

**INSTITUT MAŠINSKOG FAKULTETA**  
**NOVI SAD, Vladimira Perića-Valtera broj 2, telefon 55-622**

**ZBORNİK SAOPŠTENJA**  
**VII Savetovanja proizvodnog mašinstva**

**Novi Sad, 5-6. V 1971.**

**IV knjiga - UVODNI REFERATI,**  
**KOREFERATI DISKUSIJA,**  
**OPŠTE INFORMACIJE**

**Novi Sad, 1973.**

*INICIJATOR SAVETOVANJA*

*Zajednica jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija  
proizvodnog mašinstva*

*ORGANIZATORI SAVETOVANJA:*

*Institut Mašinskog fakulteta, Novi Sad  
Udruženje proizvođača alata "Alat", Beograd  
Fabrika alata "Jugoalat", Novi Sad  
Poslovno udruženje proizvođača alatnih mašina "PAM", Ada  
Industrija motornih delova i odlivaka "27 mart", Novi Sad*

*POKROVITELJ SAVETOVANJA:*

*Pokrajinska privredna komora, Novi Sad*

*POČASNI ODBOR:*

*Prof. Ž. Čulum, dekan Mašinskog fakulteta, Novi Sad  
Prof. E. Čupić, predsednik Saveta Mašinskog fakulteta, Novi Sad  
Prof. D. Dimković, rektor Novosadskog univerziteta  
S. Dodić, sekretar za industriju Pokrajinske privredne komore  
Novi Sad  
Dj. Gvozdenović, predsednik Pokrajinske privredne komore,  
Novi Sad  
D. Ilijević, predsednik Skupštine opštine, Novi Sad  
Prof. J. Kimer, Mašinski fakultet, Novi Sad  
A. Ladišić, direktor "FAM", Novi Sad  
A. Mora, direktor "POTISJE", Ada  
M. Pajić, direktor LŽTK, Kikinda  
Prof. J. Peklenik, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana  
A. Petronić, direktor "Jugoalat", Novi Sad  
P. Rajkov, direktor "Majevica", Bačka Palanka  
Prof. V. Šolaja, Mašinski fakultet, Beograd, direktor IAMA,  
Beograd*

*ORGANIZACIONI ODBOR:*

- Z. Bešanić, saradnik Saveta za preradu metala i elektroin-*  
*dustriju Pokrajinske privredne komore, Novi Sad*
- N. Čabdarić, sekretar Saveta za preradu metala i elektro-*  
*industriju Pokrajinske privredne komore, Novi*  
*Sad*
- Prof. dr D. Jakšić, direktor Instituta Mašinskog fakulteta,*  
*Novi Sad*
- J. Rekecki, dipl. ing., predavač Mašinskog fakulteta, Novi*  
*Sad*
- J. Stankov, mr. dipl. ing., docent Mašinskog fakulteta, Novi*  
*Sad*
- S. Sekulić, dipl. ing., docent Mašinskog fakulteta, Novi Sad*
- D. Zelenović, dipl. ing., predavač Mašinskog fakulteta, Novi*  
*Sad*

*PRIPREMILI ZA ŠTAMPU:*

- R. Gatalo, dipl. ing.*
- V. Todić, dipl. ing.*



VII Savetovanje proizvodnog mašinstva održano je 5. i 6. maja 1971. godine u Novom Sadu. Nakon prethodnih savetovanja (I u Beogradu 1965. godine, II u Zagrebu 1966. godine, III u Ljubljani 1967, IV u Sarajevu 1968. godine, V u Kragujevcu 1969. godine i VI u Opatiji 1970. godine), Zajednica Jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva po prvi put je poverila organizaciju ove tradicionalne akcije Institutu Mašinskog fakulteta u Novom Sadu.

Tako su uz podršku Pokrajinske zajednice za naučni rad, ovaj VII po redu skup organizovali: Institut Mašinskog fakulteta u Novom Sadu, Udruženje proizvođača alata "ALAT" iz Beograda, Fabrika alata "JUGOALAT" iz Novog Sada, Poslovno udruženje proizvođača alatnih mašina "PAM" iz Ade, te Industrija motornih delova i odlivaka "27 MART", Novi Sad.

Za ovo Savetovanje koje je obrađivalo područja: (I) obrada rezanjem, (II) računari u proizvodnom mašinstvu i (III) materijali u mašinstvu prijavljeno je bilo 76 saopštenja iz instituta, fakulteta i privrednih organizacija. Iz pojedinih područja prispelo je i saopšteno: obrada rezanjem 28, računari u proizvodnom mašinstvu 12 i materijali u mašinstvu 36 saopštenja.

Saopštenja su po oblastima štampana u tri knjige: I knjiga: računari u proizvodnom mašinstvu, II knjiga: materijali u mašinstvu i III knjiga: obrada rezanjem. Poslednja - četvrta knjiga Zbornika sadrži sve ostale materijale Savetovanja koji nisu obuhvaćeni u prve tri knjige.

*U prvom delu se daju informacije o VII Savetovanju, uključujući i spisak učesnika, uvodne i pozdravne reči sa otvaranja te zaključne reči kao i niz drugih podataka.*

*Tri uvodna referata predstavljaju uvodna izlaganja za oblasti koje su razmatrane na Savetovanju.*

*Tako je prof.dr J.Peklenik, dipl.ing., iz Ljubljane, pripremio uvodni referat za oblast računara u proizvodnom mašinstvu, prof dr R.Zgaga, dipl.ing., iz Zagreba, uvodni referat za oblast materijali u mašinstvu a doc. S.Sekulić, dipl.ing., iz Novog Sada, uvodni referat za oblast obrade rezanjem.*

*Nakon toga daju se dva koreferata pripremljena za Savetovanje iz oblasti materijala u mašinstvu.*

*U poslednjem delu daju se tekstovi diskusija autorizovanih prema magnetofonskom zapisu: ukupno je izneto 28 diskusija ( 15 iz prvog, 7 iz drugog, 6 iz trećeg područja).*

*Organizacioni odbor veruje da materijal iznet kroz četiri knjige Zbornika VII Savetovanja potvrđuje da su naši stručnjaci, kroz ovo i dosadašnja savetovanja, dokazali da daju vidan doprinos razvoju naučne misli i njene primene u proizvodnom mašinstvu Jugoslavije.*

*Organizacioni odbor podseća da će se sledeće VIII Savetovanje proizvodnog mašinstva održati u Ljubljani, uz napomenu da će se isto održati u junu mesecu 1973. godine (umesto ranije predviđenog termina u septembru 1972. godine) sa predviđenim oblastima: (I) NC mašine alatke, (II) alatne mašine, (III) grupna tehnologija.*

*Organizacioni odbor se posebno izvinjava svim učesnicima VII Savetovanja, zbog zakašnjenja ove - četvrte knjige, koje je usledilo u znatnom zbog tehničko-finansijskih razloga, a delimično zbog zakašnjenja autorizovanih diskusija pojedinih učesnika.*

*Novi Sad, aprila 1973.godine*

**ORGANIZACIONI ODBOR  
VII SAVETOVANJA**

## S a d r ž a j :

Strana

Informacija o VII Savetovanju proizvodnog mašinstva .....	1
Spisak učesnika VII Savetovanja .....	7
Otvaranje Savetovanja .....	15
• Uvodna reč Prof.dr D.Jakšića .....	15
• Pozdrav Dj.Gvozdenuvića, predsednika Pokrajinske privredne komore SAP Vojvodine .....	17
• Pozdrav A.Petronića, direktora "Jugolata", Novi Sad .....	18
Završne reči .....	21
• Pozdrav D.Zelenovića, dipl.ing., prodekana Mašinskog fakulteta Novog Sad .....	21
• Zaključna reč doc.S.Sekulića, dipl.ing. ....	22
Uvodni referati .....	23
• J.Peklenik: Upotreba računara u tehnološkim procesima (original na Slovenačkom jeziku i prevod) ..	23
• R.Zgaga: Materijali u mašinstvu .....	71
• S.Sekulić: Obrada rezanjem .....	86
Koreferati .....	105
• N.Malešević: Prijedlog simbolizacije toplinskih obrada aluminijskih slitina .....	105
• J.Pirš: Diskusija na savetovanju - oblast materijali u mašinstvu .....	110
D i s k u s i j a .....	121
(a) Računari u proizvodnom mašinstvu: (V.Milačić, E.Platovšek, M.Majcen, V.Šolaja, D.Jakšić, B.Gligorić, M.Perović) .....	121

(b) Materijali u mašinstvu: (L.Kabrić, N.Malešević, B.Devedžić, J.Rodić, M.Novosel) .....	136
(c) Obrada rezanjem: (I.Molnar, F.Dusman, M.Jovičić, H.Muren, V.Šolaja (više puta), R.Mitrović, S.Sekulić, D.Ni- kolić, S.Zahar, R.Milisavljević, A. Perić, D.Vukelja, J.Stanić, Z.Seljak, N.Majdandžić, <u>završni osvrt</u> V.Šola- je) .....	152
Pismena diskusija Z.Nikića .....	165



VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

INFORMACIJA O VII SAVETOVANJU PROIZVODNOG MAŠINSTVA

VII Savetovanje proizvodnog mašinstva održano je u sredu i četvrtak 5. i 6. maja 1971. godine u sali bioskopa "Arena" u Novom Sadu.

Program Savetovanja bio je sledeći:

05.05.1971.:

- 9,00 - Otvaranje Savetovanja
- 10,00 - Uvodni referat o saopštenjima iz oblasti
  - Računari u proizvodnom mašinstvu -
  - (Prof.Dr. Janez Peklenik, dipl.ing., Ljubljana)Referat je pročitao Mr Seljak Zoran, dipl.ing.
- 10,45 - Diskusija po 12 saopštenja
- 16,00 - Uvodni referat o saopštenjima iz oblasti
  - Materijali u mašinstvu -
  - (Prof.Dr. Ranko Zgaga, dipl.ing., Zagreb)
- 17,00 - Diskusija po 37 saopštenja
- 19,30 - Prijem za učesnike

06.05.1971.:

- 9,00 - Uvodni referat o saopštenjima iz oblasti
  - Obrada rezanjem -
  - (Doc. Sava Sekulić, dipl.ing., Novi Sad)
- 10,45 - Diskusija po 28 saopštenja
- 16,00 - Poseta fabrikama "Jugoalat" i "27 mart" kao i Institutu Mašinskog fakulteta u Novom Sadu.

VII Savetovanje proizvodnog mašinstva je, 5. maja u 9,15 časova u prisustvu oko 300 učesnika i gostiju, otvorio u ime organizatora i organizacionog odbora direktor Instituta Mašinskog fakulteta Prof. Dr Dušan Jakšić, dipl.ing. Tom prilikom pozdravio je sve učesnike VII Savetovanja i goste. Posebno je pozdravio goste iz Sovjetskog Saveza i Madjarske.

U nastavku je izrazio radost što je Institut Mašinskog fakulteta u Novom Sadu domaćin ovoga skupa te nakon toga dao nekoliko činjenica koje čine značajnim održavanje ovog Savetovanja, i poželeo svim učesnicima prijatan boravak u Novom Sadu.

Zatim je Savetovanje pozdravio drug Djordje Gvozdrenović, predsednik Pokrajinske privredne komore Vojvodine, te predstavnik industrije Vojvodine A. Petronić, direktor fabrike "Jug alat" u Novom Sadu.

Prva radna sednica počela je 5.05.1971. godine u 10 časova uvodnim referatom iz područja Računari u proizvodnom mašinstvu. U ime autora prof. dr Janeza Peklenika, dipl.ing., redovnog profesora Fakulteta za strojništvo u Ljubljani, referat je pročitao mr Seljak Zoran, dipl.ing. iz Instituta za strojništvo u Ljubljani.

Ovoj sednici je predsedavalo radno predsedništvo u kojem su se nalazili: prof. Kun Ladislav, dipl.ing., vanredni profesor Mašinskog fakulteta u Novom Sadu, dr Vladimir Milačić, vanredni profesor Mašinskog fakulteta u Beogradu, saradnik Instituta za alatne mašine i alate u Beogradu, docent Aristid Perić, dipl.ing., saradnik Zavoda za alatne mašine, alate i mjernu tehniku u Sarajevu i mr Zoran Seljak, dipl.ing., saradnik Instituta za strojništvo, Ljubljana.

Posle uvodnog referata iz područja Računari u proizvodnom mašinstvu u diskusiji su redom učestvovali:

Prof.dr Vladimir Milačić, dipl.ing., Beograd  
Edvard Platovšek, dipl.ing., Maribor  
Prof.Marko Majcen, dipl.ing., Zagreb  
Prof. Vladimir Šolaja, dipl.ing., Beograd  
Prof. dr Dušan Jakšić, dipl.ing., Novi Sad  
Doc.mr Branko Gligorić, dipl.ing., Beograd, Kragujevac  
Milan Perović, dipl.ing.Kragujevac

Popodnevna sednica počela je u 16,00 časova uvodnim referatom iz područja Materijali u mašinstvu. Uvodni referat podneo je prof.dr Ranko Zgaga, vanredni profesor Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Zagreb.

Sednici je predsedavalo radno predsedništvo koje su sačinjavali: prof. dr Binko Musafia, dipl.ing., profesor Mašinskog fakulteta u Sarajevu, saradnik Zavoda za alatne mašine, alate i mjernu tehniku Sarajevo, doc. dr Branislav Devedžić, dipl.ing., iz Odeljenja Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, prof. dr Jože Pirš, dipl.ing., Strojarski fakultet Rijeka, i prof. dr Ranko Zgaga, dipl.ing., Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb.

Posle uvodnog referata iz područja Materijali u mašinstvu u diskusiji su redom učestvovali:

Doc. mr Luciano Karbić, dipl.ing., Zagreb  
Prof.Niko Malešević, dipl.ing., Zagreb  
Prof.dr Jože Pirš, dipl.ing., Rijeka  
Doc.dr Branislav Devedžić, Kragujevac  
Jože Rodič, dipl.ing., Ravne  
Doc.M.Novosel, dipl.ing.Zagreb

Time je prvi dan VII Savetovanja završen i to oko 18,30 časova.

U četvrtak 6. maja 1971. godine pre podne počela je u 9,00 časova treća radna sednica Savetovanja uvodnim referatom iz područja Obrada rezanjem.

Uvodni referat podneo je doc. Sava Sekulić, dipl.ing., Mašinski fakultet Novi Sad, saradnik Instituta Mašinskog fakulteta u Novom Sadu.

Ovoj sednici je predsedavalo radno predsedništvo koje su sačinjavali: prof.Vladimir Šolaja, dipl.ing., redovni profesor Mašinskog fakulteta u Beogradu, direktor Instituta za alatne mašine i alate u Beogradu, prof. dr Hinko Muren, dipl.ing., redovni profesor Fakulteta za strojništvo u Ljubljani, Institut za strojništvo Ljubljana, doc.mr Jelena Stankov, dipl.ing., Mašinski fakultet Novi Sad, saradnik Instituta Mašinskog fakulteta u Novom Sadu, te doc.Sava Sekulić, dipl.ing.

Nakon uvodnog referata iz područja Obrada rezanjem u diskusiji su redom učestvovali:

Ivan Molnar, dipl.ing., Rijeka  
Doc.mr Federico Dusman, dipl.ing., Zagreb  
Doc.mr Milenko Jovičić, dipl.ing., Beograd  
Prof.dr Hinko Muren, dipl.ing., Ljubljana  
Prof.Vladimir Šolaja, dipl.ing., Beograd (više puta)  
Ratko Mitrović, dipl.ing., Kragujevac  
Doc.Sava Sekulić, dipl.ing., Novi Sad  
Mr Dragomir Nikolić, dipl.ing., Beograd  
Svetislav Zahar, dipl.ing., Kragujevac  
Radovan Milisavljević, dipl.ing., Kragujevac  
Doc.Aristid Perić, dipl.ing., Sarajevo  
Doc. dr Dušan Vukelja, dipl.ing., Beograd, Sarajevo  
Doc.mr Joko Stanić, dipl.ing., Beograd  
Doc.Mr. Zoran Seljak, dipl.ing., Ljubljana  
Niko Majdančić, dipl.ing., Slavonski Brod

Na kraju je kraći rezime iz ove oblasti dao prof. Vladimir Šolaja, dipl.ing. Pri tome je prof. Šolaja informisao učesnike da će se sledeće VIII Savetovanje proizvodnog mašinstva održati, po odluci Zajednice jugoslovenskih naučno-istraživačkih institucija iz oblasti proizvodnog mašinstva, u oktobru mesecu 1972. godine u Ljubljani u organizaciji Fakulteta za strojništvo, sa temama:

1. NC - alatne mašine
2. Alatne mašine (problematika alatnih mašina, delova, opreme, remonta, tačnosti kvaliteta i sl.).

U ime organizatora Instituta Mašinskog fakulteta kao i u ime Mašinskog fakulteta, Savetovanje je zatim pozdravio Dragutin Zelenović, dipl.ing., prodekan Mašinskog fakulteta Novi Sad.

Na kraju je doc.Sava Sekulić, dipl.ing., dao završni ostvrt na VII Savetovanje proizvodnog mašinstva i zaključio Savetovanje.

Istoga dana posle podne (6. maja 1971.) u 16,00 časova organizovane su posete u dve vrlo značajne fabrike u Novom Sadu ("Jugoalat" i "27 mart") kao i poseta Institutu Mašinskog fakulteta u Novom Sadu.

Najveći broj učesnika opredelio se za posetu fabrici "Jugoalat" - 66 učesnika, dok se za posetu fabrici "27 mart" opredelilo 28 učesnika. Institut Mašinskog fakulteta posetilo je 17 učesnika.

Prvog dana uveče predsednik Privredne komove Vojvodine drug Djordje Gvozdenović priredio je za sve učesnike i goste VII Savetovanja, koktel u Hotelu "Park". Osim toga, prvog dana Savetovanja u pauzi između dva zasedanja organizovan je razgovor na temu:

- osnovni problemi industrije Novog Sada
- mogućnost primene istraživačkih radova saopštenih na VII Savetovanju u proizvodnim procesima novosadske industrije
- organizacija istraživačkog rada i učešće industrije.

Razgovor je organizovao predsednik Komisije za privredu Skupštine opštine Novi Sad, drug Franja Gosarić.

U razgovoru su uzeli učešća istaknuti naučni radnici sa jugoslovenskih fakulteta i iz instituta, kao i predstavnici privrede.

Drugog dana Savetovanja, nakon prepodnevne sednice, od strane predsednika Pokrajinske privredne komore Djordja Gvozdenovića, organizovan je razgovor pod nazivom "Okrugli sto" sa temom:

- mogućnosti i značaj primene rezultata objavljenih radova na VII Savetovanju proizvodnog mašinstva za privredu SAP Vojvodine i SFR Jugoslavije kao i primena računara u tehnologiji proizvodnje SAPV i SFRJ
- tendencije razvoja pojedinih naučnih oblasti, koje su sačinjavale predmet VII Savetovanja, sa osvrtom na potrebna ulaganja u cilju eksploatacije rezultata istraživačkog rada na tom području u privrednim organizacijama.

U razgovoru su takodje uzeli učešća istaknuti naučni radnici sa jugoslovenskih fakulteta i instituta kao i predstavnici privrede.

SPISAK UČESNIKA NA VII SAVETOVANJU PROIZVODNOG MAŠINSTVA

Za Savetovanje je ukupno prijavljeno, zajedno sa gostima, 332 proizvodna stručnjaka.

Na osnovu dole sastavljenog spiska učesnika daje se tablica pregleda učesnika po republikama i po vrsti radne organizacije.

Republika	Ukupan broj	Privreda	Ostalo
Bosna i Hercegovina	42	39	3
Crna Gora	-	-	-
Hrvatska	46	21	25
Makedonija	4	4	-
Slovenija	15	8	7
Srbija	140	54	86
UKUPNO:	247	126	121

Pri tome je privreda sa jedna strane, a instituti i prosveta sa druge strane. Treba napomenuti da je oko 51% učesnika iz privrede.

S P I S A K

prisutnih učesnika na VII Savetovanju proizvodnog mašinstva

1. Andjelić R. Viša tehnička škola Novi Sad
2. Artuković Ivan, dipl.ing. Prvomajska Zagreb
3. Ajhinger Tomislav, dipl.ing. Željezara Sisak
4. Alempijević Dragutin, dipl.ing. Prva petoletka Trstenik
5. Antonijević Milovan, dipl.ing. Energoinvest Sarajevo
6. Avramović Radoslav, dipl.ing. Metalurški kombinat Smederevo
7. Azinović Dominko, dipl.ing. "R.Čajavec" Banja Luka

8. Bajagić Mičo, dipl.ing.	Energoinvest	Lukavica
9. Baličević Nikola	Metalurški komb.	Smederevo
10. Balotić Duško, dipl.ing.	Energoinvest	Lukavica
11. Banjanin Borislav, dipl.ing.	Industrija motora	Rakovica
12. Bogdanov Ivan	Fabrika al.mašina	Skopje
13. Bašić Mirko	Unis	Bugojno
14. Bašić Akif	Unis	Bugojno
15. Bacinger Josip, dipl.ing.	Ljevaonica	Varaždin
16. Brnjić Danko, dipl.ing.	Energoinvest	Sarajevo
17. Buha Blagoje, maš.ing.	Energoinvest	Sarajevo
18. Bogdanović Miodrag, dipl.ing.	Crvena zastava	Kragujevac
19. Babin mr Nikola, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
20. Bajić Stevan	Fabrika kotr.lež.	Temerin
21. Banjac Dragan, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
22. Bukurov Žarko, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
23. Cvetković Živojin, ing.tehn.	Elmos	Svetozarevo
24. Cvejcin Dušan	Zavod za kom.izgr.	Novi Sad
25. Cebalo Roko, dipl.ing.	Jugoturbina	Karlovac
26. Čulum Živojin	Mašinski fakultet	Novi Sad
27. Černiček Ištvan	Zavod za kom.izgr.	Novi Sad
28. Čegar Pane	Mašinski škol.cen.	Novi Sad
29. Čolić Dušan	Metaloprer.škola	Novi Sad
30. Čihorić Miroslav	Energoinvest	Lukavica
31. Čupić Evgenije, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
32. Davidović Sreten, maš.tehn.	Energoinvest	Sarajevo
33. Dičko Milenko, dipl.ing.	Jugoturbina	Karlovac
34. Dragić Miodrag, dipl.ing.	Fabrika opreme	Bor
35. Doberšek Danilo, dipl.ing.	TAM	Maribor
36. Dimitrijević Jovo	Fabrika al.mašina	Novi Sad
37. Devedžić dr Branislav, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Kragujevac
38. Despić Marko	Garant	Futog
39. Došen Vojin	Petar Drapšin	Novi Sad
40. Dimić mr Milan, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
41. Djukin Zorka, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
42. Džigurski Branko, dipl.ing.	Autokaroserija	Novi Sad



43. Eman Kornel, dipl. ing.	Institut za al.mašine i alate	Beograd
44. Erk Franjo, dipl. ing.	OLT	Osijek
45. Fenjac Ivan	Fabrika al.mašina	Novi Sad
46. Gerasimov Aleksandar, dipl. ing.	Fabr.al.mašina	Skopje
47. Granić Slobodan, dipl. ing.	Energoinvest	Lukavica
48. Gojković Vlado, tehničar	Energoinvest	Lukavica
49. Glavaš Jakov, dipl. ing.	Energoinvest	Lukavica
50. Gajić Nikola, dipl. ing.	Dj.Djaković	Sl.Brod
51. Gornik Boris		Zagreb
52. Gligorić mr Branko, dipl. ing.	Institut za al.mašine i alate	Beograd
53. Gajović Vladimir	Mašinski fakultet	Beograd
54. Grujić Mihajlo	Fabrika kotr.ležaja	Temerin
55. Gulić Miloš, dipl. ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
56. Gatalo Ratko, dipl. ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
57. Galović Djura, maš. ing.	Institut MF	Novi Sad
58. Hadžimuratović Remzija, dipl. ing.	Jelšingrad	Banja Luka
59. Hošek Franjo	Viša tehn.škola	Novi Sad
60. Hercigonja dr Ivo, dipl. ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
61. Ivković Rade, tehničar	Energoinvest	Lukavica
62. Ivanova Ginka, dipl. ing.	Energoinvest	Lukavica
63. Indof Janez, dipl. ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
64. Japelj Janko, mašin. ing.	Tvornica hladilnikov	Škofja Loka
65. Jašarbegović Smail, dipl. ing.	Prvomajska	Zagreb
66. Jovanović Rajko, dipl. ing.	Industrija motora	Rakovica
67. Janić Branko	Metaloprer.škola	Novi Sad
68. Janjić Milkan	Fabrika al.mašina	Novi Sad
69. Janoši Jene, dipl. ing.	Potisje	Ada
70. Jovičić Jovica	Mašinski škol.centar	Novi Sad
71. Jarić Marija, dipl. ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
72. Jovičić mr Milenko, dipl. ing.	Institut za al.maš.	Beograd
73. Jelatancev Rastislav, dipl. ing.	Institut za al.str.	Zagreb
74. Janković Dimitrije	Tehnološki fakultet	Novi Sad
75. Jakšić dr Dušan, dipl. ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
76. Jovanović Dragoslav, dipl. ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad

77. Krkekić Slobodan	Fabrika al.mašina	Novi Sad
78. Kajganić Dragan,maš.tehn.	Prva iskra	Barič
79. Kovjanić Mirko,dipl.ing.	Tvornica "Jadran"	Zagreb
80. Kilalić Sead,dipl.ing.	Energoinvest	Sarajevo
81. Kovjanić Miloš,dipl.ing.	Željezara	Sisak
82. Kuzmanović Gojko	Unis	Bugojno
83. Kandić Miodrag,dipl.ing.	Goša	Smeđ.Palanka
84. Koprana Miroslav,dipl.ing.	Rudi Čajavec	Banja Luka
85. Kožuh Jože, dipl.ing.	Litostroj	Ljubljana
86. Kalajdžić Milisav,dipl.ing.	Institut za al.maš.	Beograd
87. Korićanac Radisav, dipl.ing.	Institut za al.maš.	Beograd
88. Kuzman Karl,dipl.ing.	Fakultet strojništva	Ljubljana
89. Katavić Ivo,dipl.ing.	Strojarski fakultet	Rijeka
90. Karbić mr Luciano,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
91. Kosec mr Ladislav,dipl.ing.	Metalurški institut	Ljubljana
92. Kalenić Aleksandar	Inženjering biro	Novi Sad
93. Križnar Mara	Sekr.za indus.SAP	Novi Sad
94. Kolundžija Marko	Pokr.veće nar.tehnike	Novi Sad
95. Kun Ladislav, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
96. Kasaš Imre, dipl.ing.	Institut MF	Novi Sad
97. Ludajić Dušan	Pobeda	Novi Sad
98. Lazarević Momčilo,dipl.ing.	Rudi Čajavec	Banja Luka
99. Lazarević mr Marko,dipl.ing.	Visoka tehn.škola	Zagreb
100. Lazarić Josip,dipl.ing.	Prvomajska	Raša
101. Lazić Miloš,maš.ing.	Prva iskra	Barič
102. Lemaher Ernest,dipl.ing.	Institut za al.str.	Zagreb
103. Lučić Miodrag,maš.ing.	Crvena zastava	Kragujevac
104. Lazin Vojin	Bačkaprojekt	Novi Sad
105. Marenče Jože,dipl.ing.	Litostroj	Ljubljana
106. Mužević Ivan,dipl.ing.	Željezara	Sisak
107. Metikoš Miloš,dipl.ing.	Željezara	Sisak
108. Milovanović Nebojša	Jugodent	Novi Sad
109. Maksimović Mirko,dipl.ing.	Ind.prec.mehanike	Beograd
110. Marjanović Milenko,maš.ing.	Tvornica trans.uredj.	Tuzla
111. Mujezinović Alija,maš.ing.	Tvornica trans.uredj.	Tuzla
112. Milić Rade	Energoinvest	Sarajevo

113. Musafia dr Binko,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Sarajevo
114. Majić Vencel, dipl.ing.	Energoinvest	Lukavica
115. Mitić Draško, dipl.ing.	Energoinvest	Lukavica
116. Mitković Vladimir	Mašinski fakultet	Sarajevo
117. Majcen Marko	Fakultet strojarstva	Zagreb
118. Milosavljević Branislav	Mašinska industrija	Niš
119. Marjanović Mirko, dipl.ing.	Elmos	Svetozarevo
120. Malešev Miloš	27 mart	Novi Sad
121. Mamužić	Zavod za kom.izgr.	Novi Sad
122. Mandić Dragiša	Mašinski fakultet	Beograd
123. Markov Petar,dipl.ing.	Viša šk.za org.rada	Novi Sad
124. Malešević Niko	Fakultet strojarstva	Zagreb
125. Milosavljević Branko	FAM	Novi Sad
126. Medvedec Rudolf,dipl.ing.	OKI	Zagreb
127. Milojević Božo, ing.	Energoinvest	Lukavica
128. Molnar Ivan,dipl.ing.	Viša ped.škola	Rijeka
129. Milačić dr Vladimir,dipl.ing.	Institut za al.maš.	Beograd
130. Majdančić Niko,dipl.ing.	Dj.Djaković	Sl.Brod
131. Margić Slavko,dipl.ing.	Strojarski fakultet	Rijeka
132. Marković Živadín,dipl.ing.	Crvena zastava	Kragujevac
133. Mitrović Ratko,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Kragujevac
134. Milosavljević Radovan,dipl.ing.	Crvena zastava	Kragujevac
135. Muren dr Hinko,dipl.ing.	Institut za strojništvo	Ljubljana
136. Mihajlović dr Dragica,dipl.ing.	Tehn.metalurš.fak.	Beograd
137. Mihajlović dr Aleksandar,dipl.ing.	"B.Kidrić"	Vinča
138. Mitić Božidar, dipl.ing.	Tehnički fakultet	Niš
139. Manojlović Jovan	Pokr.inspekt.rada	Novi Sad
140. Mandić Jovan,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
141. Mladenović Dimitrije,dipl.prav.	Mašinski fakultet	Novi Sad
142. Marković Mirjana,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
143. Novak Milan,dipl.ing.	Prvomajska	Zagreb
144. Nikolić Miroslav	Majevisa	B.Palanka
145. Nalbantić Faruk,dipl.ing.	Energoinvest	Sarajevo
146. Nedeljković Milan,dipl.ing.	Institut za al.maš.	Beograd
147. Novosel Mladen,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
148. Nikić Zoran,dipl.ing.	Viša tehn.škola	Čačak

149. Nikolić Dragomir,dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
150. Ostrogonac Tibor	Fabrika al.mašina	Novi Sad
151. Oljača Nenad,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
152. Oljača Milena,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
153. Popović Predrag	Tehnički fakultet	Niš
154. Pindović Vaso,dipl.ing.	Industrija motora	Rakovica
155. Paštar Trivun,dipl.ing.	Energoinvest	Sarajevo
156. Petrovski Živko	Fabrika al.mašina	Skoplje
157. Popadić Dušan,maš.ing.	Prva petoljetka	Trstenik
158. Petrović Branimir	Metalurški institut	Smederevo
159. Pavić Anto, ing.	Jugoturbina	Karlovac
160. Pavić Milan,dipl.ing.	Energoinvest	Lukavica
161. Platovšek Edvard,dipl.ing.	TAM	Maribor
162. Polik Drago,tehnolog	Jelšingrad	Banja Luka
163. Pribilović Hubert,maš.ing.	Energoinvest	Sarajevo
164. Prezić Benijan,dipl.ing.	Energoinvest	Sarajevo
165. Polla-Tajder Ljerka,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
166. Pejak Petar, dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
167. Pavlović dr Miroslav	Tehnički fakultet	Niš
168. Perić Aristid,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Sarajevo
169. Perović Milan,dipl.ing.	Crvena zastava	Kragujevac
170. Pšeničnik Jože,dipl.ing.	Željezara	Ravne
171. Pir dr Jože, dipl.ing.	Strojarski fakultet	Rijeka
172. Popadić Magali,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
173. Pavlović Branislav,dipl.ing.	Crvena zastava	Kragujevac
174. Podgornik dr Anton,dipl.ing.	Fakultet za tehnologiju	Ljubljana
175. Pejić Milovan	TMD	Novi Sad
176. Pantelić Ilija,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
177. Puljizević Mira,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
178. Radojković Sveta	Mašinska industrija	Niš
179. Radović Milovan,dipl.ing.	Prva petoletka	Trstenik
180. Ribić Ljubomir,dipl.ing.	Industrija motora	Rakovica
181. Radanović Milutin,dipl.ing.	Željezara	Sisak
182. Rimski Mita	Mašinski škol.centar	Novi Sad
183. Rodić Jože,dipl.ing.	Željezara	Ravne

184. Reisner Janez,dipl.ing.	Zavod za riz.mater.	Ljubljana
185. Reich Valter,dipl.ing.	Institut za al.str.	Zagreb
186. Rezinger Anton,dipl.ing.	Željezara	Jesenice
187. Rekecki Jožef,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
188. Santo Franja	27 mart	Novi Sad
189. Stojkov Vujadin	B.Sekulić	Sombor
190. Stanković Kosara,dipl.ing.	Viša tehn.škola	Novi Sad
191. Stanković Vidoje,dipl.ing.	Visoka tehn.škola	Zagreb
192. Simić Miroslav	Metalurški kombinat	Smederevo
193. Softić Fadil,dipl.ing.	Energoinvest	Lukavica
194. Spasić Žarko,dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
195. Sofronić Aleksandar,dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
196. Smolej Anton,dipl.ing.	Fakultet za tehnolo- giju	Ljubljana
197. Stančec Rudolf,dipl.matem.	Fakultet strojarstva	Zagreb
198. Slavić Marija,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
199. Stanić mr Joko,dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
200. Seljak mr Zoran,dipl.ing.	Fakulteta za strojn.	Ljubljana
201. Stupnišek Mladen,dipl.ing.	Prvomajska	Zagreb
202. Sekulić Sava,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
203. Stankov mr Jelena,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
204. Stanić Bogdan,dipl.ing.	Metaloprer.škola	Novi Sad
205. Sirbu Mara, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
206. Šijački Sima,dipl.ing.	Industrija motora	Rakovica
207. Šidjanin Laposava,dipl.ing.	Mašinski škol.centar	Novi Sad
208. Šešlija	Majevisa	B.Palanka
209. Šolaja Vladimir,dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
210. Šenk Ivan,dipl.ing.	Naftagas	Novi Sad
211. Šovljanski Djordje,dipl.ing.	Autokaroserija	Novi Sad
212. Šoti Ferenc	Pokr.zavod za cene	Novi Sad
213. Šaponjić Momčilo,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
214. Šešić Života, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
215. Šosberger Stevan, ing.	Institut MF	Novi Sad

216. Trimčev Kliment	Fabrika al.mašina	Skoplje
217. Tatalović Mile,dipl.ing.	Fabrika opreme	Bor
218. Tanović Enver,maš.ing.	Tvorn.tran.uredj.	Tuzla
219. Topličić Aleksandar,dipl.ing.	Prva petoletka	Trstenik
220. Tuček Enver,ing.	Jelšingrad	Banja Luka
221. Tomašević Milan,dipl.ing.	Institut za al.maš.	Beograd
222. Turina dr Srećko,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
223. Tijanić Miodrag,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
224. Teodorović Vladislav,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
225. Todić Miloš, dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
226. Tatić Nedeljko,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
227. Ugrenović Vlado,dipl.ing.	Jelšingrad	Banja Luka
228. Urošević Dobrosav,maš.tehn.	OLT	Osijek
229. Urošević Sreten,dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
230. Ugarak Božo, ing.	Institut MF	Novi Sad
231. Vuković Mirko, dipl.ing.	Energoinvest	Lukavica
232. Vulcanović Vojislav,dipl.ing.	Viša šk.za org.rada	Novi Sad
233. Velikić Zdravka, prof.	Maš.škol.centar	Novi Sad
234. Vranješ Zlatosav	B.Sekulić	Sombor
235. Vujović mr Vlado,dipl.ing.	Institut za al.stro- jeve	Zagreb
236. Vukelja dr Dušan,dipl.ing.	Institut za al.maš. i alate	Beograd
237. Vlahović Dobrašin,dipl.ing.	Željezara	Sisak
238. Validžija Nikola,dipl.ing.	Jugoalat	Novi Sad
239. Vukovojac Vojislav	Viša tehn.škola	Novi Sad
240. Zgaga dr Ranko,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb
241. Zahar Svetislav,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Kragujevac
242. Zega Aleksandar,dipl.pravnik	Mašinski fakultet	Novi Sad
243. Zelenović Dragutin,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
244. Zamurović Olga,dipl.ing.	Mašinski fakultet	Novi Sad
245. Žiković Nenad,dipl.ing.	Mašinski škol.centar	Novi Sad
246. Ždrnja Milan	Pokr.inspek.rada	Novi Sad
247. Žukić mr Slavoljub,dipl.ing.	Fakultet strojarstva	Zagreb

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

OTVARANJE SAVETOVANJA

Prof.dr D.Jakšić, direktor IMF

Drugarice i drugovi,

dozvolite mi da u ime kolektiva Instituta Mašinskog fakulteta u Novom Sadu, otvorim VII Savetovanje proizvodnog mašinstva. Imam prijatnu dužnost da pozdravim sve učesnike VII Savetovanja i naše goste. Posebno, dozvolite da pozdravim goste iz Sovjetskog Saveza i Madjarske.

Posebno mi je drago što smo domaćini ovakvog skupa iz uže oblasti mašinstva, čiji stalni porast daje značajne stručne i naučne priloge, što omogućuje brže usvajanje nauke i opšti progres našeg društva.

Pri tome valja istaći bitne činjenice koje čine ova savetovanja značajnim, a to su:

- prelazak sa poluindustrijskog na napredno industrijsko društvo
- značaj i mesto metalnog kompleksa čije učešće iznosi jednu trećinu ukupne industrijske proizvodnje
- udeo proizvodnog mašinstva u realizaciji ostalih industrijskih grana kao što su: prehrambena industrija, hemija, poljoprivreda - koje se ne mogu ni zamisliti bez baze - proizvodnog mašinstva
- ekspanzija novog prilaza proizvodnom mašinstvu preko uvođenja računara u procese obrade
- i upravljanja proizvodnjom.

Mesto i uloga naučnog i razvojnog napora spregnutog sa privredom u jedinstvenu celinu.

Dosadašnje procese u proizvodnom mašinstvu karakteriše veliki broj zaposlenih i dosta niska produktivnost rada. Ovo zaostajanje se može odagnati samo novim prilazom ovoj oblasti kao fundamentalnim, što bi samo bilo dovoljno da opravda potrebu održavanja ovakvih savetovanja.

Ako pogledamo područje Vojvodine gde se održava ovo Savetovanje, po obimu odmah iza prehrambene industrije dolazi proizvodno mašinstvo zatim hemija, tekstil itd.

Strogo uzevši proizvodno mašinstvo i u ovim granama ima ogroman udeo. Ovo se naročito ogleda u korišćenju automatizacije u proizvodnom mašinstvu kao i u drugim industrijskim granama. Nije daleko vreme kada se smatralo da je automatizacija vezana samo za domen elektrotehnike i elektronike. Danas je već svima jasno da oblast automatizacije ima fundamentalni značaj baš u proizvodnom mašinstvu.

Proizvodno mašinstvo treba da daje takve mašine i uređaje, koji će ne samo u toj oblasti nego i u drugim oblastima, povećati produktivnost, zamenom čoveka i njegovog neposrednog rada.

Ovi zadaci posebno stoje pred VII Savetovanjem proizvodnog mašinstva, a koji dobija svoje mesto u uvodjenju računara u upravljanju mašinama i procesima.

Vojvodina je posebno zainteresovana za ovu oblast industrije i radi toga što je poznato da je Vojvodina zauzimala vidno mesto u Jugoslaviji na ovom polju.

Da bi se ostvario znatniji napredak, potrebno je stvoriti kadrovsku bazu, naročito za uvodjenje automatizacije odnosno numeričke obrade u proizvodnom mašinstvu.



Dovoljno je da spomenem da na Mašinskom fakultetu u Novom Sadu postoji stalan treći stepen nastave za upravljanje ekonomskim i tehničkim sistemima. Ovo će proširiti osnovu delovanja, ne samo u Vojvodini, već i na širem području naše zemlje i dovesti do proširenja integracionih zahvata u industriji i privredi kao celini.

Upravo ovo daje posebni pečat VII Savetovanju na području na kojem se održava.

Svakako da će ovom progresu doprineti pored radova, izmena mišljenja, iskustava i sastanaka "okruglog stola", što smo pokušali kroz organizaciju da ostvarimo.

Molim da nas opravdate ako i pored svih nastojanja da sve bude dobro organizovano, ipak bude propusta koji će biti naše slabosti koje ćemo zajedničkim snagama da otklonimo.

Na kraju bih vam pozeleo plodan rad, i da prijatno provedete vreme u našem poznatom gostoljubivom gradu Novom Sadu.

Djordje Gvozdinović, predsednik Privredne komore  
SAP Vojvodine

Drugarice i drugovi, dragi gosti,

Posebno se radujem što mi se ukazala prilika da u ime Pokrajinske privredne komore pozdravim sve učesnike ovog eminentnog skupa.

Sama činjenica da se VII Savetovanje proizvodnog mašinstva održava u Novom Sadu, predstavlja pre svega priznanje već afirmisanoj tradiciji metaloprerađivačke delatnosti u Vojvodini.

U metalnoj industriji Vojvodine ima 70 radnih organizacija sa oko 35 hiljada radnika, a učestvuju sa 21 procenata u ukupnoj

industrijskoj proizvodnji. Po obimu proizvodnje ispred ovih grana nalazi se samo prehranbena industrija, što je razumljivo s obzirom na razvijenu poljoprivrednu proizvodnju na ovom području.

Mi smo uvek sa posebnom pažnjom pratili razvoj metalne industrije, jer u zavisnosti od njenog stepena razvoja zavisi i razvoj ostalih industrijskih grana i privrednih oblasti.

Sumirajući rezultete naučno-istraživačkog rada u periodu između dva savetovanja, očekujemo da ćete i ovoga puta dati snažan podstrek za primenu naučnih dostignuća u svakodnevnu praksu radnih organizacija i da će i ovo savetovanje doprineti još čvršćem povezivanju nauke i prakse.

Želeo bih još jednom da u ime privrede Vojvodine i Pokrajinske privredne komore pozdravim sve učesnike i organizatore ovog Savetovanja i da vam poželim mnogo uspeha u radu.

Aleksandar Petronić, predstavnik industrije,  
direktor "Jugoalata" - Novi Sad

Drugovi i drugarice,

Ljubaznošću organizatora pružena mi je prilika da pozdravim učesnike ovog značajnog skupa i želeći iskreno pun uspeh i plodne rezultate iznesem mišljenje i iskustva naše fabrike u oblastima koje su predmet vašeg razmatranja, uveren da su to i mišljenja svih fabrika metalnog kompleksa Vojvodine.

Područje Vojvodine, kao što je poznato, ima razvijenu tradiciju u oblasti prerade metala, tradiciju koja se neguje i danas, što je s obzirom na stanje sirovinske baze i energetike sasvim razumljivo.

Razvoj metalne industrije Vojvodine vezan je svakako vrlo usko sa razvojem celokupne jugoslovenske industrije, no medjutim, iz poznatih razloga period izmedju 1956. i 1960-te godine je jedan period u kome je ta industrija doživela jedan ozbiljan zastoj. Etapu bržeg razvoja ove grane u našoj Pokrajini predstavlja period posle reforme od kada je u neprekidnom i ozbiljnom usponu.

Danas ovu industriju, koja čini blizu četvrtine ukupne vojvodjanske industrije određuju značajni elementi sadržani u činjenici da ona daje značajan deo proizvodnje jugoslovenskih alatnih mašina, osetan deo proizvodnje alata najvećeg stepena obrade i tačnosti, delova za motore, vodovodne armature, fittinge, radijatore, kablove, elektromotore i značajan deo sivoga a naročito temperliva u Jugoslaviji.

Sadašnji trenutak vojvodjanske metalne industrije označavaju novi koncentrisani napori ka bržem i efikasnijem razvoju.

Ovde smatram za posebno značajnu činjenicu postojanje i razvoj Mašinskog fakulteta u Novom Sadu koji je prebolejši normalne dečije bolesti svoga početka, osetno ojačan i pokazao značajne istraživačke potencijale za koje vezujemo i optimizam naše industrije u svom daljem razvoju, potpuno svesni da tempo tog razvoja zavisi skoro isključivo od brzine uključivanja nauke u proizvodne procese.

Na primeru "Jugoalat"-a pokušaću da prikazem to uključivanje nauke u proizvodne procese koje već predstavlja jednu realnu stvarnost.

Poznata je činjenica da naša fabrika ima razvijene odnose sa institutima za alatne mašine u Beogradu i Zagrebu, da u zajednici sa Institutom Mašinskog fakulteta u Novom Sadu u ovom trenutku radi četiri istraživačka projekta, u čiju su realizaciju paritetno uključeni inženjeri fabrike.

Ovde moram napomenuti još jedno pitanje koje sigurno predstavlja pitanje koraka razvoja, a to je pitanje kadrova. U tom smislu postoji tesna saradnja između naše fabrike i Mašinskog fakulteta u Novom Sadu, što mi smatramo da nije dovoljno i da tu saradnju treba proširiti i na ostale mašinske fakultete u zemlji u pogledu osavremenjivanja nastavnih procesa, odabiranja tema za seminarske i diplomske radove i tako dalje.

Siguran, da izneti primeri i rešenja predstavljaju samo jedan i to vrlo mali deo u nizu napora koji sve više postaju praksa, ali realno gledano svi ovi primeri predstavljaju još uvek samo prethodne korake, samo embrion čije efekte treba u znatnoj meri očekivati onda kada steknu pravo građanstva i postanu svakodnevni radni običaji.

U tom cilju smatram da ovakva savetovanja, pa i ovo VII Savetovanje proizvodnog mašinstva u Novom Sadu treba da dá svoje efekte i u ime kolektiva "Jugoalat"-a i u ime metalne industrije Vojvodine ja pozdravljam sve učesnike Savetovanja i želim vam puno uspeha u radu.

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

ZATVARANJE SAVETOVANJA

Predavač Dragutin Zelenović, dipl.ing., prodekan Mašinskog fakulteta u Novom Sadu

Na kraju Savetovanja kome smo prisustvovali juče i danas, mislim da delimo svi ocene koje je izrekao prof. Šolaja o onome što smo ovde čuli.

Mislim, takodje da se može reći, da je tematika koja je razmatrana, tri osnovna područja, bila vrlo interesantna, -naročito mogu da kažem da je interesantna za područje na kome mi radimo, za industriju koja je organizator ovog Savetovanja u Vojvodini. Mislim takodje da treba naglasiti da su, traženja, koja su kroz referate istaknuta od posebnog značaja za razvoj proizvodnog mašinstva i takodje mislim da bi trebalo reći da ostaje veliki problem i veliko pitanje na kome mi moramo dalje raditi, pitanje prenošenja i primene svih ovih rezultata koji su ovde dati u praktičnim proizvodnim procesima, za koje znamo u kakvom se stanju nalaze i za koje znamo da manje ili više još uvek ne daju potrebne i dovoljne efekte.

Organizator Savetovanja - Institut Mašinskog fakulteta i pokrovitelj Savetovanja - Pokrajinska privredna komora i naš grad u celini, Opštinska skupština su se potrudili da ovo Savetovanje i sa strane forme zadovolji sve ono što treba. Potrudili smo se da pripremimo ono što je bilo moguće. Bilo je sigurno tu dosta onoga što nismo uspeli da uradimo i nadamo se da ste ovih dva dana proveli u našem gradu prijatno.

Ja takodje mislim da ćemo ovu godinu do sledećeg savetovanja upotrebiti na dalja traženja, na dobijanje novih rezultata i na pomoć koju industrija sve više od nas očekuje.

Mi imamo situaciju u Vojvodini, a mislim da je ta situacija uopšte danas u Jugoslaviji, da se na istraživački rad, za potrebe istraživačkog rada, za potrebe privrede preko toga - sve više izdvaja sredstava, sve više ulaže i sa te strane mislim da možemo konstatovati da će taj razvoj ići dalje tako.

U to ime i u ime organizatora, naročito u ime naše - Instituta Mašinskog fakulteta ja vas sve pozdravljam i nadam se da ćemo se u ovom broju ili još većem broju, što bi trebali vi da preuzmete na sebe, videti na savetovanju u Ljubljani iduće godine.

Docent Sava Sekulić, dipl.ing., Novi Sad

Posle dnodnevnog rada došao je momenat da pristupimo zaključivanju ovog našeg Savetovanja. Mislim da ću podeliti mišljenja svih prisutnih da na ovom Savetovanju, koje po obimu zaista prevazilazi sva dosadašnja, smo imali prilike da čujemo vrlo velik broj interesantnih saopštenja iz sve tri naučne oblasti koje je ono tretiralo.

Nakon plodne diskusije koja je usledila, prvenstveno u poslednje dve grupe referata, izveštavam sve učesnike da će u vidu četvrte knjige Zbornika savetovanja dobiti kompletan materijal sa ovih naših radnih sednica.

Na kraju bih hteo da se u ime organizatora zahvalim gostima, učesnicima, autorima i da im poželim da nas na našim narednim savetovanjima još više posećuju i aktivno učestvuju u njihovom radu.

Na kraju zaključujem ovo Savetovanje i očekujem što veći odziv na naše naredno Savetovanje u Ljubljani.

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971

J. PEKLENIK \*

UPORABA RAČUNALNIKOV V TEHNGLOŠKIH PROCESIH

Splošno o pomenu krmilnih računalnikov v sistemih tehnoloških procesov .

Uporaba digitalnih procesnih računalnikov v krmiljenju tehnoloških procesov je doživela v zadnjih nekaj letih pomemben vzpon. Digitalni računalnik postaja zaradi možnosti vsestranskih aplikacij, hitrosti obdelave podatkov in zanesljivosti bistveni del krmilnih sistemov pri kontinuiranih in diskretnih industrijskih procesih. Nove zahteve in prijeme pri reševanju kompleksnih krmilnih nalog si danes komaj še lahko zamišljamo brez računalnika, ki odpira nove možnosti pri avtomatizaciji proizvodnih procesov .

Vlogo procesnih računalnikov v bodočem industrijskem razvoju kaže slika 1 , na kateri je prikazano število instaliranih procesnih računalnikov za obdobje od 1968 do 1975, in sicer za evropska, in svetovna merila. V 7 letih se bo njihovo število v Evropi povečalo za 10-krat, na svetu pa za približno 17-krat.

Nedvomno bo potrebno tudi pri nas začeti posvečati tem vprašanjem veliko več pozornosti in vlagati resne napore in sredstva v raziskovalno in razvojno delo na teh sistemih. Le tako bo omogočeno naši industriji, da bo začela uvajati te vrste avtomatizacije in krmilnih principov. V nasprotnem primeru se bo že obstoječa tehnološka vrzel med nami in industrijsko razvitimi državami še naprej nedopustno večala.

Področja uporabe procesnih računalnikov v producijskih, energetskih in drugih tehnoloških sistemih so izredno široka. Direktno digitalno krmiljenje sistemov za proizvodnjo naftnih derivatov, cevni transport derivatov in kontrola zaključkov, je eno od področij, kjer se je procesni računalnik industrijsko najprej uveljavil. Pomembno področje procesnega krmiljenja predstavlja tudi proizvodnja železnih in neželeznih kovin ter nadaljnja predelava ingotov v polizdelke s pomočjo kontinuirnega liva, vročega in hladnega valjanja itd. V novejšem času se procesni računalniki v vedno večji meri

---

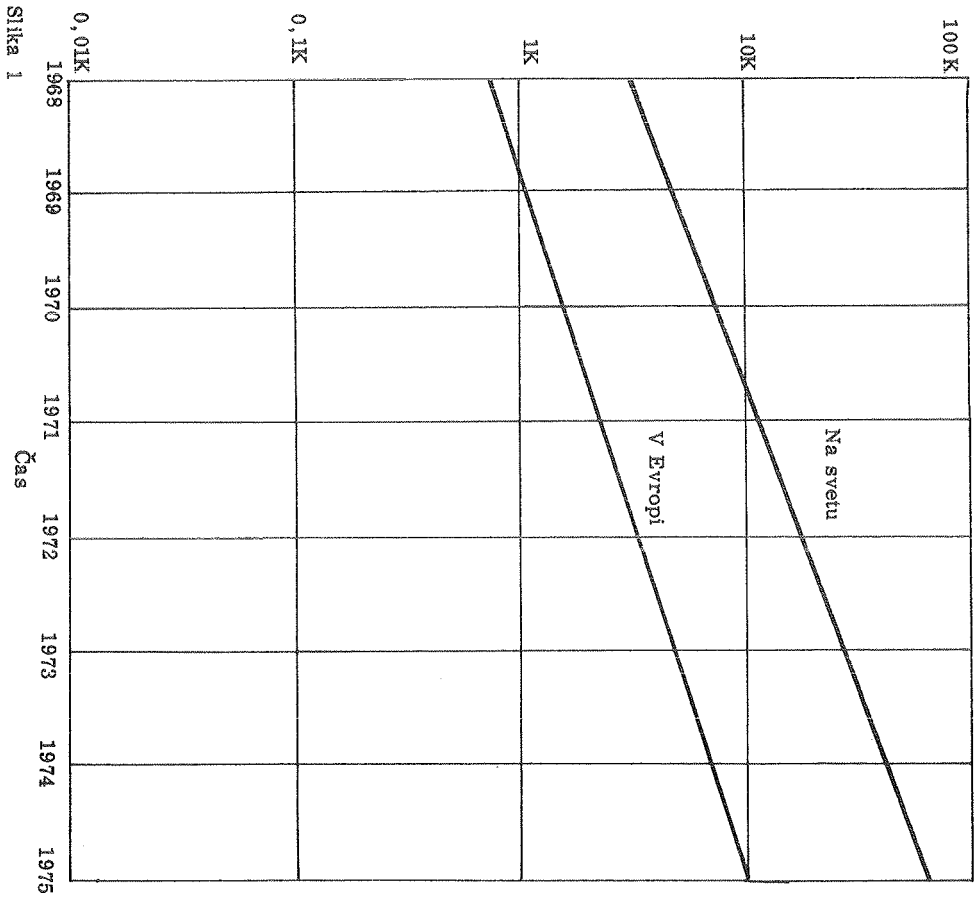
\*

Prof. dr. habil. J. Peklenik, dipl. ing. redni profesor Fakultete za strojništvo v Ljubljani, predstojnik katedre za kibernetiko in obdelovalne sisteme

\*\*

Objava predstavlja pregledni referat na VII. Svetovanju proizvodnog mašinstva v Novem Sadu 1971.

### Število instaliranih procesnih računalnikov



SIKA 1



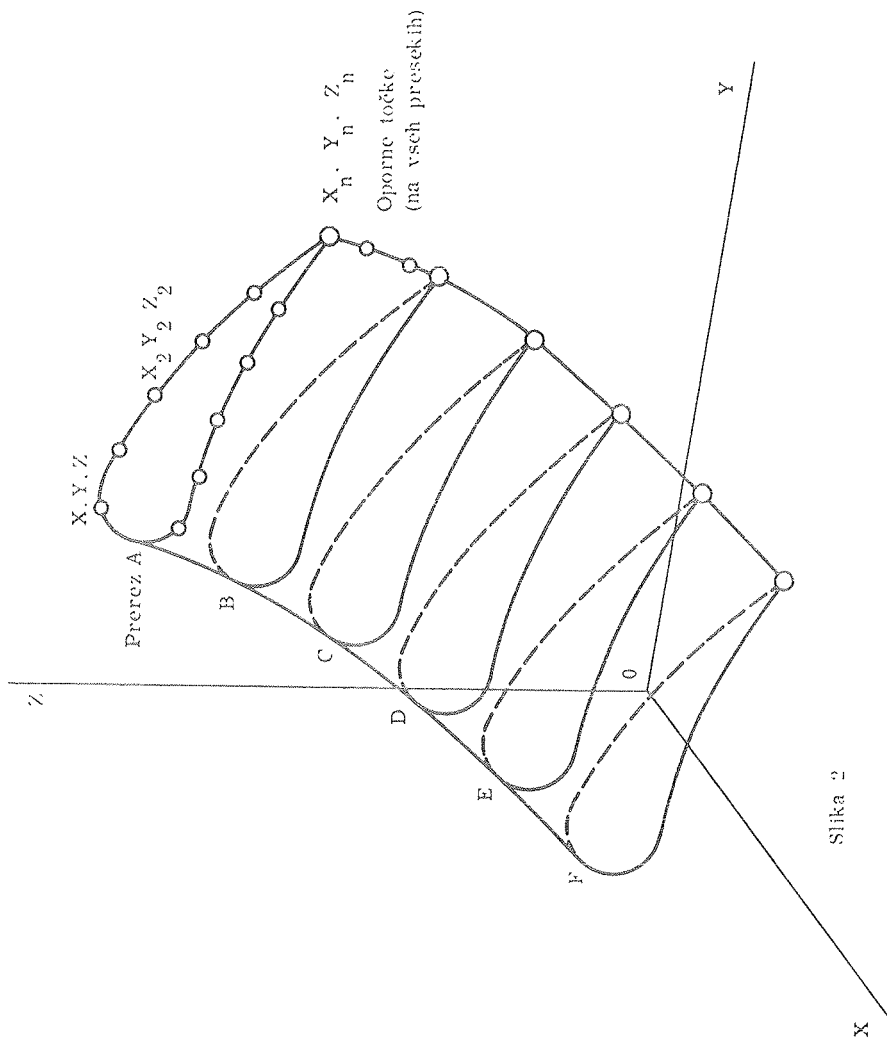
Uveljavljajo pri krmiljenju energetskih sistemov za proizvodnjo in razdeljevanje električne energije. Poseben pomen v tej zvezi pripada razvoju digitalne krmilne tehnologije nuklearnih reaktorjev kot bodočih nosilcev virov energije.

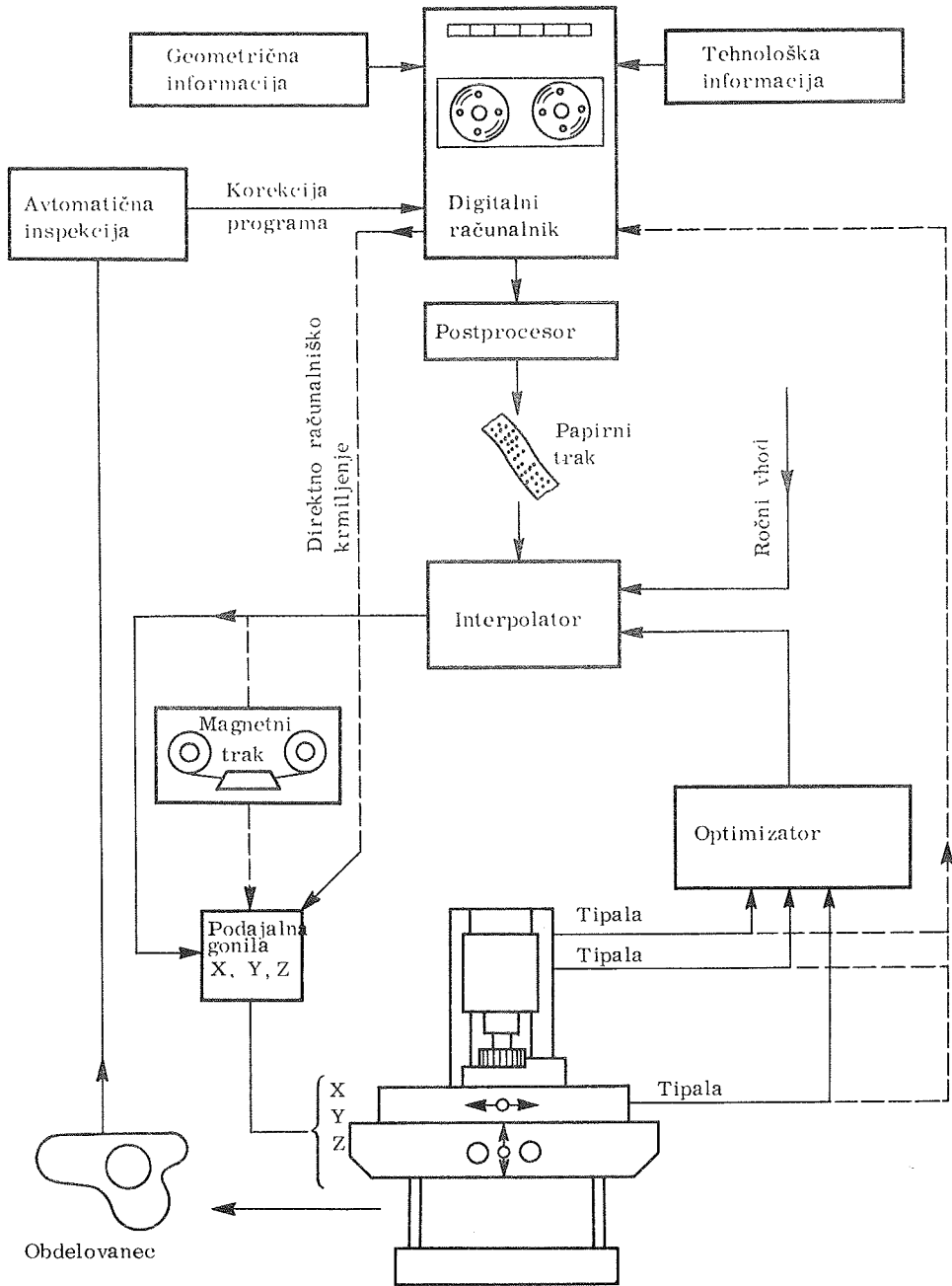
Tudi druge industrije surovin npr. proizvodnja cementa, papirja, gumija, plastičnih materialov itd. pospešeno uvajajo računalnike v regulacijske sisteme teh tehnoloških procesov.

Z razvojem numerično krmiljenih obdelovalnih sistemov (okrog leta 1950) je prodrli specialni digitalni računalnik neposredno v proizvodnjo sestavnih delov strojev in naprav. Numerično krmiljeni sistemi (NC-sistemi) so se uveljavili posebno v individualni in maloserijski proizvodnji, kot npr. v letalski industriji, industriji obdelovalnih strojev, industriji električnih strojev, motorjev in turbin ter industriji gradbenih, tekstilnih in rudarskih strojev. Geometrične oblike obdelovancev, kot npr. turbinske lopatice, nosilci letalskih kril s posebnimi profili, prostorske oblike orodij za odlivanje, štancanje, okrovi, vzvodja itd. se aproksimirajo z opornimi točkami, ki so definirane v obdelovalnem prostoru s koordinatami:

$$x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2 \dots x_k, y_k, z_k \dots x_n, y_n, z_n,$$

kot je prikazano na sliki 2. Te geometrične informacije se skupaj z drugimi tehnološkimi podatki prenesejo s pomočjo splošnega digitalnega računalnika na nosilec informacij, ki je lahko luknjani ali magnetni trak. Tako pripravljene informacije predstavljajo vhodno referenčno funkcijo, ki služi za krmiljenje obdelovalnega sistema. Poti med posameznimi referenčnimi točkami se interpolirajo s posebnim stalno programiranim računalnikom - interpolatorjem. Na sliki 3., ki podaja osnovne elemente numerično krmiljenega obdelovalnega sistema, je razvidno mesto obeh računalniških sistemov. Postopni digitalni računalnik, ki izvaja izračune referenčnega nosilca informacij, se poslužuje geometričnih in tehnoloških informacij, ki so primerno shranjene na zunanjih pomnilnikih. Za programiranje tega računalnika je potreben poseben usmerjeni jezik, npr. APT, EXAPT ali drugi. Referenčni nosilci informacij se v "post procesorju" prilagodijo na pogoje in konstrukcijske parametre obdelovalnega sistema, na katerem se bo referenčni luknjani trak uporabljal. Te informacije se dovajajo interpolatorju, ki neposredno vpliva na gonilne elemente podajalnega podsistema. Izgotavljeni obdelovanec se lahko avtomatično izmeri.





Slika 3

Ti rezultati se dajo uporabiti za korekcijo osnovnega programa,

Digitalni računalnik za splošno rabo se v vedno večji meri uporablja za direktno digitalno krmiljenje obdelovalnih sistemov. Ta element prevzame tudi vlogo interpolatorja in post procesorja ter optimizatorja sistema. Razvojne tendence v krmilni tehniki jasno nakazujejo tudi smer, da bo digitalni računalnik prevzel osrednjo vlogo pri upravljanju integriranih numerično krmiljenih obdelovalnih sistemov.

Slika 4. prikazuje kot primer centralnega krmiljenja štirih skupin numerično krmiljenih obdelovalnih strojev s pomočjo računalniškega sistema IBM 360/30 ( 1 ). Ta izvedba kaže, da računalnik za splošno uporabo lahko prevzame neposredno funkcijo krmiljenja proizvodnje z diskretnimi karakteristikami.

Numerično krmiljeni sistemi v prikazani konfiguraciji se nanašajo predvsem na avtomatizacijo obdelave zahtevanih geometričnih oblik obdelovancev, ki se na obdelovalnem stroju definirajo z diskretnim ali kontinuiranim pozicioniranjem orodja, menjav orodja in obdelovancev, vpenjanje in transport med posameznimi operacijami itd.

Pomemben korak v nadaljnjem razvoju avtomatiziranih obdelovalnih sistemov predstavlja razvoj adaptivnega krmiljenja in optimiranja teh sistemov. Rešitev tega problema pa ultiativno zahteva sprotno razpoznavanje obdelovalnih procesov, ki je možno le na osnovi statističnih modelov ( 2 ). Procesnemu digitalnemu računalniku pripada na tem mestu posebna vloga in si brez njega uspešne rešitve ni mogoče več zamišljati.

Iz teh uvodnih pripomb je razvidno, da pripada digitalnemu procesnemu računalniku, kakor tudi digitalnemu računalniku za splošno uporabo v bodočem razvoju industrijske krmilne tehnike in avtomatizacije vodilno mesto. V naslednjih izvajanjih bomo obravnavali splošno veljaven model procesnega krmilnega sistema s procesnim in splošnim računalnikom ter ustrezna vprašanja v zvezi z razvojem in konstrukcijo teh sistemov.

Koncept računalniškega krmiljenja industrijskih procesov

Iz naštetih primerov procesnih krmilnih sistemov procesnimi in običajnimi digitalnimi računalniki je možno razviti enotni koncept sistema in ga prikazati v obliki blokovnega diagrama. Ta diagram bo prikazal najvažnejše module sistema in njihovo povezavo.



S tem bo omogočeno boljše razumevanje krmilne strukture in problematike pri konstrukciji in aplikaciji tako avtomatiziranih proizvodnih objektov v industriji.

Na sliki 5. je podan poenostavljen blokovni diagram krmiljenja proizvodnega procesa. Postroj ali določen stroj, ki izvaja proces, sestoji iz določenega števila podsistemov. Ti imajo nalogo realizirati določene fizikalne in geometrične parametre, ki jih proces zahteva, npr. pozicije, hitrosti, dovajanje potrebne energije, premike delovnih organov, pretok materiala itd. Z materialom, ki ga procesu dovajamo, predstavljajo ti parametri družino procesnih vhodov. Ti dejansko proizvajajo določen proces in s tem oblikujejo družino izhodnih parametrov proizvoda ali proizvodnje. Da ta sistem lahko zvezno proizvaja zahtevane izhode, obstajajo zveze med procesom in posameznimi podsistemi postroja. Proces in postroj predstavljata torej sklenjen sistem, kjer je postroj glede na proces na mestu povratne zveze. Obe seštevalni točki na vходу v proces predstavljata integracijo posameznih parametrov podsistemov s fizikalnimi lastnostmi vhodnega materiala  $E$ , geometrično konfiguracijo vhodnega materiala  $\mathcal{R}$  in drugimi njegovimi lastnostmi.

Krmilni del procesnega upravljanja sistema v principu sestoji iz dveh delov in sicer:

1. kontrole podsistemov postroja po procesnem referenčnem programu, ki ga zahteva izvajanje proizvodnega procesa glede na izhodne parametre in
2. adaptivna krmiljenja sistema, ki na osnovi sprotnega razpoznavanja procesa in njegovega optimiranja korigira nekatere parametre v posameznih podsistemi, ne da bi pri tem spre-nenil zahtevane izhodne parametre proizvoda.

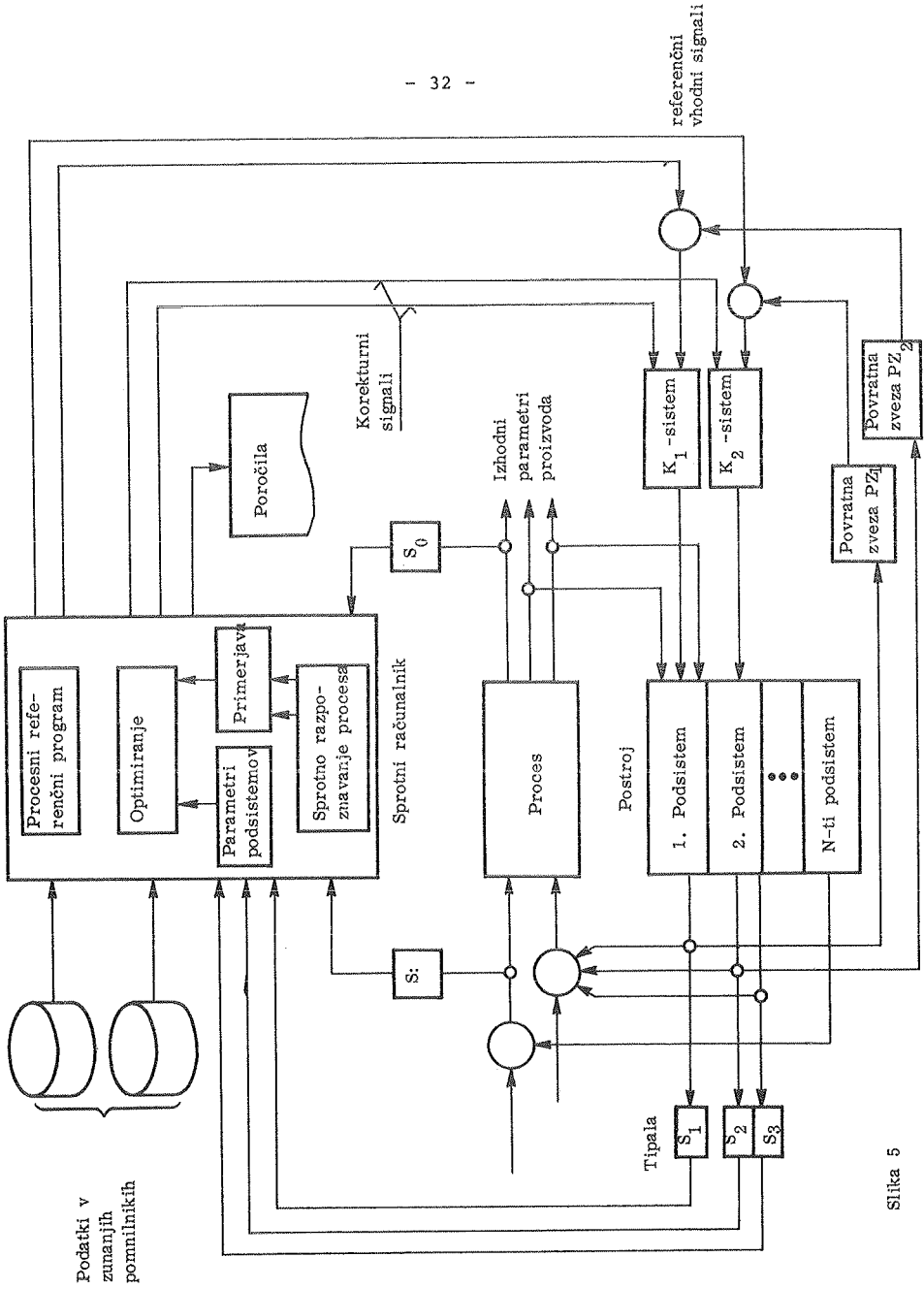
Krmiljenje podsistemov po procesnem referenčnem programu, ki ga proizvajajo digitalni računalnik s pomočjo zunanjih nizov podatkov in primernih formalnih programov, se izvaja v krmilnih sistemih  $K_1, K_2, \dots, K_n$ . Ti vplivajo na posamezne podsisteme tako, kot to zahtevajo referenčni vhodni signali. Dejansko stanje parametrov podsistemov se ugotavlja s pomočjo povratnih zvez  $PZ_1, PZ_2, \dots, PZ_n$ , ki sklenejo enote sistema (seštevalno točko, K-sistem, podsistem ali breme) v sklenjeno celoto.

Računalnik proizvaja serijo referenčnih vhodnih signalov, ki se dovajajo v seštevalni element. Razlika med dejanskim stanjem parametrov podsistema in referenčnim signalom predstavlja pogrešek, ki vpliva na krmilni sistem in preko njega na ustrezni

podsystem. Pripomniti je treba, da se v novejšem času zaradi zanesljive konstrukcije krmilnih sistemov in prenašanja informacij v vedno večji meri uveljavljajo odprti krmilni sistemi, kjer povratnih zvez ni.

Adaptivna kontrola proizvodnega sistema zahteva v prvi vrsti procesno razpoznavanje. To pomeni, da je potrebno proces opisati s posebnim modelom oziroma parametri tega modela, če je njegova struktura poznana. V drugem primeru je pa možno razpoznavanje s prenosnimi funkcijami. Razpoznavanje procesa se mora vršiti, če se ta zaradi raznih vplivov spreminja v določenih časovnih intervalih med njegovim potekom. Naloga razpoznavanja procesov je torej tudi v tem, da ugotovi, ali ta poteka v okviru predvidenih optimalnih pogojev.

Razpoznavnih metod je več. Ena najzahtevnejših je metoda sprotnega določanja prenosnih funkcij pri procesih z izrazito verjetnostnim značajem. V tem primeru se zahteva merjenje določenih stohastičnih funkcij na vhodu in izhodu, ki se izvrši istočasno. S pomočjo teh informacij se izračunajo korelacijske funkcije oziroma njihove Fourierjeve transformacije - energijski spektri. Na sliki 5. sta nakazana kot primer dva senzorja  $S_1$  in  $S_0$ , ki merita vhodne in izhodne funkcije nekega parametra, ki se po času slučajnostno spreminja. Te informacije se prenašajo v procesni digitalni računalnik v vrednotenje energijskih spektrov, oz. korelacijskih funkcij. Izračunana prenosna funkcija  $|\Phi(\omega)|^2$  opiše trenutne prenosne lastnosti procesa in s tem identificira sam proces. Tako določena prenosna funkcija se primerja z modelno prenosno funkcijo. Določitev modelne prenosne funkcije predstavlja običajno težaven problem, ki ga je bilo možno rešiti pri odrezovalnem procesu z obširnimi eksperimentalnimi raziskavami in z upoštevanjem vhodnih korelacijskih funkcij za nekatere lastnosti materiala. Modelno prenosno funkcijo, ki se glede na obrabo orodja, dinamične lastnosti obdelovalnega sistema in druge faktorje spreminja, se zvezno optimira po določeni strategiji. Primerjava med optimirano modelno prenosno funkcijo in merjeno prenosno funkcijo določa algoritem adaptivnega krmiljenja, ki vpliva na del krmilnega sistema  $K_1, K_2 \dots K_n$ . To pomeni, da korekturni signali vplivajo na krmilne sisteme posameznih podsystemov postroja toliko časa, dokler dejanska prenosna funkcija ni identična z modelno in ni performančni indeks sistema dosežen. Potrebne informacije o spremembah vhodnih parametrov procesa, ki ji sledijo iz njihove kontrole, se ugotavljajo s senzorji  $S_1$ ,



Slika 5



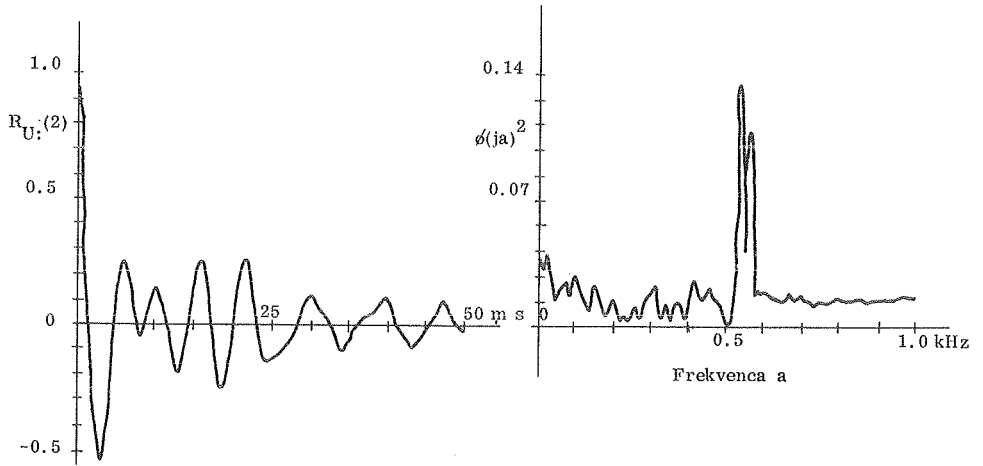
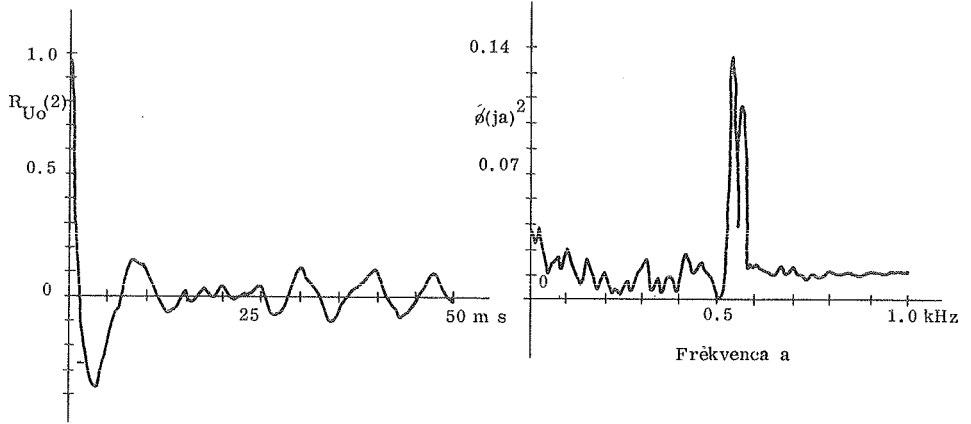
$S_2 \dots S_n$ . Ti signali se prenašajo v sprotni računalnik in upoštevajo pri formiranju kontrolnih signalov adaptivne regulacije.

Kot primer za opisano metodiko sprotnega razpoznavanja procesa z izrazito slučajnostnimi vhodnimi in izhodnimi karakteristikami naj navedemo proces odrezavanja kovin. Zaradi kompleksne fizike pretvorbe materiala in separacije odrezka od generirane površine se doslej ni posrečilo razviti veljavnega teoretičnega modela tega procesa. Z uvedbo koncepta hkratnega merjenja energij na vходу in izhodu procesa, ki predstavljajo stohastične funkcije časa, je bilo mogoče opisati ta proces s prenosnimi funkcijami, ( 4, 5 ). Na sliki 6 a in b sta prikazani korelacijski funkciji vhodnih in izhodnih energij, ki služita kot potrebni informaciji za izračun prenosne funkcije rezalnega procesa, slika 6 c. V tej zvezi je potrebno pripomniti, da zahteva izračun prenosne funkcije Fourierjevo transformacijo korelacijskih funkcij, to je energijskih spektrov, katero računalnik tudi izvede. Na sliki 6 te funkcije niso podane.

V zvezi z razpoznavanjem procesov je potrebno pripomniti, da so v nekaterih primerih teoretični modeli procesov znani. Določijo se na osnovi fizikalnih zakonov in učinkov med posameznimi elementi procesa.

Pri formulaciji procesnega modela je potrebno upoštevati vrsto vidikov, ki določajo namen avtomatiziranja procesa, tip procesa, omejitve delovnega območja postroja in procesnih pogojev ter klasifikacijo vhodnih parametrov. Pomembno vlogo pri razvoju teoretičnega modela igrajo zunanje motilne veličine in šumi ( 6 ).

Kompleksni sistem procesnega krmiljenja pa zahteva tudi razvoj strategije optimiranja sistema, ko so znani parametri razpoznavanja ter podani stroški za investicije, obratovanje in vzdrževanje sistema. Namen optimiranja industrijskega postroja s procesnim računalnikom je predvsem v tem, da se do maksimuma izkoristi proizvodni sistem pri minimalnih stroških proizvodnje. Literatura obravnava vrsto analitičnih metod za optimiranje, kot npr. linearno in nelinearno programiranje, sistematične metode površinskega odgovora in dinamično programiranje. V določenih primerih se uporablja tudi Pontriaginov princip maksimuma ter variacijski račun ( 7 ). Digitalni sprotni računalnik lahko po vnaprej programirani strategiji optimira performančni indeks in uvede



Slika 6

adaptivno krmiljenje sistema.

Posebni pomen pri procesnem krmiljenju s sprotnim računalnikom imajo programski jeziki. Sprotni računalnik splošnega tipa, ki ga uporabljamo za izračun referenčnega programa in za neposredno digitalno krmiljenje, zahteva običajno poseben jezik. Pri avtomatizaciji obdelovalnih sistemov se je v ZDA in deloma tudi v Evropi uveljavil sistem APT. Ta upošteva predvsem geometrijo obdelovalincev. V Evropi se je pa vse močnejše začel uveljavljati programski sistem EXAPT, ki vsebuje poleg geometričnih tudi tehnološke definicije. Tudi v drugih avtomatiziranih postrojih s procesnim krmiljenjem so se razvili posebni jeziki za izdelavo referenčnih programov, ki upoštevajo specifičnosti poteka procesa glede na programiranje.

Procesni digitalni računalnik se v nasprotju s splošnimi računalniki prosto programirajo z usmeritvijo na posamezno nalogo. Naloga procesnih računalnikov je izredno kompleksna in sega od zajemanja podatkov, razpoznavanja procesa, vodenje obratovalnega modela do optimizacije sistema. Veliko število informacij se mora racionalno predelati in sicer tako, da se funkcijski programi realizirajo v takoimenovanem realnem času.

Izdelovalci procesnih računalnikov razvijajo problemsko usmerjeni jezik in sistemske programe na nivoju kompilatorja. Tako obstaja za nadzor in vodenje obratovalnih sredstev programski sistem BICEPS (Basic Industrial Control Engineering Programming System) od General Electric in PROSPRO (Process Supervisory Program) od IBM.

#### Kriteriji za izbiro procesnega krmiljenja

Pri avtomatizaciji industrijskega procesa je potrebno upoštevati nekaj kriterijev, ki vplivajo na izbiro posameznih enot sistema ter njegovo obratovalno sposobnost in performančni indeks. V tej zvezi so pomembni naslednji faktorji: procesna periferna oprema, sistemi za obdelavo podatkov, zanesljivost sistema ter investicijski stroški.

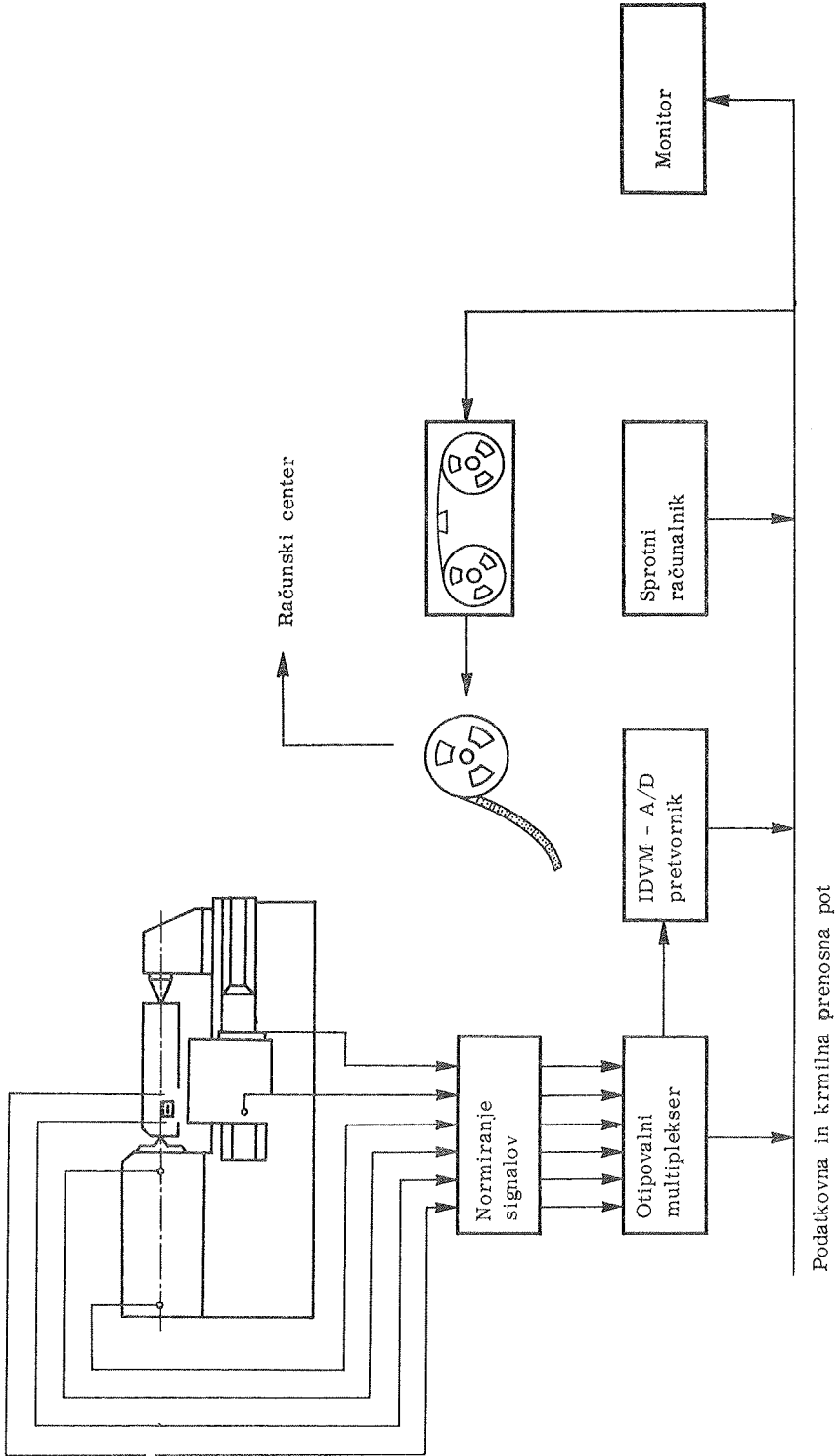
Izbira enot sistema je odvisna predvsem od strukture instrukcij. Na centralno enoto se postavljajo velike zahteve glede na učinkovitost prekinitev in kanalov za prenos informacij s periferno opremo. Manj važna sta računalniška hitrost in velikost pomnilnikov.

S pomnilniki kapacitete 32 K je možno pri optimalni strukturi instrukcij krmiliti že velike objekte.

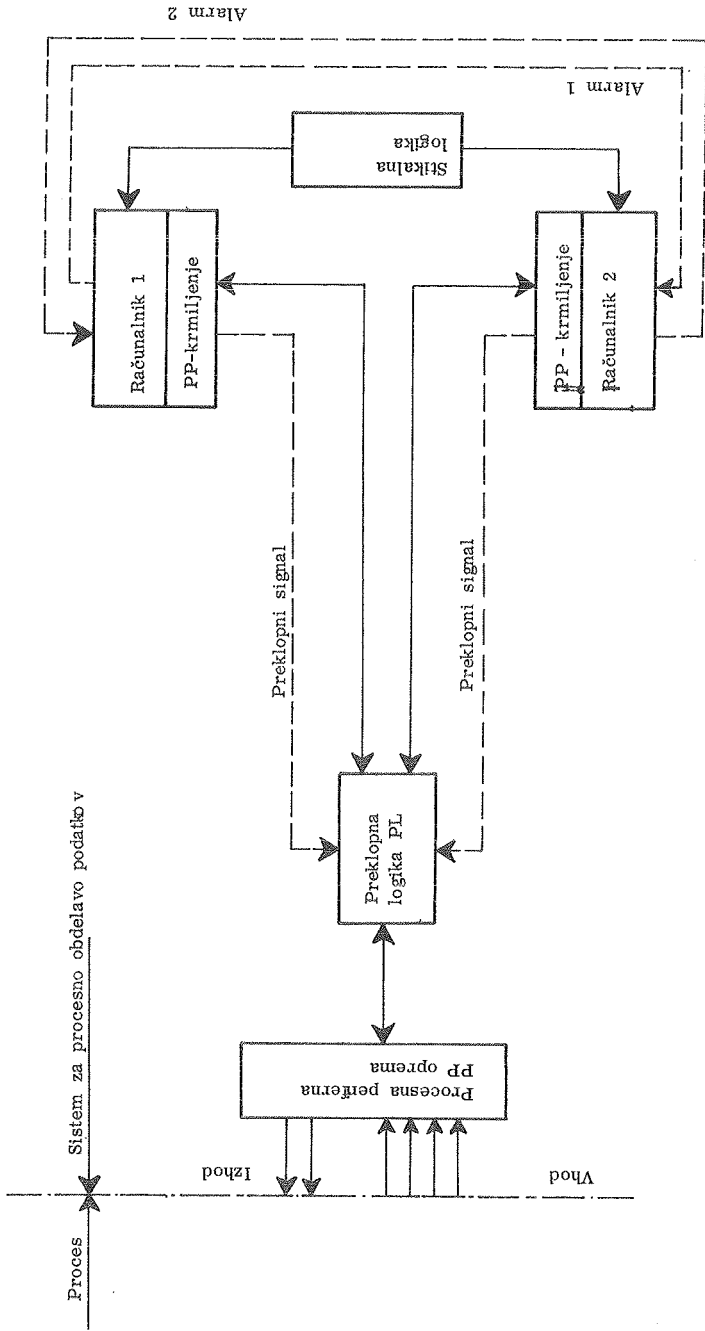
Z instrukcijami za logične operacije, manipuliranje bitov in predelavo prekinitvenih signalov je možno razviti komprimirane programe. Tudi hiter poseg v zunanji pomnilnik podatkov ima svoj velik pomen, ker izključuje pogosti prenos informacij v sistemu.

Za ugotavljanje parametrov procesa se uporabljajo najrazličnejši senzorji, katerih naloga je spremeniti fizikalno veličino v analogno električno napetost. Če je število signalov večje od 1, se zahteva, da se signali prilagodijo glede na njihovo območje sprememb v posebni vmesni napravi, tako da ga sistem za predelavo podatkov obvlada. Na sliki 7. je prikazan del periferne opreme, ki od krmiljenega objekta, na katerem so nameščena tipala sprejema merilne signale in jih ustrezno prilagodi. Podatki se digitalizirajo v sistemu otipovalnega multiplekserja in A/D pretvornika, katere po določenem krmilnem programu sprotni računalnik zaželeno predela. Če je potrebno izračunane rezultate še obširneje obdelati, se ti prenesejo v računalniški center, kjer postopni računalnik izračuna določene parametre, ki so za krmiljenje sistema potrebni. Ti se vrnejo preko povratne zveze na krmilni sistem postroja.

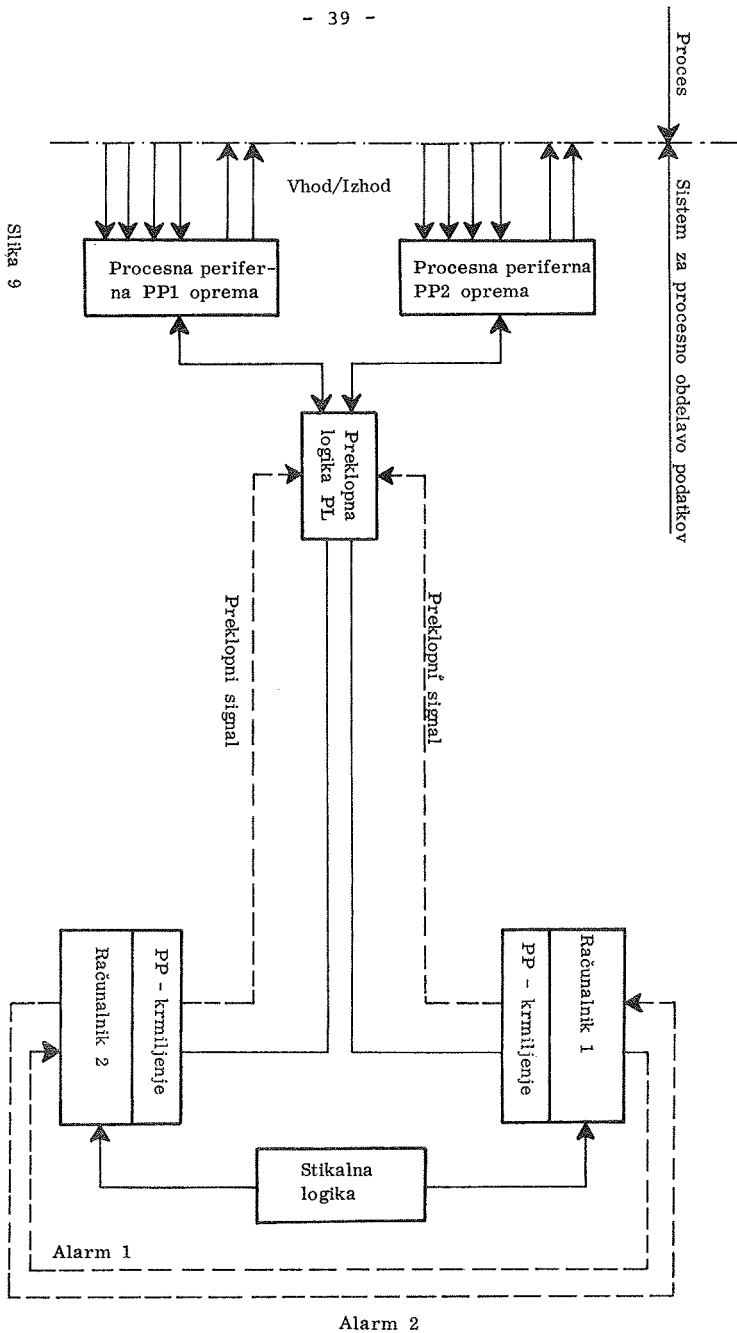
V zvezi z izbiro in konstrukcijo procesnega krmiljenja je posebej potrebno omeniti vprašanje zanesljivosti sistema. Jasno je, da do prekinitev zaradi poškodbe ali nefunkcioniranja kakega elementa v računalniku ali procesnih perifernih enotah ne sme priti, ker bi se sicer povzročila velika škoda na celotnem postroju. Ker sta procesna periferne oprema ter računalnik zaradi svoje kompleksne zgradbe občutljiva za izpade posameznih elementov, ki pripeljejo do zastoja celotnega sistema, se posveča pravilni konstrukciji in medsebojni odvisnosti posameznih sistemskih modulov velika pozornost. Sliki 8 in 9 prikazujeta dve možni rešitvi, in sicer tako imenovane dupleksne sisteme za procesno obdelavo podatkov v prvem primeru z dvema računalnikoma in eno procesno periferno opremo, v drugem primeru pa z dvema računalnikoma in dvema procesnima perifernima opremama. Če eden od sistemskih modulov odpove, preklopi preklopna logika merilne signale iz procesa takoj na drug računalnik oziroma drugo periferno opremo. Rešitev, ki je podana na sliki 9, je vsekakor najboljša, ker je



Slika 7



Slika 8



Slika 9

verjetnost izpada procesne periferne opreme vsaj tako velika kot verjetnost izpada računalniškega sistema.

Pri izbiri sistema za predelavo podatkov je potrebno upoštevati tudi investicijske stroške. Ti so zelo odvisni tako od števila vhodov od merilnih senzorjev ter od števila krmilnih signalov na izhodu sistema. Veliko vlogo igra tudi čitalna hitrost in število zahtevanih prekinitvenih nivojev v računalniškem procesu ter kvalitete komunikacijskih kanalov. Cena procesnega računalnika se danes giblje med 500 000 in 2 500 000 dinarji.

### Zaključek

Uvajanje procesnega krmiljenja v proizvodne energijske in druge tehnološke sisteme, v katerih pripada najvidnejše mesto procesnemu digitalnemu računalniku, je za nadaljnji tehnološki razvoj postalo že nujnost. Načeloma je možno te tipe sistemov reducirati na skupni imenovalac z določenim številom modulov, v katere spadajo:

1. Proces;
2. Postroj s podsistemi;
3. Krmilni sistemi za krmiljenje podsistemov;
4. Postroji sprotnega računalnika za direktno digitalno krmiljenje po referenčnem programu;
5. Sistem za sprotno razpoznavanje procesa s procesnim računalnikom, strategija za optimiranje sistemov ter adaptivna kontrola sistema glede na performančni indeks;
6. Nizi podatkov tehnoloških in ekonomskih parametrov na zunanjih pomnilnikih.

Po tej metodiki je možno s teoretičnimi metodami analize in sinteze konstruirati in izbrati posamezne elemente sistema. Pri tem ima važno vlogo problem zanesljivosti in razvoja programske opreme z izbiro primernih jezikov za programiranje.

Če smo obravnavali doslej le procesno krmiljenje enega sistema, je potrebno še omeniti možnosti, ki jih digitalni računalnik nudi pri integraciji večjega števila postrojov, ki se poslužujejo centralnega sprotnega računalniškega sistema. V ta kompleks



vprašanja spada tudi tako imenovano nadzorno krmiljenje integriranih proizvodnih sistemov, ki pa zahteva uvedbo računalnikov na višjih nivojih.

V nadaljnjih izvajanjih so podani kratki povzetki referatov, ki so bili predloženi na VII. posvetovanju proizvodnega strojništva in prikazujejo posamezne aplikacije računalnikov v proizvodnji.

Prispevek ing. M. Perovića "Izračunavanje troškova operacije pomoću elektronskog računara" obravnava problematiko in metodologijo, obračunavanja stroškov proizvodnje s pomočjo digitalnih računalnikov. Pri analitičnih odvajanjih enačbe za izračun stroškov se naslanja na znane izraze, ki upoštevajo posamezne komponente stroškov, kot so: osebni dohodki, orodja, ki so za določeno operacijo potrebna, stroja na katerem se operacija izvaja, ter režijske stroške, ki predstavljajo konstantni del stroškov porazdeljenih na vsako operacijo. Avtor obravnava v nadaljnjih izvajanjih elemente stroškov, z upoštevanjem različnih časov, potrebnih za posamezne operacije. To so strojni čas operacije, pomožni čas operacije, dodatni čas ter pripravljalni in zaključni čas. Za vrste stroškov so navedene odgovarjajoče enačbe, ki dokončno upoštevajo stroškovne in časovne elemente. Avtor podaja metodo izračuna stroškov na računalniku. Prikazuje obrazec, ki vsebuje parametre za pripravo podatkov za obdelavo na računalniku. Predlaga tudi primerno organizacijsko shemo, ter vrste datotek, ki so potrebne za izračun stroškov za posamezne komponente. Na podlagi analitičnih izrazov, ki so podrobneje razloženi v delu, izračunava skupne stroške operacij, stroške delovne sile, stroške orodja ter stroške stroja. Poleg tega mu omogoča računalnik določitev plana potreb po orodju ter obremenitev posameznih strojev.

Ta prispevek kaže, da se je te vrste delo z računalnikom že začelo uvajati tudi pri nas, kar je za dvig produktivnosti podjetij pomembno. Zelo informativno bi bilo, če bi avtor podal odgovarjajoče pretočne diagrame, ki bi omogočili ugotoviti strukturo algoritma računskega postopka, kar bi gotovo koristilo tudi drugim podjetjem, ki posedujejo računalnike.

Prispevek ing. Perića "Neka iskustva u vezi primjene računara" obravnava zelo splošno že znana dejstva o uporabi digitalnih računalnikov pri reševanju tehnološke in druge probleme matike. Kot primer za uporabo računalnika navaja izračun stroškov oz. časov tehnoloških operacij pri obdelavi z odrezavanjem. Pri tem uporablja izraze za izgube, ki nastajajo zaradi nepopolnega izkoriščanja obdelovalnih strojev. Prispevek daje zelo splošne indikacije o nekem projektu, ki se izvaja v Zavodu za obdelovalne stroje v Sarajevu brez specifičnosti, ki so za ocenitev dela in vrednosti prispevka posebno pomembne. Izvajanjem manjka potrebna ekzaktnost ter v prvi vrsti struktura računalniških programov, ki so praktične vrednosti.

Prispevek avtorjev M. Perovića in M. Lukića: "Sprovođenje konstruktivnih tehnoloških izmena, pomoću elektronskog računara" obravnava nekatera organizacijska vprašanja v zvezi z upravljanjem procesov v proizvodnji. V uvodnih izvajanjih prikazujeta avtorja v obliki blokovnega diagrama sistem procesa proizvodnje ter njegovo korelacijo z sistemom razvoja in komerciale. Poseben pomen pripisujeta avtorja organizacijskim vprašanjem izvajanja sprememb dokumentacije, ki je potrebno, da se organizira učinkovito upravljanje s pomočjo računalnika. Posebno pozornost posvečata avtorja organizaciji službe sprememb, ki jo opisujeta v podrobnosti v obliki blokovnih diagramov.

Datoteke, ki so povezane s posebnimi programi (BOMP) za izračun vseh parametrov za tehnološko krmiljenje so na kratko razložene. Kot primer uporabe računalnika pri vsklajevanju pretoka materiala skozi sistem procesa proizvodnje navajata avtorja tehnološko sestavnico, pregled uporabe dela ter spremembo strukturnih podatkov v Crveni zastavi. S pomočjo te organizacije je možno izvesti na 100 pozicijah v izredno kratkem času vrsto sprememb, ki so za nemoteno obratovanje v velikoserijski proizvodnji nujno potrebni. Predloženo delo obravnava zelo aktualen problem uvajanja sprememb v dokumentacijo, ki predstavlja v velikih primerih v modernem tehnološkem obratu ozko grlo. Iz tega razloga bo prispevek prav gotovo našel primeren pozitiven sprejem pri drugih proizvajalcih ki uvajajo kompjutersko tehnologijo v svoje obrate.

Delo "Analiza rentabilnosti primene alatnih mašina pomoću elektronskih računara", ki so ga predložili avtorji M. Milojević, S. Srečković in N. Mirjanić, obravnava možnosti uporabe računalnika pri izbiri proizvoda, določanju optimalne velikosti serije z ozirom na stroške izdelave ter ugotavljanje primernih obdelovalnih strojev ki omogočajo racionalno produkcijo. Avtorji izhajajo iz enačbe za stroške, ki jih v posameznih aspektih analizirajo. Konkretna študija je izvedena na dveh elementih in sicer ohišju reduktorja in plošči. Na osnovi tehnoloških in ekonomskih podatkov je prikazana koncepcija programa, ki služi za razvoj algoritma, računalniškega postopka. V primerjalnem diagramu, ki predstavlja relacijo med velikostjo serije in ceno komada, je prikazana korelacija med tema dvema parametroma za štiri različne stroje in sicer: 1. horizontalni vrtni frezalni stroj z manuelnim upravljanjem in optičnim merilcem pozicij; 2. Horizontalno vrtni-frezalni stroj z centralnim krmiljenjem in numeričnim prikazom pozicij za osi x in y; 3. Horizontalno-vrtni-frezalni stroj z numeričnim krmiljenjem v x-in y-osi ter z ročno izmenjavo orodja. 4. Horizontalni-vrtni-frezalni stroj z numeričnim krmiljenjem v x, y in z osi ter avtomatično izmenjavo orodja. Na osnovi teh rezultatov je možno izbrati primeren obdelovalni sistem, ki omogoča najekonomičnejšo izdelavo komponent. Tudi v tem primeru avtorji prikazujejo ekonomičnost uporabe računalnika za tovrstne namene. Podobne rezultate je možno najti tudi v literaturi, kar dokazuje da je pot, ki so jo avtorji tega dela ubrali pravilna. Za analizo uvajanja NC sistemov v našo proizvodnjo je ta prispevek vsekakor koristen in informativen.

Prispevek K. Eman-a in V. R. Milačića "Sistem analiza cirkulacije tehnološke dokumentacije" analizira štiri podjetja kovinske industrije z ozirom na karakteristične dokumente, ki se kot nosilci tehnoloških in drugih informacij v teh podjetjih uporabljajo. Ti dokumenti so spremljevalni dokument, delovna lista, lista zahtev materiala in operacijska lista. Za posamezna podjetja se ugotavlja število informacij, na navedenih listah. Avtorja ugotavljata, da je razmerje med številom informacij za iste parametre v razmerju 1 : 2 med navedenimi podjetji. To dokazuje, da je način zapisa informacij v določenih podjetjih zelo neracionalen in neenoten. Ko avtorja iščeta vzroke za to stanje raziskujeta strukturo posameznih dokumentov in jo med seboj primerjata. Kot

zaključek pregleda ugotavljata, da je potrebno formirati tehnološko dokumentacijo na modularnem principu, kot predpogoj za uspešno izgradnjo informacijskega sistema v podjetju.

V nadaljnjih izvajanjih obravnava delo določene metode cirkulacije dokumentacije v podjetju, kot primer navajata hodogram dokumentacije ter na podlagi raziskav določata za štiri dokumente, posamezna mesta nastajanja, koriščenja in pretoka informacij. Kot drugo metodo predlagata uporabo diagramov - pretočnih informacij, kjer navajata nekatere specifičnosti te metode in jo primerjata z prvo metodo hodograma. Kot primer uporabe predlagane metodologije je naveden hipotetičen diagram pretoka informacij, ki bazira na procesih. Celotni pretok informacij je razdeljen na tri sekcije, ki so povezane v veznih točkah med seboj.

Prispevek predstavlja prav gotovo interesanten prijem, kako naj bi se organiziral sistem pretoka in organizacije dokumentacije v proizvodnji, vendar sem mnenja, da hipotetičen primer ne more predstavljati zadovoljivega dokaza da bo takšen sistem v praksi tudi resnično delal. Težave, ki lahko nastopijo so predvsem v tem, da je povezava posameznih algoritmov med seboj, ter strukturna povezava programov za računalnik izredno težka in zahteva veliko število sistemskih in programskih moči za implementiranje tako kompleksnega sistema informacij v proizvodnji. Vsekakor bodo ideje, ki so izražene v tem delu pridobile na teži in praktičnem pomenu, ko bodo testirni programi realizirani.

Prispevek M. Kalajdžić-a "Modeliranje proračuna mašinske konstrukcije" obravnava možnosti uporabe metode koncentriranih mas, ter metode končnih elementov pri izračunu nosilnih sistemov obdelovalnih strojev. Kot primeri so navedeni izračuni za model portalnega stroja za skoblanje, ter portala za karuselno stružnico. Avtor podaja osnovne matematične odvisnosti, ki upoštevajo statične in dinamične lastnosti sistema. Analiza se nanaša na modelna raziskavanja o katerih je bilo poročano že v prejšnjih prispevkih. Omembe vredni so poiskusi razvoja primernih računalniških programov s pomočjo metode končnih elementov, ki je osvojila kot ena izmed zelo perspektivnih analitičnih metod raziskovalno problematiko na tem področju. Avtor opozarja

na nekatere težave, ki nastopajo pri uporabi te metode, posebno z ozirom na obseg in kapacitete spomina računalnika za izračun kompliciranih konstrukcij. Da se izogne konstrukter tem težavam, predlaga avtor iteracijsko metodo in jo na kratko tudi navaja.

V zvezi s tem delom je potrebno ugotoviti, da so te raziskave v Jugoslaviji pionirjenje novih analitičnih metod pri konstruiranju nosilnih sistemov obdelovalnih strojev, ki bodo omogočili našim konstrukterjem v operativi bistveno izboljšanje njihovih konstrukcij.

V. R. Milačić "Proizvodni informacijski sistemi" obravnava v tem prispevku nekatere predpostavke za zgradbo informacijskega sistema. V tej zvezi povdarja predvsem znano dejstvo, da je predpogoj ustvaritev potrebnih datotek za geometrične in tehnološke informacije. Navaja blokovne diagrame, ki povezujejo posamezne elemente proizvodnega sistema in ki naj služijo kot osnova za pretok informacij pri kompjuterskem upravljanju proizvodnje. V nadaljnjih izvajanjih navaja tri primere o informacijskih sistemih in sicer: Honeywell, IBM in ICL. Ti sistemi predstavljajo do določene mere hipotetične rešitve, ki bi jih bilo mogoče realizirati samo s pomočjo kompleksnega sistema računalnikov. Te realizacije pri nas niso mogoče, vendar je informacija o možnostih nadaljnega razvoja v tej smeri vsekakor koristna za našo industrijo.

Avtorja Ž. Spasić, V. R. Milačić, obravnavata v svojem prispevku "Prilog problemu formiranja datokete delova" metodo, po kateri je možno razviti primerne kodirne sisteme na različnih nivojih za strukturo finalnega proizvoda. Pri tem upoštevata tudi strukturo <sup>seznamov</sup> materiala ter pripadnosti dela. Kot naslednja komponenta se vključuje v datoteko čas proizvodnje oziroma planiranje proizvodnje po določenih časovnih modulih.

V nadaljevanju izvajanj poročata avtorja o strukturnih datotekah delov, ki so jih razvile firme IBM, ICL in Honeywell. Podrobneje prikazujeta strukturo glavne datoteke

delov po IBM-u ter navajata nekatere posebnosti karakteristike ostalih dveh sistemov. Na kratko se dotikata avtorja tudi metod, ki jih je razvila firma IBM za formiranje datotek iz obstoječe dokumentacije. V tej zvezi navajata že razvito metodologijo, ki se pri uporabnikih IBM računskih strojev v Jugoslaviji za formiranje datotek uporablja. Ko analizirata informacijsko vsebino datotek o različnih sistemih ugotavljata, da je potrebno graditi informacijski sistem kompleksno in da so dosednji dokumenti, ki vsebujejo geometrične in tehnološke informacije neprimerni za formiranje integralnih informacijskih sistemov.

Predloženo delo je informativnega značaja in daje pregled obstoječih informacijskih sistemov in metod gradnje datotek za specifične uporabnike določenih računalniških sistemov. Po mojem mnenju bi moralo takšno delo jasno pokazati, kateri sistem ima prednost pred drugim. Ko uvajamo v današnjo industrijo datoteke in razvijamo informacijske sisteme, bi bila takšna kritična primerjava v okviru tega dela izredno koristna.

Delo "Neki rezultati identifikacije procesa glodanja", ki so ga prispevali avtorji M. Tomašević, P. Pejak in V. R. Milačić obravnava vprašanje on-line identifikacije rezalnega procesa pri frezanju s pomočjo analognega korelatorja. Na podlagi diferencialne enačbe II. reda, ki vsebuje slučajnostne funkcije predlagajo avtorji statistični koncept identifikacije procesa rezanja. Izhod predstavlja časovni potek sile rezanja medtem ko je vhod definiran z vibracijami obdelovalnega stroja. Na tej osnovi je izdelana koncepcija meritev in sicer se meri tangencialna sila na glavnem vretenu ter vibracije delovne mize v horizontalni smeri. Na vrsti poskusov katere avtorji definirajo s pogoji frezanja, izračunavajo korelacijske funkcije za vrtilne momente ter korelacijske funkcije za vibracije delovne mize. S pomočjo Fouriejevih transformacij se ugotove energijski spektri za posamezne pogoje odrezavanja. Kot zaključek ugotavljajo avtorji, da je mogoče s prikazano metodo identificirati frezalni proces in dinamiko obdelovalnega stroja. Te raziskave bodo služile kot osnova za nadaljni razvoj analitičnega modela prikazane diferencialne enačbe s pomočjo statističnega koncepta.

Iz prispevka ni razviden blokovni diagram, ki bi jasno definiral vlogo procesa in obdelovalnega stroja kot zaključenega kroga v sistemu. Rezultati prikazujejo le, kako s pomočjo analognega korelatorja lahko vrednotimo merjene vibracije in vrtilne momente, ki nastopajo kot slučajnostni procesi. Izračuni korelacijskih funkcij in energijskih spektrov za ta dva parametra so brez dvoma interesantni, vendar ne predstavljajo v prikazani obliki prispevka k problematiki identifikacije procesov odrezavanja pri frezanju. Pri teh raziskavah je bil uporabljen specialni računski analogni stroj, ki avtomatično računa navedene funkcije. To dokazuje, da se uporaba analognih računskih strojev za specialne namene tudi širi in pričakovati je, da se bo v bodočem razvoju tehnologije ta smer aplikativnega dela z računalniki še posebej razvila.

Prispevek S. M. Urošević, R. Koričanac, A. Sofronić, "Analiza toka informacija prema modelima IAMA pri planiranju grupne proizvodnje na ERM", obravnava nekatere metode klasificiranja projektivno-konstruktivske dokumentacije, tehnološke klasifikacije, klasifikacije tehnološke opreme, delovnih mest in druge informacije, ki so potrebne za razvoj datotek pri organizaciji proizvodnje po principu grupne tehnologije. Posebno pozornost posvečajo avtorji razvoju osnovnih kompozicij podatkov in slogov za datoteke delov in tehnoloških postopkov. Ti dve vrsti informacij, kot predlagajo avtorji, naj se integrirajo v kompoziciji informacij, ki so navedene na karti o pregledu operacij tehnološkega postopka. Poleg čistih tehnoloških parametrov upoštevajo avtorji tudi čas za posamezne operacije ter s pomočjo teh podatkov izračunavajo obremenitve posameznega delovnega mesta. Podrobno obravnavajo tudi klasifikacijo tehnološke opreme in formiranje klasifikacijskih oznak za tehnološke operacije ter datoteke orodja.

V posebnem poglavju analizirajo osnovne elemente in korelacije pretoka informacij s posebnim ozirom na planiranje grupne tehnologije. Razviti so pretočni diagrami za strukturiranje algoritmov, ki bodo služili za detajlni razvoj računalniških programov pri obravnavanju nakazane problematike. Pri razvoju informacijskega sistema se poslužujejo avtorji znanega sistema klasificiranja delov IAMA, ki ga prilagajajo na razviti model informacijskega sistema.

Predloženo delo predstavlja logično nadaljevanje dobro fundiranih raziskav in rezultatov, ki jih je na tem področju razvil beograjski inštitut in predstavljajo vsekakor pomemben prispevek k reševanju praktičnih problemov v zvezi z uvajanjem kompjuterske tehnologije v industrijske obrate, ki uvajajo grupno tehnologijo v proizvodnjo.

Prispevek B. L. Gligorića "Dinamika <sup>kr</sup> utog neuravnoteženog rotora na elastičnim ležištima" obravnava mehanični model togega rotorja, ki je vležajen v mehanični vibracijski sistem stroja za dinamično balansiranje. Avtor raziskuje matematični model sistema z upoštevanjem svobodnih oscilacij sistema z dušenjem. Navaja vrsto mehaničnih sistemov strojev za balansiranje in jih klasificira po številu stopenj prostosti in konstrukcijskih posebnostih. Diferencialne enačbe so navedene za kinetično in potencialno energijo in funkcijo razsipanja. Sistem homogenih diferencialnih enačb s konstantnimi koeficienti služi v kasnejših raziskavanjih z analognim računalnikom za simuliranje različnih sistemov. Podobna analitična izvajanja obravnava avtor za primer prisiljenih oscilacij rotorja z dušenjem. Tudi te enačbe so prirejene za kasnejšo raziskavo na analognem računalniku. Pri obravnavanju analognega modela za simuliranje prikazuje zgradbo sistema, ki mu omogoča, da določi s pomočjo računalnika za dva karakteristična slučaja, in sicer za izotropne ležaje in anizotropne simetrične ležaje njihove dinamične karakteristike. Kot rezultat teh raziskav so podani oscilogrami ležajev ter izotropne oz. anizotropne karakteristike ležajev v časovni in fazni domeni. Nadaljnje raziskave na analognem računalniku obravnavajo izotropne elastične ležaje. Kot primer so podani rezultati izračunov amplitud oscilacij izotropno elastičnih ležajev za tri karakteristične slučaje, in sicer kombinirano statične-dinamične, čisto dinamične, in čisto statične. Nadaljnje raziskave razvitega matematičnega modela avtor izvaja na digitalnem računalniku, kjer je prevedel sistem linearnih nehomogenih simultanih diferencialnih enačb v matrično obliko. Za podano matematično definicijo je razvit algoritem za programiranje. Rezultati izračuna vibracij za prehodne in stacionarne pogoje so prikazani v tabelarični obliki kot primer izračuna nakazane problematike.



Delo predstavlja interesantno aplikacijo analognega in digitalnega računalnika pri raziskovanju dinamičnih lastnosti sistemov za uravnovešanje rotirajočih delov z neenakomerno razdeljeno maso.

Prispevek M. Tulina "Tehnične možnosti numeričnih programatorov za alatne mašine" podaja splošen pregled uporabe numerično krmiljenih obdelovalnih strojev in primerja stanje v industrijsko razvitih deželah in pri nas. Avtor opisuje osnovne karakteristike in lastnosti numeričnih krmilnih sistemov ter navaja določene funkcije, ki naj jih krmilni sistem opravlja. V tabelarnem pregledu podaja priporočila po katerih naj bi bilo mogoče izbrati karakteristiko krmilnega sistema, ki upošteva pozicioniranje in kinematsko vodenje orodja, vrsto interpolacije, karakteristike čitalcev itd. V zaključku ugotavlja avtor, nekaj splošno znanih dejstev, kot npr. da se numerično krmilne stroje lahko ekonomsko uporablja pri avtomatizaciji maloserijske proizvodnje in nakazuje možnost, da Inštitut za elektroniko, avtomatizacijo in telekomunikacije pri podjetju radioindustrije Zagreb takšna numerična krmilja za potrebe jugoslovanske industrije lahko razvije s pomočjo inozemskih kooperantov.

Predloženo delo predstavlja informativni prispevek na področju numeričnega krmilja obdelovalnih strojev, vendar ne osvetljuje aktualne problematike razvoja in aplikacij na tem področju.

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

J. PEKLENIK\*

PRIMENA RAČUNARA U TEHNOLOŠKIM PROCESIMA

*O p š t e o z n a č a j u r a č u n a r a z a  
u p r a v l j a n j e u s i s t e m i m a t e h n o -  
l o š k i h p r o c e s a*

Primena digitalnih procesnih računara u upravljanju tehnoloških procesa beleži poslednjih godina značajan uspon. Digitalni računar postaje usled mogućnosti svestranih aplikacija, brzine obrade podataka i pouzdanosti bitnih delova sistema za upravljanje u kontinuiranim i diskretnim industrijskim procesima sve češći. Udovoljavanje novim zahtevima pri rešavanju kompleksnih zadataka upravljanja danas jedva možemo zamisliti bez računara, koji otvara nove mogućnosti automatizacije proizvodnih procesa.

Ulogu procesnih računara u budućem industrijskom razvoju pokazuje slika 1, na kojoj je prikazan broj instaliranih procesnih računara za period od 1968. do 1975. godine, i to za evropska i za svetska merila. Za 7 godina će se njihov broj u Evropi povećati za 10 puta, a u svetu za oko 17 puta. Bez sumnje će biti potrebno da se i kod nas tome pitanju posveti veća pažnja te da se ulažu ozbiljni naponi i sredstva u radove istraživanja i razvoja tih sistema. Samo tako će našoj industriji biti omogućeno, da započne sa primenom tih vrsta automatizacije i principa upravljanja; inače će se tehnološki raskorak između nas i industrijski razvijenih

---

\* Prof. dr. habil. J. Peklenik, dipl. ing. redovni profesor Mašinskog fakulteta u Ljubljani, šef Katedre za kibernetiku i sisteme obrade.

\*\* Publikacija predstavlja pregledni referat na VII Savetovanju proizvodnog mašinstva u Novom Sadu, godine 1971.

država i dalje povećati.

Područja za primenu procesnih računara vanredno su široka u produkcijom, energetskih i drugim tehnološkim sistemima. Direktno digitalno upravljanje sistema za proizvodnju derivata od nafte, cevni transport derivata i kontrola zaključaka predstavlja jedno medju područjima, gde se procesni računar industrijski najranije afirmisao. Značajno područje procesnog upravljanja predstavlja i proizvodnja gvozdernih i negvozdernih metala i dalja prerada ingota u polupreradjevine pomoću kontinuirano, liva, vrućeg i hladnog valjanja itd. U novije vreme se procesni računari afirmišu u sve većoj meri kod upravljanja energetskih sistema za proizvodnju i raspodelu električne energije. Poseban značaj u vezi toga pripada razvoju digitalne tehnologije upravljanja nuklearnih reaktora kao budućih izvora energije.

I druge industrije sirovina, na primer, proizvodnja cementa, hartije, gume, plastičnih materijala itd. ubrzanim tempom uvode računare u regulacione sisteme tih tehnoloških procesa.

Sa razvojem numerički upravljanih sistema obrade je (oko 1950. godine) prodro specijalni digitalni računar neposredno u proizvodnju sastavnih delova mašina i uređaja. Numerički upravljani sistemi (NC-sistemi) su sebi pribavili priznanje naročito u individualnoj i maloserijskoj proizvodnji, na primer u industriji aviona, u industriji mašina-radilica, u industriji električnih mašina, motora i turbina te u industriji građevinskih, tekstilnih i rudarskih mašina. Geometrički oblik obradjenih delova kao što su na primer turbinske lopatice, nosači avionskih krila posebnih profila, prostorni oblici alata za livenje, štancovanje itd., aproksimiraju se oslonim tačkama koje se definišu u prostoru obrade koordinatama:

$x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, \dots, x_k, y_k, z_k, \dots, x_n, y_n, z_n$

kao što je to prikazano na slici 2. Te geometrijske informacije, zajedno sa drugim tehnološkim podacima, prenose se pomoću opšteg digitalnog računara na nosioca informacija, koji može biti bušena kartica ili magnetna traka. Tako pripremljene informacije predstavljaju ulaznu referentnu funkciju, koja služi za upravljanje sistema za obradu. Putevi između pojedinih referentnih tačaka se interpoliraju putem posebnog stalno programiranog računara - interpolatora. Na slici 3, koja daje osnovne elemente numerički upravljano sistema za obradu, vidi se mesto oba sistema računara. Stepenasti digitalni računar, koji izvodi račune za referentnog nosioca informacija, posluhuje se geometrijskim i tehnološkim informacijama, koje su primerno smeštene na vanjskim elementima pamćenja. Za programiranje tog računara je potreban poseban orijentisan jezik, na primer: APT, EXAPT ili drugi. Referentni nosioci informacija prilagođavaju se u "post procesoru" uslovima i konstrukcijskim parametrima sistema za obradu, na kome će se primeniti referentna bušena traka. Te informacije se dovode interpolatoru, koji direktno utiče na pogonske elemente podsistema za pomeranje. Gotovi deo može automatski da se izmeri. Ti rezultati mogu se koristiti za korekciju osnovnog programa.

Digitalni računar za opštu primenu koristi se u sve većoj meri za direktno digitalno upravljanje sistema za obradu. Taj elemenat preuzima i ulogu interpolatora i post-procesora te potimizatora sistema. Razvojne tendencije u tehnici upravljanja jasno nagoveštavaju i smer, da će digitalni računar preuzeti centralnu ulogu kod upravljanja integriranih numerički upravljanih sistema obrade. Slika 4 prikazuje kao primer centralnog upravljanja četiri grupe numerički upravljanih radilica pomoću računarskog sistema IBM 360/30 (1). Ta izvedba pokazuje, da računar za opštu primenu može lako da preuzme neposredno funkciju upravljanja proizvodnje sa diskretnim karakteristikama.

Numerički upravljani sistemi u prikazanoj konfiguraciji se odnose pre svega na automatizaciju obrade traženih geometrijskih oblika obrade, koji se na mašini-radilici definišu diskretnim ili kontinuiranim pozicioniranjem alata, menjanjem alata i komada za obradu, učvršćenje i transport između pojedinih operacija itd.

Značajan korak u daljem razvoju automatizovanih sistema obrade predstavlja razvoj adaptivnog upravljanja i optimizacija tih sistema. Rešenje tog problema, međutim, ultimativno zahteva neprekidno uočavanje procesa obrade, koje je moguće samo na osnovu statističkih modela (2). Procesnom digitalnom računaru pripada na tome mestu posebna uloga, te bez njega nemoguće je zamisliti uspešno rešenje.

Iz tih uvodnih napomena vidi se, da digitalnom procesnom računaru, isto kao i digitalnom računaru za opštu primenu u budućem razvoju industrijske tehnike upravljanja i automatizacije pripada vodeće mesto. U narednim izlaganjima obradićemo opšte važeći model procesnog sistema upravljanja sa procesnim i opštim računarom i pitanja u vezi sa razvojem i konstrukcijom tih sistema.

### *K o n c e p t   u p r a v l j a n j a   i n d u s t r i j - s k i h   p r o c e s a   r a č u n a r o m*

Iz nabrojanih primera sistema upravljanja procesa pomoću procesnih i običnih digitalnih računara može se razviti jedinstveni koncept sistema i prikazati ga u obliku blok dijagrama. Taj dijagram prikazaće najvažnije module sistema i njihovo povezivanje. Time će se omogućiti bolje razumevanje strukture upravljanja i strukture problematike pri konstrukciji i primeni tako automatizovanih proizvodnih objekata u industriji.

Na slici 5 dat je pojednostavljeni blok dijagram upravljanja proizvodnog procesa. Postrojenje ili određena mašina koja izvodi proces sastoji se od određenog broja podsistema. Ovi imaju zadatak da realiziraju određene fizikalne i geometrijske parametre koje traži proces, na primer, pozicije, brzine, dovod potrebne energije, pomicanje radnih organa, pritanje materijala itd. Sa materijalom, koji dovodimo procesu, ovi parametri predstavljaju skup procesnih ulaza. Ovi stvarno izvode određeni proces i time oblikuju skup izlaznih parametara proizvoda ili proizvodnje. Da bi taj sistem mogao da povezano proizvodi tražene izlaze postoje veze između procesa i pojedinih podsistema postrojenja. Proces i postrojenje predstavljaju dakle zatvoreni sistem, gde je postrojenje, u odnosu na proces, na mestu povratne veze. Obe sabirne tačke na ulazu u proces predstavljaju integraciju pojedinih parametara podsistema sa fizikalnim osobinama ulaznog materijala  $X$ , geometrijsku konfiguraciju ulaznog materijala  $Y$  i drugim njegovim osobinama.

Upravljački deo procesnog upravljanja sistema sastoji se u principu od dva dela i to:

- 1) kontrole podsistema postrojenja po procesnom referentnom programu kojeg zahteva izvodjenje proizvodnog procesa u pogledu izlaznih parametara, i
- 2) adaptivnog sistema za upravljanje, koji na osnovu kontinualnog prepoznavanja procesa i njegovog optimiranja koriguje neke parametre u pojedinim podsistemima, a da pri tome ne menja tražene izlazne parametre proizvoda.

Upravljanje podsistema po procesnom referentnom programu, koji izvodi digitalni računar pomoću niza vanjskih podataka i odgovarajućih formalnih programa, izvodi se u sistemima upravljanja  $K_1, K_2, \dots, K_n$ . Ovi utiču na pojedine podsisteme tako kako to zahtevaju referentni ulazni signali. Stvarno

stanje parametara podsistema utvrđuje se pomoću povratnih veza  $PZ_1, PZ_2 \dots KZ_n$ , koji povezuju jedinstvene sisteme (sabitnu tačku, K-sistem, podsistem ili teret) u zatvorenu celinu.

Računar proizvodi seriju referentnih ulaznih signala, koji se dovode u sabirni elemenat. Razlika između stvarnog stanja parametara podsistema i referentnog signala predstavlja grešku, koja utiče na sistem za upravljanje i preko njega na odgovarajući podsistem. Treba napomenuti da se u novije vreme radi pouzdane konstrukcije sistema upravljanja i prenošenja informacija, u sve većoj meri afirmišu otvoreni sistemi upravljanja jer povratnih veza nema.

Adaptivna kontrola proizvodnog sistema zahteva u prvom redu procesno prepoznavanje. To znači da je potrebno da se proces opiše sa posebnim modelom, odnosno parametrima tog modela, ako je njegova struktura poznata. U drugom slučaju moguće je prepoznavanje prenosnim funkcijama. Prepoznavanje procesa mora se vršiti ako se ovaj, radi raznih uticaja, menja u određenim vremenskim intervalima za vreme njegovog odvijanja. Zadatak prepoznavanja procesa je dakle u tome, da se utvrdi, da li se ovaj odvija u okviru predviđenih optimalnih uslova.

Ima više metoda za identifikaciju. Jedan, koji najviše zahteva, jeste metoda kontinuelnog određivanja prenosnih funkcija u procesima sa izrazitom karakteristikom verovatnoće. U tom slučaju se zahteva merenje određenih stohastičkih funkcija na ulazu i izlazu, što se vrši istovremeno. Pomoću tih informacija izračunavaju se korelacijske funkcije, odnosno njihove Fourier-ove transformacije - energetske spektre. Na slici 5 se kao primer prikazuju senzori  $S_1$  i  $S_0$ , koji mere ulazne i izlazne funkcije nekog parametra, koji se sa vremenom i po slučaju menja. Te informacije se prenose u procesni digitalni računar za određivanje vrednosti energijskih

spektara, odnosno korelacijskih funkcija. Izračunata prenosna funkcija  $|\phi(j\omega)|^2$  opisuje trenutne prenosne osobine procesa i time identifikuje ceo proces. Tako određena prenosna funkcija se upoređuje sa prenosnom funkcijom modela. Određivanje prenosne funkcije modela obično predstavlja težak problem, koji je bilo moguće rešiti pri procesu rezanja opširnim eksperimentalnim istraživanjima te sa uzimanjem u obzir ulaznih korelacijskih funkcija za neke vrste materijala. Prenosnu funkciju modela, koja se u pogledu trošenja alata, dinamičke osobine sistema obrade i s obzirom na druge faktore mehanja, optimiramo prema određenoj strategiji. Upoređenje između optimirane prenosne funkcije modela i merene prenosne funkcije određuje algoritam adaptivnog usmerivanja, koji utiče na deo sistema za upravljanje  $K_1, K_2 \dots K_n$ . To znači, da korekturni signali utiču na sisteme upravljanja pojedinih podsistema postrojenja toliko vremena, sve dok stvarna prenosna funkcija ne bude identična sa funkcijom modela te performansi indeks sistema ne bude postignut. Potrebne informacije o promenama u ulaznim parametrima procesa, koje još slede iz njihove kontrole, utvrđuju se sa sensorima  $S_1, S_2 \dots S_n$ . Ti signali se prenose u kontinuelni računar i uzimaju u obzir kod formiranja kontrolnih signala, adaptivne regulacije.

Kao primer za opisanu metodiku kontinualnog prepoznavanja procesa sa izrazito slučajnim ulaznim i izlaznim karakteristikama navedimo proces sečenja metala. Radi kompleksne fizike pretvaranja materijala i separacije odsečaka od generirane površine do sada se nije uspelo razviti valjan teorijski model tog procesa. Sa uvođenjem koncepta istovremenog merenja energija na ulazu i na izlazu procesa, koji predstavljaju stohastičke funkcije vremena, moglo se opisati taj proces sa prenosnim funkcijama (4, 5). Na slici 6 a i b prikazane su korelacijske funkcije ulaznih i izlaznih energija, koje služe kao potrebne informacije za izračunavanje prenosne funkcije procesa sečenja, (slika 6-c). U vezi toga treba napomenuti da izračunavanje prenosne funkcije traži Fourierovu transfor-



a donekle i u Evropi, sistem APT. On se oslanja pre svega na geometriju komada za obradu. Medjutim, u Evropi dolazi sistem AXAPT do sve jačeg uvažavanja, jer pored geometrijskih sadrži i tehnološke definicije. I kod drugih automatizovanih postrojenja sa procesnim upravljanjem su se razvili posebni jezici za izradu referentnih programa, koji uzimaju u obzir specifičnosti toka procesa u odnosu na programiranje.

Procesni digitalni računari se, suprotno od opštih računara, prosto programiraju sa upravljanjem na pojedine zadatke. Zadatak procesnih računara je vanredno kompleksan i obuhvata primanje podataka, prepoznavanje procesa, vođenje pogonskog modela i optimizaciju procesa. Preraditi se mora velik broj informacija i to tako, da se funkcijski programi realizuju u tzv. realno vreme.

Proizvođači procesnih računara razvijaju problemsko usmereni jezik i systemske programe na nivou kompilatora. Tako postoji za nadzor i vođenje pogonskih sredstava programski sistem BICEPS (*Basic Industrial Control Engineering Programming System*) Firme General Electric, i PROSPRO (*Process Supervisory Program*) IBM-a.

#### KRITERIJUMI ZA IZBOR PROCESNOG UPRAVLJANJA

Pri automatizaciji industrijskog procesa potrebno je uzeti u obzir nekoliko kriterija, koji utiču na izbor pojedinih jedinica sistema te na njegovu radnu sposobnost i indeks performansa. U vezi toga su značajni sledeći faktori: procesna periferna oprema, sistem za obradu podataka, pouzdanost sistema i troškovi investicija.

Izbor jedinica sistema zavisi u prvom redu od strukture instrukcija. Prema centralnoj jedinici zahtevi su veliki u pogledu dejstva prekida i kanala za prenos informacija sa perifernom opremom. Manje je važna brzina računara i broj ele-

maciju korelacijskih funkcija, tj. energetskih spektara, koju računar i izvodi. Na slici 6 te funkcije nisu date.

U vezi prepoznavanja procesa treba napomenuti da su u nekim primerima teorijski modeli procesa poznati. Odredjuju se na osnovu fizikalnih zakona i učina između pojedinačnih elemenata procesa.

Kod formulacije modela procesa potrebno je da se uzmu u obzir broj okolnosti, koje odredjuju namenu automatizovanog procesa, tip procesa, ograničenja radnog područja mašine i procesnih uslova te klasifikaciju ulaznih parametara. Pri razvijanju teorijskog modela igraju značajnu ulogu spoljne veličine smetnji i šumovi (6).

Kompleksni sistem upravljanja procesa, međjutim, zahteva i razvoj strategije optimizacije sistema, kada su poznati parametri prepoznavanja i dati troškovi investicija, pogona i održavanja sistema. Svrha optimizacije industrijskog postrojenja pomoću procesnog računara je pre svega u tome, da se proizvodni sistem iskoristi do maksimuma uz minimalne troškove proizvodnje. Literatura prikazuje vrstu analitičnih metoda za optimizaciju, kao na primer, linearno i nelinearno programiranje, sistematske metode površinskog odgovora i dinamično programiranje. U odredjenim slučajevima koristi se i Pontriaginov princip maksimuma i varijacijski račun (7). Digitalni kontinuelni računar može da optimira performisani indeks po unapred programiranoj strategiji te da uvede adaptivno upravljanje sistema.

U procesnom upravljanju sa kontinuelnim računarom imaju posebno značenje programski jezici. Kontinualni računar opšteg tipa koji koristimo za izračunavanje referentnog programa i za neposredno digitalno upravljanje obično traži poseban jezik. Pri automatizaciji sistema obrade afirmisao se je u SAD,

menata za pamćenje. Sa pamćenjem kapaciteta 32 K mogu se već, kod optimalne strukture instrukcija, upravljati veliki objekti.

Sa instrukcijama za logične operacije, manipuliranje bita i preradu signala za prekid mogu se razviti komprimovani programi. Takodje je brzo povezivanje sa spoljašnjim elementima pamćenja od velikog značaja, jer isključuje česti prenos informacija u sistemu.

Za odredjivanje parametara procesa koriste se najrazličitiji senzori, čiji je zadatak da fizikalnu dimenziju pretvore u analogni električni napon. Ako je broj signala veći od 1 zahteva se da se signali prilagode, u pogledu svog kapaciteta promena, u posebnoj medju-napravi, tako da ih sistem za preradu podataka može da savlada. Na slici 7 prikazan je deo periferne opreme, koja od upravljačkog objekta, na kome su nameštene tipke vrši primanje mernih signala i odgovarajuće ih prilagođava. Podaci se digitaliziraju u sistemu opipajućeg multipleksera i A/D-pretvarača, koje odgovarajuće preradjuje kontinuelni računar po odredjenom upravljačkom programu. Ako je potrebno da se izračunati rezultati opširnije prerade, oni se prenose u računarski centar, gde utvrđuje kontinuelni računar odredjene parametre, potrebne za upravljanje sistema. Oni se onda vraćaju u upravljački sistem postrojenja preko povratne veze.

U vezi izbora i konstrukcije procesnog upravljanja treba posebno spomenuti pitanje pouzdanosti sistema. Jasno je, da ne sme dolaziti do prekida ili nefunkcioniranja nekog elementa računara ili kod perifernih jedinica, jer bi se time prouzrokovala velika šteta celome postrojenju. Jer su periferna procesna oprema i računar, radi svoje kompleksne gradnje osetljiva na ispadanje pojedinih elemenata koji dovode do zastoja celog sistema, posvećuje se velika pažnja pravilnoj konstrukciji i medjusobnoj zavisnosti pojedinih sistemskih modula.

Slike 8 i 9 pokazuju dva moguća rešenja, i to tzv. dupleksne sisteme za procesnu obradu podataka, u prvom slučaju sa dva računara i jednom perifernom opremom, u drugom slučaju sa dva računara i dve periferne opreme. Ako jedan od sistemskih modula otkáže, preklopna logika prebaci odmah merne signale na drugi računar, odnosno na drugu perifernu opremu. Rešenje iz slike 9 je svakako najbolje, jer je verovatnoća ispadanja periferne opreme baz tolika koliko i verovatnoća ispadanja računarskog sistema.

Pri izboru sistema za obradu podataka potrebno je uzeti u račun i troškove investicija. Ovi jako zavise od broja ulaza, mernih senzora i od broja upravljačkih signala na izlazu sistema. Veliku ulogu igra i brzina čitanja i broj traženih nivoa prekida u računarskom procesu kao i kvaliteti komunikacionih kanala. Cena procesnog računara se danas kreće između 500,000 i 2,500,000 dinara.

#### Z A K L J U Č A K

Usvajanje procesnog upravljanja proizvodnih, energetskih i drugih tehnoloških sistema, u kojima najvidljivije mesto pripada procesnom digitalnom računaru već je postalo nužnost za dalji tehnološki razvoj. Tipove sistema možemo načelno redukovati na zajednički imenilac sa odredjenim brojem modula, u koje dolaze:

1. Proces,
2. Postrojenje sa podsistemima
3. Upravljački sistem za upravljanje podsistema
4. Postrojenja kontinualnih računara za direktno digitalno upravljanje po referentnom programu
5. Sistem za kontinualno prepoznavanje (identifikaciju) procesa sa procesnim računarom, strategija za optimiziranje sistema i adaptivna kontrola sistema u odno-

su na periferni indeks

6. Nizovi podataka tehnoloških i ekonomskih parametara na spoljnim elementima za pamćenje.

Na osnovu te metodike moguće je da se sa teoretskim metodama analize i sinteze konstruišu i odaberu pojedini elementi sistema. Pri tome ima važnu ulogu problem pouzdanosti i razvoja programske opreme uz izbor odgovarajućih jezika za programiranje.

Dok smo do sada obradili samo jedan sistem procesnog upravljanja, potrebno je još spomenuti mogućnosti koje pruža digitalni računar kod integracije većeg broja postrojenja, koja se poslužuju pomoću centralnog kontinualnog računarskog sistema. U taj kompleks pitanja dolazi i tzv. nadzorno upravljanje integrisanih proizvodnih sistema, što, međjutim, traži uvodjenje računara na višim nivoima.

U daljem prikazu dati su kratki izvodi iz referata, koji su bili predloženi na VII Savetovanju proizvodnog mašinstva i oni prikazuju pojedine primene računara u proizvodnji.

Doprinos ing.M.Petrovića "Izračunavanje troškova operacija pomoću elektronskog računara" obradjuje problematiku i metodologiju obračunavanja troškova proizvodnje pomoću digitalnih računara. U analitici jednačina za izračunavanje troškova koristi izraze za pojedine komponente troškova kao: lični dohodak, alat, potreban za odredjenu operaciju, mašine kojom se izyodi operacija i režijske troškove, koji predstavljaju konstantni deo troškova rasporedjenih na svaku operaciju. Autor analizira u daljem izvodjenju elemente troškova, uzimajući u obzir razna vremena, potrebna za pojedine operacije. To su mašinsko vreme operacije, pomoćno vreme operacije, dodatno vreme i pripremno završno vreme. Za vrste troškova navedene su odgovarajuće jednačine koje na kraju daju troškove i vremenske elemente. Autor daje metod izračunavanja

troškova računaram. Predlaže i odgovarajuću organizacionu shemu i vrste datoteka potrebnih za izračunavanje troškova za pojedine komponente. Na osnovu analitičkih izraza, koji su u radu detaljnije protumačeni, izračunava ukupne troškove operacija, troškove radne snage, troškove alata i mašinske troškove. Pored toga mu računar omogućuje određivanje plana potreba alata i opterećenja pojedinih mašina.

Taj doprinos pokazuje, da se počelo sa uvodjenjem radova ovakve vrste pomoću računara i kod nas, a što je važno za podizanje produktivnosti preduzeća. Vrlo informativno bi bilo, ako bi autor dao odgovarajuće dijagrame, koji bi omogućili utvrditi strukturu algoritma računskog postupka, a što bi koristilo i drugim preduzećima - vlasnicima računara.

Doprinos ing. Perića "Neka iskustva u vezi primjene računara" obradjuju vrlo uopšteno već poznate činjenice o upotrebi digitalnih računara u rešavanju tehnološke i druge problematike. Kao primer za korišćenje računara navodi izračunavanje troškova odnosno vremena tehnoloških operacija pri obradi odsecanjem. Pri tome koristi izraze za gubitke koji nastaju usled nepotpunog iskorišćenja mašine za obradu. Doprinos daje vrlo uopštene indikacije o nekom projektu koji se izvodi u Zavodu za mašine alatke u Sarajevu, bez specifičnosti, koje bi bile za ocenu rada i vrednosti doprinosa od važnosti. Prikazu nedostaje potrebna egzaktnost i u prvom redu struktura programa računara, koji su od praktične vrednosti.

Doprinos autora M.Perovića i M.Lukića "Sprovođenje konstruktivnih tehnoloških izmena pomoću elektronskog računara" obradjuje neka organizaciona pitanja u vezi sa dirigovanjem proizvodnih procesa. U uvodu prikazuju u obliku blok-dijagrama sistem procesa proizvodnje i njegovu korelaciju sa sistemom razvoja i komercijale. Poseban značaj autori pripisuju organizacionim pitanjima izvođenja promena dokumentacije, potrebnim da bi se organizovalo efikasno dirigovanje pomoću računara. Posebnu pažnju autori posećuju službi izmena, koju oni opisuju u detaljima u obliku blok-dijagrama.

Datoteke koje su povezane sa posebnim programima (BOMP) za izračunavanje svih parametara za tehnološko upravljanje opisane su ukratko. Kao primer korišćenja računara pri urednom upućivanju materijala kroz sistem procesa proizvodnje autori navode tehnološki obrazac, pregled upotrebe delova i promenu strukturnih podataka u Crvenoj zastavi. Pomoću te organizacije moguće je na 100 pozicija izvesti broj promena za vanredno kratko vreme, koje su potrebne za uredan rad u velikoserijskoj proizvodnji. Podneti rad obradjuje vrlo aktuelan problem usvajanja promena u dokumentaciji, što u mnogo slučajeva u modernom tehnološkom procesu stvara usko grlo. S tog razloga će doprinos svakako naići na povoljan prijem kod drugih proizvođača koji uvode u svoje pogone kompjutersku tehnologiju.

Rad "Analiza rentabilnosti primene alatnih mašina pomoću elektronskih računara" koji su podneli autori M.Milojević, S.Srečković i N.Mirjanić obradjuje mogućnosti primene računara pri izboru proizvoda, određivanju optimalne veličine serije s obzirom na troškove izrade i određivanju odgovarajućih mašina-alatki za racionalnu proizvodnju. Autori polaze od jednačina za troškove, koje analiziraju u pojedinim aspektima. Konkretna studija izvedena je na dva elementa i to na kućištu reduktora i ploči. Na osnovu tehnoloških i ekonomskih podataka prikazana je koncepcija programa koja služi za razvoj algoritama računarskog postupka. U uporednom dijagramu, koji predstavlja relaciju između veličine serije i cene komada, prikazana je korelacija između ta dva parametra za četiri razne mašine i to: 1) Horizontalna bušilica - glodalica sa ručnim upravljanjem i optičkim merenjem pozicija; 2) Horizontalna bušilica - glodalica sa centralnim upravljačem i numeričkim prikazivanjem pozicija osa X i Y; 3) Horizontalna bušilica - glodalica sa numeričkim upravljanjem u x i y-osama i ručnom izmenom alata; 4) Horizontalna bušilica - glodalica sa numeričkim upravljanjem u x i y-osama i automatskom izmenom alata. I tu autori prikazuju ekonomičnost korišćenja računara u takve svrhe. Slične rezultate možemo naći i u literaturi, što dokazuje da je put, koji su autori tog rada oda-

brali, ispravan. Za analizu uvodjenja NC-sistema u našu proizvodnju je taj doprinos svakako korisna informacija.

Doprinos K.Emana i V.R.Milačića "Sistem analiza cirkulacije tehnološke dokumentacije" analizira četiri preduzeća metalne industrije s obzirom na karakteristične dokumente, koji se koriste u tim preduzećima kao nosioci tehnoloških i drugih informacija. Ti dokumenti su prateći dokumenti, radna lista, trebovanje materijala i operacijski list. Za pojedina preduzeća se utvrđuje broj informacija na navedenim listovima. Autori navode, da je odnos u broju informacija između navedenih preduzeća za iste parametre 1:2. To znači da je način beleženja informacija u odredjenim preduzećima vrlo neracionalan i nejedinstven. Autori istražuju strukturu pojedinih dokumenata i upoređuju iz tražeći uzroke te zaključuju da je potrebno da se formira tehnološka dokumentacija na modularnom principu, kao preduslov za izgradnju informacijskog sistema u preduzeću. U daljem obradjuju odredjene metode cirkulacije dokumenata u preduzeću; kao primer navode hodogram dokumentacije te na osnovu istraživanja utvrđuju za četiri dokumenta pojedina mesta nastajanja, korišćenja i prenosa informacija. Kao drugi metod predlažu upotrebu dijagrama prelaznih informacija, gde navode neke specifičnosti tog metoda i upoređuju ga sa prvom metodom hodograma. Kao primer primene predložene metodologije naveden je hipotetični dijagram prenosa informacija koji bazira na procesima. Celokupni tok informacija podeljen je u tri sekcije, međusobno u veznim tačkama povezane.

Referat predstavlja sigurno interesantan prijem, kako organizovati sistem prenosa i organizacije dokumentacije u proizvodnji, ipak mislim da hipotetični primer ne može da predstavlja dovoljan dokaz da će takav sistem u praksi zaista funkcionisati; poteškoće koje mogu nastati leže pre svega u tome što je povezivanje pojedinih algoritama među sobom kao i strukturno povezivanje programa sa računarom vanredno teš-



ko te zahteva veliki broj sistematskih i programskih snaga za implementiranje tako kompleksnog sistema informacija u proizvodnju. Svakako će ideje, koje su izražene u tome radu, dobiti u težini čim budu realizovani testirani programi.

Doprinos M. Kalajdžića "Modeliranje proračuna mašinske konstrukcije" raspravlja o mogućnostima upotrebe metoda koncentrovanih masa i metode krajnjih elemenata pri izračunavanju nosećih sistema mašina za obradu. Kao primer navedeni su proračuni za model portalne mašine za rendisanje i portala za karusel-strug. Autor navodi osnove matematske zavisnosti, koji uzimaju u obzir statične i dinamične osobine sistema. Analiza se odnosi na modelna istraživanja o kojima je bilo govora u ranijim referatima. Valja spomenuti pokuse razvijanja primarnih računarskih programa pomoću metode krajnjih elemenata, koja je osvojila, kao jedna vrlo perspektivna analitična metoda problematiku istraživanja na tom polju. Autor skreće pažnju na neke poteškoće koje nastaju pri primeni te metode, naročito s obzirom na opseg i kapacitete pamćenja računara za izračunavanje komplikovanih konstrukcija. Da bi se konstruktor klonuo tih poteškoća autor predlaže iteracijski metod kojeg i ukratko navodi.

U vezi sa tim rado treba utvrditi, da su ta istraživanja u Jugoslaviji pionirska u traženju novih metoda pri konstrukciji nosećih sistema mašina-alatki, koji će našim konstruktorima omogućiti u operativi bitno poboljšanje njihovih konstrukcija.

V.R.Milačić - "Proizvodni informacijski sistemi" obrađuje u svom doprinosu neke pretpostavke za izgradnju informacijskog sistema. U vezi toga podvlači pre svega poznatu činjenicu, da je preduslov stvaranje potrebnih datoteka za geometrijske i tehnološke informacije. Navodi blokovne dijagrame koji povezuju pojedinačne elemente proizvodnog sistema a koji treba da služe kao osnova za tok informacija pri kompjuterskom uprav-

ljanju proizvodnjom. U daljim izlaganjima navodi tri primera o informacijskim sistemima, i to: Honeywell, IBM i ICL. Ti sistemi predstavljaju do određene mere hipotetična rešenja, koje bi bilo moguće realizovati pomoću kompleksnog sistema računara. Te realizacije kod nas nisu moguće, ipak je informacija o mogućnosti daljeg razvoja u tom pravcu svakako korisna za našu industriju.

Autori Ž. Spasić, V. R. Milačić u svom doprinosu obradjuju pod "Prilog problemu formiranja datoteke delova" metod, po kome je moguće razviti odgovarajuće sisteme kodiranja na različitim nivoima za strukturu finalnog proizvoda. Pri tome uzimajući u obzir i strukturu spiska materijala te pripadnosti dela. Kao naredna komponenta se u datoteku uključuje vreme proizvodnje odnosno planiranja proizvodnje po određenim vremenskim modulima.

U daljem izveštavaju autori o strukturnim datotekama delova, koje su razvile firme IBM, ICL i Honeywell. Oni prikazuju detaljnije strukturu glavne datoteke delova po IBM-u, te navode neke osobenosti (karakteristike) ostala dva sistema. Autori ukratko spominju i metode razvijene od strane firme IBM za formiranje datoteka iz postojeće dokumentacije. U vezi toga navode već razvijenu metodologiju koja se koristi od strane korisnika računarskih mašina u Jugoslaviji za formiranje datoteka. Analizom informacijske sadržine datoteka konstatuju da treba graditi informacioni sistem kompleksno te da dosadašnji dokumenti, koji sadrže geometrijske i tehnološke informacije, ne odgovaraju za formiranje integralnih informacijskih sistema.

Predloženo delo je informativnog značaja i daje pregled postojećih informacijskih sistema, a metod gradnje datoteka za specifične korisnike određenih računskih sistema. Po mojem mišljenju bi moralo takvo delo jasno pokazati koji sistem ima prednost nad drugim. Kada uvodimo u današnju indust-

riju datoteke, i razvijamo informacijske sisteme, bilo bi takav kritičan osvrt u okviru rada izvanredno koristan.

Delo "Neki rezultati identifikacije procesa glodanja", od autora M.Tomašević, P.Pejak i V.R.Milačić, obradjuje pitanje on-line identifikacije reznoga procesa pri glodanju pomoću analognog korelatora. Na podlozi diferencijalne jednačine II reda, koja sadrži slučajne funkcije, predlažu autori statistički koncept identifikacije procesa rezanja. Izlaz predstavlja vremensku funkciju sile rezanja, dok je ulaz definisan vibracijama mašine za obradu. Na toj osnovi je izradjena koncepcija sistema merenja; i to meri se tangencijalna sila na glavnom vretenu, te vibracije radnog stola u horizontalnom smeru. U seriji proba pri definisanim uslovima glodanja, autori izračunavaju korelacijske funkcije za obrtne momente i korelacijske funkcije za vibracije radnog stola. Pomoću Fourierjeve transformacije odrede se energetske spektri, za pojedine uslove rezanja (sečenja). Kao zaključak, autori tvrde da je moguće sa prikazanom metodom identifikovati proces glodanja, i dinamiku mašine radilice. Ta istraživanja služiće kao osnova za dalji razvoj analitičkog modela prikazane diferencijalne jednačine pomoću statističkog koncepta.

Iz priloga ne vidi se blok dijagram koji bi jasno definisao ulogu procesa i radne mašine kao zatvorenog kruga u sistemu. Rezultat ipak prikazuje kako pomoću analognog korelatora možemo oceniti merene vibracije i obrtne momente, koji se javljaju kao slučajni procesi. Proračuni korelacijskih funkcija i energetskih spektara za dva parametra su svakako zanimljivi, ipak prikazani oblici doprinosa ka problematici identifikacije procesa odsecanja pri glodanju ne zadovoljavaju potpuno. Pri tim istraživanjima bio je upotrebljen specijalan analogan računar, koji automatično računa navedene funkcije. To dokazuje da se upotreba analognih računskih strojeva širi, i može se očekivati da će se sa daljnim razvojem tehnologije taj smer primenjenog rada sa računarima i dalje razviti.

Prilog S.M.Uroševića, R.Koričanca, A.Sofronića "Analiza toka informacija prema modelima IAMA pri planiranju grupne proizvodnje na ERM", obradjuje neke metode klasificiranja projektno-konstrukcijske dokumentacije, tehnološke klasifikacije, klasifikacije tehnološke opreme, radnih mesta i druge informacije, koje su potrebne za razvoj datoteka pri organizaciji proizvodnje po principu grupne tehnologije. Posebnu pažnju posvećuju autori razvoju osnovnih koncepcija podataka i slogova za datoteke i tehnoloških postupaka. Te dve vrste informacija, kako predlažu autori treba da se integrišu u kompoziciju informacija, koje su navedene na karti o pregledu operacije tehnološkog postupka. Pored čistih tehnoloških parametara uračunavaju autori i vreme za pojedine operacije, te pomoću tih podataka izračunavaju opterećenje pojedinačnog radnog mesta. Detaljno obračunavaju i klasifikaciju tehnološke opreme i formiranje klasifikacijskih oznaka za tehnološke operacije te datoteke alata.

U posebnoj poglavlju analiziraju autori osnovne elemente i korelacije protoka informacija sa posebnim osvrtom na planiranje grupne tehnologije. Razvijeni su protočni dijagrami za strukturiranje algoritama, koji služe za detaljni razvoj računskih programa za proračun navedene problematike. Pri razvoju informacijskog sistema služe se autori poznatim sistemom klasificiranja delova IAMA, koga prilagođavaju na razvijeni model informacijskog sistema. Predloženo delo predstavlja logično nastavljanje dobro fundiranih istraživanja i rezultata, koja je na tom području razvio beogradski institut i predstavlja svakako značajan prilog ka rešavanju praktičnih problema u vezi sa uvodjenjem kompjuterske tehnologije u industrijske procese.

Prilog B.L.Gligorića "Dinamika krutog neuravnoteženog rotora na elastičnim ležištima" obradjuje mehanički model tog rotora, koji je uležišten u mehaničnom vibracionom sistemu uređaja za dinamičko balansiranje. Autor istražuje matematički

model vodeći računa o slobodnim oscilacijama sistema sa prigušivanjem. Navodi vrstu mehaničkih sistema strojeva za balansiranje i klasificira ih po broju stepeni slobode i konstrukcijskim osobnostima. Diferencijalne jednačine su navedene za kinetičku i potencijalnu energiju i funkciju rasipanja. Sistem homogenih diferencijalnih jednačina sa konstantnim koeficijentima služi u kasnijim istraživanjima sa analognim računaru za simuliranje različitih sistema. Slična analitička izvodjenja sprovodi autor na primeru prinudnih oscilacija rotora sa prigušivanjem. I te jednačine su pripremljene za kasnije proračune na analognom računaru. Pri proračunu analognog modela za simuliranje, autor prikazuje izgradnju sistema, koji mu omogućuje, da se odluči pomoću računara za dva karakteristična slučaja, i to za izotropne ležaje i anizotropne simetrične ležaje te njihove dinamične karakteristike. Kao rezultat tih istraživanja dati su oscilogrami ležaja, te izotropne odnosno anizotropne karakteristike ležaja u vremenskom i faznom domenu. Dalja istraživanja na analognom računaru obradjuju izotropne elastične ležaje. Kao primer dati su rezultati proračuna amplituda oscilacija izotropno elastičnih ležaja za tri karakteristična slučaja, i to kombinovane statički-dinamičke, čisto dinamičke, i čisto statičke. Daljna istraživanja matematičkog modela autor izvodi na digitalnom računaru, gde je proveo sistem linearnih nehomogenih simultanih diferencijalnih jednačina u matematički oblik. Za danu matematičku definiciju je razvijen algoritam za programiranje. Rezultati proračuna vibracija za početne i stacionarne uslove prikazani su u tabelarnom obliku, kao na primer proračuna prikazanog problema. Rad predstavlja interesantnu primenu analognog i digitalnog računara pri ispitivanju dinamičkih osobina sistema za uravnoteženje rotirajućih delova sa neravnomerno rasporedjenom masom.

Prilog M. Tulina "Tehničke mogućnosti numeričkih programatora za alatne mašine" daje krupan pregled upotrebe numerički upravljanih mašina za obradu i upoređuje stanje u industrijski

razvijenim državama pa i kod nas. Autor opisuje osnovne karakteristike i osobine numerički upravljanih sistema, te navodi određene funkcije koje upravljački sistem treba da obavi. U tabelarnom pregledu daje uputstva za izbor upravljačkog sistema uključujući pozicioniranje i kinematsko vodjenje alata, vrstu interpolacije, karakteristike čitača itd. U zaključku utvrđuje autor neka opšta poznata dejstva, kao na primer, da se numerički, upravljane mašine mogu ekonomično upotrebiti kod automatizacije maloserijske proizvodnje i najavljuje mogućnost da institut za elektroniku, automatizaciju i telekomunikacije u sklopu preduzeća radio industrije Zagreb takva numerička upravljanja može da razvije za potrebe jugoslovenske industrije uz pomoć, stranih kooperanata.

Predloženi rad predstavlja informativni doprinos na području numeričkog upravljanja mašina alatki, mada ne osvetljava aktuelne probleme razvoja i primene na tom području.

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

R. ZGAGA \*

MATERIJALI U MAŠINSTVU \*\*

U dosadašnjih šest savjetovanja proizvodnog strojarstva, po sadržaju dominirali su svako alatni strojevi sa alatima, te obrada rezanjem sa automatizacijom. Istovremeno, sa znatno manjim udjelom, tretirano je povremeno i područje obrade deformacijom, te organizacije rada i proizvodnje, kao i neke srodne discipline.

Ipak, i na ovim dosadašnjim savjetovanjima uvijek se je našlo po koje saopštenje koje je barem zadiralo u probleme materijala unutar navedenih područja.

Na ovom Sedmom savjetovanju proizvodnog strojarstva, susrećemo po prvi put materijale u strojarstvu, kao samostalno tematsko područje.

Ovom prilikom smatram da je potrebno baš o toj činjenici nešto više reći, tim više, što postoje različita mišljenja o opravdanosti uvrštavanja ovog tematskog područja u Savjetovanje o proizvodnom strojarstvu.

Odmah na početku želim reći da se zalažem za to, da materijali u tehnici općenito a pogotovo u strojarstvu, prerastu u samostalnu stručnu disciplinu, zasnovanu na primjenjenim i

---

\* *Dr Ranko Zgaga, dipl.ing., izv.profesor Fakulteta strojarstva i brodogradnje, predstojnik Katedre za nauku o metalima, Zagreb, Djure Salaja 1.*

\*\* *Rad predstavlja uvodni referat na VII Savetovanju proizvodnog mašinstva u Novom Sadu, 1971. godine.*

fundamentalnim istraživanjima, a nužna popratna pojava ovakvih nastojanja bila bi i izobrazba inženjera ovakovog usmjerenja, dakle inženjera "materijalca".

Svakako, ovakovo postavljanje problema, predstavlja donekle i u našim prilikama nešto novog, nešto što iziskuje promjene i to u prvom redu promjene u načinu gledanja, pa ako ih usvojimo, onda slijede tegobne reorganizacijske promjene, koje bi ovako usvojenu misao provele praktički u djelo.

S jedne strane smo skloni promjenama, a s druge strane, uslijed kronične preopterećenosti pomalo i zasićeni promjenama, te je baš zato potrebno posebno pažljivo odvagnuti ovakav pristup problemu materijala u našoj djelatnosti. Nadalje, pri ovakvom razmatranju poželjno je da se isključi današnjica, da se pokuša gledati na dulji vremenski period pred sebe, bez svih neminovnih opterećenja dosadašnjeg načina gledanja i djelovanja, te da se konačan stav usvoji nakon dulje i svestrane analize.

Da bi se koliko-toliko stvorila baza za sagledavanje opravdanosti osamostaljenja područja materijala, navest ću neke činjenice koje me navode na ovakovo stanovište. Unutar zadnjih nekoliko desetaka godina, svjedoci smo izvanrednih dostignuća na području tehnike posebno na području strojarstva u širem smislu. Uspjesi na području avijacije, elektrotehnike, nuklearne i svemirske tehnike, uz brojna ostala dostignuća, svakako predstavljaju osnovna obilježja našeg dvadesetog vijeka, kojim se ponosimo. Pri tome ali, želim ovdje upozoriti na jednu činjenicu koja se gotovo redovito, pa čak i potpuno izostavlja, a to je, da su sva ova dostignuća, nakon teoretskih rješenja, tek onda bila izvediva, kada su bili razvijeni i odgovarajući materijali. Primjere za značenje materijala u razvoju tehnike ne treba tražiti samo u ovim, svakom laiku poznatim i popularnim dostignućima, već možda više, baš



u ovom našem krugu, u nizu sitnijih specijalnih problema i dostignuća koja ovdje ne kanim posebno nabrajati, jer ako ne bi htio nešto izostaviti, ovom nabranju ne bi bilo kraja. Ovime želim samo upozoriti da je zadnjih nekoliko desetaka godina došlo do i te kako intenzivnog razvoja i znatnih dostignuća i na području materijala, te da se današnji raspoloživi asortiman temeljito razlikuje od onoga, kakav je postojao recimo tridesetih pa i pedesetih godina.

Da li današnje proizvodno strojarstvo koristi kod nas sve ove mogućnosti i da li ide u korak sa ovim mogućnostima koje već danas koriste najrazvijenije zemlje svijeta u mašingradnji? Znamo, a lako bi bilo i brojnim primjerima pokazati, da je odgovor na ovo pitanje negativan. Teško bi bilo kvantitativno definirati naš položaj na svjetskoj skali korištenja suvremenih mogućnosti na području materijala, no možemo bez sumnje reći, da nismo baš jako visoko. S druge strane, moramo biti svijesni, da je prodor našeg proizvodnog strojarstva prema vrhu svjetskog proizvodnog strojarstva neizvediv, ako i na području materijala ne budemo bili potpuno u korak s vremenom.

Pokušat ću sada ovaj konstatirani raskorak konkretnije rasčlaniti i definirati. Pri tome polazim od sheme koja prikazuje proizvodno strojarstvo kao zatvoreni lanac kojemu su karike konstrukcija, materijal, tehnologija, organizacija, eksploatacija i likvidacija. Pri tome treba istaći da su ove karike samostalna područja proizvodnog strojarstva, međusobno ovisna u višestrukoj vezi. Konkretno, mi ovdje polazimo od karike materijal i unutar zatvorenog lanca prikazanog procesa proizvodnog strojarstva, moramo prilikom izbora materijala u nekom zadanom slučaju istovremeno imati u vidu relaciju materijal-konstrukcija, materijal-tehnologija, materijal-organizacija, materijal-eksploatacija te materijal-likvidacija.

Prva od spomenutih relacija - materijal-konstrukcija, za slučaj kada se problemu izbora materijala ne pridaje odgovarajuće značenje, ostaje najčešće i jedina relacija koja se tretira.

Praktički konstruktor odabire materijal, pri čemu su ostale spomenute relacije manje ili više uzete u obzir, no sigurno je da je mala vjerojatnost da je izvršen baš najuspjeliji izbor. Velikom broju objekata proizvodnog strojarstva su mehanička otpornost, krutost i sigurnost prema lomu, osnovni parametri pri konstruiranju.

Dozvoljeno naprezanje na koje se konstruktor odlučuje je redovito nekoliko puta manje od granice razvlačenja odabranog materijala, pri čemu faktor kojim treba množiti ovako odabrano dozvoljeno naprezanje, da bi dobili iznos granice razvlačenja ili čvrstoće, nazivamo koeficijent sigurnosti. Taj naziv bio bi tačan samo ako bi se opterećivanje vršilo statički na glatkim homogenim uzorcima, jednolikog presjeka i bez ikakvih drugih utjecajnih momenata. Rijetkost je da imamo baš takav slučaj. Naši elementi i konstrukcije često moraju biti promjenljivog presjeka, čak možda i sa utorima, često su izvrgnuti promjenljivom ili udarnom opterećenju, a nekada je njihova radna temperatura različita od sobne temperature. Nadalje, gotovi elementi i konstrukcije prošli su svoju tehnologiju i montažu, odakle redovito nose sa sobom neželjena i po iznosu najčešće nepoznata naprezanja, kao i geometrijska odstupanja od zamišljenih kota na nacrtu. Svi ovi momenti koji čine da je stvarna mehanička otpornost, odnosno da je stvarno naprezanje elemenata ili konstrukcije drugačije od spomenutog jednostavnog statički opterećenog uzorka na kojem smo odredili podatke, redovito nisu u potpunosti kvantitativno poznati konstruktoru. Otuda i proizlazi onaj koeficijent sigurnosti, redovito vrlo velikog iznosa, a zapravo je isti obzirom na rečeno, koeficijent neznanja. Samim time ne možemo govoriti o ispravnom dimenzioniranju, dakle ni o dovoljnom korišćenju materijala. Sigurnost od loma plaćamo ovdje nepotrebno utrošenim materijalom. Dodatni pokazatelji u

pogledu sigurnosti su nam istežljivost i žilavost, ova važna svojstva na žalost imaju samo komparativnu vrijednost. Njihovi iznosi ne mogu biti direktno korišteni u proračunu, a treba napomenuti, da minimalni iznosi ovih svojstava ovise i o geometriji konstrukcije.

Praktički dakle, na relaciji materijal-konstrukcija morali bi materijalci konstruktoru dati kvantitativne podatke o materijalima za sve karakteristike koje su mu potrebne, uključujući i karakteristike koje potječu od obrada. Pri tome je ali i dužnost konstruktora da ukazuje i usmjerava na zahtjeve koje traži.

Dodatna mogućnost koja može ublažiti nedaće i gubitke koji proizlaze iz ovako pokazanog stanja nepotpunog poznavanja svih ovih momenata potrebnih za ispravno korištenje materijala, treba naime ovdje opet naglasiti. Radi se o mogućnostima koje nam pružaju suvremene metode ispitivanja gotovih elemenata, konstrukcija ili barem modela do razaranja. Brojnim primjerima danim na raznim mjestima pokazano je da uz vrlo mali utrošak sredstava postizemo goleme uštede na materijalu, a k tome uz povećanje sigurnosti.

Relacija, koja je često u odnosu na prethodnu zapostavljena, je relacija materijal-tehnologija. Tehnološke karakteristike materijala kao livljivost, rezljivost, deformabilnost, zavarljivost, a u prvom redu toplinska obradljivost, moraju kod integralnog razmatranja u izboru materijala u konkretnom slučaju biti uzete u obzir. Naše današnje mogućnosti u tom pogledu su relativno vrlo skromne, no i te nisu u potpunosti korištene. Najčešće se izbor materijala obzirom na tehnološke karakteristike svodi na kvalitativno-komparativne ocjene i iskustva, a vrlo rijetko su moguće i kvantitativne analize. Razlog da su ovakovi numerički podaci nepristupačni, leži prvenstveno u složenosti većine navedenih tehnoloških karakteristika, budući da iste nisu jednoznačno definirane, a isto-

vremeno je i priroda ovih svojstava vrlo kompleksna. Proizilazi dakle, da bi tehnološke karakteristike kao jedna od komponenti pri izboru materijala, trebale biti stručnije definirane, da bi trebalo prije svega raditi na rasčišćavanju fizičke suštine navedenih svojstava, na definiranju testova za mjerenje tih veličina, te konačno kao krajnji cilj, trebalo bi raspolagati sa numeričkim podacima o tehnološkim karakteristikama materijala, isto kao što danas raspoložemo sa podacima o čvrstoći i sličnim svojstvima.

Slijedeći aspekt problema materijala u proizvodnom strojarstvu je relacija materijal-organizacija. Na tom području u našoj operativi također nije stanje zadovoljavajuće. Pristup ovom problemu često nije ni na stručnom a kamo li na naučnom nivou. Pitanja standardizacije, prioritete tipizacije, organizacije i asortimana tvorničkih skladišta materijala, te nabavne službe, svakako su problemi proizvodnog strojarstva koji bi stručnim rješavanjem neminovno doveli do višeg nivoa proizvodnje, dakle uštede. Posebno treba istaći da rješenje ovih problema direktno pomaže konstruktoru pri izboru materijala. Potrebno bi bilo intenzificirati radove na tom području u cjelini, kao i u specifičnim problemima pojedinih organizacija, kako bi se umjesto često stihijskog načina tretiranja ovih problema prešlo na rješavanje istih na nivou naučne organizacije.

Unutar ovakvog tretiranja parcijalnog problema na području materijala u strojarstvu, relacija materijal-eksploatacija treba biti posebno naglašena jer je u našim uvjetima bez sumnje potcjenjena. Konstruirati u današnje doba ne znači više samo dimenzionirati i tehnološki definirati proces proizvodnje proizvoda. Ovakav način je bez sumnje nepotpun, ako se istovremeno konkretno ne obradi i problem vijeka trajanja dotičnog proizvoda.

U ovom razmatranju možemo apstrahirati slučajeve dotrajavanja koji nastupe u momentu, uslijed nepredviđenog preopterećenja ili bilo kakve pogreške u materijalu ili slično, što je danas u usporedbi sa centralnim problemom vijeka trajanja, zanemarljivo. Težište ovog problema je na procesima koji kontinuiranim mehanizmom dotrajavaju proizvod, i dovode ga do neupotrebljivosti. Radi se o dva osnovna područja a to su korozija i trošenje. Prvo područje, dotrajavanja proizvoda korozionim mehanizmima takodjer je sastavni dio ovog tematskog područja. Ipak, s aspekta proizvodnog strojarstva, u odnosu na trošenje, korozija je po učestalosti od sekundarnog značenja, a osim toga, aktivnosti u smjeru suzbijanja gubitaka od korozije su kod nas uhodane, intenzivne i na relativno visokom nivou. Težište problema vijeka trajanja baš zato je ovdje problem trošenja. Nemamo, bar za sada, elaborat koji bi nam pokazao ekonomsko značenje problema trošenja i numerički pokazao koliki su dnevni gubici kod nas uslijed raznih mehanizama trošenja. Ipak, ako se nopsjetimo da je baš taj mehanizam presudan za vijek trajanja reznih i deformacijskih alata, vodilica, zglobova, zupčanika, kliznih i kugličnih ležajeva, motora s unutaršnjim izgaranjem, šinskih i drumskih vozila, kućanskih aparata, pisaćih i računskih strojeva, rudarskih, građevinskih, tekstilnih strojeva itd., lako je ocijeniti da su gubici koji nastaju od trošenja golemog iznosa. U prilog ovakvoj ekonomskoj ocjeni problema govori i činjenica da je problem trošenja u industrijski najrazvijenijim zemljama uočen, i da je unutar zadnjih dva desetak godina angažiran veliki broj stručnih i naučnih radnika, da su formirani posebni interdisciplinarni centri i instituti za izučavanje ovog kompleksnog problema, te da je ova djelatnost prerasla u samostalnu naučnu disciplinu "tribologiju".

Za ispravnu ocjenu značajnosti vijeka trajanja, treba konstatirati da svrha tribologije, gledano sa našeg aspekta, nije da učinimo predmet vječnim. Loše je na primjer ako u novom, još nerazrađenom vozilu dodje do potpunog istrošenja sateli-

ta u diferencijalu, a isto tako je loše, ako na alatnom stroju prilikom remonta nakon 10 godina rada, konstatiramo da su na zupčanicima još vidljivi tragovi brušenja. I u jednom i u drugom slučaju imamo velike gubitke. Baš zato je vijek trajanja kao parametar pri izboru materijala važan, a rijetko kada i numerički dostupan. Idealno bi bilo na primjer kada bi nekom vozilu, egzaktnim računskim postupkom odredili optimalni vijek trajanja, pa odabrali materijale i postupke tako, da svi dijelovi i sklopovi baš nakon tog sračunatog vremena dotraju istovremeno.

Konačno relacija materijal-likvidacija, kao zadnja parcijalna interakcija pri izboru materijala, moramo priznati da praktički u današnjoj našoj praksi uopće ne nalazi mjesto. Ovako stanje je tipično za nedovoljno razvijene i nužno ga treba ukloniti, unutar naših nastojanja da se uvrstimo u red razvijenih. Količine materijala, koje su u opticaju i koje kao tzv. sekundarni materijal ulaze ponovno u proizvodno strojarstvo, ne mogu biti više ignorirane. Najlakše je, ali i skupo takove materijale definitivno odbaciti. Ovi sekundarni materijali svagdje u razvijenom svijetu predstavljaju krupne stavke u fondu materijala. Za primjer spominjem, da u najrazvijenijim zemljama sekundarni aluminij doseže i do 90% materijala ljevačkih legura aluminija, dok se kod nas odljevcu praktički rade isključivo iz primarnog, metalurškog aluminija, a otpad se po vrlo niskim cijenama izvozi. Sistematskom obradom ovog problema uz rješavanje, ali svih specifičnih problema kvalitete ovakvih materijala, postigle bi se neminovne uštede.

Svrha je dosadašnjeg izlaganja bila da pokaže prije svega da je zadatak izbora materijala jedan vrlo složen problem i da je za uspješno rješavanje ovog zadatka potrebno provesti niz paralelnih razmatranja. Ako usvojimo ovakav pristup, moramo istovremeno priznati da danas redovito ovaj problem ne rješavamo na način da bi i sami bili zadovoljni. Eventualno su

nam poznata parcijalna rješenja ovog problema pa to koristimo, no istovremeno se služimo iskustvom koje s vremenom prestaje vrijediti jer se i mogućnosti mijenjaju. Konačno, radi vlastite sigurnosti, materijal radije manje opteretimo nego što bi morali, ili ga napravimo trajnijim nego što treba. Svjesni smo da ne radimo najbolje, no nedostaje nam izgrađeni sistem po kojem bi to izbjegli.

U traženju izlaza iz ovakovog stanja, potrebno je, bez obzira na današnje nemogućnosti, stvoriti principijelni model koji bi nam omogućio rješenje problema kojem težimo. Konkretno, suština problema je u tome, da u danom slučaju izbora materijala za izradu nekog proizvoda, nadjemo optimalno rješenje pri čemu ali trebaju biti uzeti u obzir svi faktori koji proizlaze iz prethodnog izlaganja. Simbolički ova izraz bi glasio

$$M_{\text{Opt}} = f(F_1, F_2, F_3, \dots)$$

Jasno je da ovaj izraz nema sada praktično značenje. Naime, kod najjednostavnijeg proizvoda, postoji veći broj funkcionalnih faktora na desnoj strani izraza, koje nismo u stanju ni približno definirati. Osim toga ove funkcije su i u međusobnoj ovisnosti, te nadalje, trebalo bi ih svesti na zajedničku mjeru. Ipak je možda ovaj simbolički izraz putokaz kojim treba krenuti i to postepeno, otpočevka na način da kvantitativno definiramo pojedine funkcije. Možda će na taj način koliko god ovaj prijedlog ostavlja dojam utopije, doći vrijeme da u ovoj eri kompjuterizacije, i problem izbora optimalnog materijala bude rješavan, na naučnom nivou.

Ako akceptiramo dosadašnje izlaganje i složimo se s time, da je već i na današnjem nivou proizvodnog strojarstva problem materijala područje koje zahtijeva kompletnog stručnjaka, da problem izbora materijala treba postaviti na viši nivo, postavlja se pitanje i potrebe izobrazbe ovakvog stručnjaka ma-

terijalca. Ne bi to bio dosadašnji stručnjak koji samo dostavlja podatke o svojstvima kao gole činjenice. On mora tumačiti i razvijati ta svojstva. Istovremeno bi morao suradivati u timu pri izboru materijala sa konstruktorom, tehnologom i organizatorom. Konačno, sveukupna služba materijala bila bi u njegovim rukama.

Imajmo na umu da su se za naše područje djelatnosti, nije tome ni tako davno, izobražavali elektro-strojarški inženjeri. Takvi fakulteti su se razdvojili i svaki od njih ima danas veći broj odjela sa još većim brojem daljnjih usmjerenja. Možda je došlo vrijeme da se i inženjera-materijalca ozvaniči. Novija kretanja u svijetu bez sumnje daju potstreka ovakovom gledanju.

Kao što je poznato, za tematsko područje materijali u strojarstvu prispjelo je za ovo Savjetovanje 37 saopćenja. Iz ovog podatka dade se zaključiti da je odluka organizatora, da materijali u proizvodnom strojarstvu predstavljaju zasebno tematsko područje, opravdana. Očito je da je interes velik i da postoji niz institucija koje su na temelju dosadašnjeg rada, bez posebno provedenih organizacionih priprema, bile u mogućnosti da se odazovu pozivu. Imamo li na umu da je na dosadašnjih šest Savjetovanja, prosječno po savjetovanju bilo po 33 saopćenja, a na ovom Savjetovanju, da samo za područje materijala imamo 37 saopćenja, možemo zaključiti da je odaziv više nego dobar, te da postoje solidni uvjeti za ovakvu djelatnost i u buduće.

Analizirajući porijeklo saopćenja proizlazi da 2/3 saopćenja potječe sa fakulteta, dok samo 1/3 saopćenja proizlazi iz rada samostalnih instituta i privrednih organizacija. Promatramo li posebno privredne organizacije, na njih ne otpada niti svako sedmo saopćenje, ili one sudjeluju samo sa 13,5% u ukupnom broju saopćenja.



Ove činjenice svakako su karakteristične za našu proizvodnju jer pokazuju da tamo problemi materijala spadaju u kategoriju sekundarnih problema i da se najčešće rješavaju na nivou dnevnih problema. Činjenično stanje je ipak povoljnije nego što izgleda, jer je jedan dio saopćenja fakulteta i instituta direktno ili indirektno ipak nastao na poticaj ili uz suradnju privrednih organizacija.

Nadalje, analizirajući dalje porijeklo saopćenja na ovom području proizlazi da SR Hrvatska sudjeluje sa 70,2%, SR Slovenija sa 19%, SR Srbija sa SAP Vojvodinom sa 10,8% saopćenja, te da ostale jedinice nisu zastupljene ni sa po jednim saopćenjem. Ovakav nesrazmjer donekle tumači činjenica, da gotovo polovina svih saopćenja (48,6%) na području materijala, potječe sa fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, čiji je član i autor ovog uvodnog referata, koji je bez sumnje sa većim uspjehom zainteresirao svoju okolinu, usprkos toga što su pozivi za učešće bilo vrlo obilato razasliani svim poznatim potencijalnim učesnicima širom cijele zemlje. S druge strane spomenute proporcije postaju razumljivije ako se uzme u obzir činjenica, da je spomenuti fakultet jedini od strojarskih fakulteta u zemlji koji već dvadesetak godina u svom nastavnom i naučno-istraživačkom radu, ima vrlo jaki naglasak na područje materijala i njihove prerade. Kako se radi o Savjetovanju proizvodnog strojarstva, logično je da ovaj fakultet smatra ovo savjetovanje najbližom tribinom za nastupanje.

Želim još istaknuti da se kod nas održava niz savjetovanja koja su obzirom na svoje profile, već kroz dulji niz godina privukle autore referata širom cijele zemlje, sa pojedinih područja koja su zastupana i u ovom našem tematskom području. Ako bi se materijali u strojarstvu zadržali kao afirmirano tematsko područje ovog savjetovanja, struktura saopćenja bi bez sumnje popunila realnije proporcije. Nadalje, da

je Savezni fond za naučni rad pred godinu dana raspisao natječaj na temu Materijali u strojarstvu, sigurno bi bio popis aktivnih učesnika ovog Savjetovanja kompletniji i dosta drugačiji od popisa autora i institucija od kojih potječe ovih 37 saopćenja.

I još jedna konstatacija: od sveukupnog broja prispjelih saopćenja za ovo tematsko područje, 62% saopćenja su dana kao rad jednog autora, dok je preostalih 38% saopćenja rad dvaju ili više autora. Daleko od toga da individualnih radova neće uvijek biti, i potrebno je da ih bude, no poželjno bi bilo, kako sa stanovišta načina rada, tako i sa stanovišta nivoa rada, da udio timskog rada bude veći.

U okviru priprema za ovo Savjetovanje, prilikom izrade teze za tematsko područje materijali u strojarstvu, bilo je u početku predlagano, da obzirom na opseg, referati budu ili saopćenja za slučaj manjeg opsega, tj. kraće obavijesti, ili u obliku "rada" za slučaj prikaza većeg cjelovitog problema. Što se tiče nivoa, bilo saopćenja, bilo rada, predlagano je bilo da način obrade bude stručan, istraživački ili naučan. Budući da se nije željelo odstupati od ranijih dogovora i prakse, stalo se na stanovište da referati budu saopćenja po obimu od 8-10 stranica.

Analizirajući prispjela saopćenja za ovo tematsko područje, zapaža se da obzirom na opseg ima takovih priloga koji obrađuju neki detalj, i kod kojih je predviđeni prostor bio dovoljan da se kaže sve o onome što se je htjelo reći, no ima i takovih saopćenja koja zapravo predstavljaju koncentrirani ekscerpt iz očito opsežnih radova s područja djelatnosti autora. Tokom čitanja ovih saopćenja nužno se nameću pitanja o izostavljenim detaljima, što se ali daje diskusijom ili pojedinačnim kontaktima nadoknaditi.

Što se tiče načina obrade problema, treba konstatirati da su zastupljene sve tri navedene mogućnosti. Stručni radovi najčešće obradjuju konkretne probleme inicirane potrebama prakse, sa prikazom razvoja, rješenja i korisnosti. Izmjena ovakvih rezultata direktno pridonosi uzdizanju nivoa proizvodnje.

Kategorija istraživačkih radova je dosta brojna. Dominiraju eksperimentalne metode rada, što je i razumljivo na ovom području. Dan je veći broj originalnih pristupa, čime je stvorena baza za daljnji sistematski rad na dotičnom problemu s izgledima za vrijedne naučne doprinose. Karakteristično je također da su suvremene statističko-matematičke metode obrade problema, poprimile šire razmjere.

Saopćenja o radovima naučnog karaktera proizlaze iz dosadašnjih sistematskih radova autora kroz dulji period vremena, ili pak češće, izvještavaju o dostignućima proizašlim iz objavljenih magistarskih radova i disertacija, ili takvih koji su u toku. Treba konstatirati da je i na ovom području učestalost ovakvih radova u osjetnom porastu.

Konačno, u okviru ovog uvodnog referata, nešto i o sadržaju prispjelih saopćenja. Smatram, da ne spada na mene, da diskutiran o pojedinim saopćenjima i detaljima pojedinih saopćenja, što bi bilo i vremenski neizvedivo. Pokušat ću stoga samo ukazati na neka područja koja su unutar prispjelih saopćenja tretirana.

Kao prvo, skupina saopćenja koja obradjuje problem loma metalnih materijala, što predstavlja svakako jedno od ključnih pitanja mehaničke otpornosti, tako da je već uobičajeno u svijetu ovaj problem tretirati pod nazivom "fraktologija". Na ovu temu podnose saopćenja J.Pirš (3.01), te F.Vodopivec, L.Kosec, R.Brifah i B.Wolf (3.15), i obradjuju dva konkretna slučaja, s time, da daju i tumačenje ovim pojavama. Autori D.Mihajlović i A.Mihajlović (3.36) predloženim originalnim

uredjajem i danim rezultatima, ukazuju na mogućnosti produbljivanja naših naučnih spoznaja na ovom važnom području. Saopćenje S.Žukića (3.28) uklapa se u ovu problematiku. Faktografiju, kao jednu od bitnih metoda fraktologije primjenjuju A. Smolej i A.Podgornik (3.16) pri definiranju bitnih strukturalnih faktora, mjerodavnih za legure aluminija, podesne za obradu na automatima.

Područje strukturalnih istraživanja metala obradjuju L.Karbić (3.03) i (3.31), M.Jarić (3.26), M.Slavić i S.Turina (3.32) te Lj.Polla-Tajder i S.Turina (3.33). Koliko god na prvi pogled ovo područje izgleda kao sekundarno sa stanovišta problema materijala u strojarstvu, ipak smatram da je vrlo značajno. Danas, a pogotovo u buduće, treba težiti da svojstva metala produbljujemo i upoznajemo njihovu suštinu, da sagledavamo svojstva kao posljedicu strukturalne. Ovakova kvantitativna strukturalologija vodi nas tom cilju.

Inače, strukturalna ispitivanja, kao prateća istraživačka metoda, primijenjena je u nizu ostalih saopćenja.

Probleme nemetalnih materijala tretiraju D.Vlahović (3.06) i (3.07) i I.Alfirević (3.10), Z.Smolčić-Žerdik i J.Indof (3.25), te Z.Smolčić i M.Popović (3.37). Obzirom na svjetsku potrošnju od više desetaka milijona tona, našu sirovinsku bazu i trend porasta potrošnje, trebao bi rad na ovom području biti intenzivniji, kako bi se ovi materijali čim prije, u razmjerima kako je to u svijetu, uključili i u našu proizvodnju. Napominjem, da jedan VW-automobil ima ugrađenih 40 kg plastičnih masa.

Težište prispjelih saopćenja, ipak je na razvoju postojećih i osvajanju novih metalnih materijala, sa akcentom na mehaničkim, tehnološkim i tribološkim svojstvima, te načinom postizavanja ovih svojstava sa tumačenjem. Autori ovih saopćenja su I.Katavić (3.02), L.Karbić (3.04), A.Povržanović (3.05),

Razinger (3.08), A.Vučetić (3.09), B.Devedžić (3.11), M.Stupnišek (3.13), V.Vujović (3.14), A.Smolej (3.16), J.Rodić, R.Vujović, D.Sinobad (3.17), N.Babin (3.18), R.Zgaga (3.19), B.Liščić (3.20), M.Novosel (3.21), R.Zgaga, M.Novosel, M.Stupnišek (3.22), P.Jagodić (3.23), M.Novosel (3.27), V.Vujović E.Lemaher (3.29), B.Gligorić, M.Nedeljković, M.Pavlović (3.30), K.Kuzman (3.34), B.Liščić, V.Reich (3.35).

Ova saopćenja bez sumnje daju direktne priloge za relacije materijal-konstrukcija, materijal-tehnologija i materijal-eksploatacija. Obzirom na direktnu značajnost ovih radova za proizvodnju, trebalo bi ih zapravo grupirati prema navedenim relacijama. Ipak, u pojedinim slučajevima bi bilo teško postupati na taj način čime se zapravo i indirektno potvrđuje kompleksnost problema materijala u proizvodnom strojarstvu.

Saopćenje J.Reisnera (3.24) ukazuje na ranije spomenutu mogućnost savršenijeg konstruiranja i izbora materijala direktnim ispitivanjem gotovog proizvoda.

Materijali elektrotehnike kao jedan od problema materijala proizvodnog strojarstva, tretirani su samo u jednom saopćenju i to R.Jelataneva (3.12), što je svakako nezadovoljavajuće.

Konačno, ovdje treba ukazati na način rješavanja problema materijala između proizvođača prerađivača i korisnika, proveden od strane autora saopćenja J.Rodića, R.Vujovića i D.Sinobada (3.17).

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA NOVI SAD 1971.

S. Sekulić \*

OBRADA REZANJEM - UVODNI REFERAT \*\*

1. U v o d

Na trećem, četvrtom i petom Savetovanju proizvodnog mašinstva /III Zvezno posvetovanje o tehnološkom strojništvu 30. i 31. marta 1967. godine u Ljubljani, IV Savetovanje proizvodnog mašinstva, 9. i 10. maja 1968. godine u Sarajevu i V Savetovanje proizvodnog mašinstva, 15. i 16. maja 1969. godine u Kragujevcu/ istaknuta je osnovna problematika obrade rezanjem, pri čemu je dat i sistematski prikaz informacija iz inostrane i domaće literature u 1967. i 1968/69. godini. Na osnovu istaknutih problema na prethodnim savetovanjima u proteklom dvogodišnjem periodu učinjen je ozbiljan napor u cilju rešavanja problema ove, već klasične, oblasti obrade. Domaći istraživači grupisani oko instituta i fakulteta, i po razvojnim službama proizvodnih preduzeća, pokrenuli su ozbiljan broj pitanja teorijske, ili još češće praktične prirode, u cilju dobijanja odgovora o mehanizmu složenog zbivanja pri obradi rezanjem, kao i niza praktičnih informacija vezanih za obradljivost, odnosno uvodjenje optimalnih režima obrade, konstrukcione i druge karakteristike alata, ekonomskim efektima obrade, kvalitetu obradjene površine, pojedinim vrstama i načinima obrade rezanjem, kao i izvesnom broju posebnih pitanja. Odgovori na gore nabrojane i druge probleme treba da objasne složeni mehanizam obrade rezanjem, ili pak daju podatke vezane za optimiziranje procesa.

---

\*/ Sava St. Sekulić, dipl.ing. docent Mašinskog fakulteta, Novi Sad, Vladimira Perića - Valtera 2.

\*\*/Uvodni referat za oblast obrade rezanjem na VII Savetovanju proizvodnog mašinstva.

U nastavku se daje kratak sadržaj i ocena pojedinih saopštenja prema usvojenim grupama, pri čemu je vodjeno računa o osnovnoj sadržini koja bliže definiše grupu.

## 2.1 U grupi TEORIJA REZANJA daje se osvrt o osam radova

Rad V.Šolaje, D.Vukelje i V.Simovića /OR.18/ pod nazivom "Identifikacija intenziteta habanja praćenjem povišene temperature na karbidnoj pločici" ima za cilj da pokaže da temperaturni nivo u nekoj pogodnoj tački reznog prostora zavisi od stepena pohabanosti alata. Polazeći od prvog zakona termodinamike i teorije plastičnosti dobijeni su izrazi za specifične snage u zavisnosti od napona trenja na grudnoj površini, brzine klizanja strugotine po grudnoj površini alata, napona smicanja i brzine smicanja u kočionom sloju, napona trenja na površini rezanja, napona smicanja u ravni smicanja, i veličine deformacije smicanja pri formiranju strugotine. Uzimajući dalje u obzir sve toplotne ponore dobiveni su na osnovu zakona termodinamike i mehanike fluida, koji se odnose na prenos toplote, srednje temperature kontakta. Prema ranijim eksperimentima zaključuje se da ona ne zavisi od veličine habanja, ali je jasno da se povećava koeficijent trenja i na taj način i potrebna mehanička energija, što znači da je količina toplotne energije koja se raspoređuje na alat veća pa je i njegova unutrašnja energija veća. Posledica povećane unutrašnje energije izaziva povećanje temperaturnog nivoa alata. Ako dakle pratimo ovu promenu pomoću veštačkog termopara, možemo zaključiti o promeni habanja na alatu. Usvajajući model prema sl. 1 /u radu/, a za paralelopipedan oblik pločice daje se izraz za temperaturno polje pri prekidanom rezanju polazeći od parcijalne diferencijalne jednačine Furije-a /Fourier/. Usvajajući određeni režim i koordinate tačke merenja dobivena je zavisnost temperature u funkciji vremena rezanja. Eksperimentalni rezultati izvedeni su pri istim uslovima kao i na modelu i prikazane su krive promene temperature i vremena za režim zagrevanja, hladjenja i ponovnog zagrevanja na višu temperaturu od prve. Nadalje je data promena temperature u funkciji pojasa habanja i temperature posle jednog minuta

## 2. Pregled referata iz obade rezanjem na VII Savetovanju

Za VII Savetovanje proizvodnog mašinstva iz oblasti obrade rezanjem prijavljeno je ukupno 28 saopštenja. Po jedno saopštenje prispelo je iz Instituta za alatne strojeve, Zagreb /OR.25/ Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Zagreb /OR.15/, Zavoda za alatne mašine, alat i mjernu tehniku, Sarajevo /OR.02/, Tehničkog fakulteta, Niš /OR.14/, Strojarskog fakulteta, Rijeka /OR.04/, "Prvomajske" Tvornice alatnih strojeva, Zagreb /OR.08/, Preduzeća "Djuro Djaković" Slavon-ski Brod /OR.01/, i Preduzeća "Jugoturbina" Karlovac /OR.13/, dva iz Inštitu-ta za strojništvo, Ljubljana /OR.10, OR.24/, tri sa Mašinskog fakulteta, odelje-nje u Kragujevcu /OR.03, OR.06, OR.23/, i Instituta Mašinskog fakulteta, Novi Sad /OR.26, OR.27, OR.28/, četiri iz Zavoda "Crvena Zastava/, Kragujevac /OR.05, OR.07, OR.08, OR.12/, i osam iz Instituta za alatne mašine i alate, Beograd /OR.15, OR.16, OR.17, OR 18, OR.19, OR.20, OR.21, OR.22/\*

Ovde valja napomenuti da je sedam saopštenja iz radnih organizacija, a preostalih 21 iz Instituta i Fakulteta.

Sve prijavljene radove prema problematici koju tretiraju, možemo svrstati u sledeće grupe:

1. Teorija rezanja
2. Obradljivost
3. Kratki postupci
4. Kvalitet površine
5. Krutost alata
6. Troškovi alata
7. Ostalo

sa mogućim ponavljanjem u više grupa.

---

\*/ OR XX predstavlja oznaku saopštenja u sadržaju I knjige ovog Zbornika.



rezanja za razne veličine pojasa habanja. U zaključku se može istaći da dobijeni rezultati mogu korisno biti upotrebljeni za utvrđivanje stepena zatupljenosti bez prekidanja rezanja, pa prema tome naći primenu i pri adaptivnom upravljanju obradnim sistemima. Rad predstavlja prilog rešavanju problema temperaturnog kriterijuma postojanosti i uvođenja adaptivnog upravljanja sistemima.

Rad "Utvrđivanje obradljivosti materijala pomoću temperaturske metode" D. Vukelje i V. Šolaje /OR.19/ polazi od srednje temperature kontakta između strugotine i alata, koja se u bezdimenzionom obliku svodi na uticaj brzine i elemenata preseka strugotine i proširenog obrasca za brzinu rezanja, pri čemu se definišu dva neophodna uslova: potrebno je kombinovano merenje temperature sa ograničenim brojem klasičnih opita obradljivosti uz primenu kriterijuma habanja alata. Na osnovu na pr. šest opita moguće je odrediti iz dijagrama T-v brzinu  $v_{60}$  koja omogućuje i njeno određivanje na osnovu srednje temperature, pa je sada lako odrediti veličinu  $C_V$  i eksponent m. Ispitivanje je izvršeno na čeliku Č.4730, struganjem, alatom sa pločicom od tvrdog metala kvaliteta P 20. U zaključku autori ističu relativno visoka odstupanja i do 1,8 puta, ukazujući na posledice prebrušavanja alata kombinovane sa sistematskim greškama, ali im se čini da je temperaturski metod određivanja obradljivosti pogodan i možda u budućnosti zamena metode habanja. Rad predstavlja ozbiljan prilog na uvođenju temperaturske metode obradljivosti.

U saopštenju D. Vukelje i S. Zuhara /OR.22/ izučavan je uticaj položaja ose glodala u odnosu na radni predmet i toplotni režim pri čeonom glodanju, za dva položaja, pri istosmernom i suprotnosmernom glodanju, Analizirajući uslove rada i dobivene rezultate autori zaključuju da na veličinu postojanosti pored položaja ose ima i mikrostruktura radnog predmeta. Na osnovu teorije dislokacija dolazi se do zaključka o ulozi veličine zrna /"size effect"/. Tako se uticaj položaja ose, za različite materijale, manifestuje čak u obrnutom efektu. Ispitivanja su vršena na strugu pri čemu je epruveta imala poseban oblik. Odnos radijalne i tangensijalne sile takodje je različit pri istosmernom i suprotnosmernom glodanju. Uočava

se da je odnos radialne sile povoljniji pri istosmernom glodanju, čime se objašnjava povećana postojanost pri ovoj vrsti glodanja. Koristeći rezultate izvedenih opšta razvijeni su matematički izrazi za periodične izvore toplote razvijanjem u Furije-ov red. Simiranjem delovanja tačkastog izvora toplote po vremenu i prostoru dobija se izraz za temperaturu u određenoj tački. Na osnovu posebne analize zaključuje se da temperaturno polje ima ista svojstva periodičnosti kao i njegov izvor. Analiza amplituda temperatura dovodi do zaključka da su temperature pri istosmernom glodanju niže u odnosu na suprotnosmerno. Originalni analitički pristup u radu daje korisna obaveštenja i kvantitativne rezultate o uticaju položaja ose glodanja pri čeonom glodanju određenih vrsta materijala.

Rad J. Stanića /OR.16/ pod nazivom "Prilog analizi ekonomskog perioda rezanja", u uvodnom delu govori o ekonomskom periodu rezanja, koji se dobija iz minimuma troškova obrade. U pregledu, u vidu tabele dato je devet jednačina koje mogu poslužiti za njegovo određivanje, pri čemu se ukazuje da razlika postoji usled različitog rasčlanjavanja troškova. U nastavku, autor posmatra obradu bušenjem i primenjujući sopstveni izraz za ekonomski period rezanja konstatuje da je za određene uslove ekonomski period linearna funkcija primarnog parametra habanja. Prema tome, za određenu unapred usvojenu veličinu parametra habanja dobija se na krivoj habanja samo jedna tačka kojoj odgovara minimum troškova posmatrane operacije. Ova tačka se, po predlogu autora, može odrediti grafoanalitički ili čisto analitičkim putem. Istoj tački odgovara minimum na krivoj troškova u funkciji od parametra habanja, a takodje i ekonomična prava u log-log dijagramu postojanost - brzina rezanja. Sličan postupak omogućuje dobijanje ekonomičnih krivih za razne brzine rezanja. Na osnovu gornje analize autor dolazi do značajnog zaključka da postizanje optimalnih vrednosti mora da zadovolji uslov da izvod troškova po vremenu mora biti ravan nuli, a takodje i izvod po parametru habanja mora biti ravan nuli. Postupak optimizacije režima pri bušenju, prema tome, svodi se na određivanje ekonomične brzine i troškova. Analiza daje da je najekonomičnije raditi pri maksimalnom pomaku, dok se brzina određuje na osnovu obrasca u koji se uvrštava maksimalna vrednost pomaka. Konačno se ukazuje

da je optimizacija uslovljena veličinom snage mašine i pomakom. U zaključku se može reći da rad predstavlja kompletan prikaz sa svim parametrima za određivanje optimalnih režima pri bušenju čelika i sivog liva.

U radu R. Cebala /OR.13/ izlažu se rezultati eksperimentalnih ispitivanja uticaja grudnog uglja konveksnih, ledjno struganih glodala na promenu obrtnog momenta i srednju temperaturu kontakta. Ispitivan je čelik Č.7432 postojan na visokim temperaturama, alatom od brzoreznog čelika Č.6880 domaće proizvodnje. Primenjivani su sledeći grudni uglovi:  $0^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $16^{\circ}$ ,  $24^{\circ}$  i  $32^{\circ}$ . Merenje obrtnog momenta ostvareno je preko merača obrtnog momenta, Vitstonovog mosta i pisaača. Merenje srednje temperature vršeno je pomoću prirodnog termopara glodalo - radni predmet, a registrovana je pomoću svetlosnog oscilografa. Obrada je vršena uz hladjenje. Dobiveni su prošireni obrasci za obrtni moment, odnosno srednju obimnu silu, u obliku višečlanog eksponencijalnog proizvoda u zavisnosti od brzine rezanja, pomaka po zubu i ugla klina. Za srednju temperaturu kontakta dobitan je analogan izraz. Za obe zavisnosti postignut je visok koeficijent korelacije. Rad predstavlja pored opšteg, i poseban interes za korisnike ispitivanog materijala.

Saopštenje R. Mitrovića i S. Zahara /OR.06/ tretira uticaj ekscentričnosti zuba glodala na postojanost. Usled ekscentričnosti zuba znatno varira opterećenje na njima. Najviše opterećeni zub, za isti interval vremena, najviše će biti izložen habanju. Da bi se utvrdio uticaj ekscentričnosti na postojanost, vršeni su eksperimenti pomoću instrumentacije koja je sadržala dinamometar za registrovanje obrtnog momenta i pribor za merenje radijalnog bacanja zuba u radu, oba na principu mernih traka, čije pokazivanje je registrovano na mehaničkom pisaaču. Pojas habanja meren je na alatnom mikroskopu. Za određivanje režima obrade pri različitim ekscentricitetima pojedinih zuba dobivene su zavisnosti veličine pojasa habanja u funkciji vremena rezanja. Sa sl. 5 /u radu/, vidljivo je da znatan uticaj na veličinu pojasa habanja ima ekscentričnost zuba, pa se ukazuje na potrebu što veće centričnosti u cilju povećanja postojanosti glodala. Praćenje srednje obilne sile, i uticaja nejednakog pomaka po zubu, pri čemu se znatno

primećuje odstupanje od zuba do zuba. Veličina pomaka može se izraziti u zavisnosti od ekscentričnosti zuba i ugla zahvata. Treba napomenuti da je ovim radom kvantitativno dokazan uticaj veličine ekscentričnosti zuba na postojanost alata.

Saopštenje D. Nikolića /OR.15/ tretira određivanje broja prolaza pri suprotnosmernom i istosmernom glodanju valjčastim glodalima. Analitičko određivanje elemenata režima obrade pri glodanju sprovedeno je paralelno za jedan i i prolaza. Proračun veličine koraka po zubu vršen je obzirom na minimalnu otpornost mehanizma za pomoćno kretanje, stabilnosti vratila glodalice, i statičku krutost tehnološkog sistema opterećenog rezultujućom silom. Zatim je poredjen broj obrta obzirom na iskorišćenje mašine i alata, i konačno glavno /mašinsko/ vreme obrade. Na kraju je odredjen idealni korak po zubu. Zaključci ukazuju na proceduru određivanja broja prolaza obzirom na moguće slučajeve. Iznesena metoda je potpuna i ustvari predstavlja nastavak poznatog pristupa koji je primenjivan na primeru obrade na strugu. Složeni izrazi teško će moći biti primenjeni bez računara, pa bi za širu primenu bilo neophodno izraditi nomograme.

U saopštenju A. Perića /OR.02/ daje se osvrt na uvođenje pomoćnog vremena u izraze za specifičnu proizvodnost mašine. Ekonomski period rezanja prema klasičnom obrascu Tejlora /Taylor/ ne zavisi od pomoćnog vremena. Obrasci prof. Stankovića i Tašljiskog sadrže veličinu  $K_2$  koja predstavlja odnos pomoćnog i mašinskog vremena za  $i$  prolaza, iz čega zaključuju da operacije kod kojih je pomoćno vreme veliko, proizvodnost ne treba meriti količinom skinute strugotine, već brojem obavljenih operacija za jednu postojanost. U nastavku autor daje kritička razmatranja u vezi  $K_2 = \text{const}$ . Vodeći računa da je  $K_2$  odnos pomoćnog i glavnog vremena zaključuje da je  $K_2 = f / T$ , jer je pomoćno vreme konstantno a glavno vreme zavisi od režima obrade, pa prema tome ekonomski period rezanja treba računati po Tejloru. Napomenimo da bi bilo interesantno da je autor u cilju dopunskih uveravanja analizirao brojne izraze za ekonomski period rezanja koji se nalaze u literaturi.

## 2.2 U grupi OBRADLJIVOST predstavlja se šest radova

Saopštenje V. Šolaje i D. Vukelje /OR.17/ odnosi se na ispitivanja tvrdog metala sa karbidnom prevlakom kvaliteta GC 125 /osnovni materijal P 25/, GC 135 /P 35/ i GC 315 /H 10/, pri obradi čelika Č.4730. Maksimalna vrednost pojasa habanja usvojena je 0,6 mm., merena direktno na mašini. Na osnovu 6 eksperimenata određene su za sve tri vrste pločice konstanta i eksponent u Tajlorovoj /Taylor/ jednačini pri čemu se ukazuje da je vrednost negativnog grudnog ugla od  $5^{\circ}$ , u odnosu na pozitivni od  $10^{\circ}$ , pri primeni domaćih pločica, nepovoljno uticalo na formiranje strugotine. Intenzitet habanja na ledjnoj površini bio je manji u odnosu na krater na grudnoj površini. Pored nepodesnosti geometrije, nepravilno izvedeno ležište pločice izazivalo je i krzanje vrhova koji nisu bili u radu. Dalje se ukazuje da kriterijum širine pojasa habanja 0,5 mm. u toku rada odstranjuje karbidni sloj debljine 5 mikrometara. Iz uporednog log-log dijagrama autori zaključuju nepodesnost predložene geometrije alata koju diktira držač. Nadalje su određeni korektivni faktori koji predstavljaju odnos brzina pri postojanosti od 60 i 30 min. Ispitivanih stranih i domaćih pločica. U zaključcima autori ističu da informacije o pločicama sa Ti C i Ta C prevlakama, i preporučenu geometriju, treba uzeti sa rezervom i da su neophodna dalja sistematska ispitivanja koja će dovesti do optimalnih oblika pločice i držača. Rad predstavlja domaću informaciju zasnovanu na malom broju eksperimenata pri čemu su dobiveni vrlo korisni zaključci.

D. Vukelja, M. Jovičić i D. Simović /OR.20/ u radu "Jedan način za sniženje temperature brušenja pri završnoj obradi alata od brzorenog čelika" tretiraju uticaj visokih temperatura pri oštrenju na promenu strukture u površinskom sloju. Kako se primenom klasičnih tocila ove promene teško mogu izbeći, u radu se predlaže brušenje sa nekontinualnom radnom površinom pri čemu se ostvaruje niža temperatura brušenja, pa je opasnost od strukturnih promena manja. Za određivanje temperature brušenja korišćen je model diskretnog dodira tocila i površine brušenja, pri čemu dodir svakog zrna predstavlja izvor toplote. Raspored

zrnaca na točtilu određen je pomoću pribora sa iglom čije se pomeranje prenosi na induktivni davač a njegov signal preko pojačavača i mernog mosta na pisar i statistički računar. Tako su dobivene korelaciona funkcija i spektar gustina zrna za oštro i tupo točilo. Korišćenjem poznatih izraza za korelacione funkcije i spektar gustine, moguća je diskusija i ovih zavisnosti. Broj zrnaca na jedinici dužine ili jedinici površine određen je presekom merenog profila točila na određenom položaju. Broj presečenih profila ustvari predstavlja broj zrnaca. Analitičko određivanje broja zrnaca izvršeno je uvodjenjem slučajne funkcije i matematičkog očekivanja broja preseka uz zadovoljenje određenih uslova. Zatim je određena temperatura za tri slučaja: pri kontinualnom radu, pri brušenju sa žljebovima i pri brušenju sa hladjenjem. Kod proračuna temperaturnog polja pošlo se od Furijeove diferencijalne jednačine i graničnih uslova druge vrste. Posmatrajući jedno zrno, a zatim superponiranjem tačkastog izvora po prostoru i vremenu, i prelaskom na pokretne koordinate, došlo se do izraza za temperatursko polje. Sumiranje delovanja svih zrna dobiven je opšti izraz za temperatursko polje nastalo pod dejstvom svih zrna čiji je broj slučajan. Za pomenuta tri načina brušenja dobivene su sledeće temperature: za točilo sa kontinualnom površinom bez hladjenja  $1.100^{\circ}\text{C}$ , za točilo sa žljebovima  $740^{\circ}\text{C}$  i za točilo sa hladjenjem  $500^{\circ}$ , pri istoj širini točila. Iz eksperimenata koji potvrđuju teorijsku analizu zaključuje se da je korisno primeniti nekontinualno brušenje. Dalji opiti pružili bi neophodna dopunska obaveštenja našta ukazuju i autori.

U radu Z. Seljaka /OR. 24/ pod naslovom "Uslovi obrade konstruktivnih čelika struganjem" iznose se rezultati ispitivanja obradljivosti čelika Č. 4144 /otkivalak u obliku prstena  $\varnothing 254 \times \varnothing 190 \times 92$  mm/ alatom sa pločicom od tvrdog metala SNMG 1906, 530 sa žljebom na grudnoj površini, mehanički pričvršćenoj u držač Tmax P PSBNR 20-6 HR 1743 3232 -19. Obrada je izvodjena sa osam raznih brzina rezanja i tri različita pomaka, pri čemu su statističkim putem određeni konstanta i eksponenti u jednačini za pojas habanja u funkciji brzine, pomaka i vremena rezanja, uz primenu elektronskog računara. Nadalje su određivani troškovi čija se struktura sastoji iz troškova pripreme i zastoja, obrade, zamene alata,

eventualnog oštrenja i odpisa alata. Uvedena su sledeća ograničenja: veličina pomaka obzirom na hrapavost obradjene površine i veličina pomaka obzirom na raspoloživu snagu. Dalje su izračunate zavisnosti promene brzine rezanja i pomaka u funkciji troškova. Prva zavisnost predstavljena u logaritamskoj mreži, pri konstantnim pomacima, daje familiju konkavnih krivih čiji minimumi određuju optimalne brzine rezanja. Drugi log-log dijagram promene brzine u funkciji pomaka, za konstantne cene po komadu, daje takodje familiju konkavnih krivih linija čiji minimumi određuju liniju minimalnih troškova. Na poslednjem dijagramu vide se ranije pomenuta ograničenja. Rad predstavlja interesantan prikaz primene računara na konkretnom primeru i kao uzor može naći primenu u tehničkoj praksi.

Problematiku obradljivosti čelika "Prokron 13" pomoću glava za glodanje sa pločicama od tvrdog metala nalazimo u radu S. Zahara i R. Mitrovića /OR.21/"Prokron" 13 predstavlja teško obradljivi čelik pa je bilo potrebno odrediti optimalne režime pri obradi glavama za glodanje sa mehanički pričvršćenim pločicama od tvrdog metala. Preliminarnim ispitivanjem utvrđeno je da se osnovni materijal može uspešno obradljivati pločicom kvaliteta H a ne S i da se primenom većih dubina rezanja, od 2 mm i pomaka po zubu od 0,08 mm/z javlja krzanje ivice. Na osnovu dijagrama  $T-v$  dobijen je eksponent u tajlorovoj jednačini  $m = 0,3$  mm, koji takodje ukazuje na nepovoljne osobine obradljivosti ispitivanog materijala. Rad predstavlja praktičan prilog i daje uputstva za pravilnu primenu određenog kvaliteta pločica alata uz preporuku veličine elemenata preseka strugotine.

Rad S. Margića /OR.04/ odnosi se na ispitivanje obradljivosti keramičkim pločicama i definisanje područja primene. Analizom velikog broja eksperimenata autor daje u zaključcima niz preporuka od kojih ćemo navesti najvažnije. Sa keramičkim pločicama postižu se vrlo dobri rezultati i u području fine i polugrube obrade na radnim predmetima bez kore i prekida reza, na krutim mašinama, stabilnim radnim predmetima i krutim alatima. Pri finoj obradi preporučuju se brzine rezanja od 250 do 350 m/min. pri čemu se postiže osma klasa kvaliteta obrade. U proizvodnim uslovima vrednosti brzine treba smanjiti do 30 %. Keramičke pločice ne mogu

se primeniti pri velikim presecima strugotine i pri prekinutom rezanju. Primena negativnih grudnih uglova se ne preporučuje pri obradi čelika manje čvrstoće, ali se isto tako ugao klina mora zadržati oko  $90^{\circ}$ , zbog potrebe otpornosti vrha alata. Na kraju autor zaključuje da bi uvođenje keramičkih pločica u našu industriju, u odnosu na alat sa pločicama od tvrdog metala doneo relativno male uštede /15 do 25 %/ u vremenu obrade, a da je mogućnost uvođenja vrlo mala / 5 %/. Na osnovu gore izloženog sledi da ovaj rad predstavlja informaciju koja znatno odstupa od podataka u literaturi i koja korisno može poslužiti pri eventualnom planiranju primene keramičkih pločica u našoj industriji.

U radu Z. Nikića /OR. 03/ razmatra se problem obrade sfernih površina na programskim alatnim mašinama, usled promenljivosti preseka strugotine, napadnih uglova i prečnika obrade. Koristeći se podacima iz sovjetske literature autor vrši popravku u jednačini za brzinu uvodeći popravne koeficijente u zavisnosti od glavnog i pomoćnog napadnog ugla. Slično se vrši i popravka u proširenom izrazu za glavni otpor rezanja kao i otpor prodiranja i pomoćnog kretanja uvođenjem novih popravnih koeficijenata, koji vode računa i o promeni pomaka. Ekonomski period rezanja u ovom radu odredjen je iz uslova minimuma troškova proizvodnje. Srednja brzina rezanja, odnosno broj obrta koji joj odgovara odredjen je zamenom popravnih koeficijenata u izraz za brzinu rezanja, odnosno njegovim izjednačavanjem sa kinematskom jednačinom, pri čemu se uvođenjem srednje aritmetičke sredine u pet tačaka na konturi, daju prikladni obrasci. U zaključku se ustvari daju praktična uputstva kako treba prići problemu obrade sfernih rukavaca. Na kraju treba ukazati da ovaj rad predstavlja primer uspešne primene literaturnih podataka na konkretnom proizvodnom problemu.

2.3 U grupi KRATKI POSTUPCI predstavljeno je dva rada

Saopštenje B. Ivkovića /OR.23/ "Definisanje obradljivosti konstrukcionih materijala u radioničkim uslovima, pomoću radio aktivnih izotopa" ukazuje na mogućnost znatne uštede u materijalu primenom merenja intenziteta habanja i otpornosti habanja. Ako se veličina habanja izrazi u funkciji vremena rezanja paraboličnom



zaobljenja vrha zrna i pravolinijski deo zrna i drugi samo usled uticaja radijusa zrna. Izvedeni obrasci pokazuju da srednja aritmetička hrapavost zavisi od stvarnog koraka zrna, prečnika tocila i poluprečnika zaobljenja vrha zrna pri čemu se za veće vrednosti rastojanja zrna, kao posledica prekrivanja, uticaj zaobljenja vrha zanemaruje, što odgovara tocilima sa krupnim zrnima i većeg prečnika. Eksperimenti su obuhvatili merenje površine tocila, a zatim merenje obradjene površine. Korak zrnaca tocila meren je na tri načina: na šmalcovom /Schmaltz/ mikroskopu, pomoću safirne igle na posebno konstruisanom priboru i metodom otiska na aluminijumskoj foliji pri čemu se brojanjem otisaka odredila veličina koraka. Rezultati merenja pri svim metodama pokazuju određena neslaganja, koja su posledica netačnih merenja, odnosno očitavanja kao i usled nejednake površine tocila. Pored toga, zaključuje se da rezultati više odstupaju za finu obradu, što je uostalom slučaj kod primene geometrijskog modela na obradu struganjem i glodanjem. Uticaj materijala radnog predmeta je manji od očekivanog. Prečnik tocila nije potpuno ispitan, ali se zaključuje da pri upotrebi tocila većeg prečnika dolazi do smanjenja hrapavosti, pa je u jednačini uvedena popravka. Kod tocila manje veličine zrna uticaj prečnika je zanemarljiv. U zaključku se navodi da bi za finu obradu bilo potrebno uvesti nove koeficijente koji bi vodili računa o plastičnosti materijala radnog predmeta i ostalim faktorima. Predložen način za određivanje hrapavosti pri obradi brušenjem na osnovu geometrijskog modela, predstavlja uspešan prilog rešavanju ovog važnog problema, pri čemu valja napomenuti da je ranije bilo neuspešnih pokušaja, koji nisu mogli naći praktičnu primenu.

U saopštenju E. Kuljanića /OR. 25/ tretira se veličina hrapavosti pri obradi mesinga brzinama od 100 do 400 m/min., koje se najčešće primenjuju pri obradi na strugu, noževima sa pločicama od tvrdog metala domaće proizvodnje. U radu je primenjeno planiranje eksperimenta za multiregresionu analizu, uz upotrebu računara. Merenje hrapavosti vršeno je pri rezanju oštrim alatom, da bi se izbegao uticaj habanja alata. Tako je dobivena zavisnost za srednju aritmetičku hrapavost u zavisnosti od pomaka, brzine rezanja, dubine rezanja i poluprečnika zaobljenja

zavisnošću, to njen izvod po vremenu, predstavlja intenzitet habanja. Recipročna vrednost intenziteta definiše otpornost na habanje. Odredjivanjem otpornosti na habanje napr. za tri veličine pojasa habanja, koje odgovaraju drugoj fazi rezanja, pri čemu se koriste tri različite brzine rezanja, moguće je otpornost habanja prikazati paraboličnim zakonom u funkciji od brzine. Poredjenjem tajlorove jednačine i jednačine za otpornost na habanje u funkciji brzine, nalazi se odnos između odgovarajućih konstanti i eksponenata. Kako je za odredjivanje otpornosti habanja potrebno rezati manje, to se odredjivanje eksponenta i konstante u tajlorovoj jednačini svodi na odredjivanje analognih veličina iz obrasca za otpornost habanja i brzine rezanja. U nastavku rada iznosi se organizacija punktova za kontrolu obradljivosti u radionici uz naznaku potrebne instrumentacije. Predložena metoda daje mogućnost primene "na licu mesta" i obezbeđuje odredjivanje optimalnih režima za svako radno meso neposredno pre početka procesa, u čemu je njena i osnovna vrednost.

"Ispitivanje postojanosti alata kratkim postupkom obrade" je saopštenje S.Sekulića /OR.27/, a zasnovano je na vezi između tajlorove i veberove /Weber/ jednačine. Analizom veze između ovih dveju jednačina uočena je linearna zavisnost između eksponenata  $\beta$  i  $m$ . Kako se eksponent  $\beta$  u verebovoj jednačini može lako odrediti iz krive habanja, to se preko njega dobija i vrednost eksponenta  $m$ . U nastavku je prikazan tok numeričkog proračuna za dva materijala radnog predmeta, za koje su nacrtane tajlorove prave u logaritamskoj mreži.

#### 2.4 U grupi KVALITET POVRŠINE čini se osvrt na dva rada

U radu H. Murena /OR.10/ posmatra se geometrijski model hrapavosti pri brušenju i odredjuje maksimalna i srednja aritmetička hrapavost. Zrno tocila smatra se piramidom sa zaobljenim vrhom, a zrna su raspoređena po jednodnoj zavojnici. Rastojanje zrna usled prekrivanja, kao posledica rasporeda zrna po zavojnici, odredjuje rastojanje zrnaca koje utiče na veličinu hrapavosti. U radu se posmatraju dva slučaja: 1/ kada na geometrijsku hrapavost utiče poluprečnik

vrha. Postignut je visok koeficijent korelacije 0,95. Kako se iz testiranja signifikantnosti regresionih koeficijenata, pomoću T-testa, zaključuje da je uticaj brzine i dubine rezanja u poligranom integralu neznatna, to se ponovnim izračunavanjem multiregresije dobija zavisnost srednje aritmetičke hrapavosti u funkciji pomaka i poluprečnika zaobljenja vrha noža. Pristup obavljenom radu je vrlo interesantan, međutim, treba ukazati da su za praksu ipak interesantniji podaci vezani za drugu fazu rezanja i da bi bilo neophodno rad produžiti i za ovaj radni interval.

## 2.5 U grupi KRUTOST ALATA prikazuje se dva rada

Rezultati proučavanja krutosti ureznika prezentirani su u saopštenju J. Stankov /OR.26/. Lom ureznika vrlo je karakteristična pojava pri izradi navoja, pogotovo malog prečnika. Eksperimentalnim ispitivanjima dobiveni su dijagrami zavisnosti momenta uvijanja u funkciji ugla uvijanja, a na osnovu njega dijagram krutosti i ugla uvijanja. Svi rezultati obradjeni su statističkim putem uz zadovoljenje potrebnih kriterijuma. Nadalje se ističe da se krutost može izraziti u zavisnosti od prečnika ureznika paraboličnom zavisnošću. U zaključku se daju preporuke vezane za konstrukciona poboljšanja u vezi povećanja krutosti ureznika, u čemu je i njegova praktična vrednost.

U saopštenju J. Stankov /OR.28/ "Neka pitanja zamora ureznika" na osnovu eksperimentalnih ispitivanja ureznika M 10 određene su krive zamora, i na osnovu njih, zavisnosti promene momenta uvijanja od broja promena opterećenja, u vidu parabolične zavisnosti. Pored toga, na osnovu statističkih metoda određen je verovatni broj promena opterećenja do loma. U zaključku se daju preporuke za konstrukcione izmene ureznika u cilju povećanja otpornosti do loma, kao i uticaj smanjenja opterećenja na povećanje broja promena do loma.

## 2.6 U grupi TROŠKOVI ALATA, daje se osvrt na pet radova

U svom saopštenju B. Pavlović /OR. 12/ tretira problematiku definisanja troškova alata pri obradi rezanjem. Ukazuje se da su do sada troškovi alata izražavani pomoću troškova radne snage i oštrenja alata, i amortizacije alata. Međutim, autor smatra da ovim troškovima treba dodati kamate na obrtna sredstva angažovana za nabavku alata u zalihi, zatim amortizaciju mašina za oštrenje i troškove tocila. Pojedinačnom analizom svih navedenih faktora dobija se opšti izraz za troškove alata koji sadrži sve potrebne parametre. U radu je dat pregled, u vidu tabele, koja sadrži pojedinačne troškove pri pojedinim vrstama obrade. U zaključku se ukazuje na teškoće određivanja pojedinih parametara na koje se u toku primene nailazi, ali da se uz primenu računara ovo može lako savladati. Rad predstavlja opšti pristup određivanja troškova alata nezavisno od vrste obrade i može korisno poslužiti kao uzor sveobuhvatnik troškova za bilo koje uslove proizvodnje.

Rad Ž. Markovića /OR. 05/ analizira troškove reznih alata sa mehaničkim pričvršćivanjem pločica u odnosu na alat sa tvrdo zalemljenom pločicom od tvrdog metala. Obzirom na visok procenat učešća /20 - 30 %/ troškova alata, koji zauzimaju drugo mesto u ukupnim troškovima obrade prišlo se utvrđivanju ovih troškova. Kako je udeo pojedinih parametara na troškove alata različit i obzirom da je struktura troškova zavisna od načina pričvršćivanja, to su postavljeni izrazi za troškove alata za obe varijante. Svi elementi za proračun svrstani su u tabelu a posmatrano je 7 različitih operacija. Analiza dobivenih vrednosti pokazuje da su troškovi kod primene mehanički pričvršćenih pločica manji za 30 - 70 %, u odnosu na troškove alata sa zalemljenim pločicama. Na kraju valja napomenuti da je ovakva relativna složena analiza primenljiva jedino pomoću računara i da je u uslovima serijske a naročito masovne proizvodnje i neophodna.

U svom saopštenju N. Majdandžić /OR. 01/ prikazuje niz konstrukcija za pritezanje pločica od tvrdih metala, pri čemu se posebno ističu konstrukcije elemenata

za lomljenje strugotine /"lomač"/, koji može biti podešljiv, ili se menja u zavisnosti od režima obrade. Pored toga, dati su primeri gde je sama pločica unapred izradjena sa žlebom za lomljenje strugotine, sa različitim konstrukcijama žleba na jednoj pločici. Pored mehanički pričvršćenih pločica od tvrdog metala, daju se podaci o obliku i kvalitetu pločica na glavama za glodanje, glodalima i razvrtačima. Ukazuje se takodje na pločice od tvrdog metala sa tankim slojem titan karbida, kao i podatak o kvalitetu univerzalne pločice 325 M "Fagersta". U poglavlju eksploatacijski rezultati na osnovu praćenja, pri upotrebi noževa i glava za glodanje sa mehanički učvršćenim pločicama, postavljen je izraz za određivanje cene, svedene na jednu postojanost, u zavisnosti od velikog broja faktora /cene pločice sa više sečiva, vrednosti pločice nakon zatupljenja svih ivica /koja se može dalje iskoristiti/, broja sečiva na pločici, zatim uticaja cene popravki držača, višestrukog broja postojanosti koju dozvoljava jedan držač, vrednosti podložne pločice i njenog broja primenljivosti izražene preko postojanosti, cene lomača strugotine i broja njegove primenljivosti izražene pomoću postojanosti/. Koristeći, radi uporedne analize, obrazac za izračunavanje troškova kod noževa sa zalemjenim pločicama, zaključuje, da primena alata sa mehanički pričvršćenim pločicama daje povoljne ekonomskim efektima i njihovo uvodjenje potpuno opravdano. Na kraju možemo reći da se u izloženom radu praktičnim, ekonomskim, pristupom došlo do uverljivih podataka opravdanosti primene alata sa mehaničkim pričvršćivanjem pločica od tvrdog metala.

Problemi ekonomske eksploatacije mašina za provlačenje tretiraju se u radu R. Milisavljevića /OR. 09/. U uvodu ovog rada prikazuje se pored osnovne geometrije alata i uopšte pojasevi habanja na režućim i kalibrirajućim zubima provlakača. Ukupni troškovi obrade pretstavljeni su sa tri osnovna elementa, ličnim dohocima proizvodnih radnika i brigadira, troškovima alata i troškovima mašine. Analiza većeg broja operacija pokazuje da u ukupnim troškovima lični dohoci iznose 14%, alat 44 % i mašine 42 %. U nastavku data su tri primera za obračun troškova različita po strukturi. U zaključku se ukazuje na potrebu dovoljne opreznosti pri izboru opreme i alata zbog njihovog znatnog uticaja na visinu troškova. Iz rada

se zaključuje da obzirom na veliki uticaj cene alata nedostaju sigurni podaci za postojanost alata, što bi svakako trebalo da bude novi zadatak u cilju sigurnije procene troškova.

U radu M. Bogdanovića /OR. 07/ razmatraju se položaj i veličina zone habanja na grudnoj i ledjnoj površini na ovalnim glodalima. Kao kriterijum usvaja se potrebna tačnost obradjenih zubaca što odgovara maksimalnom pojasu habanja od 0,5 - 0,6 mm. Na osnovu dodataka za jedno oštrenje od 0,6 - 0,8 mm. moguće je odrediti broj oštrenja iz raspoložive dužine za oštrenje. Na osnovu definisanih troškova u funkciji primarnih parametara, uzimajući pri tome prosečne vrednosti brojeva oštrenja od 14 - 18 i postojanost od 300 - 750 min. zaključuje se da troškovi zamene alata iznose 0,8 - 4 %, oštrenja 5 - 9 % i amortizacija alata 86 - 94 %. Iz poslednjeg zaključujemo o najvećem uticaju troškova amortizacije pa u njima treba tražiti smanjenje ukupnih troškova obrade, što se može postići usvajanjem manje vrednosti za maksimalnu dozvoljenu veličinu pojasa habanja, što ima za posledicu povećani broj mogućih oštrenja. U radu su iznete eksploatacijske smernice, pri čemu se primećuje nedostatak strožih formulacija postojanosti na šta ukazuje i sam autor.

2.7 U grupi OSTALO prikazuje se tri rada.

Problem geometrijske tačnosti i metod merenja odvalnih glodala razmatra se u radu I. Hercigonje, F. Dusmana i R. Stančeca /OR.11/ Obzirom da kod odvalnog glodanja zupčanika tačnost zavisi od tačnosti alata - odvalnog glodala, pitanju tačnosti izrade mora biti poklonjena odredjena pažnja. Za detaljnu kontrolu potrebno je izvršiti veliki broj merenja. Nemačkim standardom DIN 3968 predviđena je kontrola 17 parametara /za sada ne postoje domaći standardi/. Za merenje svih ovih parametara pored skupocene opreme, potrebno je utrošiti i znatno vreme. Ispitivanjem domaćih alata došlo se do korelacije izmedju visine uspona zavojnice izmedju dva proizvoljna zuba jednog zavoja i odstupanja oblika i položaja grudne površine zuba, pojedinačne podele žljeba za strugotinu, skoka

pri podeli žljeba za strugotinu i sumarne podele žljeba za strugotinu. Dobiveni rezultati upućuju na produžetak istraživanja u cilju dalje razrade efikasne metode koja bi znatno skratila težak i složen način kontrolisanja svih parametara.

Saopštenje I. Kendjela /OR. 08/ odnosi se na eksploatacijske karakteristike NC mašina alatki. U radu se navode osnovni zahtevi u vezi uvođenja NC alatnih mašina, izbor radnog predmeta, alata, sadržine celokupne dokumentacije, organizacija, ekonomski efekti i razvoj eksploatacije. Izbor radnog predmeta pri obradi na NC bušilici sa horizontalnim vretenom, posmatran je sa gledišta godišnjeg asortimana proizvodnje, materijala radnog predmeta, veličine /gabarita/ tehnološkičnosti, tačnosti i godišnjeg opterećenja NC mašina. Nadalje se razmatra izbor prečnika vretena, reznog i mernog alata uz isticanje potrebe kataloga alata po vrstama. Na kraju se izlažu ekonomski efekti i pokazuje da uvođenje NC mašina ima svog opravdanja, iako je cena NC mašine oko 80 % viša u odnosu na klasičnu, ali je zato za oko 90 % produktivnija uz ekonomičnost oko 25 %. Pored toga, zaključuje se da je ulaganje u NC mašine opravdano. Nadalje se ističe da je pomoćno vreme kod NC mašina manje za 18 % u odnosu na klasičnu mašinu alatku i navodi da su ovim pregledom dati trenutni efekti postignuti u proizvodnji kojima nisu iscrpljene sve mogućnosti NC mašina. Valja napomenuti da rad obiluje podacima i da korisno može poslužiti pri odlučivanju pri uvođenju NC alatnih mašina.

Rad B. Mitića i M. Drezgića /OR. 14/ tretira problem i rezultate u istraživanju mehanizma razletanja i odvođenja strugotine iz zone rezanja. U uvodnom delu naglašava se nedostatak podataka u vezi mehanike kretanja strugotine u široj zoni obrade, što je od značaja pri kontinualnom odvođenju strugotine, navodeći pri tome dobre strane kontinualnog odvođenja strugotine. Iznoseći rezultate Vlasova koji se odnose na oblik i pravac kretanja strugotine pri obradi na strugu, za krte materijale, definišu se tri slučaja u zavisnosti od napadnog ugla, pomaka dubine rezanja i poluprečnika zaobljenja vrha noža. Autori su

ponovljenim ispitivanjem samo delimično našli potvrdu iznetih činjenica. Pravac toka strugotine u horizontalnoj ravni određen je postavljanjem pribora sa pregradama u koji se skuplja strugotina. Dobiveni rezultati pokazuju, da samo oko trećine strugotine teče u pravcu konusa, a dve trećine se rasipa nepravilno čak i u smeru suprotnom od smeru otvora konusa. Razmatrajući mehanizam razletanja strugotine autori navode da je broj uticaja znatan i zavisi od faktora prisutnih pri stvaranju i konačnom formiranju strugotine, kao i faktora vezanih za sredinu u kojoj se vrši kretanje čestica. Poslednje izaziva pojavu aerodinamičkih sila, koje igraju preseudan uticaj na dalji tok kretanja strugotine. U nastavku rada daje se ocena efikasnosti konstrukcije za kontinualno odvođenje strugotine. Posmatrajući prvi deo rada nameće se zaključak da bi bilo interesantno ustanoviti pravac toka strugotine u prostoru, koji bi se mogao odrediti postavljanjem pribora za skupljanje strugotine na raznim visinama. Ovaj podatak mogao bi bliže definisati položaj i oblik usisnog sistema.

### 3. Zaključak

Veliki broj radova na ovom Savetovanju pokazuje da se u nas čine ozbiljni naporu u cilju prikupljanja novih naučnih saznanja, ali treba istaći potrebu veće koordinacije između istraživačkih institucija i privrede. Radovi koji se ovakvom prilikom izlažu svakako bi trebali da nadju svoje mesto i u neposrednoj proizvodnji, čime bi se novi rezultati dobiveni istraživanjem približili praksi. Posebno zadovoljstvo čini što je na ovom Savetovanju izložen veliki broj saopštenja od kojih jedna četvrtina predstavlja radove iz privrednih organizacija. Uočljivo je da se i u njima ulažu naporu za što šire uvodjenje naučnih dostignuća, u cilju povećanja proizvodnosti i smanjenja proizvodnih troškova. Tešnija saradnja, na širem planu, svakako bi dala još bolje rezultate. Radovi izneti na ovom Savetovanju svakako predstavljaju određeni doprinos nauci i tehničkoj praksi. Jasno je da svaki rad ima više ili manje nedostataka, pa nam se čini da će naredna diskusija, kroz konstruktivnu kritiku, učiniti da se određeni problemi bolje istaknu pa možda i nadju povoljnija rešenja, sa jednim ciljem da podignu nivo nauke o rezanju, odnosno doprinesu razvoju metaloprerade rezanjem.



VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

N.MALEŠEVIĆ\*

PRIJEDLOG SIMBOLIZACIJE TOPLINSKIH OBRADA ALUMINIJSKIH  
SLITINA\*\*

Referat kolege Jagodića "Primene osobina pri zavarivanju konstrukcija pri izboru toplotno očvršćujućih aluminijских le-gura" uvodi nas u jedno napredno područje obrade aluminij-skih slitina. To nas upozorava na činjenicu da ćemo se na tom području susretati s mnogo pojava i procesnih detalja prilič-ne zamršenosti, a time s čitavim nizom mogućih izraza, simbo-la i numeričkih podataka, s kojima ćemo razmjerno teško vla-dati, ako na tom području ne sredimo odmah na početku i naše izražavanje.

Ovo me je ponukalo da predložim na ovom savjetovanju shemu za ovakvo izražavanje. Sažetosti radi ne mogu ovdje zaći u sve detalje ove zakučaste problematike, pa dopustite da ci-jelu stvar samo skiciram, rezervirajući si da je pitanje ob-radim naknadno u posebnom članku.

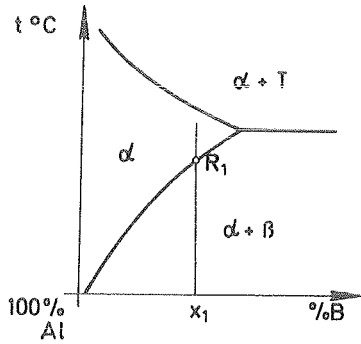
Slitina Al-Zn-Mg, koju je kolega Jagodić obradio daje pose-bnu pobudu za sistematizaciju procesa toplinske obrade Al-sli-tina, jer se upravo kod te slitine pojavljuju novi sistemi to-plinske obrade, koji nisu prije bili poznati kod ostalih oč-vrstivih Al-slitina; a upravo ti sistemi daju toliko mnošt-vo varijacija u toplinskoj obradi da ih treba definirati po-sebnom simbolikom.

---

\* Prof. Niko Malešević, Fakultet strojarstva i brodograd-nje, Zagreb

\*\* Slobodni koreferat

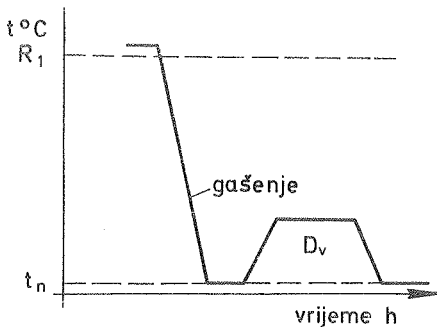
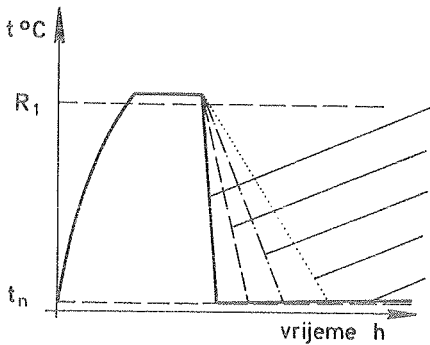
Da počnemo najprije sa samom općom shemom postupka očvršćavanja i to sa slike iz referata kolege Jagodiča.



Slitina elementa Al=rastvarača s elementom B=rastvorjenika daje homogeno i heterogeno područje, rastavljenih s granicom rastvorljivosti, a za konkretnu koncentraciju  $x_1$  s graničnom temperaturom rastvaranja  $R_1$  °C.

U homogenom imamo samo skraćeni  $\alpha$ -rastvor, a u heterogenom taj rastvor s razlučenom fazom  $\beta$ .

Toplinska obrada može se shematizirati ovako:



Varijacije u gašenju

Gašenje s temperature  $t_{x1}$  u trajanju  $h(t_{x1}$  uzima se 10x umanjeno, naprimjer 460°C = 46).

Gašenje u vodi 20°C - .20  
U vreloj vodi (voda od 98°C) - .98 Sol ili struja uzdaha - .180S ili SU  
Mirni uzdah - .MU

Dozrijevanje, prirodno  $D_p$

Primjeri: 46RO, 5.20

.98

.180S

.SU

.MU

Vještačko dozrijevanje  $D$  s oznakom temperature ili  $D_v$  ako se ne navodi temperatura.

Varijacije dozrijevanja:

Prirodno Dp: uz trajanje od 3 dana: Dp3

Prirodno uz Z% ugnječenja (npr. Z=20%) G20 DP

Vještačko Dv:

- vještačko neposredno nakon gašenja pri  $Y^{\circ}\text{C}$   
u trajanju  $h_x$  sati ( $Y$  se uzima 10 x umanjeno =  $Y/10$ ):  
npr. pri  $120^{\circ}\text{C}$  u trajanju od 192 sata D10/192
- vještačko nakon - prethodnog prirodnog, u trajanju od  
č dana čekanja, npr. 6 dana čekanja pri  $125^{\circ}\text{C}$  tokom  
24 sata: 6D.12,5/24
- vještačko, nakon Z% gnječenja, npr. 30% gnječenja pri  
 $110^{\circ}\text{C}$  tokom 12 sati: G30 D11/12
- vještačko, dvokratno, npr. jednom pri  $100^{\circ}\text{C}$  tokom 12  
sati i ponovno zatim pri  $160^{\circ}\text{C}$  tokom 15 sati D|10/12+16/15|

Time se mogu obuhvatiti i sve moćne kombinacije, koje se u suvremenoj tehnologiji toplinskih obrada Al-slitina pojavljuju, npr.

Očvršćavanje grijanjem na temperaturu  $480^{\circ}\text{C}$ , tokom jednog sata i gašenjem u vreloj vodi od  $98^{\circ}\text{C}$ , prirodnim dozrijevanjem tokom 5 dana i dopunskim dvokratnim vještačkim dozrijevanjem, jednom pri  $100^{\circ}\text{C}$  u trajanju 12 sati i ponovno pri  $175^{\circ}\text{C}$  u trajanju 10 sati (tzv. trostepeno dozrijevanje):

43/1R93-5D|10/12+17,5/10|

To omogućava i davanje temperatura i trajanja držanja na nekoj temperaturi, tj. od - do, stavljajući brojke u zagradu:

(46-48)/0,5R20-(5-10)D|10/12+(16-17)/10,

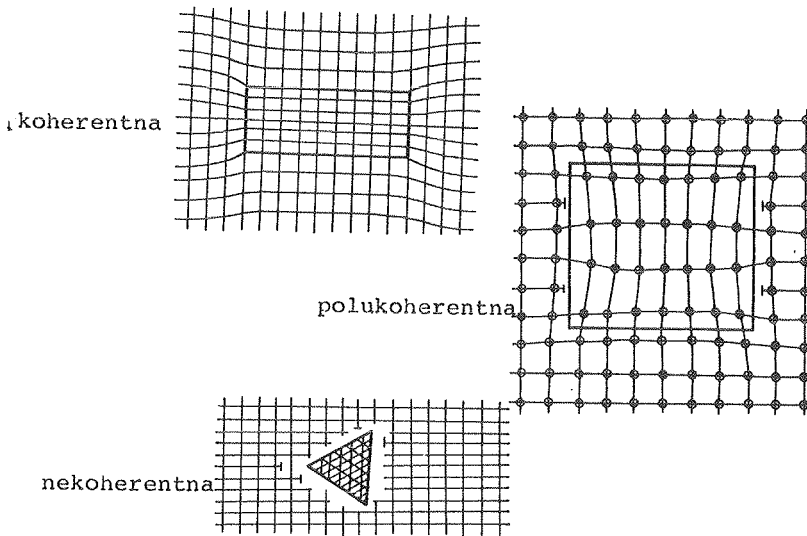
U prvi mah može se to činiti zamršenim. Komplikiranost je međutim u samim varijacijama procesa, a ova simbolika može

samo pojednostavniti praćenje. Treba se priviknuti.

Nazivi strukturnih promjena

Dozrijevanje, a ne "starenje", jer se svojstva postepeno postižu i to u smjeru poboljšavanja, a ne kvarenja kao kod starenja.

Prelazne faze nastaju razlučivanjem prezasićenog skrućenog rastvora



Koherentne i polukoherentne prikazuju stadij razlučivanja, one predstavljaju prelazne, metastabilne faze, pa te faze možemo nazvati "razlučevine".

Nekoherentna faza je međjutim stabilna, finalna faza i zapravo je razlučivanje tu toliko uznapredovalo da je došlo do izdvajanja u posebni produkt, bilo unutar zrna matice ili čak na njihovim granicama, pa ih možemo nazvati "izlučevine". U većini slučajeva G.P. - zone predstavljaju koherentne prelazne faze, koje nastaju u prvom stadiju razlučivanja, te zatim tokom dozrijevanja prelaze u polukoherentne, čime je zapravo postignut maksimum očvršćenja slitine. Dalje dozrijevanje do stabilnih izlučevina u većini slučajeva slitinu ponovno oslabljuje. Prirodnim dozrijevanjem se u pravilu to stanje ne postiže, a kod vještačkog dozrijevanja treba ga izbjegavati ograničenjem temperature i trajanja dozrijevanja.

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

J. PIRŠ\*

DISKUSIJA NA SAVETOVANJU - OBLAST MATERIJALI U MAŠINSTVU\*\*

Studij plastičnih osobina metala dovodi nas istovremeno i do fraktografije kao pomoćnog sredstva ispitivanja oštećenja na dijelovima konstrukcija.

U samom radu koji je uvršten u program VII Savjetovanja o proizvodnom mašinstvu ovdje u Novom Sadu, imamo samo jedan rezultat raktografske analize površine preloma koljenaste osovine što je posljedica određenih ograničenja obima referata, uvrštenih u program.

U diskusiji bi se ja sada ipak zadržao malo više na nekim stvarima sa područja fraktografije.

Procjena površina preloma dijelova konstrukcija već je relativno rano predstavljala područje pokušaja, da se odgonetne izgradnja metala. Tako je na primjer kao prvi REAUMOR već na početku 18 vijeka pomoću optičkog stakla za povećanje - lupe - pokušao na osnovu prelomne površine međusobno razlikovati kaljene vrste čelika od nekaljenih vrsta.

MARTELS je vršio krajem 19 vijeka ograničeno ispitivanja prelomnih površina pomoću mikroskopa, te je odustao od daljnjih ispitivanja na tom području jer je bila dubinska oština optičkog mikroskopa premalena.

\* Dr Jože Pirš, dipl. ing., izvanredni profesor Strojarskog fakulteta - Rijeka

\*\* Obzirom na celovitost iznesene iznosi se u vidu slobodnog referata (org. odbor)

ZAPFFE i CLOGG pokušali su izbjeći tu poteškoću na taj način da su vršili manipulaciju detalja na objektu u smjeru koji je bio normalan na optičku os mikroskopa. Zappfe i Clogg kao prvi daju nam fraktografiju - te podrazumjevaju pod tim nazivom "mikroskopska ispitivanja ploha kalanja površina preloma polomljenih uzoraka metala".

Uvodjenjem elektronskog mikroskopa u primjeni kod ispitivanja i istraživanja površina preloma izostao je prije svega nedostatak malene dubinske oštine i mi možemo pomoću elektronskog mikroskopa veoma pogodno studirati oblike i konfiguraciju mikroprelomnih površina.

Ovdje bi se ukratko osvrnuo na neke modele analize fraktografskih snimaka.

Kod rasčlanjavanja različitih vrsta oštećenja, koje se javljaju kod metalnih materijala kao što su na primjer: lom usljed preopterećenja, trajni lom, trajno oštećenje usljed opterećenja kod povišenih temperatura, naponska korozija i ostala, najjednostavnija je podjela obzirom na vrste opterećenja

- mehanička opterećenja
- termička opterećenja
- kemijska opterećenja
- elektrokemijska opterećenja

kao i kombinovanje tih opterećenja.

Kod ispitivanja prelomnih površina međjutim možemo oblik prelomnih površina raščlaniti obzirom na vrstu preloma

- transkristaliničan prelom
- interkristaliničan prelom

Ovdje bi obradio samo transkristaliničan prelom, odnos prelom ili prekid kao posljedicu međusobnog srašćenja mikropraznina.

Svaki metal odnosno svaka slitina sadrži nečistoće u obliku sitnih djelića, na primjer uključaka, izlučenih nemetalnih tvari itd. Ukoliko dodje do plastičnih deformacija osnovne mase oko tih djelića onda nastupa momenat kada se ti djelići više istovremeno sa osnovnom masom plastički ne deformiraju, tako da dodje do prekida između tih djelića i osnovne mase. Kao posljedica toga nastaju mikro-praznine, koje se međutim usljed međusobnih sudara povećavaju na taj način da se spojne stijene prekidaju i susjedne mikro-praznine se međusobno srastu.

Kao rezultat takve pojave dobijemo na elektronsko-optičkom snimku površine prijeloma karakteristične pojave, koje označavamo sa nazivom naborana površina, borice.

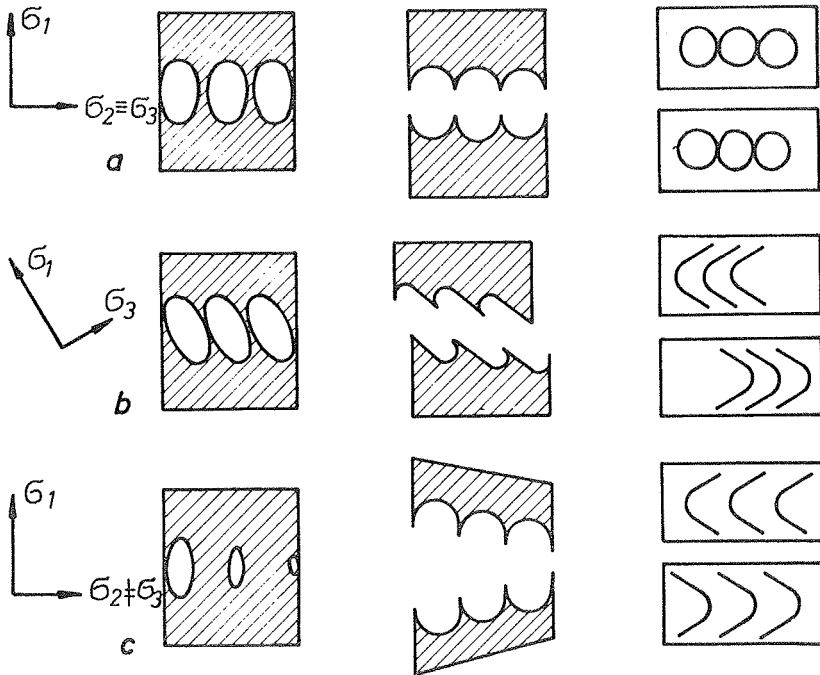
Borice su samo jedan primjer za plastičan proces u mikropodručju.

Na slici broj 1 prikazani su modeli za srašćenje mikro-praznina. Međusobno se razlikuju raspodjele naprezanja na tim prazninama. Ukoliko naime dolazi do razmedjivanja materijala koje je posljedica normalnog naprezanja, što je prikazano na slici 1-a, onda dobijemo na površini prijeloma udubljenja u obliku čašće, borice su uglavnom okrugle. U slučaju koji je prikazan na slici 1-b, kada imamo torzijono naprezanje, borice postaju razvučene u uzdužnom pravcu i na jednom su mjestu otvorene. Istu pojavu možemo posmatrati ukoliko imamo posla sa gradijentom naprezanja.

Koji mehanizam dolazi u obzir za pojavu tih uzdužno razvučenih borica, možemo zaključiti tek onda ukoliko ispitujeemo prelomne površine koje druga drugoj pripadaju. Kako se može lako primjetiti na slici broj 1, usmjerenost borica u slučaju (b) je suprotnog smjera, dok imamo u slučaju (c) isti smjer.



Oblik borica ovisan je još o tome, koliko je mikro-praznina nastalo kod početka loma. Ukoliko imamo veliki broj takvih mikro-praznina onda je potpuno jasno, da te mikro-praznine ne mogu neometano rasti. Rezultat elektronsko-optičkih ispitivanja takve prelomne površine jeste površina, koja ima mnogo malenih borica. Kod jednofaznih slitina odnosno grubozrnatih slitina, odnosno isto tako kod čistih metala imamo mnogo puta samo nekoliko početaka loma, praznine mogu neometano rasti te time stvarati velike borice.



Sl. 1. MODEL MEĐUSOBNOG POVEZIVANJA MIKRO - PRAZNINA

## 1. Transkristaliničan prelom kao rezultat kalanja

Ukoliko se lom javlja uzduž definirane kristalografske ravnine onda govorimo o lomu kalanjem. U idealnom slučaju takav je lom kalanjem potpuno ravan i nema strukture. Tu činjenicu koristimo u elektronskoj mikroskopiji kod ispitivanja slojeva, koji su nastali bez utjecaja podloge; te slojeve napravimo na plohe kalanja na primjer kristalna Na Cl te ih onda odvajamo od tih ploha. Kod metala i slitina metala međjutim utječu na primjer kristalne granice i kristalne granice submikroskopskih kristala, odnosno kristalnih granica tih kristala, na sam način preloma uzduž plohe kalanja. Jer se plohe kalanja susjednih kristalnih zrna, usljed njihove različite orijentacije, bezuslovno ne podudaraju, javlja se promjena smjera prilikom prijelaza preko takve granice. Pored toga griješke u strukturi i ostale mikrostrukture utječu na sam tok loma tako, da možemo pronaći izraziti primjer preloma kalanjem općenito samo unutar jednog kristalnog zrna. Glavna karakteristika preloma kalanjem jesu takozvane rijeke. Prilikom prijelaza preko kristala prelom kalanjem na predhodno spomenutim griješkama u strukturi mnogo se puta razbije u čitav niz paralelnih pukotina. Makroskopski smjer širenja postaje onda rezultat istovremenog širenja pojedinih dijelova pukotina u međjusobno paralelnim ravninama. Ukoliko se te pojedine pukotine udružuju, onda se javljaju na prelomnoj površini stepenice, koje stvaraju oblik površine koji nosi prije spomenuti naziv rijeke.

Na osnovu teorije dislokacija kao i proračuna može se dokazati da je lom kalanjem kod metala i metalnih slitina ograničen uglavnom na one metale i slitine koje kristaliziraju u kubno-volumensko centriranoj rešetki i metala kod kojih je metalna rešetka gusto pakovani heksagon, dakle gusto pakovana heksagonalna. Plohe kalanja imaju malene indekse, na primjer plohe kocke /100/ kod kubno volumensko centrirane rešetke i /1000/ kod gusto pakovanog heksagona. Kubno plošno

centrirani metali ne posjeduju ploha kalanja. Ta je okolnost povoljna u tom smislu da važne slitine u tehničkoj praksi, kao što su to na primjer austenitski čelici, pokazuju odličnu žilavost kod niskih i najnižih temperatura. Mora se međutim isto tako naglasiti, da ne možemo bezuslovno poistovjetiti lom kalanjem i krti lom jer poznajemo slučajeve krtih lomova kod čelika visoke čvrstoće, koji međutim nisu pokazivali nikakvih znakova loma kalanjem.

## 2. Transkristalinični prelom kao posljedica izmjeničnih opterećenja: trajni lom

Već sam u samom referatu opisao karakteristike trajnog loma te se na tom mjestu na tome ne bi zadržavao. Kod fraktografskih ispitivanja takve prelomne površine pronadjemo mnogo puta trake trajnog loma, koje su jasan dokaz trajnog loma. Ukoliko ih uspoređujemo sa linijama odmora, onda su trake trajnog loma za nekoliko reda veličine manje. Trake trajnog loma usmjerene su vertikalno na smjer prostiranja trajnog loma i svaka izmjena opterećenja prouzrokuje jednu traku. Udaljenost između dvije trake ovisna je o visini opterećenja, kojem je bio konstrukcioni detalj podvrgnut. Ovisno o materijalu, amplitudi naprezanja utjecaja okoline i plasticitetu metala neke slitine pokazuju jako odnosno jasno izoblikovane trake, dok imamo kod drugih slitina slučaj, da tih traka ne pronadjemo.

## 3. Nekoliko primjera iz prakse

Ovdje bi htio prikazati samo nekoliko primjeraka analize loma pomoću fraktografske metode. Svi primjeri potiču od oštećenja

gdje je lom nastupio kao posljedica izmjeničnih opterećenja. Pošto su trake trajnog loma siguran dokaz takvog načina preloma, izgleda da je sada fraktografija najsigurnija metoda identifikacije trajnih lomova.

Na slici broj 2 imamo prikazanu repliku visokog stepena razlučivanja koja nam prikazuje pukotinu odnosno uključak koji je prouzrokovao nastanak te pukotine.

Na slici broj 3 vidimo isto tako fraktografiju prelomne površine sa nekoliko relativno dosta glatkih ploha preloma na kojima ne primjećujemo znakova osnovne strukture nego se u jednom području snimke primjećuju rijeke.

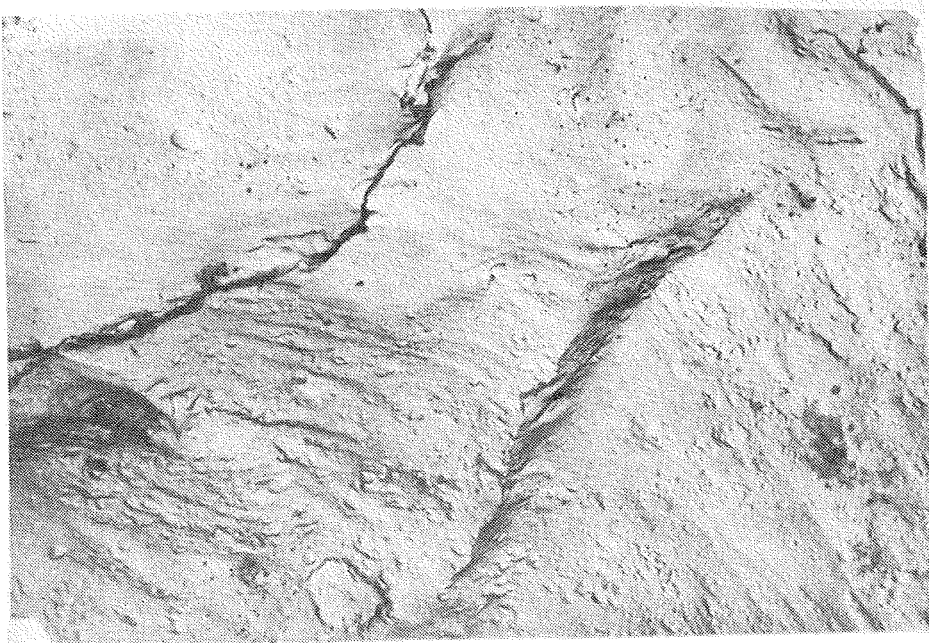
Te su fraktografske snimke dobivene na prelomnim površinama koljenaste osovine diesel motora sa četiri cilindra, koja je bila uljevena iz ljevanog željeza sa nodularnim grafitom.

Na slici broj 4 imamo prikazane borice na površini prelomne površine.

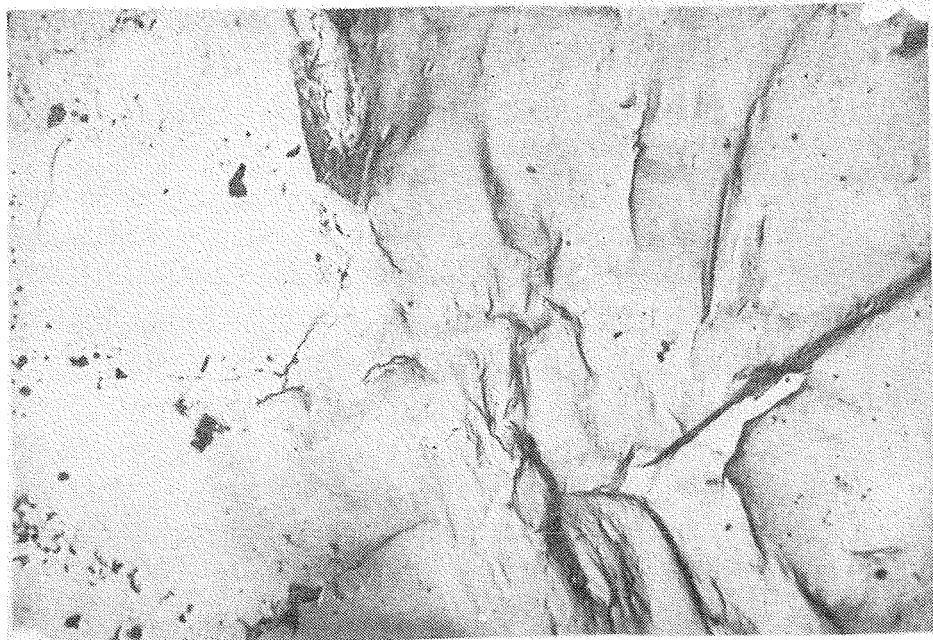
Na slici broj 5 imamo prikazane tipične duktilne trake trajnog preloma.

Na slici broj 6 imamo prikazan utjecaj torzija na vibraciju na borice.

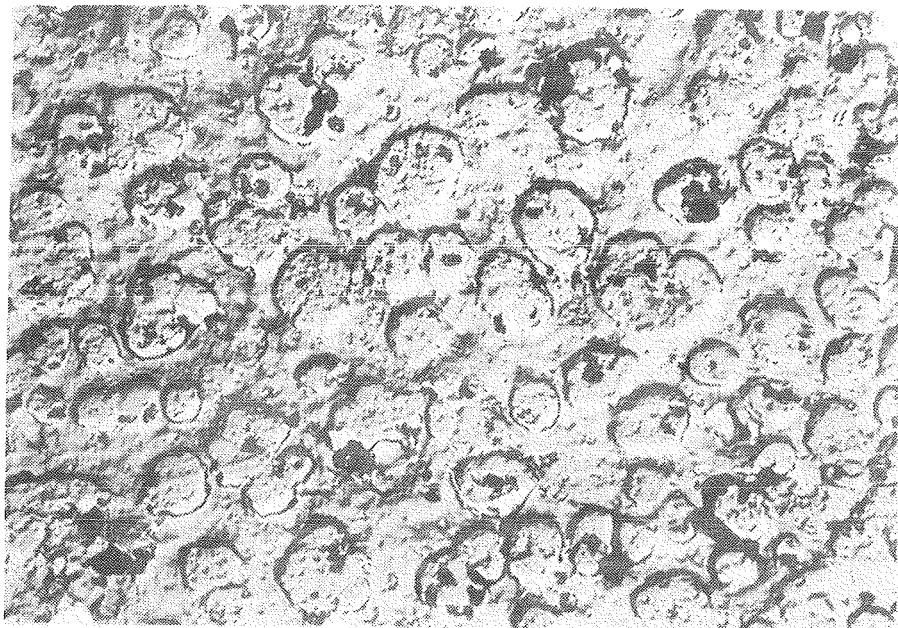
Slike broj 4-6 dobivene su na prelo.noj površini koljenaste osovine iz podeutektoidnog čelika koji je legiran sa kromom i molibdenom i koji se u oplemenjenom stanju u normalnoj proizvodnji upotrebljava za izradu koljenastih osovine diesel motora.



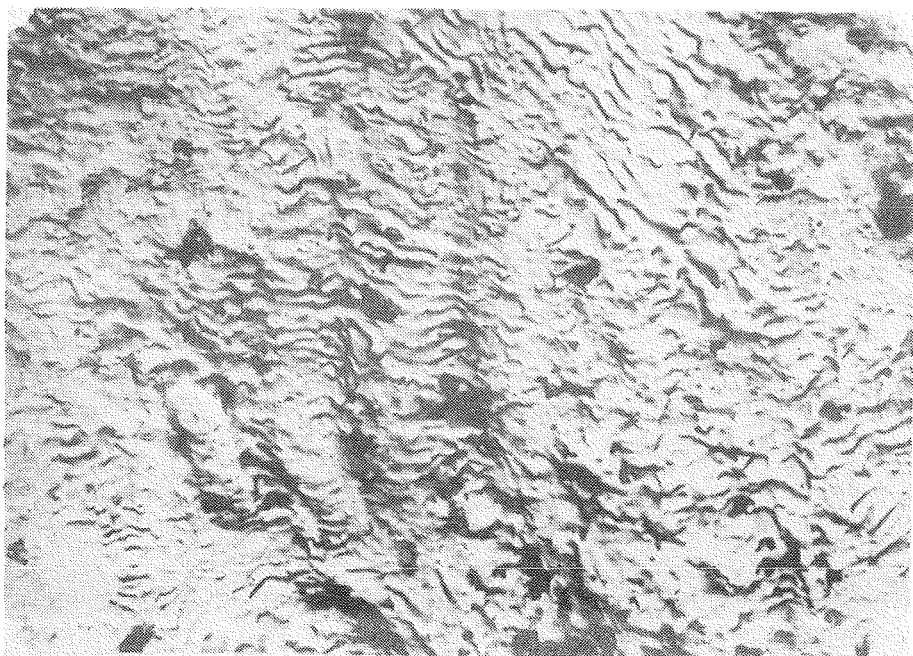
Sl. 2 (povećano 13000 x)



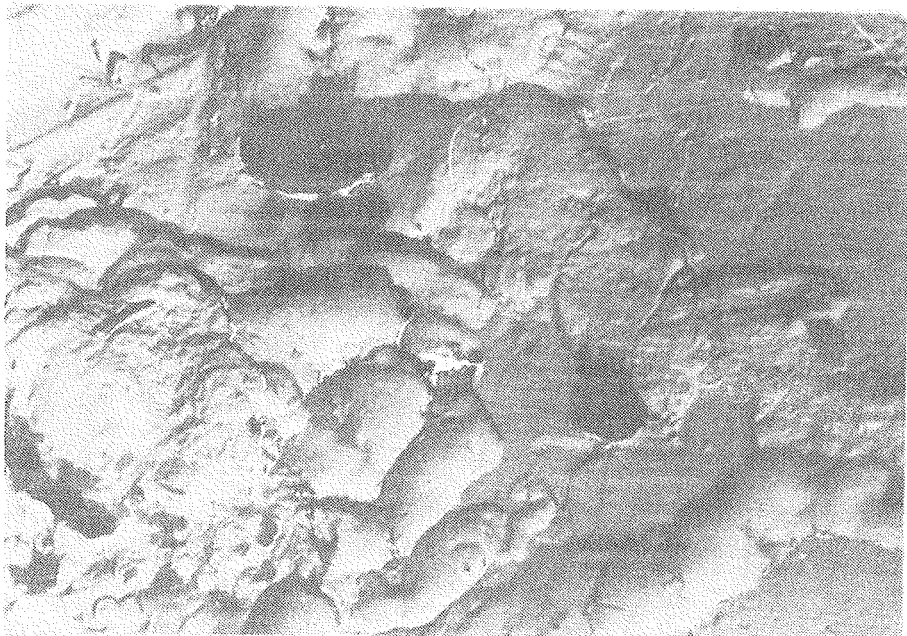
Sl. 3 (povećano 4000 x)



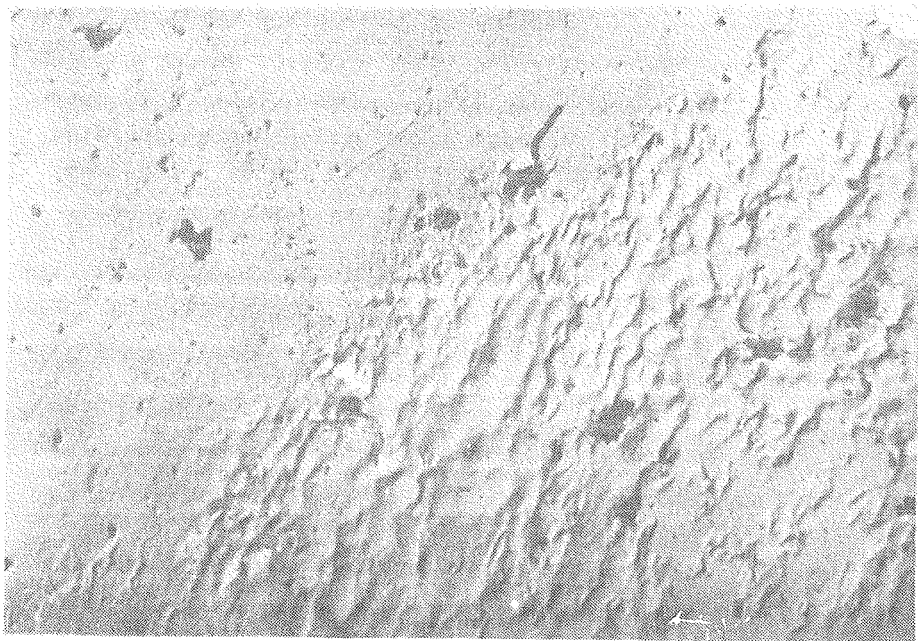
Sl. 4 (povećano 12000 x)



Sl. 5 (povećano 6500 x)



Sl. 6 (povećano 20.000 x)



Sl. 7 (povećano 6500 x)

Konačno imamo na slici broj 7 prikazan slučaj, gdje imamo kristalnu granicu koja dijeli duktilni izgled prijeloma od krtoćog prijeloma. Taj je fraktografski snimak dobijen na kolenastoj osovini iz ljevanog željeza.

#### 4. Pogrešne procjene kod fraktografskih ispitivanja

Fraktografsko ispitivanje traži kao svako drugo ispitivanje sa elektronskim mikroskopom naročitu pažnju kod obrade probnog uzroka odnosno polomljenog komada ili preparata. Kao prvo moramo paziti na to, da ona površina, koju namjeravamo ispitati dodje po mogućnosti što manje oštećena do samog ispitivanja, dakle da po mogućnosti izbjegavamo međusobno prijanjanje, odnosno prileganje obadvaju prelomnih površina. Kada smo izradili elektronsko-optičke otiske možemo tu proceduru još uvijek nadoknaditi.

Prelomnu površinu moramo iz istih razloga očistiti pomoću otisaka čišćenjem. Oštećenja površine mogu se lako desiti, te ih moramo kod konačnog rezultata uzimati u obzir. Pored toga moramo biti uvijek svijesni činjenice, da kod elektronsko-optičke slike vidimo jedan vanredni maleni dio prelomne površine ukupne površine, koju moramo ispitati. To ima za posljedicu, da moramo pregledati jedan veliki dio elektronsko-mikroskopskih preparata jedne prelomne površine, da bi došli do zaključka, na koji se možemo osloniti prilikom davanja konačnog mišljenja. Tako ćemo na primjer uvijek moći pronaći borice koje mogu služiti kao dokaz plastične deformacije u mikropodručju, ukoliko imamo namjeru da te borice pronađemo odnosno utvrdimo.

Na tom mjestu htio bi još jednom ukazati na činjenicu, da su trake trajnog loma jednoznačan dokaz trajnog loma; ukoliko tih traka trajnog loma u snimku nema, onda ne možemo smjestiti donijeti zaključak da se u tom slučaju ne radi o trajnom lomu.



VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

RAČUNARI U PROIZVODNOM MAŠINSTVU

- d i s k u s i j a -

Prof. Dr. Vladimir Milačić, dipl.ing., Beograd

Nisam mislio da uzmem učešće, ali možda je problematika u uvodnom referatu interesantno prikazana i značajno bi bilo da nekoliko misli izmenimo o stavovima, uopšte o situaciji o kompjuterskoj tehnologiji vezanoj za proizvodno mašinstvo.

Naime, sigurno da svi ovi referati koji se odnose na ovu temu, koji su sadržani u ovoj knjizi, rezultiraju iz odredjenih opservacija i rada u ovoj oblasti.

Naša iskustva danas i referat je to sam pokazao nisu velika. Medjutim, postoje punktovi koji na različite načine zastupaju uvodjenje ove tehnologije odnosno kompjuterske tehnologije, u ovu oblast inženjerstva.

Prema onom uvidu koji mi imamo u ovoj oblasti mislim kod nas i ne sigurno u celoj zemlji nego samo u nekim delovima i punktovima gde se to radi, očigledan je šarolik pristup u uvodjenje ovakve jedne tehnologije u različitim sredinama. Kad kažem šarolik, ne mislim da je to nešto pogrešno, nego sigurno da je to opet delom uslovljeno i različitim stanjem proizvodnje i opšte stanjem jedne organizacije, znači ne samo nivoom nego i konceptom i specifičnostima koje svaka organizacija ima.

Zbog toga je možda vrlo teško reći da postoji nekakav jugoslovenski koncept za metaloprerađivačku industriju, proizvod-

nog i informacionog sistema koji treba da se primeni. Za to postoji više razloga da je takav koncept vrlo teško izraditi, - moguće je napraviti hipotetičku situaciju i onda pokušati da se primeni u delovima ili samo u idejama u pojedinim sredinama. Ovo pre svega i zbog toga što već postojeća iskustva u svetu ukazuju da je većina organizacija pošla različitim putevima u implementaciji ove tehnologije u svojim sredinama i da je do različitih rezultata došlo. Sigurno da i kod nas direktno prevodjenje tih iskustava u našu sredinu ne daje određene rezultate, i neki radovi, koji su i ovde dati više kao neki pregled, možda jedna kritika na intenzivno i uporno pokušavanje da se potpuno ide stopama onim koje nude proizvođači kompjuterske tehnologije, kod nas nije onaj put koji će nam najbolje rezultate dati. Sigurno da ovaj drugi put na koji ja mislim, je daleko teži, jer on pretpostavlja ne samo direktne neke licencne transformacije, jer u ovoj oblasti to je teško ostvarljivo, već pretpostavljaju široko razvijenu kadrovsku bazu, i određenu kadrovsku pripremu za ovakav jedan transfer ove tehnologije.

Sigurno da smo mi do sada imali različite transfere s obzirom da su i razne tehnologije bile uvodjenje u našim sredinama, međjutim ova informatika je jedna vrlo specifična tehnologija u suštini koja traži čak i drugačije profile kadrova koji bi trebali da je sprovedu.

Ja ovo malo govorim i kao jedno možda malo objašnjenje za ove radove koje smo mi obavili (u 3 rada). Više smo hteli da istaknemo nesaglasnost postojećih informacionih sistema u odnosu na ove informacione sisteme višeg nivoa koji pretstavljaju uvodjenje kompjuterske tehnologije, a ne na programiranje nekog, ili nekog novog sistema.

Prema tome, tu treba još jednu stvar istaći a to je, da mi često govorimo o integralnim sistemima. Sigurno da je značajno

da znamo kompletan koncept za realizacijo nekih parcijalnih delova, ali za takav integralni koncept - pogotovo za povezivanje večeg broja kompjuterskih sistema, kako je ovde prikazano, i kako ima na mestima nekim drugim gde se o tome nešto kaže - sigurno da to pretstavlja jednu dalju fazu za nas, s obzirom da mi moramo ove početne elemente nekako da preskočimo, što je moguće brže.

Prema tome, ako se govori o redosledu uvodjenja informacionih sistema višeg nivoa (proizvodnih informacionih sistema višeg nivoa), sigurno da je svaki parcijalni pokušaj vrlo dobrodošao za sticanje odredjenih iskustava. Kad kažem uvodjenje, mislim na njegovo konačno uvodjenje u smislu kompletne razrade programa i ne samo to nego i njegovo življenje kroz odredjene obnove, znači izmene i onaj redosled već regenerisanja celog sistema u toku vremena.

Edvard Platovšek, dipl.ing., Maribor

Slišali smo uvodni referat, v katerem je mag. Zoran Seljak podal kritičen pregled del, katera obravnavajo uporabo elektronskega računalnika v raznih področjih strojništva. Pri tem smo, mislim, žal premalo zasledili, kako uporabiti računalnik v tehnologiji, posebno pa še pri konstrukciji rezilnega orodja.

Hitno osvajanje elementov v proizvodnjo nam narekuje namreč tudi v konstrukciji rezilnega orodja v vedno večji meri uporabo elektronske računalniške tehnike. Znano je, da odapade velik delež stroškov orodja na konstrukcijo; predvsem pri takšnih orodjih, pri katerih je potreben sorazmerno daljši čas za izračun. Čas izračuna s pomočjo elektronskega računalnika pa je neznaten v primerjavi s "peš metodo". Toda ne samo

skrajšanje časa konstrukcije, temveč tudi natančnost in nezmotljivost sta ogromni prednosti računalnika, saj vemo, da človek ni nezmotljiv, kar terja pri računanju še dodatno kontrolo, to pa podaljšanje že itak dolgega časa izračunov in stroške.

Začetki programiranja izračunov rezilnega orodja za računanje na elektronskem računalniku IBM 1130, ki ga poseduje VTŠ Maribor, segajo v obdobje intenzivnega osvajanja v tehnološki pripravi proizvodnje. Zaradi obilice proračunov, se je rodila ideja izkoristiti elektronski računalnik. Tako je najprej nastal program za izračun katalnega frezala za vnaprejšnje in končno frezanje žlebastih profilov na grodeh. Na tem primeru smo spoznali prednosti, ki nam jih nudi računalnik in sicer tako tehnične kot ekonomske narave. Omejil bi se pred vsem na primerjavo ekonomičnosti uporabe za navedeni izračun.

Porabljen čas konstrukterja za povprečen izračun oblikovnega frezala znaša 25 ur á 40 din. (brez kontrole izračuna). Porabljen čas elektr.računalnika znaša max. 0,1 ure á 500 din. (brez časa programiranja). Razmerje stroškov znaša torej

$$\frac{25.40}{0,1.500} = \frac{20}{1}$$

Razmjerje nam nazorno kaže ekonomičnost uvedbe računanja na elektronskem računalniku pri navedenem primeru, slično pa je tudi pri drugih.

Seveda nismo ostali samo pri izdelavi navedenega programa, temveč smo delo nadaljevali. Sestavili smo še programe in sicer: za izračun frezal, za zarezno ozobje, za izračun oblikovanih modulnih frezal in izračun korekcije okroglih oblikovnih nožev. Prav tako smo izdelali program s pomočjo katerega smo izračunali tabele za nastavitve frezal za frezanje vijačnic vijačnih sveđrov; za slednji primer bi omenil, da traja izračun na elektronskem računalniku IBM 1130 0,33 ure, ter to, da bi za iz-

račun tabele potreboval konstrukter ca 8 let, če ob tem zamerimo morebitne napake, ki bi bile nujne vsled monotoniije dela.

Vsi programi so sestavljeni v splošni obliki in se torej lahko uporabijo za vse nadaljne primere ob zamenjavi številčnih vhodnih podatkov.

V bodoče nameravamo programirati še druge daljše izračune, ki zahtevajo časovno večje obdobje pri izračunu konstrukcije in veliko zbranost ter natančnost pri delu.

Omenil bi še, da smo prenesli na naš IBM 1401 vse delovne poteke ter si tako ustavarili tehnološko osnovo za strojni izračun zasedenosti proizvodnih mest. Zahvaljujoč računalniku poznamo danes vsa ozka grla glede na plan proizvodnje, kar nam omogoča smotrno planiranje in nabavljanje potrebne tehnološke opreme. V bodoče pa se bomo na tem področju posluževali računalnika pri formiranju grupnih linij, pri čemer bimo uporabali program, ki so ga izdelali na VTP v Mariboru. Naša naloga bo namreč optimizacija delovnega načrta za vsak proizvod v določeni strojni skupini. Z optimizacijo želimo doseči čim manjše skupne stroške obdelave. To pa bomo dosegli z izbiro najboljše možne poti obdelave, pri kateri bodo stroji čim bolj enakomerno obremenjeni.

Kot zaključek naj omenim, da je potrebno ljudem v industriji pokazati kakšne koristi nam nudi elektronski računalnik, kakšne se možnosti uporabe in na katerih področjih ter podati tudi praktične rešitve posameznih nalog. Zato mislim, da je nujna večja publikacija na tem področju ter večja povezava takod med centri, kot tudi uporabniki rešitev. Tehnično misleči ljudje v industriji so namreč željni napredka in novih idej, treba jim jih je le podati v primerni obliki.

Prof. Marko Majcen, dipl.ing., Zagreb

Ja uopće nisam imao namjeru da diskutiram, pogotovo ne po ovoj tački, ali mislim da ovo Savjetovanje ipak mora rezultirati nekim zaključcima da ne možemo ovako jednu važnu tačku pustiti da predje bez diskusije. Htio bih nešto reći o onom, što naš Institut, preko kojeg rade svi nastavnici i nastavno osoblje Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, poduzima u cilju rešavanja ovoga problema. Industrija se nalazi pred modernizacijom. Očito je da ta industrija koja se već uključila u evropsku proizvodnju, (i to mašingradnje naročito, djelomično i preko niza kooperativnih i uslužnih radova koje ima obzirom na priličan bum na zapadnom tržištu) mora, da bi održala neku cijenu, da bi bila konkurentna, da se modernizira i da se nalazimo u nizu tvornica pred nabavkom novog strojnog parka.

Sad postoji dilema, da li da taj strojni park bude manje-više klasičan kao što je bio i do sada ili da bude dobrim dijelom sastavljen od numeričko programiranih mašina, pogotovo tamo gdje za to postoje opravdani uslovi. Postoji onda i drugi problem, da se odlučimo za nabavku tih numeričko upravljanih mašina, međjutim da ih ne koristimo, pogotovo ne u prvoj fazi zbog nedostatka potrebnog znanja i nedostatka kadrova koji bi uspješno obavljali programe za te strojeve. Ja bih ubacio ovdje dva primera iz jedne naše tvornice koja dugo vremena saradjuje bilo u licencnim odnosima sa zapadnim partnerima i koja je jednog dana naprosto dobila drugačije raspiske ne, više na onaj uobičajeni način nego prilagodjene praćenju mehanografskim uredjajima i numeričkoj obradi. Naprosto je zastala proizvodnja. Naprosto više nismo bili u stanju da to pročitamo, a da i sami ne primjenimo kasnije takav sistem ili upotrebimo slične sisteme.

Drugi problem su nacrti, nacrti koje je ta tvornica dobila nedavno iz Sjedinjenih Američkih Država izradjeni su već unapred tako da su prilagodjeni radu na numerički programiranim mašinama, znači kote su koordinatno nanosene, neki provrti su dati tabelarno sa slovima itd. Trebalo je prevadjeti sve te nacрте da bi se uopšte mogli koristiti. To očito poskupljuje onda još dalje i onako skupu proizvodnju, jer se ta dokumentacija mora otplatiti i samim tim se već gubi na konkurentnosti.

Znači nužno je potrebno da se masovno predje na primenu računara, na primjenu numeričkih programiranih mašina, na primjenu novih metoda praćenja. I sad je problem i u školi i na fakultetu. Kadrovi koji izlaze sa fakulteta nemaju osnovna znanja o tome jer i nastavnici sasvim sigurno nemaju ta znanja, jer ih kroz praksu nisu stekli a mi i biramo samo takve nastavnike koji su se u praksi afirmirali i u ranijem periodu, dakle nisu ni sa takvim znanjima mogli doći i tu se sad stvara jedan krug iz kojeg je teško izraći.

Mi smo pokušali taj krug rješavati na taj način što pokušavamo da udružimo industriju, srodnu industriju da zajedno s nama parcijalnim ulaganjima nabavi i opremu i ostvari jedan zajednički računski centar koji bi računski centar onda služio trostrukoj namjeni. S jedne strane da ga svaki pojedinac u dijelu investiranih sredstava, dakle u određenom fondu sati besplatno koristi. Mi na taj način pokušavamo riješiti onaj problem kad mladi inženjer u poduzeću mora nagovarati svog šefa, svog direktora da mu odobri neka sredstva, kojih onda obično nema, da se posluži negdje uslugama nekog računskog centra. Mi želimo unapred da fabrike kupe taj centar parcijalno i da onda besplatno mogu određene sate koristiti, dakle da budu stimulirane da što više tih sati do one uplaćene granice iskoriste. To je jedan potez.

Drugi potez je da se sa manjim ulaganjima dodje do stroja većeg kapaciteta, i že nego da se čeka na neki prilično veliki

računski centar koji bi se trebao izgraditi i koji bi onda zbog svojih velikih dimenzija i vjerovatno zbog malog korišćenja u početku bio i veoma skup po satu rada.

Treća strana toga bila bi da se kroz taj centar izmenjuju iskustva. Znači programi koje bi pojedini učesnici napravili mogli bi se koristiti i u drugim poduzećima i nama se čini da smo upravo s tim što smo privukli u taj budući centar koji je još u stanju nastajanja, neke koji su recimo već desetak godina upotrebljavali, vrlo široko menanografska praćenja, i tako dalje, da smo privukli i neke koje uopće na tom problemu nisu radili, koji možda u taj centar i njegovu opremu koja je centralizirana neće ni koristiti, ali se nadaju da će kroz ulaganja u to barem doći do iskustva koje su ostale tvornice imale u ranijem radu. Ja mislim da djelomično i ova diskusija odnosno nastanak diskusije pokazuje da mi samo jednim snažnim udruživanjem i snažnom razmenom iskustava možemo u tom početnom periodu inati uspena, a da nužno moramo tu početi, tu nam govori problem, jasno stanje u metalnoj industriji uopće i problem produktivnosti te industrije koja je izložena sve većoj konkurenciji izvana.

Prof. Vladimir Šolaja, dipl.ing., Beograd

I ja bih trebalo da se izvinem, pošto prethodno nisam imao nameru da na ovu temu diskutujem. Priključujem se, međjutim, mišljenju prof. Majcena, i čini mi se da je izostanak diskusije po ovoj temi, jednoj od najznačajnijih za našu budućnost, prouzrokovao i nedovoljnom našom obaveštenošću i znanjem u za nas u znatnoj mjeri novoj oblasti. U cilju kompletiranja informacija o naporima koji se na različitim mestima u zemlji čine, želeo bih da nešto kažem i o našim pokušajima na Mašinskom fakultetu u Beogradu i u Institutu za alatne mašine i alate u Beogradu, ne želeći, naravno, da uzimam odviše vremena i stoga ne iznosim detalje.



Pre svega mi se čini da je primer koji nam prezentuju drugo-  
viz iz Zagreba veoma značajan i da predstavlja jedan od pute-  
va kojim se polazi ili će se poći u nizu naših univerzitetskih  
centara. Na tom se nivou svuda postavlja i isto pitanje o ko-  
me govori drug Majcen: ko su ti ljudi koji će ovu nastavu mo-  
ći obavljati i čitavu delatnost organizovati. Na Mašinskom  
fakultetu u Beogradu smo pre otprilike jednu godinu instali-  
rali kompjuter ICL 1901/A, malu konfiguraciju, oko koje smo  
razvili veliku aktivnost, i to, šire sa stanovišta mašinstva  
orijentišući se na deo mašinogradnje koji gravitira beograd-  
skom fakultetu, nalazeći tu mesto i za proizvodno mašinstvo  
koje negujemo na Katedri za proizvodno mašinstvo Fakulteta i  
u Institutu za alatne mašine i alate.

Problematiku bližu aktivnostima koje sprovodimo u ovom užem  
okviru, vezanom i za Savetovanje, mogao bih da iznesem po tri  
grupe problema u kojima danas kompjuterska tehnologija ima zna-  
čajnu ulogu.

U prvom slučaju reč je o razvoju informacijskih sistema, sa  
krajnjim ciljem integralnog proizvodnog informacijskog siste-  
ma, značajnog za domen tehnologije, tehnološke organizacije i  
opšteg funkcionisanja preduzeća kao poslovnih sistema. Refera-  
ti prof.V.Milačića sa saradnicima i referat druga S.Uroševića  
sa saradnicima usmereni su u ovu oblast, pri čemu, pored nače-  
lnih i modelskih pristupa i rešenja postoje i pozitivni pri-  
meri konkretne industrijske aplikacije.

Nadalje je reč o različitim proračunima u vezi sa mašinskim  
strukturama, tj. o uključivanju kompjutera u optimizaciju kon-  
strukcija. Referat druga M.Kalajdžića se odnosi na razvoj ade-  
kvatnog programa za primer noseće konstrukcije jedne alatne  
mašine, a u samom radu se danas pošlo i dalje od onoga o če-  
mu je Savetovanje informisano. U principu ova linija delatno-  
sti omogućava sigurne intervencije u optimizaciji konstrukci-

ja u pogledu niza dinamičkih i ostalih parametara, i to ne samo za alatne mašine, već za širok spektar drugih mašinskih struktura.

Treću grupu problema na kojima činimo u Institutu i na Katedri značajne napore - a valja pomenuti da se većina tih nastojanja odvija u okviru Makroprojekta RAZVOJ I OPTIMIZACIJA OBRADNIH SISTEMA ZA INDIVIDUALNU, MALOSERIJSKU I SREDNJESERIJSKU PROIZVODNJU - je vezana za optimizaciju proizvodnih procesa mašinogradnje. Kao primer se može navesti rad na identifikaciji procesa glodaanja primenom analognog računara ISAC kojim Institut raspolaže koji je pripremila grupa autora sa prof.V.Milačićem, a nadalje se može izneti i naš rad na optimizaciji konstrukcije provlakača, kao važnog, skupnog i komplikovanog reznog alata, primenom kompjutera, o čemu dr D.Vukelja i ja referišemo na IV Konferenciji SKUPS-a koje se juna o.g.organizuje u Vrnjačkoj Banji.

Prof. dr. Dušan Jakšić, dipl.ing., Novi Sad

Iako sam u početku u svom izlaganju u uvodnoj reči govorio o obeležjima ovoga Savetovanja, o numeričkom upravljanju i potrebi da se nešto više kaže, ne bih zato ponavljao sve nego ću reći par reči u vezi sa radom Instituta Mašinskog fakulteta u Novom Sadu.

Naš Institut je počeo saradnju na jednoj temi - upravljanje proizvodnjom primenom računara - u saradnji sa sedam preduzeća na našem području, što je veoma pozitivno sa gledišta kako konkretnih radova na jednom odredjenom problemu, primenom računara, tako i na podizanju kadrova na tom istom području, jer svi smo svedoci da ustvari naš rad zapinje, kako da kažem, ili sporo se odvija zbog toga što nemamo dovoljnu kadrovsku bazu, kako sam u uvodnom izlaganju rekao.

U vezi s tim je i naš Mašinski fakultet u Novom Sadu preduzeo određene korake kod sadašnje reorganizacije nastave te je predvideo upravljanje sistemima kao jedno usmerenje, iako je to opšti tip mašinskog inženjera sa određenim usmerenjem koje bi dalo jednu određenu osnovu mašinskom inženjeru iz područja onih naučnih disciplina koje su do sada primarno uglavnom bile zastupljene samo na elektrotehničkim fakultetima.

To su teoretski prilazi i izučavanje komponenti, digitalne i ostale iz kojih se sastoje računari i upravljanje na mašinama.

U programu smo mi uočili da je to glavni nedostatak kako su i prethodni diskutanti istakli i podvukli, znači ustvari da odatle treba i početi.

Znači inženjeri koji budu izlazili, imaće potrebno znanje. Tako da sutra, kad oni budu došli u praksu, kad budu saradivali sa institutima, kad budu radili konkretno u svojim preduzećima, oni će imati dovoljnu bazu, dovoljno dobru osnovu da mogu da dalje rade na ovom području. Ovako, strogo uzevši, kad smo samo izbacivali tipove opštih mašinskih inženjera bez podloge - one koja je fundamentalna u toj oblasti mnogi naši drugovi nisu uspeli da se snadju i oni su bežali sa ove problematike, tako da smo mi često puta, kad idemo u preduzeće, svedoci da naše kolege jednostavno ili ignorišu ili jednostavno beže sa područja upravljanja i optimizacije procesa. Međutim, ako oni dobiju tu osnovu na samom fakultetu, onda će to sigurno biti jedna dobra baza i mi možemo da kažemo da smo već u dosadašnjem našem nastavnom programu - starom programu dosta veliki akcenat dali uz predmet regulacija i automatizacija proizvodnje, na izučavanje - teorijsko izučavanje automatizacije što je već dalo dobre rezultate - vidi se iz toga što je već dalo dobre rezultate - vidi se iz toga što saradnju sada traže preduzeća sa našim Institutom.

Do sada je bilo obrnuto. Mi smo morali da idemo da ubedjujemo, a sad je se povratna sprega već vratila tako da sada mi imamo pritisak i mogu da vam kažem da mi već ove godine - naš Institut je angažovan na istraživačkom polju sa tolikim sredstvima da kad bi nam još neko došao i ponudio mi bi morali da odbijemo ta sredstva, jer nismo više u stanju kadrovski da prihvatimo i dalje da razradjujemo probleme koje vidimo da treba, ali nemamo dovoljno snage.

Svakako još što bi hteo da podvučem, to je da naš Fakultet odnosno Institut Mašinskog fakulteta saradjuje sa proizvođačima alatnih mašina kojih na području Vojvodine ima pet.

Konkretno sa "Potisjem" iz Ade ova saradnja je potekla obostrano. Kako od naših saradnika koji rade tamo, tako sada povratnom spregom njihovi inženjeri, njihovi rukovodioci-rukovodeći kadar zahteva i postavlja određene, konkretne zadatke za primenu i za poboljšanje automatizacije mašina.

Doc.Mr. Branko Gligorić, dipl.ing., Kragujevac, Beograd

Iako nisam želeo da diskutujem, izneo bi neke svoje utiske o glavnom referatu koji je održao kolega Z.Seljak, kao i neke svoje lične napomene. Pošto je glavni referat dao prikaz i ocenu naših saopštenja trebalo bi nešto reći i o glavnom referatu, kao povratna sprega.

U prvom delu referat je dao solidan prikaz aktuelnog stanja kompjuterske tehnike (digitalnih računara) u proizvodnom mašinstvu. U osnovi se tretira procesni računar sa upravljačke tačke gledišta za izvodjenje programa obrade radnih predmeta, uzimajući u obzir geometrijske i tehnološke instrukcije, kao i interakcija merne tehnike i upravljačkih izvršnih organa mašine.

U drugom delu referata dat je korektan prikaz pojedinih saopštenja i njihova opšta ocena. Mišljenja sam da je trebalo dati malo više kritike o nedostacima i slično, da bi autori dobili izvesnu stručnu i kompetentnu sugestiju i orijentaciju.

Upoznavši se sa sadržinom pojedinih saopštenja stakao sam utisak da izložena materija bazira na samostalnim istraživanjima i interpretacijama problema primene računara, dok npr. u radu A.Perića nisam shvatio o čemu je uloga računara u režinskom iskorišćenju računara, usled nekonkretnosti i suviše uopštenosti. No pored toga sam mišljenja da neposredni razgovor sa autorom bi omogućio detaljniji uvid u motivacije i ciljeve rada.

Dalje u nekim saopštenjima se kao glavna poenta primene računara ističe u prvi plan vreme izvodjenja raznih kalkulacija u odnosu na klasične postupke. Medjutim, smatram da pored toga računari u tehničkim i naučnim proračunima mogu da rešavaju i one probleme za koje ne postoje egzaktne metode. Tako napr. za nelinearne probleme dovoljno je postaviti matematički model, na osnovu statičkih karakteristika, ne poznajući matematičko rešenje pa se može na primer pomoću analognog računara doći do rešenja. Tako sam ja u svom radu ilustrovaio nekoliko karakterističnih slučajeva primene analognog i digitalnog računara u problemu dinamike neuravnoteženog rotora.

Na posletku smatram da računar u proizvodnom mašinstvu treba shvatiti kao deo laboratorijske opreme u komplementarnoj interakciji sa drugim metodama eksperimentalnog i statističkog istraživanja.

Perović Milan, dipl.ing., Kragujevac

Saopštenja data na ovom Savetovanju dala su nekoliko korisnih prikaza primene kompjutera u proizvodnom mašinstvu. Medjutim, za razvoj primene kompjutera u proizvodnom mašinstvu, a polazeći od toga da je ovde zahvaćen onaj deo primene koji se odnosi na probleme upravljanja podacima iz proizvodnje i inže-

njerske probleme, potrebno je, po mom mišljenju ukazati na dva osnovna problema koja je potrebno dalje razradjivati i na sledećim savetovanjima im pokloniti odgovarajuću pažnju.

Prvi problem je održavanje informacije na svim punktovima na kojima se ona javlja i koristi u sistemu poslovanja preduzećem. Naime, konstruktivno-tehnološka informacija koja se stvara u razvojnoj funkciji treba preko tehničke operative da oživi u funkciji proizvodnje i da egzistira i u drugim podsistemima preduzeća kao ekonomskom, planskom, kontroli i dr. Integracionim zahvatima, stvaranjem velikih preduzeća ovaj put informacije je dugačak i postoji mogućnost gubitka informacije na tom putu što automatski izaziva dezorganizaciju. Zato, smatram da svi zahtevi koji se rade na polju primene kompjutera u procesu proizvodnje moraju biti u okviru nekog detalja ili globalno projektovanog integracionog sistema informacija.

Da li će se ići na detaljno ili globalno projektovanje integralnog informacionog sistema zavisi od pristupa, analitičkog ili sintetičkog, ili, možda, kao što to teoretičari preporučuju a praksa potvrđuje, kao najbolje rešenje, kombinovanim sistemom, nije za sada mnogo važno ali je važno i mislim, da je mesto da se to istakne, da danas kod nas na jednom mestu nema koncentrisanih snaga koje su sposobne da izvrše uspešno projektovanje i realizaciju takvih integralnih sistema. Potrebno je mislim, izvršiti koncentraciju kadrova koji rade na ovoj problematici iz instituta, sa fakulteta i preduzeća, kroz dobro postavljene makroprojekte. Čini mi se da su prof. Šolaja i prof. Majcen kroz svoju diskusiju sledili sličnu ideju i da su zahvatili koje oni preduzimaju na fakultetima i institutima u Beogradu i Zagrebu počeci jedne šire saradnje na rešavanju ovih problema.

Drugi problem koji, po mom mišljenju, zahteva odredjenu pažnju je otvorenost upravljačkog sistema u sferi proizvodnje prema ostalim sistemima naročito ekonomskim. Moramo biti sve-

sni da ostali podsistemi preduzeća rade na osnovu podataka koji se stvaraju u tehničkom podsystemu kao što i tehnički podsystem koristi informacije iz ostalih podsystema, čime se ostvaruje kibernetско kolo. Ing. Lučić i ja smo kroz svoje prvo saopštenje dali jedan pristup primene kompjutera u sferi sprovođenja izmena, a ja sam kroz saopštenja o primeni kompjutera na iznalaženju troškova obrade hteo da dam vezu između tehnike i ekonomike. Ova druga tema ukazuje na to da se primenom kompjutera otvaraju mogućnosti da se neke, ranije teorijski razradjene, metode koje nisu mogle biti primenjene zbog glomaznosti podataka sada mogu efikasno primeniti. U tom smislu postavlja se na primer pitanje da li je u eri primene kompjutera više korektno obračunavati proizvodnju preko srednje vrednosti norma - časa. To znači da primenom kompjutera treba stvarati i nove metodologije za rad a to su zahvati koji traže angažovanje opet na širem planu stručnjaka i iz privrede i sa fakulteta.

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

MATERIJALI U MAŠINSTVU

- d i s k u s i j a -

Doc. Kabić mr Luciano, dipl. ing., Zagreb

Želio bih skrenuti pažnju ovoga skupa na neke zaključke koji proizlaze iz triju radova koji se iznose na ovom Savjetovanju. To su radovi:

- 1) Vodopivec, Kosec, Brifah i Wolf: Preiskava uzrokov poškodb na lopaticah parne turbine
- 2) Smolej i Podgornik: Upliv metalurških faktorjevih na obdelovalnost aluminijevih zlitin
- 3) Rodič i Pšeničnik, Vujović i Sinobađ: Osvajanje novog alata tnođ čelika Č.4850 - OCR12 VM.

Ovi radovi, vrijedni po pojedinačnim rezultatima do kojih su došli, upućuju nam neke opće poruke, koje smatram da se mogu ovako sistematizirati:

- 1) Kao prvo treba istaći da u proizvodnji izradaka visoke kvalitete neophodna je simbioza tehnologije i metalografske kontrole.
- 2) Kao drugo treba naglasiti da se metalografska kontrola, pored korištenja klasičnih, ali pouzdanih metoda i sredstava - ovamo spada ispitivanje osnovnih mehaničkih svojstava i optička mikroskopija - treba sve više orijentirati na korištenju novije istraživačke tehnike, kao što su elektronska mikrosonda, mikroradiografija i elektronska mikroskopija.



- 3) Kao treće spomenuo bih primjenu metode matematičke statistike prilikom obrade rezultata ispitivanja. U matematičkoj statistici istraživači imaju na raspolaganju jedno srazmjerno jednostavno ali efikasno matematičko orudje koje omogućuje da se zaključci prihvate ili odbace ne na temelju subjektivne procjene nego na temelju principa matematičke logike.
  
- 4) Na kraju bih se osvrnuo na činjenicu da rješavanje problema zahtjeva uglavnom timski rad. Čak i onda kada problem rješava jedna osoba moguć je timski rad, jer u tom slučaju ta jedina osoba obavlja u raznim fazama rada posao koji inače obavljaju različiti stručnjaci. Za timski rad, bilo da ga obavlja više ljudi ili pak samo jedan čovjek, veoma je važno koordinirati rad i efikasno planirati redoslijed aktivnosti.

U tu nam svrhu stoje na raspolaganju odgovarajuće metode.

Sažimajući naprijed izneseno možemo zaključiti da se sadašnji trenutak znanosti o metalima u proizvodnom strojarstvu sastoji u što efikasnijem uključivanju metalografskih ispitivanja u procesu proizvodnje, u prodoru novije tehnike pored nezamenljive klasične, u primjeni metoda matematičke statistike u obradi rezultata te u planiranju operacija radi što efikasnijeg djelovanja, kako u pogledu rezultata tako i u pogledu brzine kojom se do tih rezultata dolazi.

Prof. Niko Malešević, Fakultet strojarstva i brodogradnje,  
Zagreb

Drugarice i drugovi, mislio sam da će biti krupnih problema na diskusiji prije, pa nisam računao da ću odmah doći na red. Ja sam naime napravio jedan prijedlog da se možda izradi neka

simbolizacija za toplinske obrade za aluminijske slitine. Taj prijedlog sam predao organizatoru ovog Savjetovanja pismeno i vi ćete ga dobiti u materijalima diskusije (Predlog je štampan posebno u vidu koreferata - prim.org.odbora).

Ja ga ne mogu ovdje reproducirati, jer bi bila preopširna diskusija, a s druge strane, kako se radi o simbolizaciji, trebalo bi te simbole negdje napisati, a ovdje nemam prigodu da to napišem, zato bih samo dao malo obrazloženje za taj svoj prijedlog.

Na to me je zapravo ponukao referat kolege Jagodiča "Promene osobina pri zavarivanju konstrukcija pri izboru toplotno očvršćavajućih aluminijumskih legura". U tom se referatu vidi da se pri toplinskoj obradi aluminijskih slitina ulazi danas u jedno napredno područje, koje ranije nije imalo te karakteristike koje ima ovo područje danas. Naročito ona slitina koju kolega Jagodič obradjuje, a to je aluminij-magnezij-cink, je jedna od tih slitina koja je uvela u toj toplinskoj obradi sasvim nove stvari, koje kod onih klasičnih, prijašnjih aluminijumskih slitina nisu bile toliko poznate. Te nove metode, zapravo daju toliko varijacija u toplinskim obradama aluminijumskih slitina, da ćemo bez jedne sistematske simbolizacije teško sa svim tim varijacijama vladati i teško se sporazumijevati.

Što se momentalno događa? Događa se da pojedini autori, koji nešto o tome radi i piše, uzima onu simboliku koja je u dotičnoj zemlji, odakle čita literaturu, uobičajena. Tako jedan piše s engleskom, drugi s američkom, treći s ruskom, četvrti s francuskom i tako dalje.

I kadgod treba s jedne prelaziti na drugu, onda treba stalno raditi prijevode te simbolike. Smatram da smo mi danas upravo u pravom času da napravimo vlastitu simboliku, tako da kadgod netko nešto iz bilo koje literature ili svoje vlasti-

te radove obradjuje, da bi se onda mogao poslužiti s takvom simbolikom, da na taj način lakše dodjemo do sporazumijevanja.

Naime, u području toplinske obrade aluminijskih slitina imamo zapravo dva stadija. Ono kaljenje pomoću kojega dobivamo prezasićeni skrućeni rastvor s elementom rastvorenikom i kasnije ono drugo područje dozrijevanja.

Ovdje vas upozoravam na taj izraz "dozrijevanje" koji ja upotrebljavam; dozrijevanje, a ne "starenje" koje se većinom upotrebljava i po nekim stranim uzorima uvodi kod nas, jer mislim da je dozrijevanje pojmovno pravilnije; budući da zapravo za vrijeme tog procesa dolazi do postepenog poboljšavanja svojstava, što je tipična pojava svakog dozrijevanja. Kod starenja - imamo u stvari kvarenje svojstava - to je i u životu i kod materijala.

Prema tome smatram da bi mi ovaj izraz starenje mogli rezervirati za pravo starenje, koje takodjer postoji kod metala; postoji kod čelika pa čak i kod aluminija, ali nije to isto što i ovo dozrijevanje kod pravilnog očvršćavanja aluminijskih slitina.

Dakle, smatram da bi bilo dobro da usvojimo ovaj izraz. Uostalom to nije moj izum, to mnogi francuski autori upotrebljavaju, pa čini mi se da kod njih postoji u tom pogledu ista logika.

E sad o samom postupku kaljenja, dakle, u onoj prvoj fazi postoji čitav niz novosti, utoliko što se ranije kalilo uglavnom samo u hladnoj ili eventualno u toploj vodi. Danas se međjutim već i taj dio postupka proširio i kali se sa raznim brzinama, tako da se izabiraju i razna sredstva kao toplo ulje, topla sol, struja uzduha ili mirni uzduh, za sve te stvari morali bi imati i odgovarajuće simbole i ja u svom prijedlogu iznosim konkretne oznake.

Ne bi trebalo da bude samo oznaka za sredstvo koje se upotrebljava, nego i odgovarajuće temperature, jer ista slitina s raznim tim varijantama, dobiva sasvim druge karakteristike.

To je kod prvog stadija. Kod drugog stadija, kod stadija dozrijevanja ima još daleko više varijacija.

Kod slitine aluminij-cink-magnezij došlo se već čak do četverostepenog dozrijevanja. Ako uključujemo u te stepene i čekanje; to znači nakon gašenja ne prelazi se odmah na vještačko dozrijevanje nego se čeka 5 do 10 dana, pa tek onda vrši vještačko dozrijevanje. Ima i slučajeva da se umetne između toga jedna operacija gnječenja s određenim postotkom ugnječenja, osim toga, samo konačno dozrijevanje radi se ili s jednim ili s dva grijanja. Na taj način ima čak do četiri stepena, i to svaki s posebnom temperaturom, što daje vrlo različite rezultate, uglavnom poboljšavajućeg djelovanja prema onom pri jednostavnom dozrijevanju nakon kaljenja.

Prema tome ova obilnost varijacije nužno nas vodi do potrebe da predvidimo i neku simboliku, koja bi mogla sve te mogućnosti jasno i točno odrediti u jednom kratkom retku, s nekoliko brojeva ili slova.

---

**NAPOMENA:**

*Diskusija prof. dr Jože Pirša koja je prema redosledu trebalo da bude na ovom mestu, štampana je u vidu koreferata.*

---

Doc. dr Branislav Devedžić, dipl.ing., Kragujevac

Ja ću, ustvari, nastaviti sa prepodnevnim izvinjenjima što eto i ja nisam mislio da govorim, ali sam izložen i ja izvesnom izazovu, danas su mnogi od nas izloženi izazovu, i dobro je što je tako.

Naime, prof. Zgaga je u svom uvodnom referatu, u svojoj klasifikaciji, vrlo interesantnoj, pomenuo i jednu klasu odnosno relaciju materijal - tehnologija.

Kod mene je to izazvalo izvesnu refleksiju pa bih nešto u tom smislu rekao.

Mi smo svesni toga da ispitivanja tehnoloških svojstava materijala koja vršimo svakodnevno nisu idealna, da mnogo odstupaju od onoga što bismo mi želeli, da se ona svode uglavnom na ispitivanje izvesnog broja mehaničkih, fundamentalnih, karakteristika s jedne strane, a sa druge strane na ispitivanje izvesnog broja metalografskih ili izvesnog broja tehnoloških pokazatelja. No i u jednom i u drugom slučaju mi dobijamo neke rezultate koji mogu da posluže kao izvesna komparativna osnova ukoliko želimo materijal da uporedimo sa nekim sličnim materijalom ili da na osnovu nekog ranijeg iskustva možda donesemo neki zaključak, ne tako mnogo pouzdan.

Suština je u tome što, pre svega, tehnološka ispitivanja, kao što znamo, normalno nisu dovoljno simulativna, i da su zbog toga i ona sama indikacija svojstava materijala.

S druge strane, osnovne mehaničke karakteristike mi posmatramo, rekao bih skoro uvek, pojedinačno, parcijalno, svodeći to na izvesno uporedjenje sa standardima i nekim tehničkim propisima i uslovima. Iskreno govoreći mi i kada imamo te brojčane

podatke nismo sigurni šta nam rezultat tog uporedjenja daje, ustvari šta nam pokazuje. Uzimamo dva materijala istog kvaliteta koji se u stvarnosti nešto malo medjusobno razlikuju. Mi često konstatujemo da je kod jednoga, na primer, zatezna čvrstoća nešto malo bolja nego kod drugoga, izduženje kod drugoga bolje nego kod prvoga, tvrdoća recimo ista itd.

Neke zaključke o tome, da li je prvi ili drugi materijal pogodniji za određenu namenu u tehnološkom smislu, mi ne možemo da izvedemo, ukoliko razlike nisu drastične, tj. ukoliko rezultati to zbilja nedvosmisleno ne pokazuju.

U tom smislu mi smo se u Kragujevcu tim problemom već nekoliko godina bavili, a i ja lično, pokušavajući da te karakteristike koje nam stoje na raspoloženju (s obzirom na danas poznate metode, na raspoloživu opremu, itd.) zahvatimo po mogućstvu kompleksno, jedinstveno, respektujući pri tome uzajamnu medjuzavisnost pojedinih karakteristika i tehnoloških i mehaničkih pa i ostalih hemijskih, metalografskih.

Mi smo do izvesnog modela, doduše za određenu namenu u tom smislu, došli i sada ne bih mogao, nije to trenutak niti mi stoje tehničke mogućnosti na raspoloženju, da to ilustrujem, ali imam utisak da bi se na osnovu takve ili slične (ili različitih, svejedno) ideje koje vode izvesnim modelima koji su u stanju da zahvate kompleksno ove karakteristike materijala bile vrlo korisne za razmatranje i nekako sam uveren da bi vrlo brzo dovele do rezultata.

U tom smislu postoje pokušaji i u svetu, doduše, koliko je meni poznato, oni nisu zasnovani mnogo na nekim prethodnim naučnim analizama, već su često rezultat jedne opšte težnje da se postigne tehničko ekonomski optimum u pogledu kvaliteta, cene materijala itd.

Medjutim, ja o tome ne bih govorio, već da zaključim, osnovna ideja i osnovni motiv u ovom mom kratkom izlaganju jeste u tome da se po mogućstvu jedna ideja malo šire plasira, ideja kompleksnog zahvatanja svih karakteristika u cilju ocenjivanja stvarnih tehnoloških svojstava materijala sa napomenom da ni to nije idealno, ali po mom mišljenju omogućuje znatno manje grubu procenu nego što je to slučaj sa klasičnim postupkom, a u svakom slučaju radi se o odnosima koji su po svojoj suštini, po svojoj prirodi, stohastičke prirode - drukčiji ne mogu ni biti, ako se radi o materijalima u većim količinama namenjenim za industrijsku preradu.

J.Rodič, dipl.ing., Železara Ravne

Pošto izgleda, da je glavna diskusija iscrpljena, htio bi iznijeti neke manje primedbe u vezi sa tri referata:

- Prof.Ranko Zgaga sa Fakulteta strojarstva i brodogradnje u referatu broj 19 prikazao je interesantnu metodu ispitivanja žilavosti, koju je on i razvio. Ova metoda u zborniku je orijentirana samo na sivi liv, a pošto su mi poznate i neke druge publikacije istog autora o ispitivanju primenljivosti ove metode, kao i praktični pokusi, koje je profesor Zgaga izvršio sa nekim čelicima iz proizvodnje Železare Ravne, htio bi na toj osnovi skrenuti pažnju, da je ova metoda ispitivanja žilavosti vrlo interesantna i za područje tvrdih alatnih čelika. Ova grupa čelika ima malu žilavost, pa bi bilo verovatno potrebno po nekom sistematskom programu ovu metodu ispitati detaljnije s obzirom na njenu selektivnost i reproduktivnost, jer su prvi orijentacioni rezultati ohrabrujući.

- Docent M. Novosel sa Fakulteta strojarstva i brodogradnje Zagreb u svom referatu pod brojem 21 o primenljivosti visokog popuštanja na ledeburitne alatne čelike za hladan rad otvara jedno veoma interesantno područje. To je ispitivanje primenljivosti ove grupe alatnih čelika za rad u vrućem stanju. U najnovije vreme poznati su neki radovi na tom području i u Željezari Ravne isto tako vršili smo neka ispitivanja u tom smjeru. Inače ova grupa čelika predstavlja jednu najstariju grupu sa odredjenim područjem primenljivosti. Pokusi u tom smjeru nisu bili radjeni pre toga u većem obimu verovatno zbog neke preterane konzervativnosti na nekim područjima alatnih čelika.

Mi znamo, da na području alatnih čelika i ograničavanja njihove primenljivosti nailazimo na poteškoće, koje su do neke mere ilustrirane i neuspehom kod traženja definicije, šta je to alatni čelik. Iako su uloženi naponi u čitavom svijetu, da se nađe neka definicija, šta je alatni čelik, došlo je na kraju do zvanične definicije, da je alatni čelik onaj čelik, koji se upotrebljava za izradu alata.

Nekako na sličan način je grupa čelika sa visokim hromom i visokim ugljikom došla do odredjenog područja, da su to čelici za hladan rad. A zašto su to čelici za hladan rad - zato što su se najviše upotrebljavali za izradu ovakvih alata namenjenih za rad u hladnom stanju. Znači i na tom području je situacija i opravdanje isto.

Iz tih razloga potrebno je ovaj rad posebno podvući, jer će stvarno trebati na raznim područjima alatnih čelika sistematično ispitati njihovu upotrebljivost bez konzervativnosti i prevelikog poštovanja zakoreninjene tradicije. Tako je u upotrebljivosti alatnih čelika sa visokim hromom i visokim ugljikom na višim temperaturama veoma interesantno područje sistematičnog ispitivanja. Zamolio bi docenta Novosela, da u sledećoj diskusiji možda dodatno objasni, kakav je njegov dalji program



ispitivanja, jer na kraju svog referata navodi, da su to ispitivanja, koja su još u toku i vidi se, da su ograničena za sada samo na područje zavisnosti tvrdoće od uslova termičke obrade - od temperature kaljenja i popuštanja.

U Željezari Ravne isto tako želimo, da srušimo onu prepreku, koja bi možda neopravdano ograničavala područje upotrebe čelika tipa OCR-12. Drugim rečima, želimo ispitati sposobnost alata iz ovih čelika za rad u vrućem stanju. Naravno, rušiti jednu prepreku bez osnovnih dokaza, da je to stvarno moguće, bilo bi lakomisleno. U prilog ovim tendencijama može se spomenuti, da su ovi čelici u nekim zemljama poznati kao polubrzorezni čelici - i stvarno se oni po svom ledeburitnom osnovnom sastavu veoma približavaju grupi brzoreznih čelika. A njihova je karakteristika i zadržavanje osobina kod priličnog zagrijavanja.

Sa tog stanovišta - uspoređivanja čelika tipa OCR-12 sa brzo-reznim čelicima - nekako je opravdano, da je autor u svom radu primenjivao znatno više temperature kaljenja od onih, koje se normalno za ove vrste čelika upotrebljavaju. Naravno, trebalo bi tu pored toga pratiti i porast veličine zrna, sadržaj zaostalog austenita i slične karakteristike, a na toj osnovi naći onu granicu, do koje mogu biti temperature kaljenja povišene.

U ovom veoma interesantnom radu smeta mi jedino nešto u načinu iznošenja i međusobnog upoređivanja rezultata, jer bi to moglo nekoga, koji se detaljnije ne bavi ovim područjem, da navede do nekih pogrešnih zaključaka. Moram podvući, da se ovom prilikom ne mogu uzdržati, da ipak ne govorim sa stanovišta Željezare Ravne, a znam, da ovaj - sa našeg stanovišta - propust autor nije načinio namerno, nego je do toga došlo čisto slučajno. Naime, ne sviđa mi se u ovom referatu, da se upoređuju neke fabričke oznake, jer je namera autora bila

samo upoređivanje tri različita tipa čelika, kojih je samo izvor bio slučajno od raznih firmi. Tako na primer BORA SPECIAL - M ništa više se ne razlikuje od čelika OCR-12, kao što se OCR-12 extra razlikuje od OCR-12. Znači sa tog stanovišta trebalo bi se ograničiti samo na tipove čelika, jer neko bi mogao doći do zaključka, da je ovaj BORA SPECIAL - M bolji od Böhlerovog ili Phoenixovog ili našeg odgovarajućeg čelika, što uopšte nije bila namera autora, jer je on upoređivao različite tipove, a ne kvalitet čelika istog tipa i proizvodnje različitih proizvođača. Verovatno je do toga došlo zbog toga, što je možda bilo nekih poteškoća sa nabavkom materijala za eksperimentiranje.

Željezara Ravne saradjuje sa Katedrom za metalne na Fakultetu strojarstva i brodogradnje i ja mislim, da nije bilo do sada i da neće biti poteškoća, da za ovakva ispitivanja, za koja imamo i mi kao proizvođači veliki interes, ne bi bilo dovoljno materijala na raspolaganju.

Iz načina izlaganja izašlo bi, da se OCR-12 bitno razlikuje od OBRA SPECIAL - M, što je sa druge strane i potrebno, jer su to dva sasvim različita tipa čelika.

Čelik OBRA 113 veoma je blizak čeliku CRV iz proizvodnog programa Željezare Ravne, BORA SPECIAL - M praktično je istog sastava kao i čelik OCR-12 extra, dok je čelik BORA 12 odgovarajući čelik OCR-12 iz proizvodnje Željezare Ravne. Naravno, da se postojanost protiv popuštanja kod čelika BORA SPECIAL - M mnogo razlikuje od OCR-12, jer je prvi čelik baš zbog toga i legiran dodacima volframa, molibdena i vanadija, dok je drugi čisti hromov alatni čelik. Do istih rezultata došli bi upoređivanjem OCR-12 extra sa OCR-12.

Ovo izlaganje nije imalo za nameru, da kritikujem ono, što je sa strane autora nenamerno učinjeno, nego da dam samo potreb-

no obrazloženje, a istovremeno htio bi, da zamolim autora, da po mogućnosti proširi započeto ispitivanje u budućem programu i na druge naše čelike iz grupe OCR-12 i da pri tome uklopi u ispitivanje i čelik, koji smo razvili u zadnje vreme - OCR 12 VM.

Željezara Ravne veoma je zainteresovana, da neko objektivno ispita jednu kompletnu grupu alatnih čelika. Tako bi imali iz domaće proizvodnje četiri i pet čelika ove grupe sistematično ispitana i tek tada mogli bi vrlo dobro da uporedjujemo rezultate naših i inostranih čelika i na taj način mogli bi nešto doprineti i makro projektu "Domaći materijali u domaćoj proizvodnji".

- Htio bi na kraju još, da kažem par primedaba uz referat broj 22 Zgaga, Novosel, Stupnišek - Utjecaj toplinske obrade dvaju alatnih čelika na žilavost i otpornost prema trošenju. U ovom referatu autori su verovatno namerno za utvrđivanje utjecaja na otpornost protiv habanja i na žilavost ispitivali ekstremne i sasvim nenormalne uslove termičke obrade nekih alatnih čelika.

Naime, za čelik grupe OC-100 odnosno OC-100 extra sa 1% C i dodatkom vanadija trajanje austenitizacije 3, 6, 12 i 25 sekundi sasvim je nenormalno. Mi znamo, da iako su ti uzorci bili presjeka samo 6x6 mm, da je vreme austenitizacije nekih 5 minuta minimalno, što uopšte dolazi u obzir, pa je sa tog stanovišta verovatno neopravdan zaključak sa tim u vezi, koji se u referatu navodi. U rezultatima su se pokazale razlike temperature austenitizacije 800 - 850°C i trajanja austenitizacije od 3 do 25 sekundi praktično kao neznačajne. Naravno, da su neznačajne u odnosu na varijacije temperatura popuštanja, koje su se kretale od 170 do 340°C. Ovakav raspon temperatura popuštanja, jasno da sasvim zakrije razlike u uslovima austenitizacije.

Sa druge strane, ma koliko smo u zadnje vreme tesno sudjelovali sa Katedrom za metale, vidi se tu, da ta saradnja mora biti još dublja, kao što mora biti dublja saradnja na svim područjima proizvodjača, potrošača i korisnika čelika.

Verovatno nije bila posebna namera, da je u ovom radu uzet čelik Č.6882 - BRW-2 kao reprezentant grupe brzoreznih čelika za ova ispitivanja. Na žalost je to jedini brzorezni čelik, koji je u sistemu tipizacije jugoslovenskih čelika namerno sasvim izbačen iz proizvodnog programa. U hudućim ispitivanjima bio bi neki drugi brzorezni čelik, a pre svega molibdenski Č.7680 - BRM-2 ili kobaltov Č.9682-BRC-2 mnogo interesantniji. Kod izrade programa za ovakva ispitivanja bila bi veoma poželjna saradnja sa proizvodjačem čelika kao i sa proizvodjačem alata, jer bi se uz ovakve namerno planirane ekstremne uslove uklopili i uslovi, koji su normalni kod upotrebe brzoreznih čelika i za koje smo mi kao proizvodjači, a verovatno su u istoj meri i potrošači ovih čelika zainteresirani. Naime, u varijacijama termičke obrade iznešenim u ovom referatu opet nema onih najnormalnijih uslova i tako ne zna se, koja je zapravo žilavost odnosno otpornost na habanje kod normalne termičke obrade. Temperatura 1290 ili čak 1320<sup>o</sup>C daleko je preko gornje dopuštene granice upotrebljenog čelika, što dokazuju i metalografski snimci, koji pokazuju tipične mikrostrukture pregrijanog brzoreznog čelika, a pored toga su i vremena predugačka 3, 4, 8 minuta. Temperature popuštanja 270,450 i 570<sup>o</sup>C sve su van normalnog područja za ovu vrstu čelika.

Iz članka vidimo, da su ispitivanja interesantna, i da su dala neke rezultate, ali uz malo proširenje na osnovu sugestija proizvodjača i potrošača ovih čelika ova ispitivanja dala bi i one rezultate i informacije, koji su nama neophodno potrebni.

Doc. M. Novosel, dipl.ing., Zagreb

Odgovor na diskusiju ing. JOže Rodiča o referatu M 21.01

Htio bih sasvim kratko odgovoriti na ova pitanja koja je postavio kolega inženjer Rodič iz željezare Ravne. U ovom referatu koga je kolega spomenuo, (ja mu zahvaljujem što ga je na jedan vrlo ugodan način istaknuo) mi smo obradivali uglavnom utjecaj temperature austenitizacije i režima popuštanja na tvrdoću, iako je vjerojatno svatko od nas svjestan, da je tvrdoća zaista samo nužan uvjet pri ocjenjivanju kvaliteta toplinske obrade, ali nikako nije dovoljan.

Prema tome, u toj konstataciji da je tvrdoća nužan, ali ne i dovoljan uvjet u ocjenjivanju kvaliteta toplinske obrade treba tražiti i program toga našega daljnjeg rada na ispitivanju čelika ove klase. Naglasujem: čelika "ove klase", a ne "ovih čelika".

Mi bismo željeli da nadjemo taj, nazovimo ga, dopunski uvjet, pa po mogućnosti ne samo takav nego čak i onaj koji bi bio i dovoljan za potpunu ocjenu kvalitete toplinske obrade.

Ne vjerujemo da će se to postići tako brzo, međutim vjerojatno da će se na tome bar čvrsto nastojati. Da li će taj dopunski uvjet biti žilavost ili će to biti nešto drugo, u ovom momentu zaista nije moguće reći. Međutim, u programu daljih istraživanja jeste u prvom redu ispitivanje žilavosti u zavisnosti o istim ovim parametrima toplinske obrade, koji su ovdje i citirani, te u zavisnosti od kojih je i ispitivana tvrdoća.

Kolega Rodič je također spomenuo, da ovdje treba ispitati porast zrna kod tih čelika obzirom da se austenitizacija izvodila na neobičajeno visokim temperaturama i da se popuštanje nije vršilo na uobičajeni način.

Ta je analiza i načinjena, međjutim, nažalost ovi referati dozvoljavaju najviše osam stranica pa kad bi se ovdje još ubacilo i nekoliko stranica metalografskih snimaka, onda bi taj referat bio sasvim skraććen. Neki osobiti porast zrna nismo primijetili sve do temperature austenitizacije 1120°C. Tek iznad 1120°C primjećuje se jači porast zrna. Međjutim, mi još danas ne znamo, kako se taj porast zrna odrazuje na mehanička svojstva, konkretno na žilavost.

Moždabi i neko drugo svojstvo stradalo, a možda bi žilavost već ranije bila poremećena. Mi zaista ne možemo ovako na osnovu samog mjerenja zrna ocijeniti, da li je to zrno suviše poraslo ili nije suviše poraslo, i svakako ga moramo dovesti u vezi s nekim od mehaničkih svojstava koja nas interesuju.

Vjerojatno će netko takodjer prigovoriti, zašto se ide na tako visoke temperature kaljenja, kada je praktički nemoguće sačuvati dobru kvalitetu površine. Ovdje međjutim ulazimo u ispitivanje zagrijavanja i kompletne toplinske obrade u vakuumu. Prema tome, očekujemo da će nam uspjeti, unatoč toga što će temperature austenitizacije u pojedinim slučajevima uslova ispitivanja biti i neuobičajeno visoke, sačuvati kvalitetu površine na dovoljnoj visini.

Dalje dugujem kolegi Rodiču i Željezari Ravne jedno izvinjenje. Nije ni izdaleka bilo mišljeno da se naš domaći čelik OCR-12 stavi u jedan podređeni položaj prema stranim čelicima, nego je sve skupa stvar jednog običnog slućaja. Nažalost, pri ruci u momentu kada je trebalo isptivati, bila su na raspolaganju dva ćelika: BORA SPECIAL-M i BORA 113, te naš ćelik OCR-12. Mi smo upravo i komparirali svojstva tih dvaju grupa materijala zbog toga, što smo ćvrsto uvjereni da je naš materijal OCR-12 potpuno ekvivalentan bilo MARATHONOVOM, BÖHLEROVOM, BLECKMENNOVOM i ostalim evropskim materijalima.

Ničim ovdje nije rečeno ili barem nije bila namjera da se čelik OCR-12 stavi u neki podređeni položaj. Čelik OCR-12 kao i čelici iste klase (2% C i 12% Cr) svih proizvođača imaju svoju određenu namjenu i vjerojatno će ta namjena ostati još dugo vremena bez obzira na razvijanje ovih novih kvaliteta čelika.

Osim toga mi smo pristupili ispitivanju čelika BORA SPECIAL-M sa 1,6% ugljika i BORA 113 sa 8,9% ugljika, koji mjesec ranije nego što smo bili u stanju doći do naših vlastitih proizvoda. S veseljem bismo rekli, da zaista želimo ispitivati naše vlastite čelike. Prema tome vrlo rado bismo prihvatili sugestiju Željezare Ravne, da se u daljim ispitivanjima orijentiramo na domaće čelike.

Jedna napomena: U referatu M 22.01 pogrešno su na str. M 22.01 upisane sekunde, (2 redak odozdo). Umjesto "sec" treba staviti "min".

VII SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA, NOVI SAD, 1971.

OBRADA REZANJEM

- d i s k u s i j a -

Molnar Ivan, dipl.ing., Rijeka

Ima dosta sredstava koja koristimo i kojima svakodnevno rukujemo i zbog toga nam izgleda da smo ih dobro upoznali i da gotovo sve o njima znamo i mislimo da o njima nema više ništa nova da se kaže. Medjutim baš na ovom Savjetovanju mogli smo čuti niz podataka i zaključaka, koji su proširili naša saznanja iz područja obrade rezanjem. Kao primjer mogu poslužiti odvalna glodala za obradu ozubljenja, koja su predmet razmatranja u dva referata i to u referatu broj 7 inženjera Bogdanovića "Osvrt na neke elemente eksploatacije odvalnih glodala pri izradi cilindričnih zupčanika metodom Pfauter" i u referatu broj 11 Dr Hercigonje, magistra Dusmana i Rudolfa Stančeca "Problemi geometrijske točnosti i metode mjerenja odvalnih glodala". U ovim referatima govori se o odvalnim glodalima za ozubljenja sa dva različita aspekta i daje niz vrlo interesantnih podataka.

U referatu inženjera Bogdanovića vrlo je lijepo prikazano kako i na koji način možemo popraviti ekonomsko-finansijski efekat, koji nas mora zanimati, a nekako zapostavljamo da ga na naučnoj osnovi proučimo. U referatu je navedeno kako je prema podacima, koji su obradjeni u računaru, bilo moguće doći do vrlo interesantnih podataka i korisnih zaključaka o određivanju povoljnog broja oštrenja alata i drugih elemenata koji utiču na ekonomičnost.



U referatu broj 11 dr Hercigonje, mr Dusmana i Rudolfa Stančeca je obuhvaćena sasvim druga problematika i istaknuti su podaci o ispitivanju točnosti alata, a obzirom na točnost alata i točnost obrade.

Ovaj referat bazira svoje postupke ispitivanja na podacima iz standarda DIN 3968, gdje DIN uzima u obzir 17 parametara pomoću kojih se detaljno ispituje dočnost alata. Medjutim u referatu se pokušava odrediti manji broj neophodnih parametara pomoću kojih bi se s manjim brojem ispitivanja moglo doći do dovoljnih podataka o točnosti alata.

U tom referatu su autori ukazali na problem, medjutim do nekih konačnih konkretnih rezultata nisu došli tako da je sam referat razradjen više kao koncept za jedan širi i opširniji rad. Pretpostavljam da je autorima bila velika poteškoća u tome što je bio ograničen opseg referata, pa su vjerojatno zbog toga u tekstu poneki propusti. Na primjer piše "vidi u poglavlju 5" a u referatu nema poglavlja 5. Uz referat je crtež osnovnih (temeljnih) geometrijskih odnosa, a stvarno osnovni podatak, na kojem se baziraju geometrijski odnosi, a to je korak ozubljenja, a istovremeno i normalni korak alata nije u crtežu označen. U formulama za proračun alata me iznenadilo da se u obrascima proračun bazira na kutu uspona zavojnice žljeba alata, jer kut uspona zavojnice moramo prethodno izračunati, a ne njega uzeti kao osnovu za proračun. Proračun se naime redovito počinje od odabranog promjera alata i zadanog koraka ozubljenja i na osnovu tih podataka se izračuna kut uspona zavojnice.

Zapazio sam nadalje da je u uvodu pisano općenito o odvalnoj obradi, a ne samo o odvalnom glodanju, a kao alat za obradu spominju se samo odvalna glodala. Možda bi u tom slučaju bilo prikladno da su spomenuti i drugi tipovi alata.

U tekstu je navedeno da "direktan postupak omogućuje postizanje željene točnosti", a u obradi smo uvijek ograničen tehničkim uslovima postupka obrade.

Što se tiče odabranih parametara za kontrolu koji su u referatu obuhvaćeni, prikazani su poligoni frekvencija za te parametre i koeficijenti korelacija parametara, koji se koliko se može zaključiti odnose na nove alate. Mislim da bi bilo korisno da se obrati pažnja kako se mijenjaju raspodjele frekvence i korelacije u toku trošenja alata. Ovo zbog toga što proizvođači obično računaju, ne računaju minimalna odstupanja na početnom profilu, nego na polovini iskoristivog dijela zuba alata. Iskoristivi dio obično iznosi oko 70% dubine zuba, a na polovici te dubine, a to je na 35% dubine od grudne površine zuba, konstruira se profil koji ima najmanja odstupanja. Korelacije parametara će se vjerojatno mijenjati u toku eksploatacije, tj. nakon oštrenja.

Što se izbora parametara za kontrolu tiče mislim da bi bilo korisno odabrati parametre na koje utiče postupak oštrenja alata, kako bi mogli provjeriti ispravnost oštrenja. Tako na primer bitan radijalni udar oštrice alata, koji treba da ostane minimalan, odnosno u najmanjim mogućim granicama. To se može postići oštrenjem tako da se odredi potreban korak zavojnice žljeba oštrice alata. Oštrenje treba izvesti tako da sve oštrice alata budu podjednako udaljene od osi vrtnje. Ne smije se dogoditi da oštrice s jedne strane alata budu niže odnosno više od oštrica na drugoj strani.

Važan je i radijalni udar kontrolnih prstenova s obe strane glodala, jer time se kontrolira koncentričnost položaja alata na radnoj osovinu. Ovo će biti važan polazni podatak za dalju kontrolu alata koji je već izoštren u toku eksploatacije.

Doc. mr Frederico Dusman, dipl. ing., Zagreb

Na prvome redu izražavam zadovoljstvo da ovaj naš referat, čini mi se broj 11 sa poslednjega ili pretposlednjega mesta uvođnoga izlaganja je došao na prvo mjesto po interesu.

Što je prethodni diskutant rekao u vezi nekih grešaka što ima unutra, tih grešaka ima i ima zapravo nekoliko puta više nego što je navedeno. To su greške koje možemo reći jesu štamparske i više-manje u takvim radovima su neizbježne kad se na brzinu nešto daje.

No ja bih htio nešto spomenuti sadržajnije nego što su te navedene greške.

Zašto smo se mi zapravo prihvatili tog posla tj. zašto smo stavili ruke na DIN 3968 koji na neki način regulira proizvodnju alata za ozbuljenje u prvom redu proizvodnju odvalnih glodala.

Mi smatramo da taj DIN 3968 kompletno i potpuno obuhvaća pitanja tačnosti odvalnih glodala. Medjutim, mi tvrdimo iz našeg vlastitog iskustva, iz razgovora sa ostalim ljudima i službama koji se bave sa ozubljenjem, sa proizvodnjom i eksploatacijom alata, dakle tvrdimo da se taj DIN 3968 naprosto dosli jedno ne primenjuje. Ne primenjuje se zato, jer onih 17 parametara koji su navedeni i vrlo detaljno definirani zahtjevaju jedno vrlo komplicirano, jedno vrlo kompleksno mjerenje.

Recimo ako bismo bazirali mjerenje na ispitivanju odvalnih glodala na recimo na univerzalnom uređjaju za ispitivanje glodala "Cajsa" onda za svako glodalo trebali bi utrošiti 6-8 sati, a to je jako, jako puno.

Ako bi uzeli kakav drugi instrument recimo najnoviji talijanski ili američki za ispitivanje glodala onda bi mogli oboriti vreme možda 2 do 4 sata a to je još uvek jako puno.

Prema tome postavlja se pitanje da li ima smisla imati jedan vrlo detaljno razradjeni standard kojeg nismo u stanju primjeniti.

Zbog toga počeli smo raditi na tome da vidimo da li možemo zadržavajući ovakve parametre, zadržavajući takve definicije da li možemo sniziti taj broj tj. pojednostavniti čitavo mjerenje i ispitivanja, a da budemo u stanju da konkretno kažemo: "Glodalo vrijedi ili ne vrijedi" - jasno za određenu klasu točnosti.

Točno je primjećeno da smo mi na početku toga rada, na početku zato, jer se takva ispitivanja, za dati jedan prijedlog novoga standarda potrebna su ogromna srijedstva i ogromno vrijeme koje mi naprosto nemamo. M i suradjujemo sa nekim industrijama što smo i naveli i nadamo se da ćemo u nastavku biti u stanju možda da nešto konkretno i predložimo.

Zapravo cilj ovoga referata je bio isključivi taj, da privučemo pažnju da takav problem postoji. Da postoji problem u prvome redu tačnosti proizvodnje zupčanika koji medju ostalom ovisi i o alatima. Ne isključivo o alatima, jasna stvar da su tu i materijali po srijedi, strojni park, točnost stroja ali mi smo se eto namjerali na alate. M i smo dakle hteli privući pažnju da taj problem postoji i da ga treba riješiti.

Ja imam dojam da smo mi ovim diskusijama i postigli taj glavni cilj.

Ja bih htio spomenuti još nešto. Zašto smo mislili da takav problem postoji i tako važan.

Mislili smo zato, jer postoji jedna tendencija danas u proizvodnji zupčanika, a to je tendencija da se radi tačnosti ide na najfinije obrade. Recimo ja znam da izvesne industrije koje ne bi trebale niti pomisliti o brušenju zupčanika, ubacuju brušenje zupčanika, a poznato je šta znači uvoditi recimo "Maagovo brušenje - recimo zub po zub i tako dalje, koliko to poskupljuje proizvodnju. Ako takva industrija odibja podatke ipak tako uverljive da kažem, koji govore o tome da ne treba takvo brušenje uvesti, onda ide na brijanje zupčanika, koje je svakako jeftinije, ali to opet nije ono pravo, ako gledamo sa ekonomskog stanovišta.

Nama se čini -a za jedan vrlo veliki broj zupčanika, odvalno glodanje je sasvim dovoljna operacija za postizanje određene tačnosti, ali mi moramo da provedemo to glodanje onako kako spada, jer strojevi moraju biti u redu, alati moraju biti u redu, postupak kao takav, montiranje uzorka i alata na stroj i slične stvari, a to međjutim nije.

Još na kraju bih rekao to da postoji velika razlika između tvornički izradjenih alata i alata koji su u eksploataciji, i često puta oštrenje koje zapravo nije nego brušenje se dozvoljava da se alat previše tupi i onda to se ne može više oštритi nego ponovo brusiti.

I zato mi smo namjeravali skinuti taj broj parametara da bi mogli, jednom brzom kontrolom, vrlo efikasno da riješimo da li taj alat ponovo se može upotrebiti tj. da li je ispravan ili nije. Zbog toga nama se činilo, kako smo naveli, da novi jedan standard trebao bi bazirati i na tzv. pojedinačnom s jedne strane i na funkcionalnom s druge strane.

Doc. mr Milenko Jovičić, dipl.ing., Beograd

U referatu prof. H.Murena data je interesantna teorijska analiza zavisnosti izmedju hrapavosti brušene površine i geometrije radne površine tocila za idelizovani oblik i raspored zrna sredstva za brušenje zrna oblika piramide sa zaobljenim vrhom, rasporedjena po zavojnici sa ravnomernim korakom. Pri tome je dobijeno kod grubljih tocila dosta dobro podudaranje na ovaj način izračunate i stvarne hrapavosti brušene površine, dok je kod tocila veće finoće ova razlika znatna.

Ja bih hteo da postavim dva pitanja. Prvo, koliki je prema oceni autora uticaj uvedenog teorijskog modela za oblik i raspored zrna u odnosu na stvarno stanje na radnoj površini tocila (u tablici je data srednja vrednost stvarnog koraka zrna, određenog po tri metode, ali nije dato i rasturanje ove vrednosti) a koliki je uticaj ostalih faktora (na primer plastičnih deformacija)? Drugo, kako se može uzeti u obzir uticaj nekih drugih faktora, koji bitno utiču na stanje radne površine tocila, kao što su na primer uslovi poravnavanja tocila?

Prof.dr Muren Hinko, dipl.ing., Ljubljana

Referat saopćen u Zborniku je samo jedan dio študije na kojoj sam radio.

Osnovnu ideju za študiju sam dobio na ETH u Zürichu gdje je moj bivši kolega izpitivao neke probleme brušenja i ustanovio da sa brusnim pločama određenih kvaliteta možemo dobiti mnogo bolje površine nego što se to obično smatra kao moguće, pod uslovom da su ostali radni uslovi odgovarajući. To znači da ge-

ometrija brusne ploče nije glavni faktor koji ograničava moguće kvalitete površine te da bi se moglo postizavati mnogo bolje kvalitete radnih komada.

Iz toga se je rodila ideja, da probamo ispitati utjecaj geometrija brusne ploče odvojeno od ostalih faktora (rezanja, hladjenja itd.) pomoću idealiziranog modela brusne ploče. Ova teoretska razmatranja pokazala su da su teoretski moguće bitno bolje kvalitete nego što se u praksi postizavaju. Zbog toga trebalo bi u cilju poboljšanja kvalitete ispitivati mogućnosti otklanjanja štetnih utjecaja ostalih faktora, a manju važnost pridodavati geometriji brusnih ploča.

Prilikom postavljanja teorije da se sa modelom brusne ploče mogu izračunati hrapavosti očekivao sam već unaprijed, da će biti bolje poklapanje teorije sa praksom kod grubih zrna. Kod rada brusnih zrna naime ne dolazi do čistog rezanja nego se jedno zrno ponaša kao plug kada radi u zemlji - ono samo jednim dijelom reže, a prilično velikim dijelom odbacuje materijal lijevo i desno i taj materijal ostaje zaljepljen za površinu radnog komada. Pored toga za sama zrna se hvataju dijelići materijala i mijenjaju njihov oblik što opet smanjuje kvalitetu brušenja. Zbog toga što ovi faktori imaju kod finijih zrna procentualno veći utjecaj nego kod grubih, teorija važi bolje za grube brusne ploče.

Da bi se ovo bolje pokazalo, kod ispitivanja su bila upotrijebljena namjerno jako gruba zrna (ploče sa zrnom 20) i relativno fina (sa zrnom 120). Stvarno se je pokazalo dobro poklapanje teorije kod grubih ploča i slabo kod finih.

Pored svega na kvalitetu ima velik utjecaj poravnavanje brusnih ploča. Ispitivanja su izvršena samo sa novo poravnanim brusnim pločama, s kojima se nije radilo duže vremena, da bi se odvojeno ispitivao utjecaj geometrije od utjecaja trošenja.

uticaj tzv. koncentrisanog habanja koje se javlja kod čelika, a koje utiče na znatno pogoršanje kvaliteta površine u odnosu na očekivanje pri oštrom alatu. Ova pojava je detaljno bila izučavana kod nas (videti navedeni pregled iz 1959. godine), a prisutna je i u nizu sadašnjih radova u svetu.

Uvažavajući činjenicu da je medjuzavisnost kvaliteta površine pri obradi na strugu, uslova rezanja i habanja alata bila predmet u dekadi 1951-1960. redjim sistematski izvedenim istraživanjima u nas, a da je o tome bilo reči i na našim savetovanjima (V.Šolaja, Neki problemi kvaliteta obrade i habanja reznih alata, Zbornik saopštenja I Savetovanja proizvodnog mašinstva, Beograd (1965) 20.1), za žaljenje je što pri planiranju sopstvenog programa drug Kuljanić nije uzeo u obzir i ove, njemu svakako pristupne informacije, što bi, verovatno, i njegov napor učinilo racionalnijim i celishodnijim. Napominjem da smo za III Svetski kongres IFROMM koji se septembra meseca održava u našoj zemlji, pripremili i jedan referat u kome je primenjena analiza stohastičkih procesa, inače usvojena i šire korišćena u Institutu za alatne mašine i alate, u ovom slučaju (V.Šolaja, M.Tomašević, Prilog analizi geometrijskih parametara obradjene površine).

Želim, nadalje, da učinim osvrt na rad druga Zorana Nikića sa Više mašinske škole u Čačku, PROBLEMI OBRADE SFERNIH POVRŠINA NA PROGRAMSKIM ALATNIM MAŠINAMA.

Problematika rada je sa praktičnog stanovišta svakako interesantna, i pozitivna ocena u uvodnom izlaganju glavnog referenta je sigurno time i bila inspirisana. Zadatak je jasan: kako interpretirati zakone postojanosti pošto se varijacijom prečnika menja brzina  $v$ , zatim napadni ugao  $\kappa$  i predeo kontakta sečiva sa radnim predmetom, dok autor navodi i varijaciju koraka  $s$ . Poslednje, međjutim, nije jasno, sem ukoliko autor nema u vidu brzinu kretanja po tangenti na



trajektoriju vrha noža, što nema svog dovoljnog fizičkog opravdanja u pogledu procesa obrade. Medjutim, dovoljni ulazni podaci za praktičnu aplikaciju nisu dati, iako se neki mogu rekonstruisati: nema, na primer, podatka o radijusu vrha alata  $r$  i dubini  $t$ , ali se prema slici 3 može zaključiti da je  $r \approx 0,4 t$ . Iz slike 3 se, nadalje, uočava da je ugao vrha  $\epsilon \approx 60^\circ$ , dok nije dat podatak o uglu obuhvatanja  $\phi = \phi_{\max} - \phi_{\min}$  prema oznakama na slici 2, ali se prema slici 1 da zaključiti da je  $\phi \approx 90^\circ$ ,  $\phi_{\max} \approx 135^\circ$ , a  $\phi_{\min} \approx 45^\circ$ .

Sa ovim raščišćenim ulaznim informacijama mogu se sada uspostaviti sledeća zapažanja.

- U datim okolnostima uopšte neće doći do interferencije pomoćnog dela sečiva koje prelazi iz radijusa u pravu iz razloga što će prema gornjem, izvedenom iz autorovih grafičkih priloga, pozitivna razlika ugla sa izlazne strane biti najmanje  $15^\circ$ . Ako je to tako, onda do opasnosti interferiranja sečiva sa sferičnom površinom  $i$ , kao posledica, do kvarenja oblika, ne može doći, što, medjutim, autor ističe kao osnovnu opasnost.
- Slika 3 predstavlja mikrofotografiju vrha alata sa a. - ulazne strane sečiva i b. - grudne površine, bar kako logično proističe iz prikazanih slika. Ukoliko je to tako, nije iz datih izgleda jasan uvid u pojačano habanje ledjene površine sa strane pomoćnog sečiva, na čemu autor insistira razmatrajući parametre uticajne na promenu oblika i kvaliteta površine.
- Po našem ubedjenju problem koji se javlja nije samo u stvarnom ponašanju pri rezanju alata datog oblika na trajektoriju po krugu, već pitanje o kom autor uopšte ne govori: na kom principu bazira ostvarenje date trajektorije, i ako je reč o primeni mehaničkog kopira, u kom odnosu stoji radijus pipka koji prati kopir i radijus vrha alata, pošto bi razlike

mogle da prouzrokuju znatnije moguće greške, kojima se uzrok moguće i ne traži na pravom mestu.

- Na slici 7 su izneti profilogrami dobijeni na Zeiss-Schmaltzovom mikroskopu o uticaju ugla položaja noža na hrapavost. Ukoliko je, međjutim, u pitanju uticaj koncentrisanog habanja, koje je bilo pomenuto u zapažanjima uz rad kolege Kuljanića, uticaj bi trebalo da bude mali, pošto se menja položaj sečiva, pa i za koncentrisanog habanje kritičnog dela na izlaznom delu sečiva, u odnosu na radni predmet, a ukoliko je u pitanju uticaj oblika reprodukovanog dela sečiva, prema ranijem je jasno da, zbog ugla  $\phi$  ograničenog na oko  $90^{\circ}$ , samo zakrivljeni deo sečiva je u kontaktu sa obradjenom površinom koja ostaje na radnom predmetu.
- U proračunu je za merodavnu brzinu rezanja uzet obrazac (7). Bojati se je, međjutim, da ova formula iz literature, pored ostalih mogućih, vezana za varijaciju brzine rezanja pri poprečnoj obradi ne dolazi u obzir kao stvarna interpretacija stvarnosti, dok nije prezentirana eksperimentalna evidencija koja bi njenu valjanost jednoznačno potvrdila.
- Bilo bi interesantno znati, idući redom kroz referat, u kojoj meri i gde je reč o sopstvenim rezultatima, verifikovanim u sopstveno sprovedenim eksperimentima, a što je direktno prenošenje iz literature.

Konačno, treći rad kod koga ću biti vrlo kratak odnosi se na OSVRT NA UVODJENJE POMOĆNOG VREMENA U IZRAZE ZA SPECIFIČNU PROIZVODNOST MAŠINE PRI PRORAČUNU PERIODA EKONOMIČNE ZAMJENE ALATA, čiji je autor kolega docent Aristid Perić sa Mašinskog fakulteta u Sarajevu, pri čemu se, uprkos neprijatnosti, osećam, obavezanim da pokrenem odredjeno pitanje kao djak jedne škole. Neprijatno mi je, jer se ne osećam kompetentnim i merodavnim da nepitan ulazim u ocenu opusa na mestima koja nisu ono koje ja vodim i da sudim o naučnoj koherentnosti, pošto je to stvar tih institucija.

Medjutim, ne mogu a da iskreno ne kažem da mi nije jasno šta se ovim radom htelo. Ukoliko bi se, naime, ponavljanja prisutna u mnogim pasusima eliminisala, reč bi bila o kratkoj informaciji - noti ili pismu redaktoru naučnog ili stručnog časopisa o nekom uočenom pitanju. Ono, medjutim, čemu bih morao da se u vezi sa ovim radom energično suprostavim, ne ulazeći pritom u terminologiju i moguće finese lingvistike, je da se pokojni prof.dr ing.Pavle Stanković, moj profesor i profesor mnogih nas koji ovde sedimo, od koga smo svi mnogo naučili i čiji je opus velik i značajan, tretira od strane druga Perića kao "izvestan autor". Bez obzira koliko njegove ideje, interpretacije i formulacije mogle biti kritički analizirane, dopunjavane ili menjane, prof. Stanković je uspostavio veoma značajnu sistematizaciju znanja koje i mi u Beogradu, a, vidim, i na drugim mestima u znatnoj meri koristimo, te sam stoga slobodan da smatram da je za mene nedopustivo da prof.Stanković bude tretiran kao "izvestan autor", što se u ovom napisu u više navrata ponavlja.

Ratko Mitrović, dipl.ing., Kragujevac

U vezi referata broj 27 autora docenta Sekulića, postavio bih dva kratka pitanja.

1. U tekstu dati izraz

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{1/n}$$

u kontradikciji je sa pravim stanjem da se postojanost ~~ta~~ povećava sa smanjenjem brzine rezanja. Moguće je da je po sredi lapsus ili bar autor ima neko drugo objašnjenje.

2. U sklopu Instituta za alatne mašine i alate iz Beograda, više godina radim na problemima habanja, gde sam gro krivih habanja dobio u obliku dvostruke parabole. Naime, radi se o paraboli koja polazi iz koordinatnog početka (inicijalno habanje) i još jednoj koja preseca osu "h". Zajednička tačka obe parabole predstavlja ustvari tačku infleksije na kompletnoj krivoj habanja.

Svi zaključci koji se donose iz ovih krivih habanja odnose se na deo parabole desno od tačke infleksije. Dakle deo inicijalnog habanja je u tom slučaju zanemarljiv.

Medjutim, docent Sekulić uglavnom je koncentrisan na delu inicijalnog habanja, otuda sledi i pitanje, da li ovakve konstatacije o kraktim postupcima važe i za drugi deo krive. Ovaj problem u radu nije definisan.

Još jedna primedba: veličina inicijalnog habanja na svim primerima krivih habanja kreće se negde u granicama do 0,3 mm. Medjutim, ovde vidim da je rad koncentrisan na delu inicijalnog habanja čije vrednosti dostižu čak i 0,75 mm.

Doc. Sava Sekulić, dipl.ing., Novi Sad

Ja bih vrlo kratko odgovorio kolegi Mitroviću. Mislim, ako se posmatra slika 1 i uoče ograničenja koja su data u vezi sa krivama  $v = \text{const}$ , da je  $v_1 < v_2$ ,  $s_1 < s_2$  i  $t_1 < t_2$  da nema nikakve zabune i da je sve u najboljem redu. Ujedno mogu da kažem da ova matematička veza između jednačine Tajlora i Vebera nije moje izvodjenje, da sam korektno postupio što sam naveo odgovarajuću literaturu /4/ u kojoj je samo postavljen model i dat zaključak. Kompletno izvodjenje je dato baš iz razloga, što uvodjenje ovih indeksa čini prividne nelogičnosti obzirom

da su na dve krive posmatrane samo tri pa to može dovesti do zabune. Prema tome konačna veza, da je veličina habanja izražena kombinovanim eksponentima iz Tajlorove i Veberove jednačine, potpuno je u redu i u izvornom materijalu može se videti da je to tako.

Što se tiče druge primedbe odgovorio bih da se analiza izložena u radu odnosi isključivo na drugu fazu habanja što je istaknuto u tekstu na strani OR.27.06 i na slici 5. Zabunu je verovatno izazvala slika 1 pozajmljena iz literature /4/ koja je služila za izvodjenje obrasca (4). Prema tome pogrešan je zaključak kolege Mitrovića da se analiza u radu odnosi na inicijalno habanje. Na osnovu gore izloženog poslednja primedba vezana za brojčane vrednosti inicijalnog habanja je bezpredmetna.

Prof. Vladimir Šolaja, dipl.ing., Beograd

Mala napomena u vezi sa pitanjem inicijalnog habanja. Čini se da znatno iskustvo pri ispitivanju rezanja pokazuje da u principu elegantno rešenje interpretacije progressa inicijalnog habanja nakon jednostavnijom matematičkom krovom predstavlja velik problem. Moguće drug Mitrović uzima u svom izlaganju u obzir neke dileme koje su se javile u našem radu, u Institutu za alatne mašine i alate u Beogradu i kod njegovog saradnika, Odeljenja Mašinskog fakulteta u Kragujevcu. Nije moguće na odmet istaći da smo upravo prošle srede organizovali kao Institut i Katedra za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta u Beogradu stručno-naučni skup na kome smo to pitanje prilično detaljno razmatrali, u radu čiji su autori doc. Stanić i ja.

Mr Dragomir Nikolić, dipl.ing., Beograd

Poznato je da ekscentričnost i promena veličine obimnog koraka zuba glodača imaju identičan uticaj na veličinu preseka strugotine a time i na sve ostale posledice koje iz toga proističu. Interesuje me, pošto iz rada R.Mitrovića i S.Zahara "Ekscentričnost sečiva zuba glodala u odnosu na sopstvenu osu rotacije i njen uticaj na postojanost glodala" to nisam uspeo da vidim, da li su ovi uticaji razgraničeni? Dobrim oštrenjem možda se može uticaj nejednakosti obimnog koraka, koji može biti znatno veći od uticaja ekscentričnosti, da svede na relativno zanemarljiv poremećaj. Ukoliko nije izvršeno razgraničenje ili eliminisanje ovog uticaja trebalo bi u eventualnom daljem radu, posvetiti dužnu pažnju i ovom uticaju. Predložena metoda, koliko sam uspeo da sagledam, daje vrlo lepe mogućnosti razgraničenja ovih uticaja.

U ovoj grupi saopštenja - obrada rezanjem ima prilično veliki broj radova posvećen problemima rentabilnosti obrade, ekonomskom periodu rezanja itd. Mišljenja sam da je to vrlo važno područje, nesumljivo jako interesantno za nas, koji smo, može se slobodno reći, do sada relativno malo posvećivali pažnje ovim problemima. Moj opšti utisak je da ovim pitanjima treba prići i sagledati ih mnogo kompleksnije, šire sa ciljem da se obuhvate sve komponente različitih uticaja koji mogu doći do izražaja. Neke komponente troškova obrade su nedovoljno sagledane. Zadržaću se na dve komponente i to troškovi mašine i energetske troškovi, prvi su uglavnom obuhvaćeni u radovima dok za druge se, uglavnom, samo konstatuje da su mali. Troškovi mašine pogotovu ako se radi o modernim alatnim mašinama čije su cene vrlo visoke, su relativno vrlo veliki i zavise od dva osnovna parametra, ukoliko se smatra da je amortizaciona stopa konstantna, koeficijenta vremenskog iskorišćenja mašine i od odgovarajućeg vremena u izrazu da proračun ovih troškova. Ova dva parametra mogu biti međusobno zavisna. Iz

određenog iskustva mogu reći da koeficijent vremenskog iskorišćenja mašine ima najveći uticaj na visinu troškova mašine.

U radu R.Milovanovića "Problemi ekonomske eksploatacije mašina za provlačenje" u izrazu za određivanje troškova mašine figuriše Tk-komadno vreme. Pošto je poznato da se amortizacija plaća ne na efektivno vreme korišćenja mašine pri rezanju - to treba očekivati da umesto tk figuriše tu-ukupno vreme. Interesuje me da li je postojanje tk, umesto tu, u ovom izrazu posledica definicije stepena vremenskog iskorišćenja mašine, odnosno šta u tom slučaju taj stepen iskorišćenja predstavlja? Kakav je uticaj stepena vremenskog iskorišćenja mašine na dobijene odnose troškova datim u tabeli 1 u kojoj se vidi da su troškovi alata 44% a mašine 42%? Nadalje u radu B.Pavlovića "Problematika definisanja strukture troškova alata pri obradi metala rezanjem" deo troškova alata koji nastaju usled amortizacije mašine za oštrenje zavisi od odnosa vremena oštrenja  $t_2$  i postojanosti alata. Da li taj odnos daje stvarni deo troškova pošto je mašina zauzeta za tzv. ukupno vreme oštrenja alata ili je to možda, kao i u prethodno navedenom radu, posledica definicije koeficijenta vremenskog iskorišćenja mašine? Zašto definicija ovog koeficijenta nije navedena?

U radu Ž.Markovića "Uporedna analiza troškova reznih alata sa mehanički pričvršćenim i zavarenim pločicama" kao osnovna veličina uvodi se broj pločica sa kojim se amortizuje jedan držač pločica Zpl. Zar nije pogodnije uzeti broj pločica koje se mogu fiksirati na držaču pre njegovog potpunog istrošenja? Trajnost držača sa mehaničkim pričvršćivanjem pločica je velika a time troškovi koji nastaju usled njegove cene su vrlo mali. Zašto tada nisu obuhvaćeni i energetske troškovi koji su po mom mišljenju znatno veći?

Svetislav Zahar, dipl.ing., Kragujevac

Ja bih hteo ukratko da odgovorim na pitanje kolege Nikolića.

Kad smo krenuli da ispitujemo kvantitativni uticaj ekscentričnosti sečiva zuba glodala u odnosu na osu obrtanja na postojanost, otpore i temperaturu rezanja, a pošto smo taj uticaj zapazili višegodišnjim ispitivanjima obradljivosti materijala pri obradi glodanjem, mi smo pošli od pretpostavke da je korak-ugao podele izmedju dva zuba glodala konstantan. Smatramo da tačnost podele pri izradi glodala može biti veoma zadovoljavajuća (naravno ne i idealna) i to sa normalnim priborom - podeonim aparatom.

Medjutim, ukoliko bi se i dozvolilo odstupanje ovog ugla do  $3^{\circ}$ , što je relativno velika greška, ovo odstupanje će se malo odraziti na veličini koraka po zubu.

Na primer, pri radu sa valjkastim glodalom idealni korak (ugao podele) bio bi:

$$\phi = \frac{360}{z} = \text{const}$$

Medjutim zbog netačne podele iznosi:

$$\phi' = \frac{360}{z} \pm \Delta\phi = \phi \pm \Delta\phi$$

a stvarni korak po jednom zubu:

$$s_1' = \frac{s_0}{z} \pm s_1 = \frac{US_0}{360} \phi (1 \pm \frac{\Delta\phi}{\phi}) = s_1 (1 \pm \frac{\Delta\phi}{\phi})$$

Iz ovoga sledi da postoji direktna zavisnost odstupanja podele i koraka po zubu. Za slučaj da se kod šestozubog glodala dozvoli odstupanje podele za  $3^{\circ}$  promena koraka iznosi samo 5%. Nasuprot tome, ako je dozvoljeno radijalno odstupanje sečiva zu-



ba glodala u odnosu na osu obrtanja za 0,03 mm, što se smatra kao zadovoljavajuće, korak za navedeni primer u saopštenju (tablica 1) povećaće se skoro za dva puta.

Pošto je kolega Zoran Nikić bio sprečen i nije mogao da prisustvuje Savetovanju, molio bih organizatore da mu primedbe prof.Šolaje dostave, kako bi mogao pismeno da odgovori.

Prof.Vladimir Šolaja, dipl.ing., Beograd

Čini se da iz reči druga Zahara proističe da on nema suprotno mišljenje od mr Nikolića, već samo ima obrazloženje zašto je na dati način radjeno. Medjutim, sigurno je da data sugestija nije za odbacivanje, te će se moguće pokazati kao interesantno da se ispita korelacija izmedju ekscentričnosti i kora. Potrebna računica i moguće ograničena eksperimentalna verifikacija ne bi trebalo da pritom predstavlja neki problem.

Radovan Milisavljević, dipl.ing., Kragujevac

Ja ću pokušati ukratko da odgovorim drugu NIKOLIĆU na pitanje koje je direktno postavio u vezi saopštenja broj 9, a koje se odnosi na troškove mašina i vremenski stepen iskorišćenja mašine.

U saopštenju su data dva izraza za definisanje troškova mašina pri čemu su troškovi mašina računati na osnovu drugog izraza

$$M = \frac{Am}{Zg}$$

Od službe za ekonomiku uzeta je vrednost godišnje amortizacije za svaku provlakačicu ponaosobm. Ova vrednost dobijena je na osnovu cena provlakačica i na osnovu procentne amortizacione stope zavisno od toga za koliko godina želimo da amortizujemo mašinu.

Broj operacija koji se u toku godine izvodi na mašini računat je na osnovu plana proizvodnje, pri čemu se vodilo računa o kapacitetima mašina. Vremenski stepen iskorišćenja mašina nije svuda isti (nije se ni računalo sa njim) jer su različito i korišćeni kapaciteti mašina. Proizvodnja zahteva da se zadovolji program proizvodnje, a ne da se maksimalno koriste mašine. Različito komandno vreme onemogućava da vremenski stepen iskorišćenja mašina bude svuda isti.

Kod ovoga treba napomenuti da recimo, ako su različita vremena za pojedine komade u svakom slučaju nisu isti troškovi mašine. Medjutim, tu aproksimaciju smo morali da uzmemo zbog uprošćavanja proračuna.

Na pitanje koje se odnosilo na druga Markovića da nije uzeo u obzir ostale troškove, mislim da je bilo napomenuto u ovom saopštenju da ostali troškovi nisu razmatrani, jer su oni znatno manji nego troškovi same obrade.

Doc. Aristid Perić, dipl.ing., Sarajevo

Prije svega rekao bih nekoliko reči u vezi moga referata kojeg se je na kraju svoje diskusije prof. Šolaja dotakao na poseban način.

U referatu sam djelomično izložio problem kojim sam već duže vremena opsednut i za koji tražim određena rješenja. Normal-

no je da sam pri tome konzultovao i literaturu. Tako sam u radu između ostalog analizirao i radove Tašlickoj i dr Stankovića u kojima se na određeni način daje tumačenje zašto kod pojedinih alata Taylorov obrazac za ekonomsku postojanost nije valjan.

Pomenuti autori u radu su koristili stoga određene pretpostavke. U svom radu dao sam druge pretpostavke. Očekivao sam diskusije o radu i mojim pretpostavkama koje sam pokušao na neki način da dokažem. Međutim, to je izostalo a pojavilo se sasvim nešto drugo. Moglo bi se postaviti pitanje kako će se postaviti prethodni autori (na primer prof. Reznikov, prof. Vleerege ili prof. Sun i drugi) koje mi konzultujemo pri izradi naših radova, u situaciji kada uzimamo druge pretpostavke pri razradi modela, različite od onih koje su oni koristili.

Mene je jako iznenadilo pitanje "šta se htjelo ovim radom". Mogu samo da naglasim da cijenim prof. Stankovića i citiram ga u svojim radovima. Čak šta više radio sam neke radove zahvaljujući njegovim radovima. Na kraju prof. Stanković je dobrim dijelom pomagao razvoj određene katedre na fakultetu u Sarajevu.

Mislim da pitanje nije umjesno postavljeno. Isto se odnosi i na suviše insistiranje u vezi slučajno upotrebljene riječi "izvjesne" umjesto ponavljanja imena ili slično. Stoga u potpunosti ne mogu prihvatiti ovakav način diskusije.

U nastavku moje diskusije postavio bih neka pitanja vezana za određena saopštenja.

Pitanje mr Staniću: Na osnovu podataka izloženih u radu OR 12.01 asist. Pavlovića, dipl.ing. uočljivo je da troškovi alata koji se odnose na minimalne zalihe alata, amortizaciju oštrice i tocila ukupno iznose: kod burgija cca 6%, kod strugar-

skih noževa od BRČ cca 10%, kod noževa sa TM cca 46%, kod glodala 21% itd. Medjutim, mr Stanić J. u svom radu OR 16.01 (Tablica 1) navodi opštu jednačinu ekonomičnog perioda rezanja koja ne sadrži gore navedene troškove. Zašto su ti troškovi izostavljeni u opštoj formuli kada je vidljivo da se oni kod svih vrsta obrade ne bi trebali zanemariti?

U istom radu mr Stanić J. izlaže novi pristup za proračun režima rezanja koristeći vezane ekstreme. Pri tome je u toku izvoda brojčana vrijednost  $T$  zamijenjena faktorima kojima se općenito izražava, kako bi se iz jednačina eliminisala. Pošto se po izloženom metodu optimalni režim dobija pri maksimalnom mogućem posmaku postavlja se pitanje da li se brojčane vrijednosti dobijenog režima podudaraju sa rezultatom koji se dobija kada se koristi metod proračuna režima prema preporukama prof. Stankovića?

Pitanje mr Seljaku Z.: U Vašem radu se izlaže jedan novi model za proračun režima rezanja. Da bi ste u radu na neki način uzeli u obzir uticaj zakrivljenosti zavisnosti  $T-v$  u log-log polju koju koristi autor König?

Pitanje prof. Šolaji V.: U Vašem radu OR 18.01 na st.4 data je promena temperature jedne tačke na nožu u zavisnosti od vremena rezanja, gdje prirast temperature iznosi cca 29%. Medjutim, prema podacima autora Danijeljana prirast temperature u istom intervalu vremena za tačku na skoro istoj izotermi iznosi svega 9%. Interesantno bi bilo ako bi se na neki način mogao objasniti razlog pojave ovih odstupanja u prirastu temperature?

Prof.Vladimir Šolaja, dipl.ing., Beograd

U pogledu uvodne reakcije druga Perića, želim da istaknem da sam pažljivo odmerio što ću da kažem, i da stoga iza rečenog i stojim. Imao sam dva pitanja u vidu. Prvo, šta se sa radom htelo, odnosilo se na činjenicu da je u obilju informacija na ovom Savetovanju, znatnim delom i eksperimentalno verifikovanih, trebalo sabijati izlaganja na po 8 ili 10 stranica, dok bi u ovom slučaju, vodeći računa o višestrukom ponavljanju i o stvarno novom što je kazano, bilo moguće svodjenje na mnogo racionalnije odmeren prostor. Slažući se sa drugom Perićem u pogledu drugog pitanja da nije potrebno praviti spomenike i stalno navoditi imena nekih ljudi, ističem da to nisam ni tražio, već se samo ne slažem sa njim da prof.Stankovića navodi kao "izvesnog autora". U polemiku o tačnosti i opravdanosti onoga što je izneto u napisu druga Perića ja u mojoj predjašnjoj diskusiji nisam ni ulazio, dok sam u uvodu bio istakao moje izvinjenje za intervenciju koju sam smatrao i smatram neophodnom kao djak i poštovalac prof.Stankovića, i kao čovek koji nastojava da u sredini koju je on stvorio nastavi započeto delo.

Što se tiče poslednjeg dela izlaganja koje se odnosilo na rad koji smo saopštili drugovi Vukelja, Simonović i ja, držim da je problem lepo zapažen i da je pitanje u redu, te bih hteo da skrenem pažnju na nekoliko jednostavnih činjenica. Nedovoljno pažljivom čitaocu mogu se, naime, učiniti da u dva rada koja slede jedan za drugim (pomenuti, kao i saopštenje dr Vukelje i moje) postoji neka nelogičnost: na jednom se mestu govori da se nešto menja u pogledu temperature, a na drugom je baš konstantnost nekog temperaturskog signala korišćena kao osnova za izvode i zaključke koji iz toga proističu. Inače je oblast termodinamike rezanja prilično razvijena u institucijama koje vodim - Katedri za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta i Instituta za alatne mašine i alate u Beogradu.

Srednji temperaturski signal dobijen metodom prirodnog termopara mi u toku rezanja, pre definitivnog zatupljenja, i ne uzimamo varijabilnim, već približno konstantnim, i uz hipotezu o korelaciji tog signala i postojanosti u inače definisanim ostalim uslovima predlažemo aproksimativnu metodu, krakat postupak za utvrđivanje obradljivosti i, po mogućnosti, elemenata za prošireni obrazac za brzinu rezanja. S druge strane - a reč je pritom o drugom radu - u alatu u toku rezanja uspostavlja temperatursko polje, kome su mnogi autori i na Zapadu i na Istoku posvetili znatnu pažnju, pri čemu je rad izveden u našem Institutu omogućio da se matematski, uz neophodnu eksperimentalnu verifikaciju, definiše ovo polje na podesniji i, verujemo, pouzdaniji način. Svakako da pritom habanje alata mora da ima kao posledicu neke promene u temperaturskom polju, te identifikacija temperaturskog nivoa u jednoj tački može da, uz poznavanje zakonitosti polja, bude dovedena u vezu sa habanjem. Ovo se, inače, može u principu na različite načine koristiti, uključujući tu i primenu u adaptivnom upravljanju. Čini mi se stoga da je pitanje druga Perića veoma umesno i da ga valja ceniti i zato što se time pokazuje interes za rad koji izvodimo. Istovremeno se, međjutim, čini da je neophodno dato objašnjenje, pošto bi se inače mogao steći utisak da su dva navedena rada u kontradikciji.

Dr Dušan Vukelja, dipl.ing., Beograd

Pitanje doc.Perića odnosi se na merenje temperatura prirodnim termoparom, međjutim, saopšteni rezultati na koje se odnosi pitanje, dobijeni su merenjem pomoću veštačkog termopara u fiksiranoj tački pločice tvrdog metala.

S obzirom da se u jednom slučaju radi o srednjoj temperaturi određene zone, a u drugom o temperaturi u fiksiranoj tački, (znatno uža oblast) dobijeni rezultati ni u kom slučaju ne mogu se uporedjivati.

Naša istraživanja pokazuju da ne dolazi do većih promena srednjih temperatura (temperatura dobijena merenjem pomoću prirodnog termopara) u toku vremena, ukupno do 5%. Medjutim, povećanjem pohabanosti alata povećava se komponenta toplotne energije koja odlazi u alat usled čega dolazi do porasta temperature u temperaturskom polju pločice.

Kod određenih uslova moguće je utvrditi korelaciju između veličine pohabanosti (u zavisnosti od režima obrade) i temperatura u fiksiranoj tački pločice.

#### Pitanje kolegi Majdančiću

Obradjivana materija predstavlja za privredu veoma interesantno pitanje.

Želim da pitam o kojim se alatima od tvrdog metala u ovom slučaju radilo (sa zavarenim ili mehanički držanim pločicama)?

Istraživanja vršena u Institutu, u vezi sa gornjim pitanjem pokazuju da je kod izbora alata najvažniji elemenat kvalitet alata.

Kriterijum optimalnosti kod izbora optimalne varijante alata bio je minimalni troškovi obrade. Pri čemu u troškove ulazi: cena mašine, cena alata, troškovi oštrenja, satnine proizvodnog radnika o oštrača vezano za komandno vreme, troškovi amortizacije mašine i troškovi režije.

Drugo je pitanje pogodnosti primene određene vrste alata. Naime stav o pogodnosti nije moguće obuhvatiti matematičkim izrazima. U svakom slučaju u pogledu pogodnosti daje se prednost alatima sa mehanički držanom pločicom.

Doc. mr. Joko Stanić, dipl. ing., Beograd

Prethodna plodna i interesantna diskusija, u kojoj je bilo reči i o mom radu objavljenom pod OR.16, podstakla me je da dam izvesna dopunska objašnjenja i odgovor na postavljena pitanja vezana za moj rad a i šire za ekonomiju i optimizaciju procesa rezanja.

- 1) Jednačina (8), koja predstavlja funkciju ukupnih troškova neke operacije ili procesa brušenja, proizašla je iz opšteg matematičkog modela troškova obrade rezanjem

$$U = A_1 + A_2 v^{-1} s^{-1} + \dots + A_3 v^{\frac{1}{m}} s^{\frac{1}{m}} + \dots \quad (D1)$$

Ovaj jedinstveni model, važeći sa sve osnovne operacije i procese obrade rezanjem, dopušta da se, za konkretnu proizvodnu - tehnološku situaciju i konkretni proizvodni zadatak (obradu), optimiziraju procesi, odnosno definišu optimalne vrednosti elemenata obrade (korak, brzina rezanja itd) sa stanovišta ekonomičnosti procesa. Da bi se, medjutim, mogao utvrditi optimum neophodno je poznavanje sistema ulaznih informacija modela koje se sastoje iz dve odvojene grupe faktora. Prvu sačinjavaju veličine  $A_1$ ,  $A_2$  i  $A_3$ , koje definišu nivo dotičnog tehnološko-organizacionog i proizvodnog stanja, a druga je direktno povezana sa parametrima obradljivosti materijala odnosnih obradaka ( $C_v$ ,  $m$ ,  $x_0$ ,  $y_0$ , ...). Od pouzdanosti ovih informacija zavisi i pouzdanost optimuma a time i ekonomičnost procesa. Sistematizovani skup podataka o obradljivosti jugoslovenskih konstrukcijskih materijala koji se prikuplja i eksperimentalno istražuje kroz pojedine etape opštejugoslovenskog projekta Sistematsko ispitivanje obradljivosti u Institutu za alatne mašine i alate u



Beogradu i prezentira stručnoj javnosti u vidu "Priručnik IAMA - Režimi rezanja", predstavlja, po mom mišljenju, generalni tehnološki poduhvat od izvanredne nacionalne važnosti bez kojeg je, prema prethodnom, nemoguća pouzdana i striktna optimizacija tehnoloških procesa u domenu domaće metaloprerađivačke industrije.

- 2) Teorijski i stvarni optimumi režima obrade u nekoj operaciji ili procesu bušenja međusobno se razlikuju. Dok je brzina rezanja određena jednačinom (10) (OR.16.09), odnosno ekonomičnom postojanošću  $T_e$  u tabl.1 pod rednim brojem 9 (OR.16.03), dotle vrednost koraka u teorijskom optimumu teži ka vrlo velikoj vrednosti, što je očigledno sa sl.3 (OR.16.09) i što predstavlja posebnu specifičnost procesa bušenja sa stanovišta ekonomičnosti. Međutim, stvarni optimum odnosno vrednost koraka uslovljena je mnoštvom ograničenja sadržanih u članovima obradnog sistema, kao što su krutost i stabilnost alata, obratka, kinematskih parova u prenosnim mehanizmima mašine i sl., saglasno izrazu

$$S_0 = S_{\max} = \min \left\{ \sqrt[3]{\frac{y_0}{42} \frac{k_C D^{3-x_0}}{C_M k_M}}, \sqrt[3]{\frac{F_{\max}}{C_F D^{x_1} k_F}}, \dots \right\} \quad (D2)$$

Odavde sledi da nivo i pouzdanost stvarnog optimuma procesa bušenja zavisi, pored ostalog, i direktno od vrednosti i pouzdanosti parametara obradljivosti ( $C_M, C_F, x_0, y_0, k_M, k_F \dots$ ) i da je praktično utvrđjivanje optimuma nemoguće bez poznavanja vrednosti ovih parametara. To isto važi kada se optimumi traže i sa stanovišta proizvodnosti i tačnosti odnosnog procesa obrade.

- 3) Razlike u strukturi i obliku pojedinih jednačina u tablici 1 (OR.16.03) nisu nastale samo iz razlika u modelsko-analitičkom konceptu, već prvenstveno u razlikama u identifikaciji relevantnih faktora koji definišu nivo ekonomič-

čnosti procesa. Pri tome se svakako ne sme ispustiti iz vida evolucija znanja, odnosno činjenica da svaka jednačina odgovara odredjenom stepenu znanja iz ove oblasti. Prema našem mišljenju, proisteklom iz praktičnih analiza, poslednje dve jednačine iz pomenute tablice obuhvataju onu grupu faktora proizvodnog stanja čiji je uticaj primaran i koji se, prema tome, ne mogu zanemariti u analizi ekonomije rezanja.

- 4) U diskusiji druga Dragomira Nikolića, istaknuto je da, kada je reč o ekonomičnosti rezanja, "ni u jednom radu nije dotaknut koeficijent vremenskog iskorišćenja mašine  $\eta$ ". Ovaj koeficijent, prema našim analizama, spada u skup uticajnih faktora na ekonomični novo optimuma procesa rezanja. Zbog toga je i uključen u strukturu funkcije ukupnih troškova obrade, odnosno u jednačine pod 9 i 8 tablice 1 (OR.16.03). Čak je i koeficijent vremenskog iskorišćenja pomoćnog pribora  $\eta_1$ , naročito u slučaju skupnih pribora, obuhvaćen odgovarajućim jednačinama elementarnata ekonomičnih režima obrade. Kolike su, medjutim, numeričke vrednosti ovih koeficijenata, to je predmet organizacionog koncepta proizvodnog procesa i mogu se odgovarajućim metodama praćenja i merenja utvrditi.

Z.Seljak, Odgovor na vprašanje doc.Perića

Dela prof.Königa in ostalih so meni poznana. Pri vrednotenju eksperimentalnih rezultatov smo obdržali linearno obliko korelacije med hitrostjo rezanja in obrabo orodja (v logaritmični razdelbi) zato, ker smo stružili le v območju rezalnih hitrosti, kjer je to razmerje dokaj linearno. Odklon korelacijske krivulje od premice je bil v našem primeru nebistven.

Niko Majdandžić, ing., Slavonski Brod

Ja bih samo pokušao da objasnim - kako je došlo do ovih naših postavki, prilazu ovom načinu razmatranja uz moje mišljenje da je dr Vukelja svakako u pravu, da je taj stav i poznat i priznat, kao i čime smo se rukovodili te koji su osnovni motivi da smo pošli sa postavkom uporedjivanja pojedinih vrsta alata, zapostavljajući mnoge ostale bitne elemente koji utiču na troškove.

Naime, baveći se uopšte alatima sa mehanički pričvršćenim pločicama: noževima, glavama za glodanje, razvrtačima i ostalim alatima, primetio sam u Slavonsko-baranjskoj regiji, čiji je nosilac obrade rezanjem u izvjesnom smislu "Djuro Djaković" gde radim, da postoji određeni otpor prodiranju alata i jedna nasljedna osobina i mišljenje da su to alati, koji u odnosu na alate sa zalemljenim pločicama, imaju manji vijek trajanja, manje čak i režimske mogućnosti i da njihova eksploatacija u svakom slučaju daje niže rezultate i da su oni strogo određeni za jedino serijsku, organiziranu proizvodnju kako mi smatramo da je na Zapadu.

Analizirajući potrošnju pojedinih od ovih alata u "Djuri Djaković"-u, a žao mi je što prostor nije omogućio da se cjelokupnije obuhvati ova materija, što će biti obuhvaćena sada na Savjetovanju društva alatničara u Slavonskom Brodu ovog mjeseca, mi smo pokušali da izvršimo jednu uporedbu u kojoj bi dali, pri praktičnim uslovima ispitivanja u radionici i pri režimima koji se primjenjuju pri tehnologiji kakva je sada i na kakvom je razvojnom nivou, da nađemo uporedbu primjene čak i pojedinih proizvođača i pojedinih rješenja koja u izvjesnom smislu predstavljaju novinu na Zapadu (pločice sa lomačima na grudnim površinama, zatim pločice sa dvostrukim iskorištenjem tj. trougaone

pločice koje imaju 6 reznih vhova itd.), da bi tako u jednoj šarolikoj proizvodnji koja nam se nudi od strane proizvođača mogli da nadujemo izvjesnu računnicu i opravdanje za primjenu u uvjetima kakvi su sada. Naravno pri tom se došlo do nekih rezultata koji imaju praktičnu vrijednost. U njihovu naučnu vrijednost se ne možemo upuštati, međutim ima interesantnih podataka da na primer glave za glodanje sa izmenjivim pločicama kod glodalica koje nemaju dovoljnu snagu čiji stepen iskorištenja je pri tome mali, dolazi čak u pitanje uopće njihova opravdanost tj. ekonomičnost u primjeni. Pored toga isto pitanje se postavlja i kod noževa sa romboidnim pločicama koje imaju samo dvije rezne oštrice koje se primjenjuju za kopiranje i za izradu nekih teško pristupačnih površina, tj. povoljni ugao vrha omogućuje prilaz na stepenastim osovinama i drugim teško pristupačnim mjestima pri čemu baš zbog dvije oštrice i relativno velikih lomova, koji se javljaju i koji smanjuju pomenuti koeficijent iskorištenja pločice, dolazi negdje na granicu ekonomičnosti i rentabilnosti. Naravno ispitivanja su vršena i na strojevima koji imaju relativno krut sistem: mašina - alat - radni predmet i na starijim izvedbama koje to nemaju, tako da ova zapažanja, naročito za starije strojeve dovodi u pitanje primjenu pojedinih alata - bez obzira što je njihova opravdanost na Zapadu dokazana matematički, računski i praktično.

Prof. Vladimir Šolaja, dipl.ing., Beograd

Uz vašu dozvolu ja bih u ime radnog predsjedništva bio slobodan da dam kratak rezime, bez pretenzija da to budu i neki zaključci.

Čini se, pre svega, da se ponavlja ranija situacija, da u oblasti obrade rezanjem imamo i veći broj referata, i refe-

rate koji većim delom sadrže originalne rezultate, eksperimentalno verifikovane i detaljnije proučavane i produbljene, a takodje da imamo i relativno bogatu diskusiju, posebno u odnosu na prve dve teme Savetovanja. Petnaest učesnika u diskusiji koji su nastojali da postavljaju pitanja relevantna u odnosu na materiju referata ili da odgovorima prošire saznanje sadržano u njima, sigurno je da se kao pojava može pozitivno oceniti. Ali ima jedna druga činjenica koju bi trebalo svakako ispraviti: pored optimističke izjave našeg glavnog referenta da imamo 25% referata iz industrije, što je ohrabrujući porast, broj diskutiranih iz industrije je skromniji, svega 15%, te bi na budućim savetovanjima nužna bila veća aktivizacija drugova iz proizvodnje koji svakako imaju mnogo pitanja u vezi sa stvarima na kojima pokušavamo da ozbiljno istraživački radimo. Valja istaći da su pritom mnoga od njih ona koja se danas i u svetskim razmerama razmatraju.

Svakako da je problem rentabilnosti i ekonomičnosti reznih alata i rezanja jedno od takvih prioritarnih pitanja i njemu je na ovom Savetovanju posvećena pažnja. Nadalje su to pitanja pojedinih vrsta obrade - na primer, izrada zupčanih ili brušenje - a svakako da tu spadaju i operacije u marginalnim područjima, kao i nekonvencionalni postupci. Pored toga bi verovatno bilo od koristi da u budućim našim savetovanjima obezbedimo još veću spregu pojedinačnih elemenata i međudejstva u kompleksnom tehnološkom i obradnom sistemu, pri čemu je proces rezanja i rezni alat samo jedan, iako značajan učesnik.

Podsetimo li se na zaključke ranijih savetovanja - u Sarajevu, Kragujevcu ili Opatiji - možemo uočiti stalan uspon, veći ili manji. Čini se, stoga, da u celini posmatrano VII Savetovanje, posebno ceneći i pozitivan doprinos proizvodnih stručnjaka iz industrije, vezanih uglavnom zasada za nekoliko industrijskih centara u zemlji, predstavlja svakako određeni dalji korak napred.

Pošto to nije činjeno ni u slučaju prve dve teme Savetovanja, ne bih predložio neke posebne zaključke. Mislim, međutim, da su diskusije bile otvorene, konstruktivne, korisne i dobronamerne, i da su težile da otkriju istinu, što nam je, konačno, kao stručnjacima i istraživačima i stalan cilj.

U ime naše Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija za proizvodno mašinstvo bio bih slobodan da dam informaciju o našem narednom Savetovanju. Na jučerašnjem sastanku Zajednice u kojoj imamo institucije koje se bave istraživanjem u oblasti proizvodnog mašinstva u Ljubljani, Zagrebu, Beogradu, Rijeci, Sarajevu, Kragujevcu, Nišu, Novom Sadu i Skoplju, mi smo se dogovorili da se VIII Savetovanje proizvodnog mašinstva održi 1972. godine, verovatno ujesen, u Ljubljani, pri čemu su organizaciju preuzeli drugovi sa Fakultete i Inštituta za strojništvo, dok je tematika vezana za dva značajna područja. Malo varirajući našu prvu temu ovog Savetovanja, koja će sigurno trebati da bude često prisutna u mnogim našim razgovorima, razmišljanjima i akcijama, bez obzira što ona moguće u ovom momentu u dovoljnoj mери ne vezuje pažnju i ne provocira debatu, kompleks upravljanja, vezan za NC upravljanje, obradne sisteme i primenu kompjutera će biti na dnevnom redu VIII Savetovanja kao prvi kompleks, a kao drugi opšta problematika alatnih mašina - tačnost, kvalitet, konstrukcija, delovi, oprema, remont. U međuvremenu će drugovi iz Ljubljane sačiniti teze za oba tematska područja i uputiti ih velikom broju dosadašnjih autora na našim savetovanjima, kao i nizu novih potencijalnih aktivnih učesnika.

U ime radnog predsedništva bio bih slobodan da zaključim rad ove naše treće sesije, moleći istovremeno prodekana Mašinskog fakulteta u Novom Sadu druga D.Zelenovića da u ime organizatora zaključi VII Savetovanje proizvodnog mašinstva koje se je uspešno odvijalo ova dva dana, u prijatnom ambijentu i uz srdačno gostoprimstvo, za što želim ispred svih nas učesnika da zahvalim našim domaćinima.

Zoran Nikić, dipl.ing. (diskusija upućena nakon Savetovanja)

Pre svega koristim priliku da se na ovaj način izvinim za neprisustvovanje simpozijumu. Bio sam sprečen ozbiljnim porodičnim problemom.

Zahvaljujem najlepše prof.Vladimiru Šolaji na diskusiji kojom je još jednom ukazano na kompleksnost i složenost problematike koja je obradivana u radu.

Prof.V.Šolaja se prvo interesovao za podatke o veličini radijusa vrha noža i veličini dubine rezanja.

Veoma obimna ispitivanja vršena su sa čitavom familijom radijusa (dijapazon R 0,5-1,5 mm) i dubinama rezanja ( $\delta=1-4$  mm) pri čemu ističem da dubina rezanja nije imala nekog većeg uticaja na pojave na kojima se insistira u radu.

Zatim se u diskusiji prof.V.Šolaje ističe da je na osnovu slike 1 ugao obuhvatanja  $90^\circ$  tj. da se ugao kreće od  $45^\circ$  do  $135^\circ$  a da je radom obuhvaćena oblast od  $\phi = 0^\circ$  do  $\phi = 180^\circ$ . Zatim se diskusija svodi na deo zaključka da: "uopšte ne dolazi do interferencije pomoćnog dela sečiva koje prelazi iz radijusa u pravu, ... da kvarenje oblika ne dolazi u obzir".

Na slici 1. je dat prikaz sfernih rukavaca (po standardu datom u radu) sa osnovnim dimenzijama. Ugao obuhvatanja, centralni ugao koji odgovara luku sfere mora se posredno računati za svaki rukavac tako što se (tako se definiše i konstrukcioni crtež) preko ukupne dužine rukavca definiše "skrćenje" kugle a time i pomenuti ugao.

Za pomenute rukavce ugao obuhvatanja se kreće oko  $130^\circ$ . Osim toga, iz slike 1 može se videti da je ugao ubuhvatanja veći od  $90^\circ$ , mada ta slika, kao što je rečeno, ne može poslužiti za njegovo detaljno iznalaženje.

Medjutim, ako se uzme da je ugao obuhvatanja  $90^\circ$  i ako je na primer  $\kappa_{1g} = 20^\circ$  tada od ugla  $\phi = 90^\circ + \kappa_{1g} = 110^\circ$  pomoćna rezna ivica produžena u radijus vrha noža postaje tangenta na krug i dolazi do onih pojava koje su objašnjene u radu. Povećanjem ugla može se nepovoljnost tih pojava samo ublažiti (naravno, pri tome se smanjuje ugao vrha noža).

Na slici 2. su data tri položaja noža radi ukazivanja na promenu efektivnih napadnih uglova  $\kappa$  i  $\kappa_1$ . To što je na pomenu toj slici dat polukrug ABC to je radi posmatranja problematike u celini i rešavanja problema pri rezanju i drugih sfernih elemenata kod kojih se ugao kreće od  $\phi = 0^\circ$  do  $\phi = 90^\circ$  (kao kod sfernog zavrtnja šipke ukrućenja za vozilo FIAT 1300 koji se radi na istim mašinama).

Prema tome, stoji i to čvrsto stoji da na delu puta BC dolazi do pojava datih u radu i da se pojave mogu ublažiti povećanjem ugla  $\kappa_{1g}$  i samo u slučaju da je taj ugao veći od ugla između srednjeg i krajnjeg levog položaja noža (oko  $65^\circ$ ) se predmetne pojave mogu eliminisati.

Prilikom ispitivanja išlo se i na  $\kappa_{1g} = 60^\circ$ , pa kad se uzme u obzir da iz sličnih razloga je potrebno uzeti i  $\kappa_g = 60^\circ$  do  $65^\circ$  tada se dobija ugao vrha oko  $60^\circ$  sa poznatim posledicama.

Pošto rezna ivica reže celu dužinu rukavca do tačke B na sferi to se kao povoljno rešenje uzimalo rešenje sa većim uglom  $\kappa_g$ , oko  $70^\circ$  i sa manjim vrednostima ugla  $\kappa_{1g}$ , oko  $25^\circ$ .



Što se tiče odnosa radijusa noža i pipka šablona smatram za potrebno da istaknem da tu nema nikakvih problema i da je definisanje vrha pipka posledica oblika vrha noža a nikako ne "osnovno pitanje o kome ovde nema reči".

Na slici 3. dat je snimak habanja ledjne površine pomoćne rezne ivice levog noža (mašina SP 12-FAM, N.Sad) gde se jasno vidi oblik habanja pomoćne rezne ivice.

Kao god što se na stotinama hiljada komada videlo, i danas se vidi, (pri pomenutim uslovima) odstupanje od sfere na delu puta BC tako se na tim komadima vidi promena hrapavosti površine i to tako što je površina najmanje hrapava u okolini tačke B i povećava se prema tačkama sfere A odnosno B.

U radu je bilo reči o promeni hrapavosti zbog promene veličine puta vrha noža po obrtu.

To povećanje hrapavosti prema krajnjim tačkama sfere je takvo da površina izgleda kao da je na njoj narezan navoj nekog finog koraka. Na slici 7. dato je povećanje hrapavosti od srednjeg (B) ka krajnjem delu sfere (A).

U delu diskusije o brzini rezanja nije moguće iz teksta zapisnika diskusije videti na čemu se tačno insistira. Iz tog razloga ne bih bio u mogućnosti da dam tumačenje van onog koje je dato u radu.

Što se tiče interesovanja šta su sopstveni rezultati a šta prenošenja iz literature, mislim da se to i iz rada i diskusija da videti.

---

Štampa: ŠTAMPARIJA UNIVERZITETA - NOVI SAD