehnološko-organizacijska disciplina koja omogućava prodor postupaka velikoserijske i masovne u maloserijsku, pa i pojedinačnu proizvodnju, doživljava u toku poslednjih petnaestak godina niz praktičnih aplikacija i provera u različitim zemljama sveta, a predstavlja i mahom kontroverzan predmet mnogih nacionalnih i međunarodnih savetovanja i seminara. Primera radi, Švedska asocijacija metaloprerađivačke industrije se nedavno [2] saglasila da je grupna tehnologija tehnika koja omogućava kodiranje i klasifikovanje individualnih komponenti u familije, sa osnovom na sličnosti oblika, veličine, materijala i stepena tačnosti, a sa ciljem da se pojednostavi i sistematizuje lanac aktivnosti od inicijalne konstrukcije do plasiranja proizvoda na tržištu.

Čini se, međjutim, da je celishodno dalje proširiti uobičajene definicije, s obzirom na potencijalne mogućnosti da se osnovne ideje ukomponuju u metodologiju rešavanja problema uopšte. Stoga je umereno pomenuti koncept koji je autor izneo na I međunarodnom seminaru grupne tehnologije prošle jeseni u Torinu [3], i koji je potom bio uzet kao uvod u jedno saopštenje pred Institucijom britanskih proizvodnih inženjera [4]: "Grupna tehnologija je proizvod shvatanja da mnogi problemi sadrže niz sličnosti, i da je grupisanjem sličnih problema moguće na-

^{x)} Vladimir B. Šolaja, dipl. ing., red. profesor Mašinskog fakulteta, direktor Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27 marta 80

^{xx)} Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

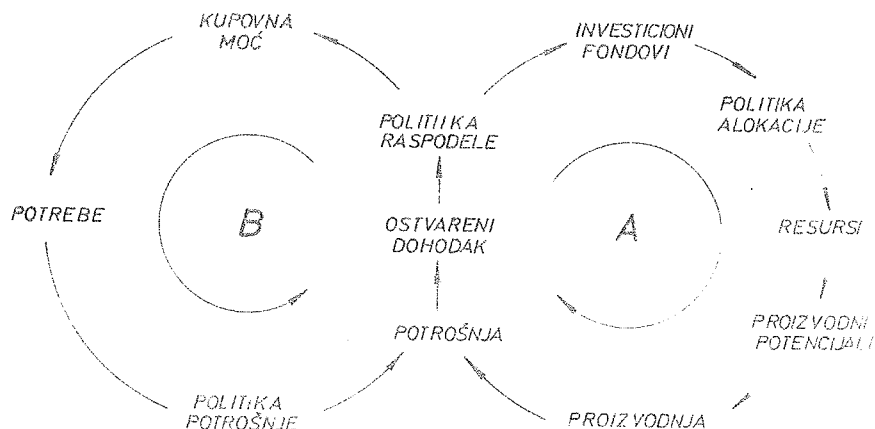
ći zajedničko rešenje, štedeći na taj način vreme i napor" x). Cilj ovog napisa nije, međutim, da traga za definicijama koje bi moguće bile još adekvatnije, niti da iznesi neke konkretne rezultate: povezujući se, međutim, sa informacijama koje su za Savetovanje pripremili saradnici Instituta za alatne mašine i alate, i kroz njih osvetlili deo institutske aktivnosti u domenu tehnologije i tehnološke organizacije, pokušava se nekolikim, proizvoljno izabranim pitanjima posvetiti pažnja, imajući pritom u vidu vladajuće kontroverze.

Sa stanovišta iskazanih polaznih pozicija čini se razumnim, u kompleksu tehnološke prakse, shvaćene kao deo šireg poslovnog i društvenoekonomskog sistema, i inspirisane konceptom grupnog rešavanja relevantnih problema, postaviti pitanje o mogućnostima primenjenog metoda kao aktivnog elementa tržišne strategije. Uprkos očekivanim, i višekratno proverenim povoljnim efektima u pogledu elastičnog prilagođavanja proizvodnje tržišnim uslovima, ograničenje na ovaj teren može biti ocenjeno kao pasivna, odbrambena uloga grupne tehnologije.

U nizu verovatnih pristupa postavljenom pitanju podesno je poći od koncepta poslovnog sistema koji je razvio J.W. Forrester i koristio ga u svom nedavnom saopštenju M. Rajkov [6]: ukoliko on predstavlja kompleksnu organizaciju i funkcionisanje različitih stanja i tokova upravljanih povratnim dejstvom spregnutih kola, moguće je dinamički društvenoekonomski sistem u procesima proširene reprodukcije prikazati modelom na slici 1. U njegovoj su strukturi dominantna dva spregnuta zatvorena pozitivna kola s povratnim dejstvom, pri čemu se u svakom od njih formira priraštaj u sistemu, koji utiče na ponašanje zajedničkih elemenata. Ne ulazeći u šire analize na koje navodi

x) Uz ovu definiciju može biti od interesa ukazati na upravo prokomentarisani model [5] cikličkog rasterećivanja kritičkih nagomilavanja na društveno-istorijskom uzlaznom putu (pronalazak štampe - rasterećenje memorije, tehnička revolucija - rasterećenje živog rada, kompjuteri - dalje rasterećenje umnog i fizičkog rada), pri čemu se oslobadja kreativna ljudska potencija za prodore u nove i za ubrzano napredovanje - sve do postizanja narednog nagomilavanja.

ovaj agregatirani model, ističe se da su u svetlu sprovedenih istraživanja u Institutu, svi elementi desnog kola u znatnoj meri povoljno uplivisani intervencijama koje omogućuje uspostavljena grupnotehnološka praksa, posebno ukoliko su u pitanju kompleksniji poslovni sistemi, na nivou grupe proizvodnih organizacija ili širih industrijskih agregata.



Slika 1.

Naredna dilema, spregnuta u određenoj meri i sa prethodnim modelom, koju bi valjalo prokomentarisati predstavlja izazov posebne vrste, pošto baca u sumnju progresivnost samog koncepta grupne obrade: većina primera iz tekuće prakse, a posebno iz literature i iznošenih na različitim skupovima odnosi se na primenu mašinskog parka relativno niskog stepena mehanizacije. Ovo otvara put stavljanja grupne tehnologije u red intermedijarnih tehnologija, podesnih za industrijski nerazvijene zemlje, ali ne i za sredine najnaprednije tehnike i tehnologije. U slučaju ispravnosti postuliranog gledišta, orijentacija na grupnu tehnologiju kao izabranu varijantu u odnosu na druge prisutne i potencijalne pravce razvoja mogla bi u ne tako dalekoj budućnosti da se pokaže kao neobično pogibeljna stranputica.

Dramatična situacija koja kao predikcija proističe iz ovako iskazanog stava zahteva, međutim, određena dopunska objašnjenja. Grupna tehnologija kao organizacijska kategorija, pre sve-

ga, ne predodređuje sama po sebi nivo tehnike, pošto je tu neophodno i uvažavanje niza dopunskih tehnno-ekonomskih parametara. Pritom prisutna mogućnost da se, pri različitom nivou pratećeg efekta proizvodna problematika rešava istom ili klasičnom tehnikom višeg stepena mehanizacije (na primer, revolverski umesto univerzalnih strugova, mehanizovani grupni pribori isl.), bez primene najprogresivnijih sredstava sadašnjosti ili onih koja se kao revolucionarna mogu očekivati u budućnosti, predstavlja određeni rizik u pogledu tehničkog zaostajanja. Ova opasnost, međjutim, preti samo u sredinama nedovoljno uključenim u dinamička svetska kretanja, i pri nedostatku ili nedovoljnosti sopstvenog istraživačko-razvojnog udela na frontu svetuskog tehnološkog napredovanja. Prema tome, koncept grupnog rešavanja problema ne mora biti nužno u suprotnosti sa progresivnim razvojnim tendencijama u domenu proizvodne tehnike, iako pritom valja istaći da može na poseban način da utiče na specifičnosti usmeravanja pristupa agregatiranju i koncentraciji elementarnih i tehnoloških operacija, numeričkog i adaptivnog upravljanja i programiranja, obradnih centara i višepredmetnih transfer linija, ili na generisanje potpuno novih koncepata u organizaciji, upravljanju i tehnici obradnih sistema.

Uz određenu naklonjenost iskazanom shvatanju i sa činjenicom u vidu da je po svim definicijama osnova u grupnotehnološkom organizovanju neke delatnosti grupisanje članova date populacije po ustanovljenim kriterijumima sličnosti ^{x)}, moguće je kao prirodan preduslov sa prevodjenje neorganizovanog u organizovani, grupisani, skup pretpostaviti mehanizam podesnog klasifikacijskog, šire posmatrano informacijskog sistema. Pritom u načelu heterogenost skupa (na primer, mašinski delovi samo

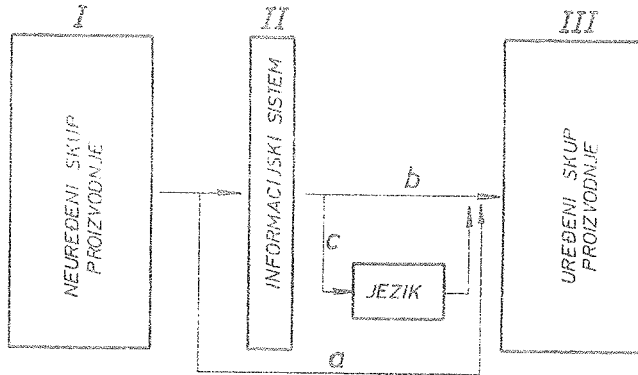
x) U želji oslobadjanja od isključivog asociiranja grupne tehnologije sa mašinskom obradom metalske industrije iznosi se primer izrade serije sličnih pisama u nekoj administrativnoj službi, sa svim elementima pripreme i ekspedicije, u čemu se, bez insistiranja na analogijama sa, recimo, proizvodnjom kućišta, mogu naći izraziti elementi grupnotehnološkog pristupa, u čestu veoma kompleksnom vidu, ili primer izrade pregleda neke uže naučne ili stručne problematike korišćenjem informacijskog sistema izvoda originalnih dokumenata sredjenih posredstvom U. D. klasifikacije.

sa svojim geometrijskim, ili i sa tehnološkim parametrima, bez ili sa tehnološkom opremom, zgradama itd.), krajnji ciljevi intervencije (na primer, lakše snalaženje u neuredjenom mnoštvu, povišenje stepena tipizacije i naslednosti konstrukcija, odluke o sopstvenoj proizvodnji u odnosu na kooperaciju, bolje iskorišćenje postojećih kapaciteta, planiranje nove, unapredjene tehnike i organizacije poslovanja itd.) ili drugi mogućni razlozi (na primer, želja za optimiranjem poslovanja jednog proizvodnog pogona, asocijacije ili šire granske grupacije u izdvojenim ili kompleksnim funkcijama, sredstva obrade informacija na raspolaganju ili u perspektivi prinavljanja, sadašnja i anticipirana pozicija na tržištu itd.) utiču na karakteristike prihvaćenog informacijskog sistema.

Bez raščlanjivanja sugerisane ideje, moguće je istaći niz tekućih dilema u pogledu informacijskih sistema, pri čemu je, samo primera radi, pomenuti Seminar [3] doneo prevagu shvatanju o kompromisnom sistemu koji će, uz dovoljnu univerzalnost sa zajedničkim "jezikom" unutar šire grupacije, posedovati dovoljnu elastičnost za prilagođavanje specifičnosti svakog preduzeća ili pogona ponaosob. Ne pledirajući za apsolutnu optimalnost ovog stava, delimični prikazi pripremljeni za Savetovanje od strane saradnika Instituta (R. Korićanac, Ž. Maričić, B. Markov, M. Marković, S. Urošević) pokazuju da je on bio akceptiran u višegodišnjem razvoju informacijskog sistema IAMA^x). Dalje karakteristike su da je reč o dinamički u svom razvojnom hodu koncipiranom sistemu, sa nizom međusobno spregnutih pod-sistema (konstrukcijski i tehnološki, zatim za tehnološku opremu, alate, materijal, zgrade itd.), sa težnjom ka znatnoj univerzalnosti uz primenu klasifikacijskog monokoda, prilagodjenog elektronskoj obradi podataka, pri čemu su ostvarene značajne mogućnosti za donošenje operativnih i programskih odluka na različitim nivoima upravljanja.

x) Može se ukazati na postupnost sazrevanja relevantnih ideja u Institutu, pri čemu su pre gotovo tri godine formulisane osnove [7] doživele znatna unapredjenja [8], praktičnu aplikaciju u nizu projekata izvedenih za pojedina preduzeća i grupacije u metalnom kompleksu, a takodje i odredjenu međunarodnu verifikaciju [9].

Na pojednostavljenoj blok shemi 2 indicirana su tri moguća me-



Slika 2.

hanizma transformisanja neuredjenog u uredjeni skup proizvodnje: a - bez prethodno uspostavljenog informacijskog sistema, b - posredstvom informacijskog sistema, i c - posredstvom posebnog "jezika" umetnutog izmedju informacijskog sistema i krajnjeg cilja.

U pogledu direktnog puta a, može se kao primer navesti analiza toka proizvodnje (Production Flow Analysis) koju predlaže Prof. J. L. Burbidge [10]. Polazi se pritom od pretpostavke da je grupisanje proizvodnje po tehnološki sličnim postupcima već prisutno u svakom proizvodnom pogonu, te da je stoga moguće svrstati u, prema predloženoj terminologiji, grupe alatnih mašina i familije delova na osnovu informacija iz tehnološke dokumentacije. Ideja se uočava na primeru u dva pregledu na slici 3, pri čemu se pretpostavlja da se izvođenjem postupka u tri faze (razvrstavanje opreme po pogonima, grupa i familija na način iznet u grafičkom prilogu 3 i operacija unutar grupa) i bez prethodnih opsežnijih priprema - i ulaganja - mogu koristiti efekti grupne obrade.

Dok se pri b pretpostavlja kompatibilnost iskaza i korišćene strukture informacijskog sistema sa zahtevima uredjenog skupa proizvodnje, kod c je nužno dopunsko prilagodjavanje informacijskog sistema uslovima primene.

SI.3-Princip analize toka proizvodnje

(1) Originalni pregled

MAŠINA	D		E		L		O		V		I																																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35												
a	+																			+			+		+																						
b		+																																													
c			+																																												
d				+								+	+																																		
e																																															
h																																															
g																																															
h																																															
g	+	+	+																																												
h	+	+	+																																												
i																																															
j																																															
h																																															
l																																															
m																																															
n																																															
o																																															
p																																															
q	+	+	+																																												
r	+																																														
s																																															
t																																															

(2) Pregled po razvrstavanju

MAŠINA	D		E		L		O		V		I																																						
	2	12	13	24	31	7	10	18	1	3	5	15	17	20	23	25	29	4	6	9	11	21	28	35	30	32	33	8	14	19	22	26	16	34															
b	+	+	+	+	+	+	+	+																																									
d	+	+	+	+	+	+	+																																										
m	+	+	+	+																																													
n	+	+	+	+	+	+	+	+																																									
r	+	+	+	+	+	+	+																																										
a									+	+																																							
c									+	+	+	+	+	+	+																																		
g									+	+	+	+	+	+	+	+																																	
h									+	+	+	+	+	+	+	+																																	
q									+	+	+	+	+	+	+	+																																	
k																																																	
l																																																	
o																																																	
p																																																	
s																																																	
t																																																	
e																																																	
f																																																	
i																																																	
j																																																	

Iako analiza toka proizvodnje može - respektujući minimalne pripreme i preliminarne troškove - da predstavlja privlačan start pri nesazreloj rešenosti za kapitalnije intervencije, čini se da bez postojanja nekih suprotnih dokaza ne bi mogla da bude podesna alternativa za kompleksniji, i samim tim i skuplji, pristup preko ustanovljenog informacijskog sistema. Tendencija metode je, nadalje, da se konzerviše postojeći tehnološki nivo, a sem toga, u praktičnim uslovima većeg broja - na primer, nekoliko hiljada - delova postupak prelaza, prema slici 3, od originalnog pregleda na pregled posle izvršenog razvrstavanja postaje, bez podesno razvijene primene računara, preterano zame-tan. Bilo je, međjutim, pretpostavljeno [3], za sada bez dokaza, da bi postupak analize toka proizvodnje mogao biti ukompo-novan u dijagnosticiranje i prethodne analize poslovno-tehnološkog nivoa neke organizacije i njenih pogona.

U druge dve alternative se može uočiti potreba dinamičkog odlučivanja u desnom delu sheme 2, koje dovodi do varijante b ili c.

Pridaje li se primarni značaj mogućnosti da se preko informacijskog sistema na relativno jednostavan način pripremi skup kompleksnih članova, puna kompatibilnost sa zahtevima proizvodnje ne mora nužno biti obezbeđena, te po potrebi valja uvesti dopunski jezik na putu c. Poslednje će biti, na primer, slučaj kada se proizvodnja izvodi na obradnim sistemima visokog nivoa upravljanja, korišćenjem odgovarajućih programskih jezika (APT, EXAPT, ADAPT, REMAPT, PRONTO itd.) i kompjutera. Treba, međjutim, istaći da u Institutu sistematski unapredjivani postupak tzv. "hipotetičkih proizvodnih linija", kombinovan sa podesnom primenom računara, i uz kontinualno prilagodjavanje i usavršavanje informacijskog sistema, može da za sadašnje jugoslovenske uslove, i za tehnološki nivo anticipiran za skoro budućnost, predstavlja značajno orudje za efikasno povišenje tehn-ekonomskih parametara malo- i srednjeseerijske proizvodnje naše metalske industrije po varijanti b, uz verovatnoću da se po potrebi prelazi i na varijantu c.

Ukoliko se, međjutim, težišni značaj pridaje isključivo krajnjim zahtevima visokog nivoa upravljanja, nužno je informacij-

ski sistem maksimalno podrediti ovom cilju, što, međutim, po varijanti b može dovesti do određenih poteškoća kada je reč o velikim populacijama (na primer, program proizvodnje u okviru većih integracija ili grana).

Bez za sada definitivnijih iskaza, moguće je pretpostaviti da će ocrтана problematika predstavljati jednu od strateških linija daljeg napredovanja, dok se u nizu novijih informacija može ukazati na prikaz grupnog programiranja numerički upravljanih mašina za familije tehnološki sličnih delova u kompaniji General Electric u SAD [11] .

Literatura

- [1] S. P. Mitrofanov, Naučni temelji grupne tehnologije, Privreda, Zagreb (1965)
- [2] N. Farquhar, Göteborg, Švedska, privatna komunikacija (1969)
- [3] V. Šolaja, Jedan pogled na I Medjunarodni seminar grupne tehnologije, Saopštenja IAMA, 10 (1969) 1507
- [4] F. R. E. Durie, A Survey of Group Technology and Its Potential for Users in the UK, The Inst. Prod. Engs., London, Preprint (1969)
- [5] M. Cary, The Problems Arising from Specialization, The Chartered Mech. Eng., London, 17 (1970) 2
- [6] M. Rajkov, Tržište i preduzeće kao sistem, III Medjunarod. simpozijum o mehanizac. i automat. obrade pod., Zagreb (1969)
- [7] S. M. Urošević, Tipska i grupna tehnologija u metalnoj industriji, Priručnici IAMA, 1 (1967)
- [8] Grupa autora, Projekat informacionog sistema i tehnološke organizacije integrisane funkcije proizvodnje i prometa alata, Elaborat 109/69, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1969)
- [9] V. B. Šolaja, S. M. Urošević, Optimization of Group Technology Lines by Methods Developed in the Institute for Machine Tools and Tooling in Beograd, 1st Group Technology Seminar, Int. Centre for Adv. Techn. and Vocat. Training, Turin, Italy (1969); Saopštenja IAMA, 10 (1969) 1487
- [10] J. L. Burbidge, Production Flow Analysis, 1st Group Technology Seminar, Int. Centre for Adv. Techn. and Vocat. Training, Turin, Italy (1969)
- [11] Ch. Hayner, New Route to NC Productivity: Family Programming, Metalworking Economics, 25(1969) br.11, str.61

V. B. Šolaja

Some Particularities of the Technological Organization in
Metalworking Industries Based Upon the Group Technology
(G. T.) Concept

The universal nature of the G.T. concept is being introduced by quoting the author's definition accepted recently by Mr. F. R. E. Durie [4] : "G.T. is the realisation that many problems are similar and that, by grouping similar problems, a single solution can be found to a set of problems thus saving time and effort". In this more general context a few topics associated with the ideas with in the Institute for Machine Tools and Tooling in Beograd have been discussed, including the active role G.T. may play in market strategy, G.T. and the status of industrial development, as well as the importance of the complex ; information system developed in the Institute for Yugoslav metalworking industries and its possible correlation with the modern techniques of production control.

SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, CPACIJA, 1970.

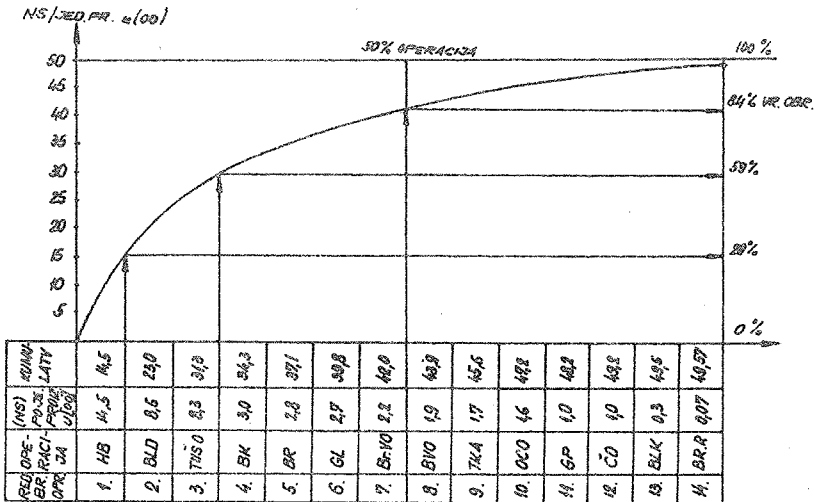
I. KENDJEL

PRINJATANJE U PROIZVODNU KONTROLNU UPRAVLJANJE
HORIZONTALNE BUŠENJE - NO - STROJA

I. PRIPREMA ZA UVODJENJE I EKSPLOATACIJU NO STROJA ZA
HORIZONTALNO BUŠENJE - GLODANJE

1. Potrebe za operacijom horizontalno bušenje u tvornici
alatnih strojeva "PRVONAJSKA" - ZAGREB

Grafički prikaz na sl.1. prikazuje u postojećim uslovima
proizvodnje alatnih strojeva (kapitalnih dijelova)
zastupljenost pojedinih operacija u jedinici ukupnog proi-
zvođe proizvodnog asortimana u norma-
cijama 1:1000000
(1) potrebnog jedinичnog vremena za obradu.



Sl. 1.
PRIKAZ ZASTUPLJENOSTI POJEDINIH OPERACIJA

x) Ivan Kendjel, dipl.ing., Šef Centra za numeričku obradu
u tvornici alatnih strojeva "Prvonajska", Zagreb,
Bistričak, B.5.

Prvih sedam operacija čini 50% od ukupnih operacija, a to je istovremeno 84% ukupnih jediničnih vremena potrebnih za obradu.

Visoka zastupljenost malog broja operacija kao što se iz sl. 1 vidi, horizontalno bušenje (HB), dugoobno planiranje (HED), bušenje (prečanje DUŠ), ukazuje na važnost navedenih konstantnih izučavanja i usavršavanja, kod projektiranja tehnoloških procesa obrade sa jedne strane, a proizvodnog stroja za obradu sa druge strane. Izrazito visoku zastupljenost tj. 29% ukupnih jediničnih vremena sadrži samo operacija HB, pa je i težište za rješavanje te operacije ušlo u prvi plan.

3. Neki od rasloca za investiranje u NC-HB-stroj.

Numerički programirane horizontalne bušilice dobro se uklapaju u maloserijsku proizvodnju kapitalnih dijelova alatnih strojeva koji se lansiraju u manjim količinama (5 do 50 kom.) i češće u toku proizvodne godine.

- a) Numerički programirani strojevi humaniziraju rad radnika, koji sve više postaje kontrolor procesa rada stroja. Kvalitet izradaka ovisi o NC-stroju, a produktivnost raste, ali ne na račun povišenog napora radnika tj. njegovog izuzetnog zalaganja i dugogodišnjeg iskustva.
- b) Kvalitet izradaka jednako se ponavlja od dijela do dijela u seriji i između serija tokom godine (on ovisi o karakteristikama materijala izradka - njegovu stupnju zamirenosti prije operacije NC-HB), a ne toliko od strojne obrade u klasi tačnosti za koju je NC-HB stroj građen.
- c) Možnost skraćivanja vremenskog ciklusa od momenta ugovaranja proizvoda, do isporuke istog kupcu, potrebno je u našim uslovima privredjivanja znatno smanjiti. Upravo to znači da se izradci ne mogu opremiti u toku proizvodnje kompliciranim napravama, alatima, šablonama i mjernim

uređjajima, jer izrađa istih iziskuje znatno produženje tog vremenskog ciklusa. NC-ME stroj zahtijeva samo ponegdje steznu podlogu je jednostavnog oblika ovisno o konfiguraciji izradaka i o tome on rješava ovaj problem.

- a) NC-ME stroj osigurava značajna korista kao: povećanje broja obradivih dijelova, koje se manifestiraju kroz: obilježavanje škrta u proizvodnji na toj operaciji, povećanju produktivnosti, skraćanju protoka proizvodnje, učtašava na opremanju izradaka u toku proizvodnje (kao što su: kalibrna, spec. alata, specij. mjerila), pripremanja alata za obradu na završnu mjeru izvan stroja, sigurno planiranje i održavanje rokove, znatno viša i sigurnija kvaliteta izradaka.

7. Maksimalne iskoristivost strojeva na normalno prihvatanje i funkcioniranje strojeva u eksploataciji

Prilikom investiranja u novi strojni park redovno se javlja, to instaliranju stroja u proizvodnu halu (kod nas i u svijetu), da stroj stoji od 3 do 15 mjeseci, ovisno o njegovoj specifičnosti tj. složenosti, a da pri tome ništa ne proizvodi.

Više potrebno naglašavati što to predstavlja za pojedinačnu radnu organizaciju, koja najčešće računa sa novom opremom od momenta instaliranja. U našem slučaju kod investiranja u NC-ME stroj željelo se istisati, što je više moguće najrenataktivniji put. U tu svrhu od momenta fiksnog ugovaranja (10 mjeseci prije isporuke) NC-stroja, obavlja se radni tim, koji je izvršio sve pripreme za instaliranje i normalno funkcioniranje strojeva u eksploataciji. Od momenta instaliranja do puštanja stroja u redovnu serijsku proizvodnju, planirano je predviđen najduži rok od oko 3 mjeseci.

7.1. Maximalna iskoristivost

Maximalna iskoristivost osigurava se izvršenjem svih potrebnih radova vezanih uz pripreme kao i u toku same eksploatacije. Maximalno predstavlja redoviti aktivnosti, njihova dužina određuje kao i određena licna za izvršenje.

Ova dinamiku moguće je prikazati u Metodi "CPM" tj. Metodom kritičnog puta.

3.1. Sistem izobrazbe kadrova

Sistem je osigurao usvajanje nužnih znanja iz svake predviđene aktivnosti, a zaskruženo se može prezentirati po pojedinim službama, te obuhvaća:

3.2.1. Konstrukcija

- sistem kotiranja
- sistem obilježavanja crteža
- tehnološkičnost konstrukcije
- odredjivanje baza

3.2.2. Tehnologija

- obilježavanje mjesta obrade
- radni plan
- plan alata
- skica stezanja
- program tabela
- perforirana programska traka

3.2.3. Planiranje

- fino dnevno planiranje
- praćenje zastoja u radu stroja
- praćenje strukture vremena

3.2.4. Ekonomija obrade

- praćenje produktivnosti NC stroja
- praćenje kvara i dorade
- praćenje reklamacija na obradu

3.2.5. Proizvodnja

- odredjivanje lokacije stroja
- odredjivanje lokacije alata
- testiranje budućih poslužioca NC
- odredjivanje broja smjena

3.2.6. Kontrole

- kontrola prvih izradaka iz serije
- statističke kontrole serije
- mjesto kontroliranja i pribor
- mogućnost korekcije programiranih koordinata radi postizanja više kvalitete

3.2.7. Održavanje

- određivanje ciklusa pregleda
- testiranje ispravnosti rada stroja i programera
- način otkrivanja grešaka i kvera stroja
- sistem označavanja dijelova kod naručivanja
- katalog rezervnih dijelova

3.2.8. Svi članovi i saradnici NC-Centra, zajednički su odlučivali predavanja sa slijedećim temama:

- "Sistem upravljanja numeričkim strojevima"
- "Analiza informacija obrade i posioći informacija"
- "Način na koji se informacije mogu racionalno primiti i davati, prelazak na šifrirane sisteme i jedino porođen binarni sistem"
- "Vrste NC upravljanja alatnim strojevima, koordinatno i konturno"
- "Sistem sa funkcionalnom povezanošću izmedju podataka puta i bez funkcionalne povezanosti"
- "Osnovni problem NC upravljanja, princip mjerenja puta, analogni i digitalni sistemi".

3.3. Struktura i sistem rada tima

Kod saradivanja tima prijedeno je vrlo jednostavan oblik rada. Članovi tima direktni su iz službi i počinu prema zadatku od strane rukovoditelja i prema obilježjima. Njima je omogućeno da se bave problematikom u skladu sa svojim znanjem. Svi članovi tima ostaju na svojim radnim mjestima, a problematika rješavanja NC-stroja dodatno ih opterećuje. Prema svom opterećenju na problematici NC tim se rasteže u redovnom proble-

matikom prebacujući je na svoje saradnike i tako održava ravnotežno opterećenje.

Na poslovima uvođenja NC-stroja svi članovi su izvršiocima i zadatke obavljaju prioritarno, odgovorno i na vrijeme. Kompleksno odgovorno lice jeste koordinator svih radova na polju iz oblasti mehaničke i električne proizvodnje.

3.3.1. Struktura članova tima

- Elektoničar (VSS, šef energetike)	Članova	1
- Konstruktor alata (VSS, šef konstrukcije alata)	"	1
- Kontrola procesa rada (VSS, unapredjenje kontrole)	"	1
- Ekonomista (VSS, samostalni ekonomista)	"	1
- Alatničar (VSS, šef stanice mont.naprava)	"	1
- Proizvodnja (VSS, upravnik pogona)	"	1
- Održavanje strojeva (VSS, šef održavanja pogona)	"	1
- Izdavaona alata (SSS, šef izdavaone alata)	"	1
- Namještanje alata (SSS, izdavač alata)	"	1
- Centar za izobrazbu kadrova (VSS, šef centra)	"	1
- Poslušiooci NC-stroja (VAV, XV radnici)	"	3
- Suradnici (povremeni)		
- Savjetnik (VSS, šef Centralne tehničke pripreme)	"	1
- Koordinator (VSS, šef NC-centra)	"	1

3.3.2. Sistem rada tima

Koordinator razradjuje kompleksno svu problematiku detaljno i u tom smislu se konzultira sa savjetnikom NC-centra. Tako razradjenu problematiku raspoređjuje po izvršiocima sa prioritonom aktivnosti.

Razradjeni plan budućeg mjeseca iznosi na sjednici centra i daje konkretne zadatke svakom članu sa rokovima izvršenja. Sjednica se održava jednom do dva puta mjesečno u ukupnom trajanju od 45 minuta po sjednici. Sva problematika vezana uz zadatke ide povratno tj. počinje izvorno od koordinatora prelazi na izvršioce (u toku rješavanja osigurana je konzultacija sa koordinatorom u svako doba) i vraća se kao rješena koordinatoru.

Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "izvedene". Ukoliko se određene aktivnosti ne realiziraju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neizvedene". Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene". Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene". Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene".

Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene". Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene". Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene".

Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene". Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene". Ukoliko se određene aktivnosti realiziraju u skladu sa planom, ali se ne odvijaju u skladu sa planom, onda se može reći da su planirane aktivnosti "neodgovarajuće izvedene".

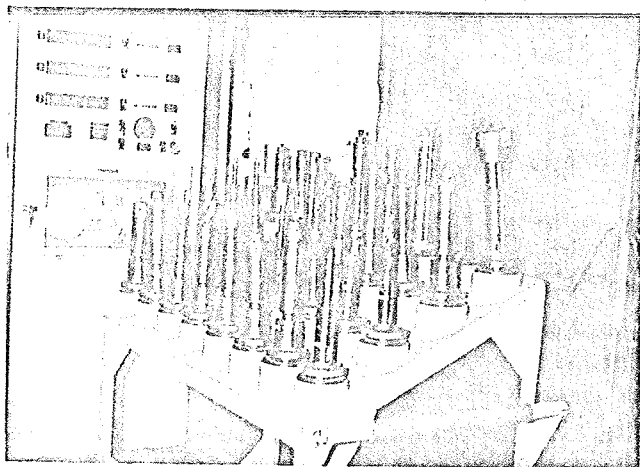
4. Organizacijsko-tehničke pripreme

4.1. Planirana nametnuta alata u izdavačkim alatima i kolonijama istovak

Planirana nametnuta alata u izdavačkim alatima i kolonijama istovak je po tehnološki-programerski, a prema instalaciji alata, koji je izvršen. Planirana nametnuta alata u izdavačkim alatima i kolonijama istovak je po tehnološki-programerski, a prema instalaciji alata, koji je izvršen. Planirana nametnuta alata u izdavačkim alatima i kolonijama istovak je po tehnološki-programerski, a prema instalaciji alata, koji je izvršen.

4.1.1. Operacija slaganja i namještanja alata

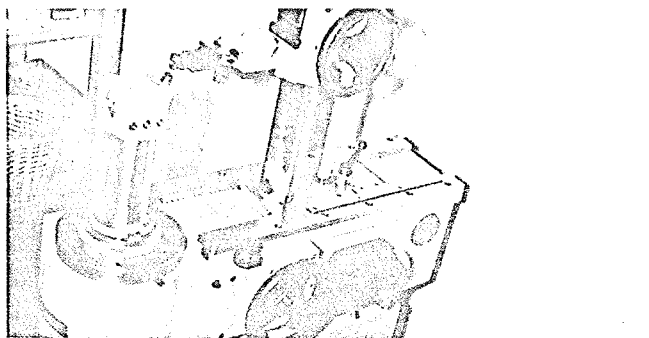
Prema planu alata i planu dužine alata, namještač alata priprema listi u pokretna kolica (sl.2) redoslijedom kojim će se izvoditi obrada na NC-stroju i svaki alat numerira.



Pokretna kolica za dostavu alata

Sl. 2

Kada pripremi sklop potrebnog steznog, nosećeg, reznog i mjernog alata, pristupa drugoj fazi tj. podešavanju alata na potrebne mjere, a prema zahtijevu plana alata. Ovo namještanje i podešavanje mjera izvođi se na mjernom stroju (sl.3)



Mjerni stroj za podešavanje alata na mjeru

Sl. 3

Prilikom podešavanja mjere, vrijednost dužine alata upisuje se u predviđenu rubriku plana dužine alata po zahvatima. (Upisane dužine alata unose se na NC-stroju u tekućne šaltere, po zahvatima i kluše kao informacija stroju kod naredbe puta po osi Z). O završenom namještanju alata obavještava se telefonom raspodjela rada. Na naredbu kabine za raspodjelu pripremljeni alat odvozi se na radno mjesto.

4.1.2. Ciklus kolanja alata

Alat imade zatvoreni ciklus kolanja. Iz posonke izdavaone alat odlazi na radno mjesto izvođenja strojne operacije i po završenoj obradi vraća se u izdavaonu alata. U izdavaoni postiliješe operaciji pranje alata i rastavljanje. Zatim slijedi operacija kontrole. Neispravan alat upućuje se na popravak ili oštrenje, a ispravan se predaže na silazniču u police za pripremanje alata. Alat se tu pakira u i oprema oznakama ciljaše u okna oznaka.

4.1.3. Rad posonke izdavaone alata

Izdavaona alata radi u dvije smjene od 8 do 16 i 16 do 22 sata. Pored šefa izdavaone, administracije i transportnog radnika, radi tri izdavača alata na šalteru izdavaone i tri slagača alata za dostavu na radna mjesta, razin jele: namještač raznih glodaših glava; slagač glodaša (slon glodača). Kontrolni punkt u izdavaoni alata organizaciono pripada službi kontrole.

Na šalteru izdavaone posluđu se radnici koji se dostavljaju alat na radno mjesto. Sistem dostave alata na radno mjesto, prišlo se iz razlika velikih količina alata, unosi se u pripremanje alata i dostavu na mjesto, jer se alat šefu puta nije mogao pripiziti. Podešavanju i opremanju na radna mjesta prišlo se je parcijalno tj. po operacijama. Najveći problem predstavljale je operacija horizontalno bušenje 30° strojnog parka čine horizontalna bušilice sa vrlo složeno i mnogobrojnim alatom. Za dostavu je upotrebeto uprevo na toj operaciji i ona se sada uspješno obavija i

./.

dalje je proširena na operaciju radijalno i koordinatno bušenje.

Poloprenamjen alata za dostavu na NC-strojeve postigli smo cilj, kojem smo težili tj. slaganja i namještanja (polažavanja) alata na završnu mjeru i dostava mjernog alata,

III OBIKLJEŽAVANJE TEHNOLOŠKIH POSTUPA

1. Tehnološka dokumentacija za operaciju NC-HB

Pored specifično obilježenog crteža detalja, tehnolog-programer kompletira tehnološku dokumentaciju u svrhu jednoznačnog i tačno utvrđenog sistema rada poslužioca NC-stroja.

Tehnološku dokumentaciju za operaciju NC-HB pored crteža detalja, radne liste i popratnog kartona sa maršutom svih operacija i pripadajućim vremenima za obradu, sadrži:

- Plan rada
- Plan alata
- Skica stezanja
- Plan dužine alata
- Program tabela
- Programska (perforirana) traka.

2. Kratak opis pojedinog dokumenta tj. sistem rada tehnologa

a) Obilježavanje crteža detalja

Tehnolog - programer analizira crtež izradka i odlučuje, što će sve obraditi na NC-stroju i tako obilježi crtež. (Odredjuje "O"položaj na izradku, numerira sve provrte koje će obraditi, obilježi pregradne stijenke i stranice izradka sa obzirom na smjer napada na izradak itd.).

b) Plan rada (sl. 4a)

Tehnolog-programer upisuje redom zahvate kako će ih stroj obavljati pri tome se koristi unaprijed razrađenim crtežom i upisuje veličine dodataka za obradu.

./.

1) Slika 1. (1. 10)

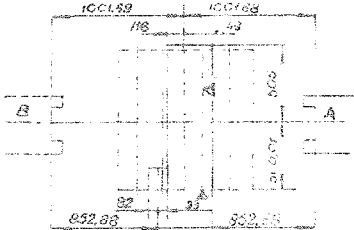
Ukupna dužina cijevi je 10,00 m. Ukupna površina je 10,00 m².
 Ukupna težina je 10,00 kg. Ukupna vrijednost je 10,00 kuna.

PRVOVAJNSKA	PODJECA	PLAN RADA
ZAGREB	SIC1	STROJ
PLAN RADA		
TEO	STANJE	PROJEKT
BR	PROJEKT	STRANICA
1	A	8.25
2	A	8.30

PRVOVAJNSKA	PODVEZBROJ	PLAN
ZAGREB	POZ. NAZIV	LIST
PLAN		
GR	BR	ALAT
B	1	SP
A	2	SP

PRVOVAJNSKA	STROJ	SKICA	PLAN RADA
ZAGREB	BR. CRTEŽA	TIPELO	STRANICA
SIC1			

PRVOVAJNSKA	PLAN	LIST
ZAGREB	POZ. NAZIV	BR. LISTA
BR. LISTA		
GR	BR	ALAT
B	1	SP
A	2	SP



2) Program tabele (+1,4)

Sve tehnološke naredbe i informacije sadrži program tabela i kod njene pripreme (tehнолог-programer koristi se sva naredba) sadržaj (sadržaj tehnoloških dokumentacija i još jedna tabela) sadrži program (+1,4) sa odgovarajućim brojem i nazivom.

PRVOMAJSKA ZAGREB				POZ. NAZIV:				PROGRAM TAB. br.						
				BR. CRTEŽA: 5 101				LIST BR.						
PROGRAM TABELA				MATERIJAL:				STROJ:						
BROJ BLOKA	TAB. EOB	Y	Z	TAB. EOB	TAB. EOB	TAB. EOB	POŠTAK	IMRETALI	TAB. EOB	ALAT	TAB. EOB	W. FUNK	EOB	PRIMJEDBE
000	00	X		0000000	0000000	0000000								
C														POG. TRAKE
000	80			+001000	+001000	+049568						03		
001	81			+020000	+003500	+000300	58	80	01	06			A V ZABUŠ.	

Perforiranje programne trake:

Prema završenoj program tabeli vrši se pisanje i istovremeno perforiranje programne trake, na bušaću-pisacu tipa "Hilsher".

Operator piše (buši) isti tekst koji je rukom upisao u tabelu tehnolog-programer i to u prvi slijedeći red (istovremeno buši traku automatski). Operator piše i drugi red isti tekst ali uvijek ruku od tehnologa-programera pisani tekst a prva izbušena traka služi za kontrolu i ona prati operatora, ako ne piše potpuno isti tekst iz prve rubrike traka zaustavlja pisanje (bušenje). Operator korigira grešku i nastavlja pisanje dalje. Po završetku druga izbušena traka jeste original i ona se ubacuje u čitač i buši se kopija. Ovako pripremljena traka daje nužnu sigurnost da su podaci tehnologa-programera ispravno upisani u traku.

Original trake pohranjuje se u tehničkoj pripremi rada, a kopija u pomoćnoj raspodjeli rada.

Technolog-programiran, su realizirane programske obrade na NC-stroju jedna složenije pozicije (vreteničke vrtilice, glodalice) prošle su preko 200 sati rada; prema većem dosadašnjem iskustvu. To je oko 100 sati više u odnosu na realizaciju istih operacija na klasičnim strojevima. Prva obrađena pozicija na NC-HB stroju, radi orijentacije, klasičnim strojevima obrada uložnog kućišta glodalice traje 8,5 sati, a programska obrada na NC-HB traje 3,5 sati. Cijena stroj-sata NC-HB prema klasičnoj HB odnosi se kao 2:1. Obrada pozicije nije vršena originalnim alatom, pošto isti još nije stigao.

KURZER INHALT:

Am Bild 1 ist der Anteil der Operation Horizontalbohren im Verhältnis zu allen anderen Operationen bei der Bearbeitung der Hauptteile von Werkzeugmaschinen in der Fabrik Prvomajska Zagreb dargestellt.

Es werden einige Gründe für das Investieren in die NC-Maschinen angedeutet. Die Vorbereitungen für die Annahmen und Einbauliefer des NC-Horizontalbohrwerkes, die einer speziell gebildeten Gruppe anvertraut worden sind, werden begründet.

Das Komplettieren und Stellen von Werkzeugen ausser der Maschine. Es wird die angenommene Dokumentation für die Bedürfnisse der programmierten Bearbeitung an der NC-Horizontalbohrmaschine in der Prvomajska präsentiert.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

N. R o k n i ć^{x/}

TEHNOLOGIJA MONTAŽE GLAVNIH RADNIH VRETENA NA ALATNIM STROJEVIMA^{xx/}

1. Uvod

Kvalitet glavnog radnog vretena s uležištenjem uglavnom određuje kvalitet alatnog stroja, jer ostali dijelovi, makar i odstupali od tražene tačnosti direktno ne utječu na kvalitet obrađene površine i tačnost geometrijskog oblika izratka. Na ove parametre, dakle na kvalitet stroja utječe - u prvom redu - kvalitet uležištenja radnog vretena stroja i kvalitet kliznih površina postolja sa suportom. Zbog toga, održati visok kvalitet glavnog vretena s uležištenjem, znači riješiti veći dio problema tačnosti rada stroja.

Polazeći sa ovog stanovišta - riješili smo da formiramo specijaliziranu radionicu za montažu glavnih radnih vretena i da tako stvorimo tehničke uvjete za postizavanje vrhunske kvalitete ugradnje kugličnih ležajeva "NN".

Na razmišljanje o potrebi za takvom radionicom, potaklo nas je iskustvo s montažom radnog vretena za glodalicu G - 30l. /Glodalica G - 30l je rađena za tržište SAD, po narudžbi, na specijalne zahtjeve na univerzalnost. Oko 96% proizvedenih strojeva se izvozi na zapadno tržište/. Zapravo, i ranije smo ugrađivali "NN" ležajeve u radna vretena, ali se ta montaža obavljala na osnovi osjećaja montera, bez naprava i mjerenja. Prvi put smo na glodalici G - 30l primjenili specijalnu

^{x/} Nikola Roknić, dipl.ing., šef montaže specijalnih alatnih strojeva - "Prvomajska", Zagreb, Žitnjak b.b.

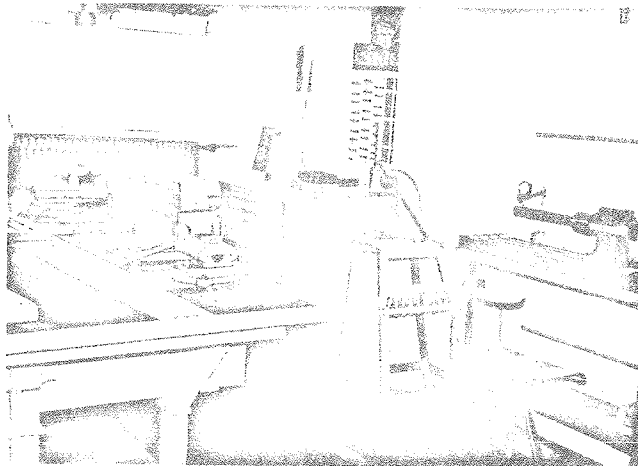
^{xx/} Saopćenje iz "Prvomajske", Zagreb

tehnologiju montaže, uz primjenu specijalne mjerne naprave SKF. Rezultate koje smo dobili primjenom te tehnologije više su nego zadovoljavajući. Od tisuću do sada montiranih strojeva nekamo praktički niti jedne reklamacije na kvalitet radnog vretena, kako od strane krajnjeg korisnika stroja tako ni od naše tvorničke završne kontrole. A to konstruktivno potpuno isto radno vreteno - kada smo ga montirali bez mjerne naprave i bez razrađene tehnologije sastavljanja, imalo je u 50 posto slučajeva prigovore na kvalitet. Tada je već sastavljeno vreteno trebalo demontirati i ponovno doradivati, a monter ni tada nije bio siguran da li će vreteno zadovoljiti uvjetima ispitivanja.

Suština ovog uspjeha zapravo i nije toliko u mjernoj napravi koliko u načinu rada montera. Istina, naprava mu služi da može tačno odrediti radijalnu zračnost, ali ostali i posebno tehnologija detaljno mu određuju redosljed i način rada kako da postigne zahtjevanu tačnost.

2. Specijalizirana radionica glavnih radnih vretena

Potaknuti stečenim iskustvom i ohrabreni postignutim rezultatima formirali smo specijaliziranu radionicu. Ta specijalna radionica je bezprijevorno uređena. Opskrbljena je svim potre-



Slika 1. Specijalizirana radionica

bnim instrumentima, napravama i alatima. Radni stol na kojem monter i obavljaju svoj posao je presvučen ultrapasom, pod radionice je pokriven vinas pločicama i tepisima, a indirektna rasvjeta prostorije je ugodna i funkcionalna. Radnici se tu osjećaju udobno, odjeveni u čiste radne kute i tople papuče.

Sve smo nastojali osigurati, da bismo dobili željeni kvalitet ovog važnog posla. Već danas možemo kazati, da izabrani i osposobljavani monter i za ovaj posao predstavljaju vrhunske specijaliste za ugradnju kugličnih ležajeva.

Kompletna oprema ove radionice ne košta niti toliko koliko nas je koštala samo jedna reklamacija u nekoj malo udaljenoj zemlji Evrope.

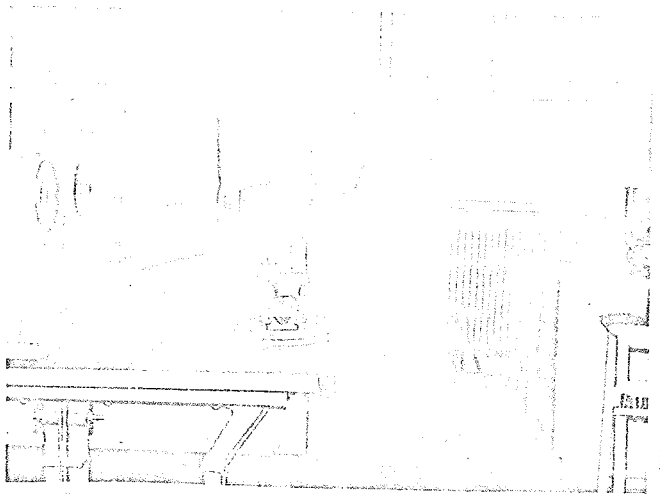
3. Organizacione pripreme i poslovi prije montaže

Kako, općenito uzevši, postoji više mogućnosti redosljeda pri sastavljanju, tako su i monter i uvježbavali različite načine rada. Međutim, mogućnost da se nešto i tako sastavi ne znači ujedno da je takav način sastavljanja i najbolji. Zbog toga smo izanalizirali sastavljanje svakog vretena posebno i dali obavezni redosljed sastavljanja pomoću montažne sheme. Ovaj shematski sistem tehnologije sastavljanja je vrlo pregledan, jednostavan i svakom monтеру pristupačan, pa su ga radnici rado prihvatili.

Shema sastavljanja predstavlja generalni redosljed sastavljanja i obavezuje montera da je se pridržava pri slaganju dijelova do gotovog vretena.

Da bi što više stabilizirali, osamostalili radno mjesto montera glavnog radnog vretena, napravili smo i jednu iznimku u vezi montažnog crteža.

Kako smo sastavljanje radnog vretena odvojili od vreteništa, smatrali smo za potrebno da i svu dokumentaciju prilagodimo takvoj montaži. Zbog toga smo, kako se vidi iz gornje slike, radno vreteno izdvojili iz sastavnog crteža i precrtali ga na zajednički format sa shemom montaže. Na taj smo način radnicima cijeli posao učinili preglednijim i pristupačnijim.



Slika 2. Shema sastavljanja

Da bi monter mogao sastavljati radno vreteno, ovim redoslijedom mora obaviti i niz drugih poslova. Prije svega, dužan je izvršiti kontrolu dijelova, a posebno treba kontrolirati radno vreteno /kontrola ležajnih dosjeda i udara pomoću kontrolnog trns/.

4. Tehnologija montaže "NN" ležaja

Uvođenjem tvrdih metala u obradu skidanjem strugotine znatno su se povećale brzine rezanja, kojima nisu mogli zadovoljiti klizni ležajevi. U zamjenu za klizne ležajeve pronađen je novi tip valjkastog ležaja, koji daje mogućnost podešavanja radijalne zračnosti. Ti ležajevi vode se pod oznakom "NN". Glavna karakteristika tog ležaja je u mogućnosti podešavanja radijalne zračnosti navlačenjem na konusni dio radnog vretena. Za vrijeme navlačenja na konusni dio vretena, radijalna se zračnost smanjuje srazmjerno s aksijalnim pomakom unutarnjeg prstena s valjčićima.

Osnovni problem koji se javlja kod montaže "NN" ležaja je: kako odrediti zadovoljavajuću radijalnu zračnost, bolje rečeno

kako daleko na konusni dio navući unutarnji prsten ležaja, a da bi održali potrebnu radijalnu zračnost. Potrebna radijalna zračnost može se sa sigurnošću odrediti jedino pomoću mjerne naprave SKF.

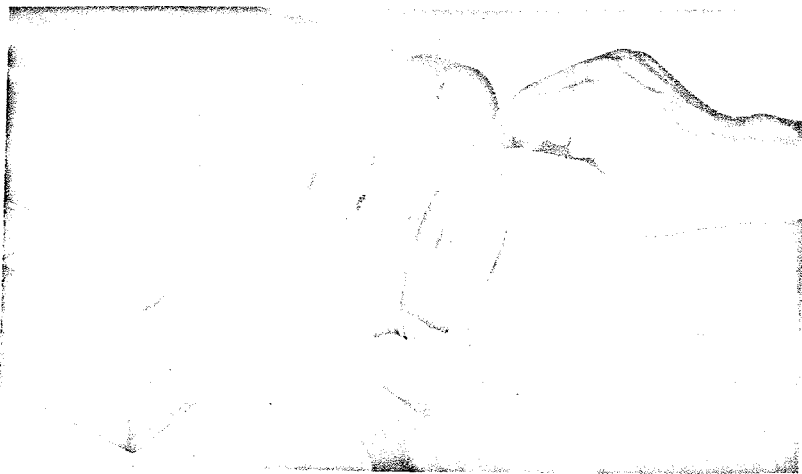
Sa SKF mjernom napravom može se za vrijeme navlačenja vanjski promjer vijenca s valjčićima tačno ispitati.

Glavni dio mjerne naprave je razvezani mjerni prsten s dvije dijametralne suprotne mjerne zone. Pomoću elastičnosti prstena održava se zahtjevani mjerni pritisak na prsten s valjcima. Prsten se s vijkom za podešavanje može širiti, tako - da lako sjedne na vijenac s valjčićima i lagano se može skinuti. Tako se izbjegavaju oštećenja na valjcima i mjesto površini naprave.

Mjerna naprava je opskrbljena s mjernim satom, koji se može podesiti na "NULU" pomoću steznog vijka.

Rad sa tom mjernom napravom zahtjeva određenu tehnološku disciplinu, kako u rukovanju napravom tako i u pripremi dijelova. Radi toga navodimo postupak "korak po korak"/"step by step"/.

4.1. Montaža vanjskog prstena

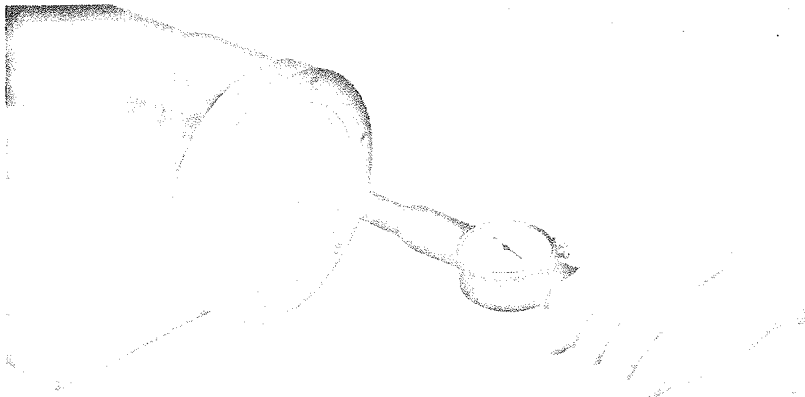


Slika 3. Montaža vanjskog prstena

Pošto se ležajni dosjed "NN" ležaja na pinoli ispita na propisanu tačnost oblika, zagrije se pinola u kupki na 30-50° C iznad temperature okoline. Nakon toga se vanjski prsten rukom umeće u pinolu.

Ovom montažom se izbjegava svako oštećenje prstena ili pinole, koje bi inače moglo nastupiti kad bi prsten silom uprešavali.

4.2. Mjerenje unutarnjeg promjera vanjskog prstena

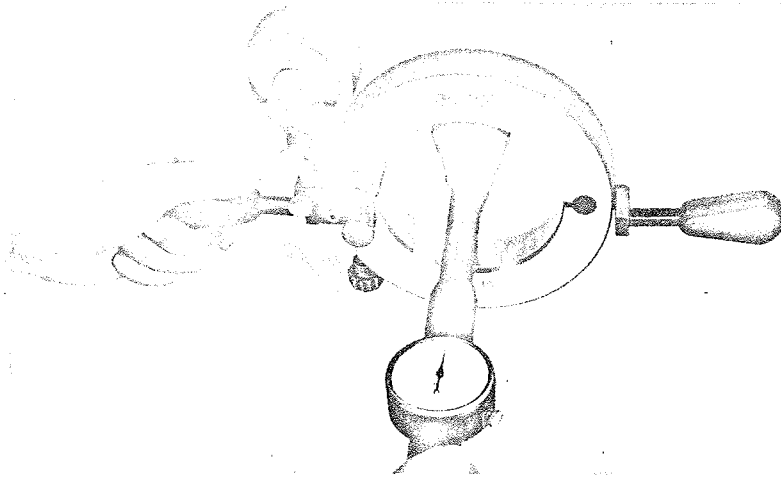


Slika 4. Mjerenje unutarnjeg promjera vanjskog prstena

Kada se pinola s ugrađenim vanjskim prstenom ohladi ponovno na temperaturu okoline, mjeri se unutarnji promjer vanjskog prstena s mjernom urom SUBITOM prema slici.

4.3. Podešavanje mjerne naprave

Mjerna naprava s mjernim satom se podešava prema dobivenoj mjeri unutarnjeg promjera vanjskog prstena. Ako radijalna zračnost treba iznositi "NULA" mjerna se naprava podešava na dobiveni unutarnji promjer vanjskog prstena u montiranom stanju. Ako zračnost treba biti pozitivna ili negativna - promjer mjernog prstena se analogno povećava ili smanjuje. Promjena radijalne zračnosti ležaja se ne smije na mjernom satu



Slika 5. Podešavanje mjerne naprave

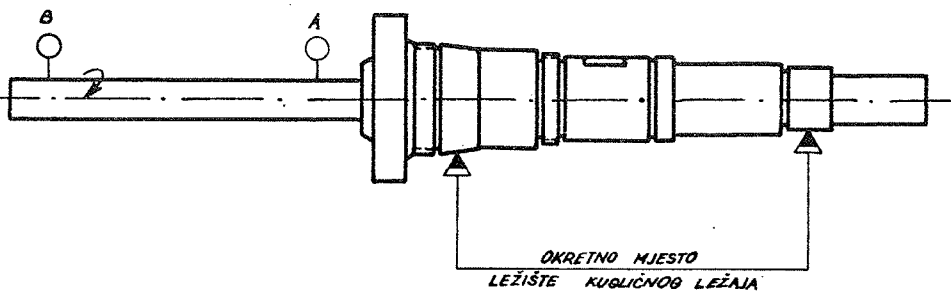
naprave očitavati, jer se zbog prenosnog odnosa dobiju netačne mjere. /Mjerni sat na napravi služi samo da bi se održala mjera dobivena SUBITOM/.

Nakon podešavanja postavlja se kazaljka mjernog sata na vrijednost "NULA". Da bi se moglo lakše očitati, vijak se malo otpusti, a prsten se uslijed toga malo smanji.

Kod navlačenja unutarnjeg prstena s valjčićima prsten se proširuje, pa se i mjerna naprava širi, sve do podešene "NULE".

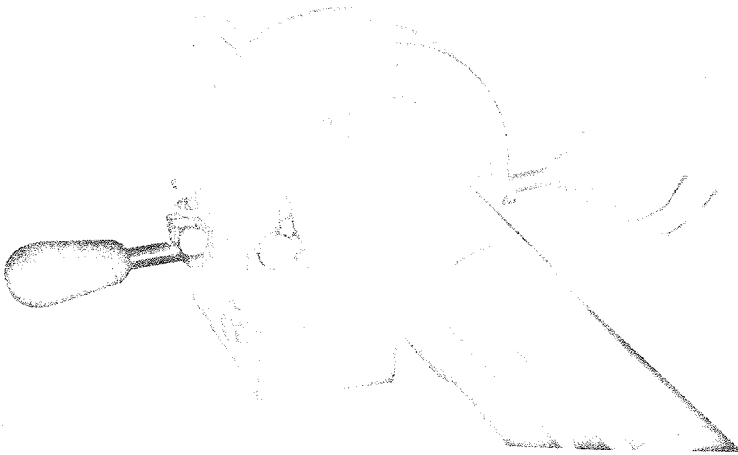
4.4. Montaža unutarnjeg prstena s valjcima

Nakon kontrole radnog vretena



Slika 6. Kontrola radnog vretena

i kontrole brusnog dosjeda vrši se montaža prema slici 7.



Slika 7. Montaža unutarnjeg prstena

Unutarnji prsten sa vijencom valjaka se lagano navuče na dosjed. Tada se mjerna naprava namješta na vijenac valjaka i vijak za podešavanje odviše, tako da prsten naliježe na vijenac valjaka. S laganim pritiskom pomoću naprave navlačenje se nastavlja, dok mjerni sat mjerne naprave ne pokaže "NULA". Tada smo dobili onu traženu radijalnu zračnost "NN" ležaja. Zatim sa vijkom prsten proširi, dok se naprava ne odvoji od vijenca valjčića.

Podešenost mjernog sata se ne smije dirati.

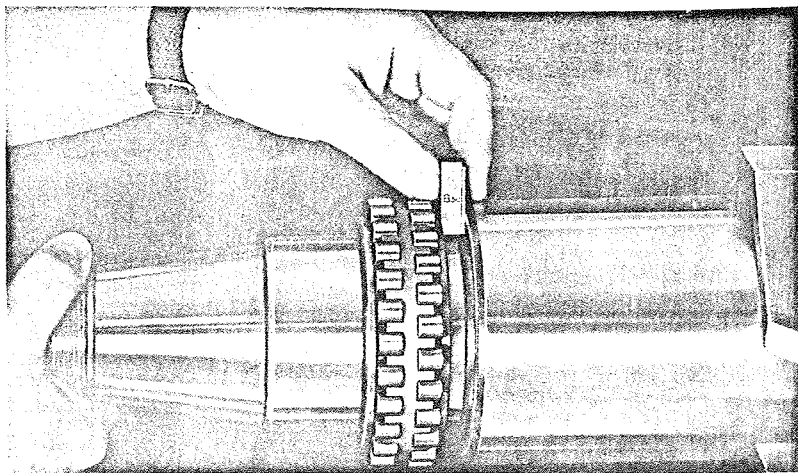
4.5. Mjerenje razmaka između unutarnjeg prstena i prirubnice osovine

Pošto je unutarnji prsten sa valjčićima zauzeo svoje mjesto, sada je potrebno tačno odmjeriti /graničnom mjerkom/ odstojanje između navučenog unutarnjeg prstena i prirubnice osovine.

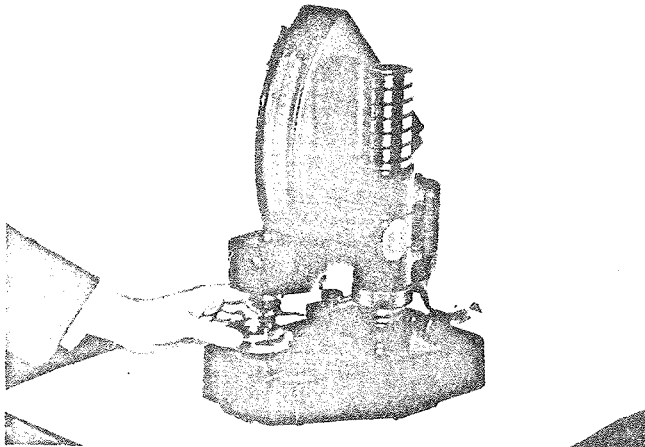
Ovo mjerenje potrebno je izmjeriti najmanje na tri mjesta, da bi unutarnji prsten tačno bio navučen.

Debljina odstojnog prstena mora se tačno napraviti prema izmjerenoj veličini. Dozvoljeno odstupanje mora biti u granicama

0,002 mm. Ova debljina mora se mjeriti PASOMETROM, a udar kontrolirati na mjernoj ploči.



Slika 8. Mjerenje raznaka



Slika 9. Kontrola odstojnog prstena

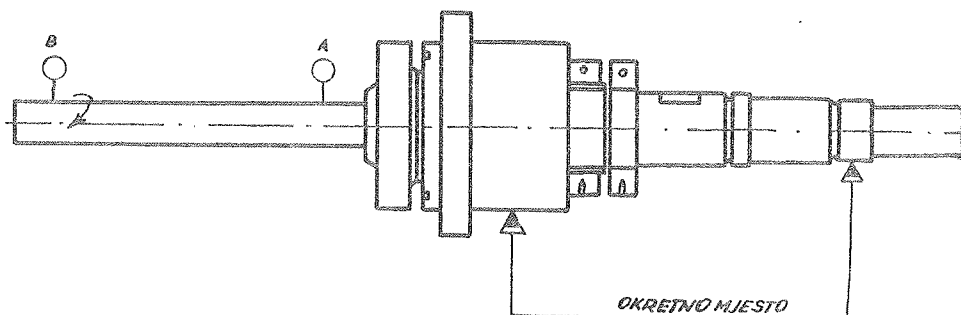
4.6. Montaža vanjskog prstena

Unutarnji prsten se ponovno izvuče, te se nakon toga doradani

odstojni prsten navuče. Unutarnji prsten se ponovo montira do odstojnog prstena. Kod ponovne kontrole mjerna naprava se navuče na vijenac valjka, a vijak za podešavanje odviše. Ako je prsten tačno odmjeran onda mjerni sat mora pokazati tačno "NULU".

4.7. Montaža vretena

Pošto smo prekontrolirali ispravnost ugradnje prstena ležaja, nastavljamo montažu aksijalnog ležaja, puškice i matice. Matice normalno stegnemo i prije konačne montaže provjeravamo još jednom udar vretena prema slici.



Slika 10. Kontrola vretena nakon ugradnje ležaja

Ako matice nisu "plan paralelne" u odnosu na navoj vretena, ili ako nije napravljen planski udar na odstojnoj puškici, može doći do iskrivljenja osovine, što se brzo provjeri pomoću kontrolnog trna.

4.8. Konačno sastavljanje

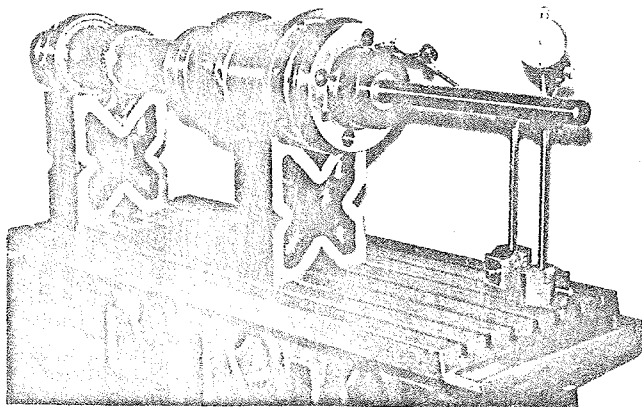
Kad smo provjerili ispravnost predhodne ugradnje i ležaje namazali specijalnom masti, može se vreteno s ugrađenim dijelovima ugraditi u PINOLU. Kod uvlačenja vijenca u vanjski promjer prstena potrebna je velika pažnja, da se valjčići i vanjski prsten ne oštete. Ukoliko bi se zahtjevala zračnost vrlo

TP.11.10

mala, ili negativna, treba PINOLU zagrijati u kupki kao i u početnoj fazi.

4.9. Kontrola radnog vretena

Nakon što su montirani i ostali dijelovi radnog vretena, potrebno je izvršiti njegovu završnu kontrolu.



Slika 11. Kontrola radnog vretena

Pinola se postavi na prizme u radno vreteno, montira se kontrolni trn i ispita tačnost udara glavnog radnog vretena.

Na kraju će monter izmjeriti pasometrom vanjski promjer PINOLE i očitane mjere udara i promjera pinole upisati u ISPITNU KARTU.

Na kraju treba upozoriti još na nešto.

- Potrebno je posebnu pažnju posvetiti čistoći radnog mjesta, ruku i dijelova koji se ugrađuju.
- Ležajeve prije završne montaže dobro isprati u čistom petroleumu s 5 - 10 postotnim dodatkom ulja. Poslije pranja ležajeve obavezno odmah podmazati mašću /paži, ne smije se ispuniti cijeli slobodni prostor ležaja s mašću, već samo 2/3 prostora/.
- Poslije završne montaže radno vreteno premazati zaštitnim sredstvom WD-40 ili T - uljem.

ISPITNA KARTA			
TIP STROJA:	NAZIV PODSKLOPA:	BROJ:	
PINOLA I VRETENO			
RADIJALNA ZRAČNOST UBRAB. MN. LEŽAJA U μ			
UDAR KONUSA MJER. SA KONTR. TRNU A = 0,008; B = 0,015/300 u μ			
VANJSKI PROMJER PINOLE U μ		A:	B:
ISPITAO:		DATUM:	

Slika 12. Ispitna karta

Literatura

- [1] A. Đurašević, Projektiranje tehnološkog procesa /Visoka tehnička škola u Zagrebu 1961./
- [2] Prospektni materijal firme SKF

N. R o k n i ć

TECHNOLOGY OF MOUNTING MAIN SPINDLES ON THE MACHINE TOOLS

The quality of main spindle built in machine tool is of a special importance to the quality of complete machine.

Follows a description of mounting main spindles in a specialized workshop, by aid of SKF measuring device, and in accordance with precisely defined technological method. A specialized operator, in a very pleasant working atmosphere, performs the job according to the mounting scheme and the attached main spindle drawing, by means of SKF mounting device. Job is being performed in a very simple manner and it is of a good quality.

Operators have reached very high degree of specialization, therefore claims on the quality of machines in which the main spindles mounted in such a manner are built, are very few.

TP.11.12

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

J. Milevoj^{x/}

POSTAVLJANJE PROCESA LINIJSKE MONTAŽE JEDNOG PROIZVODA^{xx/}

1. Uvod

Proizvod o kojemu je riječ u ovom razmatranju se nalazi već niz godina u proizvodnji tvornice. Porast produktivnosti rada na tom proizvodu nije se međutim odvijao paralelno s općim kretanjima u svijetu, pa je plasman proizvoda počeo dolaziti u pitanje. Stoga je postavljen zahtjev da se snize troškovi proizvodnje, kako bi proizvod ponovo postao konkurentan na tržištu.

Tehnologija proizvodnje promatranog proizvoda dijeli se na izradu dijelova i sastavljanje proizvoda.

Ova dva područja tehnologije su međusobno ovisna, jer proizvodnja dijelova utječe na odvijanje toka procesa sastavljanja. Tema ovog razmatranja obuhvaća samo područje sastavljanja promatranog proizvoda. Proizvod se sastoji od dva osnovna sklopa i nekoliko manjih sklopova.

Zadatak rada bio je: izraditi projekt i uspostaviti linijsku montažu sa kapacitetom od 25 komada proizvoda u jednoj smjeni, te sniziti troškove sastavljanja.

2. Analiza postojećeg stanja u montaži

Da bi se moglo prići projektiranju i uspostavljanju linijske montaže, trebalo je najprije obaviti podrobna snimanja i ana-

^{x/} Julije Milevoj, dipl.ing., asistent Instituta za alatne strojeve, Zagreb, Đure Salaja 1

^{xx/} Saopćenje iz Instituta za alatne strojeve, Zagreb

lizu postojećeg stanja. Analiza je bila uglavnom ograničena na tehnološke i organizacione faktore u odjelenju montaže, dok je problematika izrade dijelova zahvaćena samo tamo gdje je to bilo neophodno.

Iz te analize je proizašlo niz zadataka za rekonstrukciju proizvoda, modernizaciju tehnologije proizvodnje dijelova i organizaciju kontrole. Drugim riječima analiza procesa sastavljanja je izbacila na površinu niz nedostataka konstrukcije, proizvodnje i kontrole. Ti nedostaci neće biti ovdje izneseni jer ne spadaju u temu ovog razmatranja.

Odmah u početku snimanja stanja, upalo je u oči da su najveći nedostaci organizaciono-tehnološkog karaktera. Nedostaci čisto tehnološkog karaktera su također postojali ali u mnogo manjoj mjeri.

S druge strane za otklanjanje organizaciono-tehnoloških nedostataka potrebno je mnogo manje vremena, truda i sredstava nego za otklanjanje čisto tehnoloških nedostataka. Radi toga je i veća pažnja poklonjena organizacionim problemima i njihovom otklanjanju u odjeljenju sastavljanja proizvoda.

Već prva analiza vremena pokazala je da je proizvod sa stanovišta tehnološki sastavljanja kompliciran. Ukupno vrijeme izrade stroja prema tadašnjem tehnološkom procesu iznosilo je 34,5 sati, a pri tome sastavljanje sudjeluje sa 10,5 sati ili gotovo 30,43%. Postotak učešća vremena sastavljanja u odnosu na ukupno vrijeme izrade proizvoda može poslužiti kao jedan od pokazatelja kompliciranosti proizvoda sa stanovišta sastavljanja. Taj postotak se inače u strojogradnji kreće najčešće u granicama 10% do 35%. Ukoliko se taj postotak kreće prema gornjoj granici znači da se obavlja više ručnih radova, da ima više dorada i pripasivanja.

Snimke stanja i analize su pokazale uglavnom slijedeće veće nedostatke:

- Slabu opremljenost radnih mjesta sa alatima i priborom. Koristili su se uglavnom univerzalni i standardni alati. Naprave su se koristile u vrlo maloj mjeri. Specijalnih alata

i alata sa električnim i zračnim pogonom nije bilo.

Radna mjesta gdje se vrše bušenja nisu bila opremljena bušilicama, već su radnici morali ići svaki put kod bušenja na mjesto gdje su smještene bušilice, pri čemu se je gubilo vrijeme i na odlasku i povratku, na pripremu bušilica a ponekad se moralo čekati na red.

- Radna mjesta nisu bila povezana prema tehnološkom redosljedu operacija sastavljanja. Čak i operacije sa dva i tri izvršioca tj. iste operacije nisu bile međusobno povezane, već su bile stihijski razmještene u prostoriji. Shodno tome svaki radnik montaže morao je otići do regala po proizvod sa prethodne operacije, a isto tako po završetku operacije vratiti proizvod natrag u regal. Ovakav način rada uvjetovao je da je istovremeno morao biti veliki broj proizvođača u montaži što je davalo dugi ciklus montaže.
- Dostava dijelova na radna mjesta nije bila riješena. Dijelovi su se sa skladišta dostavljali u prostoriju montaže u velikim kutijama koje su se postavljale u zato predviđene regale. U jednoj kutiji su bili svi dijelovi za jednu operaciju. Svaka pozicija je bila zasebno u papirnatoj vrećici ili na neki drugi način odvojene. Na radnim mjestima tj. radnim stolovima nije bilo dovoljno mjesta za dijelove, pa je radnik morao vrlo često odlaziti po nove dijelove.
- Kontrola ili justaža se je obavljala iza niza operacija predmontaže i iza svake operacije završene montaže.
- Proizvodi su se montirali u seriji od 300 komada a najmanji sklopovi i podsklopovi u seriji od 2000 komada. Gotovo svi podsklopovi i sklopovi su se nakon montaže skladištili i podizali sa skladišta zajedno sa ostalim dijelovima u seriji od 300 komada.
U svakoj seriji su na početku a naročito na kraju nastali gubici u vremenu.

Iz navedenih rezultata analize vidljivo je koliki su se ogro-

mni gubici pojavljivali. Dobar primjer zato su transportni putevi proizvoda u montaži. Ukupna dužina transportnih puteva analiziranog dijela procesa montaže iznosila je 400 m a sama prostorija u kojoj se montaža obavljala ima dužinu 27 m, što znači da praktično proizvod putuje 15 puta sa jednog na drugi kraj prostorije.

Na radovima montaže sudjelovao je slijedeći broj radnika:

VKV	-	2
KV	-	17
PKV	-	7
<u>NKV</u>	-	<u>22</u>

Ukupno 48 radnika

Od toga je 41 radnik radio po učinku a 7 radnika po vremenu. Tih 7 radnika bili su: poslovođa, kontrolori i justeri.

Kvalifikaciona struktura je bila dosta visoka, moglo bi se čak reći previsoka obzirom na stvarne potrebe u procesu sastavljanja stalno istog proizvoda u velikim serijama.

Radnici koji su bili plaćeni po vremenu tretirani su kao režijsko osoblje i nisu bili stimulirani za rad po efektu, što se može smatrati kao stanoviti nedostatak. Udio režijskog osoblja u fondu sati bio je:

$$\frac{7 \cdot 100}{48} = 14,6\%$$

Po jednom proizvodu režijski radnici su učestvovali sa:

$$\frac{7 \cdot 480}{30} = 112 \text{ min}$$

Već je naprijed rečeno da se na montažu proizvoda trošilo 10,5 sati rada, što se odnosilo samo na radnike koji rade po učinku. Ako se i vrijeme režijskog osoblja koje je bilo angažirano na montaži pridoda vremenu radnika koji rade po učinku, izlazi da je za montažu bilo potrebno ukupno oko 12,5 sati rada.

Analizirajući vrijeme montaže svake montažne jedinice i svake operacije ustanovili smo da su ta vremena prevelika. Uzrok

tako velikim vremenima su bile prvenstveno dorade koje su bile redovita pojava kod montaže svih montažnih jedinica. Uzroci doradama bili su različiti a najčešće izrada dijelova van propisanih tolerancija, deformacija dijelova uslijed nepažnje prilikom transporta i skladištenja, onečišćenost radnih površina dijelova itd.

Da bi se ustanovilo kolike su te dorade, izvršena su ispitivanja na svim montažnim jedinicama i na završnoj montaži. Ispitivanja su se vršila tako, da su se već sastavljeni sklopovi rastavljali i ponovo sastavljali od istih dijelova, ali ovaj puta bez dorade jer su dijelovi bili doradeni prilikom prve montaže.

Tako je uveden pojam idealnog potrebnog vremena - T_{id} , pod čime se podrazumjeva vrijeme potrebno za sastavljanje nekog sklopa ili vrijeme za izvršenje neke montažne operacije bez dorada. Nazvali smo ga "idealno potrebno vrijeme" zato jer se u postojećim uvjetima samo ljudskim radom ne može brže sastavljati.

Razlika između stvarnog vremena sastavljanja - T_s i idealnog potrebnog vremena - T_{id} je vrijeme dorade - T_D .

$$T_D = T_s - T_{id}$$

U tabeli 1 dat je prikaz ovih vremena za podsklopove i manje sklopove zajednički, zatim za sklop 1, sklop 2 i završnu montažu.

Tabela 1

Red. br.	N a z i v	Vrijeme /min/			$\frac{T_{id}}{T_s} \cdot 100$	$\frac{T_D}{T_s} \cdot 100$
		T_s	T_{id}	T_D		
1.	Podsklopovi i sklopovi	34,37	20,88	13,49	60,7%	39,3%
2.	Sklop 1	112,40	54,64	57,64	48,7%	51,3%
3.	Sklop 2	158,06	33,70	124,36	21,3%	78,7%
4.	Završna montaža	163,73	110,20	53,53	71,6%	28,4%
U k u p n o:		468,56	219,54	249,56	46,8%	53,2%

Iz tabele je za čitav proces sastavljanja proizvoda vidljivo da dorade iznose 53,2% od stvarnog vremena sastavljanja.

Interesantno je pogledati vrijeme dorade T_D

$$T_D = T_s - T_{id} = 468,56 - 219,54 = 249,56 \text{ min/proizvod}$$

Pogledajmo kakovu bi uštedu imali u vremenu montaže a time i u broju izvršilaca smanjenjem dorade /na bazi 10.000 kom proizvoda godišnje/. Taj prikaz dat je u tabeli 2.

Tabela 2

% uštede od vremena dorade	10%	20%	30%	50%	75%	100%
Godišnja ušteda u satima	4.159	8.318	12.477	20.795	31.190	41.590
Ušteda u broju izvršilaca	2,6	5,2	7,8	13	19,5	26

Iz tabele 1 i 2 vidljivo je da su dorade predstavljale preko 50% od efektivnog rada u montaži, što je svakako visoki postotak koji je trebalo smanjiti.

3. Projekt tehnološkog procesa linijske montaže

Projekt linijske montaže je rađen na bazi snimljenih podataka analize koja je prethodno provedena.

3.1 Određivanje takta montaže

Uobičajeno je da se radni takt u montaži određuje na bazi planirane godišnje količine proizvoda i godišnjeg fonda sati. Međutim ovdje će takt biti određen drugačije tj. prema količini koju treba montirati u jednoj radnoj smjeni. Ovakav način određivanja takta proizlazi iz projektnog zadatka za montažu 25 proizvoda u smjeni. Ukupni fond vremena jedne smjene u minutama iznosi:

$$7,5 \times 60 \times /1 - 0,15/ = 382,5 \text{ min}$$

Ritam tj. takt montaže bit će:

$$R_n = \frac{382,5}{25} = 15,3 \text{ min/kom}$$

3.2 Broj izvršilaca i radnih mjesta

U tabeli 3 data su vremena potrebna za sastavljanje, koja su dobivena na bazi analize snimanih vremena, te na bazi unapređenja u organizaciono tehnološkom smislu.

Tabela 3

Red. br.	N a z i v	Vrijeme montaže /min/	Broj izvršilaca
1.	Podsklopovi	20,20	1,3
2.	Sklop 1	85,60	5,6
3.	Sklop 2	78,20	5,1
4.	Završna montaža	126,00	8,2
U k u p n o		310,00	20,2

Linijska montaža postavljena je tako da svaku operaciju montaže obavlja samo jedan izvršilac tj. broj radnih mjesta odgovara broju izvršilaca. U tom slučaju tok proizvoda kroz montažu ide bez prekida s jednog na drugo radno mjesto, od prve do posljednje operacije montaže.

Broj radnih mjesta tj. broj izvršilaca dobiva se tako, da se vrijeme potrebno za montažu podijeli sa trajanjem takta /15,3 min/.

Prema tabeli 3 dobili smo kod svih montažnih jedinica potreban broj izvršilaca u decimalama. Pošto broj izvršilaca može biti samo cijeli broj, to smo se odlučili na slijedeći broj izvršilaca.

- | | |
|---------------------------|-------------|
| 1. Za montažu podsklopova | 2 izvršioca |
| 2. Za montažu sklopa 1 | 5 izvršioca |
| 3. Za montažu sklopa 2 | 5 izvršioca |

4. Za završnu montažu	8 izvršioca
. Ukupno	20 izvršioca

Pri određivanju broja izvršilaca vodilo se računa da svaki izvršilac obavlja montažu jedne zaokružene tehnološke cjeline. Radi toga je određeno da na montaži sklopa 1 radi pet izvršilaca a na montaži podsklopova dva, s time da se dio posla sa montaže sklopa 2 /tj. dorada nekih dijelova/ obavlja kod izvršilaca koji rade na montaži podsklopova.

Osim ovih izvršilaca potreban je još izvjestan broj justera na liniji montaže. Prema novom procesu justaža i kontrola ne obavljaju se iza svake operacije, već samo iza onih operacija gdje je to neophodno. Iza zadnje operacije završne montaže postoji operacija završne kontrole gotovog proizvoda. Ta kontrola ne spada u djelokrug montaže, već spada u nadležnost tvorničke kontrole.

Rezervni izvršioци. Prema tvorničkim podacima za odjeljenje montaže prosječni izostanak sa posla iznosi 5,5% i na temelju toga određen je broj rezervnih izvršilaca.

$$N_R = \frac{5,5 / 20 + 4 / 100}{100} = 1,32$$

Radi veće sigurnosti određena su dva izvršioca sa statusom univerzalnih montera, koji trebaju znati raditi sve operacije u montaži uključujući i justerske.

Dostava dijelova riješena je s jednim izvršiocom, koji je na poslovima dostave angažiran cca 60% radnog vremena, a ostalo vrijeme obavlja pomoćne poslove a može i sastavljati jednostavnije podsklopove.

3.3 Oprema, raspored i transport između radnih mjesta

Sva su radna mjesta opremljena svim potrebnim alatom, izrađene su neke nove naprave a radna mjesta na kojima se buše

provrti snadbjevena su bušilicama. Za odlaganje dijelova na svim radnim mjestima izrađeni su stalci od kutnika u koje se postavljaju kutije s dijelovima. Kutije su iz plastične mase, tipiziranih dimenzija u četiri osnovne veličine. Ove su odabrane prema dimenzijama dijelova koji se ugrađuju u proizvod. Pri tome se vodilo računa da se izaberu kutije takovih dimenzija u koje će stati podjednak broj dijelova i to za tjednu potrošnju.

Postoji jedan manji broj dijelova koji su malih dimenzija i kojih stane veliki broj i u najmanje kutije, pa se ti dijelovi dostavljaju mjesečno na radna mjesta.

Isto tako ima određeni broj dijelova većih dimenzija, koji se zbog toga dostavljaju dnevno na radna mjesta.

Za dostavljača dijelova izrađen je program dostave za sva radna mjesta i za sve pozicije, kako se ne bi dogodilo da radna mjesta ostanu bez dijelova.

Drugim riječima cjelokupni posao u montaži tako je organiziran, da se niti jedan radnik ne mora pomicati sa svog radnog mjesta radi obavljanja svoje operacije. Radna mjesta su poređana jedno iza drugoga po tehnološkom redoslijedu. Transport između radnih mjesta obavlja se na transportnoj stazi koja je izrađena od čeličnih profila i kotačića po kojima putuje plita s proizvodima od prve do posljednje operacije. U jednu plitu stanu dva proizvoda.

Radna mjesta su smještena s obe strane transportne staze. Radi toga je transportna staza izrađena na dva nivoa kako bi se transport mogao obavljati nesmetano, tj. na jednom nivou u jednom a na drugom nivou u drugom smjeru. Pri tome i plite putuju u krug tako, da ih nije potrebno nositi s jednog na drugi kraj prostorije.

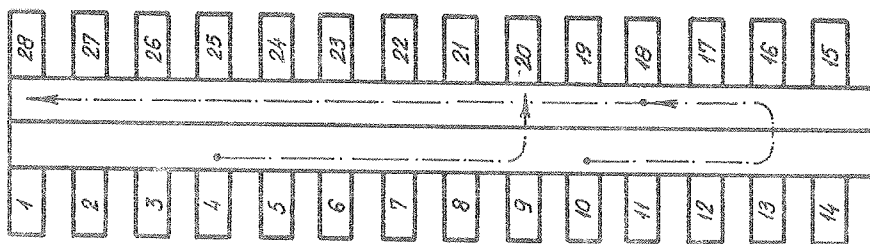
Cjelokupno odjelenje montaže ima dosta veliku elastičnost. U slučaju bilo kakove promjene vrlo je jednostavno produžiti transportnu stazu dodajući samo nove elemente transportne

staze i nove stolove odnosno radna mjesta.

Druga mogućnost korištenja elastičnosti je ta, da se može preći na rad u dvije ili čak tri smjene, čime se kapacitet montaže povećava sa 25 na 50 odnosno 75 proizvoda dnevno.

U slučaju potrebe moguće je u istom odjelenju montirati drugi proizvod uz izvjesne adaptacije radnih mjesta.

Na jednom koraku tj. prostoru između dva susjedna radna mjesta mogu stati tri plite. Taj se prostor koristi za stvaranje rezerve radi balansiranja montaže zbog raznih neujednačenosti u procesu montaže. Raspored radnih mjesta i transport strojeva u montaži prikazan je na slici 1.



Slika 1. Prikaz transporta i raspored radnih mjesta

Legenda za radna mjesta

- 1 i 2 * radna mjesta univerzalnih mehaničara
- 3 - slobodno radno mjesto
- 4 - 8 - radna mjesta montaže sklopa 2
- 9 - radno mjesto kontrole sklopa 2
- 10, 11, 12, 13 i 16 - radna mjesta montaže sklopa 1
- 17 - radno mjesto kontrole i justaže sklopa 1
- 14 i 15 - radna mjesta montaže podsklopova
- 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26 i 27 - radna mjesta završne montaže
- 22 i 25 - radna mjesta justaže u završnoj montaži
- 28 - završna kontrola stroja

3.4 Uvođenje linijske montaže u rad

Kad su sve pripreme bile gotove prišlo se uvođenju linijske TP.12.10

montaže. U fazi uhodavanja izvršene su samo neznatne korekcije koje nisu utjecale na bilo kakovu promjenu predviđenih radnih mjesta.

Pokazalo se da je potrebno dodati još jedno radno mjesto za montažu sklopa 2, zašto je iskorišteno slobodno radno mjesto br. 3 na slici 1.

Period uhodavanja je trajao oko mjesec dana pri čemu je taj period za pojedine izvršioce iznosio i manje od tjedan dana. Uglavnom je period uhodavanja ovisio o kompliciranosti same operacije koju treba obavljati kao i o individualnim sposobnostima pojedinaca.

4. Pokazatelji ušteta

Kao osnov za uštedu može se uzeti razlika u vremenu montaže prije i nakon promjene. Iz tehnološke dokumentacije mogu se dobiti vremena za norme samo za osoblje koje radi po učinku a ne i za režijsko osoblje. Radi toga uštete će biti prikazane na temelju razlike broja izvršioca prije i nakon rekonstrukcije montaže.

Prije je 48 radnika montiralo 30 proizvoda dnevno. Sada 29 radnika montira 25 proizvoda dnevno.

Produktivnost po izvršiocu

Prije $\frac{30}{48} = 0,625$ proizvoda po radniku dnevno

Sada $\frac{25}{29} = 0,862$ proizvoda po radniku dnevno

Ušteta na vremenu potrebnom za montažu u % iznosi

$$\frac{0,862 - 0,625}{0,862} \cdot 100 = 27,5\%$$

Ušteta na radnim površinama

Prije se koristilo $184 \text{ m}^2 / \frac{184}{30} = 6,13 \text{ m}^2/\text{proizvodu/}$, dok se sada koristi $106 \text{ m}^2 / \frac{106}{25} = 4,24 \text{ m}^2/\text{proizvodu/}$.

Po jednom proizvodu dnevno ušteda na prostoru iznosi 1,89 m².

Ušteda u radnim površinama ili povećanje produktivnosti radnih površina iznosi

$$\frac{6,13 - 4,24}{6,13} \cdot 100 = 30,9\%$$

Osim ovih ušteda postignute su i druge prednosti koje se ne mogu brojčano prikazati. Mnoge velike operacije su razbijene na nekoliko manjih operacija kako bi svaku od njih mogao obavljati samo jedan izvršioc. To je utjecalo na porast kvalitete i na ujednačeniju kvalitetu, kao i na specijalizaciju radnika.

5. Zaključak

Radovi koji su napravljeni u cilju unapređenja montaže i postizavanje ušteda pokazali su da smo bili na pravom putu u rješavanju problema i da bi trebalo ići dalje istim putem. Pritom treba imati na umu da je za svako daljnje unapređenje potrebno mnogo više truda i vremena. Osim toga ovim radom otvoren je čitav niz novih problema koje treba tek rješavati.

J. M i l e v o j

AUFSTELLUNG DES PROZESSES DER LINIENMONTAGE EINES ERZEUGNISSES

Das Förderungsprojekt der Montage und die Einführung der Linienmontage ist im Zusammenhang mit der Förderung der Maschinenbearbeitung der Teile ausgearbeitet. Die Förderung in der Montage besteht aus folgenden Verbesserungen:

- die Arbeitsplätze sind stabilisiert
- die Arbeitsplätze sind mit erforderlichen Werkzeugen und Vorrichtungen ausgerüstet
- die Zustellung der Teile auf die Arbeitsplätze ist versichert
- mit dem Transportstreifen ist der Transport der Maschine gelöst
- die Dauerzeiten allen Montageoperationen sind ausgeglichen, was die grundlegende Vorbedingung ist für die Takt- und Linienmontage
- die Taktmontage ist aufgestellt
- die Montagezeit ist abgekürzt um 27,5%
- der erforderliche Herstellungsraum ist vermindert um 30,9%
- der Transportweg des Erzeugnisses in der Montage ist verkürzt

TP.12.12

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

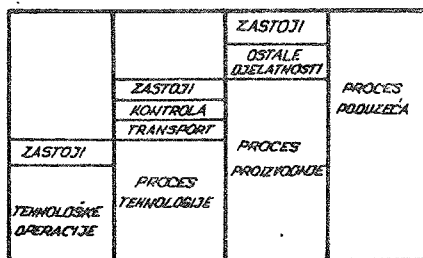
Z. F i j a n, N. Š a k i ć, T. T a l i j i ć^{x/}

PRILOG ISTRAŽIVANJU METODA OPTIMALIZACIJE RASPOREDA DIJELOVA PROIZVODNIH I TEHNOLOŠKIH PROCESA^{xx/}

1. Uvod

Pri projektiranju svakog novog procesa, ili usavršavanju starog, redovito se pored ostalih problema jvalja i problem kako razmjestiti dijelove procesa, pa da taj razmještaj doprinese općoj težnji za optimalizacijom tog procesa.

Predmet ovog izlaganja spada u proces poduzeća. Odabran je iz mnoštva ostalih procesa samo zbog toga što je to područje našeg djelovanja, a i predmet razmatranja ovog Savjetovanja. Poduzeće je sistem u kojem djeluje taj proces, a njegove sastavne dijelove prikazuje slika 1.



Slika 1.

^{x/} Zvonko Fijan, dipl.ing., asistent Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Zagreb, Đure Salaja 1

Nikola Šakić, dipl.ing., stručni suradnik Instituta za alatne strojeve, Zagreb, Đure Salaja 1

Tomislav Talijić, dipl.ing., viši asistent Instituta za alatne strojeve, Zagreb, Đure Salaja 1

^{xx/} Saopćenje iz Instituta za alatne strojeve, Zagreb

Kod rješavanja razmještaja dijelova proizvodnog i tehnološkog procesa, kao problem se javlja nejednoznačnost, a često i složenost do sada poznatih metoda. To je bio razlog traženja novog pristupa ovom problemu, i istraživanju novih metoda rješavanja rasporeda dijelova procesa. Veliki gubici koji su neminovni kod nedovoljno srećenih procesa, razlog su da se istraživanja na ovom području nastave.

Dobro razmjestiti dijelove nekog procesa znači ostvariti takav raspored tih dijelova, koji je optimalan za odabrani kriterij ili kriterije. Osnovna je poteškoća kod toga što je broj mogućih rasporeda dijelova nekog procesa jednak broju permutacija bez ponavljanja onoliko elemenata koliko proces ima dijelova. Broj permutacija bez ponavljanja "n" elemenata jednak je:

$$P_n = n ! \dots\dots\dots /1/$$

P_n = broj permutacija skupa
 n = broj elemenata u skupu

Za ilustraciju neka posluži primjer da jedan proces sa 5 sastavnih dijelova ima 120 mogućih rasporeda /5 ! - 5 faktoriijela/ tih dijelova, a proces sa 20 sastavnih dijelova ima već $2437 \cdot 10^{15}$ mogućih rasporeda /20 ! - 20 faktoriijela/. Istražiti svaki mogući raspored očito nije moguće, zbog ograničenosti vremena koje nam stoji na raspolaganju.

Iz navedenih razloga, u toku rada na ovom zadatku pokušalo se naći takove metode koje, uz mali utrošak vremena, daju zadovoljavajuće rezultate.

2. Pristup problemu

Podloga za rad na ovom zadatku bila je matrica Markova. To je matrica kvadratnog oblika koja se koristi za prikazivanje procesa. Redci matrice označavaju polazna stanja, a stupci slijedeća stanja u toku procesa. Budući se svaki od dijelova procesa teoretski može javiti i kao polazno stanje i kao slije-

deće stanje, matrica nužno mora biti kvadratna. U polja na sjecištu retka i stupca upisuju se vjerojatnosti prelaza procesa iz početnog stanja koje označava redak, u slijedeće stanje koje označava stupac.

Kod primjena matrice Markova na probleme rasporeda dijelova procesa, umjesto vjerojatnosti prelaza koriste se simboli koji označavaju postojanje veze između dijelova procesa, ili nepostojanje veza /ti simboli su "1" i "0"/. Uz simbole koriste se i kvantitativne veličine, obično frekvencija prelaza, količine prelaza izražene u težinskim ili volumnim jedinicama, ili neke druge veličine.

Primjena i nastajanje matrice, te optimalizacija rasporeda dijelova procesa uz pomoć matrice, bit će opisani u toku daljnjeg izlaganja.

3. Ograničenja

Pri rješavanju problema rasporeda dijelova tehnološkog i proizvodnog procesa redovito se javljaju tri vrste ograničenja. Važnost i intenzitet ograničenja variraju od slučaja do slučaja. Ta ograničenja su slijedeća:

- postojeća tehnologija, pod čime se podrazumjeva propisani tehnološki postupak /redoslijed operacija/ sa radnim mjestima ili grupama radnih mjesta koja su vezana uz pojedine operacije;
- kapaciteti, koji proces ograničavaju u vidu vrste opreme koja je na raspolaganju, i u vidu raspoloživog kapaciteta te opreme;
- prostor, koji može djelovati oblikom ili volumenom, ili oblikom i volumenom zajedno.

Uz navedena ograničenja javljaju se često još i neka dodatna, zavisno od specifičnosti procesa.

4. Kriterij

Za kriterij optimalnosti odabrani su u ovom slučaju minimalni

troškovi transporta materijala između dijelova proizvodnog ili tehnološkog procesa.

Budući su troškovi transporta direktno ovisni o količini materijala koja se transportira i dužini puta koji taj materijal pređe, može se umjesto troškova transporta kao mjerilo uspoređenja koristiti transportni rad. Transportni rad je umnožak težine materijala i dužine puta. Izražen simbolima, kriterij je:

$$Z = \sum_i \sum_j G_{ij} \cdot l_{ij} \rightarrow \text{MIN} \dots\dots /2/$$

Z = vrijednost funkcije kriterija optimalizacije

G_{ij} = težina koja se transportira sa i-tog na j-ti dio procesa

l_{ij} = udaljenost i-tog i j-tog dijela procesa

Težina materijala koja prolazi kroz jedan proces u nekoj vremenskoj jedinici je konstantna veličina, a dužina puta se mijenja zavisno od rasporeda, pa se problem svodi na dobivanje takovog toka procesa u kojemu je put koji pređe materijal između ulazi i izlaza minimalan. Ako dobijemo proces čiji su dijelovi poređani u liniju i bez povratnih tokova, nije potrebno računati transportni rad, jer su u takovom procesu spojeni ulaz i izlaz po najkraćoj spojnici, i transportni rad je minimalan. Ako se povratni tokovi ne mogu izbjeći bez promjene ograničenja za koje ne postoji ekonomsko opravdanje, potrebno je upotrijebiti kriterij sa kvantitativnim mjerilom. Jedan takav kriterij prikazan je izrazom /2/.

Ako se uspije dobiti raspored bez povratnih tokova, dovoljno je primjeniti kriterij sa kvalitativnim mjerilom. U tom slučaju činjenica da nema povratnih tokova znači ujedno i minimalni rad transporta.

5. Metoda rješavanja rasporeda dijelova procesa

U rješavanju rasporeda dijelova procesa, veliku poteškoću za-

daje broj dijelova procesa i broj mogućih permutacija u kojima se ti dijelovi procesa mogu rasporediti /izraz 1/.

Matrica Markova nam olakšava prikaz procesa i promjena u njemu. To se odnosi i na slučaj kojeg promatramo, tj. na kretanje materijala sa jednog dijela procesa na drugi.

Za prikazivanje ovog procesa, služimo se matricom na slijedeći način:

- pretpostavimo da pozicija P_1 ima propisan redoslijed operacija kako je to navedeno na slici 2. Operacije se izvode na radnim mjestima koja su raspoređena na slijedeći način:

- M_1 - strojna pila
- M_2 - brusilica gruba
- M_3 - brusilica fina
- M_4 - tokarilica

RED. BR.	OPERACIJA	RADNO MJESTO
1	OTSJECANJE	M_1
2	TOKARENJE	M_2
3	BRUŠENJE	M_3

Slika 2.

Za ovu poziciju, matricni prikaz veza među radnim mjestima je na slici 3:

V_{ij}	U	M_1	M_2	M_3	M_4	I
U	1					
M_1		1				
M_2			1			
M_3				1		
M_4					1	
MI						1

Slika 3.

U matricu su uneseni ulaz i izlaz iz procesa, jer su i to njegovi sastavni dijelovi. Budući su u matricu unesene samo veze, matrica se može nazvati "matrica veza".

Ukoliko umjesto "1" /simbol veze/ unesemo u matricu težinu pozicije, dobit ćemo "matricu težina" za poziciju P_1 . Ukoliko istim postupkom u matricu unesemo udaljenosti među dijelovima procesa dobit ćemo matricu udaljenosti, ili pak ako unesemo umnožak udaljenosti i težine dobit ćemo "matricu transportnog rada". Jasno je da na isti način, ukoliko je to potrebno, možemo matricom obuhva-

titi i vrijeme.

Ukoliko kroz proces prolazi više pozicija, što je redovito slučaj, zbrajanjem matrica svih pozicija dobit ćemo "zbirnu matricu veza", "zbirnu matricu težina" ili "zbirnu matricu transportnog rada".

Tako dobivena "zbirna matrica težina" daje ukupne količine koje se moraju transportirati u procesu, a "zbirna matrica transportnog rada" daje ukupni transportni rad u nekom vremenskom periodu.

Za daljnje objašnjenje metode, pretpostavimo da smo izradili matrice veza za sve pozicije koje prolaze kroz jedan dio proizvodnog procesa, zatim da smo napravili matrice transporta na osnovu godišnjih količina i konačno da smo sve matrice zbrojili. Tako bi dobili zbirnu matricu transporta /slika 4/.

G_{ij}	U	1	2	3	4	I	Σ
U		20	100		50		170
1				20	40		60
2		40			60		100
3						80	80
4				60		90	150
I							
Σ		60	100	60	150	170	560

Slika 4.

Radi jednostavnosti, u matricu su uneseni samo brojevi simboli oznake radnog mjesta /1, 2, 3 i 4/, i oznake ulaza i izlaza /U, I/. Zbir svakog stupca znači količinu materijala koju radno mjesto prima u toku procesa, a zbir svakog retka predstavlja količinu koja sa radnog mjesta odlazi.

Da bi se mogao izračunati transportni rad, potrebno je znati i udaljenosti koje taj materijal mora preći. Za ovaj primjer uzimamo da su radna mjesta poredana u liniju, sa međusobnim razmacima od 1 m. Iz toga slijedi matrica udaljenosti /slika 5/

L_{ij}	U	1	2	3	4	I
U		1	2	3	4	5
1	1		1	2	3	4
2	2	1		1	2	3
3	3	2	1		1	2
4	4	3	2	1		1
I	5	4	3	2	1	

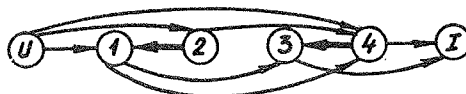
Slika 5.

Množenjem količina transporta sa udaljenostima dobio bi se transportni rad u godini dana /slika 6/. Za ovaj slučaj, to je:

$$Z = 1050 \text{ /tm/god/}$$

$B_j \backslash B_j$	U	1	2	3	4	I	Σ
U		20	200		200		420
1				40	120		160
2		40			120		160
3						160	160
4				60		90	150
I							
$\Sigma \Sigma$							1050

Slika 6.



Slika 7.

Shematski prikaz toka procesa daje slika 7.

U procesu postoje 2 povratna toka, koji povećavaju transportni rad.

Ako bi sada zamijenili položaje radnih mjesta M_1 i M_2 , te M_3 i M_4 /slika 8/ dobio bi se proces bez povratnih tokova /slika 9/, a ukupni transportni rad bi iznosio:

$$Z = 850 \text{ /tm/god/}$$

$B_j \backslash B_j$	U	2	1	4	3	I	Σ
U		100	40	150			290
2				40	120		160
1				40	40		80
4					60	180	240
3						80	80
I							
$\Sigma \Sigma$							850

Slika 8.



Slika 9.

Iz matrice početnog stanja vidi se, da sa ulaza odlazi 170 t/god. Budući je udaljenost ulaza i izlaza 5 m, izlazi da je teoretski minimalni rad:

$$Z_{ij}/\text{min}/ = 170 \cdot 5 = 850 \text{ /tm/god/}$$

što odgovara vrijednosti transportnog rada koji je dobijen u trokutnoj matrici /bez povratnih tokova/. Prema tome, zaista nije potrebno računati transportni rad, niti vršiti poboljšanja rasporeda u slučaju ako dobivamo trokutnu matricu, tj. proces bez povratnih tokova. Zato je rad na rješavanju rasporeda najbolje početi sa zbirnom matricom veza procesa, pa ako se dobije trokutna matrica daljnji rad nije potreban.

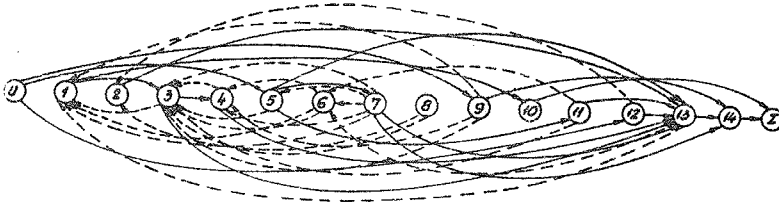
Primjer 1

U konkretnom primjeru koji se razmatra zadatak je bio: odrediti raspored radnih mjesta za tehnološki proces izrade 170 pozicija. Prvim promatranjem moglo se grubo razdvojiti sve pozicije na 3 grupe, koje se bitno razlikuju po tehnologiji izrade i opremi koju koriste. Ovo razdvajanje bitno je olakšalo posao, ali je početno stanje još uvijek jako nesređeno.

Zbirna matrica veza 1. grupe sa 135 pozicija prikazana je na slici 10. Kretanje materijala prikazano je na slici 11.

V_{ij}	U	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	I
U	1					1				1						
1		1		1							1					
2			1											1		
3		1		1										1		
4				1	1									1		
5				1		1		1			1	1				
6		1	1	1		1	1									
7		1	1	1	1	1	1	1						1	1	
8			1	1				1	1							
9		1		1	1					1						1
10											1					1
11				1		1						1				
12			1										1			
13			1			1								1	1	
14															1	1
I																1

Slika 10.



Slika 11.

Broj povratnih tokova je očito velik i nepovoljan. Rad na sređivanju rasporeda tekao je dalje ovim redom:

Tražen je raspored bez povratnih tokova, ali ga nije bilo moguće dobiti bez dodatnih zahvata. Radna mjesta koja su imala povratne tokove, a istih su tehnoloških karakteristika, razdvojena su ako je to dozvoljavao kapacitet. Zatim su izvršene promjene tehnološkog procesa tako, da je zamijenjen redoslijed operacija, gdje je bilo potrebno i moguće.

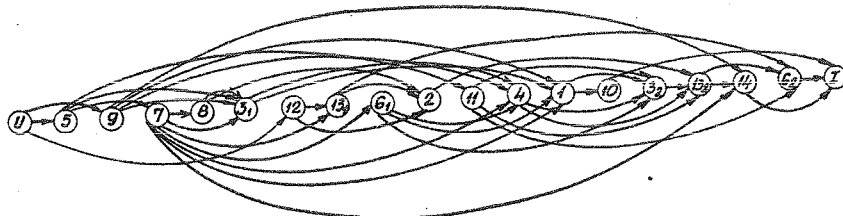
Nakon čitavog postupka, dobiven je proces bez povratnih tokova, što pokazuje slika 12, koja predstavlja zbirnu matricu veze konačnog stanja.

V_{ij}	U	5	9	7	8	3 ₁	12	13 ₁	6 ₁	2	11	4	1	10	3 ₂	13 ₂	14	6 ₂	I	
U	1	1																		
5		1		1	1					1										
9			1		1						1	1						1		
7				1	1		1	1			1	1						1		
8					1					1										
3 ₁						1						1	1							
12							1		1											
13 ₁								1		1										1
6 ₁									1		1	1		1						
2										1							1			
11											1				1	1			1	
4												1		1	1					
1													1	1						
10															1					1
3 ₂																1				
13 ₂																	1	1		
14																			1	1
6 ₂																				1
I																				1

TP.13.9

Slika 12.

Radna mjesta označena indeksom predstavljaju, u odnosu na početno stanje, razdvojene grupe radnih mjesta istih tehnoloških karakteristika. Kretanje materijala prikazano je na slici 13.



Slika 13.

Kako je već spomenuto, u ovom slučaju transportni rad ne treba računati.

Na isti način rješavani su rasporedi radnih mjesta i u ostalim dijelovima proizvodnog procesa.

Primjer 2

Gij-lj	U	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 ₁	12 ₂	12 ₃	13 ₁	13 ₂	14	15	16	17	18	I	Σ r
U		1650	2300																					17900
1				575				1750	180	0														23145
2					2250																			28180
3																								13306
4						24	940	1030													74			23009
5																								13314
6																								4060
7																								45780
8																								34440
9																								47500
10																								1059
11																								2052
12 ₁																								332
12 ₂																								55
12 ₃																								303
13 ₁																								36
13 ₂																								29
14																								450
15																								150
16																								2280
17																								84
18																								1728
I																								322192

Slika 14.

Ovaj primjer odnosi se na rješavanje rasporeda odjeljenja u proizvodnom procesu, iz kojeg je uzet i prvi primjer. Bilo je potrebno dobiti dobar raspored dijelova proizvodnog procesa u kojem se proizvodi 13 osnovnih tipova proizvoda u ukupnoj sirovojoj težini od 827 /t/god/. Početno stanje je prikazano na matrici, slika 14.

Ukupni transportni rad iznosi 322.192 /tm/god/.

Obzirom da se zbog ograničenja nije mogla dobiti matrica veza bez povratnih tokova, bilo je nužno izraditi matricu transportnog rada, i za date uslove i ograničenja naći rješenje koje zadovoljava kriterij definiran izrazom 1.

Kao najpovoljnije rješenje, dobijen je raspored dijelova procesa, kojeg prikazuje matrica transportnog rada /slika 15/.

Gj. št.	U	1	2	3	4	5	6 ₁	6 ₂	6 ₃	7 ₁	7 ₂	8	9 ₁	9 ₂	9 ₃	10	11	12	13	14	15	16	16 ₁	17	18	I	Σ r		
U																													
1	2870																											54970	
2		1700																											21655
3			1100																										1700
4				1700																									2930
5					1000																								5728
6 ₁						1500																							23223
6 ₂							1000																						5900
6 ₃								1500																					500
7 ₁									1000																				1000
7 ₂										1275																			6715
8											1000																		9760
9 ₁												1000																	47782
9 ₂													1000																520
9 ₃														1000															5940
10															1000														7800
11																1000													2240
12																	1000												1955
13																		1000											225
14																			1000										300
15																				1000									435
16																					1000								150
16 ₁																						1000							150
17																													1020
18																													68
I																													202952

Slika 15.

Ukupni transportni rad iznosi 202.952 /tm/god/ što u odnosu na početno stanje daje smanjenje od 39%.

Napominje se da transportni rad u ovom primjeru nije računat na bazi teoretskih udaljenosti, kao što je radeno u dijelu objašnjenja /tačka 5/, nego na bazi stvarnih udaljenosti dijelova procesa.

6. Zaključak

U jednom ovako ograničenom izlaganju nije bilo moguće obraditi sve mogućnosti prikazane metode, ni dati sve rezultate do kojih se došlo u praktičnoj primjeni. Potrebno je naglasiti također, da je metoda primjenjivana u relativno malom broju istraživačkih radova i u praksi primjenjena samo u nekoliko slučajeva. Zbog svega toga, saznanja o krajnjim mogućnostima koje ova metoda može da pruži sigurno nisu do kraja sagledana.

U referatu je spomenut zahvat u tehnologiji /redoslijed operacija/ u cilju dobivanja optimalnog rasporeda dijelova procesa. Praktični radovi koji su obrađeni u referatu nisu se bavili povratnim djelovanjem razmještaja radnih mjesta na tehnologiju i konstrukciju, i mogućnostima koje ti zahvati mogu da daju u radu na optimalizaciji rasporeda dijelova procesa.

Rezultati koje prikazana metoda daje bolji su od rezultata dobivenih bilo kojom poznatom metodom.

Ova činjenica, uz relativnu jednostavnost metode ohrabruje i daje poticaj za daljnja istraživanja i čini je vrlo interesantnom za primjenu u praksi.

Literatura

- 1 A. Đurašević, Predavanja na III i II stupnju studija Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Zagreb
- 2 B. Gornik, Neki problemi klasifikacije kod tipizacije i grupne tehnologije - referat održan na savjetovanju tehnoloških instituta u Budimpešti /SSSR, Mađarska, CSSR, Poljska, DDR, Bugarska i SFRJ/, novembar 1965
- 3 P. Rebić, Optimizacija proizvodnih procesa - magistarsko radnja na III stupnju studija Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Zagreb 1969

Z. F i j a n, N. Š a k i ć, T. T a l i j i ć

A CONTRIBUTION TO THE INVESTIGATION OF METHODS FOR OPTIMAL DISPOSITION OF PARTS OF PRODUCTION AND TECHNOLOGICAL PROCESSES

To solve the problem of optimal disposition of parts for some process the matrix of Markov was used. Instead of transition probabilities, the symbols of existing or non existing interactions between the parts of the process are used. Some quantitative indications can also be used as for example transport work. The criteria used may be qualitative what means the process without returns, or may be quantitative, as minimum transport work needed, or some other criterion, depending upon specific example.

Investigations and practical applications have shown this method more simple and with better results gained, than any other method already known.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

B. Ivković^{x)}

JEDAN METOD ZA OCENU KVALITETA TEHNOLOŠKIH REŠENJA U
OBRADI METALA REZANJEM^{xx)}

1. Uvod

Modernizacija jugoslovenske metaloprerađivačke industrije kojoj se teži treba da obezbedi visoku produktivnost, niske proizvodne troškove i visok dohodak proizvođača. Tehnološka rešenja, po kojima treba da se izvrši modernizacija privrede, moraju očigledno da budu takva da vode navedenim ciljevima. Kako modernizacija proizvodnje u radionici, pogonu ili fabrici može da se izvede na više načina, odnosno uz primenu više tehnoloških rešenja - varijanti, to je neophodno pre usvajanja konačnih tehnoloških rešenja utvrditi osnovnu metodologiju njihove ocene.

Respektujući postojeće metode za ocenu kvaliteta tehnoloških rešenja koje se zasnivaju na analizi vremena izrade artikala i obračunu troškova proizvodnje preko srednje vrednosti norma časa, autoru se čini da bi jedan drugačiji pristup oceni kvaliteta tehnoloških rešenja u oblasti proizvodnje koja se obavlja obradom metala rezanjem bio možda korisniji i realniji.

x) Branko Ivković, dipl.ing., Docent Mašinskog fakulteta Odele-
nje u Kragujevcu, saradnik IAMA Beograd.

xx) Saopštenje je proizašlo iz rada na projektu za smanjenje tro-
škova obrade u Zavodima "Crvena Zastava", Kragujevac.

Metodologija koja se u daljem tekstu predlaže za ocenu kvaliteta tehnoloških rešenja zasniva se na poznavanju strukture troškova obrade i troškova proizvodnje u celini.

2. Troškovi obrade

Pod troškovima obrade podrazumevaju se troškovi proizvodne radne snage, troškovi reznog alata i troškovi mašina.

$$U_0 = R + A + M$$

R = Troškovi proizvodne radne snage

A = Troškovi reznog alata

M = Troškovi mašina (amortizacija mašina).

U serijskoj fabrikaciji srednjeg i većeg obima proizvodnja artikala raščlanjena je na određeni broj proizvodnih operacija. Troškovi obrade artikla jednaki su zbiru troškova obrade svih proizvodnih operacija.

$$U_0 = \sum_{i=1}^k u_i$$

k = Broj proizvodnih operacija po jednom artiklu.

Troškovi obrade jedne proizvodne operacije koja se izvodi na radnom komadu u serijskoj proizvodnji definisani su izrazom :

$$u = r + a + m$$

r = Troškovi proizvodne radne snage u bruto iznosu za jednu proizvodnu operaciju

a = Troškovi reznog alata za jednu proizvodnu operaciju

m = Troškovi mašina za jednu proizvodnu operaciju.

Navedeni elementi u izrazu za troškove obrade jedne proizvodne operacije definisane su sledećim izrazom:

$$r = n \cdot k_1 \cdot t_k$$

n = faktor kojim se uzima u obzir lični dohodak brigadira ili reglera pri definisanju troškova proizvodne radne snage.

k_1 = lični dohodak proizvodnog radnika u bruto iznosu izražen u din/min.

t_k = vreme izvodjenja proizvodne operacije.

$$a = \left(n k_1 \cdot t_1 + k_2 \cdot t_2 + \frac{C_a}{i+1} \right) \cdot \frac{t_g}{T}$$

t_1 = vreme koje se troši na promenu reznog alata u toku izrade serije izraženo u min.

t_2 = vreme oštrenja alata izraženo u min.

k_2 = lični dohodak oštrača u bruto iznosu izražen u din/min.

C_a = vrednost alata izražena u din.

i = broj mogućih oštrenja alata

t_g = vreme efektivnog rezanja

T = postojanost alata

$$m = \frac{C_m \cdot p}{F \cdot \eta \cdot 100 \cdot 60} \cdot t_k$$

C_m = vrednost mašine na koju se primenjuje amortizaciona stopa.

p = procentna amortizaciona stopa.

F = raspoloživi godišnji fond časova mašine.

η = vremenski stepen iskorišćenja mašine

Polazeći od toga da modernizacija proizvodnje u radionici, pogonu ili fabrici treba da doprinese smanjenju troškova obrade artikla kroz smanjenje troškova obrade na odgovarajućem broju proizvodnih operacija (modernizacija se nikad ne vrši promenom uslova obrade kompletnog artikla) moguće je definisati postupak za ocenu kvaliteta novih tehnoloških rešenja u odnosu na postojeća sa gledišta troškova proizvodnje.

3. Troškovi proizvodnje

Troškovi proizvodnje sastoje se iz troškova obrade i dodatnih troškova.

$$U = u_0 + \sum_{i=1}^n u_{di}$$

Pod dodatnim troškovima podrazumevaju se svi oni troškovi koji nastaju pri proizvodnji delova kao posledica učešća ostalih elemenata u proizvodnji (organizatora proizvodnje, električne energije, ostale opreme itd.).

Ako se ukupni dodatni troškovi podeli sa brojem artikala koji treba da se proizvede u toku godine odnosno sa brojem proizvodnih operacija čije se izvođenje planira u toku godine onda se dobivaju dodatni troškovi po jednom artiklu odnosno operaciji.

Izloženi postupak dovodi do sledećeg izraza za troškove proizvodnje jedne operacije u serijskoj fabrikaciji.

$$u = r+a + m + \frac{u}{d}$$

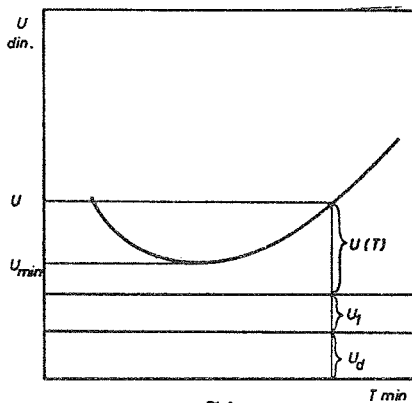
u_d = dodatni troškovi svedeni na jednu proizvodnu operaciju.

Izraz za troškove proizvodnje jedne proizvodne operacije može da se napiše i u obliku:

$$u = u_d + u_1 + u_2(T)$$

jer je $t_k = F(t_g)$ a $t_g = F(v)$. Kako je $v = F(T)$ to je i $t_k = F(T)$.

U koordinatnom sistemu u, T ukupni troškovi proizvodnje jedne proizvodne operacije mogu se pretstaviti parabolom (sl.1).



Sl. 1

sl. 1

Prvi potez koji treba učiniti pri projektovanju novih tehnoloških rešenja obrade određene količine delova je definisanje odgovarajućih krivih troškova proizvodnje za postojeća tehnološka rešenja. Sagledavanje strukture troškova proizvodnje u postojećim proizvodnim uslovima i njihovog nivoa na-

jbolje može da ukaže i na puteve kojima treba ići pri projektovanju novih tehnoloških rešenja u cilju modernizacije tehnološkog procesa.

Očigledno je da minimum krive troškova proizvodnje koja odgovara novom tehnološkom rešenju mora biti niži od minimuma krive

troškova koja odgovara postojećim uslovima proizvodjenja. Očekivana kvaliteta novog tehnološkog rešenja je jednostavna i zasniva se na razlici:

$$\Delta u = u_{\min.}^I - u_{\min.}^{II}$$

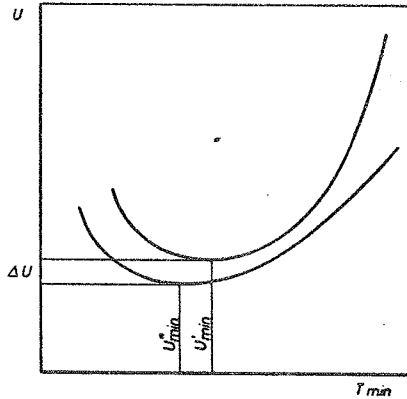
$u_{\min.}^I$ = minimalni troškovi proizvodnje u postojećim proizvodnim uslovima.

$u_{\min.}^{II}$ = minimalni troškovi proizvodnje u proizvodnim uslovima koji će nastati posle uvođenja novih tehnoloških rešenja.

Definisanje strukture troškova obrade jedne ili grupe operacija za postojeće tehnološko rešenje omogućava uočavanje uzroka pojavi visokih troškova obrade zbog čega se i prilazi modernizaciji proizvodnje kroz nova tehnološka rešenja. Ako se, na primer, konstatuje da su troškovi mašina u postojećim proizvodnim uslovima veliki onda to sigurno znači da je produktivnost mašina mala odnosno da je vreme izrade odgovarajućih operacija veliko. Potrebno je napomenuti da se pri ovoj analizi pretpostavlja da je vremenski stepen iskorišćenja mašina maksimalno moguć. U protivnom, ako mašina nije dovoljno iskorišćena iz bilo kojih razloga onda nikakvo novo tehnološko rešenje ne treba praviti sve dok se ne stvore uslovi za puno iskorišćenje postojeće opreme.

Smanjenje troškova mašina moguće je sprovesti samo povećanjem obima proizvodnje odnosno stvaranjem uslova za izradu većeg broja komada na mašini u toku godine. Polazeći od pretpostavke da je mašina u punoj meri iskorišćena jasno se dolazi do

zaključka da treba ići na smanjenje vremena izrade operacija. Snižavanje vremena izrade operacija postiže se uvođenjem ekonomičnih režima rezanja, preciznim snimanjem pomoćnog vremena i poboljšanjem organizacije radnog mesta u cilju smanjenja i pomoćnog i pripremno završnog vremena.



Sl.2
sl.2

Tek po izvođenju svih navedenih poteza odnosno tek po iskoriscenju svih raspoloživih mogućnosti za smanjenje troškova mašina u postojećim proizvodnim uslovima može se prići projektovanju novih tehnoloških rešenja koja bi se razmivala i na novoj savremenoj opremi.

Ako analiza strukture troškova obrade u postojećim proizvodnim uslovima pokaže da su troškovi alata veliki onda očigledno treba iskoristiti sve raspoložive mogućnosti za njihovo smanjenje pa tek onda prići projektovanju novog tehnološkog rešenja.

Pri projektovanju novih tehnoloških rešenja koja pretpostavljaju i nabavku savremene opreme neophodno je pridržavati se sledećih osnovnih principa:

- Novo tehnološko rešenje treba da obezbedi manji mogući minimum troškova obrade i proizvodnje u celini.
- Novo tehnološko rešenje treba da obezbedi bolju strukturu troškova obrade. Pod optimalnom strukturom podrazumeva se struktura u kojoj su troškovi proizvodne radne snage više

izraženi a troškovi alata i mašina manje.

-Novo tehnološko rešenje treba da omogući takve uslove obrade koji zahtevaju manje dodatne troškove u odnosu na dodatne troškove koji se javljaju u postojećim proizvodnim uslovima.

Očigledno je da kvalitet novog tehnološkog rešenja zavisi od pridržavanja osnovnih principa pri njegovom projektovanju.

4. Zaključak

Modernizacija jugoslovenske metaloprerađivačke industrije i privrede u celini postavlja se, danas, u prvi plan. Veoma često se čuju mišljenja da zastarela tehnološka rešenja i nesavremena oprema pretstavljaju osnovne smetnje u ostvarivanju većeg dohotka. Analiza podataka o vremenskom stepenu iskorišćenja postojeće opreme pokazuje, istovremeno, da je on veoma nizak. Autoru se čini da pre početka modernizacije proizvodnje u radionicama, pogonima i fabrikama neophodno je sagledati strukturu troškova proizvodnje u postojećim proizvodnim uslovima i tek onda povlačiti poteze u pravcu modernizacije. Može se dogoditi da nova savremena oprema, ukoliko se koristi sa postojećim stepenom iskorišćenja, dovede do znatno većih troškova obrade pa prema tome i do manjeg dohotka od postojećeg. Opreznost pri donošenju odluka o uvođenju savremenih tehnoloških rešenja i nove opreme je, po mišljenju autora, u ovom trenutku neophodna jer neke analize strukture troškova obrade u prosečnim jugoslovenskim proizvodnim uslovima pokazuju da na troškove mašina i sada otpada najveći deo.

5. Literatura

- [1] B.Ivković, Veza između ekonomičnosti i produktivnosti u obradi metala rezanjem, Mašinstvo, 12 (1963)
- [2] B.Ivković, Prilog proračunu optimalne potrošnje reznog alata u savremenim jugoslovenskim proizvodnim uslovima, Saopštenja IAMA, 9 (1969)
- [3] B.Ivković, Alati u obradi metala glodanjem, Tehnička knjiga Beograd (1967).

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA 1970.

D. N o v k o v i ć^{x/}

TEHNOLOGIČNOST KONSTRUKCIJE OKVIRA OKRETNOG POSTOLJA PROTOTIPA
LOKOMOTIVE DHL 1600 KS^{xx/}

1. Uvod

Teoretski pristupi analizi tehnologičnosti neke konstrukcije su obrađeni i dati kroz mnoge knjige, časopise i slično. Praktični pristup je ovisan o mogućnostima i opremljenosti onoga tko vrši tu analizu.

Velike svjetske firme ulažu ogromne napore i sredstva, da očuvaju i održe svoj primat u modernom projektovanju, te u tom smislu okupljaju i formiraju jake projektne biroe, te izrađuju i opremaju modernom opremom vlastite laboratorije i ispitne stanice.

Industrija "Đuro Đaković", posebno Tvornica šinskih vozila, kao prvi i jedini jugoslavenski značajniji proizvođač lokomotiva suočila se sa svom navedenom problematikom, naprijed navedenom.

Već unazad niz godine pored izrade lokomotiva po inostranim dokumentacijama "Đuro Đaković" kroz svoj Inženjering projektuje, a u radionama izrađuje vlastite tipove lokomotiva.

Vlastiti projekt je potencirao, pored već ranijih zahtjeva, da "Đuro Đaković" ima i svoju ispitnu stanicu /obzirom da u Jugoslaviji odgovarajuće nije bilo/, u kojoj bi mogao vršiti kompleksna ispitivanja detalja, sklopova i kompletnih konstrukcija, prvenstveno lokomotiva i šinskih vozila.

U tom cilju u Institutu "Đuro Đaković" izgrađena je i dobro opremljena ispitna stanica u kojoj se npr. može cijela lokomotiva ispitati statičkim i dinamičkim opterećenjima prema propisima JŽ-a, ili kojeg drugog mjerodavnog organa /UIC itd./.

^{x/} Dušan Novković, inž., tehnički suradnik Instituta za naučno-istraživački rad "Đuro Đaković"

^{xx/} Saopćenje iz Instituta za naučno-istraživački rad "Đuro Đaković"

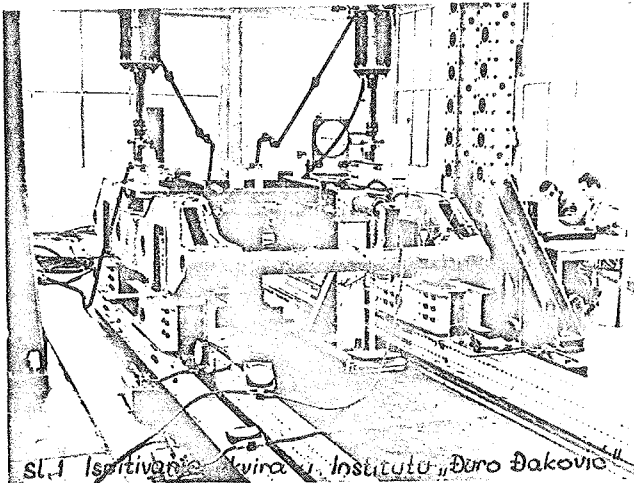
2. Razvojni zadaci u poduzeću "Đuro Đaković"

Već nekoliko godina u poduzeću "Đuro Đaković" djeluje Upravni odbor fonda za naučnoistraživački rad kao organ Centralnog radničkog savjeta. Ovaj Odbor analizira primljene zadatke od pojedinih tvornica i pogona i odabire one koji su od prioritarnog značaja za daljnji razvoj poduzeća. Nakon toga se sklapaju ugovori sa pojedinim izvršiocima tih zadataka koji Odbor preko recenzenata ocjenjuje i isplaćuje.

Jedan od zadataka u tom smislu sklopljen je između Fonda za naučnoistraživački rad i Instituta "Đuro Đaković" za analizu i ispitivanje okvira okretnog postolja prototipa lokomotive DHL 1600 KS.

Na prijedlog Instituta prišlo se ujedno analizi:

- obzirom na konfiguraciju objekta
- obzirom na upotrebljeni materijal.

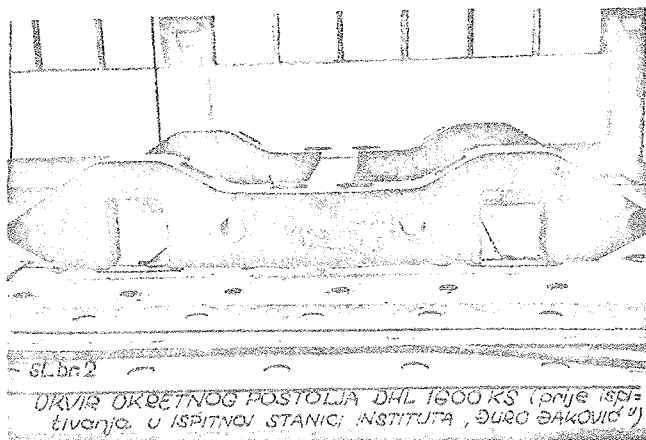


Sl. 1. Ispitivanje okvira okretnog postolja DHL 1600 KS
u Institutu "Đuro Đaković"

2.1 Konfiguracija okvira okretnog postolja prototipa DHL 1600 KS

Okvir okretnog postolja je kutijasta "E" izvedba, koja ima mjesta predviđena za dva kolna sloga, a pripada lokomotivi s hidrauličnim prenosom pogona s četiri pogonska kolna sloga, odnosno 2 okretne postolja. Cijela lokomotiva je konceptijski građena da zadovolji propise jugoslavenskih /JZ/ i međunarodnih /UIC/ propisa. Snaga od 1600 KS joj daje obilne vučne mogućnosti, no samim tim i priličnu težinu pogonskog sistema kao i cijele konstrukcije. Zato svako olakšanje na nekom dijelu znači veće manipulativne mogućnosti u razmještaju tereta gdje je teško smanjiti težinu. Iz ovog razloga se prišlo i olakšavanju okretnog postolja, projektom izrade konstrukcije iz čelika više čvrstoće, što je dovelo do smanjenja debljine stijenke, a time i olakšanje cijele lokomotive, što znači smanjenje osovinske pritiske i ostale prednosti napred navedene.

Na fotografiji br. 2 se vidi izvedba okvira okretnog postolja.



Slike br. 2

Analize konstrukcije su provedene na dva načina;

- analiza kroz praćenje izrade prototipa
- analiza kroz statičko i dinamičko ispitivanje.

2.1.1 Analiza konfiguracije konstrukcije u cilju iznalaženja najbolje tehnološkičnosti konstrukcije

Najprije bi se osvrnuo na koncepcije koje je projektant postavio u pogledu izvedbe:

- 1) Težio je svakako da dobije funkcionalnu konstrukciju koja se može u sklopu lokomotive podliježe određenim zahtjevima i propisima.
- 2) Težio je da zadovolji uvijete određenih konstrukcionih priznatih koncepcija u "Buri Baković" ili u svijetu.
- 3) Nastojao je da mu pozicije od kojih izrađuje sklop budu sa što manje obrada i dorada, a uz to i brojčano što manji broj.

Ki smo analizi tehnološkičnosti konstrukcije pristupili s tri baze:

- 1) Analiza prema uhođanim i opće priznatim postavkama na osnovu vlastitih saznanja i literaturnih podloga,
- 2) Analiza podataka na osnovu razrade tehnologije, odnosno praćenja izrade prototipa,
- 3) Ispitivanje prototipa određenom metodologijom ispitivanja u suglasnosti sa važećim propisima - konkretno propisima jugoslovenskih željeznica.

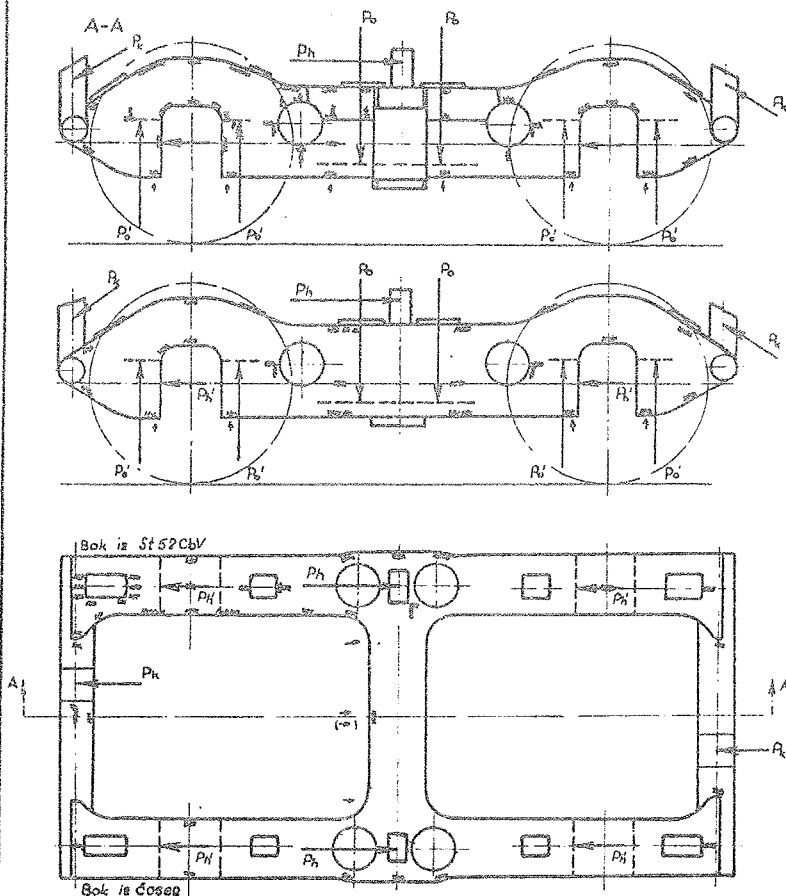
Prikaz djelovanja sila i postavljanja mjernih traka pri ispitivanju:

- Sile: 1) Okomita sila $P_o = 26900$ kp, (na jednom okviru postolja).
 2) Horizontalna sila $P_h = 27400$ kp, (na jednom okviru post.).
 3) Sila usljed djelovanja obrtnog momenta $P_k = 10200$ kp, (djeluje na dva mjesta na jednom okviru).

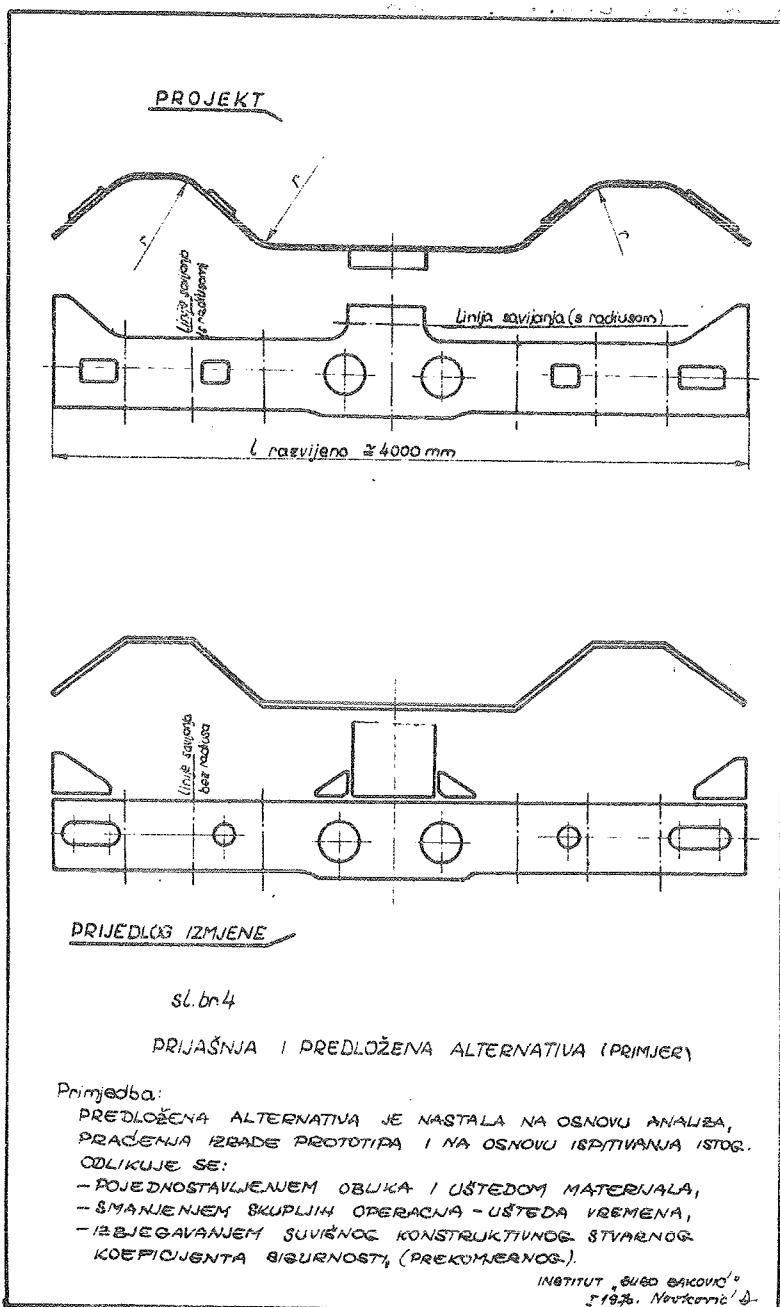
Mjerne trake: Postavljene prema dvjema koncepcijama:

- 1) Analiza i utvrđivanje pravilnosti-optimalnosti izvedbe konstrukcije i 2) Valjanost primjene odnosno zamjene jednog čelika drugim.

na mjestu ljevanja mjesto laska



sl.3 Projekt okvira: INŽENJERING „ĐURO ĐAKOVIĆ“ Slavonski Brod
 Izrada: Tvornica šinskih vozila „ĐURO ĐAKOVIĆ“ Slavonski Brod
 Ispitivanje i analiza: INSTITUT ZA NAUČNO ISTRAŽIVAČKI RAD „ĐURO ĐAKOVIĆ“



Sva zapažanja po ovim postavkama daju određjen rezultat i kao konkretno navodimo primjer, gdje smo predložili poboljšanja, a koja su opet podložna proračunu, obzirom da se konstrukcija donekle mijenja.

Na slici br. 4 je vidljiva prijašnja alternativa i novo predložena.

Predložena alternativa ima prednosti u

- pojednostavljenju konstrukcije
- smanjenju broja pozicija
- izbjegavanju suvišnih bespotrebnih radiusa, ojačanja i ukrućenja

Sve ovo doprinosi poboljšanju ekonomskog efekta izrade, što opravdava pristup cijelocupnoj analizi i ispitivanju prototipa.

2.2. Upotrebljeni materijal na okvir okretnog postolja DIL 100 TS

U "Euri Baković" za ovaj objekt standardno se primjenjuje Č 0562 (St 52), koji ima (orijentaciono) slijedeće osnovne mehaničke osobine.

$$\sigma_T = 54 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_H = 55 \text{ kp/cm}^2$$

$$\delta_5 = 20 \%$$

$$\rho = 0,0078 \text{ t/cm}^3$$

Vodeći se činjenicom, da objekt treba olakšati po težini i izradi, te postići i pozitivan ekonomski efekt, prišli smo analizi mogućnosti primjene novog, čvršćeg čelika, a to je čelik St 52 ČbV.

Ovaj čelik je novi proizvod Železarne Jesenice, a "Đuro Raković", će biti vjerojatno među prvima koji ga uvodi u svoju proizvodnju.

Obzirom da je pomenuti okvir bila zgodna prilika da proširimo naša ispitivanja primjenom ovog čelika (St 52 ČbV) i na konkretan proizvod, izradili smo neke pozicije okvira i iz ovoga čelika, vidi skicu br. 3.

Tako smo naša ispitivanja ovoga čelika vodili u dva pravca:

- 1) laboratorijska tehnološka ispitivanja,
- 2) ispitivanja ugradbom materijala u objektu.

2.2.1 Laboratorijska - tehnološka ispitivanja

Izvršena su:

Ispitivanja osnovnog materijala

- na kidanje, savijanje, udarnu žilavost
- na udarnu žilavost pri niskim temperaturama
- probe kidanja na povišenim temperaturama
- probe plastičnih deformacija, 0 do 10 %, na kidanje
- ispitivanja tvrdoće
- makro i mikro pregled.

Gotovo identična ispitivanja izvršili smo i sa zavarenim spojevima.

Analizirali smo:

- ručnoelektrolučno zavarivanje s elektrodama EVB 50 i EVB 60,
- zavarivanje poluautomatsko s CO₂ s žicom VAC 60.

Ova ispitivanja su dala vrlo interesantne rezultate i potvrdila su navode Železarne, koja je dala neke svoje podatke npr:

Osnovni materijal:

$$\sigma_r = 43 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_m = 60 \text{ kp/mm}^2$$

$$\delta_{10} = 20 \%$$

$$\rho_{200} = 6 \text{ kp/mm}^2$$

$$\rho_{00} = 6 \text{ kp/mm}^2$$

$$\rho_{-200} = 5 \text{ kp/mm}^2$$

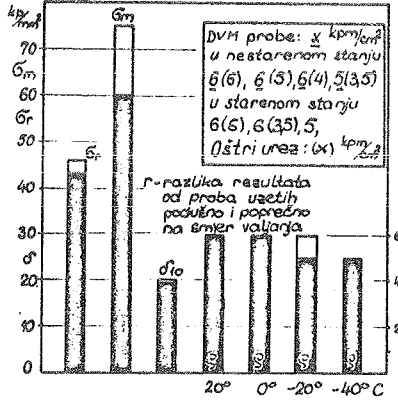
$$\rho_{-400} = 5 \text{ kp/mm}^2$$

Zavareni spoj (ispitivanje Instituta):

- Elektroda EVB 50 ne zadovoljava za zavarivanje ovog čelika,
- Elektroda EVB 60 zadovoljava,
- CO₂ + VAC 60 se može upotrijebiti za zavarivanje uz primjenu odgovarajućih parametara i žice promjer \varnothing 1,2 mm.

Za ilustraciju podataka dajemo grafički prikaz nekih podataka i mikro snimak osnovnog materijala sl.br.5.

1. PROBE ŽELEZARNE JESENICE

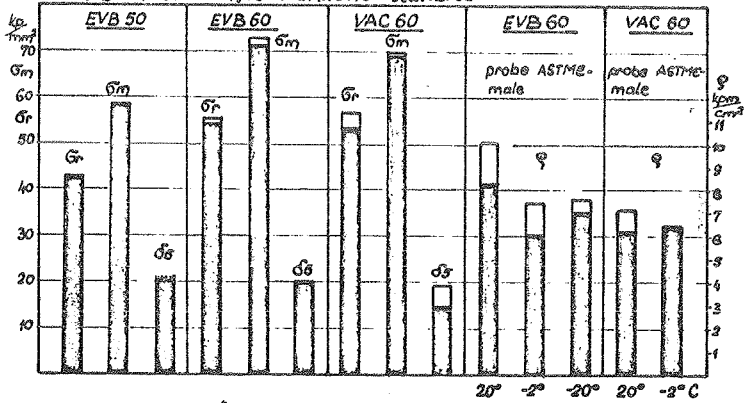


2. PROBE INSTITUTA „BB“

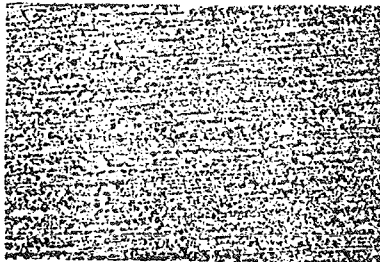
Rezultati su potvrdili na-
vedene rezultate pod 1.

Rezultati ispitivanja čelika St 52CbV

3. PROBE INSTITUTA „ĐURO ĐAKOVIĆ“ Slav. Brod



ZAVARENI SPOJ ČELIKA St 52CbV S RAZNIM DODATNIM MATERIJALIMA



MIKROSNIMAK OSNOVNOG MATERIJALA ČELIKA St 52CbV

St. br. 5

2.2.2 Ispitivanje ugradbom materijala u objekt

Da bi izvršili što podesnije ispitivanje izvršili smo kao što smo već naveli ugradnju čelika St 52 ČbV kao neke od pozicija okvira okretnog postolja (skica br.3). Ostale pozicije su iz čelika Č 0562. Debljine materijala pozicija iz čelika St 52 ČbV su smanjene u odnosu na čelik Č 0562. Prije je to trebalo biti iz Č.0562 debljine 3 i 6 mm, a sada smo sveli na St 52 ČbV od 5,5 mm. Analizirajući komparativno debljinu i čvrstoću između ova dva čelika, odnosno da li je povišenje čvrstoće dovoljno u odnosu na smanjenje debljine, došli bi do zaključka koji bi bio za kritiku iz dva razloga:

- 1) Povišenje čvrstoće nije dovoljno da linearno nadoknadi smanjenje nosivosti zbog manjeg presjeka nosivih elemenata,
- 2) Dinamička nosivost čelika viših čvrstoća nije izrazito bolja od čelika Č 0562, dapače manje dimenzije zahtjeva-ju kritičniju ocjenu raznih grešaka i nedostataka izrade.

Rukovođeci se ipak slijedećim momentima (dalje u tekstu), zaključili smo da je čelik St 52 ČbV podesan da zamjeni čelik Č.0562 (St 52) u ovakvim objektima:

- 1) U projektu postoji dovoljno mogućnosti da prema proračunu *uglavnom* zadovolje i ovako smanjene dimenzije.
- 2) Konceptija izvedbe, konfiguracija, prema našem prijedlogu treba da dobije izvjesna poboljšanja, a što proizlazi iz ranije razmatranog, kao i iz završenih ispitivanja.

- 3) Dinamička nosivost izvedbe u novoj verziji zadovoljava, jer ^{su}ve bitni konstruktivni elementi, najosjetljivija mjesta, malo izmjenila prema ranijoj koncepciji, a osim toga konstrukcija nije opterećena izrazitim silama izvijanja.
- 4) Kao potvrdu postavke navodimo da je ovaj materijal prilično plastičan s izrazitom granicom razvlačenja.
- 5) Uvodjenjem čelika St 52 ČbV čak se dobiva gledano na materijalne troškove povoljniji ekonomski efekt, koji u potpunosti kompenzira neke neznatne gubitke pri izradi; predgrijavanje prije zavarivanja, veća pažnja izrade i kontrole i sl.

3. Zaključak

Sagledano u cijelini cjelokupno ispitivanje i analiza opravdavaju ulaganja kroz:

- serijsku izradu, kompenziraju se troškovi ispitivanja,
- smanjenje težine objekta, u ovom slučaju dobro došlo,
- pravilnije i bolje sagledavanje koncepcije konstruiranja, što za projektanta i konstruktora ima poseban stimulativan značaj.

Općenito gledano put stvaranja ovakvog novog proizvoda u "Buri Baković" ide pravilnim i tehnički savremenim tokom.

Primjedbe (umjesto literature):

Referat je radjen na osnovu izvornih podataka u okviru obrade tematskog zadatka za Inženjering "Đuro Baković" od strane Instituta za naučnoistraživački rad "Đuro Baković" u 1968., 1969. i 1970. godini.

Naziv zadatka: "PRIMJENA VISKOČVRSTIH ČELIHA" (referent zadatka - autor ovog članka).

D. Novković

VERBESSERUNG DES VERFAHRENS ZUR HERSTELLUNG VON DREHGES-
TELLRAHMEN BEI DER PROTOTYPE DER LOKOMOTIVE DHL 1600 PS.

Im Bericht werden die Verfahrensmöglichkeiten bei der Ausführung des Erzeugnisses im Industrieunternehmen "Đuro Đaković", Slav. Brod behandelt.

Als Beispiel wird die Herstellungsart der Prototype des Drehgestellrahmens der Lokomotive DHL 1600 PS angeführt.

Es werden zwei Gesichtspunkte zur Zergliederung des Erzeugnisses betrachtet:

- mit Rücksicht auf die Formgebung des Erzeugnisses,
- mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Einführung einer neuen Stahlsorte mit erhöhter Streckgrenze. Dabei handelt es sich um den Stahl St 52 CbV mit $\sigma_s \cong 43 \text{ kp/mm}^2$, Erzeugnis des Stahlwerks Jesenice.

Der Bericht ist aufgrund durchgeführter Prüfungen und Beobachtungen des Prüflings der Prototype genannten Erzeugnisses im Institut für wissenschaftliche Forschung "Đuro Đaković", Slav. Brod ausgearbeitet.

B. M i t i ć x)

PRILOG ODREĐIVANJU KRITERIJUMA PRI ATESTIRANJU ALATNIH
MAŠINA SA ASPEKTA BEZBEDNOSTI PRI RADU xx)

1. Uvod

U različitim pogonima proizvodnog mašinstva određeni obim proizvodnje ostvaruje se na alatnim mašinama sličnih tehničkih karakteristika ali različitih proizvođača. Pri izboru alatnih mašina investitor se rukovodi određenim tehničkim i ekonomskim pokazateljima koji karakterišu kvalitet opreme. Za upoređivanje kvaliteta između različitih mašina kao pokazatelji obično se uzimaju proizvodnost i tačnost rada mašine, njena ekonomičnost pri radu, odnosno nabavna cena mašine.

Atestiranje alatnih mašina sa aspekta bezbednosti pri radu sa svoje strane u osnovi ima zadatak da dá stručnu ocenu o tome da li je određena konstrukcija alatne mašine izvedena u skladu sa važećim propisima i normama iz oblasti zaštite na radu.

Međutim sadašnje stanje ocenjivanja valjanosti alatnih mašina sa stanovišta bezbednosti još uvek nije potpuno definisano, tačnije rečeno ne zasniva se na određenim objektivnim pokazateljima. Za atestiranje alatnih mašina danas nepostoje potpuno utvrđeni tehnički normativi sa kojima bi se odredio stvarni nivo bezbednosti radnika pri radu na datoj mašini.

x) Božidar Mitić, dipl.maš.ing., predavač Tehničkog fakulteta Univerziteta u Nišu, 12.februara 56a, Niš.

xx) Saopštenje je deo projekta "Metodologija atestiranja oruđa za rad" koji se radi zajednički od strane Katedre za mašinsku obradu i alatne mašine Tehničkog fakulteta u Nišu i Službe razvoja Zajednice zavoda za zaštitu na radu u Nišu, koja i finansira izradu projekta.

2. Usvajanje osnovne koncepcije za ocenjivanje alatnih mašina sa aspekta zaštite na radu

Pristup za određivanje osnovnih kriterijuma pri atestiranju alatnih mašina sa stanovišta bezbednih i konformnih uslova rada može biti različit, što zavisi od toga koji se uticajni faktori uzimaju u obzir pri razmatranju ove problematike.

U ovom slučaju se kao polazni kriterijumi usvajaju sledeći uticajni faktori:

- (i) Opseg prisutnih opasnosti od povreda i škodljivosti za radnike koji rade na alatnim mašinama;
- (ii) Stepem pouzdanosti u radu alatne mašine
- (iii) Stepem vremenskog angažovanja radnika u procesu obrade na alatnim mašinama.

U tom smislu se za pokazatelj uslova rada koji odražava stanje nivoa zaštite na alatnim mašinama usvaja STEPEN BEZBEDNOSTI, koji se u opštem slučaju formuliše kao funkcija:

$$\eta_{\text{bez}} = f(\eta_{\text{opas}}, \eta_{\text{pouz}}, \eta_{\text{ang}})$$

gde je:

- η_{opas} - stepen opasnosti od povreda i škodljivosti za radnike pri radu na alatnim mašinama
- η_{pouz} - stepen pouzdanosti rada alatnih mašina
- η_{ang} - stepen vremenskog angažovanja radnika u procesu obrade na alatnim mašinama.

Pri ovome se usvaja da se maksimalna bezbednost postiže kada stepen bezbednosti teži jedinici, odnosno da ne postoji nikakva bezbednost ukoliko njegova vrednost se približava nuli.

Između usvojenih pokazatelja postoji sledeća funkcionalna veza:

$$\eta_{\text{bez}} = \frac{\eta_{\text{opas}} \eta_{\text{pouz}}}{\eta_{\text{ang}}} \quad \dots(1)$$

Za razliku od koeficijenta izolacije od opasnosti pri obradi materijala [1] STEPEN OPASNOSTI se kreće u granicama od 0-1.

U ovom slučaju se usvaja da granična vrednost:

$$\lim \eta_{\text{opas}} = 0$$

označava maksimalnu opasnost od povreda i škodljivosti jer mašina nema odgovarajuću zaštitu niti druge tehničke uslove koji eliminišu opasnosti pri radu.

S druge strane granična vrednost:

$$\lim \eta_{\text{opas}} = 1$$

označava da ne postoji nikakva opasnost za radnika jer su zaštita i tehnička rešenja na mašini takva da obezbeđuje potpuno eliminisanje opasnosti pri radu.

Vrednosti stepena opasnosti definisane na ovaj način imaju svoje logično opravdanje, s obzirom da je po čoveka (radnika-opslužioca mašine) najpovoljnije kada vrednost stepena opasnosti teži jedinici, jer je i za mašinu najpovoljnije kada se naprimer njen stepen korisnog dejstva približava jedinici.

STEPEN POUZDANOSTI(1) sa svoje strane u ovoj jednačini treba da izrazi nivo sigurnosti u radu mašine, zavisno od sigurnosti rada sistema upravljanja, od sigurnosti rada pojedinih mehanizama mašine kao što su: spojnice, kočnice, uređaji za osiguranje mašine od preopterećenja, uređaji za osiguranje hoda radnih organa mašine i slično.

Pri ovome se polazi od sledeće konstatacije: mehanizmi i uređaji na mašini vršeći pouzdano svoju osnovnu funkciju u sistemu mašine pored obezbeđenja sigurnosti rada mašine u celini istovremeno vrše i funkciju zaštite pri radu na mašini, jer sprečavanje bilo kakvog kvara ili havarije u sistemu mašina-alat-predmet obrade znači i eliminisanje jednog potencijalnog izvora opasnosti za radnike. Prema tome, veći stepen pouzdanosti u radu mašine znači i povećanje stepena bezbednosti (1) pri radu radnika za mašinom i obrnuto.

STEPEN VREMENSKOG ANGAŽOVANJA radnika u procesu rada alatne mašine(1), takođe utiče na ukupnu vrednost stepena bezbednosti.

Pri ovome se kao polazna konstatacija usvaja sledeća formula-
cija: sa smanjenjem stepena vremenskog angažovanja radnika
oko mašine u procesu obrade povećava se i stepen bezbednosti
i obrnuto (1) [2].

Tako naprimer univerzalni strug najčešće se predviđa za indi-
vidualni vid proizvodnje, pri čemu je radnik aktivno angažovan
u zoni rezanja skoro u toku čitavog procesa obrade, zbog toga
se približno može da usvoji da je:

$$\eta_{ang} = 0,8 \div 1,0$$

Ukoloko se posmatra specijalizirana mašina za serijsku proiz-
vodnju, naprimer revolverski strug, stepen angažovanja radnika
u zoni obrade je mnogo manji u odnosu na univerzalni strug. U
ovom slučaju zaviso od stepena automatizacije mašine, stepen
vremenskog angažovanja radnika u procesu obrade može da se
kreće u sledećim granicama:

$$\eta_{ang} = 0,2 \div 0,8$$

Konačno, automatski strug koji odgovara uslovima masovne proi-
zvodnje u svom radu zahteva minimalno neposredno angažovanje
radnika u zonama obrade [2]. Ovde se može da pretpostavi da je:

$$\eta_{ang} = 0,1 \div 0,2$$

Iz navedenih primera proizilazi jasan zaključak, da pri istim
opštim uslovima rada stepen bezbednosti (1) je veći ukoliko je
manji stepen vremenskog angažovanja radnika neposredno u zonama
obrade.

U ovom radu rasmatra se samo metodologija određivanja stepena
opasnosti pa se stoga usvaja da su:

$$\eta_{pouz} = 1 \quad \text{i} \quad \eta_{ang} = 1$$

3. Razrada metodologije pri određivanju stepena opasnosti

Prilikom rada jedne alatne mašine, u toku njenog opsluživanja,
rukovanja, nadgledanja, doterivanja, čišćenja, podmazivanja, odno-
sno neke druge aktivnosti radnika oko mašine postoje i dolaze

do izražaja različite vrste opasnosti.

Zavisno od izvora opasnosti od koga proističu, međusobno mogu da se diferenciraju tri kategorije opasnosti na alatnim mašinama [2] i to: osnovne opasnosti, prateće opasnosti i energetske opasnosti.

Sa svoje pak strane bilo koja od ovih kategorija opasnosti u sebi može da sadrži različite vidove prirode opasnosti: mehaničke, termičke, hemijske, električne i kombinovane prirode.

Stepen opasnosti po svojoj funkciji u opštem izrazu stepena bezbednosti (1), upravo treba da odražava sve te tehničke faktore koji utiču na nivo opasnosti od povreda i škodljivosti pri radu jedne alatne mašine.

Stepen opasnosti u opštem slučaju može da uključi sve vidove opasnosti:

$$\eta_{\text{opas}} = f_1 (a_m, a_t, a_h, a_e, a_k)$$

gde je:

a - parametar koji izražava osnovno obeležje opasnosti, pri ovome pojedini indeksi se odnose na:

- m - mehaničke opasnosti
- t - termičke opasnosti
- h - hemijske opasnosti
- e - električne opasnosti
- k - kombinovane opasnosti

U daljem rasmatranju stepena opasnosti u cilju uprošćavanja analize posmatraju se samo one opasnosti koje imaju mehaničku prirodu, odnosno da je:

$$\eta_{\text{opas}} = f_2 (a_m)$$

Mehaničke opasnosti proističu od brojnih izvora opasnosti od mašine. To su pre svega opasne zone [3] oko pogonskih i prenosnih mehanizama mašine, a posebno prostor oko radnih organa mašine u zonama obrade. Izvori opasnosti mogu da budu rezultat konstrukcijske nesavršenosti alatne mašine, odnosno da proističu od neusklađenosti upravljačkih mehanizama mašine sa psihofizičkim mogućnostima čoveka.

Opasnosti se javljaju i kao rezultat nepostojanja ili konstruktivne nesavršenosti samih zaštitnih uređaja ili pak uređaja za osiguranje od pogrešnog jednovremenog uključivanja dva različita kretanja na mašini i slično.

Pri ovome treba posebno napomenuti da pri posmatranju jedne mašine i jednog izvora opasnosti sama opasnost može imati promenljivi intenzitet i opseg dejstva, što zavisi od različitih tehničkih parametara na mašini, njenog režima rada, uslova eksploatacije mašine i slično.

Za ocenjivanje alatne mašine sa stanovišta bezbednosti u ovom radu se predlaže jedan od mogućih matematičkih modela za izražavanje stepena opasnosti u vidu sledeće zavisnosti:

$$\eta_{\text{opas}} = \frac{1}{1 + \sum a_m^i 2^k} \quad \dots (2)$$

gde je:

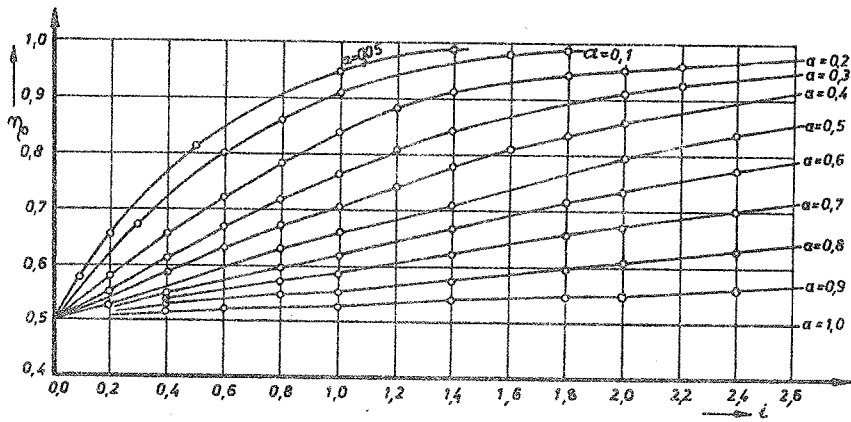
- a_m - parametar koji izražava osnovno obeležje određene vrste mehaničke opasnosti
- i - parametar koji izražava intenzitet opasnosti
- k - parametar koji izražava uticaj opsega opasnosti

Za ovako formulisani stepen opasnosti razrađena je metodologija za njegovo praktično određivanje.

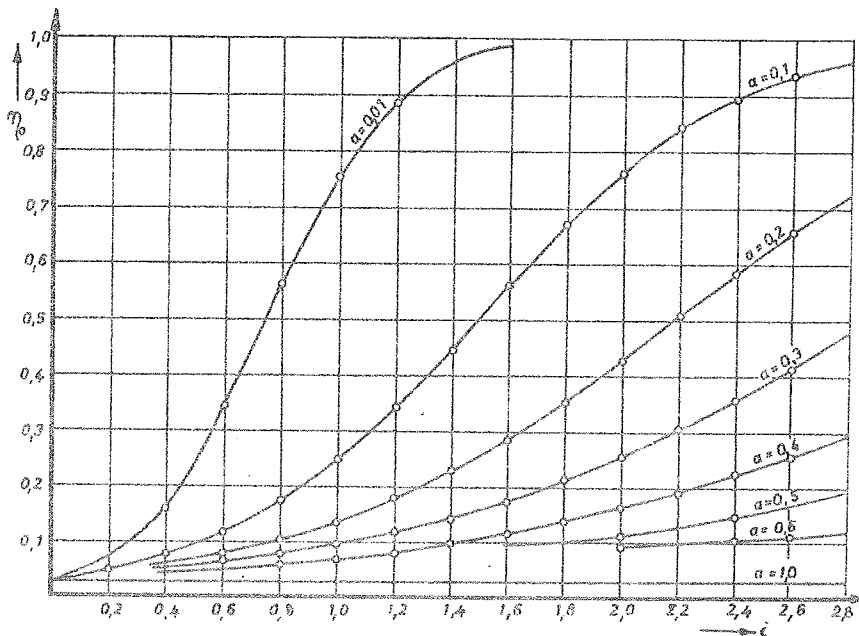
Na sl. 1 na osnovu jednačine (2) dat je grafički prikaz promene stepena opasnosti za vrednost parametra opsega opasnosti $k=0$. Pri ovome se jasno uočava da sve krive linije za različite vrednosti parametra a imaju isti početak. Drugim rečima za sve ove vrednosti stepena opasnosti jedna granična vrednost postoji i ona iznosi :

$$\lim_{a \rightarrow 0} \frac{1}{1 + a^i 2^k} = \frac{1}{2} = 0,5$$

kada "i" teži nuli a $k=0$.



Sl. 1 . Grafički prikaz promene stepena opasnosti za $k=0$ a prema jednačini (2)



Sl. 1 . Grafički prikaz promene stepena opasnosti za $k=5$ a prema jednačini (2)

Na sl. 2 dat je takođe grafički prikaz promene stepena opasnosti ali ovde parametar opsega opasnosti je $k=5$, tako da je u ovom slučaju granična vrednost svih stepena opasnosti:

$$\lim \frac{1}{1 + a_m^i 2^k} = \frac{1}{33} = 0,033$$

Granične vrednosti stepena opasnosti naprimer za neke druge vrednosti parametra k iznose:

$$\text{za } k=1 \quad \lim \frac{1}{1 + a_m^i 2^k} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$\text{za } k=2 \quad \lim \frac{1}{1 + a_m^i 2^k} = \frac{1}{5} = 0,200$$

$$\text{za } k=-1 \quad \lim \frac{1}{1 + a_m^i 2^k} = \frac{2}{3} = 0,666$$

$$\text{za } k=-2 \quad \lim \frac{1}{1 + a_m^i 2^k} = \frac{4}{5} = 0,800$$

5. Zaključak

Iz analize dijagrama sa sl.1 i 2 može se zaključiti:

(i) Parametar "i" ima ulogu da u stepenu opasnosti izražava uticaj promene intenziteta opasnosti. Sa njegovim smanjenjem opadaju vrednosti stepena opasnosti. To praktično znači da kada $i \rightarrow 0$ za $k=\text{const}$, stepen opasnosti se približava svojoj graničnoj vrednosti. Drugim rečima povećavaju se i opasnosti za radnika, odnosno za jedan određeni izvor opasnosti sa smanjenjem parametra "i" raste intenzitet opasnosti. S druge strane sa porastom vrednosti za parametar "i" smanjuje se opasnost za radnika pri obradi na mašini s obzirom da $\eta_{\text{opas}} \rightarrow 1$.

(ii) Parametar "a" ima zadatak da odražava osnovnu prirodu jedne vrste opasnosti. Sa promenom vrednosti za $a=0 \div 1$ pokriva se čitava oblast promene stepena opasnosti. Svaku vrednost ovog parametra karakteriše jedan određeni zakon promene

stepena opasnosti. Za male vrednosti (napr. za $a=0,01$ sl.2) zakon promene stepena opasnosti približno odgovara eksponencijalnoj funkciji. Međutim ukoliko vrednosti parametra $a \rightarrow 1$ ovaj zakon promene se vrši linearno. U praksi se upravo tako i ponašaju različite opasnosti, neke imaju vrlo brze i nagle promene dok se neke naprotiv menjaju sporo sa blagim promenama.

(iii) Parametar "k" definiše opseg dejstva jedne vrste opasnosti. U prilogu (str.11) dat je primer u vidu tehničkog normativa za određivanje parametra kada su upitanju opasnosti od isturenih nepokretnih elemenata na mašinama. Zavisno od uslova ovaj vid opasnosti može da ima dva različita opsega vrednosti i to:

$$\text{za } k=-3 \quad \eta_{\text{opas}} = 0,9 \div 1,0$$

$$\text{za } k=-2 \quad \eta_{\text{opas}} = 0,8 \div 1,0$$

Međutim opasnosti od razletanja polomljenog kolustastog točila imaju daleko širi opseg vrednosti (prilog str.10) :

$$\text{za } k=5 \quad \eta_{\text{opas}} = 0,033 \div 1,0$$

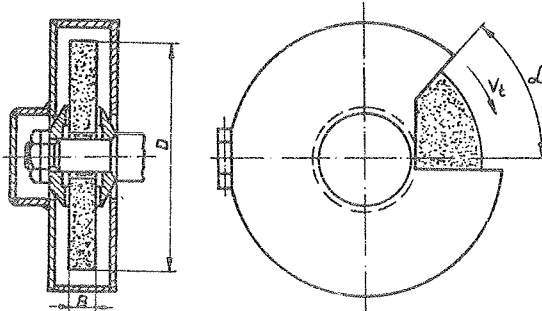
(iv) U praksi ima mehaničkih opasnosti od povreda koje zavise samo od jedne uticajne veličine, ali ima i slučajeva kada zavise i od više uticajnih faktora. Upravo ova metodologija pruža široke mogućnosti za praktično definisanje i upoređivanje različitih opasnosti na mašinama. U tom smislu za definisanje opasnosti stoje na raspolaganju tri uticajne veličine (i, a, k). Pri ovome svaka od ovih uticajnih veličina u opštem izrazu (2) stepena opasnosti unosi određeno svoje obeležje prirode opasnosti.

(v) Predloženi kriterijumi i dati primeri praktične primene ove metodologije ukazuju na široke mogućnosti objektivnog iskazivanja opasnosti na alatnim mašinama. Pored ovoga dat je i praktični prikaz određivanja stepena opasnosti u okviru ukupnog stepena bezbednosti alatne mašine.

ZAJEDNICA ZAVODA ZA
ZAŠTITU NA RADU - NIŠ

Naziv:
METODOLOGIJA ATESTIRANJA MAŠINA

1. Izvor opasnosti:
Cilindrični elementi koji imaju obrtno kretanje
2. Mehaničke opasnosti od razletanja polomljenog tocila koje je nastalo kao rezultat: nepravilnog učvršćivanja ili korišćenja tocila, usled neizbalansiranosti obrtnih masa, pojave nepoželjnih udara ili vibracija i drugih nepoželjnih pojava pri brušenju.
3. Shematski prikaz elemenata koji karakteriša osnovnu opasnost:



4. Opšti uslovi pod kojima se uzima u obzir ova opasnost:
Primena se odnosi za mašine koje koriste kolutasta tocila prema:

JUS K.Fl.C20.

U primeni se predpostavlja dva slučaja:

- 1) ne postoji sistem zaštitnog ograđivanja tocila
- 2) postoji sistem zaštitnog ograđivanja tocila, ali usled postojanja ugla otvaranja (α) nisu eliminisane potpuno opasnosti od razletanja za radnike.

5. Tablični podaci:

za brzine tocila (v_t) do 35 m/s

D (mm)	B (mm)	K	2)		1)	
			α	i	α	i
< 63	6 do 63	5	0,1	3,20	0,3	4,00
63-150				2,60		3,00
151-300				2,00		2,00
301-500			0,2	2,80	0,4	4,00
501-900				2,40		3,00
> 900				2,20		2,00

Sadržaj:

PARAMETRI ZA ODREĐIVANJE STEPENA OPASNOSTI

Ima listova

10

List broj

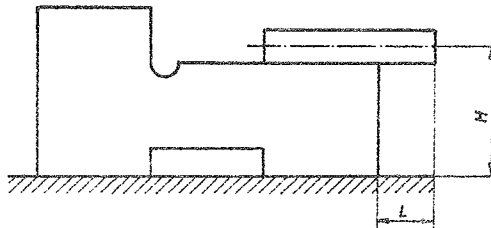
1

ZAJEDNICA ZAVODA ZA ZAŠTITU NA RADU - N I Š	Naziv: METODOLOGIJA ATESTIRANJA MAŠINA
--	---

1. Izvor opasnosti:
Istureni nepokretni elementi na mašinama

2. Opis posmatranog vida opasnosti:
Opasnost od mehaničkih povreda pri raznim aktivnostima radnika oko mašine.

3. Shematski prikaz elemenata koji karakterišu osnovnu opasnost:



4. Opšti uslovi pod kojima se uzima u obzir ova opasnost:
Primena se odnosi za uslove kada mašina radi i radnik vrši rukovanje i nadgledanje procesa obrade ili u uslovima kada mašina ne radi ali se vrši doterivanje, čišćenje ili podmazivanje mašine.

5. Tablični podaci:

H (mm)	L (mm)	a	K	z
200-500	Od 100 do 200	0,3	-3	0,10
500-1000				0,20
1000-1500				0,30
1500-2000				0,10
200-500	Od 200 do 1000	0,2	-2	0,10
500-1000				0,20
1000-1500				0,30
1500-2000				0,10

Sadržaj: PARAMETRI ZA ODREĐIVANJE STEPENA OPASNOSTI	Ima listova	2
	List broj	1

5. Literatura

- [1] B.Mitić, Jedan prilog za određivanje koeficijenta izolacije opasnosti pri obradi materijala, Zbornik saopštenja IV Savjetovanja proizvodnog mašinstva, 1968, Sarajevo (10-1)
- [2] B.Mitić, Problemi koji se javljaju pri projektovanju sistema zaštite na alatnim mašinama, Zbornik saopštenja V Savetovanja proizvodnog mašinstva, Kragujevac, 1969, AM.16.I
- [3] B.Mitić, Opasne zone na alatnim mašinama kao izvor opasnosti pri obradi materijala, Mašinstvo, Beograd, 1968, br.6.
- [4] B.Mitić, M.Drezgic, Metodologija atestiranja oruđa za rad, projekt raden u okviru Službe razvoja Zajednice zavoda za zaštitu na radu u Nišu.

B. M i t i ć

BEITRAG ZUR KRITERIUMERMITTLUNG BEIM ATTESTIERUNG VON WERKZEUGMASCHINEN NACH ARBEITSCHUTZGESICHTSPUNKT

Am heutigen Entwicklungsstand von Attestierung der Werkzeugmaschinen fehlen eindeutig festgestellte technische Normativen zur Feststellung vom wirklichen Niveau der Arbeitssicherheit bei der Arbeit an diesen Maschinen.

In diesem Artikel ist eine methodologie zur Gefährlichkeitsgradermittlung in Abhängigkeit von gegebenen technischen Parametern der Maschinen vorgeschlagen und bearbeitet.

Der dabei angenommene mathematische Model bietet zahlreiche Möglichkeiten zur Gefährlichkeitsgradermittlung und zum Vergleich vom wirklichen Sicherheitsgrad bei verschiedenen Werkzeugmaschinen.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA 1970.

M. Galzina^X-I. Čatić^{XX}

TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA U PRESAONICI ZA PRERADU TERMOPLASTA INJEKCIJOM PRESANJEM^{XXX}

UVOD

Od proizvodnje prve plastične mase, celuloida, prošlo je tek jedno stoljeće, i može se stoga tvrditi, da još nisu ni izdaleka iskorištene sve mogućnosti, i da će u narednim godinama doći do proizvodnje velikog broja novih materijala, različitih po strukturi i kvaliteti.

Usporedo sa razvitkom poliplasta javlja se i problem njihove prerade. Uspješnost prerade zavisi o više činilaca, koji moraju biti optimalno određeni i konstantno održavani. Da bi se ovo moglo postići, potrebno je voditi tehnološku dokumentaciju. Time se izbjegava podešavanje uvjeta prerade "na pamet", a svojstva otpreska su ujednažena i postiže se dimenzionalna stabilnost.

Vodjenje tehnološke dokumentacije omogućuje određivanje ciklusa injekcionog prešanja i norme za jedan otpresak unazad, što je neophodno za izradu pretkalkulacija, određivanje kapaciteta i sl.

Tehnološka dokumentacija u presaonici za preradu termoplasta injekcijom prešanjem sastoji se od: tehnološkog lista, instrukcionog lista, izvoda iz tehnološkog lista i karte kalupa. U saopćenju će biti iznesene značajke pojedinih listova, kao i poteškoće njihove primjene u proizvodnji.

^X Marija GALZINA, dipl. inž. kemije, tehnolog Pogona tlačnog lijeva, Tvornica olovaka Zagreb, Poljačka 56,

^{XX} Igor ČATIĆ, dipl. inž. strojarstva, tehnički savjetnik Tvornice olovaka Zagreb, Poljačka 56,

^{XXX} Saopćenje Tehničkog sektora Tvornice olovaka Zagreb,
Rukovodilac: Ivan MILKOVIĆ, dipl. inž. šumarstva, pomoćnik glavnog direktora za tehnička pitanja.

PRERADA POLIPLASTA INJEKCIJOM PRESANJEM U TOZ-u

Tvornica olovaka Zagreb između ostalog proizvodi kemijske olovke, nalivpera i mjerila/Proizvodnja II/.

Za proizvodnju dijelova od poliplasta ima vlastiti pogon za preradu plastičnih masa injekcionim prešanjem. Artikli se međusobno dosta razlikuju po obliku i funkcionalnosti, pa se u proizvodnji upotrebljava veći broj međusobno različitih poliplasta. Svaki od njih, zahtijeva specifične uvjete prerade.

Nadalje, artikli su vrlo sitni, a međusobno se spajaju kemijskim ili mehaničkim putem. Stoga je od velike važnosti dimenzionalna stabilnost otpresaka.

Prvi pokušaji, da se uvjeti prerade odredjuju na temelju tehnološke dokumentacije potječu još iz 1964. godine. Tehnološki list, identičan onom objavljenom u /1/, dao je stanovite rezultate. Zbog nedovoljnog broja stručnjaka, i nemogućnosti da se tih godina podmire zahtjevi tržišta, te nabavke novih ubrizgavalica sa pužnim vijkom, prvi tehnološki list vremenom je napušten.

Prodor stranih proizvođača istovrsnih proizvoda na jugoslavensko tržište, zaoštrio je zahtjeve, koji se postavljaju na kvalitetu proizvoda i na produktivnost. Prva konkretna mjera u rješavanju postavljenih zahtjeva bilo je otvaranje radnog mjesta tehnologa u pogonu. Osnovni zadatak tehnologa je izrada i vođenje tehnološke dokumentacije, koja mora omogućiti brzo i efikasno podešavanje uvjeta prerade prilikom početka proizvodnje.

Valja imati na umu, da se pojedini proizvodi rade u velikim serijama, i da se tokom godine izrađuje veći broj serija istog proizvoda. To zahtjeva dobro vodjenu dokumentaciju, jer broj veličina koje utječu na uspješnost proizvodnje je velik.

TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA

tehnološki list

Na temelju stečenih iskustava s prvim tehnološkim listom, i korištenjem iskustava drugih preradivača/2,3/ izrađen je

novi tehnološki list, koji sadrži ove skupine podataka:

- otpresak sa umetkom
- poliplast
- sustav za injekciono prešanje/SIP/
 - a/ubrizgavalica
 - b/kalup
 - c/uredjaj za regulaciju temperature kalupa
- uvjeti prerade
 - a/temperature u procesu
 - b/pritisci
 - c/vremena
 - u/podešavanje pažnog vijka
- podmazivanje
- potreban broj poslužilaca
-itd.

Kao posebnost ovog tehnološkog lista može se navesti uvodjenje pojma sustava za injekciono prešanje termoplasta.

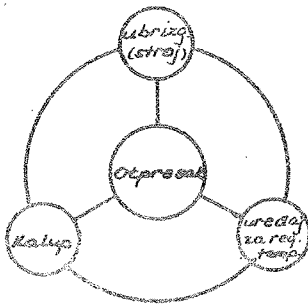
Sustav za injekciono prešanje definiran je i dokazan u /4,5/, a njegova važnost na pravilno odvijanje i stacionarnost iscrpno je objašnjena u /6/.

Ubrizgavalica, kalup i uredjaj za regulaciju temperature kalupa sačinjavaju sustav za injekciono prešanje termoplasta. /slika 1/. Praktična iskustva iz pogona su posebno ukazivala na neriješena pitanja regulacije temperature kalupa. Ona se sa-

da obavlja kao i u cijeloj jugoslavenskoj industriji za preradu termoplasta injekcionim prešanjem propuštanjem vode kroz kanale u kalupu.

Za neke poliplaste povišenih svojstava, takovo rješenje nije zadovoljavajuće.

U tehnološkom listu su podaci potrebni za pravilno podešavanje temperature kalupa iscrpno razgrađeni, i tako već sada postoji mogućnost da se smanje varijacije



slika 1-SIP

u proizvodnji izazvane utjecajem temperature kalupa.

Medjutim, da se to i ostvari predvidjena je nabavka uređaja za regulaciju temperature kalupa.

Osim uređaja za regulaciju temperature kalupa, za pravilno određivanje uvjeta prerade potrebna je još neka oprema, koju sačinjavaju: toplomjer za mjerenje temperature taline i temperature kalupa, vaga i kronometar.

Ova oprema dala je vrlo dobre rezultate u pogonima, čija su se iskustva koristila prilikom izrade tehnološkog lista/2/.

Tehnološki list ima sada opći oblik: /slika 2/

TEHNOLOŠKI LIST			
<i>otpresak</i>	<i>ubrižavalica</i>	<i>Pomoćna oprema</i>	<i>Temperature</i>
<i>skica otpreska</i>			<i>Uređaj za reg. temperature</i>
<i>umetak</i>	<i>kalup</i>	<i>vremena</i>	<i>Pužni vijak i mlaznica</i>
<i>skica umetka</i>			<i>Ostalo:</i>
<i>poliplast</i>			<i>PRIMJERKA</i>

slika 2-Tehnološki list

Podatke u tehnološkom listu ispunjava isključivo tehnolog pogona. Prilikom ispunjavanja tehnološkog lista upotrebljava se podatke iz "Lista otpreska", kojeg izrađuje konstruktor otpreska, odnosno "Projektnog lista kalupa" kojeg izrađuje projektant kalupa.

Konačne podatke izrađuje, upisuje, tehnolog u tehnološki list kada je sa određenim sustavom za injeksiono prešanje, kao i sa određenim uvjetima prerade uspješno izradio najmanje 50 grozdova.

Tehnološki list izrađuje se u dva primjerka. Jedan ostaje tehnologu, a drugi se vraća projektantu kalupa, kako bi se mogla stečena iskustva upotrijebiti prilikom projektiranja novih kalupa, povrat informacija/.

Na temelju podataka iz tehnološkog lista izrađuju

- instrukcioni list
- izvod iz tehnološkog lista
- karta kalupa.

Instrukcioni list

Tehnolog izrađuje instrukcioni list za potrebe podeseivača sustava za injekciono prešanje. Sadrži sve podatke potrebne za proizvodnju, od trenutka kada se kalup podigne u skladištu kalupa do trenutka njegova vraćanja u skladište.

Instrukcioni list, kao i tehnološki, izrađuje se za pojedini sustav za injekciono prešanje, jer isti kalup u jednom pogonu moguće je montirati na više različitih ubrizgavalica, što omogućuje pogonu stanovitu fleksibilnost u planiranju kapaciteta.

U instrukcionom listu navedeni su i podaci o potrebnoj poliplastu, kao i potrebnoj količini u smjeni, te o broju ciklusa u smjeni. Taj podatak omogućuje poslovodji smjene da kontroli-
ra pravilno odvijanje rada tokom smjene.

Izvod iz tehnološkog lista

To je kombinacija tehnološkog lista i instrukcionog lista, a služi poslužiocu sustava za injekciono prešanje.

Izvod iz tehnološkog lista omogućuje radniku da kontroli-
ra uvjete prerade i da obavijesti rukovođioca smjene ukoliko je došlo do njihove promjene.

Ovaj oblik tehnološke dokumentacije naišao je na vrlo do-
bar prijem u pogonu, pa se to smatra jednim od uspjeha prili-
kom uvođenja tehnološke dokumentacije u pogonu.

U prilogu: "Izvod iz tehnološkog lista" ima oblik

Proizvod	Poliplast		Ubrizgavalica		Izradio
	vrsta	kol.u smjeni	broj ciklusa u smjeni		Potpis
Otpresak		kg			
TEMPERATURA					
1.	sušenje poliplasta				h/°C
2.	temperatura miaznice				°C
3.	temperatura zone I				°C
4.	temperatura zone II				°C
5.	temperatura zone III				°C
6.	temperatura zone IV				°C
7.	temperatura kalupa pomični dio				°C
8.	temperatura kalupa nepomični dio				°C
9.	temperatura rashl.sredstava na ulazu				°C
10.	temperatura rashladnog sredstva na izlazu				°C
11.	temperatura prešaonice				°C
PRITISAK					
1.	pritisak ubrizgavanja				kp/cm ²
2.	naknadni pritisak				kp/cm ²
3.	povratni pritisak				kp/cm ²
4.	pritisak zavaranja				kp/cm ⁻¹
PUŽNI VIJAK					
1.	doziranje				mm
2.	tačka prekapčanja na nakn.pritisak				mm
3.	broj okretaja				o/min
4.	brzina ubrizgavanja				
BRZINA PROTOKA RASHLADNOG SREDSTVA					
VREMENA					
1.	vrijeme ubrizgavanja na uri /kao suma vremena ubrizgavanja i vremena naknadnog pritiska/				s
2.	vrijeme hladjenja na uri /kao suma vremena plastificiranja i dopunskog vremena hladenja/				s
3.	vrijeme pauze				s
4.	trajanje ciklusa injekc.prešanja				s
5.	broj ciklusa u jednoj smjeni				
6.	vrijeme početka proizvodnje				h
POTREBAN BROJ POSLUŽILACA					
VRST POLIPLASTA ZA ČIŠĆENJE					
ALATI I NAPRAVE			PRIMJEDBA		

Ostala dokumentacija u pogonu

U ovom trenutku u pogonu se vodi još i strojna karta-karta ubrizgavalice, karta kalupa i odvojeno od tehnologa, dokumentacija potrebna za održavanje elektronskih uređaja ubrizgavalica .

U nastavku izlaganja biti će razmotrena karta ubrizgavalice i karta kalupa.

Strojna karta-karta ubrizgavalice

kartu ubrizgavalice ispunjava tehnolog, a na temelju podataka proizvođača ubrizgavalice i praktičnih zapažanja u pogonu.

Karta ubrizgavalice služi kod odabiranja elemenata sustava za injekciono prešanje, za izbor optimalne ubrizgavalice, a za njeno održavanje. Stoga se vode posebne rubrike sa uzrocima i brojem kvarova. O tome će biti još riječi, kada će biti razmotreni neki problemi pouzdanosti rada sustava za injekciono prešanje.

Karta kalupa

Uvodjenjem ove karte, dobivaju se vrlo korisni podaci, koji će kasnije konstruktoru kod izrade novog kalupa.

Karta kalupa sadrži opširne podatke o veličini, obliku i masi kalupa, zatim podatke o uljevnom sustavu, kao i sustavu za hladjenje. Veoma je važan podatak, na kojim se ubrizgavalicama može kalup upotrijebiti.

Pored skice kalupa i dodatnih dijelova, karta ima rubriku "kvarovi" u kojoj se upisuju uzroci kvara te količ. izradjenih otpresaka do pojave kvara. Ovi su podaci neobično važni, jer se neki kvarovi periodički ponavljaju, pa ih je moguće predvidjeti, a osim toga, može se približno odrediti i vijek trajanja kalupa.

POUZDANOST SUSTAVA ZA INJEKCIJNO PREŠANJE

Dosljedno vođenje rubrika kvarova ubrizgavalice i kalupa, a kasnijoj fazi i uređaja za regulaciju temperature kalupa,

omogućuju procunavanje pouzdanosti sustava za injekciono prešanje termoplasta.

Teoretska podloga za određivanje pouzdanosti sustava za injekciono prešanje je razradjena/7/.U trenutku pisanja saopćenja u toku je praćenje elemenata nužnih za određivanje pouzdanosti, pa se vjeruje, da će se u raspravi na Savjetovanju dati navesto i prve podatke o pouzdanosti.

Poznavanje pouzdanosti sustava za injekciono prešanje omogućit će projektantu kalupa da realnije projektira kalup, bolje odredi optimalni broj gnijezda i planira potrebno vrijeme izrade otpreska. Pogonu će biti moguće bolje planirati opterećenje strojeva i ostale opreme, kao i službu održavanja.

UNAPRIJEĐ ODREĐJENA VREMENA CIKLUSA INJEKCIONOG PREŠANJA

Ciklus injekcionog prešanja može se prikazati jednačbom/8/:

$$t_1 = t_{kal} + t_p \quad /8/$$

gdje je :

t_{kal} - vrijeme kalupljenja ili tehnološko vrijeme

t_p - pomoćno vrijeme.

Tehnološko vrijeme, t_{kal} , sastoji se od:

$$t_{kal} = t_u + t_h \quad /9/$$

gdje je:

t_u - vrijeme ubrizgavanja

t_h - vrijeme hlađenja.

vrijeme ubrizgavanja

Vrijeme ubrizgavanja je relativno kratko vrijeme obzirom na cijeli ciklus, i pod normalnim okolnostima obično je 2-5/s/ za otpreske u pogonu. Zависи o veličini i masi otpreska, kao i o toplinskim značajkama ubrizgavalice.

Ovo vrijeme dobiveno je iskustvom, međjutim, ono se može i unaprijed odrediti.

Unaprijed određeno vrijeme ubrizgavanja razlikuje se od stvarnog, međjutim služi orijentaciono, a što zadovoljava.

Vrijeme hladjenja

Vrijeme hladjenja u praksi započinje nakon završetka vremena ubrizgavanja, a zanemaruje se, da ono ustvari započinje od trenutka ulaska vrućeg poliplasta u hladni kalup.

Ovo vrijeme je vrlo složeno i može se prikazati jednadžbom/8/

$$t_h = t_{np} + t_{mr} + t_{ps} + t_d \quad /s/ \quad /3/$$

gdje su :

t_{np} -vrijeme naknadnog pritiska

t_{mr} -vrijeme povratka mlaznice

t_{ps} -vrijeme plastificiranja

t_d -dopunsko vrijeme hladjenja

Kod ubrizgavalica sa klipom, jednadžba je identična, samo se umjesto vremena plastificiranja unosa vrijeme vraćanja klipa u osnovni položaj.

Vrijeme hladjenja može se proračunati, ali pritom treba znati, da li se proračunava za amorfne ili za kristalinične poliplaste.

Za proračun vremena hladjenja amorfni poliplasta upotrebljava se jednadžba Ballmana/8/.

U praksi se primjenjuje za brzo računanje vremena hladjenja nomogram objavljen u /8,9,10,11/.

Primijećeno je, da Ballmanova jednadžba ne zadovoljava za djelomično kristalinične poliplaste, i da daje čak do 50 % niže rezultate od stvarnih vrijednosti. Ovaj problem riješio je Gloor, a eksperimentalni dokaz i potpuni proračun potječe od Jürgensa/12/.

Pomoćna vremena

Već je prije navedeno, da svaki ciklus injekcionog prešanja sadrži pomoćno vrijeme. Obično se pomoćnom vremenu ne poklanja dovoljna pažnja, ali ono ipak iznosi značajan dio vremena cijelog ciklusa. Potpuni proračun pomoćnog vremena iscrpno je obrađen u /8/.

Iskustva u pogonu su pokazala, da se unaprijed određeni vremenima ciklus injekcionog prešanja može bitno skratiti, prema onom određenom "iskustveno".

Međutim, unaprijed određena vremena u ciklusu injekcionog prešanja su samo orijentacionog karaktera, i uvijek se razlikuju od vremena stvarnog ciklusa.

NAKLJUČAK

Unesena su iskustva izrade i primjene tehnološke dokumentacije u pogonu za preradu termoplasta injekcionim prešanjem. Objavljeni su tehnološki list, izvod iz tehnološkog lista, instrukcioni list, kao i ostala dokumentacija koja se vodi u pogonu.

Primjena dokumentacije i unaprijed određena vremena u ciklusu, omogućila su postizavanje ujednačenosti kvalitete u proizvodnji, kao i povećanje produktivnosti.

Specijalna pažnja posvećuje se pouzdanosti rada sustava za injekciono prešanje, i u tu svrhu stalno se prati rad pojedinih nadzornih uređaja, kao i kalupa na njima.

L I T E R A T U R A

- /1/ Čatić I.:Radne karte za kalupe za brizgajući tlačni lijev, Kemija u industriji,13 /1964/ 21-23
- /2/ Polychemie :Radna karta
- /3/ Woebcken W.:Optimale und reproduzierbare Maschineneinstellung beim Pressen,Spritzgießen und Extrudieren, Industrie Anzeiger,br. 4,14.1.1966
- /4/ Čatić I.:Einführung in die Systemanalyse bei Spritzgießen, Predavanje IKV-TH Aachen,20.lipanj 1969
- /5/ Čatić I.:Utjecaj prerade poliplasta na izbor šlika za izradu dijelova kalupne šupljine/magistarski rad/
- /6/ Čatić I.:Utjecaj sustava za injekciono prešanje termoplasta na stacionarnost procesa, VI Savjetovanje o proizvodnom strojarstvu,Opatica 1966
- /7/ Čatić I.:Pouzdanost sustava za injekciono prešanje, /rad u toku/
- /8/ Čatić I.:Projektiranje kalupa za injekciono prešanje termoplasta, SMITP,1969
- /9/ Čatić I.:Abaque pour le calcul du temps de refroidissement de le object injectee, Plastiques modernes et elastomeres,17:8 /1965/
- /10/Čatić I.:Grafička interpretacija opće jednačite hladjenja, Kemija u industriji,14:12 /1965/
- /11/Čatić I.:Analiza ciklusa rada injekcione preše, Tehnika-mašinstvo,17:4 /1968/
- /12/Menges,G.,Jürgens,W.:Experimentelle und rechnerische Erfassung der Abkühlvorgänge teilkristalliner Kunststoffformmassen in Spritzgusswerkzeuge,Plastverarbeiter,19:3/1967

Marija GALZINA-Igor ČATIĆ

THE TECHNOLOGICAL DOKUMENTATION IN THE INJECTION
MOULDING PLANT FOR PROCESSING THERMOPLASTICS

The technological documentation for processing thermoplastics by the injection moulding is sufficiently different from this for working out metals. The primary experiences in using the technological and other documentation by the injection moulding plant in Ivornica olovaka Zagreb, has been described.

This documentation has partly his roots in the similar foreign documentation, but strongly, the proper theoretical and practical experiences has been used. The technological sheet, extract from the technological sheet, the instruction sheet as well as the injection moulding machine and mould sheets has been described.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

M. D r e z g i ć x)

NEKI ZAHTEVI PRI KONSTRUISANJU ALATNIH MAŠINA SA ASPEKTA ZAŠTITE
NA RADU

1. Uvod

Proizvodnja alatnih mašina u svetu svakim danom raste. Isti je slučaj i u našoj zemlji samo sa još većom stopom rasta, naročito u upoređenju sa stanjem pre drugog svetskog rata. Ovaj porast proizvodnje alatnih mašina uslovio je dinamičan razvoj naše privrede.

Imajući ovo u vidu, kao i činjenicu da nismo bili zemlja proizvođač alatnih mašina, da smo počeli sa njihovom većom proizvodnjom dobrim delom na osnovu tehničke dokumentacije pribavljene od drugih tehnički razvijenih zemalja, da se je vodilo računa u prvom redu o njihovim tehničkim karakteristikama, proizvodnji zaštitne opreme uz mašinu nije se poklanjala dovoljna pažnja, pa da je to bila zakonska obaveza još od 1947. godine. [1]. Međutim, bliže obaveze proizvođača alatnih mašina u pogledu primenjenosti propisanih mera i normativa zaštite na radu, definisane su kasnije [2,3] .

Ovde su dati neki najopštiji zahtevi o kojima se mora voditi računa pri konstruisanju alatnih mašina, imajući u vidu njihovu bezbednu eksploataciju.

2. Opšti zahtevi sa aspekta zaštite na radu

Da bi alatna mašina mogla u potpunosti da zadovolji zahteve kako u pogledu korišćenja njenih tehničkih mogućnosti, tako i u pogledu sigurnog rada sa njom, neophodno je da ispunjava izvesne opšte uslove, koji se odnose na mašine za obradu rezanjem, i na mašine za obradu deformacijom. Ti zahtevi su sledeći:

x) Miroslav Drezgić, dipl.ing., viši stručni saradnik Službe razvoja Zajednice zavoda za zaštitu na radu, Niš, Voždova 11.

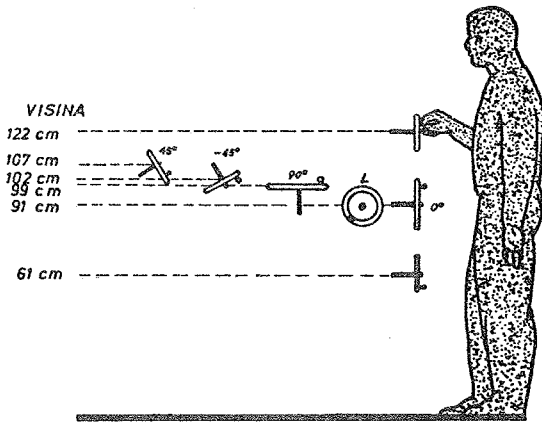
2.1. Postavljanje mašine - njena stabilnost

Osnovni zahtevi koji se postavljaju pred alatne mašine su, pored ostalog, kvalitetna obrada sa njima, a u isto vreme bezbedan rad. Jedan od uslova da bi se ovo ispunilo je pravilno pri-
služivanje mašina za temelje ili čvrste podloge. U svakom slu-
čaju dužnost je proizvođača, odnosno konstruktora da predvidi
način postavljanja mašine imajući u vidu sve zahteve koji se
pred nju postavljaju [3]. Tako se susrećemo sa mašinama koje
po svojoj prirodi moraju da imaju masivne temelje, odvojene od
okolnog terena kako se vibracije ne bi prenosile na ostale ma-
šine [4], odnosno na mašine sa lakim režimom rada, bez udara,
koje se mogu osloniti na betonsku podlogu pomoću elastičnih pod-
metača, ili da se za nju neposredno pričvrste.

Kada je u pitanju dinamičko opterećenje (mašine sa oscilatorno-
translatornim kretanjem), konstruktor mora da predvidi sve de-
talje u pogledu izrade temelja kao i načina postavljanja mašine.
Većina mašina sa kružnim kretanjem ima osnovno opterećenje sta-
tičko, što omogućava njihovo postavljanje i na elastične podme-
tače, veoma zahvalne za brzu promenu rasporeda mašina. Neophod-
no je, međjutim, pri tom upotrebiti podmetače sa garantovanim,
a od konstruktora propisanim tehničkim karakteristikama.

2.2. Položaj i oblik komandi

Vrlo važnu ulogu u pogledu bezbednog rada sa mašinom ima polo-
žaj i oblik komandi, sa gledišta upotrebe velike sile za njih-
vo aktiviranje, što zavisi pored položaja i oblika komande i od
pravca dejstva i položaja tela. Pri ovome se mora voditi računs
o tome da li se rukovanje mašinom odnosno posluživanje vrši ru-
kama u stojećem stavu, kada uređjaji za upravljanje (komandne
poluge, točkići, tasteri, dugmad i t.d.) treba da budu postavlj-
ni na visini od 70 do 160 cm, i da budu u zoni radnog mesta tako
razmeštjeni, da se njina može lako i brzo rukovati. Prečnici to-
čkića za komandovanje i ručice za manipulaciju zavisni su od
mesta postavljanja i načina spajanja, kao i od željene brzine
okretanja. [5]. Kada se rad obavlja u sedećem stavu rukama, ure-
đjaji za upravljanje treba da budu na visini od 60 do 120 cm.

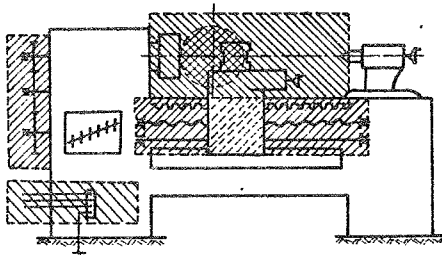


Sl. 1. Uobičajene granice razmjetaja uređaja za upravljanje (točkić)

Jedan od zahteva o kome se mora voditi računa pri izboru i postavljanju uređaja za upravljanje mora da bude i njihov oblik, kao i položaj, i način aktiviranja, kako bi se onemogućilo nepoželjno aktiviranje.

2.3. Položaj i zaštita radne zone

U zavisnosti od vrste i veličine alatne mašine, položaj radne zone je različit. Međutim, ono što se od radne zone zahteva to je njena pristupačnost, radi kontrole izvršene obrade. (sl. 2).

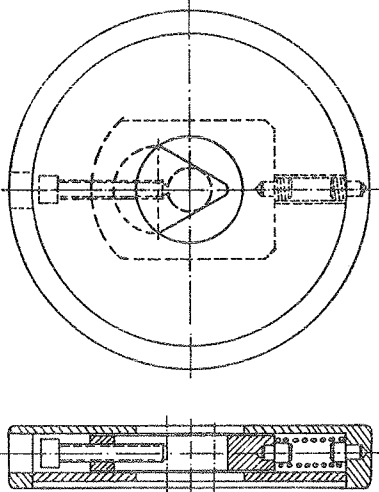


Sl. 2.

Zahtevi koji treba da budu ispunjeni kod nožnih komandi su ti, da komande budu što bliže podu, platformi, da ne zahtevaju izlišne pokrete nogu, da se kao najpogodnije upotrebe pedale sa osloncem na peti i onoliko silom u pruži, koja je dovoljna da se suprostavi težini noge.

Sprovedenje efikasne zaštite radne zone nije kod svih mašina lako rešivo. Automatske mašine, kao i one namenjene za rad u serijskoj proizvodnji, dakle koje rade samo jednu ili nekoliko operacija, veoma se lako i uspešno mogu da zaštite. Ovo nije slučaj kod univerzalnih mašina, kod kojih se vrše različite

operacije i vrlo se često menjaju. Iz tih razloga se univerzalnim mašinama sa gledišta zaštite radne zone pri konstruisanju mora pokloniti posebna pažnja. [6,7]. U prvom redu moraju



se zaštititi obrtni delovi koji imaju elemente koji štrče (kod strugova: stezači, obrtači, sl. 3; kod glodalica: glodači, glodačke glave).

Pošto je zaštita obrtnih delova zakonska obaveza, to bi bilo neophodno da proizvođači alatnih mašina isporučuju kao normalni pribor, dakle kao sastavni deo mašine, i pribor za zaštitu obrtnih delova, pokretne providne ekrane i sl.

Sl. 3 zaštita obrtača
kod struga

2.4. Preventivne mere za sprečavanje preopterećenja alatnih mašina

U procesu eksploatacije alatnih mašina, neizbežna su kratkotrajna narušavanja normalnog režima rada. Ona se naročito ispoljavaju u preopterećenju mehanizama mašina, prevelikom povišenju pritiska, poremećaju sistema za podmazivanje. Kao rezultat ovoga su česti kvarovi, koji pored smanjenja veka trajanja mašine smanjuju eksploatacionu sigurnost. Svakako da se pri konstruisanju alatnih mašina o uređajima koji će sprečavati havarije, sa mogućim štetnim posledicama po radnika, mora voditi računa.

Sigurnosni uređaji mogu da budu postavljeni ili kod elementa glavnog ili pomoćnog kretanja, a mogu biti i kod jednih i kod drugih. [8].

OP.3.4

Sigurnosni uredjaji alatnih mašina mogu se podeliti na: mehaničke, hidraulične i električne, a po načinu rada na sigurnosne uredjaje direktnog i indirektnog dejstva. Po obnavljanju radne sposobnosti mašine posle isključivanja na tri grupe: sa automatskim obnavljanjem radne sposobnosti mašine posle prekida preopterećenja; sa ručnim obnavljanjem, sa zamenom dela ili celog sigurnosnog uredjaja novim. [9]. Koji će se sistem sigurnosnih uredjaja primeniti zavisi od niza okolnosti, ali je važno da se primeni onaj, koji će za datu mašinu predstavljati najbolje rešenje.

2.5. Električna struja

Električna struja kao glavni pokretač alatnih mašina, predstavlja vrlo kvalitetan izvor energije, ali može biti i vrlo opasna, ako se ne poštuju izvesna pravila zaštite pri radu sa njom.

Električni deo alatne mašine predstavlja elektromotor ili više njih, razvodna tabla sa koje se vrši električni razvod po kabinama i električni provodnici koji povezuju razvodnu tablu sa električnim prijemnicima i uredjajima na mašini.

Pri konstruisanju alatne mašine treba obratiti naročitu pažnju na izbor mesta za postavljanje elektromotora, koji pri radu oslobađa znatnu količinu toplote. Ovu toplotu treba odvoditi, pa zato elektromotor ne sme biti zatvoren u konstrukciji mašine bez obezbeđenja potrebne ventilacije za odvođenje suvišne toplote.

Razvodna tabla mašine sa koje se vrši razvod provodnika do pojedinih prijemnika i uredjaja, mora naprotiv da bude locirana tako, da je izvršeno potpuno zaptivanje i zaštita od ulaska stranih tela u ovaj prostor.

Razvod električnih provodnika od table do pojedinih prijemnika mora da bude izveden na način koji će obezbediti njihovu mehaničku sigurnost i zaštititi ih od eventualnih agresivnih materija, koje bi mogle oštetiti njihovu izolaciju.

Vrlo je čest slučaj da se u eksploataciji nađu alatne mašine kod kojih nije izvedena zaštita od opasnog napona dočira onako,

kako to nalažu tehnički propisi. Projektanti električne instalacije na alatnoj mašini predviđaju ovu zaštitu preko konstrukcije mašine, što je nepravilno. Do svakog električnog prijemnika ili uređaja na mašini mora biti doveden poseban provodnik, koji će biti povezan sa zaštitom od opasnog napona zemlja.

2.6. Osvetljenje radnog mesta

Za bezbedan rad između ostalog utiču i uslovi osvetljenosti pod kojima se on obavlja. S obzirom da radnik provodi čitavu smenu za mašinom, nužno je da ta radna zona bude pravilno osvetljena.

O ovom zahtevu se mora da misli pri projektovanju mašine tako, da u zavisnosti od tipa i vrste mašine bude predviđena odgovarajuća osvetljenost. Opšta veštačka osvetljenost treba da bude jačine 150 do 300 luksa. Ako su mašine snabdevene lokalnim osvetljenjem, jačina prosečne osvetljenosti može da bude 40 do 80 luksa, u kom slučaju prosečna jačina dodatnog osvetljenja mora da bude 300 do 600 luksa, a napon struje ne sme da bude veći od 24 V. [10]

Zbog zamora očiju radnika koji može da nastane usled nepreza- nje pri redovnom obavljanju posla sa jedne, a i zbog relativno slabije osvetljenosti prostorije u odnosu na lokalnu osvetlje- nost sa druge strane, mora se voditi računa pri konstruisanju mašine da ona ima što manje onih delova koji bi smetali da op- šta osvetljenost prostorije bude i osvetljenost radne zone. Jer, mada postizanje odgovarajuće osvetljenosti radne zone od opšteg osvetljenja zahteva veće investicione izdatke, neupore- divo je bolje od pojačane lokalne osvetljenosti kako sa gle- dišta produktivnosti, tako i sa gledišta zamora radnika i nje- gove opšte sigurnosti. [11]

2.7. Buka i vibracije

Ni buka ni vibracije ne dovode do trenutnih povreda radnika, kao što je slučaj sa mehaničkim povredama ili povredama od udara električne struje. Međutim, posledice prisutnosti prekomerne buke i vibracija su oboljenja koja proističu usled duže ili

kraće izloženosti radnika.

Da bi se negativan uticaj buke i vibracija na radnika smanjio, odnosno sasvim eliminisao, neophodno je da se pri konstruisanju mašine ovom problemu posveti veća pažnja. Najefikasniji način uklanjanja buke i vibracija, odnosno njihovo smanjenje, je otklanjanje na mestu nastajanja, mada je to vrlo često težak i složen problem. Svakako da rešenja u ovom smislu treba tražiti u zameni delova od materijala koji stvara buku sa onim kod kojih je buka manja (gde je to moguće), kvalitetnom obradom delova mašina i sklopova, konstruktivnom izmenom elemenata koji stvaraju buku i vibracije i tome slično. Kao krajnja mera za sprečavanja prostiranja buke i vibracija je obaveza konstruktora i proizvođača mašina da dostavi detaljno uputstvo za njeno postavljanje i montažu, sa projektom temelja koji bi apsorbiravao vibracije a time i buku.

Mada ne postoje naši propisi za zaštitu od buke i vibracija (u pripremi su), do njihovog donošenja treba primenjivati standarde međunarodnog komiteta ISO-TC43.

2.8. Održavanje mašina

Jedan od važnih faktora o kome se pri konstruisanju mašine mora voditi računa je njeno održavanje. Pravilno održavanje mašine nije samo uslov za njen vek trajanja i kvalitetan rad sa mašinom, već je i garancija sigurnog rada sa njom. Iz tih razloga je neophodno da mesta za podmazivanje budu pristupačna i lako uočljiva, a isto tako da mašine ima takav oblik koji će omogućiti što lakše i efikasnije čišćenje. Kada su u pitanju elementi na mašini koji se po svojoj prirodi treba češće da zamenuju, treba da postoji mogućnost njihove lake i brze zamene.

2.9. Oblik i boja mašina

Svakako da nije svejedno kakvog će oblika i boje biti mašina, kako sa gledišta njene prodaje, tako i sa gledišta psihološkog dejstva na radnu sredinu i čoveka. [12]. Iz ovih razloga se tzv. "industrijskom dizajnu" mora pokloniti veća pažnja i to

još u početku stvaranja konstrukcije, konsultujući pritom industrijske psihologe i dizajnere.

3. Posebni zahtevi

3.1. Kod mašina za obradu rezanjem

3.1.1. Pri upotrebi sredstava za hlađenje i podmazivanje

Nije mali broj mašina koje moraju zbog procesa obrade kojem su i namenjene, da budu opremljene uređajem koji omogućuje hlađenje odnosno podmazivanje predmeta rada i alata kojim se obrada vrši. Zadatak konstruktora u ovom slučaju je da pored zahteva za potrebnim hlađenjem odnosno podmazivanjem, isključe mogućnost povrede ruku radnika. Isto tako sabirnici (pojedinačni ili skupni), moraju da onemoguće rasipanje upotrebljene tečnosti.

3.1.2. Pri obradi bez sredstava za hlađenje i podmazivanje

Kada je u pitanju obrada brušenjem koja ne zahteva upotrebu sredstava za hlađenje i podmazivanje, mašina mora da bude opremljena uređajem za hvatanje i sakupljanje čelične prašine koja, kada se udiše veoma štetno deluje na zdravlje radnika.

3.1.3. Organizovano odvođenje strugotine

Vrlo veliki problem sa gledišta bezbednosti radnika je moguća povreda od strugotine, koja se javlja kao rezultat obrade na alatnoj mašini. Kakav će oblik strugotine biti zavisi od više faktora, ali je bitno, da se pri konstruisanju alatne mašine vodi računa o tome, da strugotina bude usmerena ka unapred određenom mestu, van zone u kojoj bi moglo doći do povrede očiju ili ruku radnika. Kada je ovaj zahtev veoma delikatan, svakako da je rešiv za određenu vrstu obrade.

3.2. Kod mašina za obradu deformacija

3.2.1. Zaštitne naprave kod obrade na hladno

Ne predstavljaju sve mašine iz ove grupe isti stepen opasnosti po radnika. Iz tih razloga i sistem zaštite koji se mora predvideti na njima neće biti isti, mada su principi na kojima rade zaštitne naprave slični. Zahtev koji se kod ovih mašina postavlja (kod ekscentar presa; mekaza, mašina za ugaono savijanje lima) je, da u prvom redu preko komandi onemogući da ruke radnika dođu u opasnu zonu, mada i drugim zaštitnim napravama treba to onemogućiti.

4. Literatura

- [1] Opšti pravilnik o higijenskim i tehničkim zaštitnim merama pri radu (Sl.list FRJ br. 16/47; 36/50 i 56/51)
- [2] Osnovni zakon o zaštiti na radu (Sl.list SFRJ br. 15/65; 29/65 i 28/66)
- [3] Pravilnik o opštim merama i normativima zaštite na radu na orudjima za rad i uređajima (Sl.list SFRJ br. 18/67)
- [4] E.Rauš, fundamenty mašin, Moskva (1965)
- [5] W.E. Woodson l'adaptation de la machine a l'homme, Paris (1956)
- [6] S.Hertung, Arbeitsschutz an Drehmaschinen, Berlin (1963)
- [7] E.Mitić, Opasne zone na alatnim mašinama kao izvor opasnosti pri obradi materijala, TRŽNINA, 6 (1968)
- [8] P.Stanković, Mašine alatke i industrijska proizvodnja mašina, Beograd (1965)
- [9] V.K. Tepinkičiev, Predohranitel'nye ustrojstva peregruzki stankov, Moskva (1968)
- [10] Pravilnik o higijensko-tehničkim zaštitnim merama pri radu na preradi i obradi metala (Sl.list FRJ br. 40/61)
- [11] Jugoslovenski komitet za osvetljenje. Savetovanje 9. Osvetljenje u službi industrije i rudarstva, Zagreb (1968)
- [12] M.Ferajić, Bojenje mašina i radnih prostorića, TRŽNINA, 2 (1968)

M. D r e z g i ć

SCHE REQUIREMENTS IN DESIGN OF MACHINE TOOLS
FROM THE ASPECT OF OCCUPATIONAL SAFETY

In order to be safe in the process of work from the aspect of occupational safety, machine tool has to meet, besides basic technical requirements which characterize machine, general requirements for safety at work with it.

In the article are discussed just these requirements with treatment of following: placing of the machine, position and shape of controls, position and safeguarding of working zone, devices for prevention of overloading of the machine, electric current, lighting of working place, noise and vibrations, machine maintenance, shape and colour of the machine. There is also report of the special precautions in the use of machines for treatment by cutting, and machines for treatment by deformation.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

S. Sekulić^{x)}

ANALIZA POSTOJANOSTI BURGIIJE U ZAVISNOSTI OD MATERIJALA RADNOG PREDMETA I PREČNIKA BURGIIJE^{xx)}

Postojanost spiralnih burgija najčešće se pretstavlja preko sumarne dubine busenja do pojave zatupljenja, a ne vremenskom veličinom. Tako se kao karakteristična brzina usvaja brzina rezanja v_{L2000} , ili uopšte v_{LL} , koja pretstavlja onu brzinu kojom se pri određenim uslovima može postići sumarna dubina busenja 2000 mm, odn. L mm. U literaturi su poznati dijagrami po Patkaju (Patkay) za određivanje v_{L2000} za busenje u čeliku i sivom livu u zavisnosti od pomaka [1], međjutim, ukoliko se želi brzina rezanja pri nekoj drugoj dubini rezanja takvih dijagrama nema. U novijoj sovjetskoj literaturi daje se prošireni izraz za brzinu rezanja $v = v_T$ u zavisnosti od prečnika D i pomaka burgije s, kao i uticaja dubine pojedinačnog otvora $(u_0 = f(\frac{1}{D}))$ pri obradi pojedinih vrsta materijala radnih predmeta. Korišćenje ovog proširenog obrasca nailazi na teškoće, jer je za određeni prečnik i pomak teško odabrati veličinu postojanosti, koja se za burgije prečnika od 5 do 50 mm, kreće od 8 do 60 min. [1]. Da bi se izbegla proizvoljnost usvajanja postojanosti u nastavku je razradjena metoda za određivanje brzine rezanja za bilo koju sumarnu dubinu rezanja, v_{LL} u zavisnosti od faktora obrade. Na osnovu ove metode izrađjeni su dijagrami za određivanje postojanosti burgije za određenu vrstu materijala radnog predmeta i prečnika burgije, pri čemu je maksimalna vrednost pomaka burgije izra-

^{x)} Sava S. Sekulić, dipl. ing., docent Mašinskog fakulteta, Novi Sad, Stevana Musića bb.

^{xx)} Saopštenje iz Instituta mašinskog fakulteta, Novi Sad.

žena u zavisnosti od prečnika. U nastavku je dat redosledni prikaz toka izbora optimalne brzine rezanja pri radu na izvesnom broju mašina.

Polazeći od proširenog obrasca za brzinu rezanja pri bušenju [1]

$$V_r = \frac{C_v D^{\lambda_0} U_0}{T^m S^{\gamma_0}} \quad (1)$$

zamenama

$$T = \frac{L}{s n} \quad i \quad n = \frac{1000 V}{\mathcal{D} D}$$

dobija se prošireni izraz za brzinu rezanja u zavisnosti od sumarne dubine rezanja i ostalih faktora obrade

$$V_{LL} = L^{-\frac{m}{1-m}} \left[\left(\frac{1000}{\mathcal{D}} \right)^m \frac{C_v D^{\lambda_0 - m} U_0}{s^{\gamma_0 - m}} \right]^{\frac{1}{1-m}} \quad (2)$$

Ovaj obrazac daje mogućnost da se za bilo koju vrstu materijala radnog predmeta, vrednost prečnika i pomaka, kao i veličine faktora $U_0 = f\left(\frac{L}{D}\right)$ (gde je L dubina jednog otvora) odredi brzina rezanja. Međutim, ovakav obrazac za prethodnu ocenu režima obrade ima nedostatak, jer je složen pa je u cilju daljeg uprošćenja i razrade dijagrama, maksimalna vrednost pomaka analitički izražena

$$S_{max} = C_s D^{\beta_s} \quad (3)$$

i na taj način eliminiše pomak iz izraza za brzinu rezanja

$$V_{LL} = L^{-\frac{m}{1-m}} \left[\left(\frac{1000}{\mathcal{D}} \right)^m \frac{C_v}{C_s^{\gamma_0 - m}} \frac{U_0}{D^{(\gamma_0 - m)\beta_s - (\lambda_0 - m)}} \right]^{\frac{1}{1-m}} \quad (4)$$

Za sumarnu dubinu bušenja $L = 2000$ mm dobija se da je

$$V_{L2000} = 2000^{-\frac{m}{1-m}} \left[\left(\frac{1000}{\mathcal{D}} \right)^m \frac{C_v}{C_s^{\gamma_0 - m}} \frac{U_0}{D^{(\gamma_0 - m)\beta_s - (\lambda_0 - m)}} \right]^{\frac{1}{1-m}} \quad (4')$$

Reoba jednačina (4) i (4') daje odnos

$$\frac{V_{LL}}{V_{L2000}} = \left(\frac{L}{2000}\right)^{-\frac{m}{1-m}}$$

odnosno za brzinu rezanja kojoj odgovara sumarna dubina $L \neq 2000$ mm

$$V_{LL} = V_{L2000} \left(\frac{L}{2000}\right)^{-\frac{m}{1-m}}$$

označimo li sa $\xi_L = \left(\frac{L}{2000}\right)^{-\frac{m}{1-m}}$ popravni koeficijent sumarne dužine to je

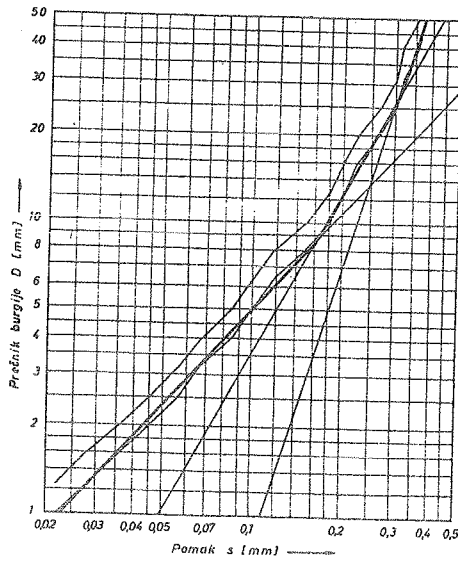
$$V_{LL} = V_{L2000} \xi_L \quad (5)$$

gde je

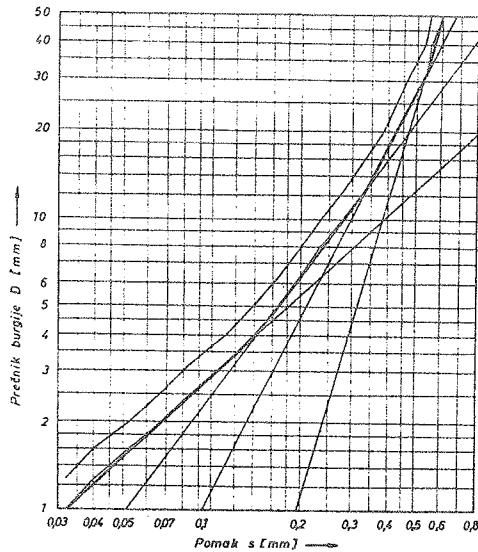
$$\xi_L = f(L; m)$$

Jednačina (4^o) omogućuje da se izradi dijagram $v_{L2000} = f(D)$, za poznate vrednosti koeficijenata C_V i C_S , kao i eksponenata m , x_0 , y_0 i p_S , koji odgovaraju pojedinim vrstama materijala radnih predmeta. Primena jednačine (5) omogućuje da se izradi i dijagram za određivanje popravnog koeficijenta ξ_L , u zavisnosti od ukupne (sumarne) dubine bušenja L , pa prema tome i brzine rezanja v_{LL} , koja joj odgovara.

Veličine koeficijenata C_V i eksponenata x_0 , y_0 i m lako je naći u literaturi [1]. Međutim, za C_S i p_S moralo se prići izradi dijagrama $s = f(D)$ u logaritamskoj mreži za široki interval prečnika od 1 do 63 mm, za razne vrste materijala radnih predmeta. Tako su dobiveni podintervali prečnika (tri ili četiri) u kojima se ova zavisnost u log-log mreži može predstaviti pravom linijom, pa je moguće odrediti za $D=1$ vrednost C_S , a iz ugla nagiba vrednost eksponenta p_S . Primera radi prikazani su dijagrami $s_{max} = f(D)$ u log-log mreži za čelik $\bar{\sigma}_H = 50 \dots 70$ kN/cm², i Al - legure sa trkastom strugotinom (Sl.1 i Sl.2). Vrednosti za C_S i p_S , kao i C_V , x_0 , y_0 i m svrstane su u tabeli br.1, za najvažnije materijale radnih predmeta, a koje vrednosti su poslužile



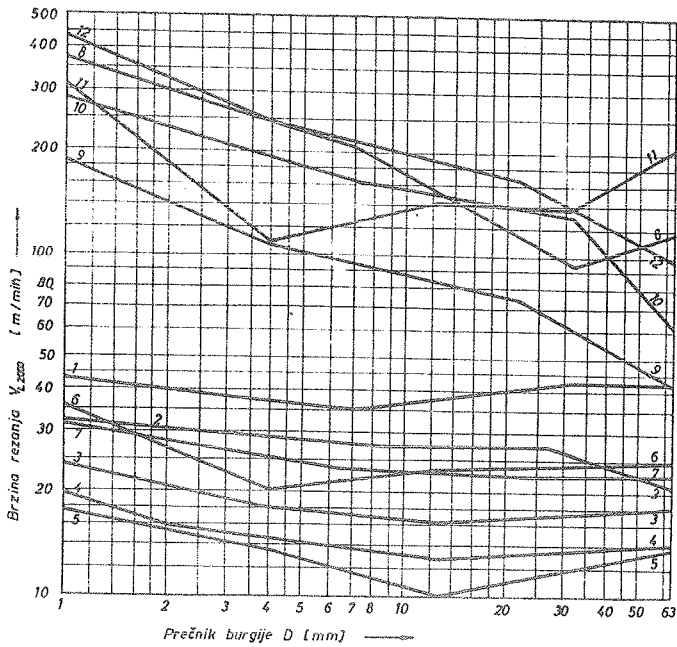
Sl.1 Zavisnost pomaka s_{max} od prečnika burgije D, za celik $\sigma_H = 50 \dots 70 \text{ kN/cm}^2$.



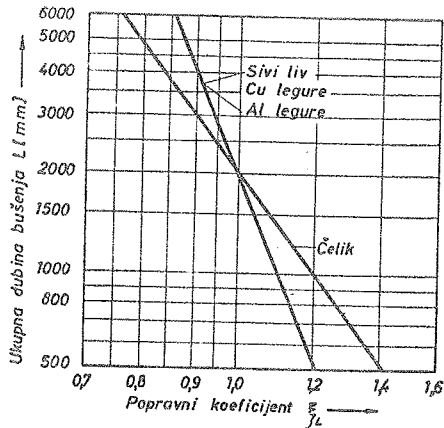
Sl.2 Zavisnost pomaka s_{max} od prečnika burgije D, za Al-legure sa trakastom strugotinom.

Red. br.	MATERIJAL RADNOG PREDMETA	PREČNIK BURGIJE	$D = C_D s^B$		$s = C_s D^{P_s}$		C_v	X_o	Y_o	m
			C_D	P_D	C_s	P_s				
1	ČELIK $\sigma_M < 50 \text{ KN/cm}^2$	1..7	52	1,111	0,028	0,900	10,2	0,4	0,5	0,2
		7..32	173	1,785	0,054	0,560				
		32..63	390	2,660	0,103	0,375				
2	ČELIK $\sigma_M = 50...70 \text{ KN/cm}^2$	1..8,5	61	1,100	0,023	0,910	7,6	0,4	0,5	0,2
		8,5..27	220	1,800	0,050	0,555				
		27..63	1050	3,160	0,110	0,315				
3	ČELIK $\sigma_M = 70...90 \text{ KN/cm}^2$	1..4	39	0,830	0,012	1,210	4,8	0,4	0,5	0,2
		4..12,5	79	1,111	0,019	0,900				
		12,5..63	404	2,065	0,053	0,480				
4	ČELIK $\sigma_M = 90...110 \text{ KN/cm}^2$	1..2	27	0,700	0,009	1,430	3,8	0,4	0,5	0,2
		2..12,5	67	0,950	0,012	1,050				
		12,5..63	570	2,200	0,052	0,455				
5	NERĐAJUĆI ČELIK	1..4	39	0,830	0,012	1,210	3,8	0,4	0,5	0,2
		4..12,5	79	1,111	0,019	0,900				
		12,5..63	404	2,063	0,053	0,480				
6	SIVI LIV $HB < 200$	1..4	24	0,572	0,032	1,750	11,3	0,25	0,4	0,25
		4..12,5	55	1,370	0,052	0,730				
		12,5..31,5	105	1,198	0,093	0,505				
		31,5..63	255	3,500	0,195	0,285				
7	ČELIČNI I SIVI LIV $HB > 200$	1..6,3	39	1,060	0,032	0,935	10,0	0,25	0,4	0,25
		6,3..25	93	1,600	0,056	0,625				
		25..63	340	3,230	0,156	0,310				
8	MESING $\sigma_M > 60 \text{ KN/cm}^2$	1..7	52	1,111	0,028	0,900	29,5	0,25	0,55	0,12
		7..32	173	1,785	0,054	0,560				
		32..63	390	2,660	0,103	0,375				
9	MESING $\sigma_M > 80 \text{ KN/cm}^2$	1..4	19,5	0,890	0,034	1,125	23,4	0,25	0,55	0,12
		4..22	45	1,350	0,059	0,740				
		22..63	175	4,000	0,275	0,250				
10	LEGURE BAKRA	1..7	52	1,111	0,028	0,900	23,4	0,25	0,55	0,12
		7..32	173	1,785	0,054	0,560				
		32..63	390	2,660	0,103	0,375				
11	AL LEGURE SA TRA- KASTOM STRUGOTINOM	1..4	24	0,572	0,032	1,750	36,6	0,25	0,55	0,12
		4..12,5	55	1,370	0,052	0,730				
		12,5..31,5	105	1,198	0,093	0,505				
		31,5..63	255	3,500	0,195	0,285				
12	AL LEGURE SA LOM- LJENOM I KIDANOM STRUGOTINOM	1..4	19,5	0,890	0,034	1,125	48,6	0,25	0,55	0,12
		4..32	45	1,350	0,059	0,740				
		32..63	175	4,000	0,245	0,250				

Tabela 1. Numericke vrednosti koeficijenata i eksponenata
korisćenih za konstrukciju dijagrama Sl.3. i
Sl.4.



Sl.3. Zavisnost brzine rezanja v_{L2000} od prečnika burgije pri $s = s_{max} = const.$



Sl.4. Zavisnost veličine popravnog koeficijenta u zavisnosti od ukupne dubine busenja L .

OP.4.6

za konstrukciju dijagrama $v_{L2000} = f_1(D)$ i $\xi_L = f_2(L)$, za razne materijale radnih predmeta (Sl.3 i Sl.4). Brojevi od 1 do 12 na Sl.3 predstavljaju redne brojeve materijala radnih predmeta u tabeli 1.

Način korišćenja dijagrama su očigledni. Za određeni prečnik D i materijal radnog predmeta, iz dijagrama $v_{L2000} = f(D)$, odredi se v_{L2000} pa ukoliko je $L \neq 2000$ mm, izvrši se popravka nalaženjem popravnog koeficijenta ξ_L za potrebnu sumarnu dubinu $L=L$.

Posmatranjem promene $v_{L2000} = f_1(D)$, na Sl.3., uočava se izlomljenost prave linije za ceo interval, što ukazuje na potrebu revizije preporučenih maksimalnih vrednosti pomaka u zavisnosti od prečnika burgije. U dijagramu $\xi_L = f(L)$ uočavaju se samo dve linije što je posledica veličina numeričnih vrednosti za eksponent m , za razne materijale radnih predmeta.

Da bi smo razmotrili određivanje režima obrade na pojedinim vrstama bušilica definisaćemo uslovne oznake vezane za prečnike i dubine busenja na radnim predmetima. Neka na zamišljenom radnom predmetu imamo k otvora različitih prečnika D i različitih dubina l , i neka se dostigne sumarna dubina busenja L nakon obrade z radnih predmeta.

Razmotrimo tok izbora režima na pojedinim vrstama bušilica:

- rad na stonj ili stubnoj busilici sa brzoizmenljivim glavama za busenje ili rednoj bušilici

Pojedinim prečnicima D_1, D_2, \dots, D_k odgovaraju maksimalne preporučene vrednosti pomaka s_1, s_2, \dots, s_k i neka su odgovarajuće pojedinačne dubine busenja l_1, l_2, \dots, l_k . Ako uočimo najveću pojedinačnu dubinu busenja l_1 , tada je moguće odrediti broj komada posle kojih će doći do zatupljenja ove najugroženije burgije, za usvojenu ukupnu dubinu busenja L ; $z = L/l_1$. Sada su odgovarajuće sumarne dubine $L_i = z l_i$, odn. L_1, L_2, \dots, L_k , kojima odgovaraju brzine rezanja $v_{L1}, v_{L2}, \dots, v_{Lk}$, određene pomoću dijagrama (Sl.3. i Sl.4.), odn. odgovarajući brojevi obrta n_1, n_2, \dots, n_k ($n_i = 1000 v_{Li} / \pi D_i$).

- rad na bušilici sa visevretenom glavom

Ovde se konstrukcijom obezbedjuju razliciti brojevi obrta u zavisnosti od precnika burgije D_i , ali je brzina pomoćnog kretanja konstantna i iznosi n_{Dmax} $s_{Dmax} = C$. Na osnovu preporucene vrednosti s_{Dmax} odredi se, za usvojenu sumarnu dubinu rezanja L , v_{LL} kojoj odgovara n_{Dmax} pa je odredjena i velicina C . Ostali brojevi obrta su $n_i = C/s_i$, odn. brzine rezanja $v_{Li} = \sqrt{D_i} n_i / 1000$. Frekvencijama D_i i pomacima s_i odgovaraju brzine rezanja v_{L2000} prema dijagramu (Sl.3.). Odnos $v_{Li}/v_{L2000} = \xi_L$ iz dijagrama (Sl.4.) daje vrednosti za L_i i za pojedinačne dubine busenja L_i , broj komada posle kojih dolazi do zatupljenja $z_1 = L_i/L_i$.

Literatura

- [1] r. Stanković, Masinska obrada, I knjiga, Gradjevinska knjiga, Beograd (1967)
- [2] НИВТН, Нормы стойкости режущего инструмента, Машгиз /1953/
- [3] НИВТН МСС СССР, Режимы резания инструментами из быстро-режущей стали, Машгиз /1950/
- [4] НИИТАВТОПРОМ, Режимы резания металлов, Отдел техпропаганды, Москва /1959/
- [5] НИВТН, Нормы износа, стойкости и расхода режущего инструмента, Машгиз /1961/

С е к у л и ч С. С.

АНАЛИЗ СТОЙКОСТИ СВЕРЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАТЕРИАЛА ИЗДЕЛИЯ И ДИАМЕТРА СВЕРЛА

Стойкость спиральных сверл выражается суммарной глубиной сверления L и соответствующей скоростью v_{LL} . В последнее время, особенно в советской литературе, даются формулы для расчета скоростей резания при сверлении в которых со-

держана стойкость выражена в временных единицах. Использование этих формул трудно, потому что надо выбрать определенную стойкость изменяемую в широком диапазоне, для широкого интервала диаметров. В следующей работе рекомендуется метод определения скорости резания V_{LL} , соответствующая определенной суммарной глубине L , в зависимости от материала изделия, диаметра сверла и максимальной величины подачи. Для удобнейшего пользования разработаны диаграммы /фиг.3/ и /фиг.4/, которые могут быть использованы при практических расчетах.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

B. Boras x)

OPTIMIRANJE BROJA RADNIKA ZA POPRAVKE SLUČAJNIH KVAROVA

Ako promatramo održavanje cjelokupne proizvodne opreme, sa stanovišta planiranja radova, možemo ga podijeliti na dvije glavne grupe :

- unaprijed planirane popravke
- neplanirane slučajne popravke

Planirani popravci obuhvaćaju klasični način održavanja u obliku malih, srednjih i generalnih popravaka, te prvenstveno održavanje. Pošto se oni u pravilu mogu unaprijed planirati, mogu se uzeti u obzir kod izrade proizvodnih planova i lansiranja radova u pogonu, te nebi smjeli prouzrokovati troškove zastoja i nedovršene proizvodnje.

Kod neplanskih popravaka, prijava kvara kao i vremena trajanja popravaka, nastaju posve slučajno i mi ih ne možemo unaprijed predvidjeti. Uzroci takvih slučajnih kvarova su višestruki :

- nepravilno rukovanje proizvodnom opremom uslijed nepoznavanja njenog rada ili neodgovornog odnosa prema istoj,

- neredovne periodičke zamjene istrošenih dijelova propisane od strane proizvođača opreme, uslijed kojih dolazi do prijevremenih kvarova na drugim dijelovima koji rade zajedno sa istrošenim,

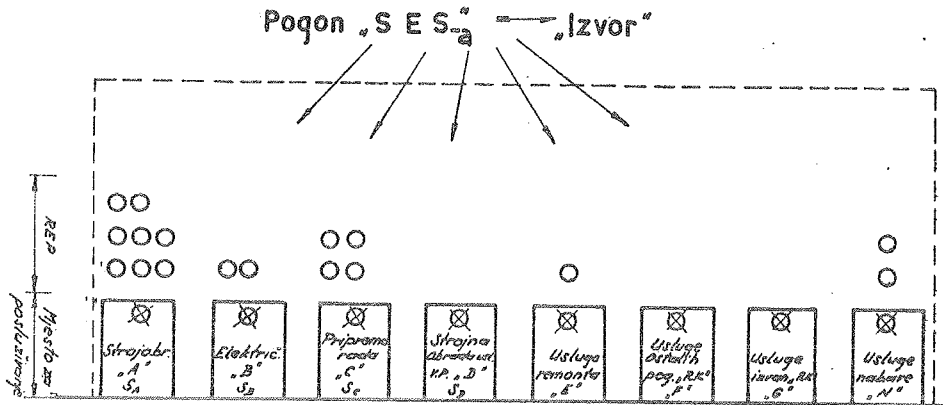
- nagle promjene u naponu el. struje,
- nepovoljni klimatski uvjeti,
- ostali slični uzroci.

Broj slučajnih kvarova se može smanjiti boljim provođenjem preventivnog održavanja, postroženjem kriterija odgovornosti radnika, i drugim mjerama, ali, unatoč toga, pojavu slučajnih kvarova nikada nećemo moći eliminirati u cijelosti.

Pokazalo se da kod slučajnih kvarova bitnu ulogu imaju reperi neispravnih strojeva i uređaja koji očekuju da dodju na

x/ Berislav Boras, mr. dipl.ing., Elektrotehnički
instituit tvornice "Rađe Končar" Zagreb

na red za popravak, kao i sam kapacitet grupe koja vrši takve neplanske popravke / sl. 1 /.



Sl. 1. Shematski prikaz pojave čekanja proizvodne opreme.

što je veći broj slučajno nastalih kvarova u izvjesnom vremenskom periodu, a manji kapacitet odjela za popravke, te neravnomjernija raspodjela između prijava kvarova i pojedinih operacija, to će strojevi i uređaji duže čekati da dodju na red za početak popravaka, kao i između pojedinih operacija procesa popravaka.

I obrnuto, što je veći kapacitet odjela za popravke, povoljniji odnos između između broja radnika u pojedinim operacijama, bolji izbor vrste toka procesa popravljanja, jednolični-

je prijave kvarova i trajanje popravka, a istovremeno broj nastalih kvarova manji, to će strojevi i uređjaji manje čekati na popravak. Međutim, tu dolazi do druge neželjene pojave, do čekanja radnika na strojeve.

Radilo se dakle o pronalaženju kriterija prema kojem bi se mogli odlučiti o odnosu između te dvije vrste čekanja : strojeva i uređjaja na popravak i radnika na pokvarene strojeve i uređjaje. Isto tako se trebalo pronaći kriterij za odlučivanje o odnosu između broja radnika u pojedinim operacijama.

Pokazalo se da bi troškovi čekanja proizvodne opreme i radnika koji vrši popravke, zajedno sa troškovima radnih mjesta u odjelu za popravke, mogli biti jedan od kriterija odlučivanja.

Moglo se zaključiti da je optimalno ono rješenje kod kojeg će prije navedeni, ukupni troškovi biti manji.

Da bi spomenuti troškovi bili što manji, treba što više skratiti izbivanje opreme iz proizvodnje radi popravaka slučajnih kvarova. To se može postići dvojako :

- poboljšanjem tehnologije rada popravaka u širem smislu, uvođenjem novih tehnoprocasa, pomoćnih uređjaja, alata za obradu i kontrolu itd., čime bi se smanjilo efektivno vrijeme popravka.

- smanjenjem vremena čekanja prije i između pojedinih operacija popravka.

Postavljen problem je razmatran sa stanovišta smanjenja čekanja proizvodne opreme na popravke slučajnih kvarova.

U popisnom održavanju složenog sistema cjelokupne proizvodne opreme, čiji su uzroci kvarova izvan sistema, broj radnika koji vrše takve popravke, kao i njihov međusobni odnos u pojedinim operacijama predstavljaju jedine faktore na koje možemo direktno utjecati. Zbog toga se moglo postaviti slijedeći cilj:

- određivanje optimalnog broja radnika u odjelu za popravak slučajnih kvarova, po kriteriju minimalnih ukupnih troškova.

Kod rješavanja postavljenog problema djelovalo je više faktora, od kojih su neki slučajnog karaktera. Nabrojiti ćemo samo najvažnije utjecajne faktore koji signifikantno djeluju na konačni rezultat:

-zakonitost dolaženja slučajno pokvarenih strojeva i ur-
edjaja,

-vrijeme trajanja popravaka,

-kapacitet odjela za popravak slučajnih kvarova,

-medjusobni odnos pojedinih grupa rada u odjelu za popr-
avke slučajnih kvarova,

-troškovi čekanja nastali uslijed slučajnih kvarova pr-
oizvodne opreme,

-utjecaj različitog broja istovrsnih radnika u istodob-
nom radu na jednom popravku,

-utjecaj prekida rada uslijed izostanka i izlaska rad-
nika.

Nakon postavljanja problema i uočavanja utjecajnih faktora
cjelokupni rad je izvršen u tri osnovne faze:

-ostvarenje preduvjeta za istraživanje,

-istraživanje,

-zaključna razmatranja.

U prvoj fazi rada, ostvarenju preduvjeta za istraživanje, iz-
vršene su slijedeće aktivnosti:

-prikupljanje i studiranje odgovarajuće literature,

-podjela radova na popravcima slučajnih kvarova na 8
grupa,

-predviđanje teorija i metoda iz naučno-istraživačkog
rada koje bi mogle poslužiti za cjelovito rješenje zadanog
problema; i to: teorija repova, teorija informacija, Markovi
procesi i simuliranje metodom Monte-Carlo,

-određivanje podataka koji se trebaju dobiti snimanjem
postojećeg stanja, a koji su potrebni za primjenu predviđe-
nih teorija i metoda. Određuje se 10 različitih vrsta poda-
taka,

-projektiranje i sprovođenje nove organizacije poslo-
vanja u odjelu za popravke slučajnih kvarova, koja je omogu-
ćila snimanje traženih podataka,

-uhodavanje i nadgledavanje provođenja nove organiza-
cije poslovanja u pomenutom odjelu.

Druga faza rada - ISTRAŽIVANJE - je najobimnija. U njoj se
primjenjuju metode iz matematske statistike, teorije vjero-
jatnosti i operativnog istraživanja.

Podjeljena je u slijedeće grupe radova :

- izvidjačko istraživanje,
- prikupljanje, snimanje i obrada potrebnih podataka,
- istraživanje mogućnosti primjene predviđenih teorija i metoda, analizom i testiranjem podataka i potvrda pretpostavke o slučajnosti nastalih kvarova,
- određivanje funkcije kriterija i matematskog modela zbivanja, te njegovo rješenje,
- usporedba i analiza dobivenih podataka - rezultata,
- izračunavanje ukupnih troškova i određivanje optimalnog broja radnika, te izračunavanje ostvarene uštede,

1. Kod izvidjačkog istraživanja izračunata je statistička vjerojatnost slučajnih kvarova $f_{\bar{P}} = 0,027$, što znači da prosječno u svakom radnom danu nastaju nepredviđeni slučajni kvarovi, kao i s njima vezani zastoji, na 1,7 % od cjelokupne proizvodne opreme. Iako je u promatranom pogonu bilo 137 strojeva i uređaja, to je dnevno bilo prosječno 3,7 slučajnih kvarova. Na osnovu toga se moglo zaključiti da promatrani događaj ima dosta veliku prosječnu vjerojatnost, te da predstavlja pojavu s kojom treba računati.

2. Slijedeća grupa radova obuhvatila je prikupljanje podataka koje se sastojalo u ispunjavanju odgovarajućih formulara, odakle je vršeno snimanje i obrada podataka.

Snimanje procesa popravaka i promjena osnovnih stanja vršeno je tako dugo dok složeni sistem koji obuhvaća cjelokupnu proizvodnu opremu nije došao u stacionarno stanje. To je obuhvatilo period snimanja od cca 6 mjeseci.

3. Snimanje i obrada podataka obuhvatila je slijedeće:

a/ Broj prijava slučajnih kvarova "P" kroz 1072 radnih sati. Zbrajanjem snimljenih podataka dobivena je razdioba frekvencija i aritmetička sredina / sl. 2. /.

Djeljenjem pojedinih frekvencija sa $\sum f_i$ izračunata je relativna frekvencija, koja nam zapravo predstavlja statističku vjerojatnost pojave datog broja slučajnih kvarova u jednom satu.

b/ Broj prijava za rad u svakoj od 6 radnih grupa /strojopobravnari, pogonski električari, nabava dijelova itd./ I tu je iz tabela snimljenih podataka izračunata razdioba frekvencije, kao i statistička vjerojatnost, da kod određene grupe rada, u

Razdioba frekvencija prijava kvarova "P" i njihove relativne frekvencije

Broj prijava u 12. P. u	x	Vrednost, rad/sat		fi · Pi
		fi	f · Pi	
0		680	0,6437	0
1		285	0,27806	285
2		74	0,0663	148
3		12	0,0112	36
4		1	0,000835	4
5		0		0
6		2	0,00187	12
7		1	0,000835	7

$$\bar{p} = \frac{\sum f_i \cdot P_i}{\sum f_i} = \frac{496}{107,8} = 0,462 \quad \left[\frac{\text{Broj prijava P}}{1 \text{ sat}} \right] \quad \sum = \begin{matrix} 1078 & 10000 & 496 \end{matrix}$$

31. 2. Snimak frekvencija prijava kvarova "P", te izračun relativne frekvencije i prosječne vrijednosti.

jednom radnom satu, dodje do datog broja prijava za rad.

c/ Tada se zbrajanja popravka u satima za svaku grupu reda u periodu snimanja od cca 6 mjeseci. Iz snimljenih podataka dobivena je razdioba frekvencija za razna vremena trajanja popravaka, te iz nje relativna frekvencija, koja i ovdje predstavlja vjerojatnost da će promatrani rad na popravku, kod dotične grupe, trajeti upravo toliko radnih sati. Također su izračunata i prosječna vremena popravka, kao i pripadne standardne devijacije.

d/ Broj prelaza izmedju 9 stanja procesa popravljanja, kao i izmedju 3 glavna zajednička stanja. Snimljeni podaci da-

li su nam matricu frekvencija $[x_{ij}]$ koja predstavlja broj za-
bilježaka između trenutnog "i" stanja i slijedećeg "j" stanja.
Iz tako snimljenih podataka trebalo je doći do matrice prela-
znih vjerojatnosti $[p_{ij}]$. Put kako se to postiže razradio je
prof. dr Djurišević sa fakulteta strojarstva i brodogradnje u
Zgb-u, i on šematski izgleda ovako:

$$[x_{ij}] \rightarrow \frac{1}{n} \quad [x_{ij}] = [q_{ij}] \frac{1}{t_i} = [p_{ij}]$$

gdje je:

n - ukupni broj prelaza između pojedinih stanja, u ovom sluč-
aju 1.771.

$[q_{ij}]$ - matrica prosječnih vjerojatnosti, gdje je suma po redcima
jednaka sumi po stupcima i predstavlja koordinate fiksne tačke.
Na sl. 3. iznjeta je izračunata matrica prelaznih vjerojatnos-
ti, dok je na slici 4 dat njen dijagramski prikaz.

e/ Međusobno prikazivanje radova između raznih radnih
grupa. U tu su svrhu izračunate sve moguće kombinacije pojava
raznovrsnih grupa od po 2, odnosno 3 člana iz osnovnog skupa
od ukupno 3 članova, i unižete u odgovarajuće rubrike tablica za
simuliranje.

Osim navedenih izvršeno je još snimanje i slična statistička
obrada slijedećih podataka:

- uzroka prekida rada kod istovrsnih radova,
- vrijeme čekanja kod prekida na istovrsnim radovima,
- istovremeni rad više istovrsnih radnika.

Nakon toga je izvršena analiza snimljenih i obradjenih podata-
ka da bi se istražila mogućnost primjene predviđenih teorija
i metoda. Osnovnu pretpostavku, usvojenu još kod postavljanja
problema- slučajnost nastalih kvarova - provjerili smo ispit-
ujući da li se snimljeni podaci pokoravaju zakonima rijetkih
dogadjaja, tj. Poissonovoj teoretskoj razdiobi a podaci za vr-
emena popravaka normalnoj razdiobi. U tu svrhu postavljena je
slijedeća hipoteza H_0 :

" Snimljeni podaci o dolascima strojeva i uređaja u o-
djel za popravke slučajnih kvarova, kao i vrijeme trajanja
popravka, imaju obilježje slučajnog karaktera, odnosno isti se

$$[X_{ij}]_1 =$$

	R	A	B	C	D	E	F	G	N	Σ
R	0	165	155	152	3	0	0	0	5	480
A	164	34	56	133	0	2	2	0	7	406
B	152	49	12	97	5	2	0	0	3	380
C	127	129	94	41	49	10	3	2	3	468
D	3	22	6	10	5	2	0	0	3	51
E	0	3	2	7	0	2	1	0	1	16
F	0	3	1	2	0	0	0	0	0	6
G	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
N	4	10	2	9	3	0	0	0	0	28
Σ	484	414	325	453	42	48	6	2	27	1774

$$[P_{ij}]_1 =$$

	R	A	B	C	D	E	F	G	N	Σ
R	0	0,083	0,0276	0,0263	0,0017	0	0	0	0,00042	$t_R = 0,21022 = 21\%$
A	0,0263	0,0192	0,0353	0,0762	0,0042	0,0013	0,0013	0	0,00295	$t_A = 0,22628 = 23\%$
B	0,0263	0,0277	0,0078	0,0517	0,0220	0,0013	0	0	0,0017	$t_B = 0,16079 = 16,08\%$
C	0,0263	0,0263	0,0513	0,2297	0,012	0,0263	0,0017	0,0013	0,00432	$t_C = 0,2587 = 25,87\%$
D	0,0017	0,0124	0,0013	0,0263	0,0220	0,0013	0	0	0,0017	$t_D = 0,04899 = 4,9\%$
E	0	0,0017	0,0013	0,0263	0	0,0013	0,0013	0	0,00252	$t_E = 0,00999 = 0,99\%$
F	0	0,0017	0,0004	0,0013	0	0	0	0	0	$t_F = 0,00339 = 0,34\%$
G	0	0	0	0,0013	0	0	0	0	0	$t_G = 0,0013 = 0,13\%$
N	0,0022	0,0063	0,0013	0,0063	0,0017	0	0	0	0	$t_N = 0,04522 = 4,52\%$

Koordinate fiksnе tačke iznose:

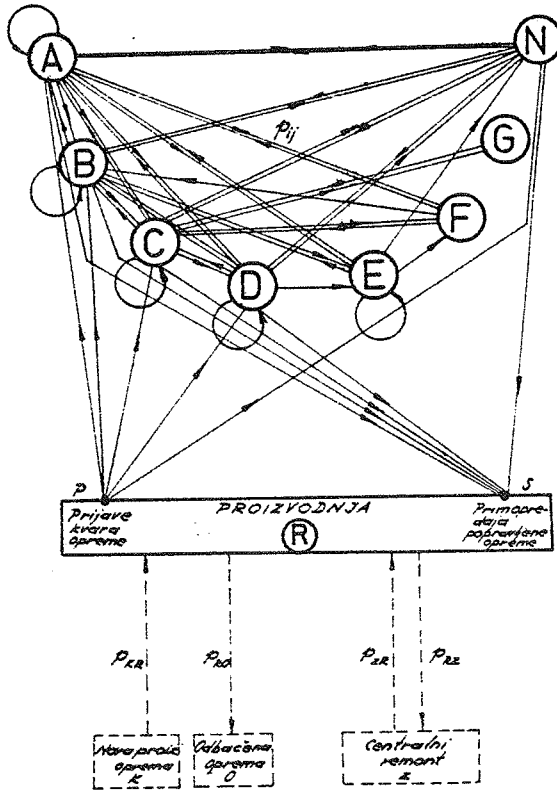
$$t_1 [t_R = 0,27102, t_A = 0,22928, t_B = 0,18073, t_C = 0,2625, t_D = 0,02879, t_E = 0,00904, t_F = 0,003395, t_G = 0,00113, t_N = 0,01582.]$$

$$[P_{ij}]_2 =$$

	R	A	B	C	D	E	F	G	N	Σ
R	0	0,343	0,323	0,3123	0,01607	0	0	0	0,0104	= 1
A	0,423	0,2623	0,1374	0,329	0,0162	0,0069	0,0019	0	0,0172	= 1
B	0,476	0,193	0,0375	0,2028	0,04564	0,0022	0	0	0,0011	= 1
C	0,346	0,275	0,196	0,008	0,0453	0,0216	0,0065	0,0043	0,0179	= 1
D	0,053	0,437	0,112	0,196	0,028	0,039	0	0	0,008	= 1
E	0	0,489	0,126	0,437	0	0,125	0,0625	0	0,0623	= 1
F	0	0,489	0,169	0,333	0	0	0	0	0	= 1
G	0	0	0	1	0	0	0	0	0	= 1
N	0,143	0,267	0,071	0,322	0,107	0	0	0	0	= 1

Sl.3. Matrica frekvencija prelaza izmedju pojedinih stanja procesa popravaka, matrica prosječnih i prelaznih vjerojatnosti.

OP.5.8



Sl.4. Dijagramski prikaz matrice prelaznih vjerojatnosti.

pokoravaju teoretskom zakonu Poissonove odnosno normalne raspodjebe. "

Testiranje hipoteze izvedeno je pomoću λ^2 - testa, da bi se utvrdilo da li su razlike izmedju empiričkih i teoretskih frekvencija prevelike ili imaju slučajni karakter.

Testiranje postavljene hipoteze primjenjeno je na:

- broj prijava "P" kvarova u jednom satu,
- broj prijava kvarova u jednom satu za radne grupe A, B i C,
- vrijeme trajanja popravka u radnim grupama A, B i C.

Radne grupe A, B i C su izabrane jer obuhvataju daleko najveći dio radova na popravcima.

Za provodjenje testiranja korišćeni su prije izračunati podaci o distribuciji frekvencija.

Na osnovu dobivenih rezultata testiranja prihvaćena je postavljena hipoteza H_0 i uz pouzdanost od 0,95 utvrđeno je da su svi promatrani kvarovi nastali slučajno, te da se pokoravaju Poissonovoj razdiobi. Uz istu pouzdanost mogli smo tvrditi da se u nekim strojevima i uređjaja u radne grupe A, B i C, kao i njihovo trajanje popravka slučajnog karaktera i da se pokoravaju Poissonovoj odnosno Normalnoj razdiobi. Time je bio ispunjen osnovni uvjet o slučajnosti nastalih kvarova, kao i vremena trajanja popravka. Tek sada smo mogli primijeniti metode iz naučno istraživačkog rada.

Da bi se ustanovilo postojanje zavisnosti između pojedinih grupa rada kod odvijanja procesa popravaka primjenjena je teorija informacija. Izračunata je entropija procesa popravaka na statističkom načinu, te je uporedbom dobivenih rezultata zaključeno o izvjesnoj zavisnosti radnih grupa A - K.

Entropija nekog događaja α iznosi:

$$H_{\alpha} = - \sum V_{\alpha} \cdot \log V_{\alpha}$$

gdje V_{α} predstavlja vjerovatnost događaja. Entropija složenih događaja koji su međusobno nezavisni veća je od entropije za viših događaja. Na prvi način izračunata je entropija H procesa popravaka putem koordinata fiksne tačke, koje predstavljaju vjerovatnost da se proces u stacionarnom stanju nađe u jednom od 9 mogućih stanja. Ona je iznosila $H_{p1} = 0,691553$.

Kod drugog načina smatran je naš proces popravaka složenim događajem u kojem rad svake grupe predstavlja jedan događaj. Izračunavanje entropije H složenog procesa popravka proveden je pomoću procesa Markova, odnosno matrice prelaznih vjerovatnosti. Izračunata entropija u ovom slučaju iznosi $H_{p2} = 0,5987$. Rezultati su pokazali da je entropija složenog procesa popravka / složeni događaj /, izračunata pomoću Markova, manja od prvotno izračunate entropije. Entropija je manja jer postoji zavisnost između pojedinih stanja u procesu popravka. Iako razlika između entropija nije velika možemo zaključiti da radovi pojedinih grupa nisu posve nezavisni događaji, te da između njih postoji izvjesna korelacija. Time su obuhvaćena i međusobna pokrivanja radova raznovrsnih grupa rada.

Iz gornjeg razmatranja proizlazi da će iz svih predviđenih metoda, jedino simuliranje rada cijelog odjela obuhvatiti utvrđenu zavisnost između pojedinih grupa rada i dati najtačnije rezultate.

Nakon izvršenih radova u predhodnom poglavlju koji su obuhvatili: uočavanje problema i utjecajnih faktora, postavljanje kriterija optimalnosti te snimanje i analiza podataka; postavljena je slijedeća funkcija kriterija:

$$F(s)_x = C_1 \cdot \bar{t}_{s,x,\text{radnika}} + C_2 \cdot \bar{t}_{s,x,\text{opreme}} + C_3(4) \cdot S \left[\frac{\text{dinara}}{\text{tek.satu}} \right]$$

$$S = \text{OPT} \rightarrow F/s/x = \text{MIN}$$

gdje je:

S = broj istovrsnih radnika u radnoj grupi,

x = broj radne grupe,

\bar{t}_s = prosječno trajanje čekanja,

C_x = prosječni troškovi čekanja.

Traženo vrijeme čekanja proizvodne opreme i radnika izračunato je odvojeno na dva različita načina i to putem:

- matematskog modela iz teorije redova, tzv. Erlangovih obrazaca:

$$\bar{t}_{s,x,\text{stroj}} = \frac{\rho_x^{s_i}}{s_i \cdot s_i! \cdot \mu_x \left(1 - \frac{\rho_x}{s_i}\right)^2} \cdot \frac{1}{\frac{\rho_x^{s_i}}{s_i! \left(1 - \frac{\rho_x}{s_i}\right)} + 1 + \frac{\rho_x}{1!} + \frac{\rho_x^2}{2!} + \dots}$$

$$\bar{t}_{s,x,\text{radn.}} = \left[1 - \rho_x\right]_x \cdot s$$

gdje su:

$$\mu_x \left[\frac{\text{popravaka}}{1 \text{ sat}} \right] = \text{kapacitet radne grupe } x,$$

$$\lambda_x \left[\frac{\text{zovnača}}{1 \text{ sat}} \right] = \text{prosječni broj prijava za rad u jednom satu za } x \text{ grupu}$$

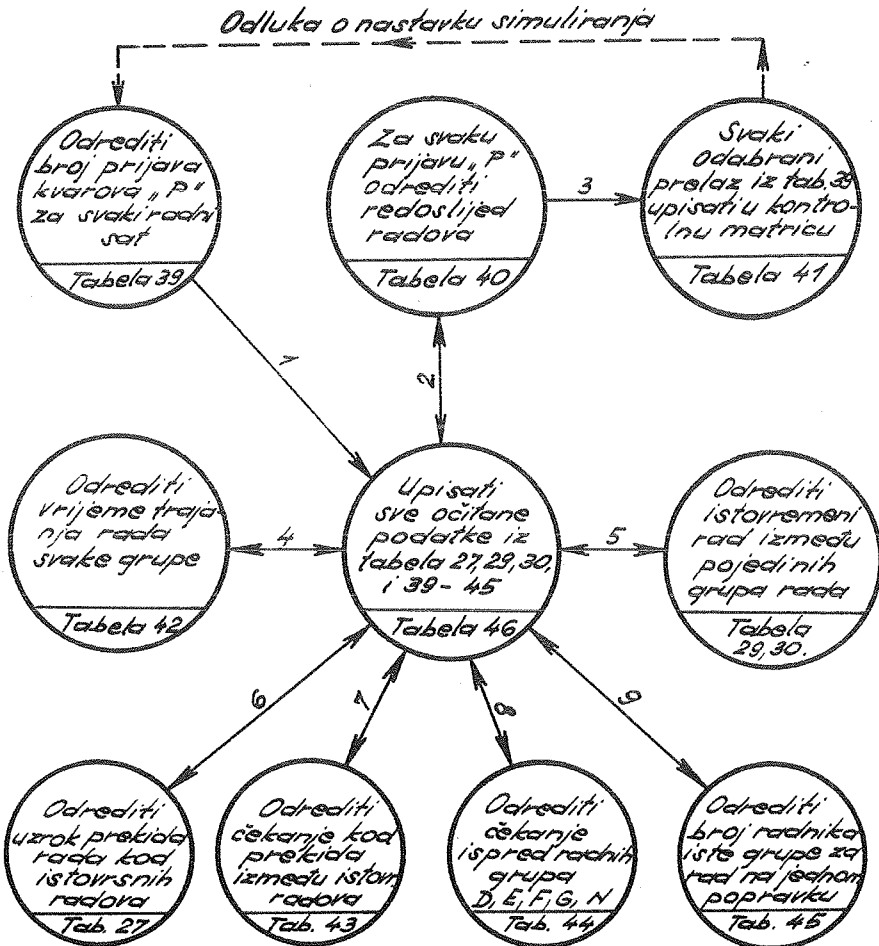
s = broj radnika u grupi x,

$$\rho_x = \frac{\lambda_x}{\mu_x} \quad \text{faktor opterećenja radne grupe } x.$$

- simuliranjem procesa popravaka pomoću Markova procesa i meto-

de Monte-Carlo.

Tok simuliranja pojedinačnih popravaka, prikazan na slijedećoj šemi, određen je tako da omogućuje zbivanje događaja kao što se oni u svakodnevnom radu odjela za popravak slučajnih kvarova stvarno i vrše. Za određivanje karakterističnih veličina, potrebnih za simuliranje pojedinačnih popravaka proizvodne opreme, izradjeno je 10 tabela.



Sl. 5. Shema toka simuliranja

Kod simuliranja procesa osnovno je da se prelazi iz jednog u drugo stanje izvode slučajno. U tu svrhu koristimo tabele sl-

učajnih brojeva, te svakoj prvobitno izračunatoj vjerojatnosti pripisujemo određeno područje slučajnih brojeva, ali tako da sluč. brojevi imaju jednaku vjerojatnost da se pojave u tom području kao što su prvobitne vjerojatnosti.

U ovom slučaju u nedostatku odgovarajućeg kompjutera simuliran je rad grupa A, B i C samo ručno u periodu 92 radna sata.

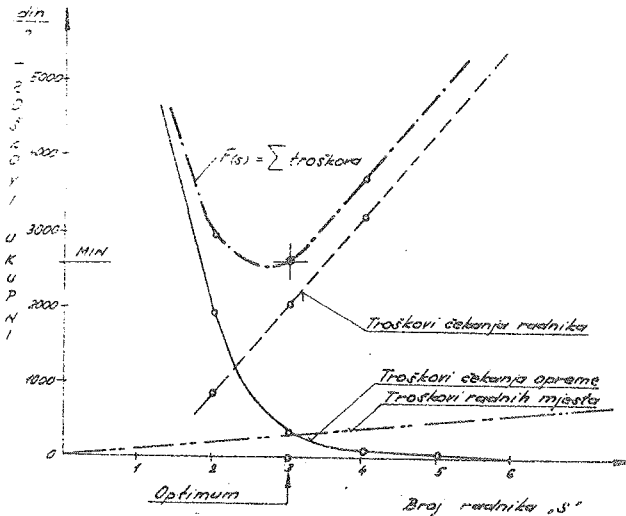
Radna grupa	Broj radnika "s"	1. Model / teorija repova /		2. Model-II.var. / simulir. rada grupe /		Usvojeni podaci / za pr-or. funkcije kritarija /		
		$\bar{t}_{sx,opr}$	$\bar{t}_{sx,rad.}$	$\bar{m}_{sx,opr}$	$\bar{m}_{sx,rad.}$	$f_{sx,opr}$ [sati ček. opr. tek. satu]	$f_{sx,radnik}$ [sati ček. rad. tek. satu]	
A	4	2,03	0,78	1,63	0,455	2,03	0,78	
	5	0,52	1,73	0,68	1,27	0,52	1,73	
	6	0,23	2,78	0,215	2,15	0,23	2,78	
	7	0,094	3,78	0,067	3,28	0,094	3,78	
	8	0,034	4,78	0,000	4,05	0,034	4,78	
B	2	0,38	0,38	0,902	0,64	0,38	0,38	
	3	0,144	1,68	0,355	1,56	0,144	1,31	
	4	0,0312	2,68	0,069	2,57	0,0312	2,38	
	5	0,0069	3,38	0,000	3,45	0,0069	3,38	
	C	2	0,663	0,34	0,069	0,723	0,663	0,34
3		0,1055	1,74	0,206	1,77	0,105	1,74	
4		0,02	2,74	0,046	2,73	0,02	2,74	
5		0,0035	3,74	0,023	3,7	0,0035	3,74	
6					0,000	4,68		

Sl. 6. Tabela izračunatih i usvojenih vremena čekanja strojeva i radnika.

Uspoređujući rezultate dobivene pomoću teorije repova i ručnog simuliranja rada grupa A, B i C, možemo ustanoviti relativno mala odstupanja kao i približno isti karakter promjena

u ovisnosti od broja radnika.
Pomoću izračunatih veličina vremena čekanja i dobivenih prosječnih troškova jednog sata čekanja, izračunat je optimalan broj ljudi predviđenih za popravke slučajnih kvarova. Na slijedećoj slici prikazano je, grafički i tabelarno, optimiranje broja strojobravara po kriteriju minimalnih ukupnih troškova.

Broj radnika	Faktor opterećenja	Vrijeme čekanja opreme (h/p.h)	Vrijeme čekanja radnika (h/p.h)	Ukupno vrijeme čekanja (h/p.h)	Troškovi čekanja opreme (din/h)	Troškovi čekanja radnika (din/h.čak.)	Trošk. radnih mjesta	Ukupni troškovi = funkcija kriterija (din/h)
S	ρ	$t_w \cdot op.$	$t_w \cdot rad.$	$t_w \cdot op. + t_w \cdot rad.$	$C_2 \cdot t_w \cdot op.$	$C_1 \cdot t_w \cdot rad.$	$C_3 \cdot S$	$F(S) = C_2 \cdot t_w \cdot op. + C_1 \cdot t_w \cdot rad. + C_3 \cdot S$
2	0,66	0,88	0,68	1,56	1.938	886	200	2964
3	0,44	0,744	1,68	1,824	318	2.040	300	2.658
4	0,33	0,0342	2,68	2,712	69	3.250	400	3.719
5	0,264	0,0069	3,68	3,6869	15	4.460	500	4.975



Sl. 7. Tabela i dijagram ukupnih troškova, određivanje donje granice optimalnog broja radnika za RADNU GRUPU A-

Pokazalo se da je ekonomičnije povećati broj ljudi u grupama strojobravara, pogonskih električara i pripreme rada, za po jednog radnika, iako će oni jedan dio vremena biti bez posla

na popravcima slučajno nastalih kvarova. Tako bi se izbjeglo stvaranje većih repova ispred odjela za popravke u kojem gube efektivno vrijeme strojevi i uredjeji, stvarajući troškove zastoja i nedovršene proizvodnje koji su znatno veći od troškova čekanja radnika koji vrše popravak. Kao što je iz slike vidljivo kod grupe strojobravara predviđja se 5 radnika iako će oni na opisanim poslovima biti iskorišteni sa 64,4%. Značajno je spomenuti da bi bilo ekonomičnije postaviti čak 7 radnika umjesto dosadašnjih 4 iako bi oni bili iskorišteni tek 46 %.

Međutim, preostalih 54 % radnog vremena radnika može se iskoristiti na obavljanje drugih radova koji nisu hitni. Na primjer, održavanje naprava i alata iz izdavaonice alata, ili popravak nekog stroja koji nije vezan uz rok dovršenja i slično.

Izračunavi optimalni broj radnika vrijedi tako dugo dok se ne promjene početni uvjeti koji su bili u pogonu u periodu snimanja podataka. Da bi provedeno optimiranje, umjesto statičnog poprimilo dinamički karakter, tj. da bi vrijedilo za cijelo vrijeme rada proizvodnje promatranog pogona, predviđena je metoda je metoda za stalnu kontrolu početnih uvjeta.

Kontrola početnih uvjeta sastojala bi se u upoređivanju ukupnog vremena izbivanja proizvodne opreme u odjelu za popravke slučajnih kvarova u novijem periodu prema vremenu izbivanja u periodu snimanja. Na osnovu toga bi se donijela odluka o potrebi izračunavanja optimalnog broja radnika prema ismjenjenim početnim uvjetima.

Izvršenim optimiranjem ostvarena je ušteda u proizvodnji pogona od preko 5,000.000 dinara godišnje, otkle proizlazi i njegova ekonomska opravdanost. Izračunata ušteda bi bila znatno veća da su se mogli dobiti i ukalkulirati troškovi nedovršene proizvodnje.

Osim spomenute novčane uštede postignuto je također i smanjenje čekanja proizvodne opreme na popravke slučajnih kvarova za oko 2,5 puta. Postignuto smanjenje čekanja približno odgovara nabavci i uključenju 2 nova stroja u normalnu proizvodnju. Na osnovu dobivenih rezultata može se zaključiti o potrebi uvođenja optimiranja radnika za popravke slučajnih kvarova u svim većim proizvodnjama i pogonima. Kroz to bi se smanjili

zastoji u proizvodnji nastali uslijed slučajnih kvarova opreme, povećao njen kapacitet, te smanjili troškovi proizvodnje.

L i t e r a t u r a :

- [1] A. Đurašević
Unapredjenje proizvodnje - skripta 1968. god.
- [2] A. Kaufman
Methodes et modeles de la recherche operationselle.
Dunod, Paris, 61
- [3] I. Pavlić
Matematička statistika
- [4] Churchman, Ackoff, Arnoff
Introducing to operations research
John Wiley and Sons, Inc. New York 1957.
- [5] E. Soom
Monte-Carlo Methoden und Simulationstechnik, Verlag
Hallweg Bern und Stuttgart 1967 god.
- [6] Taboršak
Metoda trenutačnih zapažanja
- [7] Publikacije firme IBM.

B. B o r a s

BESTIMMUNG DER OPTIMALEN ARBEITERANZAHL ZUR BEHEBUNG FAL-
LWEISER SCHADEN AN FERTIGUNGSANLAGEN

Wegen des unregelmässigen Anfalls zufälliger Schadensfälle und wegen der ungleichen Reparaturdauer entstehen Werte-Schlangen reparaturbedürftiger Maschinen und Anlagen, die darauf warten, an die Reihe zu kommen, um repariert zu werden. Problem wird im Hinblick auf die Verkürzung der Wartezeit bei der Instandsetzung zufällig auftretender Schäden an Fertigungsmitteln betrachtet. Für die Berechnung der optimalen Arbeiter-

-zahl für Instandsetzungsarbeiten die Methoden des Operations Research angewendet und die Gesetzwässigkeiten aus der mathematischen Statistik. Als optimal wird jene Arbeiter zahl gewählt, bei der die Gesamtwartekosten am geringsten sind. Nach durchgeführter Optimierung in einem Betrieb wurde eine Verminderung der Wartzzeit vom Betriebsmitteln auf die Instandsetzung zufälligen Schäden um etwa 5600 Arbeitsstunden jährlich, bzw. um das 2,5 fache erreicht. Dadurch wurde eine jährliche Einsparung von über 50.000 Diner erzielt, worand sich ergibt, wie sehr die Optimierung wirtschaftlich gerechtfertigt ist.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

A. Topličić, B. Petković ^{x)}

^{xx)}
PETOLETKIN PRISTUP U REŠAVANJU PITANJA RACIONALNIJE I EFIKASNIJE PRIPREME NOVE PROIZVODNJE

U izlaganju pod nazivom "Petoletkin pristup u rešavanju problema uvećanja serijnosti kao osnove za osavremenjavanje procesa proizvodnje i modeliranje kapaciteta u uslovima malih serija" izneta je osnovna tehnološka koncepcija sa posebnim osvrutom na formiranje zbirne maršrutne karte i prikazom geometrijskih oblika.

Takođe je pokazano da su na taj način stvorene osnove za primenu visokorpoizvodne opreme.

Dalje rešavanje kompleksa problema u vezi realizacije iznete koncepcije, pored ostalog, zahtevalo je i rešavanje tehnološke dokumentacije, sa posebnim zahtevom za stvaranje podloga za mehanografsku obradu podataka pri operativnom planiranju proizvodnje, a takođe i rešavanje osnovnih koncepcija grupnih pribora i alata. Pri tome je takođe vođeno računa da ona obezbedi dovoljnu fleksibilnost u okviru operacija i prihvatanju novopojavljivanih delova različitih konfiguracija.

Važno je napomenuti da se u sklopu rešavanja navedenih problema stvara podloga i za rešavanje pitanja racionalnije i efikasnije pripreme nove proizvodnje.

Radi očiglednijeg prikaza prilaza u rešavanju predmetnog pitanja koristi se za model grupa korpusnih delova sa prikazom tehnološke dokumentacije i koncepcijskim rešenjem grupnih pribora i alata za njihovu obradu.

x) - Aleksandar Topličić, dipl.ing. rukovodilac razvoja tehnologije "PPT" - Trstenik,

- Branislav Petković, maš.ing., samostalni tehnolog za razvoj tehnologije "PPT" - Trstenik,

xx) - Industrija hidraulike i pneumatike "Prva Petoletka" - Trstenik.

Razrada tehnološke dokumentacije je jedna od najvažnijih faza tehnološke pripreme proizvodnje.

Taj rad dobija naročito veliki značaj kada se ima posla sa širokom nomenklaturom delova, koji se obrađuju u malim serijama uz često smanjivanje proizvoda.

Pri razradi tehnološke dokumentacije u novim uslovima imao se u vidu dosadašnji rad tehnologa na tehnološkoj pripremi proizvodnje, koji se uglavnom svodio na razradi redosleda operacija, određivanju sredstava za proizvodnju, režima obrade, opisu radnih operacija kao i popunjavanju tehnoloških obrazaca.

Pri ovome rad se ostvarivao stalno ponavljajućim redom i duplirao naponavljajućim operacijama, dok se tehnološka studija vršila za svaku poziciju delova posebno.


Zato se pri razradi tehnološke dokumentacije pošlo od sledećih principa:

- Dokumentacija treba da bude stabilna pri promeni nomenklature delova i uređaja da bi mogla da se "veže" za delove koji počinju prvi put da se obrađuju.
- Da omogući da jedna tehnološka studija važi za sve delove grupe.
- Da skрати vreme na projektovanju tehnoloških procesa za nove delove, a time i omogući brže osvajanje novih proizvoda.

Izučavanjem potrebne tehnološke dokumentacije utvrđena je potreba postojanja sledećih obrazaca:

- Zbirne maršrutne karte pokazane na slici 1.
- Pregleda delova grupnih operacija u okviru jedne zbirne operacije slika 2.
- Grupni plan obrade (tehnološka studija) za odgovarajuće grupne operacije slika 3.
- Tehnološki postupak izvođenja operacija slika 4.
- Proračunski list režima i vremena slika 5.
- Tehnološki postupak za konkretni deo slika 6, i
- Operacijski list za konkretni deo slika 7.

Tehnološki postupak i operacijski list su urađeni kao tipski

Red. br.	Šifra teh. gr.	Klasifikaciona šifra dela	56.00.20				56.00.30			56.00.40			56.00.50			56.00.60			56.00.70		
			Naziv operacije		Gladanje glavnih površina		Brušenje različitih površina		Brušenje bočnih otvora			Gruba obrada glavnih otvora			Brušenje vevnih otvora			Brušenje priključnih otvora			
Šifra zbirne operacije	Naziv operacije	Šifra dela	Šifra grup. op.				Šifra grup. op.			Šifra grup. op.			Šifra grup. op.			Šifra grup. op.					
			geomet. oblik		šifra		geom. oblik			šifra			geom. oblik			šifra					
ob	br	br	A	B	C	D	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
 <p>ZBIRNA MARŠRUTNA TEHNOLOŠKA KARTA BR. ZMK 56.00</p>																					
1	5.50.02																				
1	100-0106	536.2507.500	•				56.00.20.10	•				56.00.30.10	•								
2	100-4106	546.2507.500	•				- -	•				- -	•								
3	100-6106	556.2507.500	•				- -	•				- -	•								
1	5.51.02																				
1	99-1109	568.5505.600	•				56.00.20.10	•				56.00.30.10	•								
2	99-1265		•				- -	•				- -	•								
9	99-1709		•				56.00.20.10	•				56.00.30.10	•								
5.60.07																					
1	50-1901	666.2588.300	•				56.00.20.35	•				56.00.30.10	•								
2	50-26011	666.2588.300	•				- -	•				- -	•								
3	50-2802	666.5548.300	•				- -	•				- -	•								
ZMK		ob	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br	br
		izradio		Odobrio		1. XI, 1963		65.10.10.10													

TEHNOLOŠKA PRIPREMA	PREGLED DELOVA GRUPNE OPERACIJE	Svrha operacije	56.00	20.10
			56.00	20.10
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00

Slika 2

GRUPNI PLAN OBRABE	Naziv operacije Gledana izvan površina	Svrha op.	56.00	20.10
			56.00	20.10
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
1 - Postavljanje i stanovanje radnog komada		Prerada stepa 200	56.00	20.10
2 - Očišćavanje radnih površina na kotu H ₂ na grubo		Prerada stepa 200	56.00	20.10
3 - Očišćavanje radnog komada		Prerada stepa 200	56.00	20.10
4 - Postavljanje i stanovanje radnog komada		Prerada stepa 200	56.00	20.10
5 - Očišćavanje rane površina na kotu H ₃ na grubo		Prerada stepa 200	56.00	20.10
6 - Očišćavanje radnog komada		Prerada stepa 200	56.00	20.10

Slika 3

TEHNOLOŠKA PRIPREMA	PREGLED DELOVA GRUPNE OPERACIJE	Svrha operacije	56.00	20.10
			56.00	20.10
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
1 - 100-0104		Prerada stepa 200	56.00	20.10
2 - 50-1001		Prerada stepa 200	56.00	20.10
3 - 100-0108		Prerada stepa 200	56.00	20.10

Slika 4

TEHNOLOŠKA PRIPREMA	PREGLED DELOVA GRUPNE OPERACIJE	Svrha operacije	56.00	20.10
			56.00	20.10
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
		56.00	20.10	56.00
1 - 100-0104		Prerada stepa 200	56.00	20.10
2 - 50-1001		Prerada stepa 200	56.00	20.10
3 - 100-0108		Prerada stepa 200	56.00	20.10

Slika 5

TEHNOLOŠKI POSTUPAK		Način rada	Broj delova	Način rada	Broj delova	Način rada	Broj delova	Način rada	Broj delova
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Slika 6

TEHNOLOŠKA PRIPREMA		OPERACIJSKI LIST		Red. br. op.	20
1	1	1	1	1	1
20	20	20	20	20	20
30	30	30	30	30	30
40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	50	50
60	60	60	60	60	60
70	70	70	70	70	70
80	80	80	80	80	80
90	90	90	90	90	90
100	100	100	100	100	100

Slika 7

obrasci tako da se pri popunjavanju za deo popunjavaju samo specifične veličine.

Prikazana zbirna maršrutna karta razradena je za delove tipa kućišta i predstavlja osnovni tehnološki dokument za sve delove ovoga tipa.

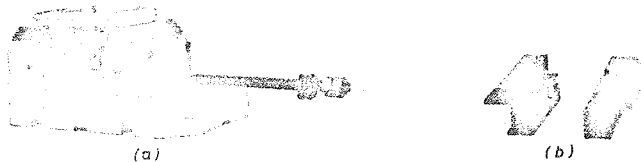
Rešavanje osnovne koncepcije tehnološke dokumentacije predstavlja samo jednu od faza racionalne i efikasne pripreme nove proizvodnje.

Dalje rešavanje problema u vezi racionalnije i efikasnije pripreme proizvodnje obuhvata i razradu rešenja grupnih pribora i alata.

Za prikazani model zbirne maršrutne karte data su konceptijska rešenja grupnih pribora i alata u okviru operacija zbirne maršrutne karte, kao i uporedni pregled dosada korišćenih alata.

Analizom ovih operacija utvrđeno je da se za operaciju glodanja ravnih površina može koristiti jedan tip grupnog pribora sa izmenljivim elementima, koji zavise od konfiguracije delova, eventualno izveden u tri veličine shodno dimenzijama delova.

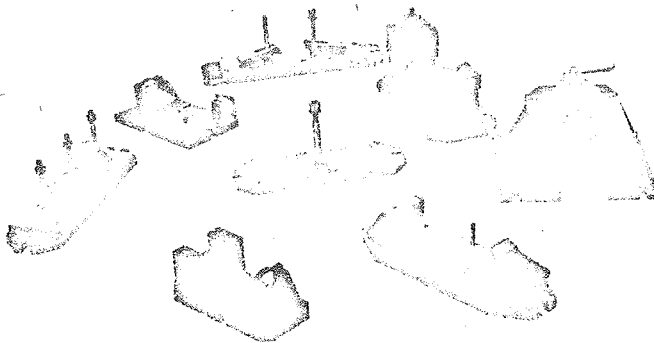
Prikaz konceptijskog rešenja ovakvog pribora dat je na slici 8, a do sada korišćenih na slici 9.



Slika 8
a) - Grupni pribor, b) - Izmenljivi elementi

Prikazani grupni pribor na slici 8 sastoji se iz spoljnog dela, koji služi za prihvatanje svih delova dotične operacije i izmenljivih elemenata koji se oblikuju prema konfiguraciji konkretnog dela.

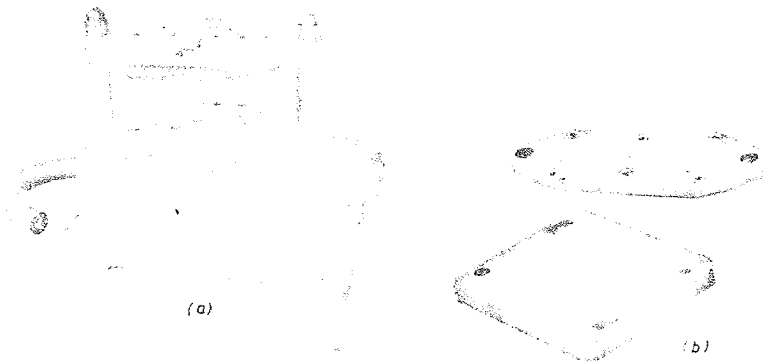
Karakteristika ovakvog rešenja grupnog pribora za operaciju glodanja ravnih (baznih) površina sastoji se u tome da se pri prelazu sa obrade jedne na drugu vrstu delova menjaju samo izmenljivi elementi. Pri tome se izrada pribora za stezanje novopojavljivanih delova svodi samo na oblikovanje izmenljivog dela, koji može biti i unapred pripremljen kao polufabrikat.



Slika 9
Postojeći-specijalni pribori za glodanje

Radi upoređivanja prednosti koje daje predloženo konceptijsko rešenje pribora sa sl. 8 prikazani su postojeći - specijalni pribori za glodanje sl. 9. Očito je da se deo pripremnog vremena koje se troši na rešenju koncepcije i izradi grupnog pribora za nove delove znatno umanjuje u odnosu na postojeća konceptijska rešenja specijalnih pribora.

Za operaciju bušenja vezivnih otvora utvrđeno je rešenje grupnog pribora prikazanog na slici 10, a do sada korišćenih na slici 11.

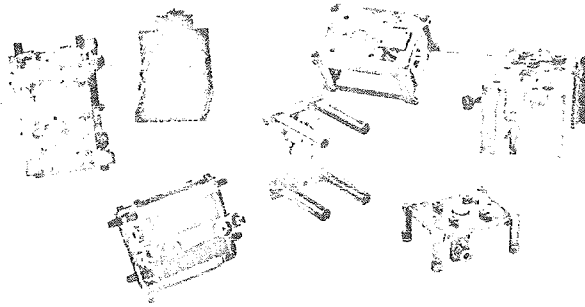


Slika 10
a) - Grupni pribor, b) - Izmenljive ploče

Prikazani grupni pribor za bušenje vezivnih otvora sastoji se iz stalnog dela (tela pribora) i izmenljivih ploča za konkretni deo.

Pri prelazu na obradu serije novih delova menjaju se samo izmenljive ploče (slika 10 b).

Ovako usvojena konceptijska rešenja pribora za obradu vezivnih otvora omogućava takođe skraćenje ciklusa izrade i konstrukcije pribora za nove delove.

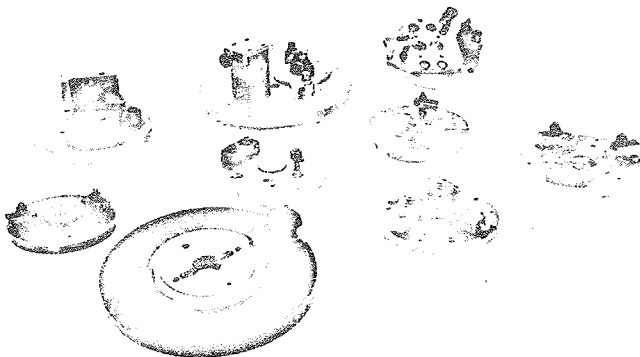


Slika 11
Postojeći - specijalni pribori za bušenje

Za operaciju obrade glavnih otvora utvrđeno je konceptijsko rešenje grupnog pribora date na slici 12., a do sada korišćeni specijalni pribori prikazani su na slici 13.



Slika 12
a) - Grupni pribor, b) - Izmenljiva ploča



Slika 13
Postojeći specijalni pribori za obradu glavnih otvora

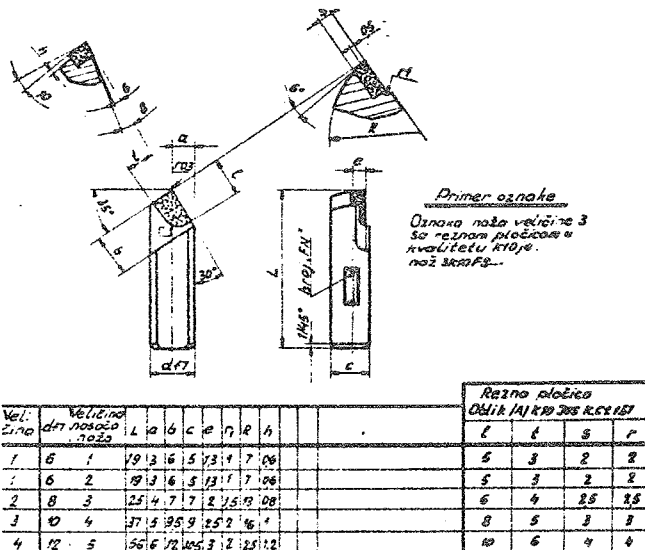
OP.6.8

Treba napomenuti da su sva rešenja grupnih pribora sa pneumo-hidrauličkim stezačima i da se mogu koristiti na mašinama raznih tipova, čime se obezbeđuje fleksibilnost u okviru zbirnih operacija, a koja su konstruktivno razrađena i primenjena u Petoletki.

Kod svih grupnih pribora pri prelazu sa obrade jedne na drugu vrstu delova, potrebno je samo izmeniti neki od dodatnih elemenata. Konceptijska rešenja grupnih pribora data su samo za neke od operacija zbirne maršrutne karte, medutim, slična rešenja su razrađena i za sve ostale operacije.

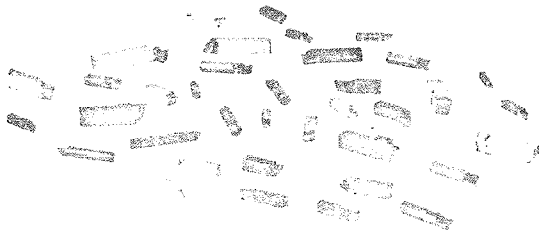
Problem rešavanja reznih alata, takode, predstavlja značajan doprinos u racionalizaciji i efikasnosti pripreme nove proizvodnje.

Prikaz rešenja reznih alata za obradu glavnih otvora dat je na slici 14, a dosada korišćenih na slici 15.



Slika 14.

Predloženi-standardni noževi za obradu glavnih otvora



Slika 15
Postojeći - specijalni noževi za obradu glavnih otvora

Na prikazanom modelu tehnološke dokumentacije i rešenjima grupnih pribora sagledava se realnost racionalizacije u pripremi proizvodnje novih delova a koja se odnosi na sledeće faze:

- a) - Projektovanje tehnologije i razrada tehnološke dokumentacije,
 - b) - Konstrukcija pribora i alata,
 - c) - Izrada i nabavku alata, i
 - d) - Osvajanje nove proizvodnje do uhodavanja.
- a) Rešenjem tehnološke dokumentacije i grupnih pribora na prethodno izložen način, faza projektovanja tehnologije i razrada tehnološke dokumentacije za nove delove ima za osnovu svrstavanje delova u odgovarajuće zbirne maršrutne karte po unapred određenom sistemu.

Svrstavanjem delova u odgovarajuću zbirnu maršrutnu kartu, rad na projektovanju tehnologije svodi se na sastavljanju potrebnih operacija u okviru redosleda operacija zbirne maršrutne karte.

S obzirom da su za sve zbirne operacije određeni grupni pribori i alati, samim tim je u osnovi određena i koncepcija alata i za novo pojavljivane delove. Svrstavanjem konkretnog dela u odgovarajuću zbirnu maršrutnu kartu, određena je i tehnološka koncepcija njegove izrade, tako da se razrada tehnološke dokumentacije svodi na upisivanje odgovarajućih mera u unapred pripremljene obrasce prikazane na slikama 6 i 7

U tabeli 1. prikazano je upoređenje aktivnosti po klasičnoj i usvojenoj koncepciji.

Tabela 1.

Po klasičnoj koncepciji		Po usvojenoj koncepciji	
Aktivnosti	Potrebna stručna sposobnost	Aktivnosti	Potrebna stručna sposobnost
Analiza uređaja i svrstavanje delova u odgovarajuće grupe	Visoko stručni tehnolog	Analiza uređaja i svrstavanje delova u odgovarajuće zbirne maršrutne karte	Visoko stručni tehnolog
Izrada tehnološke koncepcije i tehnološka studija procesa za izradu dela	Visoko stručni tehnolog	-	-
Razrada tehn. dokumentacije	Sred. struč. sprema	Popunjavanje obrazaca na transparentu	Srednja stručna sprema
Kucanje sa originala na paus i crtanje skica	Daktilograf, crtač	-	-
Umnožavanje dokumentacije	Arhivar, kopirač	isto	isto
Distribuiranje dokumentacije	Kurir	isto	isto

Na osnovu iskustava i podataka utvrđeno je da se prikazanim modelom računje vreme izrade tehnologije za 1,5 puta, a efikasnost celokupne pripreme proizvodnje povećava za 2,5 puta. Efekti se, pored navedenog, ogledaju i u tome što se postiže jednakošć u rešavanju problematike, mogućnosti da se koristi predviđeni nivo rešenja, odvajanju kreativnih od rutinskih poslova čime se stvara mogućnost da se kreativne snage orijentišu na razvojne poslove i td.

b) Skraćivanje vremena na konstrukciji alata se ostvaruje na taj način što se u okviru grupne operacije u prvom redu koriste grupni alati sa izmenljivim elementima za konkretne delove ili grupu delova. Ovo se jasno uočava na prikazanim primerima

grupnih pribora. Analizom je pokazano da se efekti na konstrukciji pribora uvećavaju za 2,5 puta.

- c) Činjenica da se za nove delove izrađuju samo izmenljivi elementi, a da se u osnovi koriste stalni delovi alata, očito je da se trajanje ciklusa njihove izrade znatno smanjuje u odnosu na dosadašnji način. Ako se ima u vidu da se izmenljivi elementi mogu i unapred pripremiti kao polufabrikati to se izrada alata za konkretni deo svodi samo na oblikovanje već pripremljenih izmenljivih elemenata.

Treba napomenuti da je efikasnost izrade alata u datom slučaju povećana za tri puta, a cena alata je zavisno od operacije u proseku za 50% manja od cene predhodno korišćenih.

- d) Pošto se većina novopojavljivanih delova uklapa u postojeće zbirne maršrutne karte, uhodavanje njihove izrade svedeno je na minimum. Isto tako osvajanje i proba novih alata nije potrebna jer su isti već provereni i isprobani.

Opšti zaključak je da svi dosada izneti efekti, kao i rešenje predmetnog pitanja baziraju na usvojenoj koncepciji organizacije procesa proizvodnje, koja je izneta u izlaganju pod nazivom "Petoletkin pristup u rešavanju problema uvećanja serijnosti, kao osnove za osavremenjavanje procesa proizvodnje".

L I T E R A T U R A

- [1.] S.M. Urošević, Tipska i grupna tehnologija u metalnoj industriji, Beograd, 1967.god.
- [2.] A.M. Valitov i S.I. Kistrusskii, Tehnologičeskaja dokumentacija pri grupnovom metode obrabotki detalei.
- [3.] S.P. Mitrofanov, Naučnie osnovi tehnologičeskoj podgotovki grupnovogo proizvodstva, Lenjingrad 1965. god.
- [4.] S.P. Mitrofanov, Racionalnoe ispolzovanie metallorežušćih stankov, Lenjingrad 1967.god.
- [5.] S.P. Mitrofanov, Naučni temelji grupne tehnologije, Privreda Zagreb 1964.god.
- [6.] S.P. Mitrofanov, Naučnie osnovi grupnoj tehnologii, Lenjingrad 1969.god.

- [7.] F.S. Demanjuk, Tehnologičeskie osnovi potočnogo i avtomatizirovanogo proizvodstva, Moskva 1958.god.
- [8.] Grupa autora, projektovanje grupe tehnologije, Beograd 1967.god.
- [9.] S.P. Mitrofanov, Naučnie osnovi organizaciji gruppovogo proizvodstva, Lenjingrad 1963.god.
- [10.] Grupa autora, Grupna tehnologija i produktivnost, Beograd 1966.god.
- [11.] Zbirka prevedenih članaka iz oblasti grupe tehnologije, bilten br. 1., Stručna biblioteka PPT 1965.god.
- [12.] Zbirka prevedenih članaka iz oblasti grupe tehnologije, Bilten br. 2., Stručna biblioteka PPT 1965.god.
- [13.] A.A. Matalin, Konstruktorskie i tehnologičeskie bazbi, Lenjingrad 1965.god.
- [14.] Grupa autora, Saopštenja IAMA-Beograd br. 8, Beograd 1968.god.
- [15.] Dipl.ek.ing. Sigismund Wolsko, Novi putevi klasifikacije i numerisanja proizvoda, sklopova i delova, prevod s nemačkog., Stručna biblioteka PPT 1967.god.
- [16.] Grupa autora, Metodika klasifikacije mašinskih delova, tipizacije tehnoloških procesa i grupe mehaničke obrade, odeljenje za naučno tehničke informacije Moskva 1964.god.

A. Topličić, B. Petković

PETOLETKA'S ACCESS TO SOLVE THE QUESTION OF MORE RATIONAL AND MORE EFFICATIOUS PREPARATION OF THE NEW PRODUCTION

In more recent time, a question is asked that, in addition to the qualitative constructive processes, also the defined productivity at first, in the meaning of the technological preparation and rationalization of new production should be created.

In the abbreviated form, Petoletka's access to solve above mentioned problem is given, reflected in the rationalization of the following stages:

- Technological projecting and the elaboration of technological documentation.
- Desing of accessories and tools.

- Manufacture and Supply of tools
- Overcoming the productive process

To present in more evident terms the access to solve the subject question, the model of parts of housing is taken with the reference to the technological documentation given in Fig.(1) and Fig (13-15), as well as the conceptive solutions of the accessories and tools given in Fig. (2,4 and 5).

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

S.M.Urošević^{x)}

SIMULIRANJE OPTEREĆENJA HIPOTETIČNIH TEHNOLOŠKIH LINIJA KAO METOD U PROJEKTOVANJU VIŠEPREDMETNIH LINIJA U POGONIMA MAŠINOGRAĐNJE^{xx)}

1. Uvod

U toku projektovanja pogona mašinogradnje, odnosno metalne industrije u celini, namenjenih izradi delova proizvoda koje ova industrija izradjuje pojedinačno ili u malim serijama, projektanti se suočavaju s problemima rešavanja brojnih zadataka u cilju iznalaženja optimalnih varijanti projekta. Karakter maloserijske izrade proizvoda ili njihovih komponenti, uključujući elementarne delove, nameće projektantima niz teškoća medju kojima se ističu:

- (i) Pojedinačna ili maloserijska izrada delova implicira orijentaciju ka nabavci univerzalne tehnološke opreme (alatne mašine i sl) koja ne pruža povoljne šanse za potreban trend porasta produktivnosti rada u području tehnologije proizvodnje delova.
- (ii) Pri izboru veličina alatnih mašina (tehnološke opreme) za nabavku, namenjenih instaliranju u pogonima koji se projektuju, orijentacija je uvek na izbor dimenzija opreme prema maksimalnim dimenzijama obradaka. Ovi se, medjutim, u sklopu bilansa proizvodnih zadataka za datu opremu obično javljaju u neznatnom procentu u ukupnom opterećenju. U ovako projektovanim pogonima, već u startu proizvodnje prisutan je nesklad između radnih mogućnosti tehnološke opreme prema proizvodnim zadacima. Maksimiranje radnih mogućnosti tehnološke opreme ima neosporno za posledicu ne-

x) Sreten M.Urošević, dipl.ing., rukovodilac odeljenja za tehnologiju Instituta za alatne mašine i alate(IAMA), Beograd

xx) Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd
27 marta 80

optimalna investiciona ulaganja u tehnološke kapacitete za projektovani obim proizvodnje.

Ne ulazeći u dalje negativne implikacije široko razvijene prakse oblikovanja tehnoloških kapaciteta mašinogradnje namenjenih izradi delova za mnoštvo proizvoda ove fundamentalne industrijske grupacije u već izradjenim pogonima, očigledno je da zakonita težnja ka tehnoekonomske optimizaciji tehnoloških procesa izrade delova zahteva temeljito nove pristupe pri razvoju njihove organizacije (razvoj novih formi tehnološke organizacije metalne industrije). Realna mogućnost za značajne efekte na planu optimizacije tehnoloških procesa izrade delova mašinskih konstrukcija leži u tehnološkoj specijalizaciji kapaciteta i razvoju kooperacije među njima. U toku pak izrade projekata specijalizovanih pogona postoje povoljne pretpostavke za:

- (i) povišenje serijnosti istih ili familija sličnih delova u proizvodnji, čime se stvaraju uslovi za racionalno korišćenje u pogonima produktivnije tehnološke opreme, a naročito kroz primenu tipizacije tehnoloških procesa i projektovanje grupnih operacija u toku izrade tehnoloških projekata za izradu familija sličnih delova, i
- (ii) značajno povišenje mogućnosti za optimizaciju radnih mogućnosti tehnološke opreme prema proizvodnim zadacima, čime se minimiraju investiciona ulaganja za projektovani obim proizvodnje.

Potrebno je istaći da suština prethodnih razmatranja vodi ka neospornom zaključku o neophodnosti određivanja optimalnog (minimalnog) programa izrade delova za koji je još moguće razvijati ekonomične kapacitete-pogone. Pri projektovanju tehnoloških procesa u ovakvim pogonima, neophodno je koristiti iskustva velikoserijske i serijske proizvodnje delova. Umesto radioničkog sistema rasporeda alatnih mašina, moguće je optimizirati rešavanje problema protoka delova kroz tehnološki proces primenom linijskog rasporeda. Ovaj raspored sledi najčešći redosled izvođenja tehnoloških operacija u toku izrade familija sličnih delova, pri čemu se tokom proračuna ovakvih tehnoloških linija ujednačuju kapaciteti za određene grupe tehnoloških

operacija. Dakle, slično jednopredmetnim, projektuju se na ovaj način višepredmetne ili grupne tehnološke linije (VTL). U daljem tekstu se daje kraći prikaz nekih metoda optimizacije projekata višepredmetnih tehnoloških linija u toku izrade specijalizovanih pogona mašingradnje namenjenih izradi delova proizvoda ove industrijske grane.

2. Tehnološka studija strukture reprezentativnog asortimana delova

Pretpostavka je da pre početka rada na izradi projekta pogona za izradu delova, odnosno njegovih višepredmetnih tehnoloških linija (VTL), postoje sredjeni podaci u vezi sa reprezentativnim programom proizvodnje. Reprezentativni program proizvodnje je prosečni projektovani proizvodni program po obimu i strukturi proizvoda datog preduzeća ili grupe preduzeća za određeni period vremena. Iz ovako definisanog obima izrade gotovih proizvoda, definiše se i prosečni ili reprezentativni asortiman delova koji u datom razvojnom periodu treba da izradjuje relevantni pogon.

Bitna karakteristika reprezentativnog asortimana delova je stabilnost njegove strukture. Pod pretpostavkom da preduzeće ili grupa preduzeća ne menjaju u osnovi svoj proizvodni program odnosno proizvodnu orijentaciju i izradu finalnih proizvoda, već program proizvodnje šire usvajanjem novih proizvoda čije komponente zadržavaju sličnu strukturu kao i prethodnih proizvoda, struktura reprezentativnog asortimana delova ne menja bitno svoje karakteristike, te se time kvalitativni parametri VTL pogona za izradu delova neznatno menjaju. Zbog ovakvih manjih promena ne nastaju potrebe za promenom profila VTL, već se vrši obično njihovo kapacitativno popunjavanje u skladu sa porastom obima proizvodnje.

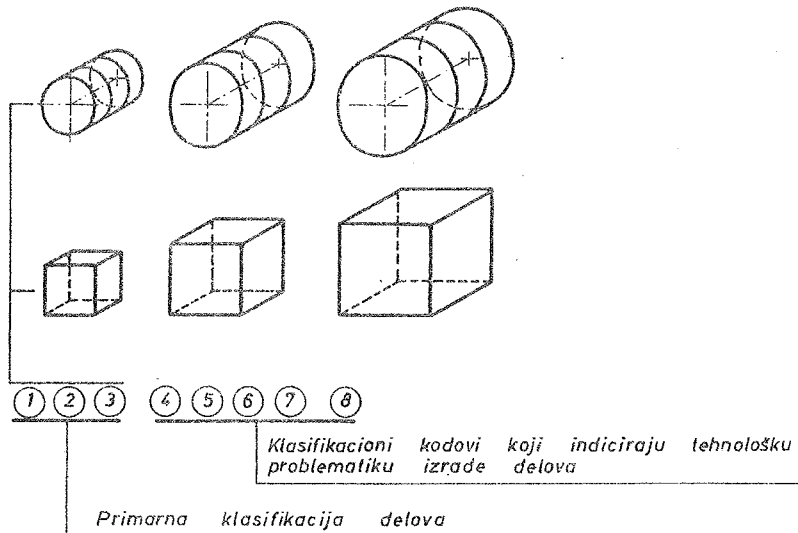
2.1. Tehnološka klasifikacija delova

Osnovni instrument za analizu strukture reprezentativnog asortimana delova je tehnološki klasifikator. Pored klasifikacionih pokazatelja, odnosno klasifikacione izražajnosti tehnološkog klasifikatora, za dalju obradu neophodnih informacija u to-

ku rada na tehnološkom projektu VTL mogu biti korišćeni i dodatni klasifikacioni kodovi. Dodatni klasifikacioni pokazatelji su naročito značajni kada se u toku izrade projekta, obrada podataka vrši na elektronskim računskim mašinama (ERM). Prema tome, u toku izrade tehnološkog projekta VTL, a razume se i u praksi tehnološkog projektovanja uopšte, tehnološki klasifikator delova ima u suštini ulogu informacionog sistema preko kojeg se dolazi do podataka (informacija) o karakteru zadataka koje treba rešiti u toku izrade datog asortimana delova. Klasifikator treba da omogući grupni pristup tehnološkim studijama pri projektovanju tehnologije proizvodnje odredjenih familija delova. Formiranje pak tehnoloških i operacijskih grupa delova radi projektovanja tipskih, odnosno grupnih tehnoloških postupaka za njihovu izradu, ne može biti niukom slučaju svedeno u odredjene propisane šablone. U svim slučajevima tehnološkog projektovanja, potreban je intenzivan kreativan rad tehnologa radi iznalaženja optimalnih projektnih rešenja za date uslove. Pritom se mora po red ostalog voditi računa o proizvodnom zadatku s jedne i raspoloživim kapacitetima s druge strane ili pak o nivou mogućnih investicija i mogućnostima nabavke nove opreme pri realizaciji izgradnje novih pogona i VTL u njima.

Šema sistema IAMA za tehnološku klasifikaciju delova mašinskih konstrukcija je prikazana na slici 1.

Ne upuštajući se na ovom mestu u složene probleme izgradnje sistema tehnološke klasifikacije delova, ističe se samo značaj podele grupa klasifikacionih kodova prema slici 1 s gledišta nekih razvijenih metoda projektovanja višepredmetnih tehnoloških linija (VTL). Prema slici 1, primarna klasifikacija delova se realizuje korišćenjem grupa 1, 2 i 3 klasifikacionih kodova. Preko ovih grupa klasifikacionih kodova vrši se podele delova prema svojim geometrijskim oblicima, intervalima maksimalnih dimenzija i grupama osnovnih materijala iz kojih se oni izradjuju. Ove karakteristike delova su bitne za odredjivanje dimenzija tehnološke opreme koja će ući u sastav VTL i čiji će zadatak biti da obavlja pojedine operacije u tehnološkom procesu izrade delova. Druge grupe klasifikacionih kodova (grupe 4 - 8) izražavaju klasifikacione karakteristike delova značajne s gledišta



Sl.1 Sistem IAMA tehnološke klasifikacije delova mašinskih konstrukcija

strukture tehnoloških operacija. Međutim, u fazi klasifikacije delova pri projektovanju VTL nije poznata u celini tehnologija izrade delova koji se klasiraju. Tek podatak o grupnoj se rijnosti delova (grupna ili aditivna serijnost) pruža valjane podatke za optimizaciju tehnoloških operacija njihove izrade, odnosno iznalaženje optimalnih rešenja za tehnološki proces u celini.

2.2. Studija individualne i grupne serijnosti reprezentativnog asortimana delova i fundiranje tehnološke koncepcije VTL

Dalja studija strukture reprezentativnog asortimana delova treba da bude orijentisana u prvom redu na istraživanje individualne i grupne serijnosti delova u proizvodnji. Serijnost ili veličina serija delova u proizvodnji je bitan parametar za izbor metoda njihove obrade, a time i tehnološke opreme. Naročito su značajne mogućnosti za povećanje serije kroz formiranje grupa od sličnih delova. Prema tome, osnova za izbor metoda obrade na pojedinim tehnološkim operacijama je ukupan broj delova koji formiraju date operacijske grupe, pri čemu "u operacijsku grupu ulaze svi delovi koji se mogu obradivati u okvi-

rima iste grupe operacije".

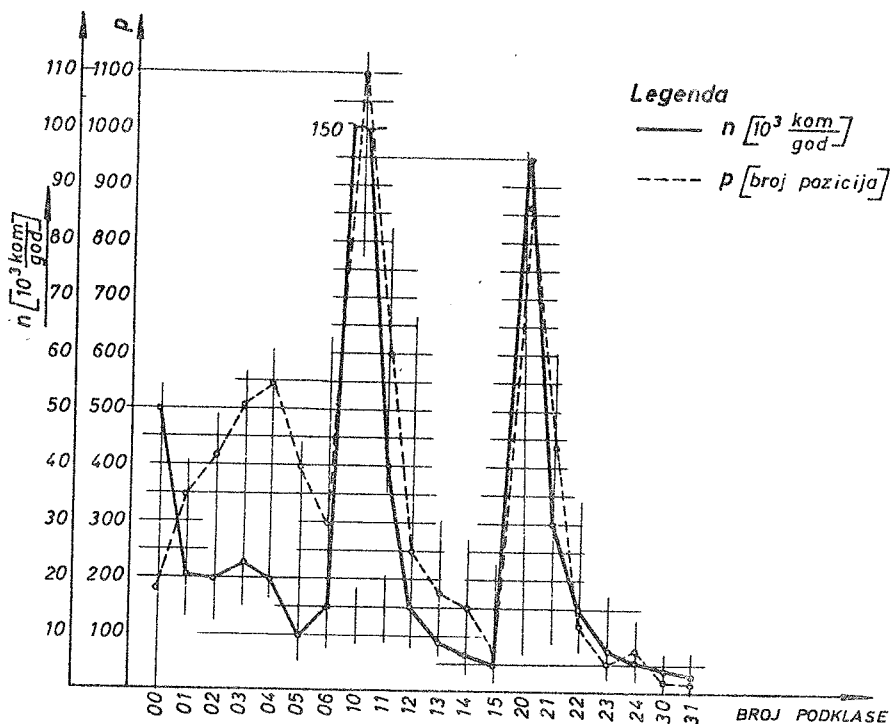
Sistem klasifikacionih kodova prema slici 1 omogućuje da se iz reprezentativnog asortimana delova izdvoje neke njegove specifične familije. Potreba za izdvajanjem nekih familija delova iz skupa, za čiju izradu se projektuju tehnološki procesi, može nastati iz više razloga. Izdvajanje je najčešće potrebno učiniti zbog nedovoljne veličine serija onih delova za čiju izradu se na pojedinim operacijama angažuju namenske alatne mašine - naprimer, alatne mašine za ozubljenje i sl. Ako proračuni pokažu da ovakve namenske mašine neće biti optimalno iskorišćene, onda se svakako neće planirati njihova nabavka. Rešenje nastalog proizvodnog zadatka treba tražiti kroz kooperaciju.

U slučajevima kada je broj pozicija delova reprezentativnog asortimana veoma veliki, proučavanje njihove strukture kao i grupne serijnosti je celishodno uz primenu ERM. U tom cilju koriste se podaci koje sadrži bušena kartica prema docnijoj slici 5 - kolone 27 - 40 kartice. Obzirom da se sortir programi mogu projektovati za analizu učestanosti ma kojih od klasifikacionih kodova grupa 1 - 8 tehnološkog broja prema slici 1, primenom ERM mogu se veoma brzo dobiti informacije neophodne za analizu strukture reprezentativnog asortimana delova.

Na slici 2 se prikazuje izvod iz analize strukture reprezentativnog asortimana rotacionih delova jednog preduzeća mašinogradnje. Puna linija na slici daje podatke o broju delova podklasa 00, 01, ... 31 koje prema planu proizvodnje treba izraditi u toku jedne planske godine. Isprekidana linija pokazuje broj različitih pozicija klasiranih u okviru istih podklasa. Odnos između broja delova "n" i broja pozicija "p" pokazuje prosečnu grupnu serijnost podklasa,

$$f_{ns} = \frac{n}{p} . \quad (1)$$

Oblik podataka prikazanih grafički na slici 2 pruža mogućnost za studiju stepena automatizacije alatnih mašina koje će se baviti za pojedine VTL (podatak f_{ns}) i odredjivanje njihovih radnih mogućnosti - veličina (svaka podklasa obuhvata samo de-



Sl.2 Grafički prikaz geometrijskih oblika i intervala dimenzija jednog reprezentativnog asortimana delova

delove čije su dimenzije u određenim tačno definisanim intervalima).

3. Simuliranje opterećenja hipotetičnih tehnoloških linija

3.1 Odredjivanje broja hipotetičnih tehnoloških linija i njihovih profila

Osnova za hipotezu o potrebnom broju VTL su podaci dobijeni kroz studiju strukture reprezentativnog asortimana delova za čiju izradu se projektuje tehnologija. U toku oblikovanja VTL svakako je osnovni zadatak odredjivanje strukture alatnih mašina (tehnološke opreme) koje će biti instalirane u pogonu, a u okviru pojedinih linija. Broj VTL je u direktnoj korelaciji sa optimalnim iskorišćenjem radnih mogućnosti u njima instalirani-

ranih alatnih mašina. Ova korelacija se može objasniti uz pomoć funkcije

$$\eta = f(q_1, q_2, \dots, q_n, z_1, z_2, \dots, z_n), \quad (2)$$

gde su:

q_i - promenljivi parametri koji karakterišu radne mogućnosti alatnih mašina (tehnološke opreme),

z_i - promenljivi parametri koji odražavaju proizvodni zadatak s gledišta potrebnih radnih mogućnosti tehnološke opreme.

Praktično rešavanje problema indiciranih funkcijom (2) je moguće korišćenjem tehnološkog klasifikatora delova (slika 1) i metode simuliranja opterećenja hipotetičnih tehnoloških linija da bi se preko ovih došlo do oblikovanja stvarnih VTL.

Slika 3 sadrži jednu varijantu plana simuliranja tehnoloških linija. Plan na slici 3 sadrži ustvari pregled podataka koji se klasiraju preko grupa 1 i 2 klasifikacionih kodova klasifikatora prikazanog na slici 1. Ove dve grupe klasifikacionih kodova klasiraju delove prema svojim geometrijskim oblicima i intervalima maksimalnih dimenzija. To su istovremeno i osnovni

PREGLED		PRVE I DRUGE		GRUPE		KLASIFIKACIONIH		KODOVA		KLASIFIKATORA		DELOVA	
a ¹⁾	b ²⁾	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
0	$D \leq 35$	0	$D \leq 35$	0	$L \leq 300$	0	$D \leq 35$	0	$L \leq 300$	0	$a \leq 50$	0	$a \leq 50$
1	$35 < D \leq 50$	1	$35 < D \leq 50$	1	$L > 300$	1	$35 < D \leq 50$	1	$L > 300$	1	$50 < a \leq 100$	1	$50 < a \leq 100$
2	$60 < D \leq 100$	2	$60 < D \leq 100$	2	$L \leq 500$	2	$60 < D \leq 100$	2	$L < 500$	2	$100 < a \leq 200$	2	$100 < a \leq 200$
3	$100 < D \leq 160$	3	$100 < D \leq 160$	3	$L > 500$	3	$100 < D \leq 160$	3	$L > 500$	3	$200 < a \leq 350$	3	$200 < a \leq 350$
4	$160 < D \leq 250$	4	$160 < D \leq 250$	4	$L \leq 800$	4	$160 < D \leq 250$	4	$L \leq 800$	4	$350 < a \leq 600$	4	$350 < a \leq 600$
5	$250 < D \leq 400$	5	$250 < D \leq 400$	5	$L > 800$	5	$250 < D \leq 400$	5	$L > 800$	5	$600 < a \leq 1000$	5	$600 < a \leq 1000$
6	$400 < D \leq 700$	6	$400 < D \leq 700$	6	$L \leq 1000$	6	$400 < D \leq 700$	6	$L \leq 1000$	6	$1000 < a \leq 3000$	6	$1000 < a \leq 3000$
7	$700 < D \leq 1200$	7	$700 < D \leq 1200$	7	$L > 1000$	7	$700 < D \leq 1200$	7	$L > 1000$	7	$3000 < a \leq 5000$	7	$3000 < a \leq 5000$
8	$1200 < D \leq 2000$	8	$1200 < D \leq 2000$	8	$L \leq 2000$	8	$1200 < D \leq 2000$	8	$L \leq 2000$	8	$5000 < a \leq 10000$	8	$5000 < a \leq 10000$
9	$2000 < D$	9	$2000 < D$	9	$L > 2000$	9	$2000 < D$	9	$L > 2000$	9	$10000 < a$	9	$10000 < a$

a¹⁾ - oznaka klase delova.

b²⁾ - kod karakterističnih intervala dimenzija delova.

Sl.3 - Jedna varijanta plana simuliranja tehnoloških linija.

podaci za izbor odgovarajuće tehnološke opreme koja će u okviru VTL obavljati određene tehnološke operacije u tehnološkom

procesu izrade delova.

Broj hipotetičkih VTL prema planu na slici 3 je usvojen pri rešavanju jednog konkretnog projekta [2]. Ovakav plan je usvojen nakon proučavanja osnovnih pokazatelja klasifikacije i studije strukture reprezentativnog asortimana delova uz vodjenje računa o potrebi maksimalnog približavanja radnih mogućnosti alatnih mašina proizvodnim zadacima, ali i kao rezultat studije problema vremenskog iskorišćenja tehnološke opreme u pogonu. Konačno, plan simuliranja broja VTL prema slici 3 imao je za osnovu po veličini relativno mali reprezentativni asortiman delova, te bi bilo nerealno pri njegovoj izradi pretpostaviti veći broj linija, jer bi u tom slučaju dalji proračuni ubrzo pokazali da su usvojene pretpostavke bile pogrešne.

Medjutim, plan hipotetičkih VTL zamišljen prema slici 4, sadrži u odnosu na plan dat na sl.3 novi kvalitet u vezi sa optimizacijom funkcije (2). Da bi plan prema slici 4 mogao biti realan, pogon u kojem se on primenjuje mora biti projektovan uz respektovanje visokog stepena njegove tehnološke specijalizacije. Osim ovog zahteva, obim proizvodnje delova bi morao imati visoku do-

PREGLED PRVE I DRUGE GRUPE KLASIFIKACIONIH KODOVA KLASIFIKATORA DELOVA																			
0		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
a*	b**	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
0	D=35	0	D=35	0	L=35	0	D=35	0	L=300	0	a=50	0	a=50	0	a=50	0	a=50	0	a=50
1	35-D=60	1	35-D=60	1	D=60	1	35-D=60	1	L=300	1	50-a=100	1	50-a=100	1	50-a=100	1	50-a=100	1	50-a=100
2	60-D=100	2	60-D=100	2	L=300	2	60-D=100	2	L=500	2	100-a=200	2	100-a=200	2	100-a=200	2	100-a=200	2	100-a=200
3	100-D=160	3	100-D=160	3	L=500	3	100-D=160	3	L=500	3	200-a=350	3	200-a=350	3	200-a=350	3	200-a=350	3	200-a=350
4	160-D=250	4	160-D=250	4	L=800	4	160-D=250	4	L=800	4	350-a=600	4	350-a=600	4	350-a=600	4	350-a=600	4	350-a=600
5	250-D=400	5	250-D=400	5	L=800	5	250-D=400	5	L=800	5	600-a=1000	5	600-a=1000	5	600-a=1000	5	600-a=1000	5	600-a=1000
6	400-D=700	6	400-D=700	6	L=1200	6	400-D=700	6	L=1200	6	1000-a=2000	6	1000-a=2000	6	1000-a=2000	6	1000-a=2000	6	1000-a=2000
7	700-D=1200	7	700-D=1200	7	L=1400	7	700-D=1200	7	L=1400	7	2000-a=3500	7	2000-a=3500	7	2000-a=3500	7	2000-a=3500	7	2000-a=3500
8	1200-D=2000	8	1200-D=2000	8	L=1400	8	1200-D=2000	8	L=1400	8	3500-a=5000	8	3500-a=5000	8	3500-a=5000	8	3500-a=5000	8	3500-a=5000
9	2000-D	9	2000-D	9	L=1400	9	2000-D	9	L=1400	9	5000-a	9	5000-a	9	5000-a	9	5000-a	9	5000-a

a*) - oznaka klase delova.

b**) kod karakterističnih intervala dimenzija delova.

Sl.4 - Plan hipotetičkih tehnoloških linija koji respektuje viši stepen prilagodavanja radnih mogućnosti tehnološke opreme proizvodnim zadacima.

nju - kritičnu (minimalnu) tačku. Ovakvi uslovi su ispunjeni samo u velikim tehnološkim sistemima u okviru kojih se realizuje veliki obim pojedinačne i maloserijske izrade proizvoda.

3.2 Proračun opterećenja hipotetičkih tehnoloških linija

Ispravno dimenzionisanje kapaciteta VTL zahteva u toku izrade njihovog projekta sprovođenje niza proračuna. Za izvođenje ovih proračuna potrebno je poznavati sva normirana operacijska vremena izrade svih delova u okviru projektovanih tehnoloških procesa. Pošto se radi o projektovanju VTL u novim pogonima, ova vremena nisu poznata. Sistem tehnološke klasifikacije delova omogućuje formiranje njihovih operacijskih grupa. Izračunavanjem srednjih normiranih operacijskih vremena (t_{ns}) za delove iste grupe, dobijaju se osnovni podaci za dalje proračune kapaciteta ili opterećenja hipotetičnih VTL.

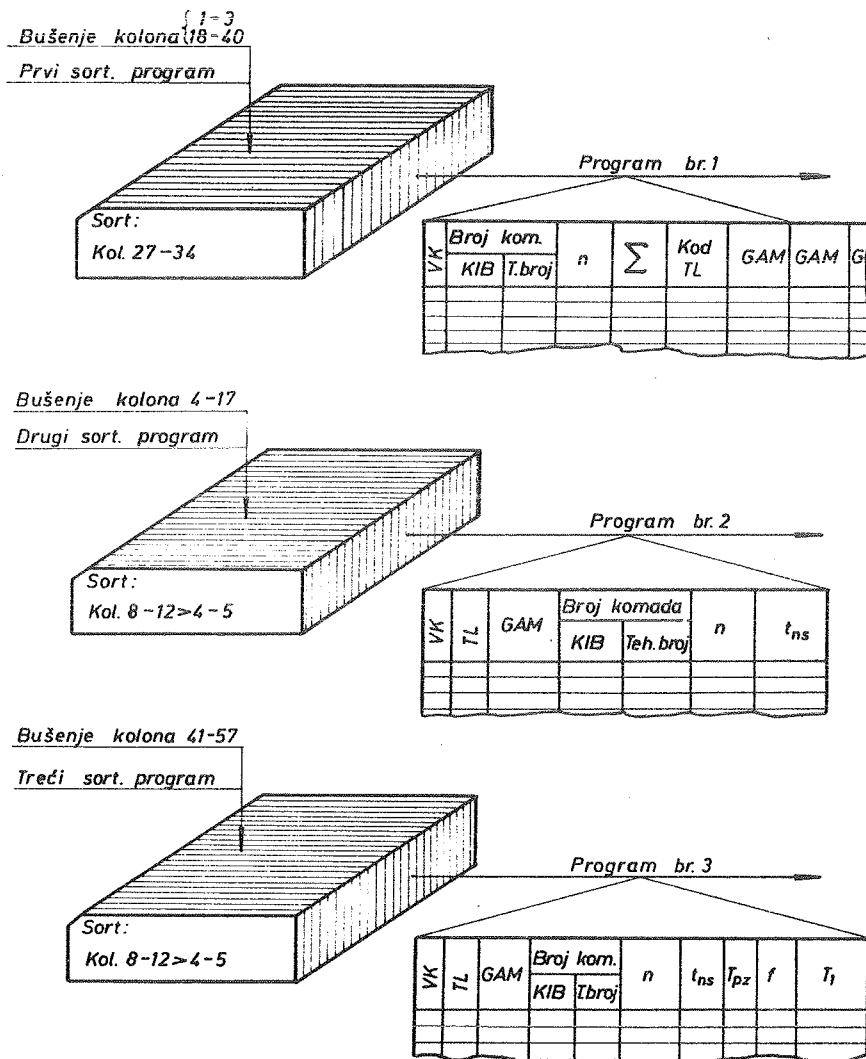
Opisana metodologija rada zahteva izvođenje relativno velikog broja proračuna u toku izrade projekta VTL, a naročito u slučajevima kada se radi o izradi projekata pogona u kojima se planira proizvodnja više desetina hiljada različitih pozicija u više miliona komada godišnje. U ovakvim slučajevima je neophodno potrebno koristiti za proračune elektronske računске mašine (ERM). Preko slika 5 i 6 daje se stoga jedna veoma skraćena šema ovih proračuna. Slika 5 sadrži plan memorisanja podataka na 80 - kolonskoj kartici radi njihove dalje obrade na ERM. Slika 6 sadrži kratak pregled programa obrade podataka s kartica prema slici 5 na ERM u toku proračuna opterećenja hipotetičkih VTL.

Kartica prema slici 5 sadrži niz bitnih podataka za tehnološka projektovanja, odnosno planiranje proizvodnje. U raznim fazama rada na projektu VTL, koriste se samo neki od memorisanih podataka. U skladu s potrebama proračuna u pojedinim fazama projektovanja vrši se popunjavanje podacima odgovarajućih kolona kartice. Jer sortiranjem kartice se uvek mogu složiti prema početnom slogu i izbeći povećan rad pri njihovom bušenju ispočetka.

Obrada podataka i proračuni prema programu 3 na slici 6 daju konačne podatke za oblikovanje VTL. Ovi podaci će potvrditi ili demantovati valjanost usvojenih pretpostavki pri simuliranju broja hipotetičnih VTL preko planova prikazanih na slikama

(VTL). Potrebno je nedovoljno opterećene hipotetične linije uključiti u druge koje imaju blizak tehnološki profil. Time se definitivno formira stvarna VTL.

- (ii) U toku simuliranja opterećenja hipotetičnih VTL, za neke tehnološke operacije će biti izabrana tehnološka oprema



Sl.6 Opšti plan obrade podataka na ERM pri projektovanju VTL simuliranjem opterećenja hipotetičnih VTL

koja prema definitivnim rezultatima proračuna neće biti optimalno opterećena. To znači da ne postoji i ekonomsko opravdanje za investicije u ovakvu opremu, te nastale tehnološke zadatke treba rešavati kroz kooperaciju. Studija problema vezanih za optimalno iskorišćenje instaliranih kapaciteta će ukazati i na delove koje u celini treba izradjivati u kooperaciji.

- (iii) Nakon rešavanja prethodnih projektnih problema, dobijeni su konačni podaci za projekt VTL u pogonu za izradu delova (komponenti), te treba pristupiti izradi nacрта rasporeda tehnološke opreme po VTL, vodeći pri tome računa o uticajnim faktorima na ovaj raspored.

4. Literatura

- [1] V.B.Šolaja i S.M.Urošević, Optimization of group technology lines (GTL'S) by methods developed in the Institute for machine tools and tooling (IAMA) in Beograd, Referat podnet na Internacionalnom seminaru o grupnoj tehnologiji organizovanog od The International Centre for Advanced Technical and Vokational Training u Torinu od 7.-13.septembra 1969 god
- [2] Grupa autora, Projekt višepredmetnih tehnoloških linija u pogonu strojne obrade delova, Elaborat 46/11/67 Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1967)

S.M.Urošević

Simulation der Belastung der hypothetischen Fertigungsabschnitten als eine Methode der Projektierung der Maschinenbaubetrieben.

Die Projektierung der Fertigungsabschnitten für die Teileherstellung in der Einzel- und Kleinserienfertigung durch die Benutzung der Methode "Simulation der Belastung der hypothetischen Fertigungsabschnitten" ist in dem Aufsatz bearbeitet. Es wurden die Probleme der Bestimmung des repräsentativen Sortimentes der Einzelteilen und die in dem Institut für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge in Beograd entwickelte Methode der Belastungsberechnung der hypothetischen Fertigungsabschnitten mit Hilfe der DVA kurz beschrieben.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

R. Korićanac^{x)}

KLASIFIKACIJA TEHNOLOŠKE OPREME U PREDUZEĆIMA METALNE INDUSTRIJE - OSNOV ZA RAZVOJ TEHNOLOŠKE SPECIJALIZACIJE I SISTEMA OPERATIVNOG PLANIRANJA^{xx)}

1. Uvod

Kvalitativne i kvantitativne informacije o tehnološkoj opremi ili proizvodnim kapacitetima preduzeća metalne industrije (alatne mašine, mašine i pribori za merenje i kontrolu, uređjaji za površinsku zaštitu i termičku obradu i sl.) su osnova za projektovanje tehnoloških procesa i operativno planiranje izrade proizvoda u ovim preduzećima. Poznavanje radnih mogućnosti instaliranih tehnoloških kapaciteta je osnovna pretpostavka za njihovo racionalno iskorišćenje. Čini se da u praksi ne bi trebale da se javljaju teškoće u potpunom ovladavanju ovim problemima. Ipak istraživanja su pokazala da mnoga preduzeća metalne industrije nemaju pouzdano sredjene informacije o bilansima raspoloživih i zadacima pokrivenih sopstvenih kapaciteta. Čak i u okvirima većih preduzeća koja se nalaze takoreći pod "jednim krovom" stanje u ovom pogledu nije zadovoljavajuće. Pokušaji da se kroz integraciona povezivanja više preduzeća izvrši tehnološka specijalizacija nekih njihovih pogona, često nisu dali očekivane rezultate upravo zbog nepostojanja razvijenog sistema toka informacija o instaliranim i iskorišćenim kapacitetima.

Poznato je da u preduzećima metalne industrije sistem projektovanja tehnoloških procesa izrade delova, odnosno komponenti proizvoda, igra bitnu ulogu u razvoju aktivnosti operativnog planiranja proizvodnje, a time i zauzetosti instaliranih tehnoloških kapaciteta. Skoro je redovna praksa da u preduzećima

^{x)} Radisav Korićanac, dipl. ing., samostalni saradnik Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

^{xx)} Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27. marta broj 80.

sa serijskom, srednjeserijskom pa i maloserijskom proizvodnjom projektovane tehnološke operacije su strogo vezane za određene mašine (opremu). Ovakva praksa se objašnjava potrebom korišćenja u serijskoj proizvodnji specijalnih alata, odnosno tehnoloških pribora, te se pri njihovoj konstrukciji dimenzionisanje priključnih veličina strogo povezuje s odgovarajućim tipom alatne mašine. Otuda proizilazi i nužnost da se u tehnološkim projektima uvek navede čak i inventarski broj opreme (mašine) na kojoj se izvodi projektovana tehnološka operacija. Ova ko projektovana tehnologija pokazuje u praksi, s gledišta operativnog planiranja izvršavanja proizvodnih zadataka, veoma nizak stepen fleksibilnosti. Veoma su česti slučajevi u praksi da je neka mašina preopterećena proizvodnim zadacima, dok neka slična stoji neiskorišćena. Neosporne su veoma negativne implikacije opisane prakse na optimizaciju iskorišćenja tehnoloških kapaciteta u okviru jednog preduzeća. Kada je u pitanju razvoj tehnološke saradnje među više preduzeća, ili više dislociranih pogona istog preduzeća, problem se dalje komplikuje.

Evidentno je u preduzećima mašinogradnje ili metalne industrije prisustvo alatnih mašina i druge tehnološke opreme istih familija, ali izradjenih kod različitih proizvođača, te kao jedinke imaju svoje tipske oznake. Veoma su česti slučajevi da različiti tipovi alatnih mašina imaju iste ili približno iste radne mogućnosti u tehnološkom procesu, pa ipak projektovane tehnološke operacije se ne mogu realizovati na ma kojem od ovih tipova alatnih mašina. Dakle, bez obzira na njihovu sličnost one nemaju uslova da se tretiraju kao jedinica u tehnološkim i operativnim planiranjima njihovog iskorišćenja u tehnološkim procesima. Zbog razloga o kojima će dalje biti reči, nužno je u preduzećima formirati grupe alatnih mašina (GAM) ili grupe tehnološke opreme (GTO), a zatim razviti sistem tehnološkog projektovanja i operativnog planiranja u kojem će grupa (GAM) sa brojem svojih jedinica biti osnova pri bilansiranju kapaciteta prema proizvodnim zadacima u toku tehnološkog i operativnog planiranja njihovog iskorišćenja. Ako su GAM ili GTO formirane u različitim preduzećima korišćenjem istih kriterijuma, onda je reč o identičnim kapacitetima identifikovanim u

različitim pogonima. Problem formiranja GAM, odnosno GTO se rešava preko klasifikatora tehnološke opreme. Težnja je da klasifikatori tehnološke opreme budu unificirano primenjeni u različitim preduzećima, jer se time stvaraju uslovi za razmenu informacija medju njima u toku tehnoloških i operativnih planiranja angažovanja instaliranih kapaciteta.

2. Osnove sistema klasifikacije tehnološke opreme

Izgradnja sistema klasifikacije tehnološke opreme metalne industrije sledi u osnovi zadatak unifikacije raznih pojmova i termina u vezi sa opisom pojedinih familija u cilju izgradnje sistema klasifikacionih kodova preko kojih se dalje formiraju klasifikacioni brojevi. Potpun klasifikacioni broj definiše karakteristike jedinke nekog tehnološkog kapaciteta, te podatak o broju jedinki istog klasifikacionog broja služi kao unificirana informacija o tehnološkoj opremi. Respektujući iznete stavove, projektovan je sistem IAMA za klasifikaciju tehnološke opreme u toku kojeg je poštovan osnovni princip: "Svrstati u istu klasifikacionu grupu (GAM - grupa alatnih mašina ili GTO - grupa tehnološke opreme) svu tehnološku opremu iste osnovne namene koja pokazuje iste ili približno iste radne mogućnosti s onima koje su propisane za etalon date grupe".

Kriterijumi koji definišu grupu u prvom redu obuhvataju radne mogućnosti tehnološke opreme s gledišta sposobnosti obrade familija sličnih obradaka (komponenti) u istim ili približno istim normativima vremena (rada). Ovako razvijen klasifikator tehnološke opreme se koristi za rešavanje niza zadataka u toku obrade informacija pri projektovanju tehnoloških procesa i operativnom planiranju, a naročito za:

- (i) studiju i analizu strukture potrebnih tehnoloških kapaciteta pri projektovanju novih pogona ili rekonstrukciji postojećih,
- (ii) studiju i analizu strukture raspoloživih tehnoloških kapaciteta u okviru jednog ili više preduzeća, pri izradi istraživačkih projekata u cilju donošenja odluka o tehnološkoj specijalizaciji, odnosno tehnološkoj podeli rada,

- (iii) studiju i analizu strukture tehnoloških kapaciteta sa aspekta mogućnosti njene grupne modernizacije,
- (iv) operativno planiranje proizvodnje u fazi bilansiranja po potrebnih kapaciteta prema proizvodnim zadacima na nivou pogona, preduzeća ili više preduzeća,
- (v) obeležavanje radnih mesta u okviru pogona i tehnoloških linija (TL), obeležavanje grupnih operacija u sistemu projektovanja tipskih tehnoloških procesa i grupnih operacija izrade delova, komparativne studije razvijenih tehnoloških rešenja, arhiviranje potrebnih informacija za datu GTO, i
- (vi) razvoj tehnologije obrade informacija uz mogućnost primene elektronskih računskih mašina (ERM), čime se u značajnoj meri podiže efikasnost rade svih funkcija koje se bave navedenim kompleksom zadataka.

3. Kratak prikaz razvoja brojnog sistema za klasifikaciju tehnološke opreme

Preko slike 1 daje se kratak prikaz sistema IAMA za klasifikaciju tehnološke opreme. Klasifikacioni broj grupe tehnološke opreme (GTO), kao što se sa slike 1a vidi, sastoji se od pet decimalnih mesta. Prvo decimalno mesto označava klasu, drugo i treće familiju, a četvrto i peto grupu. Slika 1b daje pregled definisanih klasa u okviru klasifikatora. Na slici 1c dat je isečak podele klase 1 - alatne mašine za obradu skidanjem materijala na familije, i najzad slika 1d prikazuje konačnu klasifikaciju familije 113 - revolver strugovi na grupe (GAM). Slično primeru na slici 1d, razvijeni su klasifikacioni listovi i za ostale familije tehnološke opreme propisivanjem raznih karakteristika koje se uzimaju pri klasiranju stepena složenosti i bližom tekstualnom definicijom koja kratko opisuje opremu iste familije. Kao što se iz izloženih slika 1a - 1d vidi, celokupna tehnološka oprema metalne industrije je podeljena na deset klasa, svaka klasa na sto familija, a familija na sto grupa, što teoretski omogućava registraciju 100.000 različitih grupa. Međutim, ovaj fond brojeva je dalje podeljen u dve grupe:

OP.8.4

X XX, XX
 Grupa tehnološke opreme (GTO)
 Familija tehnološke opreme
 Klasa tehnološke opreme

Sl.1a

Klasa	N a z i v k l a s e
0	Građevinski objekti
1	Alatne mašine za obradu skidanjem materijala
2	Alatne mašine za obradu bez skidanja materijala
3	Mašine i uređaji za termo i elektrohemijsku obradu
4	Mašine i uređaji za kontrolu i ispitivanje
5	
6	
7	
8	Oprema za tehnologiju unutrašnjeg transporta
9	Ostala tehnološka oprema

Sl.1b

IAMA BEOGRAD	KLASIFIKACIJA TEHNOLOŠKE OPREME (TO)				ALATNE MAŠINE ZA OBRADU SKIDANJEM MATERIJALA	
	P O T K L A S E F A M I L I J E					
10 Mašine za sečenje i pripremu polufabrik.	100 Mašine za sečenje gladnjem (testeris.)	101	102 Mašine za sečenje tacjom, diskovima i sl.	103	104 Mašine za poravnane pripremu obr.gnez. za st.	105
11 Mašine za obradu struganjem.	110	111 Jednovešni automatski i polu. strug.	112 Viševrešni automatski i polu. strug.	113 Revolverski strugovi.	114 Produkcijski str.	
12 Mašine za obradu bušenjem.	120	121 Stone, sa- bne i redne ve- rtikal. bušilice.	122 Viševrešni revolver bušilice.	123		
13 Mašine za brušenje, oštrenje	130	131				

Sl.1c

IAMA BEOGRAD	KLASIFIKACIJA TEHNOLOŠKE OPREME (TO)				Familija	Broj	113
	GTO				TO	Naziv	REVOLVER STRUGOVI
113 xx	d/D	A/A	1/L	n ₅	F/R	Tipičan predstavlja za GAM	
	[mm]			kon	[kW]		
Revolver strugovi sa horizontalnom glavom	00						
	01						
	02						
	03						
	04						
	05						
	06						
	07						
	08						
	09						
	10						
	11	5/55	100/105	105	SA034/45		
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						

Sl.1d

Sl.1 - Šematski prikaz brojnog sistema IAMA za klasifikaciju tehnološke opreme.

- (i) Prva grupa obuhvata 90% kapaciteta fonda brojeva i služi za klasiranje sve tehnološke opreme uobičajene - standardne izrade.
- (ii) Druga grupa brojeva obuhvata 10% kapaciteta fonda brojeva i služi za klasiranje tehnološke opreme specifične izrade u okviru jednog preduzeća ili u grupi poslovno integrisanih preduzeća.

Ovu poddelu je bilo nužno uvesti, jer većina preduzeća poseduje ili će posedovati opremu specijalne izrade koja nastaje kao rezultat potrebe razvoja optimalnih tehnoloških rešenja za izradu komponenti (delova) specifičnih za proizvode preduzeća. Po pravilu takva oprema ne može se primeniti za obradu drugih delova, odnosno operacije, bez većih adaptacija. Drugim rečima, tehnološka oprema za koju nije moguće unapred definisati klasifikacione karakteristike pripada drugoj, a sva ostala prvoj grupi.

Način prepoznavanja tehnološke opreme prve i druge grupe u sklopu njihovih klasifikacionih brojeva, zasniva se na principu konstrukcije tablica sa pregledom familija prikazan na slici 2. Šrafirana polja familija X90 do X98 u okviru svake klase, rezervisana su za klasiranje specifične opreme preduzeća, dok je familija X99 rezervisana za klasiranje ručnih radnih mesta.

Uvodjenjem prednjih kriterijuma u klasifikaciju tehnološke opreme unificirane su informacije koje imaju oblik "govorećih" brojeva (klasifikacioni brojevi), čime su obezbedjeni potrebni uslovi za njihov tok u procesu razmene informacija među preduzećima, organizacionim jedinicama preduzeća i za analizu podataka dobijenih obradom informacija na ERM.

Klasifikacioni brojevi familija TO od X00 do X89 ujedno predstavljaju područje izmenljivosti informacija među svim preduzećima koja se koriste izloženim sistemom klasifikacije. Ova unifikacija klasifikacionih oznaka je veoma značajna pri razmeni informacija kod bilansiranja potrebnih prema raspoloživim kapacitetima jednog šireg kruga poslovno povezanih preduzeća, zatim pri raznim komparativnim studijama i analizama u toku izrade razvojnih projekata na planu tehnološke specijalizacije,

tehnološke podele rada, itd.

IAMA Beograd		KLASIFIKACIJA TEHNOLOŠKE OPREME (TO)										KLASA X	
Potklasa		F	A	M	I	L	I	J	E				
X0	X00	X01	X02	X03	X04	X05	X06	X07	X08	X09	X0A	X0B	X0C
X1													
X2													
X3													
X4													
X5													
X6													
X7													
X8													
X9	X90	X91	X92	X93	X94	X95	X96	X97	X98	X99	X9A	X9B	X9C

Sl.2-Šematski prikaz tablica sa pregledom familija TO i razlikovanje specifične od standardne opreme.

4. Korišćenje klasifikacionih brojeva GTO za razvoj unificiranih sistema operativnog planiranja proizvodnje

Formiranjem klasifikacionih brojeva za svu tehnološku opremu instaliranu po pogonima, dobijene su nove adrese ili nazivi je diničnih tehnoloških kapaciteta. Za svaku Klasifikacijsku oznaku (broj) tehnološke opreme vodi se evidencija o broju jedinica - naprimer, broj mašine iste GAM. Radi unificiranja sistema obrade informacija, pri operativnom planiranju proizvodnje, potrebno je izvršiti minimalnu unifikaciju svedenih informacija o projektovanoj tehnologiji izrade delova ili komponenti proizvoda. Dovoljan stepen ove unifikacije moguće je postići kroz usvajanje jedinstvenog oblika "pregleda operacija stvarnog dela (komponente)". Nacrt jednog takvog pregleda operacija daje se na slici 3.

Od osnovnog značaja je za sistem unifikacije tehnologije obrada informacija pri operativnom planiranju, podatak upisan u prvoj koloni obrasca na sl. 3 - "broj operacije (broj grupne operacije)". Prema razvijenom sistemu obeležavanja grupnih tehnoloških operacija u IAMA, broj grupne operacije se izvodi iz broja GAM, odnosno GTO. Šema ovog označavanja data je na slici 4.

IAMA BEOGRAD		PREGLED OPERACIJA STVARNOG DELA				Broj nacrt dela		
PROJEKAT:		M A T E R I J A L				Broj tipskog postupka		
Kvalitet		Broj		Dimenz.za kom.		Količ.za kom.		Jed.mere
Naziv dela :				Veličina serije		Tehnološ.linija		
Broj operacija		NAZIV OPERACIJE I BROJ ZAHVATA				Vreme za kom. u 1/100min.		Škart u %
Broj grup- ne operac		Mesto trajna trajna trajna		Broj radni- ka		Grupa posla		
						Vreme za kom. u 1/100min.		
						Vreme za kom. u 1/100min.		
						Vreme za kom. u 1/100min.		
						Vreme za kom. u 1/100min.		
Uradio		Kontrolisao		Odobrio		List broj		Broj
						Listova broj		

Sl.3-Pregled operacija stvarnog dela

XXXXX.XX

Broj grupne operacije

Broj GTO (GAM)

Sl.4- Šema brojnog sistema IAMA za
označavanje tehnoloških operacija

Operacije koje nisu grupne (individualne tehnološke operacije) nose oznaku "00". Medjutim, pri bilansiranju odnosa raspoloživih tehnoloških kapaciteta prema proizvodnim zadacima, respektuje se prema slici 4. samo broj GAM. Broj grupne operacije se koristi za operativno planiranje grupne proizvodnje delova mašinskih konstrukcija.

Obrada podataka iz pregleda operacija u toku operativnog planiranja proizvodnje je moguća primenom sistema kartoteka ili nekom drugom manuelnom metodom. Medjutim, sistem informacija na "pregledu operacija" omogućuje njihovu obradu na elektronskim računskim mašinama (ERM). U tom cilju se informacije sa p-

- (ii) Sortiranje kartica prema kolonama 7-11 je osnova programa obrade podataka na ERM pri bilansiranju iskorišćenja tehnoloških kapaciteta po njihovoj strukturi (po GAM ili GTO). Kompariranjem izlaznih informacija po ovom programu s prethodnim, dolazi se do podataka o nejednakom iskorišćenju tehnoloških kapaciteta prema njihovoj strukturi po raznim pogonima ili preduzećima.
- (iii) Sortiranjem kartica prema kolonama 64 - 72 i kolonama 59 - 61, sa odgovarajućim proračunima na ERM tokom tabeliranja izlaznih informacija, dobijaju se podaci za plan o bezbedjenja sirovih repromaterijala od kojih treba izraditi odgovarajuće delove.

Pored navedenih mogućnosti razvoja programa obrade informacija na ERM, podaci memorisani na kartici prema slici 5 pružaju dalje značajne mogućnosti. Možnosti se proširuju korišćenjem klasifikacionih karakteristika i drugih informacija memorisanih na kartici. Ipak, čini se da je klasifikacija tehnološke opreme startni zadatak za pripremu organizovane obrade informacija u toku operativnog planiranja proizvodnje medju pogonima integrisanih tehnoloških (poslovnih) sistema.

5. Literatura

- [1] S.M. Urošević, Tipska i grupna tehnologija u metalnoj industriji, Priručnici IAMA, 1 (1967)
- [2] S.M. Urošević, Prilog proučavanju funkcionisanja tehnološkog sistema preduzeća metalne industrije, Saopštenje IAMA, 8 (1968) 1073
- [3] A. Jovanović, Pristup rešavanju problema operativnog planiranja izrade delova na grupnim tehnološkim linijama, Saopštenje IAMA 6 (1967) 723
- [4] Grupa autora, Operativno planiranje proizvodnje u uslovima grupne obrade, Elaborat IAMA 89/7/68
- [5] Grupa autora, Razvoj modela projektno tehnološke dokumentacije, Elaborat IAMA 89/2/68
- [6] Grupa autora, Klasifikacija alatnih mašina i tehnološke opreme, Elaborat IAMA 89/5/68
- [7] V.B. Šolaja, S.M. Urošević, Optimisation of Group Technology Lines (GTL's) by Methods Developed in the Institute for Machine Tools and Tooling (IAMA) in Beograd, 1st Group Technology Seminar, Int. Centre for Advanced Technical and Vocational Training, Turin, Italy (1969)

R. Korićanac

The Classification of Technological Equipment in Metalworking Industries - a Basis for the Development of Technological Specialization and of the System of Operational Planning.

The paper reviews the classification system developed in the Institute for Machine Tools and Tooling in Beograd for technological equipment (including buildings, class 0 - Fig. 1), which makes possible to embrace both standard and specific items (Fig. 2). The system is used for identification of technological operations (Fig. 4) also, and the plan of information transferred to the perforated cards is shown in Fig. 5. In addition to various uses in production planning and control of individual undertakings, the system opens the ways for cooperation among various firms.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

M. Marković x/

MIKROFILMOVANJE I KLASIFIKACIJA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE FO MO-
DELIMA RAZVIJENIM U INSTITUTU ZA ALATNE MAŠINE I ALATE xx/

1. Uvod

Već dugi niz godina primenjuje se postupak mikrofilmovanja tehničke i druge dokumentacije radi njenog čuvanja u specijelnim uslovima. Postupak mikrofilmovanja se obično primenjuje kada je potrebno u posebno zaštićenim sredinama sačuvati na mikrofilmu sadržaj originala u slučaju da oni budu oštećeni odnosno uništeni, ili u slučajevima kada se želi smanjiti potreban prostor za smeštaj odredjenog fonda pisanih informacija. Radi realizacije ovih ciljeva primenjivan je postupak čuvanja razvijenih negativ filmova savijenih u koturove i upakovanih u specijalne kasete. Sadržaj mikrofilma obično je označavan na omotima kasete. Pronalaženje dokumenata prenetih po prednjem postupku na mikrofilm zadaje odredjene teškoće. Radi njihovog savladavanja razvijeni su posebni uređjaji za čitanje i kopiranje sadržaja mikrofilmova u cilju stvaranja potrebnih uslova da mikrofilm u rolnama postane osnovni oblik arhiviranja tehničke dokumentacije ili nosilaca tehničkih informacija /NT I/ u celini. Međjutim, zbog razloga o kojima će u daljem tekstu biti reči, treba preneti NTI na mikrofilm u obliku trake /rolne smeštene u kasetama/ tretirati kao pasivni sistem njihovog arhiviranja.

Aktivni ili operativni sistemi arhiviranja nosilaca tehničkih informacija /NTI/ na mikrofilmnu se zasnivaju na obradi i čuvanju u posebnim uslovima svakog snimka na mikrofilmu ponaosob.

x/ Miloje Marković, dipl.ing., mlađji saradnik Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

xx/ Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27. marta 80

U ovom sistemu jedan snimak na mikrofilmu sadrži po pravilu jedan NTI koji se identifikuje preko svog broja - šifre. Cva-ko napravljeni mikrofilm negativni se ubacuju u specijalno na pravljene otvore na karticama radi čuvanja. Na kartici se upisuju podaci o sadržaju mikrofilma. Obzirom da su kartice u arhivara odložene po sistemu brojnog označavanja /šifriranja/ NTI, rešen je problem brzog pronalaženja odgovarajućih NTI kada su oni potrebni. Ubacivanjem mikrofilmova u specijalne otvore 80 - kolonskih standardnih kartica u koje se ubušivanjem memorišu razne informacije radi njihove obrade na elektronskim računskim mašinama /ERM/ stvaraju se interesantne mogućnosti za razne analize sadržaja mikrofilmovanih NTI uz pomoć sa vremenih sredstava obrade podataka kao što su to ERM.

2. Informacioni punktovi sadržaja nosilaca tehničkih informacija /NTI/ određenog klasifikacionog područja

Radnici preduzeća koji se bave pripremom proizvodnje /projektovanje, odnosno konstrukcija novih proizvoda, projektovanje tehnoloških procesa, konstrukcija alata i sl./ u suštini imaju zadatak da proizvedu informacije na osnovu kojih će radnici drugih odeljenja preduzeća moći da organizuju i izvrše proizvodne zadatke. Pri proizvodnji novih informacija u toku tehničke pripreme proizvodnje, radnici ovih funkcija preduzeća moraju konsultovati /koristiti/ veliki broj izvornih podataka /informacija/. To su konstrukcijski nacrti sličnih proizvoda u odnosu na proizvod za koji se vrši priprema proizvodnje /projektovanje/, tehnološki postupci, nacrti specijalnih i standardnih alata, podaci o repromaterijalima, normativima rada, podaci o tehnološkoj opremi, razni tehnički uslovi, recepti itd. Savremena priprema proizvodnje mora da respektuje zakonitost korišćenja već razvijenih i u praksi verifikovanih projektnih ili tehnoloških rešenja, čime se postiže viša pouzdanost tokom realizacije novorazvijenih proizvoda na planu njihovih funkcionalnih karakteristika, ali isto tako i na planu obezbeđenja stabilnosti projektovane tehnologije njihove proizvodnje.

Poznato je da postoje znatne teškoće dolaženja do potrebnih izvornih informacija. Radnici koji se bave pripremom proizvodnje /izrada novih konstrukcija, projektovanje tehnologije/, troše znatan deo svog fonda radnog vremena na pronalaženje potrebnih informacija. Većina arhiva tehničke dokumentacije preduzeća, organizovanih kao centralizovane službe koje čuvaju NTI u obliku originala na pausu i sl. ne mogu da zadovolje sve veće potrebe efikasnog informisanja. Zbog teškoća vezanih za korišćenje NTI iz arhiva tehničke dokumentacije, u mnogim preduzećima konstruktori veoma malo koriste razvijena projektna rešenja pri konstrukcijskom oblikovanju novih proizvoda. Ne treba sumnjati da ovaj problem u značajnoj meri destimulira napore na povišenju stepena tehnološkičnosti novih proizvoda, odnosno on ometa napore koji se moraju preduzimati na planu tehnoekonomske optimizacije novih proizvoda. Teškoće u pristupu izvornim informacijama u toku obrade novih utiču u značajnoj meri na produktivnost rada u okviru funkcija preduzeća koje se bave pripremom proizvodnje.

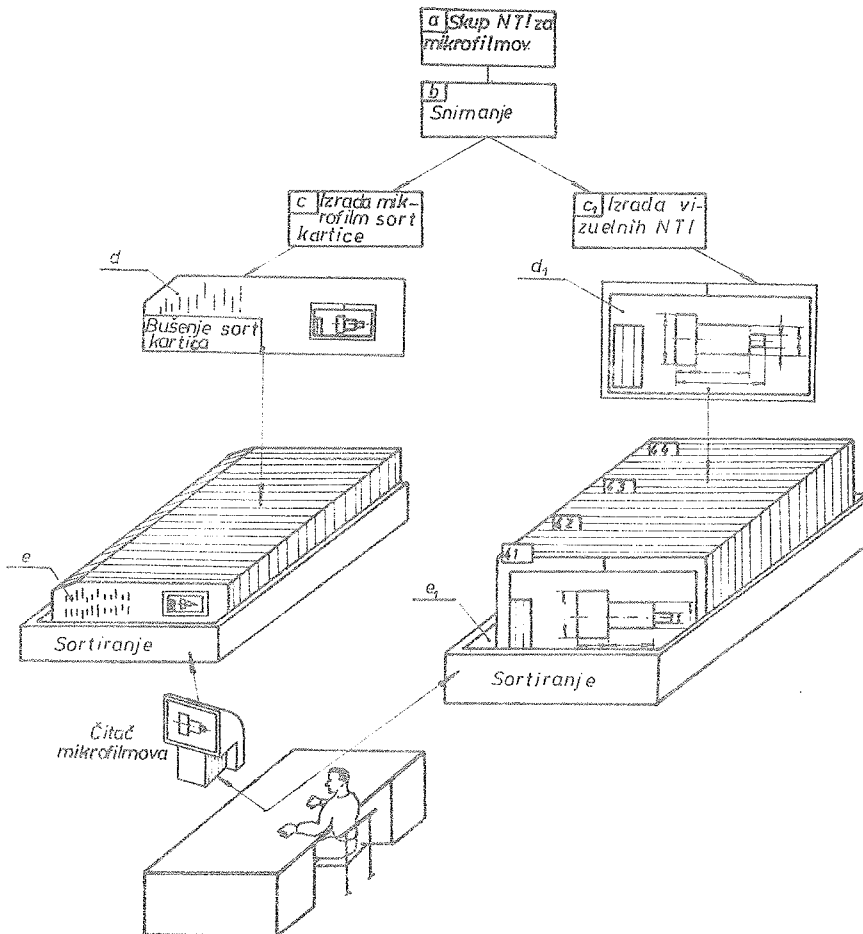
Razvojem tehnike mikrofilm sortkartica, kao i korišćenjem drugih tehnika razvijenih s istim ciljevima, stvorene su potrebne osnove da se povisi efikasnost rada u oblasti tehnologije obrade informacija. U tom cilju je potrebno izvorne informacije /NTI koji će biti dalje korišćeni/ klasirati, obeležiti odgovarajućim klasifikacionim brojevima, a zatim ih preneti na nosioce čiji oblik dozvoljava njihovo efikasno korišćenje.

Slika 1 sadrži jedan model IAMA za formiranje informacionih punktova sadržaja odredjenih NTI. Broj informacionih punktova kao i njihov sadržaj zavisi od veličine preduzeća, profila službe koja koristi obradjene NTI i sl. Očigledno je naime da će sadržaj informacionog punkta o NTI biti različito sastavljen za potrebe konstrukcijskog ili tehnološkog biroa preduzeća. U oba slučaja informacioni punktovi sadrže deo NTI iz arhive tehničke dokumentacije preduzeća, pored prikupljenih i klasiranih NTI iz drugih izvora /državni standardi, podaci iz literature, izvedena rešenja u drugim

preduzećima i sl./ koji su potrebni datom odeljenju.

Šema na slici 1 ukazuje na dve varijante obrade materijala za formiranje informacionih punktova. Obe varijante se zasnivaju na tehnici mikrofilmovanja, pri čemu:

/i/ Varijanta a-b-c-d-e-f je zasnovana isključivo na korišćenju mikrofilma koji se ulaže u specijalne otvore sortkartica.



Sl. 1 Šema izrade informacija za formiranje informacionih punktova o sadržaju NTI

Za čitanje sadržaja mikrofilma, potreban je optički čitač pomoću kojeg se vrši uvećanje sadržaja mikrofilma.

/ii/ Varijanta a-b-c₁-d₁-e₁ koristi mikrofilm negative samo radi izrade fotokopija. Zahvaljujući mogućnostima za proizvoljno povećanje odnosno smanjenje originala korišćenjem fototehnike, sve pozitiv kopije se rade na papiru istog formata - najčešće A₅ format. Prednost ovog postupka je mogućnost neposrednog čitanja sadržaja NTI složenih u kartoteci informacionog punkta.

Slaganje materijala u kartotekama informacionih punktova prema slici 1 u obe varijante se zasniva na korišćenju brojnih oznaka obradjenih NTI.

Bitna prednost korišćenja sort kartica kao nosilaca mikrofilмова u informacionom punktu je mogućnost memorisanja na njima, pored brojne oznake NTI, još niza drugih informacija značajnih za njihovu analizu. Slika 2 prikazuje plan memorisanja podataka na sort kartici u koju je ubačen mikrofilm nekog NTI.

Prema modelima IAMA brojne oznake NTI su formirane primenom sistema klasifikacije. Cilj klasifikacije je konstrukcija klasifikacionih brojeva kojima se obeležavaju familije NTI sličnog sadržaja. Obeležavanje varijantnih NTI iste familije se vrši preko identifikacionog broja. Klasifikacioni i identifikacioni broj čine celinu - KIB /klasifikaciono identifikacioni broj/.

Korišćenje NTI složenih u kartotekama informacionih punktova se zasniva na poznavanju klasifikacionih brojeva za pojedine familije informacija. Radnik koji radi na izradi nove informacije /konstruktor, tehnolog, konstruktor alata/ primenjuje prema šemi na slici 1 sledeći postupak:

/i/ Odredjuje klasifikacioni broj informacije koju treba da obradi. Sa ovim brojem ulazi u informacioni punkt radi provere da li postoje već gotova ili slična rešenja.

treba da posluže kao uzor u toku rešenja zadatka.

Korišćenje informacija koje sadrži informacioni punkt implicira potrebu stalne aktivnosti na planu prikupljanja, proučavanja i obrade NTI radi proširivanja njegovog sadržaja. Time se povisava stepen informisanosti tehničkog kadra i stvaraju uslovi za efikasniji rad u toku rešavanja zadataka izrade novih informacija.

3. Klasifikacija nosilaca tehničkih informacija /NTI/

Klasifikacija tehničke dokumentacije ili šire "nosilaca tehničkih informacija" /NTI/ je uslov za uspešan razvoj i korišćenje informacionih punktova o sadržaju NTI i za podizanje efikasnosti rada na obradi novih informacija.

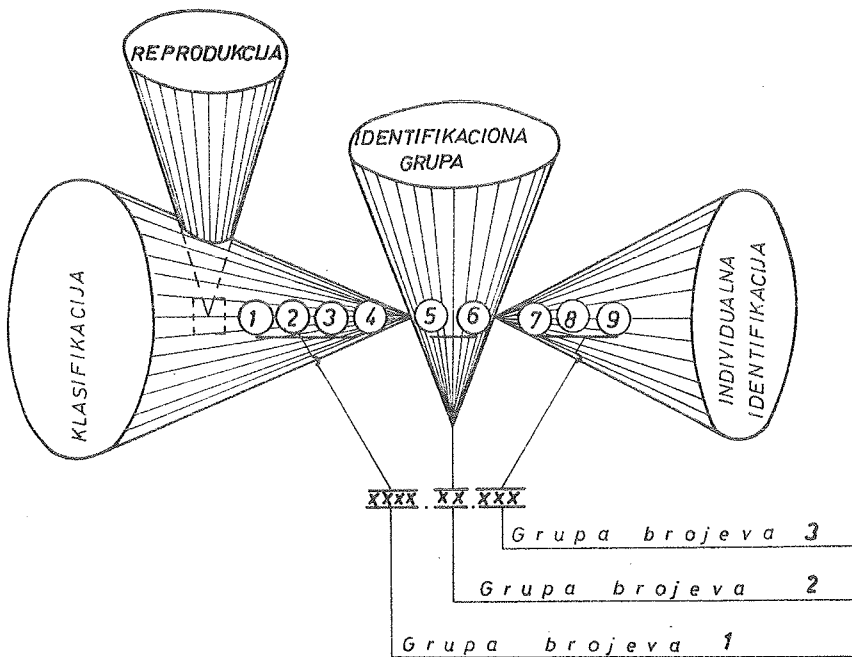
Primene klasifikacionih osnova za brojno obeležavanje tehničke dokumentacije zahteva, u odnosu na tradicionalne metode, nov pristup rešavanju nekih problema njenog korišćenja, arhiviranja, emisijem službe izmena i sl. Svakako je najvažniji stav o potpuno nezavisnom sistemu obeležavanja komponenti koje ulaze u sastav konstrukcije nekog sklopa ili proizvoda od obeležavanja ovih poslednjih. Medjutim, to je polazna pretpostavka izgradnje nekakvog sistema brojnog obeležavanja tehničke dokumentacije na klasifikacionim principima.

Preko slika 3 i 4 daje se prikaz osnova modela IAMA za klasifikaciju nosilaca tehničkih informacija /NTI/.

Slika 3 prikazuje konstrukciju i osnovnu ilustraciju brojnog sistema IAMA za formiranje klasifikaciono-identifikacionih brojeva /KIB/ raznih NTI. Respektujući veoma široko tematsko područje koje obrađuju NTI korišćeni samo u metalnoj industriji, razvijen je sistem koji omogućuje označavanje veoma velikog broja klasifikacionih pojmova. U tom cilju je razvijen specijalni postupak formiranja klasifikacionih brojeva koji je nazvan "prostornim". Ulaz u sistem se vrši preko specijalno razvijenih grafika koji daju ujedno i njegovu grafičku interpretaciju.

Brojni sistem za klasifikaciju NTI prema slici 1 se sastoji iz tri grupe brojeva koje zajedno formiraju devetocifarski broj pri čemu:

- /i/ Grupa brojeva 1 služi za formiranje stvarnog klasifikacionog broja NTI. Sastoji se od četvorocifarskih brojeva, te ima mogućnost označavanja 10.000 klasifikacionih pojmova za svaki broj u grupi brojeva 2.
- /ii/ Grupa brojeva dva sadrži dva decimalna mesta, odnosno ukupno 100 brojeva namenjenih za označavanje vrste NTI. Ova grupa brojeva je nazvana identifikacionom ili arhivskom.



SL.3 Konstrukcija i osnovna ilustracija brojnog sistema IAMA za klasifikaciono identifikaciono obeležavanje NTI

- /iii/ Grupa brojeva 3 sadrži tri decimalna mesta i služi za identifikaciono označavanje NTI koji imaju identične oznake u grupama 1 i 2 brojnog sistema klasifikacije NTI.

Dalje proširenje kapaciteta sistema klasiranja i identifikacije NTI predviđeno je kroz dodavanje desetog decimalnog mesta. Proširenje se izvodi dodavanjem jednog decimalnog mesta ispred devetocifarskog broja - na slici 3 označeno dec. mesto sa "reprodukcija". Ovim proširenjem treba da se spreči eventualno "probijanje" sistema prostorne klasifikacije NTI. Međutim, dosadašnja iskustva sa korišćenjem sistema u IAMA su pokazala da to neće biti potrebno za niz narednih godina, te se predviđa reprodukovanje sistema u drugim pravcima - za potrebe raznih delatnosti.

xxxx.XX.xxx

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Arhivska grupa SP: Sklopni nacrti i liste sastavnih delova (LSD) proizvoda metalne i elektro industrije									Varijante LSD za ident. gr. SP
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Arhivska grupa ST: Sklopni nacrti i liste sastavnih delova (LSD) tehnološke opreme, alata i pribora metalne i elektro industrije									Varijante LSD za ident. gr. ST
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Arhivska grupa D: Nacrti delova mašinskih i elektro konstrukcija									
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Arhivska grupa D: Nacrti delova mašinskih i elektro konstrukcija									
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Arhivska grupa A: Nacrti delova (pozicija) radnih alata i kontrolnika									
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Arhivska grupa R ₁ : Klasiranje i kodiranje metalnih repromaterijala									
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Arhivska grupa R ₁ : Klasiranje i kodiranje metalnih repromaterijala									
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
Arhivska grupa R _{2-R₁₀} : Klasiranje i kodiranje ostalih repromaterijala									
90 P proračun i studije	91 R _C recepti i uputi	92	93	94	95	96	97	98	99 T standardi tehnički uslovi

SL.4 - Tabelarni pregled klasifikacije identifikacionih (arhivskih) grupa nosilaca tehničkih informacija (NTI)

Slika 4 daje tabelarni pregled korišćenja grupe brojeva 2 pri klasifikaciji NTI. Prema slici 4 definisane su arhivske grupe SP - sklopni nacrti i liste sastavnih delova proizvoda metalne i elektro industrije, ST - sklopni nacrti i liste sastavnih delova tehnološke opreme, alata i pribora metalne i elektroindustrije, D - nacrti delova mašinskih i elektro konstrukcija, A - nacrti delova radnih alata i kontrolnika, R₁ - klasiranje i kodiranje metalnih repromaterijala itd. U okviru svake definisane arhivske grupe razvija se plan klasifikacije njenih NTI. Poznavanjem sistema po kojem su formiranjem klasifikacionih brojeva familija sličnih NTI, pruža mogućnost tehničkom kadru za njihovo brzo pronalaženje u kartotekama in formacionih punktova čiji je oblik prikazan na slici 1.

4. Literatura

- [1] S.M.Urošević, Klasifikacija tehničke dokumentacije preduzeća i razvoj službe informacija o njenom sadržaju, Elaborat 46/3/68, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1968)
- [2] Grupa autora, Projekat informacionog sistema i tehnološke organizacije integrisane funkcije proizvodnje i prometa alata, Elaborat 109/69, Institut za alatne mašine i alate Beograd (1969)
- [3] Grupa autora, Dopuna projektnog modela obeležavanja komponovanja izrade i arhiviranje tehničke dokumentacije preduzeća FAMOS, Elaborat 89/1/68, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1968)
- [4] S.M. Urošević, Standard za obeležavanje tehničke dokumentacije u preduzeću "Dj.Djaković" - Sl. Brod, Elaborat 46/2/66, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1966)
- [5] S.M.Urošević, Tipska i grupna tehnologija u metalnoj industriji, Priručnici IAMA, 1(1967)
- [6] Zbornik radova sa prve konferencije za upravljanje poslovnim sistemom u V.Banji, II knjiga (1968)
- [7] S.M. Urošević, Konstrukcija klasifikacija mašinskih delova, Saopštenje IAMA, 8(1968) 1091

M. Marković

Mikrofilmen und Klassifikation der technischen Dokumentation nach den im Institut für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge entwickelten Lösungen.

Die Probleme der Erhöhung der Operativ- und Informationsfähigkeit der technischen Dokumentation, die in den Archivabteilungen

OP.9.10

gen der Unternehmen bewahrt wird, sind in dem Aufsatz betrachtet, und ein Ausschnitt aus der im Institut entwickelten Lösungen zur Aufbau der Informationspunkten der technischen Dokumentation ist wiedergegeben.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970

Ž. Maričić^{x)}

ULOGA KLASIFIKACIJE MATERIJALA U SISTEMU UPRAVLJANJA MATERIJALOM I ZALIHAMA^{xx)}

1. Uvod

Teorija upravljanja se već duže vreme primenjuje i na tehničko-tehnološke sisteme. Materijal i zalihe materijala predstavlja ju poseban tehničko-tehnološki i ekonomski problem preduzeća. Mali broj preduzeća je prišao savremenim metodama rešavanja ovog problema.

Tehničko-tehnološki zahtev za održavanjem kontinuiteta procesa proizvodnje u osnovi nameće blagovremeno obezbedjenje materijala, a i neminovnu potrebu za držanjem, održavanjem, pa u izvesnim slučajevima, i povećanjem zaliha. Obezbediti najpovoljniji kvalitet u nizu različitih delujućih faktora, koji se javljaju kao konstantni ili stohastički u kompleksnom procesu, znači poznavati ih, priznavati ih i znati njihov stepen dejstva u određenim tačkama datog intervala procesa, a u cilju smišljenog i pouzdanog odlučivanja za ostvarivanje optimalnih (minimalnih) stanja.

Prilivanje i odlivanje materijala u procesu proizvodnje, kao i tržišni uslovi poslovanja, ponude i tražnje, izazivaju niz neskladnih pojava, i nameću vodjenje posebne politike u ovoj oblasti u cilju postizanja najpovoljnijih tehnno-ekonomskih rezultata, uz bitno uticanje na poslovanje preduzeća i na njegov finansijski rezultat.

Upravljanje materijalom i zalihama, kao jedan od složenih problema, može se sagledati ako se identifikuje sa pojmom koji se naziva sistem. Poznato je da sistem može da se nalazi u razli-

x) Živorad R. Maričić, dipl.ing., samostalni saradnik Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

xx) Saopštenje iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd

čitim stanjima. Treba pretpostaviti da se stanje sistema može fiksirati nekim brojem promenljivih stanja - vektorima stanja. Prostor u kome je svako stanje sistema prikazano vektorom je prostor stanja. Budući da je sistem u procesu, stanje sistema se neprestano i menja. Ako želimo da utičemo na određeno stanje sistema, moramo raspolagati sa ocenom stanja sistema u datom vremenskom intervalu i u datoj jedinici vremena. Dovedi sistem u neko optimalno stanje ili prevesti ga u optimalnije stanje, znači doneti odluke na osnovu pouzdanih informacija, podataka i instrukcija o reagovanju na to i na svako drugo stanje sistema. Ne reagovati na to stanje isto je kao i doneti odluku da sistem ostane u istom stanju.

Izvršiti izbor, usvojiti najbolju odluku, moguće je preko utvrđenih kriterija, recimo, upoređivanjem visina očekivanih troškova koji odgovaraju alternativnim odlukama za određeni vremenski interval ili jedinicu vremena. U slučaju da je vremenski interval neograničen, i očekivani troškovi, kao kriterij, postaju neograničeni. Praktično dolazi se u situaciju da nema nikakvih kriterija. Međutim, brzi i savremeni razvoj nauke određenim metodama - matematskim modelima - omogućio je i u tom slučaju izvestan broj kriterija za upoređivanje pri izboru najbolje varijante predloženih alternativnih odluka.

Iz izloženog proizilazi da je sistem upravljanja materijalom i zalihama složen problem u matematskom smislu, bilo da je sam matematski model sistema složen, ili pak da on sadrži mnoge ne određene medjuzavisnosti i stohastičke veličine, pa time postaje i problem upravljanja složen za rešavanje.

Kriterij upravljanja mora biti definisan matematskim modelom, jer je to jedina mogućnost da se od svih skupova upravljačkih odluka izvrši izbor samo onog skupa, koji sistem prevodi u usvojeni kriterij optimalnosti - dobijanjem svoje maksimalne, odnosno minimalne vrednosti.

Razrešenje ovako složenog problema omogućava brzi razvoj elektronike i elektronskih računara. Moguće je već danas registrovati čak i veći broj karakteristika raznih pojava, nego što je u današnjoj fazi razvijenosti organizacije i moguće koristiti

podatke o njima, a posebno o apstraktnim karakteristikama sa informacijama o mnogo višim stepenima apstrakcije.

Svakako da elektronski računari danas pružaju ogromne mogućnosti u rešavanju problema upravljanja materijalom i zalihama, a posebno u primenjenoj savremenoj i racionalnoj organizaciji rada, savršenom izboru i primenjenim celishodnim informacionim sistemima, kao i u racionalnim rešenjima tehnologije obrade informacija i podataka, projektovanja, planiranja, bilansiranja, izračunavanja minimalnih i maksimalnih zaliha, optimalnih veličina porudžbina, ažuriranja stanja, izrade specifikacija i porudžbina, registracije prispeća, poslova materijalnog knjigovodstva itd.

Dati prikaz ima za cilj da istakne problem upravljanja materijalom i zalihama i da ukaže na značaj i potrebu detaljnijeg prilaza upoznavanju teorijskih osnova, a posebno da istakne ulogu i značaj pristupa izučavanju i rešavanju bilo kojeg od uticajnih niza elemenata i faktora u tako jednom složenom sistemu.

Prići rešavanju svog konkretnog problema u proizvodnom preduzeću, trgovini, odnosno bilo u kojoj tački ciklusa, intervalu ciklusa kretanja, transporta i skladištenja materijala od njegove proizvodnje pa do prerade u proizvod, znači prići proučavanju i rešavanju sledećeg niza uticajnih elemenata:

- (i) sadašnje i buduće organizacije rada, tehnološke organizacije, proizvodno-tehnološkog procesa i postupaka rada
- (ii) metoda i modela utvrđivanja zakonitosti dejstva niza faktora na proizvodnju proizvoda ili tehnološki proces,
- (iii) sistema unifikacije i standardizacije,
- (iv) sistema klasifikacije i identifikacije sa brojnim označavanjem,
- (v) modela sadašnjeg i očekivanog budućeg kretanja i stanja tržišta,
- (vi) opreme i sredstava - osnovnih i obrtnih,
- (vii) sistema informacija i tehnologije obrade i emitovanja podataka i informacija, i

(viii) problema kadra, sposobnosti i spremnosti u rešavanju s-
ložениh sistema itd.

Institut za alatne mašine i alate - IAMA je svojim programom radova prišao izučavanju i rešavanju dela niza uticajnih elemenata na sistem upravljanja materijalom i zalihama. Razvijeni informacioni sistemi i tehnologija obrade informacija i podataka, pri rešavanju ovih problema, zasnivaju se na razvijenim modelima IAMA - projektovanju tehnološke organizacije i procesa proizvodnje, jedinstvenom sistemu izrade i komponovanja tehničke dokumentacije proizvoda, unifikaciji i standardizaciji, jedinstvenom sistemu tehničko-tehnološke i operative dokumentacije sa korišćenjem jedinstvenog sistema klasiranja i identifikacionog obeležavanja nosilaca tehničkih informacija.

U sklopu jedinstvenog sistema klasifikacije nosilaca tehničkih informacija, razradjenog u IAMA, razradjen je i sistem klasifikacije i identifikacije materijala sa brojnim označavanjem.

2. Kraći prikaz sistema klasifikacije materijala

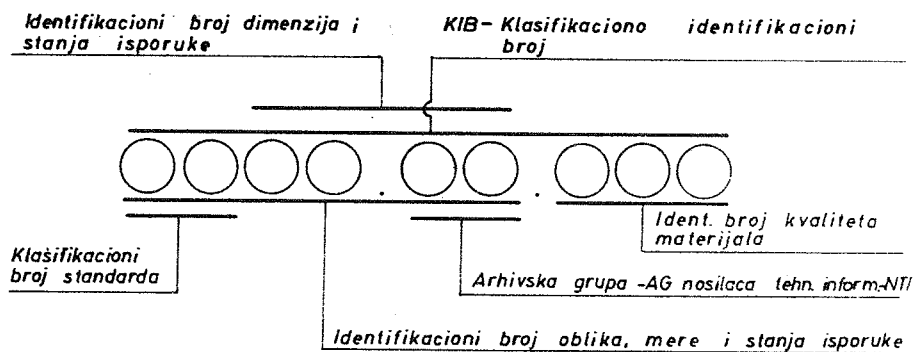
Da bi se omogućilo stvaranje šireg poslovnog sistema upravljanja materijalom i zalihama, a posebno u metalnoj industriji, potrebno je i obavezno da se razrade jedinstveni sistemi kodiranja, koji bi bili korišćeni od preduzeća, niza preduzeća koja se snabdevaju preko istog izvora, kao i preduzeća koja se bave snabdevanjem niza preduzeća, odnosno preduzeća metalne industrije, materijalima.

Prema modelima IAMA, a u prvom redu zbog potreba razvoja racionalnih sistema obrade informacija, vezanih za donošenje pouzdanih brzih odluka o aktivnostima koje treba primenjivati u stanju sistema upravljanja materijalom i zalihama i sa primenom mehanizovane obrade, elektronskih računskih mašina - ERM, sistem jednoobraznog označavanja, tj. kodiranja, konstruisan je na klasifikacionim osnovama. Na ovaj način, preko klasiranja materijala sa njihovim identifikacionim brojnim obeležavanjem, dobijen je sistem polugovorećih brojeva, koji se koristi za izgradnju unificiranog informacionog sistema za obradu podataka na ERM.

Usvojeni sistem ima za cilj da standardizuje i standardizovane tehničko-tehnološke karakteristike materijala, metalnih reprodromaterijala-kvalitet, oblik, mere i stanja isporuke, jednoznačno i neponovljivo ih definiše bez obzira na mesto nastajanja-transport, skladištenje ili u procesu proizvodnje - prerade, odnosno svuda i na svakom mestu od njegove proizvodnje pa do prerade, da ga obeleži istim klasifikaciono-identifikacionim brojem (KIB).

3. Klasiranje s identifikacionim obeležavanjem materijala

Klasiranje i identifikaciono obeležavanje materijala se odvija u okviru brojnog sistema šematski prikazanog na slici 1.



Sl. 1. Brojni sistem klasiranja i kodiranja materijala

Prema brojnoj šemi na slici 1., za klasiranje materijala koriste se arhivske grupe (AG) osnovnog sistema klasifikacije nosilaca tehničkih i poslovnih informacija poslovnog sistema, obeležene brojevima od 60 - 89. Arhivska grupa označena sa R_1 , obeležena brojevima od 60 - 79, definiše klasiranje i kodiranje metalnih reprodromaterijala, a sa $R_2 - R_{10}$, obeležena brojevima od 80 - 89, definiše ostale materijale. Prema tome za klasiranje i identifikaciono obeležavanje materijala, planiran je fond od 300.000.000 brojeva. Ovaj fond je dalje podeljen na sledeće dve osnovne grupe:

- (1) prva grupa obuhvata 90% kapaciteta fonda brojeva i služi za klasiranje i identifikaciono obeležavanje standardnih

i unificiranih materijala; ovi materijali se izrađuju prema državnim standardima sa delimičnim proširenjem i identifikacijom sa DIN-om, i

- (ii) druga grupa obuhvata 10% kapaciteta fonda brojeva i služi za klasiranje i identifikaciono obeležavanje specifičnih kvaliteta, oblika i dimenzija materijala sa gledišta nabavke i upotrebe samo u jednom preduzeću ili u grupi poslovno integriranih preduzeća pod uslovom da koriste isti klasifikacioni sistem materijala.

Na slici 2 je šematski prikazan sistem komponovanja klasifikaciono-identifikacionog brojnog označavanja metalnih repromaterijala. Sa šematskog prikaza uočava se, da se sistem zasniva na razradjenim priručnim klasifikacionim tabelama preko kojih se veoma brzo dolazi do područja identifikacionih brojeva u kojem se, uz pomoć skica s tabela i slično, može jednoznačno preko utvrđenog broja definisati neki metalni repromaterijal.

Tabela klasifikacionih grupa brojeva sadrži obadve grupe (i) i (ii), sa tom razlikom što prva grupa brojeva obuhvata nešrafirana polja i to 01 - 89, a druga grupa brojeva obuhvata šrafirani donji deo tabele, i to polja 90 - 99. Grupa brojeva 00 ove tabele (šrafirano polje) identifikuje metalne repromaterijale za livenje. Tabela klasifikacionih grupa brojeva metalnih repromaterijala možemo formirati onoliko koliko imamo formiranih područja brojeva treće grupe brojeva, koja definišu kvalitet materijala.

Na slici 2. vidimo da imamo ukupno 10 tabela definisanih klasifikacionih grupa brojeva i rezervisana slobodna područja brojeva.

Na slici 3 prikazan je generalni klasifikacioni plan arhivske grupe R₁ tehničke dokumentacije za osnovne proizvode od čelika. Jedna klasifikaciona grupa brojeva može označavati jedan ili više standarda, u zavisnosti od razvijenih oblika, ukupnog broja dimenzija i stanja isporuka. U okviru klasifikacione grupe brojeva 01 - 89 takodje je izvršena sistematizacija u angažovanju polja date grupe brojeva, kao na pr. grupa brojeva

Tabela klasifik. grupa brojeva

Materijal tabela I

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tabele TKBX dimenzija i stanja isporuke										00-09	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tabele TKBX dimenzija i stanja isporuke										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	00-09	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99

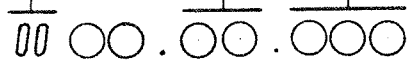


Proizvodi crne i obojene metalurgije	Naziv materijala		Klasifikacioni broj KB
	Čelik	standard.	01-89
		vanstand.	90-99
	Aluminijum i aluminijske legure	standard.	01-89
		vanstand.	90-99
	Bakar i bakarne legure	standard.	01-89
		vanstand.	90-99
	Lako topljivi teški metali i njihove legure	standard.	01-89
		vanstand.	90-99

60-79	Arhivska grupa AG	Identifikacioni broj kvaliteta materijala
		000 - 469
		470 - 499
		500 - 589
		590 - 599
		700 - 789
		790 - 799
		900 - 989
	990 - 999	

Metalni reprov materijali za livenje	Sivi i tvrdi liv	00
	Temperovani liv	00
	Čelični liv	00
	Aluminijum i aluminijske legure	00
	Bakar i bakarne legure	00
	Legure lako topljivih teških metala	00

60-79	000 - 089
	090 - 099
	100 - 189
	190 - 199
	200 - 289
	290 - 299
	500 - 589
	590 - 599
	700 - 789
	790 - 799
	900 - 989
	990 - 999



Tabele stand. oblika dimenzija i stanja isporuka

Materijal tabela I

SL2 Šema konponovanja klasifikaciono identifikacionog broja metalnih reprov materijala.

od 01 - 09 označava okrugle čelične šipke, od 10 - 19 čelične šipkaste profile itd. U rezervisanjoj grupi brojeva za specifi-

TAMA BEOGRAD		KLASIFIKACIJA NOSILACA TEHNIČKIH INFORMACIJA		Generatni klasifikacioni broj arh. grupe R ₁ tehn. dokument čelika		IDENTIFIKACIONI BROJ 60-79				
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	XXXX XXXX XXXX XXXX Naziv arhivske grupe Oznaka Identifikacioni broj Osnovni proizvod čelika 60-79
	Ø Vruće valjani JUS.C.B3.02 DIN 1013	Ø Vučeni u to- ler. polju h11			Ø Vučeni u to- ler. polju h 8 DIN 670					
10		12	13	14	15	16	17	18	19	
		Kydr. čelici vruće valj. i vučeni JUS.C.B3.04 JUS.C.B3.42		Čelik za ključevučen JUS.C.B3.45 DIN 690						
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	JUS.C.B3.025 Plošn. čel. vruće valj. Debljine od 1-5mm do 16-60mm	DIN 1017		Plošnati čelici vučeni JUS.C.B3.43 DIN 171						
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	

Sl.3. Generalni klasifikacioni plan za osnovne proizvode od čelika

čne oblike, mere i stanja isporuke preduzeća, u grupi brojeva od 90 - 99, a u cilju daljih mogućnosti unifikacije, standardizacije i širih proučavanja, ne samo sa nivoa poslovnog sistema jednog preduzeća, moguće je identifikovati oblike, a kasnije mere i stanja isporuke u određenim grupama brojeva, kao na primer: grupa brojeva 90-okrugle čelične šipke, 91 - čelični šipkasti profili, 98-čelične žice itd.

U poljima generalnog klasifikacionog plana arhivske grupe R₁ tehničke dokumentacije za osnovne proizvode od čelika razvrstani su svi jugoslovenski državni standardi, koji se odnose na oblik i mere, i DIN. Postoje i polja neangažovane grupe brojeva - rezervna polja, oko 40%, za dalji razvoj standarda.

Primera radi na slici 4 dato je klasiranje s identifikacionim brojevima dimenzija i stanja isporuke čeličnih žica za užad - JUS C. B6.114.

Svako polje generalnog klasifikacionog plana za osnovne proizvode od čelika sadrži jednu ili više tabela na kojima je izvršeno klasiranje s identifikacionim brojevima dimenzija i stanja isporuke. Ove tabele su označene oznakom - brojem klasifikacione grupe, tj. polja generalnog klasifikacionog plana (s-

lika 3), i brojem redosleda standarda u istom polju. Primer je dat na slici 4 gde je oznaka tabele T83.1. U osnovi, ovakve i

IAMA BEOGRAD		KLASIFIKACIJA NOSILACA TEHNIČKIH INFORMACIJA				Klasifika- cioni broj	od do	8300.60.000 8399.69.499				
Naziv: ČELIČNA ŽICA ZA UŽAD						JUS C.B6.114	Tabela T83.1					
83 XXXX. XXX						Simboli: G - Gola PV - Pocinkovana po naknadno vučenju JP - Jako pocinkovana						
Materijal - Tabela „T“												
Prečn. d	NAZIVNE ZATEZNE ČVRSTOĆE σ_{mn} - stanje isporuke - brojna oznaka											
	$\sigma_{mn} = 140$			$\sigma_{mn} = 160$			$\sigma_{mn} = 180$			$\sigma_{mn} = 200$		
	G	PV	JP	G	PV	JP	G	PV	JP	G	PV	JP
0,18	00.60	01.60	02.60	03.60	04.60	05.60	06.60	07.60	08.60	09.60	10.60	11.60
0,2	12.60	13.60	14.60	15.60	16.60	17.60	18.60	19.60	20.60	21.60	22.60	23.60
0,22	24.60	25.60	26.60	27.60	28.60	29.60	30.60	31.60	32.60	33.60	34.60	35.60
0,23	36.60	37.60	38.60	39.60	40.60	41.60	42.60	43.60	44.60	45.60	46.60	47.60
0,24	48.60	49.60	50.60	51.60	52.60	53.60	54.60	55.60	56.60	57.60	58.60	59.60
0,26	60.60	61.60	62.60	63.60	64.60	65.60	66.60	67.60	68.60	69.60	70.60	71.60

Sl. 4. Tabela identifikacionog broja dimenzija i stanja isporuka

slične tabele sa jednoznačnim i neponovljivim identifikacionim brojevima za sve standardizovane oblike, a unutar oblika za dimenzije i stanja isporuke, formirane su s identifikacionim brojevima. Na svakoj tabeli data je šema formiranja klasifikacionog identifikacionog broja (KIB). Pri formiranju identifikacionih brojeva dimenzija i stanja isporuka u odredjenom obliku, sprovedena je dalja sistematizacija u cilju racionalnijeg oblika formiranja dokumentacije i evidencije, skladištenja i tehnologije obrade informacionih podataka. Na primer, na slici 4 da se i uočiti da jedan prečnik žice $d=0,18$ u okviru zateznih čvrstoća i stanja isporuke ima rastući identifikacioni broj, što znači da će sve kartice evidencije biti složene jedna za drugom.

U trećoj grupi brojeva je jednoznačno i neponovljivo definisan materijal i kvalitet materijala sa identifikacionim brojevima. Svaki standardizovani materijal po JUS-u ima svoj identifikacioni broj. Tabela "T" definiše angažovanje identifikacionih brojeva, materijale standardizovane i specifične za preduzeće

ili integracione sisteme. Sa slike 2 uočava se definisanost ta bele materijala i kvaliteta, te bi poseban prikaz iste bio suvišan. U tabeli "T" radi lakšeg i bržeg rešavanja problema koji nastaju, JUS oznake su složene po rastućem broju ili azbuci i broju, pa je zatim primenjen rastući broj identifikacionog broja.

Klasiranje i kodiranje materijala predstavlja vrlo složen problem, a pogotovu kada se postave vrlo ambiciozni planovi u rešavanju kompleksnog problema složenog sistema upravljanja materijalom i zalihama za nivoe od mikro - pa do makro-organizacija i poslovnih sistema, sa mogućnošću unificiranih i minimalno korigovanih modela i sistema pri obradi informacija u cilju donošenja odluke o daljim aktivnostima na postizanju optimalnih rezultata.

U ovoj oblasti činjeni su razni pokušaji i davana odgovarajuća rešenja. Međutim, slobodno se može reći da sva ta rešenja nisu zadovoljila postavljene zahteve, te se i danas, a i na dalje će se, tražiti odgovarajuća - adekvatna rešenja. Razradjeni sistem klasifikacije s identifikacijom materijala u IAMA ima odgovarajućih nedostataka. Svakako se mogu staviti neke primedbe, ali i prednosti u odnosu na ostale sisteme koji su od bitnijeg uticaja. Nedostatke koji se daju uočiti, sistem ih može korigovati obzirom na veličinu svoga kapaciteta. Međutim, jedan od najbitnijih uticajnih prednosti leži baš u tome, što jednoznačno i neponovljivo definiše Jugoslovenski standard, i može prerasti u jedinstveni unificirani sistem, a što je u datom trenutku i očekivanoj budućnosti od nepobitne važnosti za sistem upravljanja materijalom i zalihama za sve vrste i oblike mikro i makro sistema i organizacija.

Pri komponovanju klasifikaciono identifikacionog brojnog sistema posebno se imala u vidu obrada informacionih podataka na ERM, kao i mogućnost ručne obrade.

Sistem klasifikaciono identifikacionih grupa brojeva i njihovih kombinacija omogućava izrade programa obrade informacija po svim bitno tehničko-tehnološkim karakteristikama materijala.

Posebno treba naglasiti da se ovaj sistem svojom izražajnošću

uklapa u složeni sistem upravljanja materijalom i zalihama i omogućava, preko odgovarajućih programa obrade informacionih podataka na ERM uz primenu složenih matematskih modela, odgovore i na pitanja: kako, šta i koliko planirati, šta i koliko je ekonomično držati na skladištu, kako odrediti i održati minimalne i maksimalne količine a da one služe kao alarmni sistem, kako obezbediti sistem sagledavanja evidencije da bi obezbedili raspoloživost materijala, kada treba materijal naručiti, kako odštampati porudžbine, i niz drugih pitanja, pojava i problema iz ove oblasti.

4. Zaključak

Sistem upravljanja materijalom i zalihama u osnovi predstavlja vrlo složen sistem. Dati prikaz ukazuje na teorijski osnov ovog složenog sistema, na značaj detaljnijeg prilaza upoznavanju teorijskih osnova, na značaj pristupa izučavanju i rešavanju uticajnih elemenata i faktora, na problem koji zahteva svoje rešavanje u cilju postizanja optimalnih poslovnih rezultata u jednom ili u više preduzeća, u makro razmeri.

Dati prikaz nema za cilj da daje teorijska rešenja uticajnih faktora i elemenata u tako složenom sistemu, već da istakne značaj, mesto i ulogu klasifikaciono-identifikacionog sistema brojnog označavanja materijala.

Izloženi model IAMA sistema klasifikacije i identifikacije materijala sa brojnim označavanjem pruža široke mogućnosti u rešavanju niza problema u upravljanju materijalom i zalihama, a u cilju racionalnijeg poslovanja na svim nivoima poslovnog sistema.

5. Literatura

- [1] A. Kaufman, Methodes et modeles de la recherche operationnelle, Dunod, Paris (1959)
- [2] A.M. Geisler, H.W. Kary, The Desing of Military Supply Tables for Spare Parts, Journ of the Operations Res Soc. of Am., 44/4 (1956)
- [3] G.Hadley, T.M. Whitin, Analysis of laventory Systems, Prentice - Hall (1963)
- [4] P.T. Eton, The Place and purpose of Material Control in Industry (1961)

- [5] D.Flagle, W.H.Hugius, H.R. Roy, Operations Research and Systems Engineering, The Johns Hopkins Press (1960)
- [6] S.M. Urošević, Tipska i grupna tehnologija u metalnoj industriji, Priručnik IAMA, 1(1967)
- [7] V.B. Šolaja, S.M. Urošević, Optimization of Group Technology Lines (GTL's) by Methods Developed in the Institute for Machine Tools and Tooling (IAMA) in Beograd, 1st Group Technology Seminar, Int.Centre for Advanced Technical and Vocational Training, Turin, Italy (1969)
- [8] Ž.Maričić, R.Korićanac, Tehnologija obrade informacija modelima IAMA pri izradi plana materijalnog snabdevanja poslovnog sistema mašinogradnje, SRUPS, Vrnjačka Banja (1969) knj. II, str. 487
- [9] Grupa autora, Projekt informacionog sistema i tehnološke organizacije integrisane funkcije proizvodnje i prometa alata, Elaborat IAMA 109/69

Ž. Maričić

Die Rolle der Materialklassifikation in dem System der Material- und Vorratslenkung.

Die Aufmerksamkeit der Lenkungstheorie ist schon lange Zeit dem technologischen System geschenkt. Das Lenkungssystem des Materials und Vorräte stellt einen vielseitigen Problem dar. Eine Analyse der Einflussfaktoren und Elementen, Erscheinungen und Geschehen, der unbestimmten gegenseitigen Abhängigkeiten und stochastischen Grössen behauptet die Systemvielseitigkeit der Material- und Vorratslenkung, und deutet die komplexe Probleme in der mathematischen Sinne an. Der gegebene Bericht geht von der theoretischen Seite dieses vielseitigen Systems, und weist an die Bedeutung der Erkennung der theoretischen Grundlagen und der Lösung der einflussreichen Elementen und Faktoren hin, wenn die grösste geschäftliche Resultate in einen oder mehreren Unternehmen zu erreichen sind. Der Aufsatz hat aber nicht als Ziel, die theoretische Lösungen der einflussreichen Faktoren und Elementen in diesen vielseitigen System zu geben, sondern die Bedeutung, den Platz und die Rolle des Klassifikation- und Identifikation-Systems für Reproduktionsmaterial anzudeuten. Das Modell des diesbzgl. IAMA-Systems bietet die breiten Möglichkeiten in der Lösung einer Reihe der Problemen in der Material- und Vorratslenkung.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

A. L a u c ^{x/}

POKUŠAJ JEDNOG NOVOG PRISTUPA PROBLEMU RASPODJELE OSOBNIH DOHODAKA

Cilj: Raspodjela osobnih dohodaka je jedan od ključnih problema u našem društvu. Pokušali smo prići tom problemu na jedan novi način svijesni da bi to moglo donjeti korisne informacije za daljnja istraživanja.

Problemi:

1. Kakva je povezanost raspodjele utvrđene pravilnikom i stvarne raspodjele i kakva je njena pouzdanost.
2. Ukoliko povezanost između prethodne dvije varijable nije velika utvrditi kako utječu faktori stručna sprema, staž, napori i uslovi rada koji kroz pravilnik imaju definiran utjecaj.
3. Da li metoda faktorske analize može objektivnije utvrditi potrebne pondere za pojedini zahtjev analitičke procjene radnih mjesta?
4. Pokušati pronaći minimaks funkcije za određivanje odnose u raspodjeli osobnih dohodaka, i u to nastojati ukomponirati rezultate iz prethodnih problema.

Metodologija: U jednom poduzeću metaloprerađivačke grane u SRH pokušali smo na slučajnom reprezentativnom uzorku /N=88/ utvrditi odnose. Za izračunavanje korelacije koristili smo Spearmanovu korelaciju ranga, a za utvrđivanje pondera metodu faktorske analize.

Kod istraživanja očekivanih odnosa u raspodjeli smo izvršili istraživanje kod 55 radnika /5 sa istog radnog mjesta/ o odnosima između 11 različitih radnih mjesta metodom procjene,

^{x/} Ante Lauc, prof.psih., Osijek

OP.11.1

a dobivenu matricu smo na bazi Markovljevih procesa potencirali da bi dobili koordinate fiksne tačke.

1. Kako radnici u normi zbog specifičnog načina proizvodnje nisu imali rješenja o osobnim dohocima /primanja su ovisila o vrsti posla koji su radili, a to se mjenjalo/ to smo analizu samo napravili za radnike u režiji. Korelacija između broje bodova u rješenju i prosječnih primanja za 6 mjeseci 1968. godine je iznosila $r = 0,31$ za 26 ljudi, što ukazuje na relativno malu povezanost. Očito da prekorad, ugovori o djelu, i drugi vidovi primanja narušavaju u znatnoj mjeri zacrtane odnose, a to stvara relativnu deprivaciju /nezadovoljstvo koje nije primarno uslovljeno visinom vlastitih primanja već koje proizlazi iz komparacije sa primanjima sličnih po statusu/.

Također je bilo zanimljivo saznati kakva je korelacija primanja u funkciji vremena, da li je ona previše, premalo ili umjerenom konzistentna. Naš interes je razumljiv kada znamo da prevelika konzistentnost ljude uspavljuje /jer im je osobni dohodak "zagarantiran"/, a premala konzistentnost ih stvara nesigurnim, više frustriranim i kroz to manje kvalitetnim u radnoj aktivnosti. Za komparaciju smo uzeli isti vremenski period u 6 mjeseci 1966. i 1968. godine a odvojeno smo promatrali radnike u režiji i radnike u normi. Za radnike u režiji korelacija je iznosila 0,92, a za radnike u normi 0,40. Kako vidimo rezultati ukazuju na nefunkcionalnost raspodjele, jer radnike u režiji "uspavljaju", a radnike u normi čine previše nesigurnima. Vjerujemo da bi bilo vrijedno vršiti daljnja istraživanja da se otkrije koji koeficijent pouzdanosti je optimalan u raspodjeli, jer naši su koeficijenti vjerojatno negdje na ekstremima.

2. Kako smo u prvom problemu dokazali slabu povezanost planirane i ostvarene raspodjele vrijedno je istražiti kako utječu faktori za koje svi smatramo da bi trebali utjecati: stručna sprema /teoretsko znanje/, staž /praktično znanje/, napori u radu i uslovi rada.

Kako smo već rekli tu smo primjenili faktorsku analizu /multiplu korelaciju/, gdje nam je ostvareni prosječni osobni do-

hodak za 6 mjeseci 1968. bio zavisna varijabla y , a nezavisne varijable su bile školska sprema x_1 , staž x_2 , napori x_3 , uslovi rada x_4 . Za određivanje vrijednosti x_1 uzimali smo podatke iz analitičke procjene, pa je npr. $x_1 = 8$ bila fakultetska sprema, $x_2 = 8$ bilo 8 godina radnog staža itd.

Smatramo da odnos između varijabli je sljedeći:

$$y = a + b x_1 + c x_2 + d x_3 + e x_4$$

Iz toga proizlazi sljedećih 5 jednažbi sa 5 nepoznanica:

$$\sum y = na + b\sum x_1 + c\sum x_2 + d\sum x_3 + e\sum x_4$$

$$\sum x_1 y = a\sum x_1 + b\sum x_1^2 + c\sum x_1 x_2 + d\sum x_1 x_3 + e\sum x_1 x_4$$

$$\sum x_2 y = a\sum x_2 + b\sum x_1 x_2 + c\sum x_2^2 + d\sum x_2 x_3 + e\sum x_2 x_4$$

$$\sum x_3 y = a\sum x_3 + b\sum x_1 x_3 + c\sum x_2 x_3 + d\sum x_3^2 + e\sum x_3 x_4$$

$$\sum x_4 y = a\sum x_4 + b\sum x_1 x_4 + c\sum x_2 x_4 + d\sum x_3 x_4 + e\sum x_4^2$$

Uvrštavanjem rezultata dobili smo sljedeće jednažbe:

$$73145 = 88a + 273b + 610c + 395d + 404e$$

$$245089 = 273a + 1059b + 1969c + 1310d + 1101e$$

$$518581 = 610a + 1969b + 4546c + 2837d + 2753e$$

$$340783 = 395a + 1310b + 2837c + 1989d + 2002a$$

$$333042 = 404a + 1101b + 2753c + 2002d + 2350e$$

Dobili smo sljedeće koeficijente: $a = 27$ $b = 105,7$
 $c = 60,2$ $d = -36,2$ i $e = 47,7$. Kako vidimo odstupanja dobivenih pondera su značajna od bilo kojih analitičkih procjena, a neka ne samo što nisu pozitivna, već nose i negativni predznak, što u konkretnom slučaju znači što se netko više napreže ima manji osobni dohodak.

Postavlja se pitanje kakvoj raspodjeli treba težiti, da li onoj koju se definiralo kroz pravilnik ili onoj koju imamo u praksi. Intervjui sa ljudima su ukazali da su nezadovoljni sa obe i zato smo prišli sljedećem problemu.

3. Prvo smo detaljnije analizirali slučajni uzorak radnika u režiji, jer je raspodjela među režijskim radnicima ipak realnija. Upotrebili smo istu metodu i dobili slijedeće rezultate. Uz stručnu spremu je ponder 4, uz staž također 4, uz napore 97 i uz uslove rada 14. To znači da dva faktora koji determiniraju znanje zajedno deset puta manje utječu nego npr. napori u radu. Zanimljivo je da se među odgovornim ljudima u poduzeću gajila takva jedna filozofija da je najvažnije mnogo raditi, a faktorska analiza je to potvrdila.

Kako vidimo navedena metoda može održavati utjecaj svakog pojednog faktora i možemo pretpostaviti da vrijedi vršiti daljnja istraživanja u raspodjeli koristeći navedenu metodu. Tu se postavlja problem kako odrediti kriterij /y/ na osnovu kojeg bi računskim putem proizišli ponderi uz svaki faktor i zato smo pokušali naći odgovor na slijedeći način.

4. Kako smo već rekli anketirani ljudi su bili nezadovoljni i raspodjelom po analitičkoj procjeni i stvarnom raspodjelom. Zato smo pokušali saznati kakva su očekivanja ljudi i u tu svrhu smo za 11 tipičnih radnih mjesta u poduzeću zatražili od anketiranih da navedu koliko bi po njihovom mišljenju trebalo da ima osoba na svakom od tih mjesta ako maksimum od 100 bodova ima direktor. To znači da je svaki anketirani mogao za svoje mjesto /jer smo pitali po 5 ljudi sa svih tih mjesta/ i ostala navesti koliko je god želio od 1 do 100 bodova. Aritmetičke sredine svake grupe ljudi smo stavili u matricu 11x11, gdje redci ukazuju koja je grupa ljudi ocjenivala, a stupci o kojima je davala ocjenu.

Vidimo da matrica ukazuje na neke interesantne zakonitosti. Prvo uočavamo da su razlike među različitim radnim mjestima minimalne. To je rezultat ukorjenjenih predodžbi o egalitarnosti, što su i druga istraživanja dokazala.

Također postoji tendencija precjenjivanja vlastitih radnih mjesta i podcjenjivanja drugih. Tako npr. tehnolozi smatraju da između njih i projektanata treba biti razlika 7 bodova, projektanti smatraju da treba biti 13 iz čega vjerojatno ispada da bi najpravednije bilo da razlika bude 10 bodova /pro-

sječna željena razlika $\frac{13+7}{2} = 10/$.

Na sreću objektivni suci /kada nisu sami u pitanju/, šefovi poslovnica predlažu da razlika bude upravo 10 bodova, a kako oni najbolje od preostalih poznaju taj posao vjerojatno su najbliže istini.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Čistačica	1	46	66	66	68	71	66	70	90	90	66	99
Brusač.odj.	2	41	68	63	66	65	70	71	82	82	68	86
Kalupar	3	38	54	55	52	56	55	55	60	68	53	61
Emajlirac	4	49	87	86	89	85	88	87	87	90	81	93
Tokar	5	40	61	57	58	71	70	70	77	78	72	85
Kovač	6	58	83	78	79	86	90	90	88	90	89	90
Varilac	7	52	75	74	74	76	80	85	77	82	73	85
Tehnolog	8	28	49	51	51	55	57	57	73	80	59	69
Projektant	9	35	49	52	50	58	54	55	67	80	55	70
Knjigov.	10	38	66	65	62	66	61	64	73	76	67	76
Šef posl.	11	33	49	50	54	56	58	59	67	77	60	71

Kako se iz matrice vidi postoje znatne varijacije, a one su još veće kada bi analizirali očekivanja pojedinaca. Postavlja se pitanje koji odnosi će najbolje prikazati stvarna očekivanja i tu smo rješenje našli u Markovljevim procesima. Potenciranjem prelaznih vjerojatnosti nakon 4 potenciranja smo dobili stabilne stupce i tako koordinate fiksne tačke. Smatramo da smo tako došli do odnosa koji minimalno odstupaju od očekivanja ljudi i koordinate fiksne tačke nam mogu biti naši "y". Društvo vjerojatno teži takvoj raspodjeli i ona bi vjerojatno bila najpravednija, ali to ne znači da je u ovom trenutku i najstimulativnija.

Zato smo pokušali tražiti i drugi kriterij koji bi nudio stimulativne odnose među radnim mjestima. Tu smo pošli od konstatacije da htjeli mi to priznati ili ne ali kod nas dolazi do izražaja zakon ponude i potražnje radne snage, a to znači da između ostalog radnik želi ići tamo gdje mu je osiguran veći osobni dohodak, te ponekad zbog toga ide i u drugu zemlju. Ukoliko je to tačno onda smatramo da kao kriterij za ras-

podjelu moramo uzeti prosječna primanja u određenoj sredini. Ako npr. radna snaga fluktuirá unutar jednog mjesta uzimaju se prosječna primanja u mjestu, ako unutar republike uzimaju se primanja u republici, a ako radna snaga želi i ide na zapadno evropsko tržište onda moramo kao kriterij uzeti prosječna primanja na tom tržištu. Na taj način smo došli do druge alternative naših "y" i smatramo da bi takvi odnosi bili maksimalno stimulativni, ali istovremeno minimalno pravedni. Na taj način smo odredili minimalne i maksimalne razlike u raspodjeli između različitih radnih mjesta i pitanje je politike konkretne radne organizacije gdje će se u datom rasponu naći.

Pokušat ćemo ukazati na neke probleme kod toga. Ako radna organizacija ne mora voditi posebnu pažnju o ponudi i potražnji radne snage /zbog znatnih primanja mala je fluktuacija/ tada može više računa voditi o pravičnosti raspodjele i u tom slučaju bi trebao dominirati kriterij očekivanja ljudi, jer što smo materijalno bogatiji moramo i više o tome voditi računa.

Ukoliko radna organizacija ima poteškoća u zapošljavanju i zadržavanju kadrova tada bi trebao dominirati kao kriterij u raspodjeli primanja na komparabilnom tržištu radne snage i raspodjela koja bi bila tako postavljena bi bila vjerojatno efikasnija od postojeće. Ocjenjujući stanje u našim radnim organizacijama vjerojatno bi u privredi dominirao drugi kriterij, s tim da bi u toku vremena trebalo sistematski težiti prvom kriteriju.

Možda je još potrebno napomenuti da ista takva logika važi ukoliko tržište radne snage djeluje samo na specifična mjesta u kojem slučaju bi ponder tržišta na tim mjestima bio maksimalan i opadao u ovisnosti koliko se utjecaj tržišta smanjuje. Pri tome smo normalno svjesni opasnosti ali preostaje nam ili poštivati zakon tržišta ili imati neefikasnu raspodjelu. Kada smo se složili oko kriterija i definirali politiku raspodjele preostaje još rutinski posao računanja pondera za svaki faktor analitičke procjene. Smatramo da je pogrešna praksa apriori određivanja koliko bodova se daje po

kojem zahtjevu i pojedinom stupnju unutar zahtjeva, jer intuitivno ne možemo sagledati tu kompleksnu problematiku, pa vidimo izlaz u primjeni faktorske analize /multiple koleracije/. Procedura oko održivanja intenziteta pojedinih zahtjeva bi bila kao do sada jer nismo našli objektivniju metodu iako bi u tom pravcu bilo vrijedno vršiti istraživanja.

Na kraju možemo zaključiti da u problematici raspodjele suvremene matematičko-statističke metode mogu osvijetliti mnoge probleme i omogućiti racionalniji pristup, a kroz to i bolje rezultate.

Literatura

- [1] Bujas, Petz, Psihofiziologija rada, Zagreb 1959.
- [2] Đurašević A. Bilješke sa predavanja na III stupnu na FSB.
- [3] Tomeković T. Psihologija rada, Beograd, 1965.
- [4] Miller G.A. Mathematics and psychology, Wiley, 1964.

A. L a u c

DISTRIBUTION OF WAGES - TRY TO NEW APPROACH

Next problems were researched in one factory:

1. Relationship between empirical and theoretical distribution of wages.
2. The influence of following factors: theoretical knowledge, work experience, efforts, and work conditions on received wages by multiple correlation.
3. A try to apply multiple correlation in defining the best ponders for these factors.
4. The defining minimal and maximal differences between various jobs.

The correlation between theoretical and empirical distribution of wages is 0,31. Reliability of wages is remarkable different for various groups.

Ponders for our factors are different from any other theoretical ponders and one is even negative.

Because neither empirical nor theoretical distribution is satisfactory we suggest multiple correlation to discover ponders.

Author suggests two ways in defining average wage for different job. We achieve minimal efficiency and maximal justice if the distribution of wages depends upon expectancy of workers. We obtain maximal efficiency and minimal justice if apply average income on definite market /town, republic

or even Europe market/.

It is discussed how to define where a factory can find the optimal distribution on the scale.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA, 1970.

A. L a u c ^{x/}

IZOBRAZBA KADROVA

Cilj: Izobrazba kadrova je jedan od ključnih problema razvoja društva. Pokušali smo utvrditi koliko je usklađen broj stručnjaka, te programi i profili izobrazbe na sveučilištima i problematika radne organizacije. To je prvo istraživanje i zato ima preliminarni karakter.

Hipoteza: 1. Frekvencija problema tehničke, ekonomske, organizacione i kadrovske prirode u radnoj organizaciji je funkcija broja stručnjaka iz pojedinih područja.

2. Istražiti u kakvoj su povezanosti programi izobrazbe na fakultetima i problemi u privrednoj praksi.

Metoda: Od Aristotela datira jedan deduktivan pristup u izobrazbi kadrova, tj. da se mlade ljude kroz školovanje nauči određenim zakonitostima i uputi u praksu da to primjenjuju. Smatramo korisnim da utvrdimo kako to funkcionira unaprijed svjesni nepreciznog mjerenja zavisne i nezavisne varijable.

Za prikupljanje podataka koristili smo jedan upitnik koji je sadržavao sljedeća pitanja:

1. Što smatrate da su uzroci da na radnom mjestu ne možete postizati bolje rezultate nego što postižete i što predlažete da se poduzme da se efikasnije radi?
2. Što smatrate da su uzroci da se ne mogu postizavati bolji rezultati u radnoj jedinici u kojoj radite i što predlažete da se poduzme da rezultati budu veći?
3. Što smatrate da su uzroci da radna organizacija ne može

x/ Ante Lauc, prof. psih., Osijek

OP.12.1

postizati bolje rezultate i što predlažete da se poduzme da rezultati budu uspješniji?

Ta pitanja smo u formi jednog upitnika podjelili članovima jedne radne organizacije metaloprerađivačke grane u SRH i od 1.000 upitnika dobili smo nazad 183.

Budući nam uzorek nije kontroliran da bi bio reprezentativan to ne možemo zaključivati o stanju skupa, ali smo u stanju ukazati na zavisnosti koje postoje između naše dvije varijable, tj. broja problema i broja stručnjaka.

Kroz analizu sadržaja pokušali smo klasificirati probleme koje smo dobili na navedena tri pitanja u sljedeća područja: tehnička problematika, ekonomska problematika, organizaciona i kadrovska problematika.

Za ilustraciju ćemo navesti na neke ukazane probleme. Kako su problemi rezultat interakcije navedenih područja nastojali smo odrediti što dominira i to je bio kriterij u koju će kategoriju doći pojedini odgovori.

Problemi iz tehničkog područja: dotrajali mašinski park; slab materijal; loši kalupnici i modeli; loše norme; potrebno je revidirati tehnološke procese; dug tok materijala; treba materijal privući bliže stroju; potrebno je kupiti 2-3 stroja; a dotrajale poslati na generalni popravak; nedostaju rezervni djelovi; u uskom grlu raditi u tri smjene; posao koji dobijem je previše iskompliciran i utrošim mnogo vremena na raščlanjivanje, a smatram da bi to moglo i jednostavnije i td.

Problemi iz ekonomskog područja: Proizvoditi robu koju tržište traži a ne proizvoditi da se proizvodi; smanjiti asortiman; slabe predkalkulacije; neplanirano trošenje materijala, struje, vode; ne znamo koliko košta jedan stroj; izvršiti analizu cijene koštanja i što je negativno izbaciti iz proizvodnje; mali koeficijent obrtaja; velike količine proizvoda na skladištu; dobavljači nam ne šalju robu na vrijeme, jer ih ne plaćamo redovno; ne treba kreditirati kupca a i sami smo kreditno nesposobni; primiti gradske usluge i proizvode za široku potrošnju;

prodat staro željezo; slaba propaganda; registrirat se kao izvoznici, jer bi vodili više računa i brige o izvozu nego drugi i td.

Problemi iz organizacije rada: smatram da se naš kolektiv nalazi u traženju izlaza nastalih integracijom, rotacijom, promjenama organizacione sheme i da se kroz to mogu sagledati rezultati; ljudi i strojevi se mogu više iskoristiti ali je slaba organizacija rada; srediti odnos službi i regulirati kućnim redom; ljudi negoduju što se za svakih nekoliko sati prebacuje s posla na posao i tu se troši mnogo vremena; nije krivnja radnika da materijal ne dolazi na vrijeme; na 8 radnika 3 šefa; bolju organizaciju npr. jedan posao dolazi u pogon i stoji 3 mjeseca u pripremi; bolja raspodjela posla; ubrzat rad pripreme i kontrole; tehnički kadar preopterećen administrativnim poslom; održavat prolaznim puteve itd.

Kadrovska problematika: načiniti kadrovski plan da svaki radnik zna svoju mogućnost napredovanja; pravilna analiza radnih mjesta i tko ne odgovara smjeniti ga; gledati čovjeka prema radu a ne prema pričanju; veliki uzrok leži na ljudima na odgovornim mjestima bez potrebne kvalifikacije i stručnog znanja, a radnici to uočavaju i u njima se stvara revolt koji se očituje u nezalaganju i nedisciplini; nitko se ne sekira za radnu jedinicu već za što veću mjesečnu zaradu iako to nisu zaslužili; gubimo moral jer nismo plaćeni za ono što radimo; ne gleda se kolektiv kao cjelina već lična dobit i prestiž.

Potrebno je da mnogi shvate moralnu i materijalnu odgovornost pred društvom; radnika pravilno nagraditi da ne misli na satnicu već na posao; čovjeka najviše revoltira kad se mora stidjeti kad kaže kolika mu je plaća; imamo dobre rukovodioce ali se demorališu kada je mala plata; malo novaca i ljudi gube volju za rad; uzrok je što primanja nisu po uloženom radu već po radnom mjestu; ne tretira se razlika u stručnoj spremi; velik broj stručnjaka neiskorišćen, dati im zadatke i kontrolirati njihov rad; smatram da smo mnogo dobrih stručnjaka i radnika napravili lošima; inženjere postaviti na mjesta gdje moraju da rade inženjerske poslove; stariji ne prenose znanje na mlađe; nova radna snaga s malo prakse uvjetuje malu produk-

tivnost; održati seminare; ispitati spremnost daktilografa; neizvršavanje zadataka najstrožije kazniti i ako je potrebno smjeniti rukovodeći aparat; rastjerati one koji su jaki na jeziku; u poduzeću velika kolona šetača; labava radna i opća disciplina i tu je 20% naših rezervi; u poduzeću nema kazne za neradnike; poduzeti mjere protiv familijarnosti; netrpeljivi odnosi među rukovodiocima; međuljudski odnosi su bazirani na liniji manjeg otpora; na odgovorna radna mjesta staviti odgovorne osobe a ne kumove; brigadiri i poslovođe bi trebali ukazivati na greške, a nedisciplinu kažnjavati; odrediti ljude za pojedine poslove i specijalizirati; nemoguće usavršavati se; nedovoljno stručno pripremljeni sastanci; riješiti pitanje društvene prehrane i td.

Kako već iz izvadka vidimo problematika je bogata, raznolika i konkretna. Jedino je problem koliko je efikasno njeno iznošenje, tj. koliko se takve informacije koriste kao povratne sprege koje će korigirati postojeću aktivnost.

Kvantitativna analiza problema je ukazala da je distribucija frekvencija problema kao u prvom retku tabele, a broj stručnjaka koji su završili tehnički, ekonomski studij i fakultete humanističkog smjera kao u drugom retku tabele.

	tehn. ekon. kadr. org.				ukupno
Broj problema	31	38	280	80	429
Broj stručnjaka	11	6	3	0	20

Hi kvadrat test je za gornju tabelu 66.75 što je značajno na nivou P 0,001. Također smo pokušali primjeniti u promatranoj pojavi teoriju informacija da vidimo koliko stručnjaci smanjuju entropiju. Entropija promatrane pojave je 0,53367 decita, empirijskih frekvencija 0,51121 decita, maksimalne zavisnosti 0,4829 decita. Indeks "N" omjer količine informacija koje nose podaci i maksimalne zavisnosti je 0,44 što ukazuje također na vrlo značajnu povezanost naše dvije varijable.

Iz ovih rezultata proizlazi da je vrijedno dalje istraživati

problematiku radne organizacije i kadrove koji rade na razrešavanju problema. Predstoji nam da egzaktnije mjerimo entropiju pojava u radnoj organizaciji /neznanje/ i entalpiju /znane/ budući teorija informacija je vrlo prikladan zajednički nazivnik za postojeće varijacije u praksi. Takav jedan detaljniji pristup, u kakvom su odnosu problemi unutar jednog područja i broj stručnjaka za to područje, bi donio vrlo korisne zaključke i bio objektivnija orijentacija za pronalazjenje optimalne kvalifikacione strukture.

Također nas interesira da li izobrazba naših stručnjaka počiva na pravoj podlozi, tj. da li studenti uče na fakultetima kako se rješavaju oni problemi na koje će naići u praksi. U tom pogledu su potrebne detaljnije analize, ali za ilustraciju je dovoljno komparirati programe na pojedinim fakultetima sa isječkom iz liste problema koji tište radnu organizaciju. Analize vremena provedenog za svladavanje određenog gradiva ne studiju i vremena koje provode stručnjaci u praksi bi ukazala egzaktnije koliko je naša hipoteza o neusklađenosti ispravna, jer je očito da se studenti vrlo malo na studiju sreću sa problemima sa naše liste a da se u praksi vrlo mnogo susreću.

Smatramo međutim da ne bi trebalo stati na konstatacijama, već da bi istraživački radovi ovakovog sadržaja trebali biti povratne sprege /feedback/ koje bi kreatori sveučilišnih programa koristili kod usavršavanja sadržaja rada na sveučilištima.

Tako se nameće zaključak da bi u studiju trebalo posvetiti više pažnje problemima organizacije rada, a možda bi bilo najbolje kada bi se formirao na fakultetu profil inženjer za organizaciju rada. Također vidimo da se zahtjeva više stručnjaka kadrovskog profila /sociologa, andragoga, psihologa, pravnika, lječnika/ i više posvećivanje pažnje na tehničkim i ekonomskim fakultetima rješavaju takve problematike. Tu, moramo priznati, postoje neka objektivna ograničenja jer društvene nauke nisu još tako razvijene i egzaktna, ali je teorija već rješila dosta problema koji tište našu praksu.

Rad eksperata u proučavanju problematike radne organizacije

bi vjerojatno dao drugačiju sliku stvarne problematike. Jedna takva analiza je ukazala da bi primjenom grupne konstrukcije, grupne tehnologije, postavljanjem optimalnih programa proizvodnje, primjenom linearnog programiranja u šaržiranju kupolne peći, primjenom planova pokusa u smanjenju škarta i postavljanju optimalnih režima rada, primjenom faktorske analize u definiranju normi, primjenom teorije repova u stabiliziranju količine rada na svim radnim mjestima, prelaskom na proizvodnju sklopova koji bi se uskladištili i kod kupca montirali u gotov proizvod, primjenom mrežnog planiranja i td. udvostručio se dohodak.

Da li se to i koliko uči na fakultetima? Očito minimalno. Možemo zaključiti da se metoda anketiranja i analiza sadržaja može koristiti kao sredstvo za programiranje izobrazbe na sveučilištu, i da uz unošenje u programe suvremenih naučnih dostignuća iz problematike proizvodnje, informacije iz ovakvih anketa koriste kao povratna sprega /feedback/ za usavršavanje sveučilišne nastave. Vjerujemo da tako koncipirani programi bi formirali efikasnije stručnjake i manje problema u našoj privrednoj praksi.

Literatura

- 1 Đurašević Aleksandar, Bilješke sa predavanja na III stupnju na FSB Zagreb
- 2 Đurašević Aleksandar, Unapređenje proizvodnje, I dio, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb /1968/
- 3 Đurašević Aleksandar, Razvijanje proizvoda i unapređenje proizvodnje, važni dijelovi općeg procesa usavršavanja, časopis "Proizvodnja" 7-8, Zagreb /1965/
- 4 Linzey, Handbook of social psychology, Addison Wessley, /1959/

A. L a u c

THE RELATIONSHIP BETWEEN TEACHING AT UNIVERSITY LEVEL AND PROBLEMS IN PRACTICE

We have tried to find out the relationship between numbers of workers educated on university level and frequency of problems in one factory. On the base of one questionnaire that was applied and by theory of information the great reciprocal relationship was

found out. Entropy is 0,53367 decit, for empirical frequency 0,51121 decit, and for maximal relationship 0,4829 decit.

Content analyse discovered quite incompatibility between problems in factory and programs on university. It is suggested that questionnaire and content analyse could be applied as feedback in making perfect university programs.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA 1970.

B. B u j a s ^{x)}

JEDNA OD MOGUĆNOSTI VREDNOVANJA SISTEMA ODREĐIVANJA
ROKOVA ^{xx)}

1. Uvod

Savremeno tržište prizna industrijska poduzeća koja uspiju proizvodni proces gledan u širem smislu podositi tako, da osiguraju svakom proizvodu, ili grupaciji proizvoda:

- kvalitet kojeg tržište traži - tržišni kvalitet
- pristupačnost cijene proizvoda prosječnom potrošaču (minimalni proizvodni troškovi)
- isporuku proizvoda u određenom roku ili vremenskom razdoblju.

Drugim riječima, optimalno rješenje matematskog trinoma industrijske proizvodnje je funkcija optimalnog rješenja proizvodnog procesa u konkretnim uvjetima industrijskog poduzeća ili srodnih grupacija.

U daljnjim redcima ovog izlaganja pozabaviti ćemo se problemom r e k a kao jednim od važnih, a nekad i presudnih faktora u proizvodnom procesu čija refleksija u određenim uvjetima može da ima vitalnog utjecaja na ekonomske pokazatelje poslovanja poduzeća. Kod toga naročita pažnja bit će posvećena:

- vrednovanju sistema terminiranja
- vrednovanju planske discipline
- refleksiji neizvršenja rokova u primarnim odjelima tehnološkog procesa na odjel finalizacije.

^{x)} Boško Bujas, dipl.ing., vanjski suradnik Instituta za alatne strojeve, Zagreb, Đure Salaja 1

^{xx)} Saopćenje iz Instituta za alatne strojeve, Zagreb, sadrži neke rezultate iz projekta uvođenja sistema terminiranja u jednom poduzeću metalo-prerađivačke industrije.

Prije nego što budemo prešli na iznalaženje mogućnosti vrednovanja sistema određivanja rokeva u jednom proizvodnom procesu, kao i mogućnošću njihove kvantifikacije, nužno je potrebno, da navedemo faktore koji direktno ili indirektno, sa većim ili manjim intenzitetom, bitno djeluju na ostvarenje planiranih termina, kako bi ujedno dobili osjećaj kompleksnosti problema sa kojim, se susreće skoro svake industrijske poduzeće.

Faktori, za koje možemo reći da bitno utječu na ostvarenje planiranih termina završetka proizvoda, a time jednim dijelom i na veličinu proizvodnog ciklusa, bili bi sljedeći:

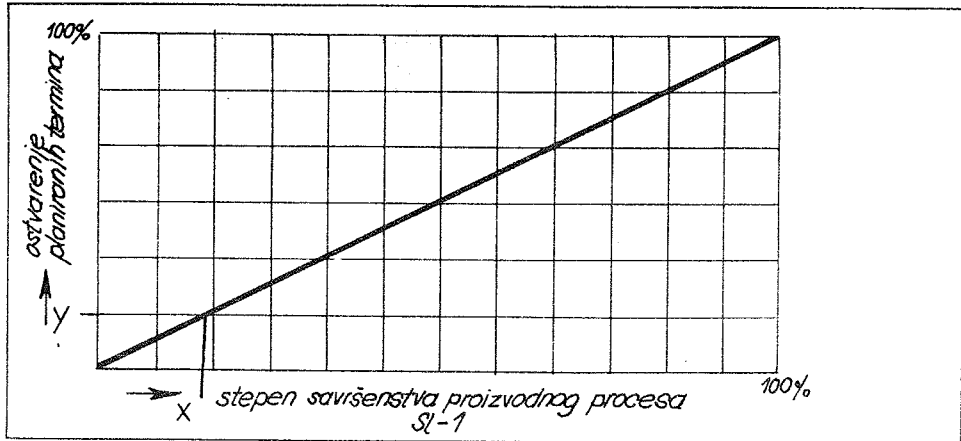
- nivo industrijske kulture rukovodstva i svih radnika koji djeluju u sistemu proizvodnog procesa gledanog u širem smislu,
- pouzdanost organizacije poduzeća kao cijeline,
- tipa proizvodnje i veličine asortimana proizvodnog programa,
- fizičko stanje sredstava rada,
- kvaliteti oblikovno-tehnoških podloga,
- veličini obrtnog kapitala,
- sistemu nagradjivanja te visine OD zaposlenih u poduzeću,
- sistema planiranja, te njegove efikasnosti u pravovremenom pružanju informacija o tokovima u proizvodnom procesu.

Nema sumnje da nivo kompleksnog rješenja upravo navedenih faktora determinira stepen savršenstva proizvodnog procesa.

Ako bi nekom matematskom metodom (možda faktorskom analizom) uspjeli kvantifikacijom navedenih faktora doći do jednadžbe savršenstva proizvodnog procesa, tada bi s obzirom na različit intenzitet utjecajnih faktora u jednadžbi savršenstva proizvodnog procesa, najvjerojatnije došli do funkcionalne zavisnosti,

koja bi bila izražena nekom krivuljom.

Međutim radi jednostavnosti uočavanja funkcionalne zavisnosti između stepena savršenstva proizvodnog procesa i ostvarenja planiranih termina, dobivenu krivulju sproximirat ćemo pravcem, a tada kvalitativni prikaz navedene zavisnosti može se prikazati dijagramom prema sl.1.



Iz dijagrama na sl.1. uočavamo, da postoji izvrsna funkcionalna zavisnost između stepena savršenstva proizvodnog procesa i % - ostvarenja planiranih termina. Tako na pr. stepenu savršenstva u tački x, odgovarat će planska disciplina y, dok planska neodisciplina za taj konkretan slučaj iznosi $100 - y$. Nadalje uočavamo, gdje je stepen savršenstva proizvodnog procesa idealan, ostvarenje planskih termina je također idealno. U praksi najveći broj slučajeva nalazi se u granicama $0 < x < 100$, čije prosječne veličine osciliraju u dosta velikom diapazonu, a što zavisi o stepenu stvarnih viješenja navedenih faktora koji bitno utječu na ostvarenje planskih termina u pojedinom industrijskom poduzeću.

U sklopu faktora koji djeluju na ostvarenje rokova, naveden je i sistem planiranja. Ako primjenjen sistem planiranja u

industrijskom poduzeću shvatimo kao dio sveukupnog sistema završenstva proizvodnog procesa gledanog u najširem smislu, kao je osnovni zadatak, da koristeći podloge bitnih faktora, odgovori na pitanje: kada otpočeti, a kada treba da završi bilo koja akcija predviđena sistemom planiranja u poduzeću, kvantificirajući sve akcije sa veličinom troškova, tako se logičnim razmišljanjem dolazi do zaključka, da će kvalitet "proizvoda" sistema planiranja, a to su odstupanja početnog i završnog termina bilo koje akcije, ovisiti o "sigurnosti" (poštogama) koja ulazi u sistem.

Iz ovoga se mogu izvući slijedeći zaključci:

- a/ Sistem planiranja u industrijskim poduzećima je nužan, ali mora biti dovoljan uvjet, da bi se ostvarilo optimalna veličina planovanih termina.
- b/ Upravo taj je sistem planiranja prikladan u industrijskom poduzeću biti dovoljno odlišan i tačan samo onda, ako su podloge na kojima se bazira funkcionalnost tog sistema dovoljno valjne.
- c/ Sistem planiranja treba biti kao utjecajni faktor u jednadžbi završenstva proizvodnog procesa, po veličini svog utjecaja na odstupanje planiranih termina, najvjerojatnije će imati manji utjecaj od ostalih faktora.

2. Vrednovanje sistema terminiranja

Već je spomenuto, da planiranje u poduzeću ima kao osnovni zadatak privođenje svih akcija, nužnih za ostvarenje plana poduzeća, u jednu jedinstvenu cjelinu, povezujući ih sa vremenom i troškovima. Jedna od osnovnih poteškoća sa kojima se susreću poduzeća u procesu planiranja, je bez sumnje njegov najosjetljiviji dio, a to je terminiranje proizvodnje, ili fino planiranje.

Budući fino planiranje predstavlja mnoštvo mikro planova,

a isti povezani u jednu jedinstvenu cijelinu vredenski stvaruju makro ili osnovni plan, iz kojeg dovoljno unaprijed znamo projekciju poslovanja poduzeća, te se odabiranju sistema terminiranja, mora posvetiti posebna pažnja.

Specifičnost industrijskih poduzeća, zahtjeva i specifičnost u raspredi i izboru određjenog sistema terminiranja za konkretne prilike, Međutim, bez obzira na usvojen sistem, svi sistemi bilo strojni ili ručni, sa većom ili manjom efikasnošću, imaju zajednički cilj:

- jednoznačno odrediti početak i svršetak određene akcije.

U praksi susrećemo najčešće veće, a najrjeđe manje odstupanje planiranih termina. Ne ulazeći u uvjete odobravanja terminskih planova (a bitni faktori su koji utječu, već je bilo riječi), nas zanima, dali je planirani vremenski interval (svoj terminskih jedinica) određjen sa strane službe terminiranja, dovoljno realan za izvršenje određene akcije. Odgovor na ovo pitanje dobiti će se naknadnjem sagleda nja vršenja sistema terminiranja, što je i cilj ovog izlaganja.

2.1. Priljubljanje podataka

Da bi mogli riješiti postavljeni zadatak, nužno je da radna dokumentacija i osoblje službe terminiranja ispunji određene uvjete.

- a/ Dokument terminske karte ili radni list kao jedni od osnovnih dokumenata u proizvodnom procesu, osim ostalih podataka, moraju sadržavati podatak o planiranju i stvarne osvajenim terminima početka i svršetka određene operacije.
- b/ Osoblje službe terminiranja mora osigurati pravovremenu dostavu radnih dokumenata i ostalih potreba nužnih za obavljanje detične operacije na radno mjesto, ili kako je to već u konkretnim uvjetima organizacijom predviđeno, da bi radna operacija mogla otpočeti u predviđenom terminu.

Osiguranjem ovih zahtjeva isključena je prijelazna sa strane

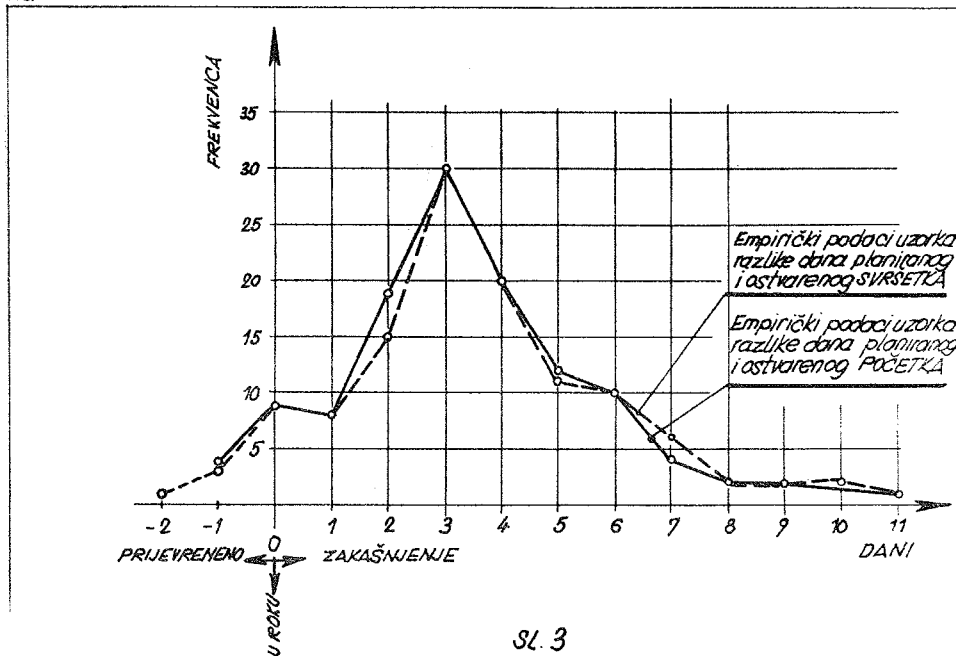
službe terminiranja, a time osigurana kvaliteta podataka nužnih za daljnju analizu.

Na jednom konkretnom primjeru, kod uvođenja sistema terminiranja u jednom poduzeću metalo-predradivačke industrije, bit će da prikazana mogućnost vrednovanja sistema planiranja.

Način što su radni dokumenti obavili svoju funkciju u proizvodnom procesu, na kojima su registrirani potrebni zadaci, isti se vraćaju u službu terminiranja, kako bi se osim registracije završetka detaljne operacije u terminskom planu lansiranja proizvoda, mogla izvršiti analiza planiranih i ostvarenih termina. Prikupljanje podataka može se organizirati kontinuirano, ili povremeno na bazi reprezentativnog uzorka. U tu svrhu potrebno je prikupljanje podataka izvršiti kako je to prikazano dokumentom na sl.2.

God.	P R I M I M I				Odjel: 06	
	P l a n i r a n i		O s t v a r e n i		Razlika dana	
br.	Poče- tak	Svrše- tak	Poče- tak	Svrše- tak	planiranog i ostvare- nog <u>počet- ka</u>	planiranog i ostvare- nog <u>svrše- tka</u>
1	2	3	4	5	6	7
1.	1.03	1.03	5.03	5.03	3	3
2.	1.03	1.03	5.03	5.03	3	3
3.	2.03	2.03	4.03	4.03	1	1
4.	1.03	1.03	4.03	4.03	2	2
5.	1.03	1.03	2.03	2.03	1	1
6.	2.03	2.03	5.03	5.03	2	2
7.	1.03	1.03	5.03	5.03	3	3
8.	1.03	1.03	6.03	6.03	4	4
9.	28.02	28.02	5.03	5.03	5	5
10.	26.02	26.02	5.03	6.03	7	8
11.	5.03	5.03	5.03	5.03	-	-
12.	7.03	7.03	6.03	6.03	+1	+1

Ako iz dokumenta sl.2. koji djelomično prikazuje ukupnost empiričkih podataka, kolone 6 i 7 statistički sredimo i prikazemo grafički sl.3., tada dolazimo do slijedećeg zaključka:



sl. 3

- a/ Podaci uzorka razlike dana planiranog i ostvarenog početka i svršetka operacija, slijede određenu zakonitost,
- b/ Najveći broj operacija nalazi se u području zakašnjenja, manji broj se izvršava u roku, a još manji prije vremena,
- c/ Može se pokazati, da se empirički podaci pokoravaju zakonu normalne razdiobe,

Ova posljednja konstatacija naročito je značajna, jer nam omogućava usporedbu signifikantnosti karakterističnih veličina dvaju uzoraka.

2.2. Testiranje uzoraka

Uz uvjet, da terminska služba pravilno određuje vremenski interval, u kojem treba da se obavi dotična operaci-

ja, tada bez obzira na faktore koji djeluju u procesu proizvodnje na oscilacije planiranog početka i završetka dotične operacije, karakteristične veličine uzoraka, ne smiju se bitno razlikovati. U koliko bi bile bitne razlike, tada možemo zaključiti da se potreban interval za izradu dotične operacije sa strane terminske službe određuje nepravilno, te da postoji neka sistematska griješka u procesu terminiranja. Da bi provjerili ispravnost tvrdnje, o pravilnom određivanju vremenskog intervala sa strane službe terminiranja, izvršiti ćemo testiranje karakterističnih veličina uzoraka. Određenim matematskim operacijama dolazi se do slijedećih karakterističnih veličina za pojedini uzorak:

U Z O R A K	n	\bar{x}	σ^2	s^2	s_d
1. Razlika dana planiranog i ostvarenog <u>početka</u>	121	3,32	20,4	20,6	0,58
2. Razlika dana planiranog i ostvarenog <u>svršetka</u>	119	3,62	19,6	19,8	
UKUPNO:	240				

Pojedini simboli znače:

$n_{1,2}$ - broj elemenata uzorka

$\bar{x}_{1,2}$ - aritmetička sredina

$\sigma_{1,2}$ - standardna devijacija

$s_{1,2}$ - procjena varijance osnovnog skupa

s_d - matematsko - statistička veličina

2.21 Usporedba varijanci uzoraka F - testom

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{20,65}{19,80} = 1,04$$

Za stupnjeve slobode: $121 - 1 = 120$ i $119 - 1 = 118$, koristeći određene tabele, dolazimo do podatka o teoretskoj vrednosti $F_t = 1,37$, ili

$$F_t = 1,37 > F = 1,04$$

=====

2.22 Usporedba aritmetičkih sredina

Koristeći izraz $t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s_d}$, koji pripada

Studentevoj t - razdiobi, sa stupnjem slobode n_1+n_2-2 , možemo izvršiti testiranje aritmetičkih sredina uzoraka

$$t = \frac{|3,32 - 3,52|}{0,58} = 0,52$$

Za izračunati $t=0,52$ i stupanj slobode 238, izlazi iz odgovarajuće tabele, pripadajuća vjerovatnost $P(t)$:

$$\underline{\underline{0,6 < P(t) < 0,7}}$$

Zaključak:

Testiranje karakterističnih veličina uzoraka pokazuje, da ne postoji signifikantna razlika, te da su nastala odstupanja u varijancama i aritmetičkim sredinama slučajnog karaktera. To ujedno potvrđuje hipotezu, da tehničke službe pravilno određuje vremenske intervale u kojima radne operacije trebaju biti obavljene, bez obzira što se stvara početak i završetak dodatnih operacija vezikuje od planiranog.

3. Vrednovanje planske discipline

U uvodu ovog izlaganja, bila je naglašena važnost planske discipline. S obzirom na njen izrazit značaj, nužno je naći mogućnost njene kvantifikacije. Evo vasloga koji to zahtijevaju:

- Saznanje dali se tehnički planovi ostvaruju,

- Stvaran podatak, o nivou planske discipline je oruž-
je rukovodstva za poduzimanje određenih akcija u
cilju pravovremene sanacije neizvršenja plana
- Podatak o veličini planske discipline na izvjestan
način predstavlja mjerilo stepena kompleksnog rije-
šenja bitnih faktora, koji djeluju na ostvarenje pla-
niranih termina.

Ako plansku disciplinu (Pd) definiramo odnosom:

$$Pd = \frac{\text{broj operacija započetih i završenih u roku}}{\text{ukupan broj analiziranih operacija uzorka}} \times 100 \%,$$

tada planska nedisciplina (Pn) može se izraziti izrazom:

$$Pn = 100 - Pd \quad (\%)$$

Koristeći podatke analiziranog uzorka prikazanog slikom 3, do-
bivamo za:

- broj operacija započetih i završenih u roku = 20
- ukupan broj analiziranih operacija uzorka = 240

tada planska disciplina u konkretnom slučaju iznosi:

$$Pd = \frac{20}{240} \cdot 100 = 8,3 \%, \quad \text{dok je}$$

planska nedisciplina:

$$Pn = 100 - 8,3 = 91,7 \%$$

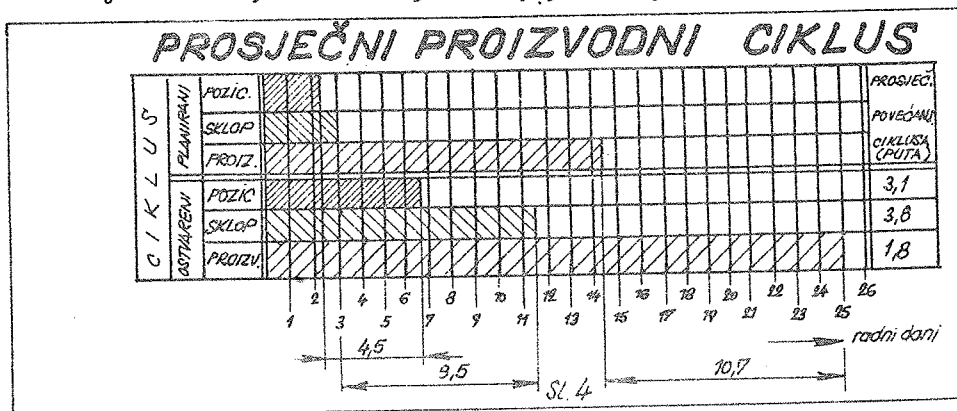
Tri mjeseca nakon uvođenja sistema terminiranja, izvršena je
snimanje planske discipline u odjelima proizvodnog procesa, te
su dobiveni slijedeći podaci:

	TEHNOLOŠKI REDOSLJED ODJELA				
	Metalna obrada	Površinska obrada	Tapetarija	Stolarija	Montaža
Pd (%)	15,5	7,0	6,0	8,3	-
Pn (%)	84,5	93,0	94,0	91,7	100

Da bi se jasnije shvatile izrazito male vrijednosti plan-ske discipline, potrebno je navesti tadašnji nivo bitnih fak-tora koji su imali svog vitalnog utjecaja.

- U intervalu od 5 mj., prije uvođenja novog sistema terminiranja, izradjena je konstruktivno-tehnološka dokumentacija za 40 novih i 30 rekonstruiranih proiz-voda.
- Kao rezultat intenzivnosti rada na oblikovno tehnološ-kim podlogama, u periodu od 2 mj. u vremenu uvođenja sistema planiranja, sa stanovišta nedefiniranosti konstrukcije i tehnološkog procesa, registrirano je 169 slučajeva. Za riješenje jedne nedefiniranosti strane službi u prosjeku je trošeno 6 radnih dana.
- Obrtni kapital sa kojim je poduzeće raspolagalo bio je minimalan. Dovoljno je napomenuti, da su dobavlja-či pokrivali ovu značajnu stavku u poslovanju poduze-ća sa oca 55 %.
- Fizičko stanje sredstava rada bilo je jako slabo. Is-to je iznosilo 10 % od nabavne vrijednosti.
- Neposjedovanje dovoljno objektivnog sistema nagradi-vanja, a prosječni osobni dohoci zaposlenih, bili su izrazito mali u odnosu na grupaciju.

Kakva refleksija kompleksnog djelovanja navedenih faktora se očitovala na čisti proizvodni ciklus, a time i na izvršenje mjesečnih operativnih planova, prikazuje sl.4.



Iz gantograma na sl.4. uočavamo prosječno povećanje proizvodnog ciklusa u odjelu finalizacije za 1,8 puta, što u konkretnom slučaju iznosi povećanje ciklusa za 10,7 radnih dana od planiranog. Na prvi pogled čini nam se zaista maleno povećanje. Međutim ako se uzme u obzir da se radi o zakašnjenju koje je nastupilo na početku godine, da mjesečni operativni planovi financijski izraženi iznose oca 5 miliona novih din., te da se radi o proizvodima strogo sezonskog karaktera, tada iznos od 10,7 radnih dana za narednih 6 mjeseci možemo očekivati dovoljno povećan.

Kao konačni rezultat najvjerojatnije imamo finalizaciju sezonskih proizvoda u van sezonsko vrijeme, a ovo može da ima presudni značaja u poslovanju poduzeća.

4. Zaključak

Na jednom konkretnom primjeru iz prakse, pokušao sam iznijeti jednu od mogućnosti vrednovanja sistema terminiranja, kao i refleksiju planske nediscipline na veličinu proizvodnog ciklusa.

Želio mi je želja, da ovaj donckle rasvjetlim bitne faktora koji djeluju na ostvarenje planiranih termina, nastojeći pri tome na izvjestan način dati upozorenje, na još uvijek prisutna mišljenja, da je sistem planiranja najvažniji proces i da on jedini osigurava izvršenje planskih rokova, a svi ostali faktori da su sporedni.

S obzirom na kompleksnost i širinu problematike usko vezane za problem roka i njegove kvantifikacije, bit ću zahvalan na sve sugestije koje će još snažnije rasvjetliti materiju ovog referata.

5. LITERATURA

- [1] A.Đurašević, Unapredjenje proizvodnje I dio, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb (1968.)
- [2] I.Pavić, Matematička statistika (primjena u proizvodnji) Privreda, Zagreb (1962.)

B. B u j a s

EINE VON DEN MÖGLICHKEITEN FÜR WERTEN DAS SYSTEMS
TERMINBESTIMMUNGEN

Autor in diesen Referat auf konkretem Beispiel aus der Praxis in einem Unternehmen der metalverarbeitende Industrie stellt eine von den möglichkeiten für Werten das Systems Terminbestimmungen dar, als auch die Reflexion der Planundisciplin auf die Grösse des Herstellungzyklus.

VI SAVJETOVANJE O PROIZVODNOM STROJARSTVU, OPATIJA 1970.

M. J. P e r o v i ć^{x/}

UPRAVLJANJE PROCESOM PROIZVODNJE SIMULACIJOM NA ELEKTRONSKOM RAČUNARU

Tok proizvodnog procesa deli se na fazu planiranja i fazu izvršavanja. Karakteriše ga veliki broj resursa od kojih jednim se može upravljati a drugi se mogu samo predvideti. Upravljanje procesom se sastoji u tome da se resursi kojima se može upravljati dovedu u stanje da se krajnji cilj kao predmet upravljanja postigne. Ako se radi o drugoj grupi resursa onda se upravljanje sastoji u tome da se cilj upravljanja postavi prema predviđenim resursima.

Proizvodni proces kao sistem deli se na podsisteme koji se uklapaju u proizvodni proces. Tok proizvodnog procesa počinje ulazom naloga kupca i podataka o prodaji a završava se isporučivanjem robe po nalogu. U ovom kompleksu aktivnosti koje prate tok kruži veliki broj informacije. Korišćenje elektronskog računara za obradu informacija i uvođenje informativnog sistema u preduzeću dolazi se do optimalnog broja informacije i to dobro, brzo i tačno pripremljenih za donošenje odluka.

Pravac kretanja informacija u informativnom sistemu odvija se od predviđanja prodaje i planiranja proizvodnje na duži period kao prvog podsistema; preko kontrole zaliha i predviđanja potreba, drugog podsistema; preko terminiranja proizvodnje i narudžbina po nivoima proizvoda, trećeg podsistema; do upravljanja radnim nalogima kao četvrtog podsistema sistema proizvodnog procesa.

^{x/}Milan J. Perović, dipl.ing., načelnik Odeljenja organizacije poslovanja Zavoda "Crvena zastava" - Kragujevac

Da bi elektronski računar mogao da obradi informacije i da prerađene informacije za svaki od napred navedena četiri podsistema mora da raspolaže velikim brojem podataka u svojim datotekama.

U upravljanje procesom proizvodnje koriste se sledeće datoteke:

- datoteka strukture proizvoda,
- datoteka matičnih podataka dela i materijala,
- datoteka porudžbina i radnih naloga,
- datoteka kapaciteta,
- datoteka ciklusa rada proizvoda,
- datoteka alata i
- datoteka kupeca.

Struktura i matičnih podataka pomoću informacija o planu proizvodnje i prometne dokumentacije formiraju datoteku porudžbina i radnih naloga sa početnim i krajnjim terminima.

Količine koje treba naručiti od dobavljača ili uraditi u sopstvenim pogonima izračunate su na principu izračuna optimalne serije proizvodnje odnosno nabavke. Da bi mogla da se izračuna optimalna serija proizvodnje odnosno nabavke potrebni su podaci o delu:

- plan proizvodnje,
- potreba za periodu,
- troškovi pripreme,
- troškovi zelina i dr.

Na tako izračunatom količinom se raspoređuju radni nalozi po grupama kapaciteta sa terminima izrade po fazama rada. Ovo se radi sa datotekama radnih naloga, kapaciteta i ciklusa obrade koristeći pri tom kao dopunsku datoteku alata.

U podsistemu upravljanja radnim nalogima primaju se radni nalozi kroz oformljen slog porudžbina odnosno radnih naloga. Pod uslovom krajnjih termina koji su dati na osnovu zahteva montaže terminiraju se radni nalozi po fazama rada uz poštovanje prioriteta u redosledu raspoređuju na određene mašine ili

grupe mašina. Za rad ovog podsistema neophodne su informacije o izvršenju i stanju radnih naloga pomoću kojih se vrše stalne korekcije. Korekcije krajnjih termina završetka radnih naloga nisu poželjne zato što se do tih rokova došlo optimizacijom zaliha i sinhronizacijom process na svim njegovim etapama. Sem toga na bazi tih rokova date su narudžbine, a narudžbine čine početak svakog processa obrade.

Korekcije se moraju izvršiti bilo zbog toga što nedostaju kapaciteti ili zato što je došlo do desinhronizacije processa.

Često je u takvoj situaciji potrebno izvršiti veliki broj simulacije sa radnim nalogima u cilju najbolje kombinacije u okviru ograničenja:

- broj radnih naloga sa terminima početka i terminima završetka,
- kapaciteta mašina na kojima se rade kao i nadomestnih kapaciteta i
- termina koje diktira viši stepen ugradnje proizvoda.

Jedna od mogućnosti da se koriguje proces proizvodnje u sferi podsistema upravljanja radnim nalogima je smanjenje odnosno povećanje količine lansmana, odnosno, serije proizvodnje.

Varijacija serije proizvodnje: U situaciji kad svi radni nalozi ne mogu u određenom roku da prođu kroz određeni kapacitet može se vršiti povećanje ili smanjenje serije zavisno od toga dali se želi da se poveća stepen korišćenja kapaciteta ili da se smanje troškovi zaliha. Poznato je, naime da smanjenje serije smanjuje troškove zaliha a povećanje serije povećava stepen korišćenja kapaciteta.

Optimizacija serije koje je izvršena na osnovu troškova pripreme i troškova zaliha ne mora da bude količinski sinhronizovana sa količinama drugih delova ili sklopova koji ulaze u zajednički viši nivo ugradnje i iz tog razloga je potrebno izvršiti korekciju nađene serije na veći ili manji broj.

Često je potrebno izvesnu seriju od n_0 komada podeliti na dve serije od n_1 i n_2 komada i pustiti ih da se rade na dva mesta kako bi se smanjio ciklus proizvodnje. U ovom slučaju se žrtvuje ekonomičnost za račun vremena.

Korekcija serije uslovljava povećanje troškova po jedinici proizvoda. Ovo je logično jer je optimalna serija dobijena minimizacijom ukupnih troškova proizvodnje. Koliki je prirastaj troškova dobija se sledećim postupkom.

Ukupni troškovi:

$$T_u = T_f + T_p \cdot N + \frac{T_{pr} \cdot N}{n} + \frac{C \cdot C_n}{2} \dots\dots\dots/1/$$

$$\frac{dT_u}{dn} = - \frac{T_{pr} \cdot N}{n^2} + \frac{CC}{2} = 0$$

$$n_0 = \sqrt{\frac{2T_{pr} \cdot N}{C_c}}$$

Korišćenje izraza /1/ za nalaženje optimalne veličine serije n_0 ne zahteva veliki broj podataka ali je to ipak veliki broj operacija ukoliko se radi za sve delove koji se lansiraju i neophodno je za ovo izračunavanje posedovati mogućnost izračunavanja na elektronskom računaru.

Ako se pođe od izraza /1/ onda troškovi za optimalnu seriju iznose:

$$T /n_0/ = T_c + \frac{C_1}{n_0} + C_2 \cdot n$$

gde je:

$$T_c = T_f + T_p \cdot N$$

$$C_1 = T_{pr} \cdot N$$

$$C_2 = \frac{C \cdot C_n}{2}$$

Za seriju od n komada troškovi su dati izrazom:

$$T/n/ = T_c + \frac{C_1}{n} + C_2 \cdot n \quad \dots\dots\dots/2/$$

Izraz /2/ razvijen Mac-Laurin-ovim redom izgleda:

$$T/n/ = T/n_o/ + T'/n_o/ /n - n_o/ + T''/n_o/ \frac{/n-n_o/^2}{2!} +$$

$$+ T'''/n_o/ \frac{/n-n_o/^3}{3!}$$

Gdje je:

$$T'/n_o/ = 0$$

$$T''/n_o/ = \frac{2C_1}{n_o^2}$$

$$T'''/n_o/ = - \frac{6C_1}{n_o^3}$$

$$\frac{T/n/ - T/n_o/}{T/n_o/} = \frac{T''/n_o/ \frac{/n-n_o/^2}{2!} + T'''/n_o/ \frac{/n-n_o/^3}{3!}}{T/n_o/}$$

$$\frac{T/n/ - T/n_o/}{T/n_o/} = \frac{\frac{2C_1/n-n_o/^2}{n_o^2 \cdot 2!} - \frac{6C_1/n-n_o/^3}{n_o^3 \cdot 3!}}{T/n_o/}$$

$$\frac{T/n/ - T/n_o/}{T/n_o/} = \frac{C_1/n-n_o/^2}{n_o^2 \cdot T/n_o/} \cdot \frac{n}{n_o} - \frac{n - n_o}{n_o^2}$$

$$\frac{T/n/ - T/n_o/}{T/n_o/} = \frac{C_1 /2n_o - n/}{n_o^2 \cdot T/n_o/} \frac{n - n_o^2}{n_o} \quad \dots\dots\dots/3/$$

Pod uslovom da se pretpostavi da je

$$2n_0 \sim n \approx n_0$$

U prednjem izrazu uzete su sledeće oznake:

F_0 - fiksni troškovi proizvodnje

F_n - proporcionalni troškovi proizvodnje

H - periodična potreba za proizvodnju

T_{pr} - pripremni troškovi za seriju

C - troškovi zaliha /kamete, osiguranje, transport itd./

Θ - perioda

Izraz na levoj strani jednačine $/Z/ \left[\frac{T/n/ - T/n_0/}{T/n_0/} \right]$ predstavlja

priraštaj troškova u odnosu na minimalni dok izraz na desnoj strani $\left[\frac{n - n_0}{n_0} \right]$ predstavlja priraštaj ili smanjenje veličine serije.

Do veličine n se dolazi na osnovu mogućnosti kapaciteta za sklop ili na osnovu broja sklopove višeg nivoa ugradnje.

U prvom slučaju se dolazi do n izrazom:

$$n = \frac{C_s}{\sum_{i=k} T_{ui}}$$

C_s - slobodni kapaciteti u časovima

T_{ui} - ukupno vreme trajanja faze na slobodnim kapacitetima

$$T_{u1} = n_{01} \cdot t_1$$

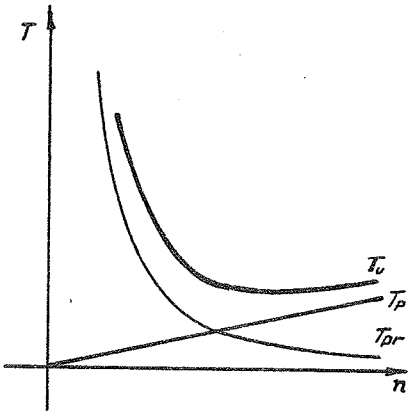
$$T_{u2} = n_{02} \cdot t_2$$

$$T_{uk} = n_k \cdot t_k \quad \text{gde } n_k < n_{ok} \quad \text{ili } n_k > n_{ok}$$

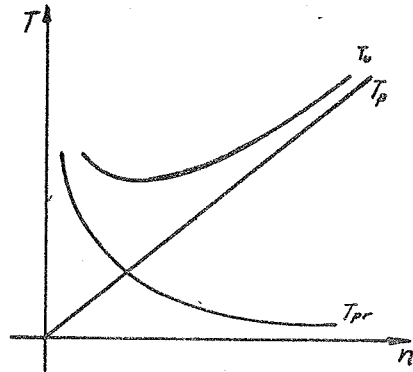
Drugi slučaj se pojavljuje kad dolazi do udara u proizvodnji pa se javljaju slučajevi smanjenja ili povećanja proizvodnje od planirane. U tom slučaju se n određuje što se broj sklopove množi se koeficijentom dela po sklopu.

Nađeno n se uvrštava u izraz /3/ i nalazi se priraštaj troškova $T/n/ - T/n_0/$.

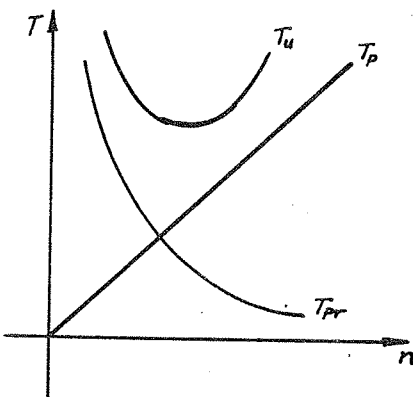
Ovaj priraštaj je različit za različite delove i zavisno od toga dali je $n > n_0$ ili je $n < n_0$. Na dijagramima od 1 do 4 dati su svi slučajevi ponašanja krive ukupnih troškova.



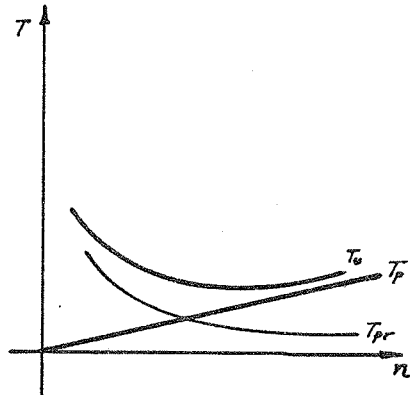
Slike 1.



Slike 2.



Slike 3.



Slike 4.

Na slici 1 prikazan je slučaj kad su troškovi pripreme veliki a troškovi zaliha mali. U ovom slučaju važi sledeća relacija:

$$\begin{aligned} n > n_0 \therefore \Delta T & \text{ malo} \\ n < n_0 \therefore \Delta T & \text{ veliko} \end{aligned} \quad |\Delta n| = \text{const}$$

Takvo ponašanje troškove karakteristično je za proizvodnju vijčane robe i malih odpreseka. U ovim slučajevima nije preporučljivo smanjivati seriju od optimalne dok je povećanje dozvoljeno ukoliko se npr. njime povećava stepen iskorišćenja kapaciteta.

Na slici 2 prikazan je slučaj malih troškova pripreme a velikih troškova zaliha što se može posmatrajući krivu ukupnih troškova izraziti sledećom relacijom:

$$\begin{aligned} n > n_0 \therefore \Delta T & \text{ - veliko} \\ n < n_0 \therefore \Delta T & \text{ - malo} \end{aligned} \quad |\Delta n| = \text{const}$$

U ovom slučaju se preporučuje smanjenje serije u odnosu na optimalnu n_0 ; u takvim slučajevima treba voditi računa o stepenu iskorišćenja kapaciteta jer smanjenje serije smanjuje se stepen iskorišćenja.

Na slici 3 prikazan je slučaj kad su i troškovi pripreme i troškovi zaliha veliki pa su veliki i ukupni troškovi. Kriva ukupnih troškova spljoštena je a priraštaj troškova je veliki pri svakom odstupanju broja komada od optimalne veličine serije. Ovakvo ponašanje troškova karakteristično je za delove velike cene koštenja.

Na slici 4 prikazan je slučaj kad su troškovi zaliha i troškovi pripreme za deo mali. Kriva ukupnih troškova ima blagi pad odnosno uspon sa povećanjem broja komada. Priraštaj troškova pri variranju veličine serije oko optimalne količine je vrlo mali. Ovakvo ponašanje troškova je karakteristično za delove male cene koštenja. Za ovakve delove nije bitna optimalna veličina serije pa se ova može ili smanjivati ili povećavati bez nekog osetnog smanjenja troškova proizvodnje.

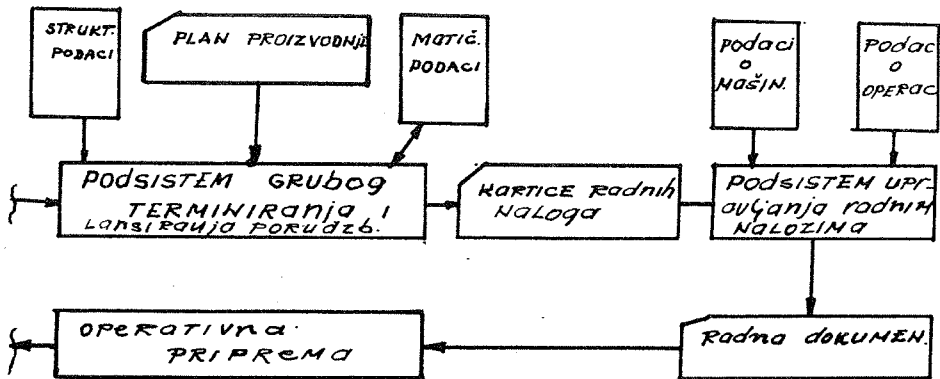
Na osnovu napred iznetog razmatranja svi delovi sopstvene proizvodnje mogu se podeliti u četiri grupe. Svaka grupa nosi svoju oznaku. Matična datoteka sadrži osnovne podatke o delu, međutim podacima potrebno je da postoji oznaka za ponašanje troškova. Do oznake se dolazi radom trećeg podsistema, podsistema terminiranja proizvodnje i narudžbi po nivoima proizvoda. U ovom podsistemu izračunava se serije lensmana odnosno porudžbine.

Pri prvom izračunu serije izračunava se priraštaj troškova za broj komada n koje je za Δn manje i veće od n_0 . Iz ovog podprograma proizlazi tabela sa sledećim podacima:

- broj dela
- priraštaj troškova za $n < n_0, \Delta T_1$
- priraštaj troškova na $n > n_0, \Delta T_2$

Upoređenjem podataka ΔT_1 i ΔT_2 međusobno i u celoj tabeli svaki deo dobija svoje mesto u okviru grupa razvrstanih prema slikama 1 do 4.

Pripadnost grupi je date i na radnom nalogu koji se pojavljuje kao izlaz iz podsistema, grubo terminisanje proizvodnje, što je prikazano na sl. 5.



Slika 5.

Pri radu podsistema upravljanje radnim nalogima i u slučajevima kad treba izvršiti variranje serije testira se u svim radnim nalogima oznaka pa ukoliko se radi o oznaci "4" /sl.4/ onda se može vršiti variranje serije na veću i na manju. Ukoliko je oznaka "3" /sl./ ne može se vršiti variranje serije. Oznaka "2" /sl.2/ znači da se može smanjiti serija ali ne i povećati. Oznaka "1" /sl.1/ znači da seriju možemo samo povećati u odnosu na optimalnu veličinu serije.

Ako se pri terminiranju proizvodnje pojavi da izvestan broj radnih naloga ne može da se rasporedi na određene mašine u određenom vremenu onda se pristupa razdeobi serija, pri tom može biti:

- smanjenje serije, čime se smanjuje trajanje ciklusa,
- podela serije na dva dela i obrada na dvema mašinama.
- povećanje serije nekog komada jer je na drugim komadima smanjena serija pa su izvesni kapaciteti ostali slobodni.

Kod kojih delova je dozvoljeno smanjenje i delanje serije zavisi od ponašanja pripremnih troškova dela odnosno od oznake koju taj deo nosi u matičnom slogu i radnom nalogu. Ako je oznaka "2" ili "1" onda je dozvoljeno smanjenje ili sečenje serije a ako je oznaka "3" onda je dozvoljeno samo povećanje serije.

Ako se posmatraju svi radni nalozi koje treba zajedno propustiti kroz određene kapacitete onda se može zapaziti da jedan broj tih naloga ne trpi nikakve promene količine dok je kod izvesnih naloga to dozvoljeno bez nekih većih promena troškova.

Od ponašanja ukupnih troškova zavisi i primena ključa poručbi-
na odnosno lansmana. Prema prednjem izlaganju jasno je da se u slučajevima oznake "3" mora ići samo na optimalnu seriju dok se pri oznaci "2" može ići na konstantnu količinu lansmana bez nekih većih promena troškova proizvodnje.

Variranje serije je moguće i praktično se radi u uslovima se-

rijske proizvodnje. Uslovi rada i tehnologija krupno serijske, masovne i pojedinačne proizvodnje ne dozvoljavaju nikakve variranja serije.

Literatura

- [1] Pavso Rebić, Određivanje optimalnih serija proizvodnje "Industrijska istraživanja" 2-3/1967.
- [2] Dr D.Stojanović, matematičke metode u ekonomiji preduzeća
- [3] Lagerdisposition mit MINCOS auf IBM system /360.
- [4] V.Marković, R.Todić - Modeli i kontrola zaliha u industrijskim istraživanjima; "Industrijska istraživanja" br. 2/1963.

М. П е р о в и ч

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА СИМУЛЯЦИЕЙ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ

В условиях серийного производства, когда обработка выполняется на машинах определенных не по предмету обработки, а по виду обработки, часто требуется некоторые серии из лансмана увеличить, а некоторые уменьшить, чтобы синхронизировать и быстрее выполнить весь процесс производства.

Варируя для этой цели серии интересно проследить изменение расходов и на основании этого определить и обозначить изделия у которых позволяют вариации серий.

Такое определение величины серии и регулировка производства возможны только в условиях применения вычислительных машин.



