

X SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA

ZBORNİK RADOVA
X SAVETOVANJA PROIZVODNOG MAŠINSTVA

KNJIGA I

UVODNI REFERATI



BEOGRAD, 1975.

X SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA

Mašinstvo

**ZBORNİK RADOVA
X SAVETOVANJA PROIZVODNOG MAŠINSTVA**

KNJIGA I

UVODNI REFERATI

BEOGRAD, 1975.

Miroslav

[Faint, illegible text]

[Faint, illegible text]

[Faint, illegible text]

**ŠTAMPA: BIRO ZA GRAĐEVINARSTVO
BEOGRAD, Sremska 6**

... ..

POKROVITELJ X SAVETOVANJA PROIZVODNOG MAŠINSTVA

SAVEZNO IZVRŠNO VEĆE

X Savetovanje proizvodnog mašinstva je stručno-naučna manifestacija Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva

ORGANIZATORI X SAVETOVANJA

Institut za alatne mašine i alate IAMA i Mašinski fakultet Univerziteta, Beograd, 27. marta 80

ORGANIZACIONI ODBOR X SAVETOVANJA

Dr. Vladimir Šolaja, dipl.ing., red.profesor Mašinskog fakulteta, direktor Instituta IAMA, Beograd - PREDSEDNIK

Dr. Milisav Kalajdžić, dipl.ing., sam.saradnik Instituta IAMA, Beograd

Stevan Maksić, dipl.ecc., gen.direktor Poslovnog udruženja proizvođača alatnih mašina Jugoslavije MAŠINOUNION, Beograd

Dr. Vladimir Milačić, dipl.ing., red.profesor Mašinskog fakulteta, Beograd

Dr. Joko Stanić, dipl.ing., vanr.profesor Mašinskog fakulteta, saradnik Instituta IAMA, Beograd

Alojz Šnajder, dipl.prav., direktor Poslovnog udruženja jugoslovenske industrije alata ALAT, Beograd

Dr. Sreten Uroševih, dipl.ing., rukovodilac Odeljenja za tehnologiju Instituta IAMA, Beograd

Dušan Uskoković, dipl.ing., saradnik Mašinskog fakulteta, Beograd - SEKRETAR

Dr. Dušan Vukelja, dipl.ing., sam.saradnik Instituta IAMA, Beograd

Prvoslav Živković, dipl.ing., priredio materijale za štampu

Uporedo sa svakogodišnjim stručno-naučnim skupovima proizvodnog mašinstva, inače osnovnom zajedničkom akcijom Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, iniciranom prvim savetovanjem oktobra 1965 godine u Beogradu, jačalo je partnerstvo Privrede i Nauke u okvirima metaloprerađivačke industrije, na linijama proizvodne funkcije i specifične istraživačko-razvojne delatnosti.

Dinamika uspostavljanja veza i njihove sadržine su pritom uslovljeni nizom okolnosti - opštom društvenom klimom, uslovima uže sredine i rastom sopstvenog znanja, iskustva i kompetencija - te je Istraživanje i Razvoj u proizvodnom mašinstvu dobilo jasnije konture i prostor delovanja, zauzelo sadašnje mesto u sklopu privrednog i društvenog napredovanja, i pri datom nivou svoje zrelosti, razvilo niz značajnih naučnoistraživačkih i razvojno-unapređivačkih linija u oblastima sredstava za proizvodnju metalne industrije i relevantnih proizvodnih postupaka i metoda, tehnologije metaloprerade i tehnološke organizacije, upravljanja proizvodnjom i informacionih sistema, specifičnog tehnološkog transfera i prognoziranja.

Na dnevni red jubilarnog X savetovanja proizvodnog mašinstva su iznete tri tematske oblasti:

ALATNE MAŠINE,

OBRADA REZANJEM, i

PRIMENA KOMPJUTERA U PROIZVODNOM MAŠINSTVU,

pri čemu je ukupno 48 saopštenja, pripremljenih od strane autora iz istraživačkih i privrednih organizacija izneto u

tri knjige Zbornika radova X savetovanja, dok se u posebnoj svesci nalaze osnovni referati za svaku oblast, a takodje i uvodni referat za X savetovanje.

Prva knjiga Zbornika sadrži uvodni i osnovne referate jubilarnog X savetovanja proizvodnog mašinstva.

U uvodnom referatu pripremljenom za svečani deo X savetovanja čini se pokušaj da se, zasnovano na raznovrsnim ulazima, proizvodno mašinstvo kao ključna funkcija metalne industrije i osnova za industrijski razvoj celog društva sagleda sa različitih stanovišta: sredstava za proizvodnju, ali i tehnologije sa tehnološkom organizacijom i upravljanjem, IR-delatnosti i kadrova, učešća u svetskoj razmeni roba i usluga i u transferu znanja i tehnologija, osvetljavajući ulogu i mesto Zajednice jugoslovenskih naučno-istraživačkih institucija proizvodnog mašinstva.

Tri osnovna referata daju preseke kroz tri tematske oblasti proizvodnog mašinstva. Sa brojnom dokumentacijom se u prvom rasvetljava kompleksna problematika alatnih mašina sa stanovišta procesa u njima, u drugom se daje kratak pregled i u jugoslovenskim istraživanjima veoma prisutne obrade rezanjem, dok treći, vezan za tematsku oblast primene kompjutera u proizvodnom mašinstvu, predstavlja značajnu studiju proizvodne kibernetike, kao novog koncepta u proizvodnom mašinstvu, dovodeći je u međuzavisnost sa tehničko-tehnološkim razvojem i relevantnim efektima.

S A D R Ź A J

	Strana
VLADIMIR ŠOLAJA, Proizvodno mašinstvo 1965-1975 - mesto IR-delatnosti u privrednom napredovanju	UR. 1.1.
RUDOLF ZDENKOVIĆ, Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi	AM. 01.1
VLADIMIR ŠOLAJA, Obrada rezanjem - uvodni referat	OR. 01.1
JANEZ PEKLENIK, Proizvodna kiberne- tika - njen vpliv na tehnični in tehnološki razvoj in produktivnost	PK. 01.1



X SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA

Beograd, 9 - 10. oktobra 1975. godine

V. B. Šolaja +)

PROIZVODNO MAŠINSTVO 1965 - 1975 - MESTO IR-DELATNO-
STI U PRIVREDNOM NAPREDOVANJU ++)

1. Uvod

Desetgodišnji jubilej sazajno-kreativne i istraživačko-u-napredjujuće nadgradnje situiran je u okvire milenijuma praktiko-vane, razvijane i za formiranje bogatstva i društvenih odnosa o-predeljujuće proizvodnje potrošnih i trajnih dobara i roba iz me-tala i nemetala. Prisutna je ona i u nas od začetaka preduzetni-štva u našim zemljama bivše Austrougarske monarhije ili Topoliv-nice u Kragujevcu. Sigurno je da to pruža izazove da se pokuša sagledati i valorizovati predjeni put, proceniti postignuto ukla-panje u privredne i društvene sredine i tokove i utvrditi uloga, mesto i odgovornosti u ostvarenju ciljeva srednjeročnih planova i dugoročnih prognoza.

Jubilarni deseti susret proizvodnih stručnjaka Jugoslavije održava se u godini odlučujućih poduhvata samoupravnog jugosloven-skog društva. Metalna industrija, u njoj posebno mašingradnja kao osnovni nosilac razvoja tehničko-tehnološkog progressa i oru-dja rada kao opredeljujući, ali i ograničavajući faktor efektivno-sti društvene reprodukcije, zauzimaju pri tome posebno mesto.

Postupno se realizuju ustavni principi u sferi samouprav-nog udruživanja rada i sredstava, sa krupnim zadacima izgradnje

+) Dr. Vladimir B. Šolaja, dipl.ing., red. profesor Mašinskog fa-kulteta, direktor Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27. marta 80

++) Uvodni referat za jubilarno X savetovanje proizvodnog mašinst-va, uradjen zahvaljujući, pored ostalog, i informacijama koje su na osnovu posebnog upitnika pripremili svi članovi Zajedni-ce jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, i analitičkim podacima i studijama poslovnih udru-ženja MASINOUNION i ALAT iz Beograd, na čemu autor izražava svoju posebnu blagodarnost

sistema zasnovanog na konceptu osnovne organizacije udruženog rada kao bazne reproduktivne i dohodovne jedinice, sa različitim nivoima agregiranja, i sa celishodnim, tehničko-tehnološki i ekonomsko-dohodovno optimiziranim uspostavljanjem reproduktivnih celina u privredi. Intenzivan rad na koncipiranju i izradi Društvenog plana razvoja Jugoslavije za period 1976 - 1980 godine je uključio sve društvene i privredne subjekte i strukture u odgovorno i dalekosežno programiranje budućnosti, sa vizijama ciljeva za 1985 pa i 2000 godinu, i treba očekivati njihovo skoro dovršenje. Teče, nadalje, Godina inovacija, proglašena sa ciljem da organizovano socijalističko društvo koordiniranom akcijom doprinese inspirisanju, ohrabrenju i objektivnom vrednovanju u nas inače zapostavljene, a za napredovanje neophodne oslobođene kreativne energije radnih ljudi u svim oblastima delovanja i na svim nivoima profesionalne stručnosti.

U nizu ovogodišnjih manifestacija valja, nadalje, izdvojiti dve, izuzetno značajne za proizvodno mašinstvo. Prva se odnosi na, u vreme X savetovanja već protekli naučno skup "Marks i savremenost", posvećen 100-godišnjici "Kritike Gotskog programa", a druga na, takodje 100-godišnjicu, metarske konvencije.

U životno važnom području stvaranja dohotka i njegove raspodele, svakako da će merodavni skup jugoslovenskih marksista osvetliti aktuelne okolnosti fundamentalnog socijalističkog načela "od svakog prema sposobnostima - svakome prema radu", imajući u vidu i činjenicu da je svaka raspodela sredstava potrošnje samo posledica raspodele uslova proizvodnje. Sredina u kojoj se odvija fizička realizacija dobara i roba u metalnoj industriji, direktni proizvodni rad kao mesto materijalnog uobličavanja u udruženom radu ideja široko koncipiranih u, kroz samoupravne mehanizme usaglašenim programima razvoja i u strategijama poslovanja i napredovanja, usmerenih na promet i potrošnju, i, posebno važno, mesto stvaranja dohotka i nastajanja troškova. Stoga treba pouzdano očekivati da će zaključci ovog skupa dati fundamentalna razjašnjenja mogućnih dilema i da će predstavljati pozitivnu inspiraciju i za posebne poruke našeg Savetovanja.

Druga manifestacija je u istorijskim relacijama tesno spregnuta sa hodom mašinske civilizacije kroz čije razvijene oblike,

bremenite mnogim novim izazovima, svet danas prolazi, pri čemu se njen povod direktno odnosi i na razvoj proizvodnog mašinstva. Pri tome je, ne prenebregavajući izazove budućnosti sa novim izvorima energije, novim materijalima, novim sredstvima i metodama komuniciranja i upravljanja, a takodje ni moguće revizije prioriternih ciljeva čovečanstva na pragu biokibernetske i kosmičke ere, razumno pretpostaviti da će i nadalje postojati prihvatljiva korelacija između poboljšanja uslova za življenje i za privredjivanje i tehnološkog progressa sredstava za proizvodnju i proizvodnih tehnologija, gde tačnost mera predstavlja osnovnu pretpostavku kvaliteta izlaza.

Korisno je uspostaviti sistem sledećih tvrdjenja: (i) postoji dobra korelacija stepena industrijske razvijenosti zemlje i njenog položaja u svetu po proizvodnji i razmeni opreme, i industrijski razvijene zemlje su i najveći njihovi proizvođači, (ii) naša orijentacija u narednom periodu na razvoj energetike, sirovina i hrane pretpostavlja ogromna i veoma raznorodna investicijska ulaganja, i (iii) u narednom će periodu trebati orijentaciju relevantnih reprodukcioni celina usmeriti na podelu rada i specijalizaciju u prvim članovima niza polufabrikati i elementi --- komponente i agregati --- finalni proizvodi. Time, međjutim, postaju veoma jasni izazovi i odgovornosti koji leže na metodama, organizaciji i, posebno, sredstvima rada, i na valjanim odlukama u pogledu optimalnog balansa transfera stranog znanja i tehnologija i njihovog razvoja i proizvodnje u domaćim uslovima.

Posvećujući referat oblasti proizvodnog mašinstva, i interakcijama ovog skupa tehnika i tehnologija sa okruženjem, nužna su određena razjašnjenja. Termin PROIZVODNO MAŠINSTVO ušao je u pri menu u posleratnom vremenu, po ugledu na nešto stariju praksu u svetu (Production Engineering). U okvirima metalnog kompleksa industrije reč je pritom o alatnim mašinama, alatima, pomoćnim i mernim priborima, upravljačkoj, transportnoj i ostaloj proizvodnoj opremi, metodama - priprema i sprovođenje - njihovog korišćenja, o postupcima koji prethode obradi delova, tehnološkim procesima njihovog oblikovanja i različitih vidova oplemenjivanja, o kontroli, spajanju i montaži, o upravljanju udruženim aglomeracijama rada i sredstava (obradni, proizvodni i poslovni sistemi), a takodje i o relevantnom segmentu znanja, istraživanja i obrazo-

vanja. Proizvodno mašinstvo je, međutim, važan faktor i u obezbedi vremenske funkcije kvaliteta sredstava i preradjivačkih kapaciteta u i van metaloprerađe, kroz izvršne funkcije modernizacije i održavanja.

Uz činjenicu da je nosilac kompletne tehnologije samo u onom delu sredstava rada koja nose tehnološku funkciju metaloprerađe (proizvodnja sredstava za proizvodnju - jedinstven slučaj da, u principu, mašina sama sebe reprodukuje), proizvodno mašinstvo ima svojstvo zajedničkog sadržatelja celokupne metalne industrije.

Rodjeno kao skup veština i u svom burnom razvoju nadograđivano i obogaćivano iskustvima u oba svoja aspekta - tehnološkom, kao zajednički sadržatelj u preradi metala i nemetala, i tehničkom (sredstva za proizvodnju) kao deo vrhunskog izlaza investicijskih dobara mašingradnje i potrošnih proizvoda industrije - proizvodno mašinstvo je u svom kreativnom kontekstu odavno našlo i svoj posebni prostor u univerzitetskom obrazovanju i u nauci. Iako sa zadocnjenjem, to je i kod nas postao slučaj: pored prvog kursa Alatne mašine školske 1906/1907 godine na Odseku za mašinske inženjere Velike škole u Beogradu, istraživanja sa objavljenim rezultatima su, sem izuzetno i u periodu do 1941 godine, uspostavljena na tri najstarija mašinska fakulteta odmah posle rata, dok je u prvom širem programiranju istraživačko-razvojne delatnosti Jugoslavije proizvodnom mašinstvu posvećen poseban odeljak u okviru Mašinstva i Elektrotehnike [1] +).

Slično kao što, propulzivnosti područja radi, aktuelna parola tridesetih godina "rentabilnost fabrike zavisi od sečiva njenih alata" (uslovno i danas istinita) sedamdesetih prerasta u "kompjuter je alatna mašina", proizvodno mašinstvo kao nauka menja svoja težišta, sadržine, pa i neke ciljeve. U kompleksnom, interdisciplinarnom području fizike, fizičke i elektro hemije, hemije, primenjene mehanike - statike i dinamike struktura, teorije elastičnosti i plastičnosti, tribologije, termodinamike i hidromeha-

+) Može se, međutim, navesti da se posle decenije i po u, na primer, novoj strukturi Republičke zajednice nauke SR Srbije, formirane na principima samoupravne interesne zajednice, ovaj individualitet u ovoj godini izgubio - svim dobrim razlozima mereno, verovatno privremeno

nike, teorije kola i modernih oblasti matematike, fizike metala i sistem teorije, teorije učenja i raspoznavanja oblika, vrednosne analize i kompjuterske grafike, heurističnog programiranja ili optimiranja, nova, ranije nekorišćena znanja postaju u Odredjenim slučajevima neophodna orudja u arsenalu proizvodnog inženjera - istraživača aktuelne fizionomije, dok terotehnologija, industrijska kibernetika, novi koncepti obradnih i proizvodnih sistema sa upravljanjem, integralni proizvodni informacioni sistemi i primena kompjutera u razvoju proizvoda i tehnologije, industrijski roboti i automatska fabrika kao ultimativni cilj napredovanja, svakako da uslovljavaju da se, pored novih težišta istraživanja, eventualno napusti i sam naziv PROIZVODNO MAŠINSTVO kao zastareo.

U okvirima nastojanja krajem pedesetih godina da se naša nauka organizuje i usmerava kao krucijalna unapredjujuća snaga opšteg i specifičnog progressa, i u proizvodnom mašinstvu kao delu tehničko-tehnoloških nauka se u periodu 1961/1963 godine pristupilo organizovanom formiranju mreže naučno-istraživačkih institucija. Od prvobitnog koncepta 1961 godine o razvoju dva centra - Zagreb i Beograd - sa mogućnostima i za treći (Ljubljana) [2], u naredne dve do tri godine formirane su još dve institucije (u Sarajevu i Novom Sadu), uz otvaranje potencijalnih mogućnosti za razvoj i istraživanje na u to vreme oformljenim visokoškolskim ustanovama - Elektromašinskom fakultetu u Skopju i Odeljenju Mašinskog fakulteta Beograd u Kragujevcu. Prethodna tradicija istraživanja u proizvodnom mašinstvu (na primer, bibliografija radova na Mašinskom fakultetu u Beogradu do kraja 1961 godine sadrži 60 naslova) i inicijalni rezultati pionirskog napora na uspostavljanju prvih linija istraživanja, stvorili su uslove da se ideja jedne šire javne manifestacije ovog segmenta istraživanja usmerenog na direktne intervencije u metalnoj industriji, rođena uporedo u Beogradu i u Zagrebu, ostvari na I savetovanju proizvodnog mašinstva, oktobra 1965 godine u Beogradu.

Došlo se na taj način do desetgodišnjeg perioda koji nas deli od I savetovanja proizvodnog mašinstva, i naredni odeljci referata se posvećuju detaljisanju odabranih pitanja prevashodno smeštenih u taj period.

Uz respekt činjenice da se u uvodnim referatima za tematske

oblasti Alatne mašine, Obrada rezanjem i Primena kompjutera u proizvodnom mašinstvu čine dublji osvrti na ključna pitanja ovog važnog sektora proizvodnog mašinstva, u narednom odeljku se pokušavaju utvrditi polazne pretpostavke za sagledavanje položaja i kretanje proizvodnog mašinstva kao vitalnog učesnika u industrijskoj praksi u svetu i u nas, sa ulogom koju u tome ima istraživačko-razvojna delatnost, čemu je posvećen treći odeljak. U četvrtom se potom razmatraju akcije Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva i njenih današnjih članova - dvanaest istraživačkih organizacija, razmeštenih u sve republike i jednu pokrajinu. Iako je šire organizovanom i kroz Zajednicu obuhvaćenom radu u ovoj oblasti tehničko-tehnoloških nauka tek deset godina, ozbiljan gubitak vodećih istraživača zadesio je i Beograd i Ljubljanu i Zagreb, te se peti odeljak posvećuje uspomeni na preminule zaslužne članove Zajednice, Prof. Dr.-Ing. Pavla Stankovića, Akademika Prof. Dr.h.c. Feliksa Lobeja, Prof. Ing. Artemija Šahnazarova i Prof. Dr.-Ing. Aleksandra Đuraševića, koji su u proteku poslednjih šest godina za uvek napustili naš krug, dok je po izradi ovog teksta neočekivano umro i Doc. Mr.-Ing. Ante Lovasić, koautor uvodnog referata za tematsku oblast Alatne mašine. Zaključnim odeljkom se pokušava u rezimeu svega razmotrenog ukazati na osnovne izazove budućnosti u našim okolnostima i na moguće pravce daljeg napredovanja proizvodnog mašinstva kao specifične funkcije u privrednoj praksi Jugoslavije i identifikovanog segmenta tehničko-tehnoloških nauka.

U tri aneksa data je na kraju dopunska dokumentacija: tekst Samoupravnog sporazuma koji su 21. juna 1973 godine potpisali članovi Zajednice, spisak skraćenića korišćenih u tekstu i bibliografski podaci za 399 priloga objavljenih u zbornicima radova dosadašnjih deset savetovanja proizvodnog mašinstva.

2. Proizvodno mašinstvo - industrijska praksa

Prema već prethodno iskazanom stavu, treba u svakoj raspravi imati u vidu dve strane proizvodnog mašinstva kao dela privredne prakse: (i) proizvodno mašinstvo kao skup tehnoloških, organizacionih i poslovnih postupaka, mehanizama i upravljačkih odluka u sferi udruživanja ljudskog rada i sredstava na fizičkoj realizaciji novih investicijskih dobara i roba metalne industrije (maši-

nogradnja, industrija motora i vozila, metaloprerađivačka industrija, elektroindustrija i brodogradnja) i na održavanju industrijske i druge opreme - pritom ono ne obuhvata ceo ciklus od koncepta do povlačenja sredstva iz upotrebe, pošto finalni izlaz predstavlja predmet neke posebne tehnologije i odgovarajućeg zbira znanja, iskustva i veština (energetika, transport, procesno inženjersvo sa izuzećem metaloprerađe, proizvodnja primarnih sirovina i hrane), i (ii) proizvodno mašinstvo u oblasti sredstava za proizvodnju metalne industrije (alatne mašine, alati, pribori i ostala sredstva korišćena u ostvarenju proizvodne funkcije ove industrije) - pritom se, zasnovano na sopstvenoj tehnologiji i zbiru znanja, iskustava i veština, u punom ciklusu koncipiraju, razvijaju, izgradjuju i eksploatišu, uključujući održavanje, modernizaciju i recikliranje, odgovarajuća investicijska i potrošna dobra. U prirodnoj želji za razgraničenjima ne treba, medjutim, zastraniti i pritom prenebreći uvek korisan transfer ideja u često veoma različite oblasti delovanja i direktnu ili adaptiranu primenu već iznadjenih rešenja i u na izgled udaljenim problemima tehnike i tehnologije.

Iako su asortiman, tehnički nivo, funkcionalnost i vrednost finalnih proizvoda opredeljujući faktori za stvarnu ulogu metalne industrije na tržištu roba i usluga u sopstvenim okvirima i u poređenju sa svetom, u valorizovanju njene funkcije na nivou proizvodnog mašinstva priroda stvari nameće da se podje od nižih nivoa strukture - prevashodno od sastavnih delova finalnih proizvoda. U analizama mogućnih prednosti grupne tehnologije izvedenim i kod nas (na primer [3]) je to bilo dovoljno jasno uočeno, a bez obzira na moguće primedbe radi potiskivanja u drugi plan proizvodno-tehnoloških aspekata pri prognoziranju optimalnog udruživanja rada i sredstava u reprodukcione celine mašinogradnje u nedavnom značajnom dokumentu Zajednice mašinogradnje i elektroindustrije - ZAMEL [4] je ovaj aspekt takodje sagledan.

Za razliku od drugih industrijskih grana i radnih mašina koje one koriste (na primer, u procesnoj industriji), pri najčešće kontinualnom izlazu proizvoda iz radnog sistema i pri njegovoj ograničenoj varijaciji, osnovni objekt mašinske industrijske proizvodnje je obradak koji kroz više oblike komponovanja (spoj - podsklop - sklop - komponenta, agregat) u postupcima spajanja i

montaže postaje član finalnog proizvoda - mašine, postrojenja ili instrumenta. Po pravilu su u jednom prelaznom (komponenta ili agregat) ili finalnom proizvodu metalne industrije prisutni delovi veoma različiti u pogledu gabarita, oblika, tačnosti dimenzija i kvaliteta površina, materijala ili vrste priprema, izradjeni ili doradjeni (oplemenjeni) u najrazličitijim tehnološkim operacijama, što pitanjima standardizacije i tipizacije s jedne, specijalizacije i kooperacije između finalista s druge i sistema udruživanja rada i sredstava u reprodukcioni celinama s treće strane opredeljuje - bar kada se kompleks sagledava sa stanovišta proizvodnog mašinstva - veoma jasna mesta i direktive za praktično organizovanje, delovanje i ponašanje.

U analizi proizvodnih postupaka i sredstava valja iznaći određene relacije u pogledu asortimana, količina i niza tehničko-tehnoloških pokazatelja (elementarne operacije i njihovo agregatiranje i dr.) za obradivane delove i za korišćena proizvodna sredstva (vrste, tehnološke karakteristike, stepen univerzalnosti, klasa tačnosti, upravljanje i sl.), i sve dovesti u vezu sa tipom proizvodnje - veličinom serije, tokovima materijala i informacija i sa drugim okolnostima relevantnim za uslove poslovanja i za okolinu.

Neka, međjutim, bude dopuštena jedna digresija, aktuelna za svetski tehnološki transfer i mogućnosti nerazvijenog dela sveta da u njemu učestvuje. Uz nužnost (i) sposobnosti neke zemlje za tehnološki transfer, (ii) podesne klime za transfer, i (iii) industrijskih, ekonomskih, društvenih i kulturnih uslova, kao baznih pretpostavki, mogu se istaći dva koncepta koja polarizaciju sveta na bogate i siromašne, razvijene i nerazvijene, institucionalize i sa stanovišta tehnološkog transfera: koncepti totalne tehnologije (Total Technology) za razvijene [5] i intermedijarne (prilagodjene) tehnologije (Intermediate Technology, Appropriate Technology) za nerazvijene [6].

Ne razvijajući dileme oko ova dva koncepta koja, verujemo, zaslužuju u sklopu drugih pitanja svetskih kretanja i odnosa ozbiljnu analizu političara, privrednika, nauke i obrazovanja ⁺, u

⁺) Ovo je jedno od prioritarnih pitanja razvoja nerazvijenih zemalja u okviru svetske politike nesvrstanosti, u čemu značajnu misiju ima SFR Jugoslavija

krilu proizvodnog mašinstva je moguće naći sličan primer. On se odnosi na mogućnosti s jedne strane grupne tehnologije (GRUTEH) a sa druge numerički i kompjuterom upravljanih mašina alatki (NUMA i KUMA) u oblasti pojedinačne i maloserijske proizvodnje, pri čemu se može postaviti pitanje o eventualnoj pripadnosti GRUTEH intermedijarnim tehnologijama, prikladnim za industrijski nerazvijene zemlje, i o njenoj nepodesnosti u odnosu na moderne obradne sisteme u sredinama najnaprednije tehnike i tehnologije. Interes koji, pored nesmanjenog prodora industrijske kibernetike u koncipiranju i gradnju obradnih sistema sadašnjosti i budućnosti, razvijeni svet pokazuje za GRUTEH, i to ne samo u obradnim operacijama rezanjem, već i u livenju, kovanju, obradi lima, zatim montaži i upravljanju, sem toga i u drugim okolnostima organizovanog rada, potvrđuje da GRUTEH shvaćena prevashodno kao organizacijska kategorija po sebi ne opredeljuje nivo tehnike, a da pritom može da pruži određene željene mogućnosti. Sa svoje strane, međutim, GRUTEH može da utiče na pristupe agregatiranju elementarnih i tehnoloških operacija, numeričkom i adaptivnom upravljanju, obradnim centrima i višepredmetnim transfer linijama, a takodje i na generisanje potpunog novih koncepata u organizaciji, upravljanju i tehnici obradnih sistema.

U pokušaju da se ukaže na stanje i tendencije razvoja sredstava za proizvodnju u svetu, može se, uvažavajući tehnološke karakteristike, izvesti grupisanje na konvencionalne alatne mašine kao početni (univerzalne i produkcione mašine i automati), numerički (tačka po tačka odnosno konturno upravljanje, obradni centri, adaptivno upravljane mašine) i kompjuterom upravljane mašine (upravljanje sa 2 - 4 mašine mini-kompjuterom, direktno upravljanje, fleksibilni obradni sistemi) kao više nivoa. Danas su prisutna sva tri, s time da se drugi po broju instalisanih jedinica (istovremeno, međutim, znatno više po proizvođenim jedinicama, a posebno po ceni) približava učešću od 1% u mašinskom parku prerade metala, dok je obim trećeg zasada ograničeniji.

Ozbiljno ograničenje u daljem razvoju fleksibilnih obradnih sistema ka automatskoj fabrici predstavljaju visoke cene, a kao detalj pominje se stav Izložbe alatnih mašina u Čikagu 1974 godine prema sistemima niže cene (Lower-Cost-Systems). Dok su, nadalje,

za oblikovanje raznovrsnih delova dostupna podesna rešenja, ona još nedostaju za njihov automatski protok, uprkos mnogih napora poslednjih godina. Još je, naime, na početku razvoj industrijskih manipulatora (roboti) koji sa dovoljno pouzdanosti raspoznaju oblike delova, uz njihovo sigurno usmeravanje i pozicioniranje, što je inače slučaj sa alatima. Rešenja postoje u široj industrijskoj primeni samo kod fiksnog programiranja, ali ne i za pojedinačnu proizvodnju.

Valja posebno istaći i rizik investicija u sredstva automatske fabrike budućnosti, za koji je, čini se [7] manje sposobna evropska industrija, nego što je to slučaj u Japanu i SAD, a takodje i u DR Nemačkoj ili SSSR - zahvaljujući pre svega državnim intervencijama i drugim stimulišućim okolnostima. Procene, međjutim, američke firme Rand Corp. govore o očekivanju da 1980 godine samo 22% zapošljenih u industriji bude angažovano u direktnoj proizvodnji (prema 30% u 1974 i 25% u 1968), da bi taj udeo 2000 godine opao na moguće svega 2%.

U poređno sagledavanje pozicije proizvodnog mašinstva kao industrijske prakse u oba svoja aspekta moguće je konfrontacijom odabranih podataka.

Tako se, uz podatke da je svetska proizvodnja alatnih mašina 1967 godine iznosila 6,1 mrd. dolara, 1970 7,8 mrd. dolara, a očekuje se da će 1975 godine premašiti 13 mrd. dolara [8] - [10] (prosečni porast u 9-godišnjem periodu po vrednosti oko 10%), može navesti da je 1970 godine udeo u svetskoj proizvodnji proizvođača - članova Evropskog komiteta za saradnju industrije alatnih mašina CECIMO +) iznosio gotovo 40%, SAD preko 18%, SSSR 15%, Japana 14%, a svih ostalih oko 13% [11]. Sredstva za proizvodnju su važan član u svetskoj razmeni i gotovo 70% svetske proizvodnje alatnih mašina se nalazi u tokovima izvoza i uvoza. 1972 godine aktivne su bile SR Nemačka, SAD, Japan, Italija, Vel. Britanija, DR Nemačka, Švajcarska, ČSSR, Španija, Mađarska i Danska, dok

+) Komitet, osnovan 1950 godine, objedinjuje nacionalna udruženja proizvođača alatnih mašina zapadnoevropskih proizvođača iz 13 zemalja (1500 firmi), organizuje evropske izložbe alatnih mašina (letos je održana 14. izložba EMO u Parizu), a rešava zajedničke probleme standardizacije, razvoja i prometa.

SFR Jugoslavija, sa inače negativnim bilansom, učestvuje sa oko 0,5% u svetskoj proizvodnji alatnih mašina, odnosno sa manje od 4% u "ostalima" - ali takođe i sa oko 0,2% u vrednosti ukupne proizvodnje u jugoslovenskoj privredi, odnosno sa oko 3% u jugoslovenskoj metalnoj industriji.

Nadalje je ukupno brojno stanje alatnih mašina (ukupno i po glavi stanovnika) i njihove starosti za odabranih sedam zemalja [12] i

sa procenom *Tablica 1 Broj i starost AM u sedam ind. zemalja i SFRJ.*

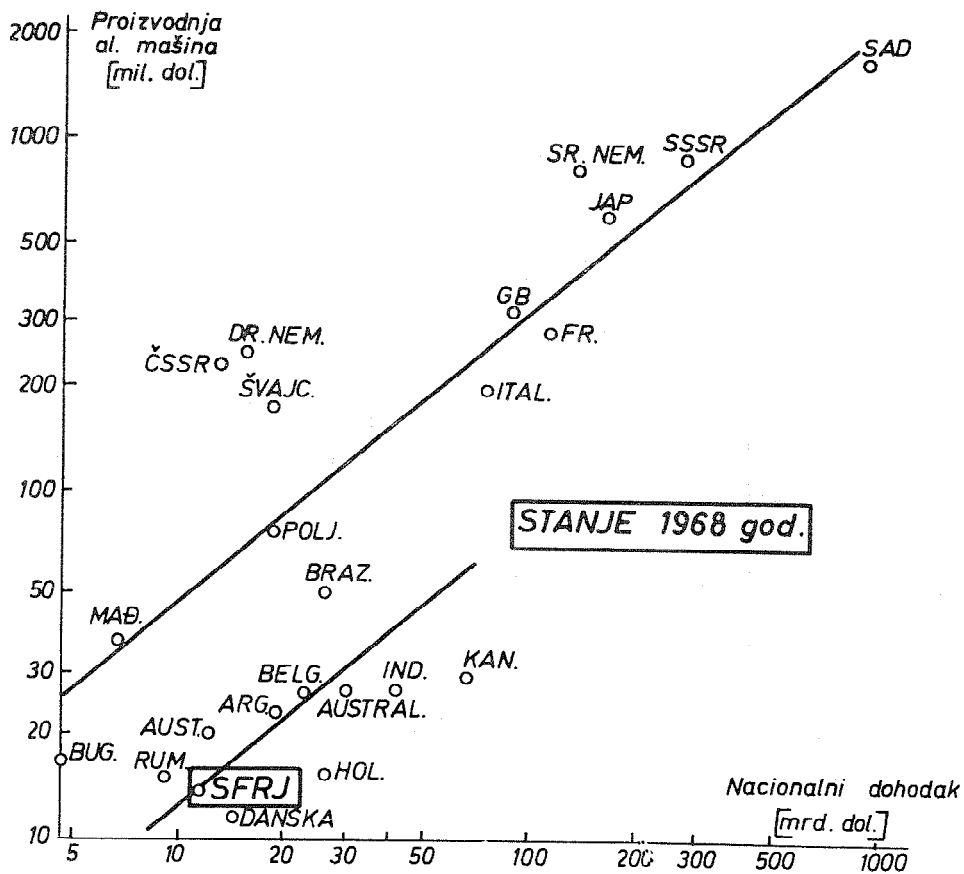
za SFR Jugoslaviju, izneseno u Tablici 1. Mogućno je takođe da se sa podacima iz 1968 godine na slici 1 ponovo iznese ranije uočena [13] i potom ponovljena [10]

Zemlja	Ukupan broj AM [mil. kom.]	Broj AM na 1000 stan.	Starost AM [%]	
			Ispod 10g.	Preko 20g.
SSSR	4,40	17,9	54	
SAD	3,80	15,3	33	28
Japan	1,50	14,5	63	23
SRN	1,30	21,4	63	7
UK	0,86	15,5	41	22
Italija			50	24
Kanada	0,19	8,9		
SFRJ	0,12	5,7	54	18

korelativnost proizvodnje alatnih mašina i nacionalnog dohotka u dvadeset i tri zemlje u svetu, uključujući i SFR Jugoslaviju.

Uz podatak da se odnos svetske proizvodnje alatnih mašina danas kreće približno 83 : 27 u korist obradnih jedinica za rezanje u odnosu na deformaciju i odvajanje, i da bi se zatvorio svakako nekompletan krug nekih osnovnih podataka, na slici 2 je prikazana jugoslovenska proizvodnja i potrošnja alatnih mašina (AM) i alata (A) u periodu 1960 - 1974 godine, sa procenama za 1975 godinu i sa - zasada još uvek definitivno neprihvaćenim, ali očekivanim - kretanjima u okviru Društvenog plana razvoja Jugoslavije 1976 - 1980 godine.

Različita su relativna mesta koja proizvodnja alatnih mašina i alata ima u različitim zemljama sveta. Pripadnost Jugoslavije prema slici 1 - uz važenje odredjenih pomeranja, aktuelnoj i danas u kvalitativnom smislu - grupaciji zemalja sa nižim nivo-

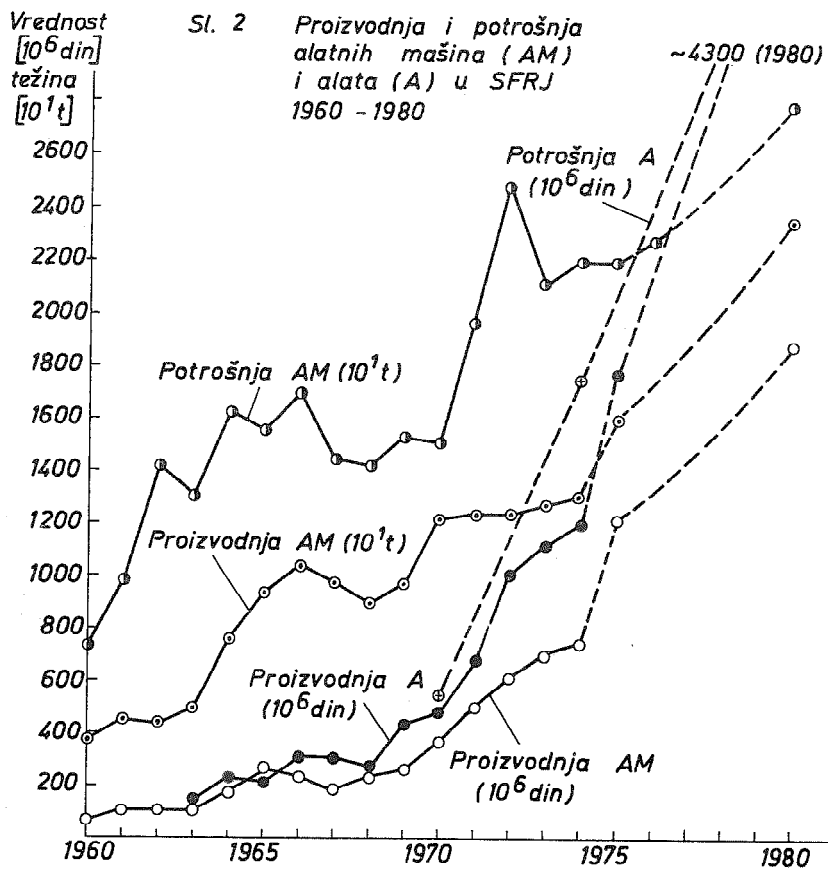


Sl. 1 - Proizvodnja alatnih mašina 1968 godine u zavisnosti od nacionalnog dohotka u 23 zemlje u svetu

om proizvodnje alatnih mašina u nacionalnim prioritetima, saglasna je i sa ishodom nedavne analize američkog udruženja ASTME: u zavisnosti od koeficijenta razvijenosti niza zemalja ⁺⁾ , pokazano je da u pogledu proizvodnje alatnih mašina Jugoslavija značajno zaostaje iza svoje opšte razvijenosti. U skladu sa tvrdnjama o dobroj korelaciji stepena industrijske razvijenosti zemlje i njenog položaja u svetu po proizvodnji i razmeni opreme je, međutim, činje-

⁺⁾ Utvrđen je na osnovu potrošnje čelika, električne energije, putničkih vozila, broja telefona i TV prijemnika, sve po stanovniku

nica da opšti tehnički napredak u prošlosti i sadašnja tehničko-tehnološka revolucija su zasnovani na primeni - ali i na učešću u kreativnim doprinosima - novih rešenja proizvodnih sredstava, posebno alatnih mašina.



Potpuno autarhičnog zatvaranja bilo koje zemlje ili regiona nema u današnjem svetu, a kada je reč o alatnim mašinama, određeni nivo specijalizacije i transfera egzistira i među najrazvijenijima. Njihov uvoz nije manji od 10% sopstvene proizvodnje, a u slučajevima kao što je SSSR, Italija ili Francuska, kreće se do 30%, pa čak i više. Dok je kod alata 1974 godine u ukupnoj potrošnji Jugoslavije uvoz učestvovao sa oko 28% (uz izvoz od oko 17% od proizvodnje), kod alatnih mašina je u proseku poslednjih 15-tak

godina domaća proizvodnja učestvovala sa svega oko 40% u ukupnoj potrošnji u zemlji (uz, međjutim, prosečan izvoz oko 27% od proizvodnje +)), a bilo je, zahvaljujući odredjenim okolnostima, i znatne neiskorišćenosti dela kapaciteta jugoslovenskih proizvođača, sposobnih da konkurišu sa kvalitetnijim i ne skupljim mašinama od često uvoženih. Mogućno je tvrditi da je sav rast domaćeg tržišta alatnih mašina pokrivan uvozom, a ne sopstvenom proizvodnjom, pošto je za poslednjih pet godina ona praktično stagnirala (povećanje za nepunih 10%), dok je uvoz porastao preko četiri puta.

Dva aspekta proizvodnog mašinstva - sredstva i tehnologije - treba da budu zastupljena i u razmatranjima 5-godišnjeg rasta, pri čemu se prvi uočava na prognozama kretanja alatnih mašina i alata na slici 2, zasnovanim na procenama domaće potrošnje i proizvodnje, izvoza i uvoza.

Iako su društvenim planovima razvoja do 1980 godine jugoslovenski proizvođači alatnih mašina - članovi Poslovnog udruženja MAŠINO-UNION planirali indeks porasta u odnosu na 1975 godinu 3,3 po količini, odnosno 3,6 po vrednosti (oko 53.000 t, u vrednosti oko 4,4 mrd. din), što bi za opštu razvijenost Jugoslavije bilo izvanredno značajno, realne mogućnosti plasmana u zemlji i izvoza, zbog verovatnog obima investicija, asortimana i očekivanih finansijskih i kreditnih sredstava, ozbiljno remete željenu dinamiku. Naime, pri verovatnoj potrošnji Jugoslavije 1980 godine od nešto manje od 30.000 t i pri uvozu koji ne bi premašio nivo 1975 godine (12.000 t), kroz izvoz bi valjalo plasirati preko 70% proizvodnje. To bi, međjutim, značilo da bi, u odnosu na tradicionalne zemlje - izvoznike alatnih mašina SFR Jugoslavija dobila izuzetno mesto: 1972 godine je, na primer, samo DR Nemačka i Švajcarska imala veće učešće izvoza u odnosu na proizvodnju (80%), SR Nemačka, ČSSR, Italija i Vel. Britanija manje (57%, 53%, 52% i 46% respektivno), dok je izvoz SAD bio na nivou 22%, a Japana 16%. Prema tome bi realno trebalo očekivati da će uz prosečnu godišnju stopu

+)) Zbog malog ukupnog učešća u odnosu na druge grane industrije, to je predstavljalo u periodu tekućeg petogodišnjeg plana oko 3,5 % izvoza opreme; valja, međjutim, istaći da je pritom učešće opreme u jugoslovenskom izvozu opalo od 14,5 % u 1970 godini na 12,3 % u 1974, dok je učešće alatnih mašina u tom periodu poraslo od 3,2 % na 3,8 %

rasta potrošnje alatnih mašina u SFR Jugoslaviji od 5% po težini i 4% po vrednosti, proizvodnja rasti po stopi od 8% po težini, odnosno 9% po vrednosti, uvoz ostati na nivou 1975 godine, dok će izvoz rasti po stopi 6% po težini i 9% po vrednosti.

Sa jugoslovenskom proizvodnjom alata stvari stoje drugačije - na slici 2 se uočava da je vrednost proizvodnje alata premašala u celom razmatranom periodu proizvodnju alatnih mašina, dok se može smatrati realnom planirana potrošnja alata 1980 godine od oko 4.000 mil. din. Uz uvoz od 800 mil. din, i napregnuti izvoz od preko 1.100 mil. din (oko 25% proizvodnje, a prema 250 mil. din u 1974 godini), planirana je proizvodnja od oko 4.300 mil. din. Za domaću potrošnju u periodu 1976 - 1980 godine ovo znači godišnju stopu porasta od gotovo 20%, uz porast uvoza po prosečnoj stopi od nešto preko 9% i izvoza od gotovo 22%.

Uprkos šireg razmatranja u uvodnim referatima tematskih oblasti, valja izneti bar osnovne podatke o jugoslovenskim proizvođačima alatnih mašina i alata i njihovom povezivanju u Poslovno udruženje proizvođača alatnih mašina Jugoslavije MAŠINO-UNION i Poslovno udruženje jugoslovenske industrije alata ALAT.

Poslovno udruženje MAŠINO-UNION je osnovano 1962 godine sa ciljem specijalizacije proizvodnje među članovima, organizacije zajedničke proizvodnje, raspodele programa proizvodnje, zajedničkog razvoja i korišćenja naučno-istraživačkih intervencija, a takođe i zajedničkih akcija u prometu, uključujući istupanje na inostranim tržištima. Udruženje danas okuplja osamnaest OUR ili OOUR - proizvođača alatnih mašina i opreme iz pet republika i jedne pokrajine, i jedan institut: Bagat - Zadar, Dalmastroj - Split, Institut za alatne mašine i alate IAMA - Beograd, Iskra - Ljubljana, Ivo-Lola Ribar IIR - Železnik, Jelšingrad - Banja Luka, Krušik - Valjevo, Litostroj - Ljubljana, Livnica Žljeza i tempera LŽTK - Kikinda, Majevica - Bačka Palanka, Metalac - Čakovec, Mašinska industrija MIN - Niš, Pobjeda - Novi Sad, Potisje - Ada, Progres - Zrenjanin, Prvomajska - Zagreb i Fabrika alatnih mašina "Tito" - Skopje.

Radi ilustracije se sadašnji proizvodni program proizvođača - članova u Tablici 2. daje kao pregled ukupnjenog asortimana proizvodnje alatnih mašina. Sa osnovom na ovom pregledu i na stv-

Tablica 2 Ukupljeni pregled sadašnje proizvodnje alatnih mašina (članovi MAŠINOUNION-a).

OUR	Strugovi (sem vertikal.)	Vertikalni strugovi	Bušilice (sem horizont.)	Horizontalne bušilice	Glodalice	Rendisaljke	Brusilice	Specijalne mašine	Testere	Meh. prese	Hidraulične prese	Mašine za sav. i ods.	Kovačke mašine	Mašine za plast. mase	Ostalo
Bagat								+							
Dalmastroj			+												
Iskra															
ILR		+	+	+	+	+		+		+	+			+	
Jelšingrad										+		+			
Krušik	+														
Litostroj										+	+			+	+
LŽTK			+				+	+							
Majeвица						+	+								
Metalac			+												+
MIN										+		+	+		
Pobeda	+								+	+					
Potisje	+														
Progres					+				+						+
Prvomajska	+				+		+	+	+						
Ravne										+			+		
Sarlah			+												
"TITO"	+				+	+	+								

arnom asortimanu alatnih mašina koje se proizvode moguće su konstatacije: (i) da su u proizvodnim programima jugoslovenskih proizvođača alatnih mašina pretežno prisutne mašine osnovne klasične obrade i univerzalne namene, (ii) da postoji preklapanje programa proizvodnje (četiri člana proizvode glodalice, pet strugove i bušilice, a šest ekscentar prese), (iii) da neke obrade rezanjem nisu zastupljene (zupčanicima, zavojna vretena, honovanje), i (iv) da se čine ozbiljni prodori u oblasti specijalnih i programiranih alatnih mašina, koristeći i razvojno iskustvo u sopstvenoj užoj specijalizaciji i važna pomeranja u smeru složenih obradnih sistema, za sada, odsustvovanjem sredstava višeg nivoa (numerički i kompjuterom upravljane mašine) sem početnog. Pritom je, uprkos forme poslovnog udruživanja, još uvek prisutna autarhičnost proizvođača alatnih mašina praćena težnjom za maksimalnom finalizacijom u sopstvenom pogonu.

Svet danas karakteriše brza internacionalizacija tehničko-tehnoloških dostignuća, čime se omogućava i nerazvijenima da, nalazeći u specifičnim uslovima ekonomsku računicu, savladaju jednostavniju proizvodnju. Gotovo je bez izuzetka pravilo da zemlje koje iniciraju svoju metalnu industriju u prve prioritete razvojnih programa uvode i proizvodnju jednostavnijih alatnih mašina, čime ulaze i u krug svetskog prometa.

Pri polarizaciji na zemlje koje se orijentišu na proizvodnju najmodernijih alatnih mašina, sa prisutnim značajnim programom istraživanja i razvoja, i na one koje proizvode većinom univerzalne mašine zasnovane na klasičnim tehnološkim konceptima, moguće je alatne mašine jugoslovenske proizvodnje razvrstati u tri grupe. U prvoj su mašine po sopstvenim konstrukcijama, prisutne u proizvodnji duže vremena (njihov udeo opada, iako je i u tim klasama čest i znatan uvoz), u drugoj mašine prema stranim licencama ili proizvođjene u kooperaciji (u manjem broju slučajeva se taj vid transfera znanja i tehnologije koristi za nadgrađnju - sopstvena dalja unapredjenja proizvoda ili dalji, samostalno ili u kooperaciji sprovedjen razvoj) i u trećoj mašine na osnovu novih sopstvenih konstrukcijskih rešenja. Iako poslednja grupa predstavlja poseban izazov za domaće kreativne snage, čini se da je druga grupa još uvek značajna i valja istaći: (i) ozbiljnu inovaciju programa proizvodnje domaćih proizvođača alatnih mašina prema novim

licencama ili u kooperaciji posle 1970 godine ^{+) , i (ii) potrebu da se sopstvenim kreativnim naporom vrši unapredjivanje otkupljene tehnike i tehnologije.}

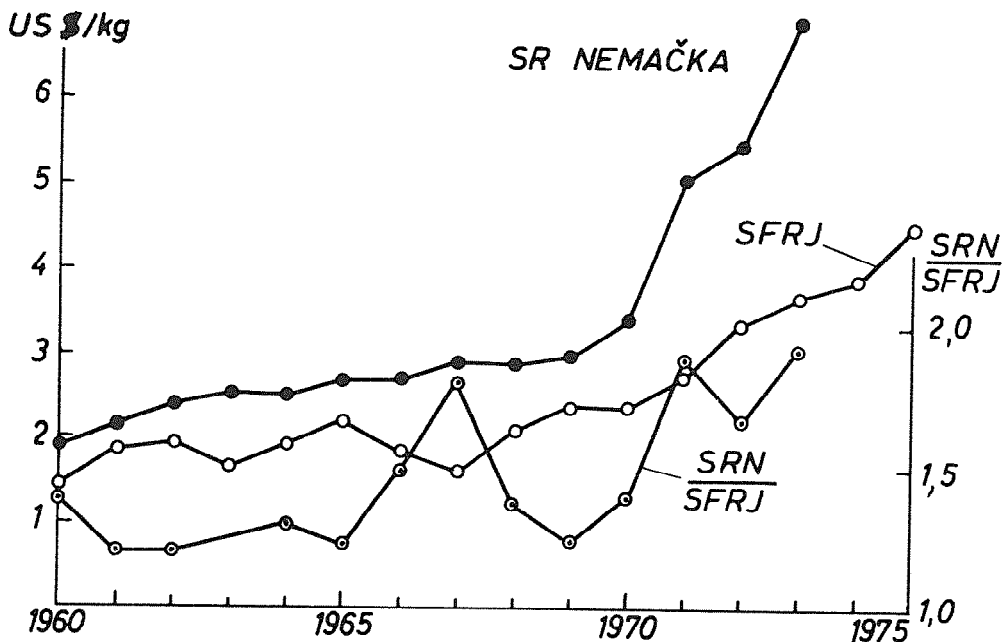
Iskušanja se, međjutim, ogledaju u činjenici da glavni prodori sada i u budućnosti leže u razvoju i prodaji tehnologije sa obradnim centrima viših nivoa, a ne konfenkcijskih alatnih mašina za tržište. Alternativna šansa domaće industrije može da bude u preuzimanju snabdevanja industrijski razvijenih zemalja u vrstama mašina koje one u procesu svog programskog prestrukturisanja napuštaju (inače potrebnih i u doglednoj budućnosti) - uz istovremen zahtev za posedovanje komparativnih prednosti (znanje, iskustvo, produktivnost i organizacija) u jednom području vrlo oštre konkurencije i pritiska na nisku cenu.

Iako se srednja vrednost na tržištu ostvarenih cena po kilogramu težine jugoslovenskih alatnih mašina progresivno kretala od oko 20 din šezdesetih do oko 30 din sedamdesetih godina, da bi 1975 godine dostigla nivo od oko 75 din, ili oko 4,5 dolara, uz preračunavanje dinara i DM u US \$ prema važećim kursevima u pojedinih vremenskim intervalima od 1960 do 1975 godine, i uz sve nepoznanosti uslovljene konjunkturou, specijalnim režimima i drugim fiskalno-monetarynim merama i okolnostima, na slici 3 je uneto uporedno kretanje prosečne cene alatne mašine po kilogramu težine proizvedene u SR Nemačkoj [15] i u Jugoslaviji i njihovih odnosa. Iako se direktnim zaključcima koji proističu iz podataka na slici 3 mogu staviti ozbiljni prigovori, jasno je da od 1970 godine alatne mašine jugoslovenske proizvodnje postižu oko polovine srednje cene alatnih mašina proizvedenih u SR Nemačkoj, uz, međjutim, mogućnu tendenciju pogoršanja odnosa. Slično se, iako nešto povoljnije, zahvaljujući svakako uvozu alatnih mašina i nižeg tehnološkog nivoa nego što je to prosek jugoslovenske proizvodnje, kreće i

^{+) Licence: Manhurin - jednovretni automati, Fortuna - brusilice za spoljnje brušenje, Weingarten - ekscenar i kolenaste prese, LVD - mašine za savijanje i makaze za lim, Kaster - automati za obradu lima, Syderic - brusilice za ravno brušenje; kooperacija: Wotan - horizontalne bušilice, Gildemeister - viševretni strugovi, LVD - hidraulične makaze za lim i mašine za savijanje, Heckert - glodalice, Boehringer - univerzalni strugovi, Bluthardt - stubne bušilice, Hüller - centri za obradu, Renault - specijalne mašine}

odnos cena alatnih mašina naše proizvodnje i uvezenih. Ističe se, međutim, da svetske cene novih obradnih centara visoke tehnologije dostižu danas i preko 30 dolara po kilogramu težine.

Kao organizacija poslovnog udruživanja proizvođača alata



Slika 3 - Kretanje prosečnih cena po kilogramu težine alatnih mašina proizvedenih u SR Nemačkoj i SFRJ i njihovih odnosa

je iz okrilja Udruženja metaloprerađivačke industrije pri Privrednoj komori Jugoslavije 1960 godine proizašlo Poslovno udruženje jugoslovenske industrije alata ALAT, sa sličnim ciljevima i zadacima kao i asocijacija proizvođača alatnih mašina. Udruženje danas objedinjuje dvadeset specijalizovanih proizvođača alata (OUR ili specijalizovane OOUR) kojima je proizvodnja alata za tržište osnovna delatnost: Bratstvo - Travnik, Fabrika reznog alata FRA - Čačak, Geomašina - Beograd, Industrija alata IAT - Trebinje, INOMAG - FAAL - Bačka Topola, Iskra - Kranj, Jugoalat - Novi Sad, Jugorapid - Zagreb, Kordun - Raklovac, Kovaška industrija - Zreče, Metalka - Triglav - Tržič, Tvornica "Marko Orešković" MOL - Lički Osik, Prva Petoletka PPT - Trstenik, Prvi Partizan PP - Titovo U-žice, Prvomajska - MEBA - Zagreb, Ravne - Ravne. SINTAL - Zagreb,

TANG - Nova Gradiška, TIK - Kobarid i Tovarna TRO - Prevalje. Integracijom sa preduzećem Prva Iskra - Barič, Alatnica - Beograd je prestala biti član Udruženja.

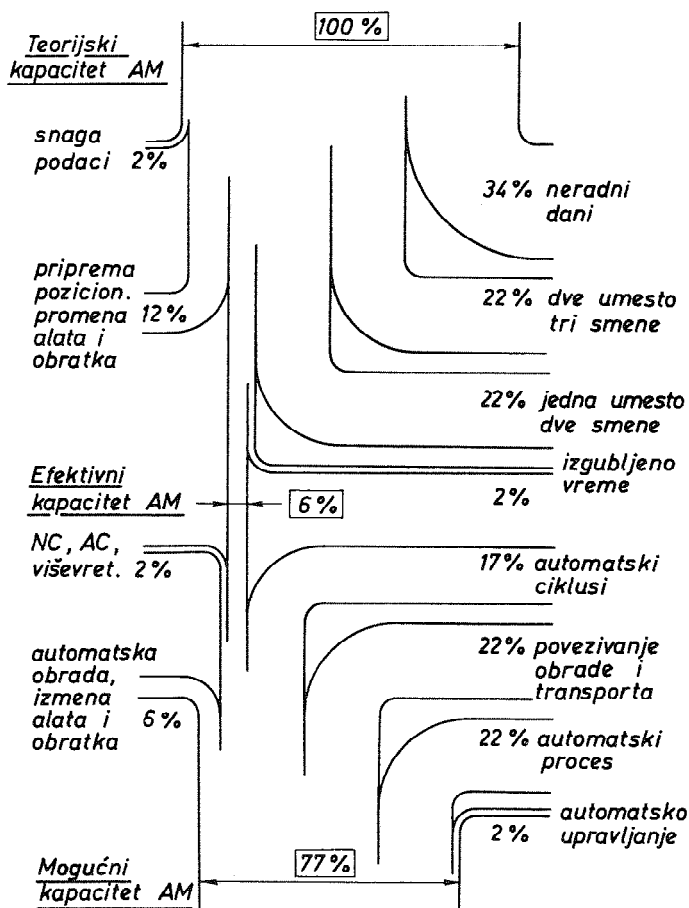
Članovi Udruženja ALAT učestvuju u jugoslovenskoj proizvodnji alata sa odlučujućim delom: 100% reznog alata za drvo, ručnog kovanog alata, turpija i rašpi, pribora za mašine, 95% reznog alata za metal, 80% mernog i kontrolnog alata i 60% alata za kovanje, deformaciju i odvajanje. Pored Alatnice, za sada su van Udruženja OOUR-e za proizvodnju alata Elektronska industrije Ei - Niš, UNIS-Sarajevo, Zavodi Crvena Zastava - Kragujevac, OKI - Zagreb, Ikarus - Zemun i dr.

Slično kao i za alatne mašine, u Tablici 3 se daje sadašnji proizvodni program proizvođača - članova Udruženja kao pregled ukрупnjenog asortimana proizvodnje. Sa osnovom na ovom pregledu i na odredjenim analizama proizvodnog asortimana, strukture potrošnje, uvoza i izvoza i jugoslovenskih potreba moguće su sledeće konstatacije: (i) rezni alat dominira u jugoslovenskoj proizvodnji objedinjenoj u Udruženju ALAT: po vrednosti je u periodu 1971 - 1975 godine predstavljao nešto preko 60% od ukupne proizvodnje (u izvozu učestvuje čak sa 80%), a za 1980 godinu se predviđa da se popne na 65%, (ii) asortiman reznih alata obuhvata sve osnovne vrste i tipove standardnih alata, sa, međjutim, slabostima kod specijalnih alata i alata povišenog kvaliteta, (iii) sem izuzetno, nema vrste ili asortimana alata koji ne proizvode dve ili više organizacija, (iv) iako su i zemlje - najveći izvoznici alata (na primer, SR Nemačka) istovremeno i veliki potrošači iz uvoza, a razlozi ekonomičnosti, veličine tržišta i specijalizacije ne opravdavaju podmirenje svih potreba sopstvenom proizvodnjom, postoje područja koja bi valjalo gušće pokriti domaćom proizvodnjom (izrazito deficitarne oblasti reznog alata za metal ili drvo, pomoćni pribori ili alati za rad na presama), i (v) veoma je kritična zavisnost jugoslovenske proizvodnje alata od uvoznih sirovina (posebno brzoreznog čelika i komponenti za izradu tvrdog metala).

Sa ovim, veoma generalnim, ali za uočavanje osnovne strukture problema proizvodnog mašinstva u segmentu koji se odnosi na sredstva za proizvodnju, dovoljnim podacima, i uz već rečeno o tehnološkoj komponenti, još samo nekoliko bitnih pitanja je nužno.

Tablica 3 Ukрупnjeni pregledi sadašnje proizvodnje alata (članovi ALAT-a)

OUR	Alat za bušenje	Alat za navoje	Glodala	Alat za ozubljenje	Alat za provlačenje razvrtanje i upuštanje	Pribor AM	Pomoćni pribori kalupi, alat za lim	Ostali alati	Merni i kontrolni alat	Ručni alat za metal	Alat za drvo	Alat za brušenje	Tvrđi metal
Bratstvo										+			
FRA	+	+	+		+		+		+				
Geomašina								+				+	
IAT	+	+			+		+	+	+				
INOMAG											+		
Iskra							+			+			
Jugolat	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Jugorapid			+					+		+			
Kordun											+		
Kovaška ind.										+			
Metalka										+			
MOL						+	+						
PPT			+		+	+	+	+	+				
Prvi partizan													+
Prvomajska							+		+				
Ravne							+	+					
SINTAL	+		+					+					+
TANG										+			
TIK										+			
TRO											+		

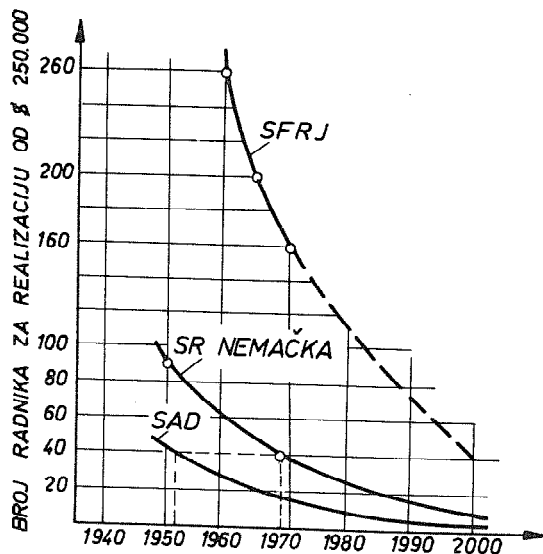


Slika 4 - Sankey dijagram teorijskog, efektivnog i mogućnog kapaciteta alatnih mašina AM [16]

U želji, naime, da se pažnja u uvodnom referatu zadrži na osnovnim kolosecima koji dovedu do identifikacije mesta i uloge, ciljeva i misije, sadržine i mehanizama Istraživanja i Razvoja, ovde se ne ulazi u množinu posebnih pitanja koja se postavljaju u okvirima tehnološko-organizacione i upravljačke komponente proizvodnog mašinstva, kao osnovne poluge u proizvodnoj funkciji metalne industrije. Zbog ranijeg stava o proizvodnom mašinstvu kao sredini u kojoj se odvija direktan proizvodni

rad, stvara dohodak i nastaju troškovi, pa prema tome ostvaruje i materijalno napredovanje, pažnja se usmerava na ilustriranje slika 4 i 5 kretanja efektivnosti eksploatacije kapaciteta obradnih jedinica industrije prerade metala [16] i uporednog efekta proizvodnog rada iskazanog brojem radnika za ostvarenje prihoda od 250.000 dolara za dve industrijski razvijene zemlje (SAD i SR Nemačka, prema podacima WZL - TH Aachen) i prema posebnim procenama za SFR Jugoslaviju [17], a sa ekstrapolacijom kretanja do 2000-te godine na koju upućuju prethodne vremenske serije.

Ne predlaže se da se šire komentarišu sve okolnosti koje do-
 vode do pesimističke procene efektivnog korišćenja proizvodnih ka-
 paciteta metalne industrije u uslovima njene tradicionalne tehnolo-
 gije, organizacije i upravljanja od, za rad u jednoj smeni pre-
 ma slici 4, svega 6% u
 odnosu na teorijski -
 pritom se može navesti i
 podatak Zajednice soci-
 jalnog osiguranja Jugos-
 slavije da su bolovanja
 1974 godine predstavlj-
 ala čitavih 5% od ukup-
 nog fonda raspoloživog
 vremena oko 4,5 milio-
 na Jugoslavena - i
 u detaljniju analizu
 sugerisanih intervenc-
 ija koje dovode do op-
 timističkog predvidja-
 nja od gotovo 80% u o-
 odnosu na teorijski ka-
 pacitet kao krajnji
 cilj. Mahom je to, me-
 djutim, predmet detalj-
 nijeg razmatranja u uvodnim referatima za tri tematske oblasti
 X savetovanja.



Slika 5 - Vremenska funkcija efekta
 proizvodnog rada u SAD, SR
 Nemačkoj i SFRJ 17

Inspirisano porukama koje sugeriše Sankey dijagram na sli-
 ci 4, uvažavajući pritom srednjeročne ciljeve jugoslovenskog Dru-
 štva do 1980 godine, i očekivanja koja nameće ekstrapolisana kri-
 va na slici 5 (dostizanje efektivnosti rada SAD iz 1952 ili SR
 Nemačke iz 1968 godine u SFR Jugoslaviji tek 2000-te godine), va-
 lja veoma ozbiljno postaviti pitanje zadatka i mesta proizvodnog
 mašinstva u razrešavanju očiglednih kontroverzi. Okolnosti koje
 u ovom mogu predstavljati ograničenja su situirana na dva nivoa:
 (i) na nivou jugoslovenskog Društva u celini, u pogledu prognozi-
 ranja udela domaćih napora u ukupnim resursima (sredstva, tehnolo-
 gije i znanje - sopstvena i transferisana) neophodnim za os-
 tvađenje ciljeva opredeljenih selekcionisanim prioritetima - e-

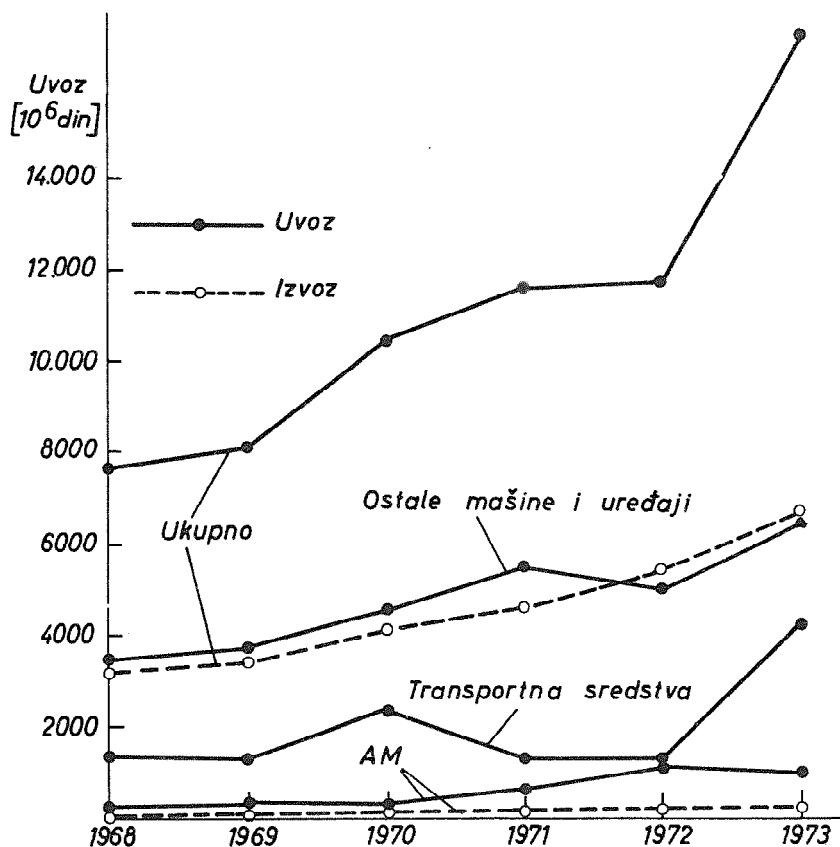
nergija, sirovine i hrana, i (ii) na nivou angažovanja domaćih resursa u realizaciji globalnih društvenih prioriteta u smislu razvoja i uključenja domaćih sredstava za proizvodnju, proizvodnih tehnologija i specifičnih znanja u odnosu na transfer iz inostranstva. Pri nerazumnosti težnje za autarhičnošću, od najšire društveno dogovorenih i utvrđenih optimalnih balansa na oba nivoa, u odlučujućoj meri zavisi - u krajnjoj konzekvenci značajnoj za kompleks proizvodnog mašinstva - ne samo realnost planiranja potrošnje sredstava za proizvodnju metalne industrije i odnosi stavki njihove proizvodnje, uvoza i izvoza, već i struktura i dimenzionisanje kapaciteta, nivo i sadržine proizvodnih tehnologija, kadrovski potencijali i poslovno-tehnološka organizacija i upravljanje industrije prerade metala, i to u okvirima takvih reprodukcionijskih celina koje će u ostvarenju samoupravnog načela udruživanja rada i sredstava obezbediti za svetsku konkurenciju i napredovanje dovoljnu celishodnost, racionalnost i efikasnost.

Za proizvodno mašinstvo identifikovano kao skup sredstava, tehnologija i znanja i za prostor odvijanja njegovih životnih tokova, u osnovama ovih opredeljenja sadržani su, međjutim, krucijalni nalozi za delovanje i ponašanje. Da bi bila jasna priroda problema i mogućnih dilema, može se uvesti ilustrovanje posredstvom tri odabrana slučaja.

U ranije citiranom dokumentu Zajednice mašinogradnje i elektromašinogradnje ZAMEL [4], kao crvena nit se provlači stav da kao zemlja sa visoko postavljenim vizijama i ciljevima društvenog i privrednog razvoja, rasporedjenih i u vreme posle 1980 godine (1985 i 2000), i sa posebnom misijom u realizovanju i afirmisanju socijalističkih principa samoupravljanja kao konkurentnog modela za organizovanje sveta budućnosti, moramo neizostavno ostvariti pretpostavke za intenziviranje naše tehnike i tehnologije u celokupnom budućem kretanju i težiti - u globalu - ka uravnoteženom ili pozitivnom bilansu u proizvodnji tehnološke i energetske opreme +). Iako se u dokumentu proizvodno mašinstvo sagledava is-

+) Kao primer se navodi da je u strukturi proizvoda zemalja OECD, indeks proizvodnje investicione opreme u periodu 1966 - 1970 godine iznosio 166, a trajne potrošne robe 151, dok je u istom periodu u SFRJ indeks proizvodnje sredstava rada bio 161; a potrošne robe 185, što pokazuje dalje proširenje disproporcija

ključivo kroz alatne mašine (proizvodnja, uvoz i izvoz), što može da predstavlja određenu manjkavost, glavne poruke mogu bez izuzetnih poteškoća da se pretoče u obaveze celokupnog kompleksa pro-



Sl. 6 Uvoz i izvoz proizvoda za investicije u SFRJ.

izvodnog mašinstva u pogledu realizacije ciljeva. Vrlo je važno, međutim, istaći da pritom treba biti obezbeđena društvena prihvaćenost datih (ili korigovanih) ciljeva i izlaza, i to na oba nivoa utvrđenih ograničenja.

Već u razmatranju pozicije proizvodnje i potrošnje, uvoza i izvoza sredstava za proizvodnju u jugoslovenskim relacijama po-

menuto je da u ukupnim efektima ona ne predstavlja stavku od takvog značaja ⁺) po kome bi Jugoslavija mogla biti uvrštena u zemlje sa izrazitim prioritetom u toj oblasti. Koristeći podatke prikupljene u [4], a takodje i podatke Poslovnog udruženja MAŠINO-UNION, na slici 6 se prikazuje kretanje izvoza i uvoza investicione opreme, i u njoj posebno iskazanih stavki ostalih mašina i uređaja ⁺⁺) i alatnih mašina (za uvoz i transportna sredstva). Uz podatke o kretanju proizvodnje i potrošnje na slici 2 može se zaključiti o, ako već ne beznačajnom, ono svakako nešto nižem rangu učešća - posmatrano isključivo kroz finansijske efekte proizvodnje, uvoza i izvoza - sredstava za proizvodnju u odnosu na druga sredstva rada.

U trećem slučaju, potrošnja brzoreznog čelika od strane jugoslovenskih proizvođača reznog alata se kreće oko 2000 t godišnje, dok dva jugoslovenska proizvođača tvrdog metala (SINTAL - Zagreb i Prvi Partizan PP - Titovo Užice) sa ukupnom godišnjom proizvodnjom od oko 60 t podmiruju oko 90% domaće potrošnje ovog alatnog materijala; u oba je slučaja veoma kritičan problem materijala za reprodukciju, zbog zavisnosti praktično svih 100% potrebnih količina od uvoza.

Mogućno je sada postaviti načelno pitanje: koje prednosti sem ekonomski, tehnički i društveno prihvatljivog obima proizvodnje i plasmana, i na taj način direktnog doprinosa povišenju nacionalnog dohotka, mogu u sferi materijalne proizvodnje da opravdaju viši rang prioriteta i društvene brige nego što to odredjuju neposredni materijalni pokazatelji? Svakako da su u nizu koji formiraju, na primer, doprinosi povišenom društvenom i ličnom standardu, narodnom zdravlju i zaštiti sredine, društvenoj sigurnosti i narodnoj odbrani, obrazovanju i kulturi, zadovoljstvima koja

⁺) 1973 godine je jugoslovenska proizvodnja alatnih mašina i alata zajedno predstavljala oko 0,5 % od vrednosti ukupnog proizvoda privrede, ili ispod 8 % od vrednosti proizvoda metalne industrije

⁺⁺) Po nomenklaturi Saveznog zavoda za statistiku, obuhvata opremu za procesnu industriju, sem mašina i uređaja za obradu metala, i najkrupnija je pojedinačna grupacija u uvozu opreme za investicije (preko 40%), a predstavlja i, posle materijala za reprodukciju, najveću stavku u jugoslovenskom deviznom debalansu

proističu iz rada i življenja, i u drugim pozitivnim vrednostima ljudskih zajednica, od posebnog značaja oni kompleksi koji u složenim medjuzavisnostima modernog društva, direktno ili indirektno, najpre dovode do lančanih efekata na unapredjenje šireg kruga vrednosti. Pritom je moguće postulirati princip da sfera materijalnog proizvodjenja, kao osnov, iako ne i jedini uslov za organizovano življenje, predstavlja takav jedan krug.

Bez daljeg i dubljeg dokazivanja za pridavanje proizvodnoj funkciji u sferi materijalnog sveta značaj osnovnog faktora, veoma je blisko shvatanje da tom krugu pripadaju i one snage koje, bez obzira koliko su iskazane svojim fizičkim dimenzijama, uslovljavaju samu egzistenciju odredjenih vrednosti. Ne kvantifikujući time apsolutni značaj svih struktura i sadržina proizvodnog mašinstva u sistemu društvenih vrednosti, moguće je sa visokom pouzdanošću pretpostaviti da oba aspekta proizvodnog mašinstva (tehnika i tehnologija) imaju daleko širi značaj i odgovornosti u današnjem svetu no što to opredeljuje udeo u proizvodnji i razmeni sredstava za proizvodnju.

Dolazeći na taj način do društvene misije proizvodnog mašinstva, koja se ogleda kroz obezbeđu opredmećivanja svih ideja za koje je nadjeno i odlučeno da dovode do novih sredstava energije, transporta i rada, robe široke potrošnje i drugih materijalnih dobara koja služe napretku društva i čovečanstva - pritom, nažalost, ne po pravilu i uvek - treba utvrditi gde su smeštene odgovornosti.

Prirodni osnov odgovornosti se najjednostavnije upućuje na krug proizvođača sredstava za proizvodnju i odgovarajućih sredina koje stvaraju dopunske resurse: kadrove, znanja i praktična rešenja. Koristeći, medjutim, osnovnu filosofiju koncepta reprodukcione celine - i to ne samo u dohodovnom, već u tehnološkom ciklusu - na ulazu se pre svega nalaze proizvođači osnovnog materijala za reprodukciju u metalnoj industriji. Radi jasnijeg definisanja ulaznog segmenta reprodukcione celine u metalnoj industriji sa stanovišta njene proizvodne funkcije, a podrazumevajući da tu pripadaju i ulazi novih znanja, iskustava, veština i rutina, može se usvojiti da se pod osnovnim materijalima podrazumeva sve ono što je predmet prerade i oplemenjivanja kada se nabavlja van

osnovnog nivoa sopstvenog poslovnog sistema, bez obzira da li je reč o valjanim profilima i limovima iz različitog materijala ili o odlivcima, otkovcima i otprescima, o standardnom alatu i priboru ili o pomoćnom materijalu (mazivo i gorivo, sredstva za termičku obradu itd), o standardnim mašinskim elementima ili komponentama i agregatima.

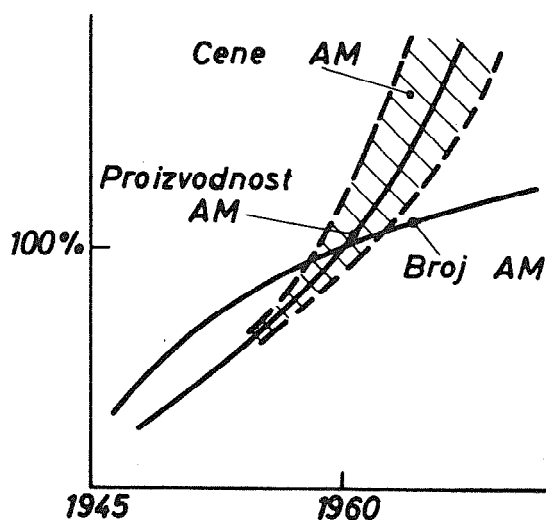
Jedan od mogućih izvora nesporazuma može da leži u nesagledavanju činjenice da je osnovni materijal za reprodukciju u užem smislu objekt prerade na alatnim mašinama ⁺), i da je to društveno značajnije od fakta da on istovremeno služi i za gradnju sredstava za proizvodnju (sem posebnih slučajeva kao što je brzorezni čelik ili tvrdi metal, prevashodno namenjen za različite alate, ili specijalni kotrljajni vodeći elementi korišćeni samo kod alatnih mašina). Pošto se, nadalje, težište u modernim konceptima obradnih sistema pomera ka plasmanu tehnologija, a ne nužno alatne mašine kao tržišnog objekta, na izlazu je prisutna cela lepeza interakcija u smislu, na primer, tehnološkičnosti konstrukcija, tehnološke tipizacije, standardizacije i sl., u kom međuprostoru je nužan kompromis između različitih tehnologija i često suprotnih zahteva, presudan, međjutim, za tehnoekonomske efekte privredjivanja. Imajući u vidu svu složenost strukture organizacije udruženog rada u metalnoj industriji, sa neophodnošću visoke specijalizacije i podele rada (konstrukcijska i tehnološka priprema, proizvodnja i montaža, tokovi materijala i informacija, upravljanje i marketing), razumljivo je što se, ne prenebregavajući primarnu odgovornost proizvođača sredstava za proizvodnju, ona znatno proširuje, obuhvatajući zamašan deo struktura jednog složenog proizvodnog mehanizma, vezanog za tehnologiju, organizaciju i upravljanje proizvodnjom u metalnoj industriji.

Nije, međjutim, moguće zaključiti odeljak, a da se ne učini kratak osvrt na još dva značajna pitanja: prvo se odnosi na po-

⁺) U procesima koji se primenom sredstava za proizvodnju metalne industrije odvijaju opredeljujuća su, na primer, svojstva kovnosti, deformabilnosti, obradljivosti pri rezanju, sposobnosti za finu obradu ili za prekaljivost, a uz oplemenjena svojstva pri ugradnji u proizvode neke druge namene (komponente, agregate ili finalne proizvode), svojstva tvrdoće, žilavosti, tačnosti dimenzija i oblika ili otpornosti na habanje

trebu određenog ponašanja faktora-uključenih u krug odgovornosti, posebno proizvođača sredstava za proizvodnju, a drugo na u nas donekle zanemarenu, a veoma značajnu funkciju održavanja u delu koji po prirodi stvari pripada proizvodnom mašinstvu.

Vrlo ozbiljno treba za deo građnje alatnih mašina koji je namenjen domaćem tržištu, a takodje i za predvidjeni uvoz, postaviti pitanje: kakav se nivo tehnologije prognozira, i da li on može kao koncept opstati paralelno sa svim ostalim ciljevima društva? Iako se deo odgovora nalazi i u opredeljenju Društva po alternativama prethodno formulisanim na dva nivoa (nivo participacije domaće proizvodnje opreme u novim ključnim investicijama i nivo participacije domaće proizvodnje sredstava za proizvodnju u osposobljavanju metalne industrije za zadatke na prvom nivou), svakako se je teško složiti sa predviđanjem da pri nepromenjenom obimu uvoza 1980 godine u odnosu na 1975 godinu (12.000t), prosečna cena može da ostane na nivou od 5,4 dolara po kilogramu težine, a da se, uz prosečnu vrednost alatnih mašina proizvodjenih u 1980 godini od 4,7 dolara po kilogramu (beznačajan porast tehnološke vrednosti iskazan kroz parametar cena u odnosu na 1975 godinu), potrošnja u toj godini kreće po ceni od 5,2 dolara po kilogramu. Imajući, naime, u vidu svetske trendove, iskazane i preko poznatog kvalitativnog dijagrama 7 o tekućem bržem rastu proizvodnosti sredstava za proizvodnju i njihove cene od njihovog broja, i uprkos tendencijama za obradnim sistemima niže cene (Lower-Cost-Systems), opravdano bi bilo pretpostaviti da ovakovo opremanje jugoslovenske metalne industrije može da znači njeno tehnološ-



Sl. 7 - Tendencija porasta broja alatnih mašina, njihove proizvodnosti i cene u vremenu

ko stagniranje, pa i relativno nazadovanje.

Prema tome, dileme se uspostavljaju oko novih tona obradnih jedinica, intermedijarne tehnologije, niske složenosti i cene, ili - na koji način i u kom obimu - traganja i osvajanja sopstvenog mesta u svetu u kome je prisutno shvatanje o jedinstvu software i hardware, gde kompjuterska tehnologija snažno prodire u prostore tehnologije metaloprerađe, uz parolu "kompjuter je alatna mašina". Slično se odnosi i na proizvodnju alata i pribora, posebno na nezaoposednutim područjima, i sa tim spregnutim iskušenjima afirmisanja i ostajanja u njima.

Nadalje su velike praznine u normalijama specifičnim za alatne mašine i složenijim priborima, spojnicama, pumpama, hidrauličnim kolima i organima, specifičnim pogonskim jedinicama, visokopreciznim ležajevima i vretenima, u sredstvima upravljanja, merenja i kontrole, transporta i rukovanja. Električni ili hidraulični koračni motori, optička, elektronska, pneumatska ili laserska merna oprema i upravljački sistemi, predstavljaju danas u svetu područja visoke specijalizacije, ozbiljne konkurencije i odlučujućeg tehn-ekonomskog prestiža. Svakako da u krilu jugoslovenskih proizvođača sredstava za proizvodnju, ali i u okruženju, valja veoma jasno shvatiti da obaveza prema poslovnim uspesima u sopstvenim grupacijama ne može da bude veća nego što je to prema efikasnosti i konkurentnosti proizvodne funkcije celokupne metaloprerađe SFR Jugoslavije.

Drugo pitanje koje zaslužuje posebno isticanje se odnosi na funkciju održavanja sredstava za proizvodnju i, šire, industrijske i druge opreme i postrojenja, spregnutu sa njihovom modernizacijom.

Polazeći od kruga sopstvene tehnologije i sredstava, osnovni vid održavanja je u području alata (oštrenje, rekonstrukcija, često locirano i uz proizvodnju specijalnih alata). Kod sredstava za proizvodnju, posebno kod alatnih mašina, valja, međjutim, da se ukaže na podatak koji sa punom ozbiljnošću baca u zasenak povoljnu strukturu alatnih mašina prema njihovoj starosti u SFR Jugoslaviji u poredjenju sa industrijski razvijenim zemljama, iznetu u Tablici 1. Ova nominalno povoljna struktura je, pored ubrzanе industrijalizacije, posledica nepovoljnih okolnosti bržeg habanja,

kvarenja, uništavanja i izbacivanja iz upotrebe alatnih mašina u nas: prema nekim procenama, naše alatne mašine, zajedno sa ostalim mašinama i industrijskom opremom, imaju u proseku trostruko kraći vek nego što je to normalno.

Vremenska dimenzija kvaliteta i pouzdanosti funkcije sredstava za proizvodnju metalne industrije, a takodje i celokupne industrijske i druge opreme, u nizu konstrukcijskih, tehnoloških i proizvodno-organizacijskih zahvata ima svojstvo uticajnog faktora izuzetnog značaja. Osnovni zadatak funkcije održavanja je pritom da u životnim tokovima proizvodnih i poslovnih sistema metalne industrije i, šire, privrede, obezbedi punu operativnu gotovost i visoku pouzdanost radnih sistema. Svakako da je u funkciji održavanja prevashodan značaj specifične tehnologije, te je neophodno da se funkcija održavanja intimno veže za okolnosti koje nameće objekt održavanja i vremenski procesi koji se u njemu odvijaju. Prema tome, iako organizacijski pristup, tehnika, tehnologija i operativa održavanja moraju da slede sopstvenu logiku i strategiju, ne može biti koncepcijski izolovano shvaćena, bez tesnih sprega sa specifičnostima koje nameće sredina čiji joj se visok nivo radne sposobnosti stavlja u zadatak.

Pored visoke cene održavanja - prema nekim procenama ona se u nas po redu veličine približava novim investicijama - postoje razradjeni sistemi održavanja, organizacije i tehnologije, sa dokazanim prednostima preventivnog i prediktivnog održavanja.

Uvažavajući znatan interes jugoslovenskih održavalaca ne samo sredstava za proizvodnju u metalnoj industriji, već i druge opreme i postrojenja u privredi, za sadržinu i poruke X savetovanja proizvodnog mašinstva, treba istaći da, sem potrebe za boljim rešenjima i specijalizacijom u servisiranju, održavanju, generalnim opravkama i modernizaciji alatnih mašina domaćeg i stranog porekla, u načelu se slični problemi javljaju u upravljanju održavanjem kao i u upravljanju proizvodnjom, sa specifičnim problemima organizacije remontnih radionica i tokova rezervnih delova. Dimenzija od posebnog značaja je pritom da se pri koncipiranju i razvoju nove opreme optimiziraju mogućnosti za održavanje, te da visok stepen "održabilnosti" (maintainability) bude unapred predviđen i ugrađen u novi objekt investicijskog karaktera.

3. Proizvodno mašinstvo - istraživanje i razvoj

Pored tekuće i u skoroj i daljoj budućnosti očekivane smene težišnih problema struke, međuzavisne, u okviru svetskih ubrzanih kretanja, sa napredovanjem saznanja i prakse prerade metala, po sadržini i po nivou velik deo unapredjujućih aspekata proizvodnog mašinstva je danas definitivno prešao iz empirije u nauku. Od velikih imena prošlosti (na primer, Tresca, Whitworth, Zvorykin, Taylor ili Schlesinger), do poslednjih desetak godina kada ova smena postaje veoma dramatična, stalno je prisustvo intelektualne pratanje - ili prethodnice - proizvodnog mašinstva.

Nalazeći se pred izazovom da se odeljak posveti iscrpnom i kritičkom prikazivanju sadržine naučnog konteksta proizvodnog mašinstva kao organizovanog i klasifikovanog skupa saznanja i Istraživanja kao procesa koji dovodi do novih istina koje se ugrađuju u zgradu Nauke, odustaje se od tog mogućnog cilja uglavnom sa tri razloga: (i) zadatak i obim uvodnog referata za jubilarno X savetovanje, informacije za koje se očekuje da sadrži i poruke koje treba da formuliše ne omogućavaju da se svetski naučno-istraživački opus u proizvodnom mašinstvu zahvati do potrebne dubine i širine, (ii) uvodni referati u tri tematske oblasti - Alatne mašine, Obrada rezanjem i Primena kompjutera u proizvodnom mašinstvu - u relevantnim segmentima proizvodnog mašinstva takav zahvat već čine, i (iii) ceo program i publikacije X savetovanja, a takodje i obimne informacije ranijih savetovanja, vezani su za naučnoistraživačke sadržine proizvodnog mašinstva, dok načelna pitanja svih okolnosti za organizovanje i odvijanje ove delatnosti nisu, sem izuzetno, predmet rasprave.

Umesto istorijskog, strukturnog i sadržinskog pregleda naučnoistraživačkih dostignuća u proizvodnom mašinstvu čini se stoga izbor pet grupa pitanja čija obrada može, u dopunu već rečenog, da poboljša ulaze u naredni odeljak, usmeren na identifikaciju jugoslovenskog mesta u proizvodnom mašinstvu. One se odnose na (i) Međunarodnu instituciju za istraživanje u proizvodnom mašinstvu C.I.R.P., (ii) rezultate ankete o potrebi jugoslovenske metalne industrije za razvojno-istraživačkim intervencijama proizvodnog mašinstva [18], (iii) procenu mogućnog prostora za istraživačko-razvojnu delatnost u SFR Jugoslaviji, preko sredstava namenski usmer-

enih na proizvodno mašinstvo, (iv) pokušaj pristupa dvama faktorima istraživanja (faktor organizacija i mesto istraživanja i faktor čovek) sa stanovišta Nauke o nauci, u specifičnom području proizvodnog mašinstva, i (v) jedna prognoza budućnosti proizvodnog mašinstva.

U različitim formama nacionalnog i internacionalnog udruživanja istraživačko-razvojne aktivnosti u proizvodnom mašinstvu opravdano je posebno izdvojiti Međunarodnu instituciju za istraživanja u proizvodnom mašinstvu C.I.R.P., sa sedištem u Parizu, koja po strogim kriterijumima okuplja odabrani skup vodećih istraživača iz celog sveta. CIRP je osnovana 1951 godine u uskom krugu istraživača Belgije, Francuske, SR Nemačke, Vel. Britanije, SAD i Švajcarske, da bi kroz protekle 24 godine svoje članstvo postepeno proširila na 27 zemalja, uključujući i Istok (ČSSR, DR Nemačka, Madjarska, Poljska, Rumunija i SSSR) i Jugoslaviju. CIRP sada ima 130 stalnih članova (2 iz SFRJ) među kojima 15 emeritusa i počasnih članova, 55 dopisnih članova (5 iz SFRJ) i 106 industrijskih preduzeća - potpomažućih članova. Prema statutu, cilj Međunarodne institucije je da produbljuje znanja o postupcima, učinku i kvalitetu mašinske obrade čvrstih materijala i stimuliše istraživanje, da ostvaruje stalnu razmenu informacija među istraživačima i da ih okuplja na konferencijama i različitim skupovima, uz brigu o diseminaciji rezultata istraživanja [†]). Pritom se CIRP ne ograničava samo na usmerena fundamentalna istraživanja, već se proteže i na prognoze budućnosti i na praktičnu primenu rezultata.

Prema svojim usmerenjima, članovi pripadaju jednom ili više od osam naučno-tehničkih komiteta:

- Obrada rezanjem (C),
- Nekonvencionalni postupci (E),
- Obrada plastičnom deformacijom (F)

[†]) Vredi istaći stav organizacije CIRP pri njenom osnivanju da su deformacije ideja koje je F. W. Taylor iskazao nazivom "Naučna organizacija rada" dugo zaklanjale najplodnije pristupe produktivnosti i da je trebalo uspostaviti novi plan pod nazivom "Naučno izvršenje rada", vodeći pritom računa o činjenici da proizvodni troškovi i funkcionalna vrednost celokupnog rada u svim centrima industrijske aktivnosti uglavnom zavisi od tehnologije mašinske proizvodnje (The CIRP - Its Aims, Structure and Activities, CIRP, Paris, 1974)

- Brušenje (G),
- Alatne mašine (A),
- Merna tehnika i zamenljivost delova (Me),
- Optimizacija (O), i
- Površine (S),

a u okviru komiteta se razvija kooperativna delatnost (istraživanja, studije, terminologija i sl.) u radnim grupama i, po potrebi, podgrupama.

U ostvarenju svojih ciljeva CIRP organizuje svake godine Generalnu konferenciju u jednoj od zemalja gde postoje članovi. Ove godine se 25. Konferencija održava krajem augusta i početkom septembra u SR Nemačkoj (Freudenstadt i Stuttgart), i dok na otvorenom njenom delu ima u diskusiji okruglog stola reči o politici inovacija u proizvodnom mašinstvu, a u glavnim referatima o smanjenju troškova pri brušenju i o pripremi software kao uskom grlu obradnih sistema budućnosti, u radnim grupama se iznosi preko 120 naučnih saopštenja. Treba navesti da je 23. Generalna konferencija CIRP 1973 godine bila organizovana u Jugoslaviji, na Bledu, a da je jedna grupa članova CIRP posetila Beograd gde je vodjena diskusija okruglog stola na temu zemalja u razvoju i transfera znanja i tehnologija u proizvodnom mašinstvu [17].

Radi ilustracije sadržina rada tehničko-naučnih komiteta i radnih grupa mogu se kao primer navesti u komitetu C - žilavost i krt lom alata, ispitna oprema (dinamometri), projekt AMRI (primenjeno istraživanje obrade rezanjem za industriju) ili glodanje, komitet E - elektrohemijska i elektroerozivna obrada, komitet F - kalibrisanje pri utvrđivanju deformabilnosti ili numeričke metode u izučavanju plastičnosti, komitet G - karakterizacija površina tocila, komitet Ma - problemi buke, komitet Me - mašine za trodimenzijsko merenje, komitet O - automatsko sklapanje i roboti, grupne tehnologija, numeričko upravljanje, konstruisanje za ekonomičnu proizvodnju, ekonomija obrade ili obradni sistemi, komitet S - funkcionalna svojstva obradjenih površina, dok su zajednički problemi terminologija, unifikacija simbola, ispitnih procedura i instrumentacije, izrada unificiranih dokumenata ili selekcionisane bibliografije.

Radi stimulacije naučno-tehničkog rada u oblasti proizvodnog

mašinstva CIRP je, u slučajevima kada je brojno prisustvo njenih članova, pokrovitelj nacionalnih savetovanja sa međunarodnim učesćem. Sem toga, u okviru CIRP se organizuju specijalizovani seminari, od kojih treba posebno izdvojiti seminare o obradnim sistemima (Manufacturing Systems), a upravo je juna 1975 godine u Eindhoven-u, Holandija, održan VII seminar na temu Pouzdanost i socijalni aspekti obradnih sistema, sa osvrtom na izazove kibernetskog održavanja opreme u budućnosti; međunarodnu naučnu publikaciju Proceedings of the CIRP Seminars on Manufacturing Systems izdaje Fakulteta za strojništvo u Ljubljani (glavni i odgovorni urednik Prof. Dr.-Ing. J. Peklenik), i ona je predstavljena učesnicima X savetovanja proizvodnog mašinstva u okviru prigodne izložbe. Svi materijali i diskusija na Generalnim konferencijama se inače objavljuju u publikaciji CIRP - Annals (izdavač Hallwag Ltd., Berne, Švajcarska).

CIRP neguje kontakte sa drugim međunarodnim organizacijama i agencijama: ISO, UNESCO, OCDE, ICGF, IFIP - PROLAMAT, IFTOMM i dr., na linijama potpore, razmene programa i drugih dokumenata i saradnje radnih grupa. Sem redovnih seminara Manufacturing Systems, CIRP je u ovoj godini pokrovitelj i Međunarodnog kongresa za obradu lima, septembra u Zürich-u, Švajcarska, ili u doglednoj budućnosti i uz saradnju grupe Konstruisanje za ekonomičnu proizvodnju komiteta O, Seminara Autopros i Micclass u Institutu TNO u Holandiji.

Sa pouzdanošću se može reći da sastav Međunarodne institucije CIRP, njena rasprostranjenost na mnoge zemlje, pre svega industrijski razvijene, i selektivnost pri odбору programa za kooperativna istraživanja i studije, u određenoj meri usmerava istraživanja izvodjena na mnogim mestima u svetu, dok razvijeni koncepti i prodiskutovane smernice mogu da predstavljaju značajnu inspiraciju za dalji razvoj naučnoistraživačke misli u proizvodnom mašinstvu.

Drugo pitanje se odnosi na sasvim različito područje istraživačko-razvojne delatnosti proizvodnog mašinstva - na ranije učinjeni pokušaj da se identifikuje mišljenje relevantnog dela jugoslovenskog industrijskog ambijenta o kreativnoj delatnosti u proizvodnom mašinstvu.

Za ciljeve referata koji se odnosio na istraživačko-razvojnu delatnost u oblasti proizvodnog mašinstva [18], a bio je iznet na Konferenciji Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije "Naučno-istraživački i razvojni rad u privredi i za privredu", održanoj decembra 1973 godine na Bledu, sprovedena je posebna anketa kod 100 odabranih preduzeća metalne industrije iz cele zemlje. U roku od tri meseca, i uz ponovljene urgencije, dobijeno je 75 odgovora. pri čemu se u datim okolnostima odziv smatrao zadovoljavajućim. U tom su broju bile zastupljene kako velike, tako i male i srednje organizacije metalne industrije iz različitih grupacija (sem brodogradnje), pri čemu je 39 bilo iz SR Srbije (od toga 10 iz SAP Vojvodine), 13 iz SR Bosne i Hercegovine, 10 iz SR Slovenije, 9 iz SR Hrvatske i po 2 iz SR Crne Gore i SR Makedonije.

Anketni listovi su pritom sadržavali sedam sledećih pitanja (u zagradi su navedene alternative mogućnih odgovora):

- (1) Da li Vaša organizacija oseća potrebu za IR-intervencijama institucija specijalizovanih za proizvodno mašinstvo (da, ne)
- (2) Da li ste do sada koristili te usluge (ne, povremeno, često)
- (3) Ako je odgovor pod (2) pozitivan, da li ste zadovoljni sa saradnjom (da, ne)
- (4) U kom segmentu proizvodnog mašinstva postoje potrebe Vaše organizacije za IR-intervencijama različite sadržine i nivoa:
 - rezni i ostali alati, pribori, obradni postupci (da, ne)
 - alatne mašine i druga proizvodna oprema (da, ne)
 - montaža, transport, remont (da, ne)
 - grupna tehnologija, upravljanje proizvodnjom, kompjuterska tehnologija, informacioni sistemi (da, ne)
 - obrazovanje kadrova i inovacija znanja (da, ne)
- (5) Koliko je u Vašoj organizaciji potrebno IR-intervencija vezanih za problematiku proizvodnog mašinstva u odnosu na ukupno ulaganje u IR-delatnosti (do 10%, 10 - 30%, preko 30%)
- (6) Kojoj grupi Vaša organizacija orijentaciono pripada po godišnjem ulaganju u intervencije IR-organizacija proizvodnog mašinstva (do 25.000 din/god, do 250.000 din/god, preko 250.000 din/god)
- (7) Da li smatrate da je nivo Vaše informisanosti o mogućnosti-

ma primene rešenja IR-institucija proizvodnog mašinstva dovoljan (da, ne).

Uz nužnu napomenu da odgovore na sva pitanja nije uvek dalo svih 75 privrednih organizacija, i uz pretpostavku da se odgovori odnose na iskustva akumulisana u prethodnim godinama, sledeći je bio izlaz iz sprovedene ankete (iskazano u procentima od svih odgovora):

- (1) Samo 3% privrednih organizacija ne oseća potrebu za IR-intervencijama institucija specijalizovanih za proizvodno mašinstvo.
- (2) U 28% slučajeva nisu do tada bile korišćene usluge IR-organizacija proizvodnog mašinstva, u 72% povremeno, nijednom često.
- (3) U slučajevima pozitivnog odgovora pod (2), u 76% slučajeva je privredna organizacija bila zadovoljna izvedenim IR-uslugama, u 24% slučajeva nezadovoljna.
- (4) U pogledu potreba za IR-delatnosti grupisanih u pet skupina, 66% privrednih organizacija oseća potrebu za IR-intervencijama u prvom segmentu, 47% u drugom, 37% u trećem, 77% u četvrtom i 55% u petom - postoje i slučajevi interesovanja samo za neka pitanja iz pojedinih segmenata.
- (5) 36% privrednih organizacija smatra da na IR-institucije proizvodnog mašinstva treba da usmerava do 10% svog ukupnog ulaganja u IR-delatnosti, 46% da ono treba da se kreće u intervalu 10 - 30%, a 18% iznad 30%.
- (6) 19% privrednih organizacija ulaže godišnje za intervencije IR-institucija proizvodnog mašinstva do 25.000 din, 51% do 250.000 din, a kod 30% je to ulaganje veće od 250.000 din godišnje.
- (7) Tek 20% privrednih organizacija smatra da je dovoljna njihova informisanost o mogućnostima da kod sebe primene rešenja IR-institucija, dok 80% smatra da je ona nedovoljna.

Bez iznošenja rezultata - sa širih stanovišta, a preneto i u današnje vreme, to je predmet dela narednog odeljka - ističe se da je slična anketa sprovedena i kod jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija koje mogu slobodno da razmenjuju svoj rad na tržištu IR-usluga i da pruže intervencije potrebne privredi u obla-

sti proizvodnog mašinstva. U [18] su istaknuta i neka ograničenja pri pokušaju da se uspostave neke dublje i šire korelacije sprovedenih anketa: može se uočiti, na primer, poredeći u konkretnim slučajevima veličine privrednih organizacija ili direktno poznavajući neke tekuće aranžmane, nerealnost iskazanih novčanih pokazatelja u specifičnim IR-uslugama, tendencija za "srednjim" odgovorima ili, moguće ponekad i namerno neiskazivanje interesa za učesće IR-institucija u istraživanju i razvoju određenih proizvoda. Uprkos mogućnih manjkavosti, rezultati ankete vrlo su jasno naveli na sledeće četiri grupe konstatacija:

- (i) Ohrabruje tvrdnja iz obe grupe potencijalnih partnera (privreda i IR-institucije) da je zastupljen visok nivo osećanja potrebe za IR-intervencijama u privredi (97%), odnosno za privredu (100%). Uvažavajući, međjutim, strukturu uzorka privrednih organizacija koja ipak nije potpuno slučajna (ispod 10% od broja relevantnih organizacija, ali sa dvostrukim udelom zbira ukupnih prihoda), čini se da je učesće organizacija koje nisu koristile IR-usluge (28%) nešto visoko, što, pored ostalog, svakako ukazuje na potrebu daljih napora IR-institucija na liniji analize tržišta i marketinga. Nepostojanje partnera iz privrede koji bi često koristili usluge IR-institucija govori, moguće, o opreznosti ili o nedovoljnoj kvantifikaciji kriterijuma. Svakako da zabrinjava činjenica da 24% preduzeća koja su koristila IR-usluge nije zadovoljno ishodom, dok istovremeno mišljenje u 44% institucija da su nezadovoljne saradnjom sa privredom, verovatno da, pored ostalog, preslikava i realne poteškoće na tržištu IR-usluga.
- (ii) Obostrano iskazana loša informisanost o potrebama i mogućnostima za IR-usluge (80% kod privrednih organizacija, a 100% kod IR-institucija) ukazuje na važnost podizanja efikasnosti cirkulacije informacija i marketinga. Svakako da je u tome najpoželjniji stalni kontakt IR-organizacija sa svim svojim potencijalnim partnerima, uzajamno posećivanje i konsultacije, upućivanje i razmena raznovrsnih informacija, zajedničko identifikovanje problema, sistem "tutorstva" i sl., pri čemu je praktično najviši nivo za efikasno komuniciranje OUR (više forme asocijacije se, sem po izuzetku, ne pokazu-

ju povoljne), u većini slučajeva danas je to OOUR, zatim grupa stručnjaka ili čak pojedinci. Za ovako širok sistem komuniciranja, upražnjavajući pritom različite vidove, i imajući u tome sopstvenu inicijativu, a ne očekujući samo pozive, većina IR-organizacija ima veoma ograničene mogućnosti. Imajući u vidu i konstataciju pod (iii), očigledno je da je ovde reč o jednom kritičnom, nedovoljno pokrivenom prostoru u odnosima Nauka - Privreda.

(iii) Odgovori ukupno 63 privredne organizacije na pitanje o ulaganjima omogućava da se red veličine ukupnih njihovih potreba za IR-intervencijama institucija proizvodnog mašinstva oceni na oko 12 mil. din godišnje. Pri iskazivanju novčanih iznosa u većini slučajeva je, međjutim, bilo prisutno dosta rezerve i opreznosti: uočeno je da se procena potreba za tehnološkim intervencijama ponegde kreće i znatno ispod 0,1% godišnjeg prihoda organizacije. Sem toga po poslovnim pokazateljima ovaj uzorak nije reprezentovao mnogo više od 20% ukupnog prihoda metalne industrije SFRJ. Prema tome bi bilo opravdano da se oceni da se potencijalna absorbciona moć jugoslovenskog IR-tržišta IR-usluga u svim segmentima proizvodnog mašinstva kretala 1972 godine na nivou od oko 50 mil. din. Uzme li se u obzir i uverenje da bi na sredstva iz privrede društveni fondovi trebalo da obezbede u proseku bar 10% sredstava kao svoju participaciju, moguće je sa dovoljno pouzdanosti pretpostaviti da se gornja granica verovatnih ulaganja u IR-delatnost institucija proizvodnog mašinstva 1972 godine nalazila na oko 55 mil. din. Ističe se, međjutim, da je ovaj procenjeni iznos za oko 40% manji od prognoze uradjene 1968 godine [19] konfrontacijom izlaza iz nekoliko konkurentnih polaznih pretpostavki, no čini se da ovako iskazan, on u znatnoj meri predstavlja realitet situacije 1972 godine. Polazeći, nadalje, od podatka o ukupnom prihodu iz IR-delatnosti članova Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva u 1972 godini od 11 mil. din iznetom u Tablici 5 u narednom odeljku, uočava se da su svojim radom istraživačke organizacije 1972 godine pokrivale samo oko 20% potencijalnog jugoslovenskog tržišta istraživačko-razvojnih us-

luga u proizvodnom mašinstvu +). Uzroka za ovo svakako da ima više: pored nedovoljne obostrane informisanosti o mogućnostima i potrebama, u pitanju je i stvarna tražnja privrede i njena sviknutost na rešavanje svojih problema na ovaj način, nivo prilagodjenosti repertoara istraživanja instituta stvarnim potrebama i momentanim zahtevima privrede, njihova efikasnost i operativnost, kvalitet izvršenih zadataka i upotrebljivost rezultata, kapaciteti i opremljenost, rasporedjenost zadataka u vremenu, mogućnost nalaženja zajedničkog jezika i čitav niz drugih okolnosti.

- (iv) Poredeći odgovore na pitanja privrednim organizacijama o segmentu proizvodnog mašinstva u kome postoje potrebe za IR-intervencijama i institutima o njihovoj ponudi, uočava se dosta dobra korelacija ponude i tražnje, sem znatnog prebačaja ponude u slučaju proizvodne opreme i obuke kadrova. U pogledu prvog nesklada, u referatu [18] je, bez posebnog izjašnjenja, dat sledeći komentar: "Ovo je manje problem realnih potreba i mogućnosti za tesnu saradnju proizvođača sredstava za proizvodnju sa naučnim institutima, kako u sopstvenom razvoju i verifikaciji novih proizvoda, tako i u inteligentnom praćenju razvoja inostranih licenci i u drugim vidovima međunarodne saradnje, uključujući transfer tehnologije, a više niza raznovrsnih okolnosti od kojih zavisi ostvarenje odnosa punog i ravnopravnog partnerstva". Imajući u vidu ozbiljne poruke prethodnog odeljka nameće se veoma jasna direktiva - ne tvrdeći pritom da je nužno reč isključivo o tome za što su IR-institucije danas osposobljene ili što one kroz sopstvene programske smernice vide kao svoju društvenu misiju - da naučno znanje i iskustvo usmereno na operativnu primenu treba da u narednom periodu predstavlja jedan od najneophodnijih preduslova. U pogledu druge zapažene disproporcije biće potrebno da se uporno nasto-

+) Prema statističkim podacima, u 1972 godini je ukupni prihod po osnovi IR-delatnosti u SFRJ iznosio 1.944 mil. din, odnosno 0,79 % od društvenog prihoda (odnosno 0,88 % od nacionalnog dohotka). Prema tome je učešće prihoda IR-institucija - članova Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva iznosio 0,57 % u masi jugoslovenskih ulaganja u istraživanje i razvoj

java na većem redu i rigoroznijoj selekciji - zahvatajući šire no što je to isključivo proizvodno mašinstvo - u moguće danas već pretećoj poplavi raznovrsnih, mahom komercijalnih, kurseva, seminara i ostalih vidova obrazovanja i inovacije znanja.

Treće razmatrano pitanje odnosi se na procenu mogućnog obima finansijskog ulaganja u SFR Jugoslaviji u IR-delatnost proizvodnog mašinstva, i ono predstavlja logičan nastavak prognoza iz 1968 [19] i 1973 [18] godine. Pritom se polazi od planskih elemenata razvoja metalne industrije i, posebno u okviru nje, proizvodnje sredstava za proizvodnju.

Polazeći od procene, ekstrapolacijom pokazatelja iz 1972 i 1973 godine, da će ukupan prihod metalne industrije Jugoslavije 1975 godine iznositi oko 35 mrd. din, uz granične stope godišnjeg rasta od 8% i 10% bi 1980 godine trebalo očekivati ukupan prihod od 50 - 56 mrd. din. Uz prosečno izdvajanje za istraživanje, uzeo za metalnu industriju od samo 1% u 1975, a 2% u 1980 godini (ovo bi, međjutim, po logici stvari trebalo da bude za bar 50% veće u oba slučaja), i uz realnu pretpostavku da se oko 20% tih izdvajanja usmerava na istraživanje i razvoj proizvodne tehnike i tehnologije, tehnološke organizacije i upravljanja, dolazi se do očekivane mase sredstava za ove svrhe od oko 70 mil. din ^{+) u 1975 i oko ili više od 200 mil. din u 1980 godini.}

Ovim iznosima treba priključiti masu sredstava koju treba da izdvajaju proizvođači sredstava za proizvodnju za specifična istraživanja i razvoj svojih proizvoda i tehnologija koje ta sredstva realizuju. Prema podacima Poslovnog udruženja MAŠINO-UNION, stopa ulaganja u razvoj članova - proizvođača alatnih mašina se u tekućem periodu kretala oko i preko 5% od prihoda. Računajući, međjutim, i ovde sa minimalnim stopama izdvajanja za IR-delatnost

^{+) Vredi pomena da se zbog ilustracije ovog izlaza preko nekog pokazatelja vezanog za proizvodno mašinstvo može pokušati preneti na jugoslovenske prilike podatka da se u industrijski razvijenim zemljama 5 % društvenog prihoda troši na stvaranje strugotine u metalnoj industriji: pri oceni da je s obzirom na strukturu privrede ovaj udeo u nas 2,5 %, može se konstatovati da pretpostavljeni minimum ulaganja u IR-delatnost proizvodnog mašinstva predstavlja oko 1 % cene rezanja u Jugoslaviji u toj godini}

od 1%, odnosno 2%, i sa podacima o prihodu proizvođača alatnih mašina i alata Jugoslavije u 1975 i 1980 godini (slika 2) dolazi se do dopunskih iznosa od oko 30 mil. din u 1975 i 120 mil. din u 1980 godini.

Pretpostavljajući i sada kao normalno očekivanje da društveni fondovi participiraju sa minimalno 10% na pretpostavljena namenska izdvajanja, a ne uključujući moguće značajne dopunske potencijalne izvore sredstava u oblastima IR-delatnosti proizvodnog mašinstva od strane proizvođača materijala za reprodukciju (jugoslovenski proizvođači čelika ili sredstava za hladjenje i podmazivanje), kompleksa održavanja sredstava za proizvodnju i industrijske opreme, iz primene razvijenih znanja, iskustava i postupaka u drugim oblastima tehničko-tehnoloških nauka, kao i u posebnim društveno značajnim intervencijama (na primer, istraživanja za potrebe JNA), a takodje i od učešća u proizvodnji ili dohodak po osnovi licenci i know-how, dolazi se do minimalnih očekivanja veličine potencijalnog jugoslovenskog tržišta IR-delatnosti u proizvodnom mašinstvu

1975 godine	-	110 mil. din,
1980 godine	-	350 mil. din.

Uz očekivani prihod IR-institucija članova Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva u 1975 godini od oko 24,5 mil. din, dolazi se, slično kao i u 1972 godini, do stepena pokrivenosti minimalno očekivanog tržišta od oko 22%.

Može se, nadalje, koristiti podatak da će u 1975 godini taj predviđeni prihod realizovati prema Tablici 6 u narednom odeljku 137 ekvivalent-istraživača ⁺⁾ , tj. da će prosečan prihod po istraživaču biti oko 180.000 din godišnje. Sa tim bi, međjutim, pokriće minimalnog potencijalnog istraživanja i razvoja u proizvodnom mašinstvu trebalo 1975 godine da je aktivno angažovano isključivo u IR-delatnosti oko 620 kompetentnih istraživača sa punim radnim vremenom, a 1980 (uz realnu pretpostavku da će troškovi istraži-

⁺⁾ Uveden je na način što je za univerzitetske nastavnike pretpostavljeno da njihovo efektivno angažovanje na IR-zadacima može biti sa najviše do 50 % radnog vremena

vanja po istraživaču porasti u tom vremenu za oko 50%) bi njihov broj trebalo da poraste na oko 1200 - i to bez tehničkog i drugog osoblja.

Prelazi se na četvrto pitanje predviđeno u ovom odeljku, na pokušaj da se učini pristup faktoru organizacija sa aspekta mesta istraživanja i faktoru čovek, kao dvama identifikovanim faktorima istraživanja u Nauci o nauci, u specifičnom području proizvodnog mašinstva. Polazi se pritom od stanovišta da od faktora metod, čovek i laboratorija kao osnovnih faktora istraživanja, i od dopunskih (naučna politika, programiranje, mesto i organizacija istraživanja) [20], odabrana dva pitanja u specifičnom svetlu proizvodnog mašinstva mogu da na ovom mestu budu od posebnog interesa.

U pogledu institucionalnog organizovanja naučno-istraživačkog rada u proizvodnom mašinstvu može se u svetu uočiti velika raznovrsnost po mestu delatnosti (akademije nauka, univerziteti, samostalni instituti, instituti vezani za državnu upravu ili armiju, instituti u okviru industrije), sa čime mogu unekoliko biti spregnuta i pitanja programskih ciljeva, specijalizacije, veličine, načina povezivanja sa zahtevima i interesima korisnika, kao i po metodama finansiranja.

Analiza preko 200 istraživačkih organizacija koje se danas u svetu bave problematikom proizvodnog mašinstva - u okviru Međunarodne institucije CIRP ili van nje - može se zapaziti da je, sa mogućnom specifičnošću socijalističkih zemalja gde su akademije nauka važni klasični pokretači istraživačke delatnosti (u nekima u oblasti proizvodnog mašinstva to, međutim, postupno prelazi na industriju koja se objedinjuje po odredjenim modelima), velik udeo istraživanja koja se izvode u sklopu univerzitetskih centara ili u posebno formiranim institucijama, na različite načine vezanim za interese društva i privrede.

Na Istoku su pored jakih univerzitetskih katedri ⁺⁾ vrlo

⁺⁾ Na primer, u SSSR (Moskva, Lenjingrad, Harkov, Odesa ili Tbilisi), DR Nemačkoj (Karl-Marx-Stadt, Dregden ili Magdeburg), Poljskoj (Varšava, Krakov ili Poznanj), CSSR (Prag ili Bratislava), Mađjarskoj (Budimpešta ili Miškolc) ili Rumuniji (Bukurešt ili Jaši)

razvijeni instituti proizvodnog mašinstva u SSSR (ENIMS, VNII ili CNIITMAŠ), DR Nemačkoj (Grossforschungszentrum u Karl-Marx-Stadt-u) Poljskoj (IOS - Krakov), ČSSR (VUOSO - Prag), Mađarskoj (SZIM - Budimpešta), Rumuniji (ICIMUA - Bukurešt) i Bugarskoj (NIPKIMMI - Sofija).

Na Zapadu su, sa specifičnostima u pojedinim zemljama i sa praktično svuda visokim mestom univerziteta, prisutna sva osnovna mesta istraživanja. Bez pretenzija za kompletnim zahvatom one se ogledaju u:

- Australija: IR-funkcija u proizvodnom mašinstvu smeštena u okviru vladine institucije za standardizaciju C.S.I.R.O.,
- Francuska: pored slične forme kooperativnog istraživanja kao u Vel. Britaniji (Centre Technique des Industries Mécaniques CETIM, Senlis), interesantno je što je istraživanje u oblasti alatnih mašina bilo dugo direktno vezano za armiju (Centre d'Etudes et de Recherches de la Machine-Outil CERMO - Pariz),
- Holandija: u okviru vladinog istraživačkog centra T.N.O. se istraživanja u oblasti proizvodnog mašinstva izvode u Metaalinstytut TNO, Apeldoorn,
- Italija: proizvođači alatnih mašina održavaju specijalizovanu IR-instituciju Centro Sperimentale per Machine Utensili - Milano,
- Japan: uz jaku intervenciju države u prioritetnim oblastima istraživanja u kojima su i alatne mašine, važna je uloga Instituta za tehnička istraživanja (TRI) kao operativnog tela Japanskog udruženja za unapredjenje mašinogradnje (JSPMI), dok u okviru vladinog instituta Mechanical Engineering Laboratory deluje jaka grupa za proizvodno mašinstvo,
- Norveška: interesantan je pokušaj da se Norveški institut tehnologije SINTEF kao samostalna organizacija veže za visokoškolsku instituciju Norges Tekniske Hogskole - Trondheim,
- SAD: uz jaka istraživačka jezgra za specifične oblasti proizvodnog mašinstva u industriji (Cincinnati Milacron Corp. - Worcester ili General Electric Co - Schenectady), prisutna je forma industrijske istraživačke fondacije, Batelle Memorial Institute (Columbus Laboratories) - Columbus, i samostalnog centra za podatke obradljivosti METCUT Research Associates Inc. - Cincinnati,

- SR Nemačka: po tradiciji iz prošlog veka vezanog za evropski koncept "Lehre und Forschung" dat je pečat i proizvodnom mašinstvu - glavni centri IR-delatnosti su locirani na osam visokoškolskih ustanova (Aachen, Berlin, Braunschweig, Darmstadt, Hannover, Karlsruhe, München, Stuttgart), i Vel. Britanija: bogatstvo formi se ogleda i u mreži IR-institucija proizvodnog mašinstva; pored interesovanja vlade kao organizatora i sponsora istraživanja (National Engineering Laboratory NEL, East Kilbride), karakteristična je specifična forma udruživanja sredstava i interesa vlade i relevantne industrije preko tzv. "istraživačkih asocijacija" (Research Associations), sličnih francuskim kooperativama, te u oblasti proizvodnog mašinstva deluju Production Engineering Res. Assn. PERA - Melton Mowbray i Machine Tool Industry Res. Assn. MTIRA - Macclesfield.

Naravno da izneto predstavlja samo jedan grub presek kroz IR-institucije pro-

Tablica 4 Pregled članstva CIRP 18.10.1974 g. (broj i mesto istraživanja).

	Zemlja	Stalni ^{a)}		Dopisni		Ukupno	
		Univ.	Ostali	Univ.	Ostali	Univ.	Ostali
1	Australija	3	3	-	1	3	4
2	Austrija	-	1	1	-	1	1
3	Belgija	6	-	2	-	8	-
4	Brazil	-	1	-	-	-	1
5	ČSSR	1	3	-	-	1	3
6	Danska	1	-	-	-	1	-
7	DR Nemačka	3	-	-	-	3	-
8	Francuska	4	4	1	5	5	9
9	Holandija	7	2	4	-	11	2
10	Indija	2	-	-	-	2	-
11	Irska	-	-	1	-	1	-
12	Italija	5	5	4	1	9	6
13	Izrael	3	-	1	-	4	-
14	Japan	9	3	5	2	14	5
15	Jugoslavija	2	-	4	1	6	1
16	Kanada	3	-	-	-	3	-
17	Koreja	1	-	-	-	1	-
18	Mađarska	2	-	-	-	2	-
19	Norveška	1	-	1	-	2	-
20	Poljska	2	-	2	-	4	-
21	Rumunija	1	-	-	-	1	-
22	SR Nemačka	13	2	-	1	13	3
23	SAD	6	7	3	5	9	12
24	SSSR	2	1	-	-	2	1
25	Švajcarska	2	2	3	-	5	2
26	Švedska	6	-	-	-	6	-
27	Vel. Britanija	7	6	6	1	13	7
	Ukupno	92	40	38	17	130	57

^{a)} Uključujući počasne članove i emerituse

izvodnog mašinstva u svetu. Tu bi svakako trebalo pomenuti i niz drugih specifičnosti, a kao izolovan primer se uzimaju dve industrijske firme - proizvođači alata sa svojim IR-centrima kojima su, ako ne neposredni ciljevi, ono metode rade nešto drugačije: BSA Tool Ltd. - Birmingham, sa zadatkom unapredjenja reznih alata sopstvene proizvodnje i s druge strane firma SANDVIK AB iz Švedske sa jako izraženom dopunskom komponentom agresivnog marketinga preko IR-službe SANDVIK COROMANT Cutting Data Service.

Valja takođe istaći da, za sada, u zemljama u razvoju Afrike, a i nekih drugih regiona, praktično ne može biti reči o organizovanoj IR-delatnosti u oblasti proizvodnog mašinstva.

Moguće je podesno da se posredstvom strukture članstva Međunarodne institucije CIRP pokuša uočiti raspodela odredjenim kriterijumima valorizovanih vrhunskih istraživača i institucija koje vode ^{+) po mestu istraživanja. Pregled u Tablici 4 pokazuje da je od ukupno 187 stalnih i dopisnih članova CIRP, gotovo 70% rukovodioca naučno-nastavnih univerzitetskih institucija, i da samo u Australiji, Francuskoj i SAD preteže učešće ostalih. Pritom 50% članova CIRP koji su zapošljeni van univerzitetskih institucija vodi samostalne organizacije (većina je pomenuta u prethodnom pregledu), a 50% odgovarajuće industrijske IR-centre, pri čemu je reč o složenim organizacijama kao što su: Mc Pherson's Ltd., - Melbourne (Australija), Siemens AG - München (SR Nemačka), Régie Nationale des Usines Renault - Billancourt (Francuska), Rank Precision Industries Ltd - Leicester (Vel. Britanija), RIV-SKF - Torino (Italija), N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken - Eindhoven (Holandija), Fa. Fritz Studer S.A. - Thun (Švajcarska), Cincinnati Milacron Corp. - Worcester, Bausch and Lomb - Rochester, General Electric Co - Schenectady ili Westinghouse R & D Centre - Pittsburgh (SAD) ili Toshiba - Kanagawa (Japan).}

Frekvencija afirmisanih IR-organizacija i učešće informacija koje predstavljaju izlaz iz naučno-istraživačke delatnosti u proizvodnom mašinstvu (bar onom delu koji je u tokovima široke cirkulacije) ukazuju na visoko mesto univerzitetskih sredina.

^{+) Ovo ne mora da istovremeno predstavlja potpuno vernu sliku svetskog stanja i kretanja, ali daje izvesnu indikaciju}

Mogućno je poći, pored već pomenutog shvatanja o Univerzitetu kao mestu za jedinstvo istraživanja i obrazovanja, od nekoliko aktuelnih pitanja u nastojanjima za njegovo inoviranje: (i) od složenog zadatka univerzitetskog obrazovanja na osposobljavanju za stručnu delatnost u društvenoj podeli rada, pripremi za život u društvu i na razvijanju kompletne ličnosti, (ii) od eksplozije znanja i njegovog brzog zastarevanja, i stoga uloge permanentnog obrazovanja u modernom svetu, (iii) od zahteva, iskazanog i na ovogodišnjem skupu "Univerzitet danas" u Dubrovniku, da novi Univerzitet treba da postane dom znanja i kulture otvoren svima, i da od današnjeg društvenog diferencijatora treba da preraste u integritator, i (iv) od posebnih izazova u pogledu razrešenja duge separacije teorijske misli od prakse i odnosa Nauke i Tehnologije, kao i od novih generacija koje o idejama samo ne govore, već se njima koriste da bi stvarale ono što pre nije postojalo. Mogućno bi bilo takodje navesti i proanalizirati niz rasprava o mestu Univerziteta u Istraživanju i Obrazovanju, na primer [21], pri čemu je taj prostor predstavljao i posebnu temu diskusije okruglog stola na Konferenciji CIRP [22] +).

Iz praktičnih se razloga ograničavamo, međjutim, u ovom za naše okolnosti značajnom problemu - konačno, od dvanaest članova Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, deset je univerzitetskih institucija - na ranija naša razmatranja razloga za jačanje univerzitetskog istraživanja za industriju u oblasti mašinstva, dokumentovanog odabranim slučajevima iz proizvodnog mašinstva [23], i na jedan mogućni model za organizacijski koncept integracije visokoškolskog obrazovanja i istraživanja u mašinstvu i, u okviru njega, u proizvodnom mašinstvu.

Crpeći primere u [23] i [24] iz amandmanskog organizo-

+) Prof. M. C. Shaw je pritom ranije dao sledeću periodizaciju inženjerskog obrazovanja u SAD posle II svetskog rata: (i) empirijski period do 1950, (ii) humanistički period 1950 - 1960, (iii) period inženjerske nauke 1960 - 1970, i (iv) socio-tehnički period od 1970, ističući izazove koje budućnost stavlja pred proizvodno mašinstvo u pogledu novih tehnologija zasnovanih na novim disciplinama i inženjera sa vizijom i imaginacijom, podređenih, kao željenim ciljevima, povećanju zadovoljstva radom i poboljšanju kvaliteta života

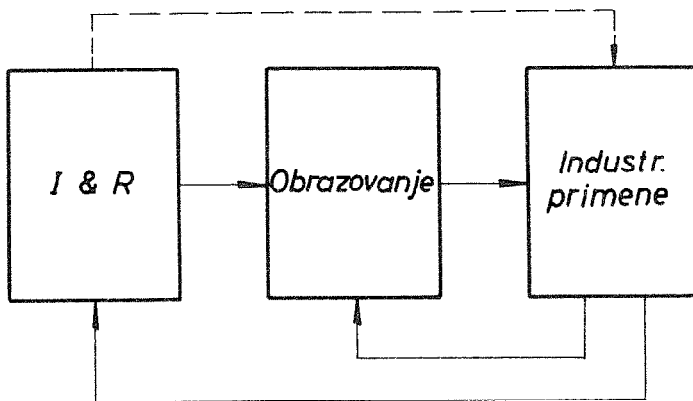
vanog Mašinskog fakulteta u Beogradu, sa punom integracijom istraživačke i obrazovne komponente kroz tri OOUR i njihove JUR ⁺), polazi se od dva dobra razloga za ovu integraciju: potreba domaćinskog ponašanja pri ulaganju u društvenu nadgradnju pri skromnom društvenom dohotku i, za neke oblasti, tek od nedavno organizovano stvaranje kadrova za naučno-istraživačke delatnosti.

Kada je reč o tehničko-tehnološkim naukama, verovati je da je neracionalno pridati Univerzitetu isključivo svojstvo društvene nadgradnje i da nije mudro zaustaviti kreativne procese na proširenju fronta saznanja i otkrivanja nepoznatih istina, što je već po vokaciji deo zadatka svakog univerziteta, kao demarkacionoj liniji. Stoga može biti anticipirano kao korisno intimno sprezanje sa direktnim rešenjima novih proizvoda i/ili tehnologija, iako to istovremeno nije kompatibilno sa klasičnim konceptom Univerziteta. U specifičnim uslovima zemlje u procesu industrijskog razvoja, i pri otvorenim mogućnostima samoupravnog dogovaranja i sporazumevanja, mogućna je orijentacija fakulteta tehničko-tehnoloških nauka, i u njima grupacija usmerenih na problematiku proizvodnog mašinstva, na kompleksne zadatke: obrazovanje kadrova na nivoima dodiplomskih i poslediplomskih studija, inovacija i drugi vidovi diseminacije znanja i iskustva, primenjena i razvojna (pored usmerenih fundamentalnih kao neophodnih) istraživanja, sa ozbiljnim učešćem u procesima transfera znanja i tehnologija, i sa prihvatanjem raznovrsnih progresivnih vidova partnerstva sa industrijom, pre svega metalnim kompleksom. Ova orijentacija, sa mogućnim interakcijama između tri bloka, od kojih je blok diseminacije i asimilacije znanja smešten u međuprostor između IR-delatnosti i industrijskih primena, je indicirana na uprošćenoj blok shemi 8. Bez obzira na ishode pokušaja 1974 godine za puno uključenje Instituta za alatne mašine i alate IAMA u Mašinski fakultet u Beogradu, inače reorganizovan na iskazanim principima, ovo je kao tada udaljenija vizija bilo prisutno i pri formiranju Instituta IAMA 1963 godine, sa, pored Poslovnog udruženja MAŠINO-UNION i Izvršnog veća SR Srbije,

⁺) JUR-1.01 za proizvodno mašinstvo i primenu kompjutera u OOUR-1 za proizvodno i privredno mašinstvo, sa Katedrom za proizvodno mašinstvo (KAPROM) koja predstavlja stručno-naučni kolegijum JUR-1.01

Mašinski fakultetom kao osnivačem.

Dosadašnja iskustva u oživotvorenju ovakog koncepta - a prihvatanjem on nosi i značajne odgovornosti za uklapanje IR-intervencija u opšta nastojanja na realizaciji postavljenih ciljeva društva i za dinamičko uskladjivanje napora svih partnera - ukazuju, pored niza prednosti, i na neka iskušenja. Neka budu u referatu pomenuta samo neka.



Sl. 8 - Moguće interakcije visokoškolskog obrazovanja, istraživanja i razvoja i industrijskih primena, sa kadrovima u međuprostoru

- (i) Nijedan mašinski fakultet u nas (ili odeljenje za mašinstvo tehničkog fakulteta) nije isključivo orijentisan na proizvodno mašinstvo, već gaji i druga specifična usmeravanja. Zbog prekrivanja šireg područja različitih tehnologija ta činjenica predstavlja ozbiljne komparativne prednosti u odnosu na uskospecijalizovanu instituciju. Međutim, dispergovanost relativno skromnog broja kreativnih snaga na različita područja struke i nauke, a takodje i ostalih resursa, pre svega ispitne opreme, u pogledu njihovog operativnog korišćenja, postaju ozbiljna ograničenja za implementaciju cele širine mogućnih, sa odgovornošću vođenih kompleksnih IR-zahvata.
- (ii) U onom delu intervencija koje su - bar za sada - od znatne privlačnosti za industriju, a odnose se na usluge koje se u širokom dijapazonu kreću i do "trouble shooting" situacija, postoji potreba odredjenog nivoa "profesionalne" orijentacije ka istraživanju koje treba da dovede do korisne industrijske primene. Pritom potreba za profesionalnim odnosom raste sa približavanjem završnoj etapi. Sigurno je

da u celom kompleksu uspostavljanja relevantnog modela ovo predstavlja najmanje poznat - i priznat - prostor u klasičnom konceptu Univerziteta.

- (iii) Obezbeđa dugoročnih sprega metalne industrije sa mašinskim fakultetima (alternativno, metalne industrije neposredno sa fakultetskim IR-kapacitetima proizvodnog mašinstva, lišavajući se tako kompleksnih mogućnosti), neophodna za funkcionisanje koncipiranog modela integralnog dejstva na linijama kadrova i saznanja, i uz napore da se prevaziđe već pomenuta kriza komuniciranja i marketinga, može bar donekle da ublaži nedostatke iz prethodne tačke. Razrešenje dilema koje postoje su bitan preduslov, no treba istaći da postoji mišljenje da ovakvo gledanje pretil razaranju osnovne strukture klasičnog Univerziteta, zbog, pored ostalog, i nužnog proširenja njegovog sastava uslovljenog obogaćenom IR-funkcijom širih razmera.
- (iv) Ne samo da je racionalno, već je i radi ostvarenja društvene misije obavezno, da se naučnoistraživački opus na Fakultetu direktno povezuje sa obrazovnim procesom (slika 8). Uz moguće za sada potrebnu odredjenu opreznost kada je reč o dodiplomskim studijama, eksperimentalni ili studijski diplomski radovi inspirisani fakultetskim IR-programima predstavljaju otvaranje novih svetova i posebni stimulanis za najtalentovanije studente, dok je ova integracija postulat ukoliko su u pitanju poslediplomske studije za naučna zvanja, magistarske ili doktorske disertacije. Konačno, u tekućoj politici prema pripravniciima su prisutne odredjene specifičnosti u osposobljavanju mladog stručnjaka-početnika za profesiju istraživača kroz pripravnčki staž [25], a u međjuvremenu su neki članovi Zajednice dokazali povoljne mogućnosti.
- (v) Po svojoj dvostrukoj društvenoj misiji u oblastima znanja i kadrova, Univerzitet ne može, kao što to ne može ni Nauka, da se odrekne svoje uloge u prognoziranju budućnosti i pripremama za nju. Zbog dramatičnog skraćivanja vremenskog intervala od pronalaska do njegove realizacije na tržištu, a s druge strane zbog neophodnih inkubacionih perioda za nove

koncepte i ideje i za njihovu realizaciju kroz nove tehnike i tehnologije, eventualno napuštanje od strane fakulteta (isto važi i za samostalne institute) ovog delikatnog, kritičnog, istovremeno inspirišućeg prostora, ne bi svakako smelo da uslovi isključivo koncentrisanje napora na bliže ciljeve. Ispravna raspodjela resursa u strateškom ešaloniranju IR-napora u oblasti proizvodnog mašinstva na mašinskim fakultetima i institutima je po karakteru slična drugim oblastima, uz određene specifičnosti koje mahom proizilaze i iz nekih konstatacija u ovom referatu.

Omogućeno je sada otvaranje i drugog dela četvrtog pitanja - faktora čovek. U Nauci o nauci, pridajući ovom faktoru značaj najkritičnijeg člana u celom sistemu Istraživanja i Nauke, pitanjima osobina koje istraživač treba da poseduje, tipovima istraživača, motivaciji, formiranju timova i odnosima, rukovodjenju istraživanjem, slobodi istraživača, etičkim normama u istraživanju i ostalim relevantnim pitanjima pridaje se vrlo velika važnost [20], pri čemu neka od njih - posebno ona vezana za organizaciju i upravljanje istraživanjem - osvetljavaju i sa stanovišta cilja istraživanja, segmentujući ih na fundamentalna, primenjena i razvojna istraživanja. Svakako da radoznalost i široko interesovanje, mašta i spontanost, smelost da se postavi problem, nekonformizam i buntovan duh, sposobnost da se nekonvencionalno gleda i misli, spremnost da se prihvati izazov, umeće divljenja i čudjenja mnogo čemu, gotovost da se poigra sopstvenim idejama i prividno nerešivim poteškoćama, pored inteligencije i intelektualnosti, preduzimljivosti i samodiscipline, strpljivosti i poverenja u sopstveni sud, predstavljaju uobičajena potrebna oruđja u arsenalu svakog istraživača. Naravno, okviri uže i šire sredine, i druge okolnosti obezbeđuju da se ne predje u krajnosti, s jedne strane bavljenja čistom naukom tako da se, na račun zajednice, zadovolji sopstvena radoznalost (homo ludens), a sa druge ograničavanja svake inicijative i, time, kreativnosti - što po sebi može biti i sterilnije od prvog.

Pitanje se može postaviti - da li proizvodno mašinstvo kao prostor istraživanja uslovljava istraživače koji bi, u odnosu na ljudske osobine kao sistem vrednosti, trebalo da pretežu u nekim:

da li bi, na primer, po tipu trebalo da više naginju empiričaru ili racionalisti, ili da li bi bila važnija inteligencija (sposobnost za analizu) ili intelektualnost (sposobnost za sintezu), strpljivost ili mašta.

Slični pokušaji bi moguće doveli do zaključka da, uvažavajući načelo jedinstva metoda u nauci bez obzira na ciljeve istraživanja, ovakvo kategorisanje ne mora nužno da odredi najpouzdanija opredeljenja. Korisno je, međutim, reći da po sebi ambijent proizvodnog mašinstva u odnosu, na primer, na oblast električnih kola ili pak svemirskih istraživanja, može da uslovi neke predispozicije. Mogu se, naime, postaviti pitanja, postoji li prednost pozitivne stimulacije u istraživačkim sredinama sa nešto udaljenijim ciljevima i sa izazovima visokog intenziteta, ili slučaja da je entuzijazam ugrađen u prostor cele grupacije ili grane, u odnosu na situacije gde su te stimulacije nižeg ranga privlačnosti. Ne bi trebalo izgubiti iz vida da, moguće baš zbog svog položaja - učesnika i neizbežnog realizatora sredstava celokupne tehnike, sa potrebom da se ostvaruju ideje rodjene i razvijane u često udaljenim oblastima nauke i tehnologije - proizvodno mašinstvo može biti lišeno mobilisućeg snage poziva za mlade ljude. Konačno, konfrontacija novih ideja, znanja i rešenja u ambijentu proizvodnog mašinstva je prisutno u najširem krugu profesionalno kvalifikovanih kadrova različitog nivoa - od KV radnika strugara ili brava-
ra do diplomiranog inženjera u konstrukcijskoj ili proizvodno-tehnološkoj funkciji, što može, iako ne mora, da predstavlja i određeni faktor ograničenja.

Iznošenjem nekoliko misli svakako se nije želelo da se zatvori jedan veoma značajan problem. Pokušalo se samo da se u krugu koji u svojoj tekućoj praksi nailazi na poteškoće koje proističu iz faktora čovek u istraživanju, neka osnovna pitanja bar postave. Na kreativnoj IR-aktivnosti u proizvodnom mašinstvu stoje, međutim, ozbiljne odgovornosti, a želi se, prelazeći na poslednje pitanje ovog odeljka, istaći optimistički stav u odnosu na izazove, pa s tim u vezi i na intelektualno-kreativne stimulanse koje budućnost namenjuje proizvodnom mašinstvu.

Poslednje pitanje se odnosi na jedan nedavni pokušaj prognoze budućnosti u oblasti tehnologije mašinske obrade i proizvod-

nog mašinstva. U okviru članstva CIRP je tadašnji predsednik Tehničkog komiteta O (optimizacija) Dr. E. M. Merchant organizovao u periodu 1969/1971 godine anketu radi prognoze razvoja proizvodnog mašinstva u vremenu od 1975 do 2000 godine. Anketa je bila sprovedena na principima metode Delfi [26], a krajnji rezultati posle trećeg kruga izneti na Generalnoj konferenciji CIRP 1971 godine u Varšavi [27]. U osam oblasti proizvodnog mašinstva koje odgovaraju komitetima CIRP prognozirano je 125 događaja.

U njihovom velikom broju se, na primer, predviđa da će 1985 kombinacija obrade rezanjem sa drugim fizičkim i hemijskim procesima zameniti 25% klasičnih operacija rezanja, a da će 1995 varijacija materijala u pogledu obradljivosti biti manja od 5%, dok će novi alatni materijali omogućavati brzine rezanja do 1800 m/min.

1980 će obrada laserom prevazići obradu snopom elektrona, dok će 1990, pored značajnog razvoja elektrohemijskih obrada sa tačnošću do 0,01 mm, koristiti još noviji postupci. Uprkos napretka nekonvencionalnih metoda, u pogledu produktivnosti, tačnosti i kvaliteta površine one nikada neće zameniti klasično rezanje.

Preko 50% mašina za plastičnu obradu će 1985 biti automatizovano, sa razvojem kombinovanih postupaka sa sinterovanjem, dok će 1990 oko 50% toplog oblikovanja biti zamenjeno hladnim, a 2000 će postati realnost izrada delova iz monokristalnih vlakana.

1980 će točila od novih materijala izdržavati tri puta veća radna opterećenja, a niz unapredjenja će omogućiti da ona 1985 u 25% slučajeva nadomeste rezanje, uz učešće dijamanta ili njemu sličnih materijala do 30%. Do 1990 će biti razvijene egzaktnije metode za predikciju efekta brušenja, a 1995 će biti u upotrebi potpuno novi koncepti alata. Elektrohemijsko brušenje neće, međutim, zameniti konvencionalno.

Do 1990 se očekuje najveće unapredjenje alatnih mašina, sa koncentrisanjem napora na numeričko upravljanje do 1980, uz visoku tačnost, primenu lasera i sa sniženjem nivoa buke za 50%. Do 1985 će 75% svih srednjih i teških mašina imati hidrostatička i specijalna kotrljajna ležišta, dok će biti razvijene nove mašine sa kombinacijom različitih obradnih postupaka. 1990 će 75% svih alatnih mašina biti konstruisano primenom kompjuterske grafike, a 50% će biti deo fleksibilnih obradnih sistema; po vrednosti će 50% mašina

biti NUMA, a očekuju se vrlo pouzdani i praktični senzori.

Do 1980 će biti realna sva merenja i kontrole bez prekidanja procesa, sa punom automatizacijom do 1990, a 1995 će automatska kontrola biti prisutna u 50% svih operacija.

Do 1980 će biti razvijen kompletan software za automatizaciju svih zahvata, a takodje i za optimizaciju postojanosti alata, produktivnosti i kvaliteta površine, do 1985 će biti u širokoj primeni samooptimizirajuće adaptivno upravljanje, a kompjuter će u 80% slučajeva i u preko 50% preduzeća biti korišćen u pripremi proizvodnje. Do 1990 će se nalaziti na tržištu standardizovani kompjuterski software sistemi, dok će 75% industrije koristiti grupnu tehnologiju.

Kompjuterska predikcija kvaliteta površine usled habanja alata će biti omogućena do 1980, do 1985 će biti razvijeno adaptivno upravljanje kvalitetom površine pri brušenju, uz do tada definisane trodimenzijske parametre kvaliteta. Do 1990 će biti razvijene naučne metode za predikciju potrebnog kvaliteta s obzirom na funkciju.

Veoma kratak izlet na kraju odeljka kroz jedno od mogućnih predviđanja budućnosti mašinske proizvodnje mogao bi, uz respekt nedostataka svih poznatih metoda prognoziranja koje se po prirodi stvari zasnivaju na tekućim iskustvima i stoga ne mogu sagledati potpuno novo i nepoznato, da doprinese optimizmu u pogledu velikih i značajnih izazova koje budućnost stavlja pred proizvodno mašinstvo, uz istovremenu neophodnost da se shvati nužnost jedne ozbiljne revizije pristupa i korišćenog instrumentarijuma u proširenju granica znanja, iskustva i veština u budućnosti, sa svakako pojačanim udelom novih teorijskih sadržina u odnosu na još uvek preovladavajući empirijski manir u proizvodnom mašinstvu.

4. Zajednica jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva

Jedan deo istorije proizvodnog mašinstva u nas, od vremena formulisanja naučne politike u oblastima mašinstva i elektrotehnike, uz obuhvatanje proizvodnog mašinstva kao posebne grupacije sredstava za proizvodnju i tehnologije mašinske obrade [1], i savetovanja posvećenog utvrđivanju mera za unapredjenje naučnoistraživa-

čke delatnosti u industrijskoj mašinskoj proizvodnji juna 1961 godine u Beogradu [2], sadržan je u referatu pripremljenom za Konsultativni sastanak po završetku I savetovanja proizvodnog mašinstva [28], a dalji su preseki bili urađeni 1968 [29] i 1973 godine [18].

Pregledajući danas ove dokumente u svetlu navoda iznetih na prethodnim stranicama i informacija kojima sada raspolažemo, može se sa pouzdanošću tvrditi da je pionirska etapa dostizanja neophodnog nivoa zrelosti jugoslovenskih institucija proizvodnog mašinstva udruženih u Zajednicu za nama, i da jubilarno X savetovanje daje podesnu mogućnost da se učini kratka rekapitulacija urađenog. Može, nadalje, da se ukaže na izabrane akcije među kojima se ističu deset održanih savetovanja proizvodnog mašinstva, Samoupravni sporazum o Zajednici, prihvaćen na sednici Zajednice u toku VIII savetovanja 1973 godine u Ljubljani, i učešće predstavnika sedam današnjih članova Zajednice iz pet republika u formulisanju jugoslovenskog Makroprojekta "Razvoj i optimizacija obradnih sistema za individualnu, maloserijsku i srednjeserijsku proizvodnju" [30]. Interesantni su podaci o rastu članova Zajednice preko porasta ukupnog prihoda i istraživačkog kadra u tom vremenu, a uz veoma ograničenu mogućnost da se da ocena IR-opusa članova Zajednice, dobru sliku mogu da daju pregledno složeni podaci za 312 radova sa kojima su na deset savetovanja proizvodnog mašinstva članovi Zajednice prezentovali rezultate svoje IR-delatnosti.

Inicijativom i dogovorom Instituta za alatne mašine i alate IAMA - Beograd i Instituta za alatne strojeve IAS (danas PRVOMAJSKA - OOUR Institut za alatne strojeve) - Zagreb, i u okviru njihove do tada uspostavljene saradnje ⁺⁾ Institut IAMA je u zajednici sa Mašinskim fakultetom Univerziteta u Beogradu organizovao I savetovanje proizvodnog mašinstva 5. - 7. oktobra 1965 godine u Beogradu, s time da Institut IAS organizuje II savetovanje 1966 godine u Zagrebu.

Po završetku I savetovanja, 8. oktobra je održan Konsulta-

^{+) Saradnja na dva IR-projekta iz oblasti ispitivanja performansi alatnih mašina i utvrđivanja eksploatacionih karakteristika alatnih mašina, u čijem finansiranju je učestvovao i tadašnji Savezni fond za naučni rad}

tivni sastanak predstavnika Instituta IAMA i Mašinskog fakulteta u Beogradu, Instituta IAS i Strojarsko-brodogradjevnog fakulteta (sada Fakultet strojarstva i brodogradnje) - Zagreb, Inštituta i Fakultete za strojništvo (sada Fakulteta za strojništvo) - Ljubljana, Zavoda za alatne mašine i alate (u međuvremenu prestao sa radom) i Mašinskog fakulteta (sada Fakultet tehničkih nauka) - Novi Sad, Zavoda za alatne mašine, alate i mjernu tehniku i Mašinskog fakulteta - Sarajevo i Elektromašinskog fakulteta (sada Elektrotehnički i mašinski fakultet) - Skopje, dok su sastanku prisustvovali predstavnici Savezne privredne komore, Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije SITJ, Republičke privredne komore SR Srbije i Saveznog saveta za koordinaciju naučnih delatnosti.

Pored iznetog referata [28], diskusije i prihvatanja njegovih osnovnih poruka, odlučeno je da se formira Zajednica jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, kao dobrovoljna skupina prisutnih organizacija, sa ciljevima: (i) organizovanje savetovanja proizvodnog mašinstva, svake godine u sedištu drugog člana, (ii) delovanje na unapredjenju naučnoistraživačke i razvojne misli u oblasti proizvodnog mašinstva, i (iii) nastojanje na usaglašavanju programa i na drugim akcijama članova Zajednice. Uvažavajući neformalni status Zajednice, dogovoreno je da će odlukama većine članova biti primani novi članovi, a da vodjenje Zajednice, inicijative za sazivanje sastanaka, kao i potrebnu sekretarsko-administrativnu podršku u toku godine između savetovanja preuzima rukovodilac organizacije - člana Zajednice koja priprema naredno savetovanje.

Od formiranja Zajednice održana su, završavajući sa ovogodišnjim jubilarnim desetim, sledeća savetovanja:

- I savetovanje - Beograd, 5. - 7.10.1965,
- II savetovanje - Zagreb, 18. - 20.4.1966,
- III savetovanje - Ljubljana, 20. - 21.3.1967,
- IV savetovanje - Sarajevo, 9. - 10.5.1968,
- V savetovanje - Kragujevac (organizator Beograd), 15. - 16.5.1969,
- VI savetovanje - Opatija (organizator Zagreb), 14. - 15.5.1970,
- VII savetovanje - Novi Sad, 5. - 6.5.1971,

- VIII savetovanje - Ljubljana, 21. - 22.6.1973,
IX savetovanje - Niš, 30. - 31.5.1974, i
X savetovanje - Beograd, 9. - 10.10.1975.

Sve do VIII savetovanja u Ljubljani, Zajednica je funkcionisala bez formalnog akta svojih članova. Nacrt takvog Sporazuma je bio razmatran na sednici Zajednice 22. juna 1973 godine u Ljubljani, jednoglasno prihvaćen i potpisan od strane prisutnih članova. Zbog mogućnog značaja za ulogu Zajednice i za njen dalji rad, ovaj dokument se iznosi kao Prilog 1. referata.

Današnji članovi Zajednice su sledeće organizacije (po abecednom redu, u zagradi ovlašćeni predstavnik člana):

- Elektrotehnički i mašinski fakultet, Skopje (Prof. Ing. Strezo Trajkovski)
- Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb (Prof. Dr.-Ing. Rudolf Zdenković)
- Fakulteta za strojništvo, Ljubljana (Prof. Dr.-Ing. Janez Peklenik)
- Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad (Prof. Ing. Sava Sekulić)
- Institut za alatne mašine i alate i Mašinski fakultet, Beograd (Prof. Dr.-Ing. Vladimir Šolaja)
- Mašinski fakultet, Kragujevac (Prof. Dr.-Ing. Branko Ivković)
- Mašinski fakultet, Niš (Prof. Dr.-Ing. Predrag Popović)
- Mašinski fakultet, Sarajevo (Prof. Ing. Božo Bendelja)
- PRVOMAJSKA - OOUR Institut za alatne strojeve (Mr.-Ing. Boris Gornik)
- Tehnički fakultet, Rijeka (Prof. Ing. Slavko Margić)
- Tehnički fakultet, Titograd (Mr. Ing. Radovan Kovačević)

Pre iznošenja kratkih informacija o pojedinim članovima Zajednice, najpre se u tablicama 5. i 6. iznose podaci ^{+) za kretanje njihovog ukupnog prihoda po osnovi IR-delatnosti u periodu 1963 - 1975 godine, i broj ekvivalent-istraživača 1965 i 1975 god.}

^{+) Ovi podaci, kao i svi ostali podaci koji se odnose na članove Zajednice, urađeni su na osnovu odgovora na posebni Upitnik na koji su svi članovi dali odgovore. Pošto se Institut za alatne mašine i Mašinski fakultet (KAPROM i JUR-1.01) u Zajednici ne vode odvojeno, podaci su zbirni, što važi i kod docnije Tablice 7. Skraćeni nazivi članova Zajednice objašnjene su u Prilogu 2. referata}

Tablica 5. Ukupan prihod članova Zajednice iz IR-delatnosti u proizvodnom mašinstvu (1963-1975 god.) - u 000 din

Organizacija	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	Ukupno 1963-1975
EMF	-	-	-	-	-	-	-	-	200	280	240	380	400	1500
FSB	-	-	430	499	480	510	480	501	690	730	923	1130	1250	7623
FSLJ	11	90	240	320	350	430	420	360	600	900	2000	3500	5000	14221
FTN	-	-	-	15	3	187	30	233	231	718	677	1084	1400	4578
IAMA+MFB	113	604	1568	2248	2954	3693	3847	3437	3956	3633	4361	5636	7500	43550
IAS	-	726	619	1000	1191	1559	3651	2204	2261	3254	3009	4933	6500	30907
MFK	-	-	-	-	-	-	-	50	50	550	770	890	1000	3310
MFN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	301	411	550	1442
MFS	170	234	317	334	419	451	458	613	628	751	845	875	900	6995
Ukupno	294	1654	3174	4416	5397	6830	8886	7398	8616	10996	13126	18839	24500	114126

NAPOMENE : - Podaci za FSLJ su procena udela u ukupnom prihodu iz

IR-delatnosti, dok za TFR nije bilo moguće uraditi procenu

-TFT nema za sada prihoda iz IR-delatnosti

-za 1975 god. su iznete procene očekivanog prihoda.

Iz Tablice 5. se uočava (i) ukupni prihod članova Zajednice po osnovi IR-delatnosti je u vremenu od I savetovanja proizvodnog mašinstva porastao za 7,7 puta, tj. sa prosečnom stopom rasta od 20% godišnje, (ii) porast prihoda je nejednolik, pri čemu se u ukupnom iznosu i po pojedinim članovima oseća da je period 1969 - 1972 godine bilo vreme vrlo ozbiljne poslovne krize i stagnacije, (iii) tek od 1972 godine svi članovi Zajednice, sa izuzetkom Tehničkog fakulteta, Titograd, koji još ne postiže efekte na tržištu IR-delatnosti, beleže ovaj prihod (za Tehnički fakultet, Rijeka, nije bilo moguće proceniti udeo proizvodnog mašinstva, pa se kao mali iznos i ne daje u Tablici 5.), i (iv) u poređenju sa realizovanim godišnjim prihodom najvećih instituta tehničko-tehnoloških nauka u SFRJ očekivani ukupni prihod svih članova Zajednice u 1975 godini, pritom rascepan na veći broj zasebnih prihoda, predstavlja tek deo njihovog prihoda (po redu veličine se izjednačava sa ukupnim prihodom članova Zajednice za ceo razmatrani period), no imajući u vidu okolnosti okruženja i druge probleme, može se uočeni trend priširenja obima poslovanja oceniti za sada kao povoljan.

Tablica 6. Broj ekvivalent-istraživača kod članova Zajednice sa punim radnim vremenom, 1965 i 1975 god.

<i>Organizacija</i>	<i>1965</i>	<i>1975</i>
<i>EMF</i>	2	7
<i>FSB</i>	12	18
<i>FSLJ</i>	8	15
<i>FTN</i>	6	20
<i>IAMA + MFB</i>	17	27
<i>IAS</i>	15	28
<i>MFK</i>		6
<i>MFN</i>		5
<i>MFS</i>	4	6
<i>TFR</i>		3
<i>TFT</i>		2
<i>Ukupno</i>	<i>64</i>	<i>137</i>
<i>Doktora tehničkih nauka</i>	3	25

Istovremeno se iz Tablice 6. vidi da je broj ekvivalent-istraživača porastao za proteklih 10 godina 2,1 puta (medjutim preko 8 puta doktora tehničkih nauka). Kategorija ekvivalent-istraživača je uvedena zbog toga što je (i) praksa u svetu i u SFRJ da se, pri utvrđivanju ljudskih resursa u IR-delatnosti učešće univerzitetskog nastavnog osoblja u pogledu vremena koje može posvetiti naučnoistraživačkim zadacima vrednuje sa faktorom 0,3 do 0,5, i (ii) zato što je 83% institucija - članova Zajednice na Univerzitetu, i

u njima je zapošljeno 80% istraživača. Ukupno brojno stanje lica sa visokoškolskom spremom angažovanih u istraživanju i obrazovanju kod dvanaest članova Zajednice je inače 225.

Prema ranijem navodu u referatu, ovaj istraživački kapacitet mereno finansijskim ulaganjima kako su procenjene IR-delatnosti proizvodnog mašinstva, predstavlja oko 20% potrebnih istraživača sa fakultetskom spremom za celu zemlju, a sa samo nešto preko 11% pokriva procenjene potrebe u 1980 godini +).

U okolnostima inovativne delatnosti u nas (unapredjenja, otkrića i patenti) i ne pridajući kvantitetu objavljenih i neobjavljenih radova ulogu jedinog kriterijuma u vrednovanju IR-opusa pojedine institucije ili pojedinca, može se proceniti da za sve članove Zajednice, posmatrano u dužem vremenu nego što je to poslednjih deset godina, kompletna lista svih radova sadrži do 2000 naslova ++). Od ovih je 312 bilo izneto na dosadašnjih deset savetovanja proizvodnog mašinstva.

Sa razloga što, od samog osnivanja Zajednice, savetovanja predstavljaju u najvećem delu reprezentativnu smotru IR-delatnosti članova Zajednice - o tome govori i podatak da je od 399 naslova 312, odnosno 78% iz Zajednice - interesantne polaze mogu da pruže pregledi po mestu odakle prilozima potiču, po savetovanjima i po

+) U analizi uradjenoj 1965 godine [28] bila je za 1970 godinu predviđena ukupna jugoslovenska potreba od 360 istraživača sa univerzitetskom diplomom i sa punim radnim vremenom (od toga bar 20 % magistara ili doktora tehničkih nauka) usmerenih na oblast proizvodnog mašinstva, a analizom kretanja odličnih studenata na mašinskim fakultetima u zemlji bilo je ocenjeno da se 1970 godine može računati maksimalno sa 100 prvoklasnih mladih mašinskih inženjera kao aktivnim istraživačima. Presek stanja u 1968 godini [29] je pokazao, međjutim, da je ova procena bila preterano optimistička. Situacija se u vremenu posle 1972 godine poboljšava, iako se i sada predviđeni broj kvalifikovanih istraživača 1980 godine (1200) čini da je previsok sa stanovišta mogućnosti za njihovo školovanje, pogotovo što je broj od 600 u 1975 godini veoma dalek od životne realnosti

++) Na primer, Mašinski fakultet u Beogradu je sa dosadašnje tri sveske svoje bibliografske edicije "Bibliografije MF" pokrio područje od 1945 do 1973 godine sa oko 5000 naslova, uključujući tu i udeo proizvodnog mašinstva; nadalje se tekući bibliografski podaci za radove u oblasti proizvodnog mašinstva Mašinskog fakulteta i Instituta za alatne mašine i alate u Beogradu svake godine iznose u periodičnoj publikaciji "Saopštenja IAMA"

Tablica 7. Pregled radova na I-X savetovanju po organizacijama
(1. - 12. članovi Zajednice, 13. - 41. ostali).

Red. br.	Organizacija	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ukupno
1	EMF	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	4
2	FSB	2	10	1	2	4	7	21	1	2	1	51
3	FSLJ	2	2	4	1	6	1	4	4	-	5	29
4	FTN	-	-	1	1	2	1	5	3	4	5	22
5-6	IAMA+MFB	13	11	2	8	23	12	14	3	3	18	107
7	IAS	5	9	4	4	6	5	4	4	-	4	45
8	MFK	-	-	-	1	3	3	5	-	1	3	16
9	MFN	-	1	2	2	1	3	1	1	2	2	15
10	MFS	-	2	1	6	2	3	2	-	1	1	18
11	TFR	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4
12	TFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
13	Đ Đ	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	3
14	FNTLJ	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
15	FZN	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	3
16	ILR	-	1	1	-	3	-	1	-	-	3	9
17	IMP	2	-	-	1	2	-	-	-	-	-	5
18	IPT	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
19	PA	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3
20	PPT	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	5
21	PZ	-	2	1	-	-	2	2	1	-	1	9
22	TAM	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3
23	ZALJ	-	-	1	-	2	-	-	-	1	-	4
24	ZCZ	-	-	-	-	-	1	6	-	-	1	8
25	ŽJ	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
26	ŽR	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	3
27	ŽS	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
28-41	Ostali (ČSSR, EI, GZ, IBK, IEA, ING, IRIZ, IRK, JK, JN, KIZ, LŽTK, MAG, MILJ, NTZ, OKI, SINZ, TIL, TOZ, VTŠČ, VTŠM, VTŠZ, ZPD, ZRLJ) po 1	2	-	-	-	1	5	6	2	4	4	24
	Ukupno	27	40	23	27	57	49	82	20	22	52	399

užoj oblasti proizvodnog mašinstva. Stoga se oni iznose u tablicama 7. i 8. (skraćeniice za radne organizacije i za oblasti proizvodnog mašinstva se nalaze u Prilogu 2.).

Bez pojedinačne ocene doprinosa članova Zajednice i njihovih saradnika prostoru novih znanja i korisnih rešenja, izneto omogućuje nekoliko generalnih zaključaka: (i) oko prosečnog broja pri-

Tablica 8. Pregled radova na I-X savetovanju po obuhvaćenim oblastima.

Oblast	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ukupno
AM	5	12	6	3	26	5	1	9	-	9	76
AM-NU	5	2	1	1	5	1	2	1	1	4	23
M	1	1	-	-	-	-	37	-	-	-	39
NO	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	4
O	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
OD	1	4	5	8	-	15	2	-	8	-	43
OR	10	8	6	9	19	2	27	1	-	20	102
PK	-	-	-	-	-	1	11	4	-	13	29
TO	4	11	2	3	5	20	1	5	5	-	56
ZOM	-	1	3	1	2	4	1	-	8	5	25
Ukupno	27	40	23	27	57	49	82	20	22	52	399

loga po savetovanju (40) postoje znatna oscilovanja, uslovljena verovatno i tematikom na dnevnom redu, sa programski najbogatijim VII savetovanjem, na kome je, medjutim, najveći prostor zauzela tematika materijala u mašinstvu (45%), (ii) uz znatnu zastupljenost članova Zajednice kod kojih je duža tradicija istraživanja, ohrabruje pojava Elektrotehničkog i mašinskog fakulteta Skopje i Tehničkog fakulteta Titograd na poslednjim savetovanjima, a za budućnost se očekuje i aktivnija uloga Tehničkog fakulteta Rijeka, (iii) izvan Zajednice ističe se kontinualno učešće proizvođača

alatnih mašina - članova Poslovnog udruženja MAŠINO-UNION (preduzeća PRVOMAJSKA- Zagreb i Ivo-Lola Ribar - železnik, sa po 9 za- paženih priloga), a od ostalih Zavoda Crvena Zastava - Kragujevac (8 priloga), (iv) uz dva referata sa opštim pitanjima proizvodnog mašinstva (uvodni referati za VI i X savetovanje), najviše je pri- loga iz oblasti obrade rezanjem (102), što je i prirodno, pošto je to tematika kojom se bave svi članovi Zajednice, a mereno istim kvantitativnim merilima zadovoljava i učešće alatnih mašina, sa stalnim prisustvom problematike numeričkog upravljanja i modernih obradnih sistema (ukupno 99); nešto je manje zastupljena temati- ka obrade deformacijom i odvajanjem (43) i široko područje teh- nologije (grupna tehnologija, tehnološka organizacija, automati- zacija proizvodnje i kontrola kvaliteta - ukupno 56), dok se na savetovanja proizvodnog mašinstva probija oblast održavanja, mode- rnizacije i zaštite (25), a u nizu različitih drugih stručno-nau- čnih skupova u nas na tematiku primene kompjutera u konstrukciji, pripremi proizvodnje i upravljanju proizvodnjom, raste i učešće o- vog, za budućnost proizvodnog mašinstva svakako jednog od strateš- ki najvažnijih područja (29); potpuno je depresiran udeo nekon- vencionalnih procesa, što može da govori o njihovoj zanemarenosti u jugoslovenskim istraživačkim programima, i (v) ukupno 21 knjiga zbornika radova, objavljenih na preko 3000 stranica, a sadrže 399 priloga, od kojih je preko 80% predstavljao izlaz iz sopstvenog is- traživanja, modelska rešenja ili iskustva u prevazilaženju prakti- čnih problema u proizvodnoj funkciji, a ostatak kritičke preglede područja, predviđanje trendova u datim oblastima ili kompilovanje korisnih literaturnih informacija, predstavlja danas vrednu kolek- ciju informacija iz oblasti proizvodnog mašinstva i inspiraciju za primenu ili dalji razvoj koncepata i ideja, pored očigledno is- torijski vredne hronike do sada predjenog puta.

Smatrajući da u dokumentima jubilarnog X savetovanja proiz- vodnog mašinstva treba da nadje mesto i informacija o 399 radova iznetih na svih deset savetovanja, Prilog 3. se odnosi na njihov pregled, sa podacima o mestu odakle je prilog došao i kojoj užoj oblasti proizvodnog mašinstva pripada.

Od akcija u kojima su, pored savetovanja proizvodnog mašin- stva, učestvovali svi ili većina članova Zajednice svakako da u proteklih deset godina centralno mesto zauzima Makroprojekt RAZVOJ

I OPTIMIZACIJA OBRADNIH SISTEMA ZA INDIVIDUALNU, MALOSERIJSKU I SREDNJESERIJSKU PROIZVODNJU.

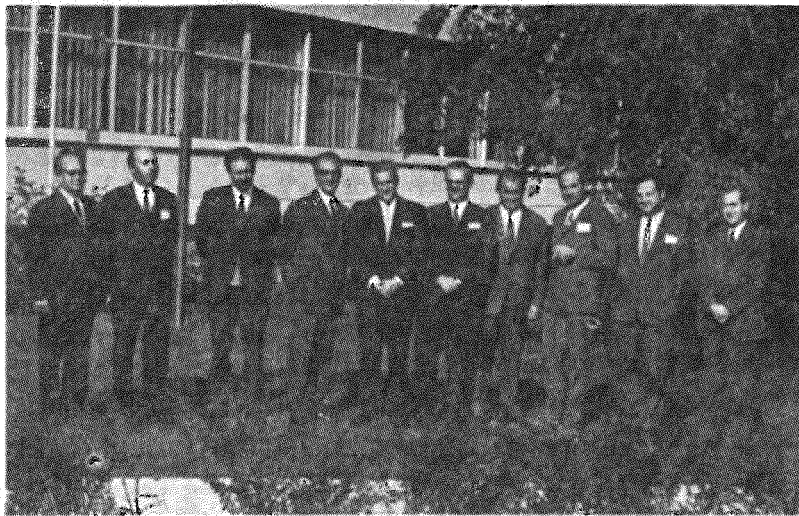
U preorijentaciji bivšeg Saveznog saveta za koordinaciju naučnih delatnosti ka krupnim istraživačkim programima od značaja za celu zemlju, krajem 1968 godine razvijena ideja makroprojekata susrela se sa programskim konceptima iniciranim već od prethodne godine, pre svega od strane Inštituta za strojništvo (danas Fakulteta za strojništvo) u Ljubljani i Instituta za alatne mašine i alate u Beogradu [19]. Pretrpevši neophodna usaglašavanja i aktualizacije, i prošavši kroz veoma strogu prethodnu verifikaciju na nivou republika i pokrajina, Savezni savet je početkom 1970 godine uvrstio ovaj program među dvadesetak makroprojekata saveznog značaja i krajem marta formirao njegov Matični odbor. U Odbor od 14 članova - stručnjaka iz svih republika je imenovano i osam članova Zajednice +). Odbor je u petomesečnom radu usaglasio program sa iskazanim interesima Nauke i Privrede drugih republika i saglasno postupku organizovao Simpozijum na Bledu, 24. i 25. septembra 1970 godine [30].

Uz učešće pozvanih 125 najkompetentnijih stručnjaka iz cele zemlje, pretežnim delom iz industrije i manjim iz sektora nauke i obrazovanja, Simpozijum je doneo pozitivnu ocenu ciljeva, programa i predloženog postupka za realizovanje Makroprojekta.

Osnovni ciljevi koji su uslovljavali urgentno pristupanje intenzivnom radu na Makroprojektu su bili (i) uključivanje u tokove kreiranja znanja u tehnologiji po linijama očekivanih pravaca svetskog napredovanja, (ii) podizanje nivoa proizvodno-organizacione funkcije naše metalske industrije direktnim praktičnim aplikacijama tog znanja istvaranjem kompetentnih kadrova, i (iii) doprinos smanjenju pretećeg tehnološkog jaza.

+) Za članove Matičnog odbora su bili određeni (oznaka Z u zagradi se odnosi na predstavnike članova Zajednice): Prof. Dr. J. Peklenik, predsednik - Ljubljana (Z), Prof. V. Šolaja, potpredsednik - Beograd (Z), Mr. B. Gornik, sekretar - Zagreb (Z), Prof. B. Bendelja - Sarajevo (Z), Prof. Dr. A. Djurašević - Zagreb (Z), A. Kostelić - Zagreb, M. Lavrenčić - Ljubljana, Prof. Dr. V. Mlačić - Beograd (Z), E. Mohor - Maribor, Prof. Dr. B. Musafija - Sarajevo (Z), P. Radivojević - Beograd, R. Temali - JNA, R. Terzić - Tigarad i Prof. S. Trajkovski - Skopje (Z)

Iako je po svom programskom konceptu 30 Makroprojekt zadirao i u područja ekonomike i društveno-političkih odnosa, pre svega u domenu samoupravljanja (odlučivanje i upravljanje) pretežan deo napora je bio usmeren na tehničko-tehnološke, određeniye, proizvodne aspekte problematike proizvodnog sistema. Izboru orije-



Slika 9 - Deo članova Makroprojektnog odbora na Simpozijumu na Bledu (s leva na desno: M. Lavrenčić, Prof. S. Trajkovski, Mr. B. Gornik, R. Temali, Prof. Dr. J. Peklenik, Prof. V. Solaja, P. Radivojević, R. Terzić, E. Mohor i Prof. Dr. A. Djurašević)

ntacije prevashodno na proizvodne aspekte kao težištu govori u prilog i činjenica da je moguće govoriti o približnoj relaciji 1 : 10 : 100 u pogledu sredstava neophodnih respektivno za formulisanje ideje o novom proizvodu, za konstrukcijsko-funkcionalnu razradu i optimizaciju na nivou prototipa i za njegovu realizaciju za tržište preko proizvodnog procesa.

Povezivanje u integrisani proizvodni sistem obradnog, kontrolnog, transportnog i skladišnog sistema, uz uspostavljanje neophodnog upravljačkog sistema, sa centralnim procesorom informacija u kome se obrađuje geometrijski i tehnološki deo razvojnog i konstrukcijskog procesa, dovelo je do sledećeg, ukрупnjeno iskazanog, istraživačkog repertoara 30 :

- (i) Razvojni i konstrukcijski proces,
- (ii) Metode organizacije geometrijske i tehnološke informacije,
- (iii) Optimizacija obradnih procesa i sistema na sadašnjem nivou tehnologije,
- (iv) Razvoj integrisanih obradnih sistema sa numeričkim i adaptivnim upravljačkim sistemom korišćenjem kompjutera, i
- (v) Organizacija obradnih sistema.

Bez programskih detalja, a ceneći neophodnost tesnog dvosmernog povezivanja istraživačkog rada u naučnim institucijama i u odgovarajućim razvojnim sektorima industrijskih organizacija - partnera, prema slici 8 su aktivnosti istraživanja i aplikacije u industriji povezani preko medjuprostora koji obuhvata kadrove (stalni istraživači u institucijama, doktorandi, magistrandi i diplomandi, nosioci projekata iz industrije, zatim simpozijumi, kratki kursevi itd.). Ovaj koncept je trebalo da, pored ostalog, osigura formiranje i protok kadrova i potrebne korekcije istraživačkih zahvata.

Vredno je ovde zabeležiti činjenicu da su se, istovremeno sa radjanjem ulaznih koncepata jugoslovenskog Makroprojekta, u Međunarodnoj instituciji CIRP javile slične inicijative: posle priloga kritičkoj analizi naučnog pristupa u CIRP koju je Prof. Dr.-Ing. J. Peklenik izneo na Generalnoj skupštini CIRP 1968 godine u Nottingham-u [31] i vodjene diskusije, po njegovom predlogu je u okviru Komiteta O formirana podgrupa Technological Transfer, i docnije radna grupa Obradni sistemi (Manufacturing Systems), s time da, prema ranije učinjenoj napomeni, međunarodni časopis prikazan na X savetovanju, u kome se objavljuju prilozi na svakogodišnjim međunarodnim seminarima Manufacturing Systems, izlazi u SFRJ.

Novonastala situacija stvorena u zemlji decentralizacijom naučne politike u nas i, kao posledica, ukidanjem Saveznog saveta za koordinaciju naučnih delatnosti i njegovog Fonda krajem 1970 godine, odrazila se na Makroprojekt na način što je aktivnost pod ovim naslovom ostala u Ljubljani [32] - [34] i u Beogradu [35], [36] +), dok je u Zagrebu prihvaćen republički Makroprojekt "Istra-

+) Iz praktičnih razloga je naziv projekta skraćen na "Razvoj i optimizacija obradnih sistema - ROPOS", i tako se vodi u prioritetima Republičke zajednice nauke od 1974 godine

živanje u cilju razvoja i unapredjenja proizvodnih procesa u industriji prerade metala SRH".

U vezi sa okupljanjem unutar članstva Zajednice, moguće je istaći i nedavnu inicijativu mašinskih fakulteta u Kragujevcu i Nišu u oblasti obrade deformacijom. U toku 1974 godine su održane konsultacije istraživača koji rade u oblasti deformacije i odvajanja na fakultetima u Nišu i Kragujevcu, Mašinskom fakultetu u Beogradu i na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, sa stručnjacima deset industrijskih organizacija iz SR Srbije. Indicirane su tematske oblasti od interesa za krug davalaca i korisnika usluga, a trebalo bi očekivati da može da dodje do određenih kooperativnih programa.

Obuhvatajući sve članove Zajednice, korisno je izneti u kondenzovanom vidu osnovne podatke o strukturi, sadržinama i mehanizma funkcionisanja u odnosu na okruženje IR-institucija proizvodnog mašinstva - članova Zajednice.

Deset članova - univerzitetskih institucija obuhvataju većinom celokupno mašinstvo i stoga nemaju za područje proizvodnog mašinstva izdvojenu IR-funkciju u posebne OOUR, već je uglavnom reč o organizacionim jedinicama matične fakultetske organizacije (ili određene OOUR) koja im je osnivač. Uz niz organizacionih izmena koje su zabeležene kod svih članova Zajednice u prošlosti, a navodeći godinu u kojoj je stvarno započeta IR-delatnost u posleratnom periodu, sadašnje stanje je sledeće (zbog racionalnosti se koriste skraćenice objašnjene u Prilogu 2.):

- EMF - Institut za proizvodno mašinstvo (tri katedre) 1971
- FSB - OOUR-Zavod za tehnologiju (sedam laboratorija) 1945
- FSLj - Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in kompjutersko tehnologijo LAKOS - 1945
- FTN - Institut Mašinskog fakulteta (tri katedre) 1963 +)
- MFB - JUR-1.01 za proizvodno mašinstvo i primenu kompjutera (Zavod za mašine alatke) 1945
- MFK - Laboratorija za obradu metala i tribologiju LOMT i

+) Reč je o Zavodu za alatne mašine i alate u Novom Sadu, formiranom 1963 godine, čije je poslovanje preuzeo Mašinski fakultet u Novom Sadu posle rasformiranja Zavoda

Laboratorija za obradu metala deformacijom i mašinske materijale LODIM - 1970 +)

- MFN - Institut za mašinstvo Mašinskog fakulteta u Nišu (dve laboratorije) 1966
- MFS - Zavod za alatne mašine, alate i mjernu tehniku (osnivači Mašinski fakultet Sarajevo i Preduzeće "ZRAK" Sarajevo) 1963
- TFR - Institut za strojarstvo, brodogradnju i građevinarstvo - 1971
- TFT - OOUR - Institut za tehnička istraživanja (Zavod za mašinstvo) 1974

Za dva vanuniverzitetska instituta se, nadalje, mogu dati sledeći podaci:

- IAMA - OOUR (osnivači: Poslovno udruženje MAŠINO-UNION - Beograd, Mašinski fakultet - Beograd, Izvršno veće SR Srbije) 1963
- IAS - PRVOMAJSKA - OOUR Institut za alatne strojeve (osnivači: IUR Krapan - Raša, Metalac - Varaždin, MIV - Varaždin, Predvodnik - Split, Prvomajska - Zagreb, Strojarsko-brodogradjevni fakultet - Zagreb i Visoka tehnička škola - Zagreb) 1962

Prema oblastima proizvodnog mašinstva indiciranim u Tablici 8 (objašnjenja skraćenica u Prilogu 2.), u Tablici 9. se iznosi u-krupnjeni pregled IR-delatnosti koje su prisutne kod pojedinih članova Zajednice. Svakako da ovakav pregled ima niz slabosti - ne govori o orijentaciji, nivou i obimu naučno-istraživačke aktivnosti ili o sadržini i karakteru intervencija u privrednom okruženju, a takodje ne sadrži neke posebne aktivnosti vredne pomena, koje su van okvira koje određuje devet oblasti ++)

+) U Odeljenju Mašinskog fakulteta Beograd u Kragujevcu, pre formiranja Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, tim istraživača je svoj IR-program iz oblasti obradljivosti pri rezanju izvodio u okviru Instituta IAMA

++) Na primer, primena laserske merne tehnike u obradnim sistemima na FSLj, tribološka istraživanja primenom radioaktivne metode na MFK ili dinamička ispitivanja vagona i nekonvencionalna primena superfiniša u IAMA

većine članova uočiti širenje njihove IR-aktivnosti na veći broj oblasti, sa velikom zastupljenosti obrade rezanjem i malom nekonvencionalnih postupaka. Međutim, ovo je bez sumnje uslovljeno obrazovnom komponentom, po učešću svakako značajnom kod većine članova Zajednice,

ali isto tako i regionalnom orijentacijom u razmeni rezultata svog rada sa korisnicima.

Pri izradi referata nije se raspolagalo dovoljno pouzdanim informacijama o istraživačkoj opremi i njenoj vrednosti kod članova Zajednice, no na osnovu delimičnih podata-

Tablica 9 - IR-delatnosti članova zajednice

	AM	AM-NV	M	NO	OD	OR	PK	TO	ZOM
FMF	+			+		+			
FSB	+	+	+		+	+		+	
FSLJ	+	+				+	+	+	+
FTN	+		+		+	+	+	+	+
IAMA + MFB	+	+		+	+	+	+	+	+
IAS	+	+		+		+	+	+	+
MFK			+		+	+			
MFN					+				+
MFS	+				+	+		+	
TFR			+			+			
TFT					+	+			

ka može se pretpostaviti da deo koji je usmeren na IR-delatnost u proizvodnom mašinstvu iznosi ukupno oko 35 mil. dinara po nabavnoj vrednosti, uz, međutim, prilično visok stepen otpisanosti. Svako da je u jugoslovenskim okolnostima prinavljanje opreme jedan od najakutnijih problema IR-organizacija ⁺⁾ , i da on nije mimoišao ni institucije proizvodnog mašinstva. Ne otvarajući polemiku o, za naše uslove moguće utvrdljivom optimalnom nivou i strukturi oprem-

⁺⁾ Sopstvena akumulacija i sredstva amortizacije institucija su nedovoljni izvori za prinavljanje sve skuplje istraživačke opreme, društveni fondovi sistematski samo manji deo raspoloživih sredstava usmeravaju na istraživačku opremu, dok mehanizmi prihvatljivih kreditnih aranžmana u sferi Nauke praktično su nepoznati

ljenosti pri inače opravdanim zahtevima da treba ojačati udeo fundamentalnog konteksta istraživanja u proizvodnom mašinstvu (što moguće baš i povećava potrebe za ulaganjem), može se sa pouzdanošću tvrditi da je, sem potpuno izuzetnih slučajeva, institucionalna baza istraživanja u proizvodnom mašinstvu u pogledu opremanja u ozbiljnoj krizi.

Već je istaknuto da je stepen prihvatljivosti informisanja o konkretnim mogućnostima i potrebama jedno od osnovnih praktičnih pitanja u jugoslovenskom prostoru istraživanja i privrednih aplikacija. Stoga, pored svakogodišnjih savetovanja kao zajedničke brige IR-institucija udruženih u Zajednicu, članovi sprovode i svoje posebne vidove komuniciranja, koristeći za to dva vida, (i) različite stručno-naučne skupove, uključujući i kurseve za inovaciju znanja i posleddiplomske studije, i (ii) publicističku aktivnost. Dok pretežan deo članova Zajednice neguje obrazovanje kadrova pri različitim načinima transfera znanja i iskustva, u pogledu publicističke aktivnosti se navodi da, uz prisustvo u jugoslovenskoj i stranoj stručno-naučnoj periodici, uključujući i glasila svojih matičnih organizacija, i u materijalima različitih skupova, neki članovi razvijaju i sopstvenu izdavačku delatnost, pri čemu se navodi samo ona koja je usko orijentisana na proizvodno mašinstvo:

- FSLj - Medjunarodni časopis "Proceedings of the CIRP Seminars on Manufacturing Systems", Vesti za industriju IAKOS, Seminari obdelovalni sistemi
- IAMA - Saopštenja IAMA, Monografije IAMA, Preporuke IAMA, Priručnici IAMA
- MFB - Zbornici "Upravljanje proizvodnjom u industriji prerađivanja metala", Informacije JUPITER-sistem
- MFK - Obrada metala i tribologija OMT
- MPN - Sredstva i metode obrade deformacijom SMOD
- MFS - Zbornik radova Zavoda za alatne mašine, alate i mjernu tehniku.

Na ovaj način iznet sažeti presek kroz odabrana životna odredišta IR-institucija - članova Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, uz sve navode i komentare iznete u prethodnim odeljcima, veruje se da omogućava da se povodom jubilarnog X savetovanja proizvodnog mašinstva sagleda-

ju neke realnosti, određeni izazovi i prostor odgovornosti za koje bi bilo neophodno da ih deo jugoslovenskog društva orijentisan na materijalnu proizvodnju u metalnoj industriji uoči, donese svoje sudove, postavi ili koriguje ciljeve, anticipira optimalne puteve i neophodna sredstva, uspostavi sistem vrednosti i utvrdi pravila ponašanja.

5. Sećanje na preminule zaslužne članove Zajednice

Iako u ovom referatu nema posebno reči o pionirima visokoškolskog obrazovanja, stvaranja prvih domaćih sredstava za proizvodnju i prvih istraživanja u nas, čije se delovanje kreće od kraja prošlog veka i okončava pre poslednjeg svetskog rata ⁺⁾ , u vremenu od 1965 do 1975 godine smrt je otela iz kruga Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva čitavu pregršt istraživača i stručnjaka visokog ranga i značajnih zasluga za sredine u kojima su delovali, dobar deo njih u punom naponu stvaralačkih snaga.

Uvažavajući ulogu ovih pregalaca u stvaranju fizionomije proizvodnog mašinstva u nas, mesto koje su trajno zauzeli u njego-

⁺⁾ Prvi srpski konstruktor alatnih mašina u vremenu 1881 - 1890, Ing. Toša Selesković, krajem prošlog veka i profesor Tehničkog fakulteta Velike škole (1905 godine prerasla u Univerzitet) u Beogradu, koga je smrt sprečila da formira prvi visokoškolski Tehnološki zavod u nas (Mehaničko-tehnička radionica osnovana 1901 godine), Prof. Ing. Aćim Stevović, prvi nastavnik za predmet Alatne mašine na Tehničkom fakultetu u Beogradu od školske 1906/1907 godine do vremena posle I svetskog rata i, u okviru drugih širokih inženjerskih delatnosti, konstruktor alata i nekih alatnih mašina, i Ing. Aleksandar Kosicki, kontraktualni profesor koji je, u nizu drugih nastavnih zaduženja, preuzeo nastavu ovog kursa između dva rata; o radu i likovima ovih pionira u nas biće više reči na stručno-naučnom skupu koji članovi Zajednice u Beogradu - Institut za alatne mašine i alate IAMA i Mašinski fakultet Univerziteta - predviđaju za kraj 1976 godine, a biće posvećen 70-godišnjici nastave proizvodnog mašinstva, 30-godišnjici Zavoda za mašine alatke i 10-godišnjici publikacije "Saopštenja IAMA". Takođe je na 1919 godine osnovanoj Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu, Ing. Nikolaj N. Savin, prethodni redovni profesor Politehničkog instituta u Petrogradu, 1922 godine osnovao Laboratoriju za mehaničku tehnologiju, a Ing. A. Sahnazarov, kao njegov saradnik, je školske 1924/1925 godine izabran za honorarnog asistenta za tada ustanovljeni predmet Radni strojevi u okviru Strojarskog odjela

vim prostorima i pečat koji su svojim ličnostima i doprinosima dali desetgodišnjem i prethodnom periodu stvaranja uslova za današnje stanje, ovaj se odeljak posvećuje uspomeni na sledećih pet zaslužnih članova naše Zajednice koji su nas napustili od 1969 godine do na mesec dana pre jubilarnog X savetovanja:

- Dr.-Ing. Pavle Stanković, red. profesor Mašinskog fakulteta u Beogradu (27.3.1909 - 25.8.1969)
- Akademik Dr.h.c. Ing. Feliks Lobe, red. profesor Fakultete za strojništvo u Ljubljani (14.10.1894 - 9.5.1970)
- Ing. Artemije Šahnazarov, red. profesor Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu (1891 - 5.12.1973)
- Dr.-Ing. Aleksandar Djurašević, red. profesor Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu (12.12.1922 - 25.3.1974)
- Mr.-Ing. Ante Lovasić, docent Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu (1924 - 4.9.1975).

Prof. Dr.-Ing. Pavle Stanković je rođen 1909 godine u Beču. Osnovnu školu je završio u Hamburgu, gimnaziju u Kikindi i Beogradu, a diplomirao je 1932 godine na Mašinsko-elektrotehničkom odseku Tehničkog fakulteta u Beogradu. 1933 godine se zaposlio u Fabrici aviona "Zmaj" u Zemunu, gde radi na konstruisanju i proizvodnji aviona do početka rata 1941 godine, a 1938 godine je postavljen za asistenta Tehničkog fakulteta za predmet Statika aviona. Za vreme rata prekida javnu profesionalnu inženjersku delatnost, i po oslobodjenju Beograda se kao šef konstrukcijskog odeljenja i instruktor za opravke aviona ponovo uključio u istu Fabricu. 1945 godine mu je poverena nastava iz predmeta Mašine alatke i Oprema aviona, a postavljanjem za docenta za prvi predmet prelazi 1946 godine definitivno na Univerzitet. 1951 godine je izabran za vanrednog profesora za predmet Mašine alatke i industrijska proiz-



vodnja mašina, 1953 godine je doktorirao u Srpskoj akademiji nauka i umetnosti u Beogradu, a 1957 godine je izabran za redovnog profesora za predmete Mašinska obrada i Mašine alatke. Osnivač je Zavoda za mašine alatke i Katedre za tehnologiju na Mašinskom fakultetu i inicijator naučno-istraživačke i visokoškolsko-pedagoške delatnosti u oblasti proizvodnog mašinstva u SR Srbiji i nosilac njihovih proširenja i na druge centre u zemlji (Sarajevo, Skopje, Kragujevac, Novi Sad, Niš), inspirator je i aktivni učesnik u formiranju Instituta za alatne mašine i alate IAMA u Beogradu. Pored uspostavljanja, organizovanja i unapredjenja naučne i nastavne delatnosti na Univerzitetu, razvijao je i negovao uspešnu i značajnu saradnju sa privredom, učestvovao u saveznim i republičkim organima za nauku (pored ostalog bio je član tima koji je izradio prvi dokument naučne politike u oblasti proizvodnog mašinstva u SFRJ 1).

Kroz dugogodišnji rad na odgovornim industrijskim zadacima vazduhoplovne industrije obogaćen širokim znanjima i velikim iskustvom u oblastima tehnike, tehnologije i organizacije proizvodnje, Prof. Stanković je ugradio svoju kompletnu ličnost u nastavne i istraživačke zadatke: sem razvijanja široke obrazovne delatnosti u prostorima proizvodnog mašinstva, uključujući tu i brojne, znalački koncipirane, stalno unapredjivane i aktuelne udžbenike sa često monografskim elementima, značajna je njegova pionirska uloga u uspostavljanju naučnoistraživačke i razvojnounapredjivačke delatnosti, pri čemu se njegovi lični doprinosi ogledaju u oblasti ispitivanja alatnih mašina (prva praktična ispitivanja radnih karakteristika frikcionih presa i strugova), konstrukcijskog razvoja sredstava za proizvodnju, sa posebnim doprinosima u oblasti plastične deformacije (razvoj prese-čekića i mašine i tehnologije za izradu zupčanika plastičnom deformacijom u toplom stanju pri relativnom kotrljanju) i u postavljanju teorijske osnove i metodologije za integralnu identifikaciju eksploatacijskih karakteristika alatnih mašina. Bibliografija radova Prof. Stankovića sadrži 54 naslova, u čemu 20 značajnih univerzitetskih udžbenika.

Pored učešća u formulisanju naučne politike i prvih programa istraživanja u proizvodnom mašinstvu, Prof. Stanković je kao predstavnik Mašinskog fakulteta u Beogradu jedan od osnivača Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva i aktivni učesnik na prvih pet savetovanja proizvodnog

mašinstva i aktivni učesnik na prvih pet savetovanja proizvodnog mašinstva.

Akademik Prof. Dr.h.c. Ing. Feliks Lobe je rođen 1894 godine u Ljubljani, gimnaziju je završio u Novom Mestu, a mašinstvo je studirao na tehničkim visokim školama u Pragu i u Beču, gde je diplomirao 1922 godine. Po diplomiranju se zaposlio u Fabrici "Oesterreichische Industrie Werke Werchalowski & Eisler" u Beču, gde mu je posle tri godine rada poveren položaj tehničkog rukovodioca. Pošto je Fabrika bila uključena u bečko preduzeće Staatseisenbahngesellschaft - STEG, ono ga je 1928 godine delegiralo u preduzeće "Prva jugoslavenska tvornica strojeva i mostova" u Slavenskom Brodu.

1930 godine je prihvatio ponudjeno mesto vanrednog profesora na Tehniškoj fakulteti Univerze u Ljubljani, gde je započeo sa nastavom na predmetu Splošno strojoslovje (Opšte mašinstvo) za elektrotehničare.



Od početka rada na Univerzitetu nastojava na osnivanju samostalnog Odeljenja za mašinstvo, sa izgradnjom danas stare zgrade Fakultete, sa laboratorijama za termička ispitivanja i za tehnologiju kao rezultatom. Zbog izbijanja II svetskog rata realizacija opremanja je ostala da se okonča po oslobodjenju. To je bila osnova za dodiplomske studije mašinstva, najpre u okviru posebnog Odeljenja Tehniške fakultete, a potom u samostalnoj Fakulteti za strojništvo, i za okupljanje nastavnog kadra.

Još kao gimnazijalac Prof. Lobe je pokazivao smisao za samostalno stvaralaštvo, patentirajući jedan pronalazak, dok je za vreme studija i docnije za vreme službovanja u Beču patentirao veći broj pribora i mašinskih konstrukcija. U naučnoistraživačkoj delatnosti je važno istaći njegov značajan i uspešan rad na konci-

piranju i razvoju jednobočnog instrumenta za merenje zupčanika, specijalne alatne mašine za izradu zupčanika sa lučnim zupcima i uređaja za precizno brušenje alata za izradu pužnih kola. Većina dela Prof. Lobeta je iskazana inženjerskim jezikom - konstrukcijskim nacrtom, no objavio je i niz originalnih radova o mernim instrumentima za zupčanike, cikličnim krivima pri ozubljenju, prenosnicima snage sa povratnim kretanjem itd.

Zbog njegovog veoma značajnog doprinosa razvoju naučnoistraživačke misli i zbog aktivnog delovanja u oblasti mašinske tehnike, 1949 godine je Prof. Lobe bio izabran za redovnog člana Slovenske akademije znanosti in umetnosti, dok je 1959 godine izabran za prvog stalnog člana Medjunarodne institucije za istraživanja u proizvodnom mašinstvu CIRP iz SFR Jugoslavije. Kao priznanje za njegov doprinos struci i nauci mašinstva, Univerzitet u Ljubljani mu je dodelio počasni doktorat nauka, dok je Fakulteta za strojništvo povodom njegove 75- godišnjice 1969 godine otkrila njegovu plaketu u auli.

Profesor Lobe je kao originalni stvaralac u oblasti proizvodnog mašinstva posedovao veoma redak dar - kombinaciju visokih sposobnosti za naučno-istraživačku i kreativnu inženjersku delatnost visokog dometa i istovremeno legendarni talenat za fizičku realizaciju svojih naučnih i inženjerskih ideja, po čemu je bio jedinstven u svojoj sredini. Kao osnivač Fakultete za strojništvo u Ljubljani i njen prvi nastavnik, formirajući laboratoriju za tehnologiju i opremajući je u posleratnom periodu najmodernijim alatnim mašinama i mernim instrumentima, stvarao je solidnu osnovu za školovanje generacija mladih inženjera i za istraživačko-razvojnu delatnost Fakultete u oblasti proizvodnog mašinstva, a bio je član tima koji je izradio prvi dokument naučne politike u oblasti proizvodnog mašinstva u SFRJ [1].

Prof. Ing. Artemije Š a h n a z a r o v rođen je 1891 godine u carskoj Rusiji. Po završetku srednje škole upisao se i 1915 godine diplomirao za pomorskog inženjera na Politehničkom institutu u Petrogradu. Od 1916 do 1918 radi u brodogradilištu u Revalu, potom odlazi u Ukrajinu gde je do 1919 godine docent na Politehničkom institutu u Hersonu. Odatle prelazi u Pariz i Beč, da bi se zaposlio u škodovim zavodima u Plzenju, gde radi sa Prof. Nikolajem Savinom. 1921 godine prelazi sa Prof. Savinom u Zagreb

na 1919 godine osnovanu Tehničku visoku školu, gde nastupa na mesto ugovornog asistenta.

Pošto je Prof. Savin 1922 godine osnovao Laboratoriju za mehaničku tehnologiju, Ing. Šahnazarov postaje njegov saradnik, i 1924 godine mu se poveravaju predavanja iz predmeta Rađni strojevi, Mehanička tehnologija i Kinematika i dinamika strojeva, od čega prva dva, sa docnijim proširenjem na procese i automatizaciju mašina, postaju njegovi glavni predmeti. Na tadašnjem Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu je od 1927 godine ugovorni vanredni profesor, dok je 1937 godine postavljen za redovnog profesora. Penzionisan je 1961 godine, posle četrdeset godina uspešnog i veoma bogatog rada koji je ostavio brojne tragove na generacijama dobrih stručnjaka i kroz njegovu stručnu i društvenu delatnost. Zbog toga ga je Fakultetsko vijeće prilikom proslave 50-godišnjice studija strojarstva u Zagrebu nagradilo posebnim priznanjem za vanredne zasluge.



Isticao se kao predavač, izvanredne erudicije i neobično širokog znanja i poznavanja novih dostignuća. Takođe je još pre II svetskog rata objavio brojne radove sa područja alata, alatnih mašina i njihovih komponenti i merenja, no za jugoslovensku predratnu i posleratnu privredu su od neprocenjivog značaja njegovi bezbrojni, mahom pionirski radovi i ekspertize. Zahvaljujući laboratorijskim istraživanjima Prof. Šahnazarova su, na primer, pre rata uspešno bile zavarene debele lamele Zagrebačkog savskog kolskog mosta, inače u to vreme u svetu novo konstrukcijsko i tehnološko rešenje, a takođe i istraživanja koja su omogućila pravilnu odluku o materijalu i njegovoj zaštiti za glavne cevovode Zagrebačkog vodovoda. Njegova istraživanja tvrdog metala omogućila su započinjanje industrijske proizvodnje u nas (Tvornica "Metal" u Remetinecu, danas SINTAL), a slično je bilo i sa Tvornicom obloženih elektroda u Zagrebu. Za rezultate njegovih pionirskih istraživanja anodno-mehaničkog brušenja naša industrija nije tada pokazala interes, ali je zato bila odlučujuća njegova reč pri

odgovornom preuzimanju materijala za naše hidrocentrale, željezare i za železnicu. Njegova velika aktivnost se protezala i na društveni plan: njegovom zaslugom su formirana Društvo alatničara i Društvo zavarivača.

Poslovična je bila neumornost i istrajnost u radu Prof. Šahnazarova, pri čemu je i posle odlaska u penziju bio uvek spreman da svoje neobično široko znanje i iskustvo stavi na raspolaganje pri rešavanju najkritičnijih problema privrede. Prof. Šahnazarov je bio član tima koji je izradio prvi dokument naučne politike u oblasti mašinstva i elektrotehnike u SFRJ [1].

Prof. Dr.-Ing. Aleksandar Djurašević je rođen 1922 godine u Osijeku, gde je 1941 godine završio gimnaziju. Tehnički fakultet u Zagrebu je upisao 1941



godine, i diplomirao je na Strojarskom odsjeku 1949 godine, uz prekid studija od 1943 do 1946 godine. 1949 godine se zaposlio u Osječkoj ljevaonici i tvornici strojeva OLT, Osijek, gde radi na dužnostima inženjera u proizvodnji. 1952 godine prelazi u Tvornicu motora MTZ, Zagreb, na dužnost šefa pripreme rada, dok se 1954 godine zapošljava u Centru za produktivnost, Zagreb, kao referent za pripremu rada i potom šef grupe za organizaciju, gde, pored ostalog, počinje sa pionirskim radom

na okupljanju grupe mašinskih inženjera i na njihovom usmeravanju na područje tehnologije i organizacije proizvodnje. 1957 godine prelazi na Visoku tehničku školu u Zagrebu gde je 1958 godine izabran za docenta, a 1961 godine za vanrednog profesora. 1964 godine doktorira, nakon integracije Visoke tehničke škole i Fakulteta za strojarstvo i brodogradnju izabran je za prvog upravnika Strojarsko-proizvodnog odjela, a 1968 godine je izabran za redovnog profesora.

Neobično je bila plodna i efektivna nastavna, naučno-istraživačka i mobilizatorska delatnost Prof. Djuraševića u sredinama u kojima se kretao i oblastima konstrukcije, tehnologije i organizacije proizvodnje kojima se bavio, pri čemu su ga godine inže-

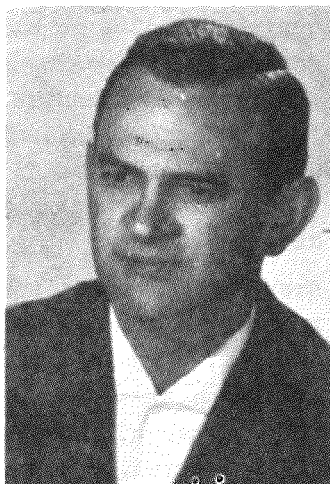
njerskog rada na rešavanju praktičnih problema života preduzeća, struke, organizacije i ljudi osposobile da razvijajući teorijske postavke može da ih u praksi i proveriti. Pored 40 objavljenih radova, koji predstavljaju veoma značajne doprinose problemima, na primer, teorije dozvoljenih odstupanja dimenzija delova mašina, projektovanja tehnoloških procesa, razvoja proizvoda i unapredjenja proizvodnje, teorije pouzdanosti ili stohastičkih modela studija, brojni su njegovi tragovi ostali kroz velik broj javnih predavanja, kurseva, vodjenih diskusija i na drugi način iniciranih stimulacija za stvaralački rad velikog broja stručnjaka s kojima je Prof. Djurašević svakodnevno dolazio u kontakt. Još 1964 godine je ustanovio prve poslediplomske studije proizvodnog mašinstva u Zagrebu pod nazivom "Tehnologija i organizacija strojarke proizvodnje". U svojim radovima Prof. Djurašević ne ostaje samo na području tehnike, već prelazi i na druga koja što su ekonomika i ekonomski problemi, brodogradnja, vojno odlučivanje, hidrologija, pa zatim eksploatacija i regeneracija, sa težnjom da poveže organizaciju, tehniku, ekonomiku, politiku i filosofiju, stvarajući tako nov pristup rešavanju problema, i koncipirajući osnove za jednu zaokruženu teoriju proizvodnje.

Prof. Djurašević je bio veoma aktivan društveni radnik. Kao član mnogih foruma na Sveučilištu u Zagrebu, u regiji Slavonije i Baranje, SR Hrvatskoj i Federaciji, u istraživačkim institucijama i privredi dolazio je do izražaja njegov smisao za identifikaciju problema i sposobnost za analizu i sintezu.

Prof. Djurašević je bio aktivni učesnik sa vrednim doprinosima na nekoliko ranijih savetovanja proizvodnog mašinstva, a u periodu 1970/1971 godine je bio član Makroprojektnog odbora za Makroprojekt "Razvoj i optimizacija obradnih sistema za individualnu, maloserijsku i srednjeserijsku proizvodnju".

Doc. Mr.-Ing. Ante L o v a s i ć rođen je 1924 godine u Rumi, gimnaziju je pohađao u Rumi i Zagrebu, a diplomirao je na Tehničkom fakultetu, Elektrotehnički odsjek u Zagrebu 1953 godine. U toku školovanja je zapošljen u industriji - od 1946 godine radi kao konstruktor alata u Tvornici "Rade Končar", Zagreb, a 1948 godine prelazi u Tvornicu računskih strojeva TRS, Zagreb, gde na raznim poslovima ostaje sedamnaest godina. Radio je za to

vreme na poslovima primene alatnih mašina u tehnologiji proizvodnje, na konstrukciji, tehnologiji i kontroli izrade alata i pomoćnih pribora. Započeo je kao konstruktor i tehnolog, radi potom kao organizator proizvodnje na dužnosti šefa pogona proizvodnje i održavanja, a na kraju je tehnički direktor TRS. Već tada je pokazao sklonost za IR-delatnost, iz čega rezultuje sedam objavljenih radova.



1965 godine je prešao na Visoku tehničku školu u Zagrebu kao asistent na Katedri za alatne strojeve, a posle integracije škole sa Fakultetom strojarstva i brodogradnje i zapaženog rada izabran je za docenta 1973 godine. Završio je 1971 godine poslediplomske studije, a rana smrt ga je omela da okonča svoju doktorsku disertaciju pod naslovom "Makrogeometrijska tačnost obrade kao posledica odgovarajućih utjecajnih faktora alatnog stroja". Držao je nastavu iz niza predmeta: Obrada rezanjem i režimi obrade, Alatni strojevi, Eksploatacija i kvaliteta alatnih strojeva, a bio je izabran za voditelja usmeravanja Alatni strojevi. Doc. Lovasić je kao tih i miran, ali uporan i energičan čovek, neprekidno radio i učio, a svojim je saradnicima bio uvek spreman pomoći, poticati na rad i ukazati na nova rešenja.

Docenta Lovasića je iznenadna bolest i potom smrt sprečila da okonča tekst odeljka "Stanje i razvoj suvremenog alatnog stroja kroz aspekt zahtjeva rada i eksploatacije" u uvodnom referatu "Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi" za X savetovanje proizvodnog mašinstva.

Kao bivši djak Mašinskog fakulteta u Beogradu, a potom dugogodišnji član njegovog kolektiva, autor oseća da ne može da zaključii ovaj odeljak a da ne oda posebno priznanje dvama velikim imenima novije istorije naše beogradske škole, nestalim iz naše sredine u vremenu kraćem od proteka pola godine.

Prof. Dr.h.c. Ing. Dušan V i t a s (25.7.1904 - 25.5.1975) - osnivač Katedre za osnovne mašinske konstrukcije, cenje-

ni pisac referentnih univerzitetskih udžbenika iz oblasti mašinskih elemenata i osnova konstruisanja, omiljen i krajnje savestan nastavnik, izvanredan pedagog, precizan u iskazu predavač i velik uzor za mnoge generacije mašinskih inženjera - i

Prof. Dr.-Ing. Vukan Dešić (6.3.1900 - 21.8.1975) - osnivač Katedre za naučnu organizaciju rada (prvi uveo oblast organizacije na mašinske fakultete u zemlji), pisac značajnih univerzitetskih udžbenika, autor velikog broja naučnih radova i studija i nosilac odgovornih projekata za privredu, agilna rukovodilac poslediplomskih studija iz naučne organizacije rada na mnogim univerzitetima u zemlji kao i velikog broja magistarskih i doktorskih radova -

nisu bili direktni učesnici u Zajednici jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, ali su svojim konceptima, pregalaštvom, velikim ugledom i humanizmom pozitivno delovali na stvaranje klime na Mašinskom fakultetu, povoljne da se, pored ostalog, inicira i ozbiljna IR-delatnost u oblasti proizvodnog mašinstva.

6. Umesto zaključka

Po svom konceptu savetovanja proizvodnog mašinstva su mesto razmene znanja i iskustava ostvarenih istraživačkim, razvojnim i unapredjivačkim naporima jugoslovenskih stručnjaka, po svom pozivu tako usmerenih u svojim sredinama - IR-institucijama ili industrijskoj operativi. Po nizu pitanja od mogućnog opšteg značaja za proizvodno mašinstvo se, međjutim, naša savetovanja ne izjašnjavaju. Ova bi se pitanja mogla inače kretati u širokom dijapazonu od, na primer, stvarnih društvenih odgovornosti za proizvodnu funkciju u sferi materijalne proizvodnje metalne industrije kao ključnog dela privrede, do staleških pitanja društvenog položaja armije stručnjaka za sredstva za proizvodnju i njinu primenu.

Nije namera da se povodom jubilarnog X savetovanja odstupi od dobrih običaja, o čemu svedoči i program tri poludana i sve dopunske manifestacije. Zadatak da se iznese pred ovogodišnji skup jedan pogled na proteklih deset godina i presek kroz mnoge događaje i stanja, obavezuje, međjutim, da se problemi istaknu,

zasnivajući nalaz na načine gledanja koji proističu iz proizvodnog mašinstva kao specifične struke. Držeći se prikupljenih činjenica to je i uradjeno u prethodnim odeljcima, a bez obzira na moguće različite stavove prema iznetim podacima i komentarima, oni mogu biti korisni kao dokumentacijska gradnja pri razmatranjima mera i donošenju dalekosežnijih odluka - od nivoa proizvodne OOUR, do nivoa društvene zajednice.

Ne pokušavajući, prirode naših tradicionalnih skupova radi, a ne moguće nedostataka potrebe radi, da se formulišu ulazi za neku rezoluciju koju bi moguće X savetovanje prihvatilo i uputilo svima nadležnima, čini se važnim u završnoj sintezi ukazati na pet grupa pitanja od posebnog interesa.

- (1) Socijalističko načelo "od svakog prema sposobnostima - svakom prema radu", u okolnostima materijalne proizvodnje u metalnoj industriji predstavlja ambijent proizvodnog mašinstva, mesto stvaranja dohotka i nastajanja troškova. Misija koju je jugoslovensko društvo u svetskim relacijama preuzelo radi pozitivne afirmacije na samoupravljanju zasnovanog udruživanja rada i sredstava kao konkurentnog sistema svima dosadašnjim, intimno je spregnuta i kritično uslovljena stanjima i kretanjima u tom ambijentu.
- (2) U dva poluprostora proizvodnog mašinstva - alatne mašine i alati s jedne i tehnologija i upravljanje proizvodnim sistemom s druge strane - sadržane su osnovne pretpostavke za materijalnu realizaciju (efektivnu, funkcionalnu i u svetskim razmerama racionalnu i konkurentnu) svega onoga što treba da posluži kao materijalno sredstvo u ostvarenju društvenih ciljeva - energija, hrana ili sirovine, ali isto tako odbrana zemlje, zaštita sredine ili transport. Uz identifikovane ostale okolnosti - društveni sistem i ciljevi, prirodni resursi, narodno zdravlje i obrazovanje i sl. - svakako da od kvaliteta proizvodnog mašinstva kao ulaza u mnoge sisteme materijalne proizvodnje u najvećoj meri zavisi i kvalitet tih izlaza.
- (3) Jugoslovenska proizvodnja i razmena alatnih mašina, alata, pribora i ostale proizvodne opreme i sredstava bi trebalo da sa maksimalnom pažnjom preispitaju ustanovljene razvoj-

ne ciljeve i planove realizacije i plasmana sa stanovišta društvene odgovornosti (znatno inače veće nego što to opredeljuje njihov udeo u društvenom proizvodu) za nivoe i sadržine tehnologija koje su time uslovljene, pošto su to osnovni materijalni preduslovi za realizovanje društvenih ciljeva i kvaliteta života u vremenu koje dolazi. Pritom bi trebalo baciti akcent na društvenu misiju sredstava za proizvodnju i njima uslovljenih tehnologija u odnosu na inače svakako nezanemarljivu budućnost sopstvenog razvoja i hodovanja.

- (4) Dok su za sredstva za proizvodnju kao objekt prometa, prilično jasne konture reprodukcione celine (međutim, činjenica da se sve više na tržištu prodaju tehnologije a ne samo gole mašine može da dovede i do izvesne zabune), tehnološko-organizacioni aspekti proizvodnog mašinstva ulaze u same osnove čitavog niza reprodukcioni celina, i to ne samo onih koje se nužno nalaze u krugu metalne industrije. Od posebnog je to, međutim, značaja za ešaloniranje IR-funkcije u proizvodnom mašinstvu.
- (5) Proizvodno mašinstvo je po prirodi svojoj prostor brzih smena, ali i velikih, objektivno uslovljenih inercija, mogućnosti vrlo jednostavnih i efektivnih inovacija, ali i krajnje kompleksnih zahvata i - imajući u vidu svet koji dolazi - prostor u kome će se odvijati najdramatičnije bitke za oslobodjenje rada i za stvaranje preduslova za zadovoljstvo življenjem, ali isto tako i ravnopravnosti među narodima sveta i kretanja nacionalnih bogatstava. Pred Naukom, odnosno njenom IR-komponentom u proizvodnom mašinstvu, instrumentarijum znanja i veština, dostignuti nivo i kritična masa kompetentnosti, jasni ciljevi i opredeljenja su stoga velika iskušenja - bez obzira da li je pri tome reč o kibernetički upravljanim fleksibilnim obradnim sistemima budućnosti ili o tehnološkim zahtevima koje uslovljavaju novi materijali, oblici i povišena tačnost, ili o cenama koje je moguće postići, tehnološkoj prilagodljivosti i ostvarljivoj nivou konkurentnosti. Treba verovati da će sadržina i kvalitet znanja i umenja, njihova pouzdanost i upotrebljivost u konkretnim slučajevima predstavljati

ti pozitivne vrednosti koje će u toj sferi zameniti kategorije akademizma, regionalizma, prestiža ili monopola.

Reference

- [1] Mašinstvo i elektrotehnika - T.4, Prednacrt programa naučno-istraživačkog rada, Savezni savet za naučni rad, Beograd (1959), str. 35
- [2] V. Šolaja, Industrijska mašinska proizvodnja - mere za unapredjenje naučnoistraživačkog rada, Uvodni referat, Savetovanje o unapredjenju istraživanja u oblasti proizvodnog mašinstva, Beograd (1961) /Objavljeno u: Bilten Saveznog saveta za naučni rad, Beograd (1961) 3, str. 37
- [3] V. Šolaja, Stanje razvoja u tehnologiji rezanja i grupnoj tehnologiji, Simpozijum o Makroprojektu "Razvoj i optimizacija obradnih sistema", knj. II, Ljubljana (1970) 26
- [4] Grupa autora, Studijaprojekt: strateški procesi samoupravnog udruživanja rada i sredstava u mašinogradnji, Zajednica mašinogradnje i elektromašinogradnje - ZAMEL, Beograd (1975)
- [5] D. F. Woodyard, Total Technology Takes Root, The Chartered Mechanical Eng., London, 21 (1974) 42
- [6] A. S. Kenkare, Technology for the Developing World, The Chartered Mechanical Eng., London, 22 (1975) 87
- [7] G. Spur, Die automatische Fabrik, eine Utopie, ZwF, Freiburg/Berlin, 70 (1975) 272
- [8] World Machine Tool Output is Dol. 6.1 Billion, Am.Machinist, 113 (1969) 2, str. 140
- [9] AM Special Report No 649, Am.Machinist, 116 (1972)
- [10] V. Šolaja, Sredstva za proizvodnju u industriji prerade metala SR Srbije, Industrija prerade metala SR Srbije, Export-Press, Beograd (1975) - u štampi
- [11] CECIMO - Die Vereinigung europäischer Werkzeugmaschinenhersteller, Werkzeugmaschine International, (1974) 3, str. 53
- [12] The 11th AM Inventory of Metalworking Equipment, Am.Machinist 117 (1973) 22, str. 143
- [13] V. Šolaja, Mašine alatke i alati, Dvadesetpet godina privrede i tehnike SR Srbije, Tehnika, Beograd (1971) 215
- [14] V. Šolaja, Proizvodna funkcija u mašinskoj industriji Jugoslavije, Tehnika (Mašinstvo), Beograd, 30 (1975) - u štampi
- [15] C. H. Stau, Ist die handbediente Universalspitzendrehmaschine noch zeitgemäss?, TZ.f.prakt.Metallbearb., Berlin, 68 (1974) 310
- [16] A. W. J. Chisholm, W. König, F. O. Rasch, T. Sata, E. M. Merchant, Machining Information Centers, CIRP Annals, Berne, 22 (1973) 328
- [17] V. R. Milačić, An Approach to and Problems of Knowledge Tra-

nsfer in the Production Engineering Field under Conditions in Developing Countries, uvodni izveštaj za CIRP Round Table Discussion, Beograd, 3.9.1973

- [18] V. Šolaja, Stanje i kretanje naučnoistraživačke delatnosti u oblasti proizvodnog mašinstva, Konferencija SITH "Naučnoistraživački i razvojni rad u privredi i za privredu", Savez inženjera i tehničara SITH, Beograd (1973) I knj., str. 321 /Objavljeno i u: Raziskovalec, Ljubljana, 4 (1974) 2, str. 48/
- [19] V. Šolaja, Aktuelni istraživački programi razvijeni u Institutu za alatne mašine i alate, Saopštenja IAMA, Beograd, 7 (1968) 943
- [20] V. Šolaja, Metod i organizacija naučnoistraživačkog rada, Mašinski fakultet, Beograd (1970)
- [21] R. J. Clark, The Dilemma of Research in Industry, The Chartered Mechanical Eng., London, 22 (1975) 5, str. 71
- [22] M. Kubota, E. Merchant, M. C. Shaw, H. J. Warnecke, Coordination of Research Between University, Government Institutions and Industry, Annals CIRP, Berne, 23 (1974) 199
- [23] V. Šolaja, M. Kalajdžić, M. Kaplarević, D. Mandić, Tri primera univerzitetskog istraživanja za industriju u proizvodnom mašinstvu, Zbornik radova IFTOMM "Mašine i mehanizmi - Univerzitetska istraživanja i primena u industriji", Beograd (1974) 375
- [24] V. Šolaja, Jedan model interakcije visokoškolskog obrazovanja i istraživanja u oblasti tehničko-tehnoloških nauka sa mogućim integralnim organizacijskim konceptom, Republičko savetovanje "Univerzitet i privreda", Niš (1973) 21
- [25] V. Šolaja, Neke refleksije o problemima pripravnika u IR-organizacijama tehničko-tehnoloških nauka, Simpozijum "Pripravnički staž inženjersko-tehničkih i drugih stručnih kadrova", Savez inženjera i tehničara SITJ, Beograd (1973) II knj., str. VIII.1
- [26] M. E. Merchant, Technological Forecasting - An Essential Component of Today's Technology, Int. J. Systems Sci., London, 1 (1970) 49
- [27] M. E. Merchant, Delphi-Type Forecast of the Future of Production Engineering, CIRP Annals, 20 (1971) 3, str. 213
- [28] V. Šolaja, Neki problemi naučnoistraživačkog i razvojnog rada u oblasti proizvodnog mašinstva, Konsultativni sastanak povodom I savetovanja proizvodnog mašinstva, Beograd (1965)
- [29] V. Šolaja, Stanje i problemi razvoja istraživačke delatnosti u proizvodnom mašinstvu, Studije i prikazi SP-9, Savezni savet za koordinaciju naučnih delatnosti, Beograd (1968) 30
- [30] Makroprojekt "Razvoj i optimizacija obradnih sistema za individualnu, maloserijsku i srednjeserijsku proizvodnju", Program Makroprojekta, Simpozijum o Makroprojektu, Bled, 24. i 25. septembra 1970
- [31] J. Peklenik, Analysis of Scientific Approach in C.I.R.P., CIRP Annals, Berne, 17 (1969) 13
- [32] J. Peklenik, Avtomatizacija maloserijske, individualne in

srednjeseerijske proizyodnje (povzetek iz sklepnega poročila),
Strojniški vestnik, Ljubljana, 17 (1971) 189

- [33] J. Peklenik, Avtomatizacija maloserijske, individualne in srednjeseerijske proizvodnje (povzetek iz sklepnega poročila), Strojniški vestnik, Ljubljana, 18 (1972) 9
- [34] J. Peklenik, F. Roethel, sa grupom saradnika, Identifikacija površin v brusilnem procesu (Razvoj in optimizacija obdelovalnih sistemov za individualno, maloserijsko in srednjeseerijsko proizvodnjo), IAKOS - Fakulteta za strojništvo, Poročilo št. 135.05/75.22, Ljubljana, maj 1975
- [35] V. Šolaja, Ishodi dvogodišnjeg rada na Makroprojektu RAZVOJ I OPTIMIZACIJA OBRADNIH SISTEMA ZA INDIVIDUALNU, MALOSERIJSKU I SREDNJESERIJSKU PROIZ VODNJU izvodenog u Beogradu, Saopštenja IAMA, 16 (1972) 2187
- [36] V. Šolaja, O nekim istraživačko-aplikativnim orijentacijama IAMA, Saopštenja IAMA, 19 (1974) 2647

V. Šolaja

PRODUCTION ENGINEERING 1965-1975 - THE ROLE OF R & D IN
ECONOMIC GROWTH

On the occasion of the 10th Yugoslav Production Engineering Conference in Beograd on 9th and 10th October 1975 - ten years after the 1st Conference was organized on the same days and place - the author of the opening address reviews the various facets of Production Engineering Research in Yugoslavia. The subject belongs partly to the history of Yugoslav Machine-Tool and Tooling Industries and Yugoslav Metalworking practice, as well as the history of University Education in this specialized field, and partly to the expected influence that R&D in Production Engineering should exert upon the Yugoslav economy in the years to come. A technological assessment based upon statistical and other data has made it possible to draw fairly reliable conclusions on the role R&D activities, with due respect for the Yugoslav system of Socialist self-management and for the ambitious programme of the economic growth of Yugoslavia in the period 1976 - 1980.

"Zajednica jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva" - an informal Association of Yugoslav Production Engineering Research Institutions, founded in 1965 after the 1st Belgrade Conference had been closed, gathers twelve members today: ten Yugoslav Universities (Chairs of Production Engineering at the Mechanical Engineering Faculties of Beograd, Kragujevac, Ljubljana, Niš, Novi Sad, Rijeka, Sarajevo, Skopje, Titograd and Zagreb) and two specialized research institutes in Beograd and Zagreb (Institute for Machine Tools and Tooling IAMA, Beograd, and PRVOMAJSKA - Institute for Machine Tools IAS, Zagreb). With their R&D programmes and services, the members of the Association, staffed with 137 qualified researchers, cover some 20 per cent of the estimated requirements of Yugoslav Industries in Production Engineering Research and allied services.

UR.1.85

The list of 399 papers presented at ten Production Engineering Conferences may well illustrate the main lines of research followed so far.

With an optimistic view of the future, the author appeals for responsible relations of Production Engineering Research to the envisaged needs of the Yugoslav Metalworking Industries, and vice versa.

Smatrajući ga dokumentom od osnovnog značaja za dosadašnje udruživanje u jugoslovenskim okvirima istraživačko-razvojne aktivnosti proizvodnog mašinstva, prenosi se kompletan tekst Samoupravnog sporazuma koji su na sednici Zajednice održanoj 21. juna 1973 godine u Ljubljani prihvatili predstavnici tadašnjih devet članova Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva (računajući Institut IAMA i Mašinski fakultet u Beogradu kao jednu organizaciju), a docnije su ga prihvatili i tehnički fakulteti u Rijeci i Titogradu:

SAMOUPRAVNI SPORAZUM SKLOPLJEN IZMEDJU DESET INSTITUCIJA, POTPISNICA OVOG SPORAZUMA, O ZAJEDNICI JUGOSLOVENSkih NAUČNOISTRAŽIVAČKIH INSTITUCIJA PROIZVODNOG MAŠINSTVA KAO OBLIKU SLOBODNOG UDRUŽIVANJA RADI OSTVARENJA ZAJEDNIČKI DEFINISANIH CILJEVA.

Član 1.

Zajednica jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva (u daljem tekstu: Zajednica) formirana je na I savetovanju proizvodnog mašinstva održanom oktobra 1965 godine u Beogradu, kao oblik dobrovoljnog udruživanja naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva u SFRJ sa ciljevima:

- (i) održavanja jugoslovenskih savetovanja proizvodnog mašinstva, po pravilu jedanput godišnje u sedištu pojedinih članova Zajednice,
- (ii) delovanja na unapredjenje naučnoistraživačkog i razvojnog rada u SFRJ u oblasti proizvodnog mašinstva, i
- (iii) dogovaranja o programima istraživanja i o drugim akcijama od interesa za naučnu misao i jugoslovensku proizvodnu praksu, kao i za članove Zajednice.

Član 2.

Na sastanku Zajednice održanom 21. juna 1973 godine u Ljubljani prilikom VIII savetovanja proizvodnog mašinstva, predstavnici devet članova Zajednice su se dogovorili da sačine samoupravni sporazum koji će (i) potvrditi ciljeve Zajednice definisane u Članu 1., i (ii) utvrditi osnovne elemente poslovanja Zajednice.

Član 3.

Zajednica funkcioniše kao skup dobrovoljno udruženih članova - naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, ali pritom nema svojstvo pravnog lica, poseban statut mimo ovog Sporazuma, obavezu članarinu i stalan profesionalni aparat. Zajednički zadaci i ciljevi članova udruženih u Zajednicu su definisani Članom 1., a njihovo tumačenje i dogovaranje o akcijama se donosi većinom glasova prisutnih članova na sastancima na koje se obavezno pozivaju predstavnici svih institucija - članova Zajednice. Svaka institucija - član Zajednice ima po jedan glas prilikom glasanja.

Član 4.

Sastanci Zajednice se održavaju bar jedanput godišnje, i to povodom savetovanja proizvodnog mašinstva i njih saziva predsednik Zajednice po svojoj inicijativi ili po inicijativi bar tri člana Zajednice. Predsednik Zajednice se bira za period između dva savetovanja, i to po pravilu predstavnik institucije koja preuzima zadatak, da organizuje naredno savetovanje. Institucija čiji predstavnik predsedava Zajednici u mandatnom periodu obezbeđuje, bez naknade troškova od strane ostalih članova, administrativne i ostale usluge, a takodje je samostalni organizator narednog savetovanja, bez obaveze participacije ostalih članova u troškovima. Svaka članica snosi sama sve svoje troškove nastale po osnovi ovog Sporazuma.

Član 5.

Sva pitanja, uključujući odluke o organizatoru, vremenu i tematici savetovanja proizvodnog mašinstva, prijema novih članova, drugim zajedničkim akcijama i eventualnim spornim pitanjima među članovima rešavaju se na sednicama većinom glasova prisutnih članova. Sugestije i predloge značajne za organizaciju i rad Zajednice institucije - članovi pismeno upućuju Predsedniku koji ih stavlja na dnevni red sednice Zajednice. Operativne odluke u okviru načela sadržanih u ovom Sporazumu i njihova tumačenja donose se na sednicama Zajednice većinom glasova prisutnih članova.

Član 6.

Ovaj Sporazum zaključuje seña neodredjeno vreme, s time da se usaglašenim dogovorom mogu vršiti potrebne izmene u pogledu statusa Zajednice, broja članova i drugih bitnih opredeljenja. Svaka članica ima pravo istupa iz ovog Sporazuma, a obavezna je da o svojoj nameri obavesti sve članice šest meseci pre roka nameravanog istupanja.

Član 7.

Ovom Sporazumu mogu pristupiti i druge institucije na osnovu pismenog zahteva upućenog Predsedniku Zajednice, o čemu se odlučuje većinom glasova prisutnih članova na sednici Zajednice.

Član 8.

Ovaj Sporazum stupa na snagu danom potpisa. Svaka članica će u okviru pozitivnih propisa koji važe za njeno sedište registrovati ovaj Sporazum, dok će se obavezno po jedna fotokopija dostaviti nadležnim republičkim, odnosno pokrajinskim organima za nauku.

Član 9.

Ovaj Sporazum je sačinjen u devet ravnoglasnih primeraka i po jedan se nalazi kod svake institucije - potpisnika Sporazuma. Eventualne izmene Sporazuma, uključujući prijem novih članova, regulisaće se aneksom Sporazumu, i njega potpisuju svi članovi.

PREGLED SKRAĆENICA KORIŠĆEN U TEKSTU

Pored skraćenica IR (istraživanje i razvoj), AM (alatne mašine), A (alat), NUMA i KUMA (numerički i kompjuterom upravljane alatne mašine, u tekstu su korišćene skraćenice za nazive članova Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, ostale organizacije i za uže oblasti proizvodnog mašinstva prema sledećem pregledu:

(a) Članovi Zajednice

1. ENF - Elektrotehnički i mašinski fakultet, Skopje
2. FSB - Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
3. FSLj - Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
4. FTN - Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
5. IAMA - Institut za alatne mašine i alate, Beograd
6. IAS - PRVOMAJSKA - OOUR Institut za alatne strojeve, Zagreb
7. MFB - Mašinski fakultet, Beograd
8. MFK - Mašinski fakultet, Kragujevac
9. MPN - Mašinski fakultet, Niš
10. MFS - Mašinski fakultet, Sarajevo
11. TFR - Tehnički fakultet, Rijeka
12. TFT - Tehnički fakultet, Titograd

(b) Ostale organizacije

13. DjDj - Djuro Djaković, Sl. Brod
14. Ei - Elektronska industrija, Niš
15. FNTLj - Fakulteta za naroslovje in tehnologijo, Ljubljana
16. FZN - Fakultet zaštite na radu, Niš
17. GZ - Gorica, Zagreb
18. IBK - Institut "Boris Kidrič", Vinča
19. IEA - Institut za elektroniku i automatizaciju, Zagreb
20. ILR - Ivo Lola Ribar, Železnik
21. IMP - Institut "Mihailo Pupin", Beograd
22. ING - ISKRA, Nova Gorica
23. IPT - Institutu za prostornu tehniku, Beograd
24. IRIZ - Institut RIZ, Zagreb
25. IRK - Institut "Rade Končar", Zagreb
26. JK - Jugoturbina, Karlovac
27. JN - Jastrebac, Niš
28. KIZ - Kovaška industrija, Zreče
29. LŽTK - Livnica željeza i tempera, Kikinda
30. MAG - Mašinogradnja, Beograd
31. MILj - Metalurški institut, Ljubljana
32. NTZ - Nikola Tesla, Zagreb
33. OKI - OKI, Zagreb
34. PA - Potisje, Ada
35. PPT - Prva petoletka, Trstenik
36. PZ - Prvomajska, Zagreb
37. SINZ - SINTAL, Zagreb
38. TAM - Tvornica avtomobila, Maribor
39. TIL - Tovarna ISKRA, Lesce
40. TOZ - Tvornica olovaka, Zagreb
41. VTŠČ - Viša tehnička škola, Čačak
42. VTŠM - Viša tehnička škola, Maribor
43. VTSZ - Viša tehnička škola, Zemun
44. ZALj - Zavod za avtomatizaciju, Ljubljana
45. ZCZ - Zavodi Crvena Zastava, Kragujevac
46. ZPD - Zavod SRS za produktivnost dela, Ljubljana
47. ZRLj - Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, Ljubljana
48. ŽJ - Železarna Jesenice, Jesenice

UR.1.89

49. ŽR - Železarna Ravne, Ravne na Koroškem
50. ŠS - Željezara Sisak, Sisak

(c) Oblasti proizvodnog mašinstva

- AM - alatne mašine (konstrukcija, ispitivanje, funkcionisanje)
AM-NU - alatne mašine - numeričko upravljanje, obradni centri
M - materijali u proizvodnom mašinstvu
NO - nekonvencionalne obrade
O - proizvodno mašinstvo - opšte
OD - obrada deformacijom i odvajanjem (postupci i alati)
OR - obrada rezanjem (postupci i alati)
PK - primena kompjutera u proizvodnom mašinstvu (projektovanje
proizvoda i tehnologije, upravljanje proizvodnjom, informa-
cioni sistemi)
TO - tehnologija (grupna tehnologija, tehnološka organizacija,
automatizacija proizvodnje, kontrola kvaliteta)
ZOM - održavanje, modernizacija, zaštita, mehanizacija, pomoćni
pribori

PREGLED RADOVA OBJAVLJENIH U ZBORNICIMA I - X SAVETOVANJA PROIZVODNOG MAŠINSTVA

U pregledu su navedeni bibliografski podaci za 399 priloga izneta na deset savetovanja. Radovi su objavljeni u sledećim zbornicima:

- I - Zbornik saopštenja, I savetovanje proizvodnog mašinstva, Beograd, 5. - 7.10.1965, Institut za alatne mašine i alate, Beograd
- II - Zbornik saopštenja, II savetovanje o proizvodnom strojarstvu, Zagreb, 18. - 20.4.1966, Institut za alatne strojeve, Zagreb
- III - Referati in razprava za III zvezno posvetovanje o tehnološkom strojništvu, 30. - 31. marca 1967 v Ljubljani, Poseben ponatis iz Strojniškega vestnika, XIII (1967) br. 2, 3, 4/5
- IV - Zbornik saopštenja, IV Savetovanje proizvodnog mašinstva, Sarajevo, 9. - 10.5.1968, Zavod za alatne mašine, alate i mjernu tehniku (I dio, II dio)
- V - Zbornik saopštenja V savetovanja proizvodnog mašinstva, Kragujevac, 15. - 16.5.1969, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (I knj. - Alatne mašine, automatizacija i upravljanje, II knj. - Obrada rezanjem, III knj. - Uvodni referati, koreferati, diskusija opšte informacije)
- VI - Zbornik saopštenja VI savetovanja o proizvodnom strojarstvu, Opatija, 14. - 15.5.1970, Institut za alatne strojeve, Zagreb (I knj. - Obrada deformacijom, II knj. - Tehnološki procesi i organizacija proizvodnje, III knj. - Osnovni referati, koreferati, diskusija, opće informacije)
- VII - Zbornik saopštenja VII savetovanja proizvodnog mašinstva, Novi Sad, 5. - 6.5.1971, Institut Mašinskog fakulteta, Novi Sad (I knj. - Obrada rezanjem, II knj. - Računari u proizvodnom mašinstvu, III knj. - Materijali u mašinstvu, IV knj. - Uvodni referati, koreferati, diskusija, opće informacije)
- VIII - Zbornik objav VIII posvetovanja proizvodnoga strojništva, Ljubljana, 21. - 22.6.1973, Univerza v Ljubljani - Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
- IX - Zbornik radova IX savetovanja proizvodnog mašinstva, Niš, 30. - 31.5.1974, Univerzitet u Nišu - Mašinski fakultet
- X - Zbornik radova X savetovanja proizvodnog mašinstva, Beograd, 9. - 10.10.1975, Institut za alatne mašine i alate i Mašinski fakultet, Beograd (I knj. - Uvodni referati, II knj. - Alatne mašine, III knj. - Obrada rezanjem, IV knj. - Primena kompjutera u proizvodnom mašinstvu)

U bibliografskim podacima je posle autora u zagradi navedena skraćenica (iz Priloga 2.) iz koje je prilog potekao, posle naslova, također u zagradi, skraćenica (iz Priloga 2.) oblasti proizvodnog mašinstva na koju se prilog odnosi, zatim je rimskim brojem označeno savetovanje, arapskim brojem knjige (ukoliko je zbornik u više knjiga), u zagradi je godina, i potom stranica u zborniku na kojoj prilog počinje.

- (1) R. Albijanić (IAMA), Mogućnost korišćenja digitalne tehnike pri rešavanju mernih lanaca (AM), V, 11 (1969) AM.7.1
- (2) R. Albijanić (IAMA), Metod proračuna mernih lanaca s obzirom na ekonomičnost konstrukcije (AM), VI, 2 (1970) TP.3.1
- (3) I. Alfirević (FSB), Elastična svojstva ortotropnih materijala (M), VII, 3 (1971) M.10.01
- (4) B. Antunović (IAS), Kontaktni programer sistema IAS (AM-NU), II (1966) 18.1
- (5) B. Antunović (IAS), Automatsko kočenje trofaznih elektromotora istosmjernom strujom (AM), II (1966) 37.1
- (6) B. Antunović (IAS), Problem hazarda kod automata za alatne strojeve (TO-AM), III (1967) 209

- (7) B. A. tunović (IAS), Precizno pozicioniranje radnih vretena kod raznih tokarilica električnim putem (AM-NU), V, 1 (1969) AU.8.1
- (8) N. Babin (FTN), Uticaj smanjenja mase nosača mostovskog kрана na njegovo kretanje u procesu dizanja (M), VII, 3 (1971) M.18.01
- (9) P. Bajc (IPT), Prilog automatizaciji struga hidrauličnim servosistemom (AM-TO), V, 1 (1969) AU.9.1
- (10) D. Banjac (FTN), Obrada poligonalnih otvora bušenjem - rezultati eksperimentalnih istraživanja (OR), X, 3 (1975) OR.9.1
- (11) M. Beloš, A. Lisov (IPM), Pneumatski logički elementi za programsko upravljanje mašinama alatkama (AM-NU), I (1965) 10.1
- (12) B. Bendelja (MFS), Osnovni pogledu na modernizaciju alatnih strojeva (AM), II (1966) 7.1
- (13) B. Bendelja (MFS), Automatizacija juče, danas i sutra (TO), IV, 2 (1968) 23.1
- (14) B. Bendelja, A. Perić (MFS), Metode mjerenja iskorišćenja alatnih mašina za obradu rezanjem (AM), V, 1 (1969) AM.9.1
- (15) M. Benedetić (ILR), Prilog rešavanju problematike razvoja fleksibilnih specijalnih mašina (AM), X, 2 (1975) AM.6.1
- (16) I. Bodrožić (IAS), Programsko upravljanje alatnim strojevima (AM-NU), I (1965) 8.1
- (17) I. Bodrožić (IAS) Automatizacija i programiranje rada na alatnim strojevima (AM-NU), III (1967) 118
- (18) I. Bodrožić (IAS), Nekonvencionalni procesi obrade (NO), IV, 1 (1968) 21.1
- (19) M. Bogdanović (ZGZ), Osvrt na neke elemente eksploatacije odvalnih glodala pri izradi cilindričnih zupčanika metodom Pfauter (OR), VII, 1 (1971) OR.07.01
- (20) B. Boras (IRK), Optimiranje broja radnika za popravke slučajnih kvarova (ZOM), VI, 2 (1970) OP.5.1
- (21) B. Bujas (IAS), Jedna od mogućnosti vrednovanja sistema odredjivanja rokova (TO), VI, 2 (1970) OP.13.1
- (22) V. Bulat (MFB), Optimalno prilagodjavanje alatnih mašina čoveku (AM), II (1966) 32.1
- (23) D. Butorajac (IAMA), Tipizacija i standardizacija u integracionim procesima (TO), VI, 2 (1970) TP.5.1
- (24) R. Cebalo (JK), Utjecaj prednjeg kuta natražno tokarenog profilnog glodala na okretni moment i srednju temperaturu rezanja (OR), VII, 1 (1971) OR.13.01
- (25) Ž. Čajetinac, S. Marković (PPT), Neki tehnokonomski efekti razvoja tehnologije na proizvodnji hidrauličkih radnih cilindara (OD), VI, 1 (1970) OD.12.1
- (26) I. Čatić (FSE), Neka zapažanja o problemima ispitivanja koeficijenta trenja pla-stičnih masa, s posebnim osvrtom na ispitivanje koeficijenta trenja politetrafluretilena mjerenjem tangencijalne sile (OD), II (1966) 26.1
- (27) I. Čatić (FSE), Utjecaj sastava za injekciono prešanje termoplasta na stacionarnost procesa (OD), VI, 1 (1970) OD.3.1
- (28) V. Damić, R. Uzunović (IAMA), Razvoj elektrohidrauličnog pobudjivača (AM), V, 1 (1969) AM.18.1
- (29) B. Devedžić (MFK), Formiranje korelacionog pokazatelja industrijske obradljivosti materijala deformacijom (OD), VI, 1 (1970) OD.6.1
- (30) B. Devedžić (MFK), Uticaj brzine deformacije na stepen deformacionog ojačanja malougljeničnog čelika (OD), VI, 1 (1970) OD.7.1

- (31) B. Devedžić (MFK), Prilog razrešavanju dileme oko izbora najrelevantnijeg oblika koeficijenta normalne anizotropije materijala (M), VII, 3 (1971) M.11.01
- (32) B. Devedžić (MFK), Problematika granične deformabilnosti složenih otpresaka od lima i njeni savremeni teorijsko-eksperimentalni aspekti (OD), IX, 1 (1974) OD.2.1
- (33) M. Djikić (MFS), Prilog odredjivanju glavnih napona kod prve operacije dubokog izvlačenja bez promjene debljine lima (OD), VI, 1 (1970) OD.5.1
- (34) A. Djurašević (FSB), Utjecaj procesa sklapanja na dozvoljeno odstupanje i razdiobu dosjeda u sklopu (TO), II (1966) 3.1
- (35) A. Djurašević (FSB), Neka zapažanja o projektiranju proizvodnog procesa (TO), II (1966) 31.1
- (36) A. Djurašević (FSB), Osvrt na organizaciju proizvodnje - osnovni referat (TO), VI, 3 (1970) 63
- (37) R. Drevenšek (ILR), Specijalne alatne mašine za duboko bušenje (AM), X, 2 (1975) AM.7.1
- (38) M. Drezgić (FZN), Neki zahtevi pri konstruisanju alatnih mašina sa aspekta zaštite na radu (ZOM), VI, 2 (1970) OP.3.1
- (39) M. Drezgić (FZN), Stanje i problemi bezbednog i bezštetnog rada na mašinama alatkama (ZOM), IX, 1 (1974) ZA.1.1
- (40) M. Dugački (IEA), IGNON-familija programa za elektrootporno zavarivanje (AM-NU), I (1965) 12.1
- (41) V. Dukovski (EMF), Analiza na statičkata krutost na glavnite vretena na mašinite alatki (AM), VII, 1 (1973) OS.7.1
- (42) V. Dukovski (EMF) Određivanje na dozvoljenite deformaciji na glavnite vretena na mašinite alatki bez pogonski sili vo rasponot (AM), X, 2 (1975) AM.2.1
- (43) M. Dumančić, J. Turk (NTZ), Pristup uvodjenju automatizacije kod montažnih radova (TO), IX, 1 (1974) AP.9.1
- (44) D. Dužević (SINZ), Domaća iskustva u mjerenju veličine čestica i raspodjele čestica po veličini kod sirovine za alate s tvrdim metalom OR-M), V, 2 (1969) OR.13.1
- (45) B. Džigurski (FTN), Izbor priručnih pneumatskih čekića (ZOM), IX, 1 (1974) AP.5.1
- (46) T. Eberhardt (FSB), Neke interesantne pojedinosti u konstrukciji alata za preradu plastičnih masa (OD), II (1966) 25.1
- (47) K. Eman, V. R. Mlačić (MFB), Sistem analiza cirkulacije tehnološke dokumentacije (PK), VII, 2 (1971) R.05.01
- (48) K. Eman, Z. Spasić, G. Vujačić, M. Bučan (MFB), Primena razvijanih paketa programa za upravljanje proizvodnjom (PK-TO), X, 4 (1975) PK.8.1
- (49) Z. Fijan (FSB), Primjena metode "Monte Carlo" u simuliranju procesa proizvodnje (TO), II (1966) 36.1
- (50) Z. Fijan, N. Sakić, T. Talić (FSB), Prilog istraživanju metoda optimalizacije rasporeda dijelova proizvodnih i tehnoloških procesa (TO), VI, 2 (1970) TP.13.1
- (51) M. Galzina, I. Čatić (TOZ), Tehnološka dokumentacija u prešaonici za preradu termoplasta injekcionim prešanjem (TO), VI, 2 (1970) OP.2.1
- (52) I. Gantar (FSLJ), Nekaj posebnosti pri stručnici za opravljanje preskusov (AM), V, 1 (1969) AM.5.1
- (53) R. Gatalo (FTN), Programski jezici za mašinsko programiranje NUMA i mogućnost stvaranja domaćeg jezika za primenu na kompjuterima malog kapaciteta (PK), VIII, 1 (1973) NG.3.1

- (54) R. Gatalo (FTN), Primena kratkohodne rendisaljke za izradu koničnih zupčanika sa pravim zupcima metodom relativnog kotrljanja (AM), VIII, 1 (1973) OS.8.1
- (55) R. Gatalo (FTN), Osnove za razvoj procesora sistema za automatsko projektovanje tehnološkog procesa (PK-TO), X, 4 (1975) PK.5.1
- (56) B. Gligorić (IAMA), Neki problemi utemeljenja alatnih mašina (AM) II (1966) 12.1
- (57) B. Gligorić (MFK), Dinamika krutog neuravnoteženog rotora na elastičnim ležištima (PK), VII, 2 (1971) R.11.01
- (58) B. Gligorić, M. Nedeljković, M. Pavlović (IAMA), Ispitivanje trenja pri sporoj translaciji i habanja nekih visokotvrđih prevlaka (M-AM), VII, 3 (1971) M.30.01
- (59) F. Golobranc (FSLJ), Plastično problikovanje v luči sodobne tehnologije (OD), III (1967) 159
- (60) B. Gornik (IAS), Neki problemi istraživačkog rada na području obrade metala (O), II (1966) 1.1
- (61) B. Gornik (IAS), Tehnološki procesi - osnovni referat (TO), VI, 3 (1970) 35
- (62) B. Gornik (IAS), Klasifikacija dijelova proizvoda na osnovu tehnoloških procesa njihove izrade (TO), VIII, 1 (1973) GT.4.1
- (63) I. Grebenc (FSLJ), Dušenje nihanj hidrauličnog cilindra (AM), V, 1 (1969) AM.6.1
- (64) D. Henich (IAS), O problemima mjerenja i ocjenjivanja alatnih strojeva na stanovišta proizvedene buke (AM), II (1966) 13.1
- (65) D. Henich (IAS), Buka alatnih strojeva u eksploataciji (AM), V, 1 (1969) AM.14.1
- (66) I. Hercigonja, F. Dusman, R. Stančec (FSB), Problemi geometrijske tačnosti i metode mjerenja odvalnih glodala (OR), VII, 1 (1971) OR.11.01
- (67) A. Hrabrić (IAS), Prve faze rada na razvoju novih proizvoda (AM), VIII, 1 (1973) OS.3.1
- (68) A. Hrabrić, P. Stefanović (IAS), Izbor veličine i izvedbi strojeva u familiji automatskih tokarilica za obradu kratkih rotacionih dijelova (AM), VIII, 1 (1973) NC.5.1
- (69) A. Hrabrić, J. Zec (IAS), Klasifikacija delova i grupna tehnologija (TO), I (1965) 25.1
- (70) A. Hrabrić, J. Zec (IAS), Grupna obrada kratkih rotacionih dijelova na bubnjastim revolverskim tokarilicama (TO), II (1966) 20.1
- (71) J. Hribar (FSB), Sile na alatu za obradu drveta (OR), IV, 1 (1968), 2.1
- (72) J. Hribar (FSB), Sile i deformacije kod dubokog vučenja tankostječne limene robe (OD), VI, 1 (1970) OD.14.1
- (73) J. Indof (OKI), Obrada čelika deformacijom u hladnom stanju (hladno utiskivanje) primijenjena u proizvodnji kalupa za preradu poliplasta (OD), VI, 1 (1970) OD.15.1
- (74) M. Ivanović, J. Gilić, D. Uskoković (MFB), Modernizacija mašina alatki primenom NU-tehnologije (AM-NU), X, 2 (1975) AM.8.1
- (75) B. Ivković (MFK), Kvantitativni uticaj tvrdoće glodala na njihove eksploatacijske karakteristike (OR), IV, 1 (1968) 6.1
- (76) B. Ivković (MFK), Nova radioaktivna metoda za ispitivanje obradljivosti konstrukcijskih materijala i eksploatacijskih karakteristika višesečnih reznih alata (OR), V, 2 (1969) OR.10.1
- (77) B. Ivković (MFK), Jedan metod za ocenu kvaliteta tehnoloških rešenja u obradi metala rezanjem (OR), VI, 2 (1970) TP.14.1
- (78) B. Ivković (MFK), Definisanje obradljivosti konstrukcijskih materijala u radioničkim uslovima pomoću radioaktivnih izotopa (OR) VII, 1 (1971) OR.23.01

- (79) B. Ivković (MFK), Razvoj radioaktivnih metoda za tribološka istraživanja u obradi metala rezanjem (OR), X, 3 (1975) OR.19.1
- (80) P. Jgodič (FNTLj), Promena osebina pri zavarivanju konstrukcija pri izboru toplotno očvršćujućih aluminijskih legura (M), VII, 3 (1971) M.23.01
- (81) M. Jarić (FSB), Analiza konfiguracije grafita u sivom lijevu obzirom na sadržaj ugljika i silicija (M), VII, 3 (1971) M.26.01
- (82) R. Jelatancev (IAS), Primjena novijih magnetskih materijala u konstrukciji magnetskih naprava alatnih strojeva (ZOM), V, 1 (1969) AM.15.1
- (83) R. Jelatancev (IAS), Pužučii hod asinhronog motora primjenjen za pozicioniranje na alatnom stroju (AM), V, 3 (1969) 169
- (84) R. Jelatancev (IAS), Neki problemi magnetskih i nemagnetskih materijala te ispitivanje magnetskih stega sa keramičkim materijalima (M-ZOM), VII, 3 (1971) M.12.01
- (85) B. Jeremić (MFK), Uticaj vrste termičke obrade na obradivost čelika pri čecnom glodanju (OR), X, 3 (1975) OR.8.1
- (86) F. Jeromen (TIL), Varnostna krmilna vezja (ZOM), IX, 1 (1974) ZA.4.1
- (87) M. Jovanović (MAG), Informacioni sistem i organizacija udruženog rada (PK), X, 4 (1975) PK.7.1
- (88) S. Jovanović, Z. Stojanović, M. Grujić (IMP), Uljne komponente za automatizaciju mašina radilica (TO-AM), IV, 2 (1968) 25.1
- (89) M. Jovičić (IAMA), Neka pitanja oštrenja alata (OR), I (1965), 16.1
- (90) M. Jovičić (IAMA), Neke mogućnosti za poboljšanje kvaliteta obradjene površine pri brušenju alatnih materijala (OR), IV, 1 (1968) 5.1
- (91) M. Jovičić (IAMA), Ispitivanje procesa glačanja tvrdog metala i brzoreznog čelika abrazivnim pastama (OR), V, 2 (1969) OR.2.1
- (92) M. Jovičić (IAMA), Uticaj karakteristika tocila i uslova obrade na samopobudne vibracije pri brušenju (OR), X, 3 (1975) OR.2.1
- (93) B. Justin (FSLj), Obdelovalnost proti obrabi odpornih legiranih jeklenih litina (OR), V, 2 (1969) OR.7.1
- (94) B. Justin, P. Leskovar, I. Gantar, F. Roethel, Z. Seljak (FSLj), Prispevek k raziskavam o obdelovalnosti jekla, aluminiija in nodularne litine (OR), IV, 1 (1968) 9.1
- (95) M. Kalajdžić (IAMA), Analitičko odredjivanje odstupanja glavnog sečiva zavojne burgije od prave linije u zavisnosti od oblika glodala i kinematskih grešaka (OR), I (1965) 14.1
- (96) M. Kalajdžić (IAMA), Uporedna krutost postolja alatnih mašina (AM), II (1966) 11.1
- (97) M. Kalajdžić (IAMA), Jedan način odredjivanja dinamičke stabilnosti alatnih mašina (AM), V, 1 (1969) AM.12.1
- (98) M. Kalajdžić (IAMA), Modeliranje proračuna mašinske konstrukcije (PK-AM), VII, 2 (1971) R.06.01
- (99) M. Kalajdžić (IAMA), Dalji razvoj metoda za identifikaciju pokazatelja kvaliteta alatnih mašina (AM), X, 2 (1975) AM.4.1
- (100) M. Kalajdžić, M. Tomašević, R. Albižanić (AM), Alatne mašine u kompleksu osvajanja i testiranja (AM), VIII, 1 (1973) OS.2.1
- (101) M. Kaplarević (IAMA), Neki rezultati ispitivanja prototipa pneumatske agregatne jedinice za superfiniš (AM), IV, 1 (1968) 20.1
- (102) M. Kaplarević (IAMA), Obradljivost nekaljenog i poboljšanog čelika metodom superfiniš (OR), V, 2 (1969) OR.18.1
- (103) M. Kaplarević (IAMA), Doprinos IAMA razvoju opreme i specijalnih postupaka superfiniša (ZOM), X, 2 (1975), AM.16.1

- (104) I. Karabaić, M. Cvijetičanin (IAS), Oponašanje proizvodnog procesa pomoću elektroničkog računala (PK-TO), X, 4 (1975) PK.2.1
- (105) L. Karbić (FSB), Primjena visokotemperaturne metalografije na praćenje migracije granice zrna (M), VII, 3 (1971) M.03.01
- (106) L. Karbić (FSB), Nasledjene karakteristike gvozdениh lijevova (M), VII, 3 (1971) M.04.01
- (107) L. Karbić (FSB), Makrografsko praćenje postupka normalizacije (M), VII, 3 (1971) M.31.01
- (108) I. Katavić (TFR), Upotreba lijevanog bijelog željeza legiranog kromom i niklom u mlinovima za proizvodnju cementa (M), VII, 3 (1971) M.02.01
- (109) I. Kendžel (PZ), Prihvatanje u proizvodnju numerički upravljane horizontalne bušilice - NC-stroja (AM-NU), VI, 2 (1970) TP.10.1
- (110) I. Kendžel (PZ), Eksploatacija NC-alatnih strojeva, ekonomska analiza i rentabilnost uvođenja (AM-NU), VII, 1 (1971) OR.08.01
- (111) S. Kerkez (IAMA), Neka razmatranja mogućnosti smanjenja povreda na radu u industrijskoj proizvodnji (ZOM), IX, 1 (1974) ZA.2.1
- (112) B. Kladnik (ZALJ), Pnevmatiko programirana stručnica (AM-NU), IX, 1 (1974) AP.3.1
- (113) I. Kobluški (LŽTK), Neka iskustva LŽTK sa obradnim centrima (AM-NU) X, 2 (1975) AM.12.1
- (114) R. Kričanac (IAMA), Klasifikacija tehnološke opreme u preduzećima metalne industrije - osnov za razvoj tehnološke specijalizacije i sistema operativnog planiranja (TO), VI, 2 (1970) OP.8.1
- (115) Z. Kos (IAS), Elektroerozivna obrada metala (NO), I (1965) 23.1
- (116) Z. Kos (IAS), Elektrolitski postupak brušenja i njegova primjena za brušenje tvrdih metala (NO), II (1966) 27.1
- (117) Z. Kos (IAS), Ispitivanje makete stroja za elektrohemijsku obradu (NO), IV, 1 (1968) 22.1
- (118) B. Kostić, B. Antunović (IAS), Sintezа logičkih automata za upravljanje alatnim strojevima (AM-NU), I (1965) 9.1
- (119) B. Kostić (IAS), Sintezа relejnih automata matričnim postupkom (TO), III (1967) 124
- (120) R. Kovačević (TFT), Uporedjivanje reznih karakteristika konusno i ravno naoštrenih burgija (OR), X, 3 (1975) OR.11.1
- (121) F. Kovačićek (FSB), Rezni alati na bazi Al_2O_3 (OR-M), II (1966) 29.1
- (122) E. Kuljanić (IAS), Utjecaj početne brzine kod kratkotrajnog ispitivanja postojanosti tokarskih noževa iz brzoreznog čelika (OR), III (1967) 92
- (123) E. Kuljanić (IAS), Neki parametri za eksploataciju glodaćih glava za glodanje sivog lijeva (OR), V, 2 (1969) OR.16.1
- (124) E. Kuljanić (IAS), Primjena planiranja pokusa i multiregresione analize za određivanje zavisnosti hrapavosti površine o najutjecajnijim faktorima obrade (OR), VII, 1 (1971) OR.25.01
- (125) E. Kuljanić, E. Lemaher (IAS), Metoda zakretanja alata - povećanje postojanosti alata za odvalno dubljenje (Fellows) (OR), X, 3 (1975) OR.16.1
- (126) E. Kuljanić, E. Lemaher (IAS), Utjecaj broja početaka odvalnog glodala na hrapavost površine i ekscentričnost zupčanika (OR), X, 3 (1975) OR.17.1
- (127) K. Kuzman (FSLJ), O nekaterih problemih pri osvajanju tehnologije kovaškoga valjanja (OD), VI, 1 (1970) OD.11.1
- (128) K. Kuzman (FSLJ), Uporabnost tlačnoga preizkusa za ugotavljanje nekaterih preoblikovalnih lastnosti jekel (OD-M), VII, 3 (1971) M.34.01

- (129) K. Kuzman (KIZ), Dimenzioniranje procesov kovaškega valjanja (OD), IX, 1 (1974) OD.8.1
- (130) A. Lauc (FSB), Pokušaj jednog novog pristupa problemu raspodjele osobnih dohodaka (TO), VI, 2 (1970) OP.11.1
- (131) A. Lauc (FSB), Izobrazba kadrov-a (TO), VI, 2 (1970), VI, 2 OP. 12.1
- (132) Z. Leicher (IAS), Primjena tvrdih metala kod štanoni za isjecanje i savijanje (OD-M), IV, 1 (1968) 13.1
- (133) E. Lemaher (IAS), Traženje optimalnog rasporeda radnih mjesta u proizvodnji u odnosu na postavljene tehnološki proces (TO), VI, 2 (1970) TP.1.1
- (134) P. Leskovar (FSLj), Preskušanje obdelovalnosti domaćih materijalov (OR), II (1966) 39.1
- (135) P. Leskovar (FSLj), Kvaliteta površine pri obdelavi aluminijevih zlitin (OR), V, 2 (1969) OR.6.1
- (136) P. Leskovar, D. Ferlan (FSLj), Integriteta površine kot kriterij obdelovalnosti in obdelovalnega procesa (OR), X, 3 (1975) OR.13.1
- (137) B. Lišič (FSB), Kontinuirani žilavi lijev, nitriran postupkom tenifer, kao materijal za serijsku proizvodnju zupčanika (M), VII, 3 (1971) M.20.01
- (138) B. Lišič, V. Reich (FSB), Dosadašnji rezultati uvođenja tehnologije nitiranja postupkom tenifer u domaćoj industriji (M), VII, 3 (1971) M.35.01
- (139) N. Majdančić (DjDj), Rezultati eksploatacije alata sa mehanički učvršćenim pločicama tvrdog metala u poduzeću "Djuro Djaković", (OR), VII, 1 (1971) Or.01.01
- (140) N. Malešević (FSB), Prijedlog simblizacije toplinskih obrada aluminijevih slitina (M), VII, 4 (1971) 105
- (141) D. Mandić (MPB), Neki rezultati dinamičkog ispitivanja hidruličnih makaza (AM), V, 1 (1969) AM.8.1
- (142) D. Mandić (MPB), Osvrt na ideje i radove Prof. Dr.-Ing. Pavla Stankovića u oblasti plastične deformacije (OD), VI, 1 (1970) OD.13.1
- (143) E. Marek (ZALj), Definicija o togosti pri vrednotenju delovnih lastnosti stružnice (AM), III (1967) 283
- (144) E. Marek, A. Bleiweis (ZALj), Določanje obdelovalnega režima pri ročni obdelavi z žaganjem in piljenjem (OR), V, 2 (1969) OR.15.1
- (145) S. Margić (TFR), Oksidno keramičke rezne pločice (OR), VII, 1 (1971) OR.04.01
- (146) Ž. Maričić (IAMA), Uloga klasifikacije materijala u sistemu upravljanja materijalom i zalihama (TO), VI, 2 (1970) OP.10.1
- (147) Ž. Maričić (IAMA), Primena računara u upravljanju međufaznim zalihama procesa proizvodnje metalne industrije (PK), X, 4 (1975) PK.3.1
- (148) S. Marinković (IAMA), Metoda određivanja momenta inercije menjača alatnih mašina i momenta pri uključivanju kočnice i spojnice (AM), I (1965) 6.1
- (149) S. Marinković (IAMA), Ispitivanje toplotnih deformacija alatnih mašina (AM), II (1966) 14.1
- (150) B. Markov (IAMA), Prilog konstrukciji pomoćnih pribora za bušenje predmeta sa više otvora u uslovima grupne obrade (TO), VI, 2 (1970) TP.7.1
- (151) D. Marković (IAS), Mogućnosti i iskustva rada na poboljšavanju proizvodne moći alatnih strojeva u toku eksploatacije (ZOM), X, 2 (1975) AM.14.1

- (152) M. Marković (MFS), Granični stepen izvlačenja djelova sa širokim vencem u uslovima hladnog očvršćavanja (OD), IV, 1 (1968) 15.1
- (153) M. Marković (IAMA), Mikrofilmovanje i klasifikacija tehničke dokumentacije po modelima razvijenim u Institutu za alatne mašine i alate (TO), VI, 2 (1970) OP.9.1
- (154) Ž. Marković (ZCZ), Usporedna analiza troškova reznih alata sa mehanički pričvršćenim i zavarenim pločicama (OR), VII, 1 (1971) OR.05.01
- (155) J. Matin (DjDj), Primjena plastične deformacije eksplozijom (izrada danaca za sudove pod pritiskom) (OD), VI, 1 (1970) OD.9.1
- (156) V. Milačić (MFB), Neki problemi ispitivanja alatnih mašina (AM), I (1965) 4.1
- (157) V. Milačić (MFB), Neki specifični problemi dinamičke stabilnosti alatnih mašina (AM), II (1966) 9.1
- (158) V. Milačić (MFB), Prinudne i samopobudne vibracije alatnih mašina (AM), V, 1 (1969) AM.1.1
- (159) V. Milačić (MFB), Prilog problemu adaptivnog upravljanja kod alatnih mašina (AM-NU), V, 1 (1969) AU.6.1
- (160) V. R. Milačić (MFB), Proizvodni informacijski sistemi (PK), VII, 2 (1971) R.07.01
- (161) V. Milačić (MFB), NU-software - primer razvoja orijentisanog jezika za NUMA sisteme (PK), VIII, 1 (1973) NC.2.1
- (162) V. R. Milačić (MFB), Problemi razvoja složenih obradnih sistema industrije mašina alatki (AM-NU), X, 2 (1975) AM.17.1
- (163) V. R. Milačić (MFB), Integralni informacioni sistem u proizvodnom mašinstvu - JUPITER-koncept (PK), X, 4 (1975) PK.12.1
- (164) V. Milačić, M. Nedeljković, M. Kalajdžić (IAMA), Osnovni pravci ispitivanja alatnih mašina u Institutu za alatne mašine i alate, Beograd (AM), III (1967) 109
- (165) B. Milčić (PZ), Održavanje i modernizacija alatnih strojeva (ZOM), II (1966) 8.1
- (166) B. Milčić (PZ), Izrada podloga za normiranje i korišćenje podataka o vremenima trajanja elemenata rada dobivenih od proizvođača strojeva (TO), II (1966) 23.1
- (167) B. Milčić (PZ), Istrošenja na elementima alatnih strojeva u toku eksploatacije, kao osnovni problem održavanja (ZOM), III (1967) 191
- (168) B. Milčić (PZ), NC-alatni strojevi i njihova primjena - uvodni referat (AM-NU), VIII, 1 (1973) NC.1.1
- (169) J. Milevoj (IAS), Postavljanje procesa linijske montaže jednog proizvoda (TO), VI, 2 (1970) TP.12.1
- (170) R. Milisavljević (ZCZ), Problemi ekonomske eksploatacije mašina za provlačenje (OR-AM), VII, 1 (1971) OR.09.01
- (171) M. Milojević (ILR), Prilog rešenju alata za numerički upravljane alatne mašine (AM-NU), V, 1 (1969) AU.11.1
- (172) M. Milojević, Lj. Ristić, N. Mirjanić (ILR), Numerički upravljanje alatne mašine s osvrtnom na rešenja u Fabrici "Ivo Lola Ribar" Železnik (AM-NU), V, 1 (1969) AU.1.1
- (173) M. Milojević, S. Srećković, N. Mirjanić (ILR), Analiza rentabilnosti primene alatnih mašina pomoću elektronskog računara (PK), VII, 2 (1971) R.04.01
- (174) D. Milutinović, N. Đordjević (JN), Primer unapredjenja obrade primenom grupnog alata za bušenje (OR-GT), X, 3 (1975) OR.6.1
- (175) D. Mihajlović, A. Mihajlović (IBK), Uredjaj za merenje promene čvrstoće metala u toku periodično promenljive plastične deformacije (M), VII, 3 (1971) M.36.01

- (176) B. Mitić (MFN), Problemi oko proračuna elemenata alatnih mašina izloženih habanju (AM), III (1967) 199
- (177) B. Mitić (MFN), Jedan predlog za određivanje koeficijenta izolacije opasnosti pri obradi materijala (ZOM), IV, 1 (1968) 10.1
- (178) B. Mitić (MFN), Problemi koji se javljaju pri projektovanju sistema zaštite na alatnim mašinama (ZOM), V, 1 (1969) AM.16.1
- (179) B. Mitić (MFN), Prilog određivanju kriterijuma pri atestiranju alatnih mašina sa aspekta bezbednosti pri radu (ZOM), VI, 2 (1970) OP.1.1
- (180) B. Mitić (MFN), Analiza različitih koncepcija energetskih i vremenskih pokazatelja proizvodnog iskorišćenja alatnih mašina (AM), X, 2 (1975) AM.3.1
- (181) B. Mitić, B. Drezgić (MFN), Neki problemi i rezultati u istraživanju mehanizma razletanja i odvođenja strugotine iz zone rezanja (ZOM), VII, 1 (1971) OR.14.01
- (182) V. Mitković (MFS), Idealizirani napon izvlačenja u funkciji odnosa deformacije (OD), VI, 1 (1970) OD.4.1
- (183) V. Mitković (MFS), Analiza eksperimentalnih metoda dobijanja krivih očvršćavanja (OD), IV, 1 (1968) 14.1
- (184) R. Mitrović (MFK), Oblik habanja sečiva i izbor kriterijuma za tupljenja čeonih glodala sa tvrdim metalom (OR), V, 2 (1969) OR.12.1
- (185) R. Mitrović (MFK), Primena računara u identifikaciji parametara procesa odvalnog glodanja (PK-OR), X, 4 (1975) PR.4.1
- (186) R. Mitrović, S. Zahar (MFK), Ekscentričnost sečiva zuba glodala u odnosu na sopstvenu osu rotacije i njen uticaj na postojanost glodala (OR), VII, 1 (1971) OR.06.01
- (187) R. Motika (FSB), Prilog grafičkom prikazu i projektu glavnih prigona alatnih strojeva (AF), VIII, 1 (1973) OS.4.1
- (188) A. Mora (PA), Grupa tehnologija i "masovnost" proizvodnje alatnih mašina (TO), I (1965) 27.1
- (189) A. Mora (PA), Tehnička kontrola u sklopu racionalizacije tehnoloških postupaka (TO), II (1966) 34.1
- (190) H. Muren (FSLJ), Ispitivanje otpora pri bušenju domaćih konstrukcionih čelika (OR), I (1965) 19.1
- (191) H. Muren (FSLJ), Izrada korigiranih stožnih zupčanika (OR), II (1966) 4.1
- (192) H. Muren (FSLJ), Obdelava verižnih zupčnikova po kotalnem načinu (OR), III (1967) 28.1
- (193) H. Muren (FSLJ), Vpliv geometrije brusne plošče na kvalitetu površine (OR), VII, 1 (1971) OR.10.01
- (194) H. Muren (FSLJ), Sistematika proračuna pri odrezovalnim strojima (AM), VIII, 1 (1973) OS.6.1
- (195) B. Musafija (MFS), Analitički metod određivanja specifičnog deformacionog otpora kao funkcije deformacije (OD), II (1966) 6.1
- (196) B. Musafija (MFS), Granični stepen deformacije procesa plastične obrade sa pozitivnim radnim naponom (OD), III (1967) 96.
- (197) B. Musafija (MFS), Savremena teoretska i eksperimentalna dostignuća u području aplicirane teorije plastičnosti (OD), IV, 1 (1968) 11.1
- (198) B. Musafija (MFS), Savremena kretanja u području obrade metala deformacijom sa posebnim osvrtom na istraživačke radove za VI savetovanja - osnovni referat (OD), VI, 3 (1970) 83
- (199) B. Musafija (MFS), Primjena ekstremalnih principa teorije plastičnosti u tehnologiji obrade deformacijom (OD), IX, 1 (1974) OD.1.1
- (200) A. Mulc (FSB), Neki aspekti primjene fotoplastične analize u obradi deformacijom (OD), IX, 1 (1974) OD.4.1
- (201) A. Mulc, F. Kovačiček (FSB) Određjivanje koeficijenta kontaktnog

- trenja metodom utiskivanja žiga u metal (OD), VI, 1 (1970) OD.8.1
- (202) A. Mulc, F. Kovačićek, R. Zgaga (FSB), Usporedba oblikovljivosti deformacijom AlZnMg legura u isprešanom i toplinski obradjenom stanju (OD), IX, 1 (1974) OD.3.1
- (203) M. Nedeljković (IAMA), neki problemi bilansa snage alatnih mašina (AM), II (1966) 15.1
- (204) M. Nedeljković (IAMA), Pristup istraživanju uticaja sporih vežovatnostnih tarnih procesa na eksploatacijsko stanje alatnih mašina (AM), V, 1 (1969) AM.10.1
- (205) M. Nedeljković (IAMA), Rezultati eksperimentalnih ispitivanja s osnovom na dopunski kriterijum za izbor mazivog fluida stupnjevitih prenosnika alatnih mašina (AM), V, 1 (1969) AM.11.1
- (206) M. Nedeljković, B. Gligorić (IAMA), Neki problemi pravolinijskih vodjica alatnih mašina (AM), I (1965) 5.1
- (207) M. Nešić, P. Daničić, (ILR), Kontinualna regulacija u širokom opsegu na prenosnicima mašina alatki (AM), III (1967) 212
- (208) Z. Nikić (VTŠČ), Problemi obrade sfernih površina na programskim alatnim mašinama (OR), VII, 1 (1971) OR.03.01
- (209) D. Nikolić (MFB), Dinamičko ponašanje glavnih vretena strugova u procesu rezanja (AM), V, 1 (1969) AM.3.1
- (210) D. Nikolić (MFB), Neke mogućnosti određivanja broja prolaza pri glodanju (OR), VII, 1 (1971) OR.15.01
- (211) D. Nikolić (MFB), Statičko-dinamičko ponašanje i kvalitet izrade sklopa glavnog vretena strugova (AM), X, 2 (1975) AM.11.1
- (212) D. Nikolić (PPT), Projekat pneumatičke instalacije za stegu (ZOM), IX, 1 (1974) AP.6.1
- (213) D. Novković (DjDj), Tehnologičnost konstrukcije okvira okretnog postolja prototipa lokomotive DHL 1600 KS (TO), VI, 2 (1970) TP.15.1
- (214) M. Novosel (FSB), Primjenjivost visokog popuštanja na ledeburitne alatne čelike za hladni rad (M), VII, 3 (1971) M.21.01
- (215) M. Novosel (FSB), Utjecaj Izett-obrade na mehanička svojstva nelegiranog niskougljeničnog čelika (M), VII, 3 (1971) M.27.01
- (216) D. Pajić, B. Popović, N. Vučinić (IAMA), Primena mehanografije kod klasifikacije delova u "beogradskom" projektu grupne tehnologije (TO), I (1965) 26.1
- (217) A. Pavlović (ILR), Numerički metod provere pouzdanosti mašine alatke (AM), V, 1 (1969) AU.12.1
- (218) A. Pavlović (MFN), Jedan pristup identifikaciji realnih mašinskih sistema na primeru vazdušnog čekića (AM), X, 2 (1975) AM.1.1
- (219) B. Pavlović (ZCZ), Problematika definisanja strukture troškova alata pri obradi metala rezanjem (OR), VII, 1 (1971) OR.12.01
- (220) V. Pavlovski (EMF), Prilog identifikaciji medjuzavisnosti habanja glodala i kvaliteta obradjene površine (OR), X, 3 (1975) OR.5.1
- (221) T. Pecek (IAS), Ispitivanje statičke krutosti alatnih strojeva (AM), II (1966) 10.1
- (222) T. Pecek (IAS), Uloga teoretskih postavki i matematičkih modela u ispitivanju alatnih strojeva (AM), V, 1 (1969) AM.13.1
- (223) P. Pejak, D. Butorajac, M. Dragović (IAMA), REMAX-sistem u održavanju alatnih mašina (ZOM), X, 2 (1975) AM.15.1
- (224) J. Peklenik (FSLj), Upotreba računara u tehnološkim procesima - uvodni referat (original na slovenačkom jeziku i prevod na srpskohrvatski) (PK-TO), VII, 4 (1971) 23
- (225) J. Peklenik (FSLj), Tehnologija strojne obdelave in njeni organizacijski prijemi - uvodni referat (PK-TO), VIII, 1 (1973) GT.1.1

- (226) J. Peklenik (FSLj), Proizvodna kibernetika - njen vpliv na tehnični in tehnološki razvoj in produktivnost - uvodni referat (PJ), X, 1 (1975) PK.1
- (227) J. Peklenik, Z. Seljak, P. Leskovar, F. Roethel, B. Justin (FSLj), Sodobna tehnika odrezivanja in njene razvojne smeri (OR), III (1967) 65
- (228) A. Perić (MFS), Jedan prilaz odredjivanju ekonomsko-tehničke granice upotrebljivosti univerzalnih i agregatnih mašina (AM), IV, 1 (1968) 19.1
- (229) A. Perić (MFS), Osvrst na uvodjenje pomoćnog vremena u izraze za specifičnu proizvodnost mašine pri proračunu perioda ekonomične zamjene alata (AM-OR), VII, 1 (1971) OR.02.01
- (230) A. Perić (MFS), Neka iskustva u vezi primjene računara (PK), VII, 2 (1971) R.02.01
- (231) A. Perić (MFS), Prilog istraživanju temperatura pri periodičnom rezanju (OR), X, 3 (1975) OR.12.1
- (232) A. Perić, B. Bendelja (MFS), Rezultati istraživanja iskorišćenja alatnih mašina za obradu rezanjem (AM), V, 3 (1969) 153
- (233) M. J. Perović (ZCZ), Upravljanje procesom proizvodnje simulacijom na elektronskom računaru (PK-TO), VI, 2 (1970) OP.14.1
- (234) M. Perović (ZCZ), Izračunavanje troškova operacije pomoću elektronskog računara (PK), VII, 2 (1971) R.01.01
- (235) M. J. Perović (ZCZ), Organizacijski aspekti funkcionisanja tehnološke banke podataka (PK), X, 4 (1975) PK. 11.1
- (236) M. Perović, M. Lučić (ZCZ), Sprovedjenje konstruktivno-tehnoloških izmena pomoću elektronskog računara (PK), VII, 2 (1971) R.03.01
- (237) J. Pirš (TFR), Doprinos istraživanjima plasticiteta metala (M), VII, 3 (1971) M.01.01
- (238) J. Pirš (TFR), Oblast materijali u mašinstvu - koreferat (M), VII, 4 (1971) 110
- (239) Lj. Polla-Tajder, S. Turina (FSB), Prilog poznavanju zakonitosti raspodjele učestalosti veličine zrna MnS u sivom lijevu (M), VII, 3 (1971) M.33.01
- (240) P. Popović (MFN), Prilog rešavanju izbora tipa pneumatskog uravnotežavača pritiskivača mehaničkih presa (AM), II (1966) 16.1
- (241) P. Popović (MFN), Prilog izračunavanju sile prednaprezanja vijaka presa otvorene konstrukcije (AM), III (1967) 188
- (242) P. Popović (MFN), Prednapregnuti vijci mehaničkih presa otvorene konstrukcije i njihov proračun (AM), IV, 1 (1968) 17.1
- (243) P. Popović (MFN), Prilog analizi proširenja domena primene unificiranog pogonskog mehanizma mehaničkih krivajnih presa (AM), VI, 1 (1970) OD.1.1
- (244) P. Popović, D. Domazet (MFN), Prilog rasmatranju uticaja uvijanja tela mehaničkih presa otvorene konstrukcije na alat (AM), VIII, 1 (1973) OS.5.1
- (245) P. Popović, V. Stojiljković, Lj. Bogdanov (MFN), Ispitivanje neravnornosti deformacije pri sabijanju elemenata (MFN), IX, 1 (1974) OD.7.1
- (246) B. Popović (IAMA), Metoda ispitivanja reznih mogućnosti ureznika (OR), IV, 1 (1968) 7.1
- (247) B. Popović (IAMA), Elementi tačnosti obrade u automatskoj kontrolni (TO), V, 1 (1969) AU.4.1
- (248) B. Popović (IAMA), Kinematika mašinskih ureznika (OR), V, 2 (1969) OR.5.1
- (249) B. Popović (IAMA), Optimizacija geometrije ureznika (OR), X, 3 (1975) OR.3.1
- (250) B. Popović, V. Kovačević (IAMA), Mrežni model tehnološkog procesa (TO), VI, 2 (1970) TP.8.1

- (251) A. Postnikov (MFS), Naučno-istraživački aspekti rezanja drveta (OR), IV, 2 (1968) 26.1
- (252) A. Povrzanović (FSB), Prilog metodi fotografske registracije kratkotrajnih procesa (OD), II (1966) 30.1
- (253) A. Povrzanović, F. Kovačićek (FSB), Mjerenje koeficienta kontaktnog trenja kod provlačenja traka od legure AlCuMg.4 (M), VII, 3 (1971) M.05.01
- (254) T. Pratlnekar, F. Roethel (FSLJ), Problemi in rezultati uvajanja grupne tehnologije v industrijski obrat (TO), VIII, 1 (1973) GT.6.1
- (255) T. Pratlnekar, F. Roethel (FSLJ), Dosežki uvajanja računalniške tehnike v tehnološki proces v industrijskem obratu (PK - TO), X, 4 (1975) PK.9.1
- (256) D. Rajić (VTŠZ), Fluidički digitalni upravljački sistem mašina alatki (TO), VIII, 1 (NC.4.1)
- (257) A. Razinger (ŽJ), Nerjaveča jekla za obdelavo na automatih (OR) IV, 2 (1968) 27.1
- (258) A. Razinger (ŽJ), Osvajanje obdelovalnih jekel - ogljikovih in nizkolegiranih - legiranih s svincem (M-OR), VII, 3 (1971) M.08.01
- (259) J. Reisner (ZRLJ), Današnje možnosti razvijanja in preizkušanja dinamično obremenjenih strojnih elementov (M), VII, 3 (1971) M.24.01
- (260) E. Rejec (ZPD), Priprave i izvodjenje preventivnog održavanja alatnih mašina (ZOM), X, 2 (1975) AM.13.1
- (261) J. Rekecki (FTN), Mašine alatke - uvodni referat (AM), VIII, 1 (1973) OS.1.1
- (262) J. Rekecki, Lj. Borojev (FTN), Prilog ispitivanju osetljivosti mašine alatke obzirom na tačnost pozicioniranja (AM), X, 2 (1975) Al.5.1
- (263) J. Rekecki, R. Gatalo, J. Hodolič, P. Kovač (FTN), Neki rezultati korišćenja računara u fazi projektovanja mašine alatke (PK-AM), X, 4 (1975) PK.6.1
- (264) Lj. Ristić (ILR), Neka rešenja kontrole procesa u proizvodima ILR (AM-NU), X, 2 (1975) AM.10.1
- (265) B. Robavs (ZALJ), Programsko krmiljenje obdelovalnih strojeva (AM-NU), V, 1 (1969) AU.7.1
- (266) J. Rodič (ŽR), -Jekla za utope (OD-M), III (1967) 99
- (267) J. Rodič, R. Vojović, D. Sinobađ (ŽR), Osvajanje novog alatnog čelika Č.4850 - OGR 12 VM (M-OD), VII, 3 (1971) M.17.01
- (268) F. Roethel (FSLJ), Hidrostatični ležaji pri obdelovalnih sistemih (AM), V, 1 (1969) AM.4.1
- (269) F. Roethel (FSLJ), Prispevek k opisu sprememb površin pri procesu notranjega brušenja (OR), X, 3 (1975) OR.14.1
- (270) F. Roethel, B. Justin, P. Leskovar, Z. Seljak (FSLJ), Nove identifikacijske metode obdelovalnoga procesa (OR), VIII, 1 (1973) GT.3.1
- (271) N. Roknić (PZ), Tehnologija montaže glavnih radnih vretena na alatnim strojevima (AM), VI, 2 (1970) TP.11.1
- (272) D. Rudelić (GZ), Problem maziva i podmazivanja pri procesima dubokog izvlačenja (OD), VI, 1 (1970) OD.10.1
- (273) E. Saul (ČSSR), Projektovanje tehnoloških postupaka na programiranim strojevima (AM-NU), I (1965) 24.1
- (274) M. Savić, A. Mora (PA), Konceptija familije strugarskih mašina i njihova proizvodnja u velikim serijama na principima grupne tehnologije (PA), II (1966) TO-AM

- (275) Z. Savić (MFB), Osnovne tendencije istraživanja u oblasti zupčanika (AM), V, 3 (1969) 117
- (276) Z. Savić (MFB), Stabilnost aksijalno pokretnih zupčanika (AM), V, 3 (1969) 121
- (277) G. Sečak, B. Skalicki (FSB), Frekvencijska promjena brzine vrtnje kaveznog asinhronog motora i njena regulacija (AM), V, 3 (1969) 157
- (278) M. Sekulić, D. Knežević (IPT), Primena pneumatskih sistema u automatizaciji alatnih mašina (AM-TO), V, 1 (1969) AU.10.1
- (279) S. Sekulić (FTN), Pohabnanost alata kao funkcija elemenata režima obrade (OR), III (1967) 204
- (280) S. Sekulić (FTN), Pojava koncentrisanog habanja u širokom dijapazonu brzina rezanja (OR), IV, 1 (1968) 8.1
- (281) S. Sekulić (FTN), Maksimalne dozvoljene vrednosti pojasa habanja u zavisnosti od brzine rezanja (OR), V, 2 (1969) OR.3.1
- (282) S. Sekulić (FTN), Analiza postojanosti burgije u zavisnosti od materijala radnog predmeta i prečnika burgije (OR), VI, 2 (1970) OR.4.1
- (283) S. Sekulić (FTN), Ispitivanje postojanosti alata kratkim postupkom obrade (OR), VII, 1 (1971) OR.27.01
- (284) S. Sekulić (FTN), Obrada rezanjem - uvodni referat (OR), VII, 4 (1971) 86
- (285) S. Sekulić (FTN), Primena dimenzione analize na određivanje zavisnosti između glavnog otpora rezanja i primarnih uticajnih faktora (OR), X, 3 (1975) OR.10.1
- (286) Z. Seljak (FSLj), Obradljivost nodularnog liva i postojanost alata (OR), I (1965) 13.1
- (287) Z. Seljak (FSLj), Kratkotrajni preskus obstojnosti hitroreznih jekel s prečnim struženjem (OR), V, 2 (1969) OR.8.1
- (288) Z. Seljak (FSLj), Pogoji obdelave s struženjem konstrukcijskih jekel (OR), VII, 1 (1971) OR.24.01
- (289) Z. Seljak (FSLj), Tehnološke informacije o tvrdi valjčni liti-ni (OR), X, 3 (1975) OR.15.1
- (290) Z. Seljak, I. Gantar, B. Justin, P. Leskovar, F. Roethel (FSLj), Raziskave obdelovalnosti z odrezivanjem na Inštitutu za strojništvo v Ljubljani (OR), III (1967) 85
- (291) M. Slavić, S. Turina (FSB), Ispitivanje zakonitosti i uzročnosti raspodjele učestalosti veličina matičnih zrna metalne strukture (M), VII, 3 (1971) M.32.01
- (292) Z. Smolčić-Zerdik (IAS), Neki novi plastični materijali i njihova primjena u strojarstvu (M), II (1966) 24.1
- (293) Z. Smolčić-Zerdik, J. Indof (FSB), Prilog ocjenjivanju proizvođa od duroplasta (M), VII, 3 (1971) M.25.01
- (294) Z. Smolčić-Zerdik, M. Popović (FSB), Utjecaj purra na tehnološka svojstva plastičnih materijala (M), VII, 3 (1971) M.37.01
- (295) A. Smolej, A. Podgornik (FVNLj), Vpliv metalurških faktorjev na obdelovalnost aluminijevih zlitin (OR-M), M.16.01
- (296) A. Sofronić (IAMA), Primena modela IAMA u sistem analizi kapaciteta i potreba repromaterijala (PK-TO) X, 4 (1975) PK.1.1
- (297) Ž. Spasić, V. R. Milačić (MFB), Prilog problemu formiranja datoteke delova (PK-TO), VII, 2 (1971) R.08.01
- (298) S. Srećković (ILR), Numeričko programsko upravljanje po sistemu fazne modulacije na horizontalnoj bušilici (AM-NU), II (1966) 19.1
- (299) J. Stanić (IAMA), Kvalitativni i kvantitativni metod merenja parametara konusa brušenja i njihov uticaj na geometrijske elemente vrha burgije (OR), I (1965) 15.1

- (300) J. Stanić (IAMA), Uticaj sredstava za hladjenje i podmazivanje na proces rezanja metala pri bušenju (OR), II (1966) 28.1
- (301) J. Stanić (IAMA), Uticaj uslova obrade na mehaniku procesa bušenja silumina (OR), IV, 1 (1968) 3.1
- (302) J. Stanić (IAMA), Prilog teorijskom određivanju pravca sile trenja pri kosouglomlom rezanju višesečnim alatom (OR), V, 2 (1969) OR.1.1
- (303) J. Stanić (IAMA), Prilog analizi ekonomičnog perioda rezanja (OR), VII, 1 (1971) OR.16.01
- (304) J. Stanić (IAMA), Uticaj sistema tehnno-ekonomskih faktora na nivo rentabilnosti obradnog procesa (OR), X, 3 (1975) RO.1.1
- (305) J. Stanić, B. Ivković (IAMA), Neki rezultati sistematskog ispitivanja obrade glodanjem (OR), I (1965) 18.1
- (306) J. Stankov (FNN), Uporedno ispitivanje krutosti burgija (OR), V, 2 (1969) OR.9.1
- (307) J. Stankov (FNN), Statistički aspekt karakteristike kvaliteta ureznika pri statičkom opterećenju (OR), VII, 1 (1971) OR.26.01
- (308) J. Stankov (FNN), Neka pitanja zamora ureznika (OR), VII, 1 (1971) OR.28.01
- (309) P. Stanković (MFB), Eksploatacijski stepen iskorišćenja mašina alatki za obradu rezanjem (AM), I (1965) 1.1
- (310) P. Stanković (MFB), Osnovni teorijski i tehnološki problemi izrade zupčanika plastičnom deformacijom uz relativno kotrljanje (OD), I (1965) 22.1
- (311) P. Stanković (MFB), Stepen složenosti obrade (OR), II (1966) 2.1
- (312) P. Stanković (MFB), Neki eksperimentalni rezultati o izradi zupčanika plastičnom deformacijom uz relativno kotrljanje (OD), IV, 1 (1968) 12.1
- (313) P. Stanković (MFB), Principi tipizacije mašina alatki s obzirom na njihovo eksploatacijsko iskorišćavanje (AM), V, 1 (1969) AI.2.1
- (314) P. Stanković (MFB), Mašine alatke - uvodni referat (AM), V, 3 (1969), 27
- (315) M. Stojanović, T. Talijić (IAS), Primjena klasifikacije dijelova na osnovu tehnoloških procesa njihove izrade u tipizaciji tehnologije i projektiranju proizvodnih linija (TO), VIII, 1 (1973) GT.5.1
- (316) M. Stojiljković (Ei), Programsko-redosledno upravljanje radnim ciklusom razvodnicima 3/2 (TO), IX, 1 (1974) AP.8.1
- (317) V. Stojiljković (MFN), Uticaj promene dohvata na elastične deformacije i težinu tela prese otvorenog tipa (AM), VI, 1 (1970) DO.2.1
- (318) V. Stojiljković (MFN), prikaz izrade elemenata od lima dubokim izvlačenjem pomoću nestišljivog fluida (OD), IX, 1 (1974) OD.6.1
- (319) M. Stupnišek (PZ), Prilog rješavanju problema izbora optimalne toplinske obrade pri izradi zupčanika (M), VII, 3 (1971) M.13.01
- (320) Š. Šavar (FSB), Neki problemi mjerenja sila i momenata kod glodanja domaćih konstrukcionih čelika (OR), V, 2 (1969) OR.4.1
- (321) A. Šijaković (IMP), Jedinica za dotur materijala, tehničke karakteristike i primena u kolima male automatizacije (TO), V, 1 (1969) AU-3.1
- (322) V. Šolaja (IAMA-MFB), Neki problemi kvaliteta obrade i habanja reznih alata (OR), I (1965) 20.1
- (323) V. Šolaja (IAMA-MFB), Neki problemi zupčastih menjača alatnih mašina (AM), II (1966) 5.1
- (324) V. Šolaja (IAMA-MFB), Neki domaći radovi na temu obradljivosti (OR), II (1966) 38.1
- (325) V. Šolaja (IAMA-MFB), Pregled istraživanja u oblasti reznih a-

- latu i rezanja u 1967 godini (OR), IV, 1 (1968) 1.1
- (326) V. Šolaja (IAMA-MFB), Obrada rezanjem - uvodni referat (OR), V, 3 (1969) 75
- (327) V. Šolaja (IAMA-MFB), Neke specifičnosti tehnološke organizacije u metalskoj industriji zasnovane na konceptu grupne obrade (TO), VI, 2 (1970) TP.9.1
- (328) V. Šolaja (IAMA-MFB), Proizvodno mašinstvo 1965 - 1975 - mesto IR delatnosti u privrednom napredovanju (uvodni referat)(O) X, 1 (1975) 1
- (329) V. Šolaja (IAMA-MFB), Obrada rezanjem - uvodni referat (OR), X, 1 (1975) OR.1
- (330) V. Šolaja, B. Gligorić (IAMA-MFB), Istraživanje neravnomernosti spoje translacije (AM), V, 1 (1969) AM.17.1
- (331) V. Šolaja, O. Popović (IAMA-MFB), Prilog ispitivanju lisnatih testera (OR), V, 2 (1969) OR.17.1
- (332) V. Šolaja, D. Vukelja (IAMA-MFB), Neki rezultati ispitivanja intenziteta habanja praćenjem povišenja temperature na karbidnoj pločici (OR), VII, 1 (1971) OR.17.01
- (333) V. Šolaja, D. Vukelja, V. Simonović (IAMA-MFB), Identifikacija intenziteta habanja praćenjem povišenja temperature na karbidnoj pločici (OR), VII, 1 (1971) OR.18.01
- (334) V. Šolaja, D. Vukelja, J. Stanić, B. Ivković, M. Jovičić (IAMA-MFB), Neki rezultati ispitivanja obrade rezanjem u Institutu za alatne mašine i alate, Beograd (OR), III (1967) 79
- (335) B. Štiglic, A. Šostar (VTSN), Možnosti analize in optimizacije proizvodnoga procesa s programskim svežnjima DELNA (PK-TO), VIII, 1 (1973) GT.7.1
- (336) D. Taboršak (FSB), Studij rada u projektiranju tehnološkog procesa u organizaciji proizvodnje (TO), II (1966) 33.1
- (337) J. Taufer (TAM), Konstrukcijska načela natančnoga vpenjanja obdelovancev (ZOM), III (1967) 291
- (338) V. Teodorović (FTN), O izboru vrste pogonske energije za ručne alate na motorni pogon (ZOM), IX, 1 (1974) AP.7.1
- (339) V. Teodorović (FTN), Zaštita od napona dodira pri upotrebi alata povišene frekvencije (ZOM), IX, 1 (1974) ZA.3.1
- (340) M. Tomašević, P. Pejak, V. R. Milačić (IAMA), Neki rezultati identifikacije procesa glodanja (OR-PK), VII, 2 (1971) R.09.01
- (341) M. Tomić (PZ), Ekonomski aspekti tračnog piljenja (OR), X, 3 (1975) OR.18.1
- (342) A. Topličić, B. Petković (PPT), Petoletkin pristup u rešavanju pitanja racionalnije i efikasnije pripreme nove proizvodnje (TO) VI, 2 (1970) OP.6.1
- (343) A. Topličić, R. Sekulić (PPT), Petoletkin pristup u rešavanju problema uvećanja serijnosti, kao osnove za osavremenjavanje procesa proizvodnje i modeliranje proizvodnih kapaciteta u uslovi- ma malih serija (TO), VI, 2 (1970) TP.2.1
- (344) S. Trajkovski (EMF), Izvesni nabludovanja vrz rapavosta na obra- botenata površina pri obrabkata so struženje na siluminski od- livci (OR), X, 3 (1975) OR.4.1
- (345) B. Trobentar (TAM), Merilne kontrolne in nastavne naprave kot faktor realizacije tehnoloških procesov obdelave z odrezivanjem (ZOM), III (1967) 295
- (346) M. Turina (IRIZ), Tehničke mogućnosti numeričkih programatora za alatne mašine (AM-NU), R.12.01
- (347) F. Uranc, J. Rodič (ŽR), Izbira orodnih jekel za globoko vleče- nje (OD-M), III (1967) 103
- (348) S. Urošević (IAMA), Osvrt na neke mogućnosti razvoja alatnih ma-

- šina za potrebe maloserijske i pojedinačne proizvodnje (TO), II (1966) 21.1
- (349) S. M. Urošević (IAMA), Simuliranje opterećenja hipotetičkih tehnoloških linija kao metod u projektovanju višepredmetnih linija u pogonima mašingradnje (TO), VI (1970) OP.7.1
- (350) S. M. Urošević (IAMA), Neki problemi optimizacije tehnoloških procesa ilustrovanih kroz parcijalni prikaz stanja u dvanaest domaćih preduzeća mašingradnje (TO), VI, 2 (1970) TP.6.1
- (351) S. M. Urošević (IAMA), Osvrt na mogućnosti optimizacije tehnokonomskih parametara obradnih sistema u uslovima primene koncepta grupe tehnologije (TO), VIII, 1 (1973) GT.2.1
- (352) S. M. Urošević (IAMA), Implementacija grupnih metoda u modele operativnog planiranja proizvodnje pomoću elektronskog računara (PK), X, 4 (1975) PK.9.1
- (353) S. M. Urošević, R. Korićanac, A. Sofronić (IAMA), Analiza toka informacija prema modelima IAMA pri planiranju grupne proizvodnje na ERM (TO-PK), VII, 2 (1971) R.10.01
- (354) R. Uzunović (IAMA), Problemi elastičnog oslanjanja tehnološke opreme (AM), VI, 2 (1970) TP.4.1
- (355) R. Uzunović, R. Albijanić (IAMA), Instalisanje alatnih mašina i razvoj elemenata za elastično oslanjanje (ZOM), X, 2 (1975) AM.9.1
- (356) D. Vukelja (IAMA), Temperatura rezanja pri obradi na strugu (OR), I (1965) 17.1
- (357) D. Vukelja (IAMA), Prilog izučavanju toplote trenja pri obradi rezanjem (OR), IV, 1 (1968) 4.1
- (358) D. Vukelja (IAMA), Kinematski odnosi u kočionom sloju strugotine pri obradi rezanjem (OR), V, 2 (1969) OR.14.1
- (359) D. Vukelja (IAMA), Obrada na strugu domaćih konstrukcijskih materijala u uslovima malih preseka strugotine (OR), X, 3 (1975) OR.7.1
- (360) D. Vukelja, M. Jovičić, V. Simonović (IAMA), Jedan način za sniženje temperature brušenja pri završnoj obradi alata od brzoreznog čelika (OR), VII, 1 (1971) OR.20.01
- (361) D. Vukelja, V. Solaja (IAMA), Utvrđivanje obradljivosti materijala pomoću temperaturske metode (OR), VII, 1 (1971) OR.19.01
- (362) D. Vukelja, S. Zahar (IAMA), Prilog izučavanju uticaja položaja glodala u odnosu na obradak na toplotni režim u uslovima čeonog glodanja (OR), VII, 1 (1971) OR.22.01
- (363) D. Veličković (FZN), Buka na mašinama za obradu rezanjem i mere za njeno otklanjanje (ZOM), IX, 1 (1974) ZA.5.1
- (364) B. Veljković (IAMA), Neki rezultati sa beskontaktnim induktivnim pretvaračima i elektronskim kolima IAMA (TO), IV, 1 (1968) 18.1
- (365) K. Velebir (IAS), O problematici hidrokopirnih uređaja (AM), II (1966) 17.1
- (366) A. Vila (FSB), Planiranje rokova u mašingradnji (TO), II (1966) 35.1
- (367) M. Vivod (TAM), Metode za določanje tehnologije globokega vlačnja pri karoserijskih delih iz tankih pločevin (OD), III (1967) 304
- (368) M. Vladislavljev, V. Mlačić (IAMA), Lanac mera i geometrijska tačnost alatnih mašina (AM) I (1965) 7.1
- (369) D. Vlahović (ŽS), Vlastita iskustva u primjeni poliamida kao materijala u mašinstvu (M), VII, 3 (1971) M.06.01
- (370) D. Vlahović (ŽS), Poliamidi kao materijal u mašingradnji i konstruiranje sa njima (M), VII, 3 (1971) M.07.01
- (371) F. Vodopivec, L. Kosec, R. Brifah, B. Wolf (MILj), Preiskava

vzrokov poškodb na lopaticah parne turbine (M), VII, 3 (1971)
M.15.01

- (372) A. Vučetić, O. Muftić (FSB), Analiza eksploatacionih uvjeta rada željezničkih tračnica (M), VII, 3 (1971) M.09.01
- (373) L. Vuga (ING), Kontrola kvalitete v linijski proizvodnji (TO), VI, 3 (1970), 113
- (374) V. Vujović (IAS), Mogućnosti primjene finog prosjecanja u industriji (OD), IV, 1 (1968) 16.1
- (375) V. Vujović (OD), Naponi i deformacije pri hladnom rotacionom kovanju cjevastih proizvoda (OD), VI, 1 (1970) OD.16.1
- (376) V. Vujović (IAS), Promjena tvrdoće i mikrostrukture materijala pri obradi rotacionim kovanjem (OD-M), VII, 3 (1971) M.14.01
- (377) V. Vujović (FTN), Hladno utiskivanje gravure u alate za oblikovanje (OD), IX, 1 (1974) OD.5.1
- (378) V. Vujović, E. Lemaher (IAS), Utjecaj strukture materijala na mogućnost obrade finim štancanjem (M-OD), VII, 3 (1971) M.29.01
- (379) S. Zahar (MFK), Uticaj položaja ose čeonih glodala sa tvrdim metalom na srednju temperaturu rezanja, habanje sečiva i postojanost (OR), V, 2 (1969) OR.11.1
- (380) S. Zahar, R. Mitrović (MFK), Neki problemi obradljivosti čelika PROKRON 13 glodačkim glavama sa pločicama od tvrdog metala (OR), VII, 1 (1971) OR.21.01
- (381) S. Zarić (MFB), Sistemi upravljanja sa otvorenim kolom u automatizaciji proizvodnje (TO), IX, 1 (1974) AP.1.1
- (382) S. Zarić (MFB), Klipni razvodnik kao logički element (TO), IX, 1 (1974) AP.2.1
- (383) S. Zarić, M. Ušćumlić (MFB), Potencijalni asinhroni automati na bazi pneumatike (TO), V, 1 (1969) AU.5.1
- (384) R. Zdenković (FSB), Upliv savremenih saznanja nauke o rezanju na rad i razvoj alatnih strojeva (OR-AM), I (1965) 2.1
- (385) R. Zdenković (FSB), Pregled analiza optimalnih i ekonomskih brzina rezanja za razne obrade (OR), I (1965) 21.1
- (386) R. Zdenković (FSB), Osnovi projektiranja i konstruiranja alatnih strojeva s aspekta točnosti obrade i izvora grešaka (AM), III (1967) 176
- (387) R. Zdenković (FSB), Mašinsko programiranje kao savremeno rješenje u primjeni NC-strojeva uz posebni osvrt na programski EXAPT-jezik i sistem (AM-NU), IV, 2 (1968) 24.1
- (388) R. Zdenković (FSB), Automatizacija i upravljanje - uvodni referat (TO-AM), V, 3 (1969) 45
- (389) R. Zdenković (FSB), Tehnika i automatizacija u inženjerskom radu i stvaranju (TO), V, 3 (1969) 147
- (390) R. Zdenković (FSB), Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi - uvodni referat (AM), X, 1 (1975) AM.1
- (391) R. Zgaga (FSB), Značenje žilavosti na trajnost alata (OR-M), II (1966) 40.1
- (392) R. Zgaga (FSB), Ovisnost žilavosti sivog lijeva o kemijskom sastavu (M), VII, 3 (1971) M.19.01
- (393) R. Zgaga (FSB), Materijali u mašinstvu - uvodni referat (M), VII, 4 (1971) 71
- (394) R. Zgaga, M. Novosel, M. Stupnišek (FSB), Utjecaj toplinske obrade dvaju alatnih čelika na žilavost i otpornost prema trošenju (M-OR), VII, 3 (1971) M.22.01
- (395) V. Zrnić (IPM), Pneumatske komponente "male automatizacije" (TO) I (1965) 11.1
- (396) V. Zrnić (IPM), Memorijski pneumatski razvodnici i njihova primjena u radnim jedinicama (TO), V, 1 (1969) AU.2.1
- (397) V. Zrnić (IPM), Automatizacija rada uređaja za doziranje smeša

sa posebnim zahtevima primenom kaskadne metode (TO), IX, 1
(1974) AP.4.1

(398) Ž. Žganec (IAS), Upotreba plastičnih masa u gradnji alatnih
strojeva (M), I (1965) 3.1

(399) S. Žukić (FSE), Analiza neelastičnog ponašanja metala primjenom
električne tenzometrije (M), VII, 3 (1971) M.28.01

X SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA

Beograd, 9 - 10. oktobra 1975. godine

R. ZDENKOVIĆ *)

Glavni referat „ALATNI STROJEVI I NJIHOVI SUVREMENI PROCESI“

X. jubilarnog Savjetovanja proizvodnog mašinstva u Beogradu 9 i 10 listopada 1975 g. iz tematske oblasti -I- : „Alatne mašine“

Nosioc glavnog referata: prof. dr Rudolf ZDENKOVIĆ, Zagreb sa timom suradnika po redu priloga 1) inž. Anton HRABRIĆ, Zagreb i dir. inž. Krešimir VARLJEN, Zagreb; 2) doc. dr Andrija MULC, Zagreb; 3) prof. dr Aristid PERIĆ, Sarajevo; 4) doc. mr Ante LOVASIĆ, Zagreb; 5) doc. inž. Branimir MILIĆIĆ, Zagreb; 6) dir. inž. Zlatko JURISIĆ, Zagreb.

Dio 0. (uvodni) GLAVNI UVOD I PREGLED SADRŽAJA

X. Savjetovanje proizvodnog mašinstva dalo nam je povoljan povod i zgodan podstrek, da se pripreme glavni referati tematskih područja na noviji i problemima podesnije orijentirani način timskog rada. Istaknuti stručnjaci pojedinih područja mogu tako u zajedničkom radu doprinijeti više vrhunskoj kvaliteti i potpunosti izlaganja.

Ovu priliku slobodan sam ujedno s druge strane koristiti da omogućim frontalni nastup i izlaganje pred našu tehničku javnost potencijalnih, većinom mlađjih stručnjaka nove generacije, koji do sad pogledom u naprijed dijelom stoje strpljivo u pripremi ili u izvjesnoj sjeni starijih vodećih stručnjaka stalnog repertoara naših dosadašnjih savjetovanja.

Jubilarno savjetovanje, na mjestu i vremenu prvog, sa svojim uvodnim osvrtom uvaženog profesora dr ŠOLAJE na desetgodišnji rad i djelovanje naučno-istraživačkih i nastavnih institucija, daje nam opet povod i apel da i sa tehničke odnosno tehnološke strane načini-mo jedan nekako podjednako adekvatan osnovni i obuhvatni pregled. Pregled nad dostignućima i trendovima ne samo pojedinih uskih područja naših osnovnih planskih tematika ovog zasjedanja, već da se up-

*) ZDENKOVIĆ dr Rudolf (63 g.) dipl. inž. stroj. red. prof., predstojnik grupe ALATNI STROJEVI na Fakultetu stroj. i brodogr. Sveučilišta Zagreb. (u grupi „Alatni strojevi“ uključena je i sva tehnologija obrade)

ravo ovom prilikom zagradi poput neke inventure i snimke stanja malo širim pogledom kroz suvremenu tehnologiju i njenog međusobnog najuže i nedjeljivo povezanog odnosa ili interakcije. Na taj način moći ćemo komparativno najbolje sagledati i shvatiti nedjeljivu uzajamnost i nadopunjujuću cjelinu proizvodnih faktora materijal-postupak-stroj-konstrukcija. Tim i takovim pristupom posvećeni su prvi dijelovi ovog referata, a na osnovu zorne za tu posebnu svrhu načinjene i prilagodjene podjele proizvodnog mašinstva prema šematskom prikazu slike 0.1 gledano ovdje jednom sa adaptiranog stanovišta nauke i nastave.

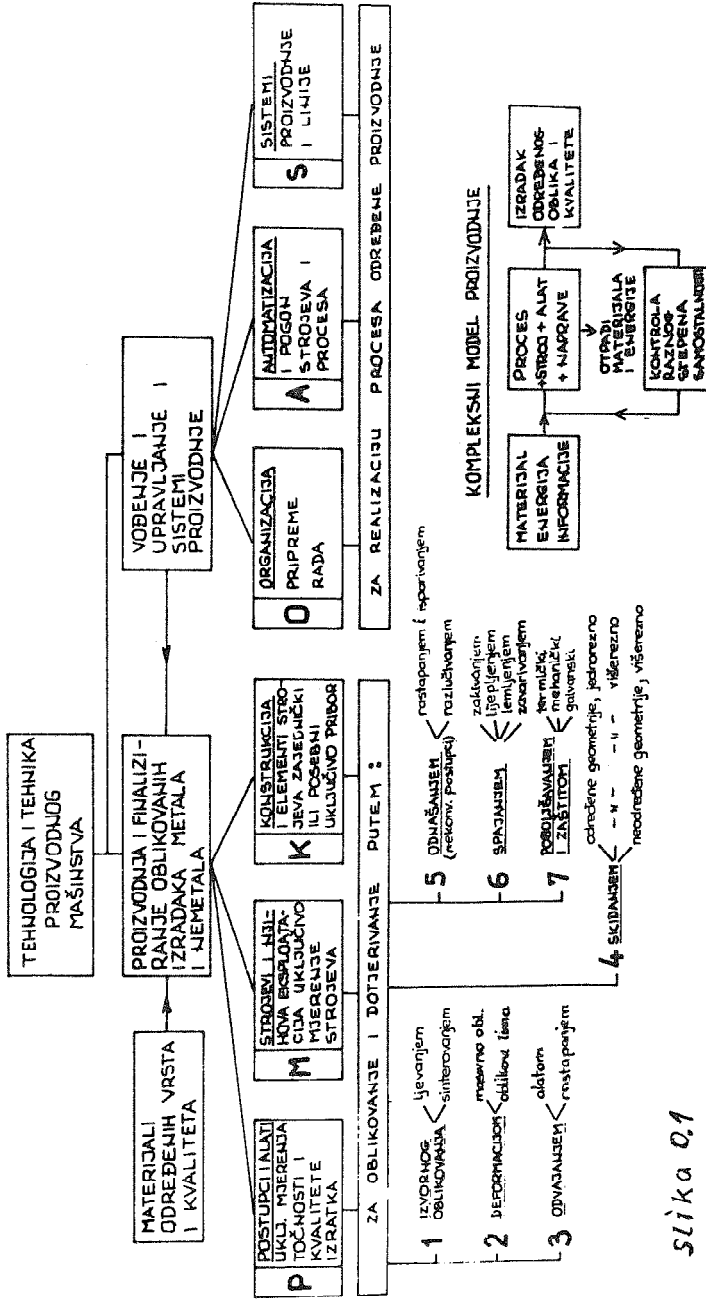
Sam glavni referat o obradnim strojevima i njihovim procesima podijeljen je i iznosi se, a na osnovu brojnih najnovijih izvora navedene literature i kongresnih dokumenata, u slijedećim dijelovima i pripadajućim poglavljima:

- 1) Presjek i analiza stanja, potrošnje i proizvodnje alatnih strojeva u SFRJ;
- 2) Uloga, značaj i uzajamne mogućnosti savremenih postupaka u tehnologiji obrade;
- 3) Nova saznanja i mogućnosti nekonvencionalnih metoda obrade skidanjem (t.j. rastapanjem i odnašanjem) materijala - usporedni prikaz
- 4) Načela koncepcije, izvedbe i eksploatacije suvremenih alatnih strojeva sa aspekta njihovog zadatka i ostvarenja istog;
- 5) Numerički upravljani strojevi sa gledišta tehničke, ekonomske i organizacione problematike primjene;
- 6) Posebni (agregatni) strojevi i postrojenja serijske i protočne proizvodnje u izvedbi i eksploataciji (načelni pregled i praktične izvedbe domaćih proizvađača);
- 7) Sumarni pregled, izgledi i preporuke.

Izneseni program u opsegu svakako zamašan, a u provedbi je složen da se u vrlo ograničenom prostoru dađe donekle kompletna slika iznesene zamisli najveće koristi onima kojima je to namjenjeno. No navedena prilika jubileja 10-godišnjeg Savjetovanja dovoljan je razlog da ne žaleći truda i možda nešto više prostora, dademo doličan izgled kompletne problematike „alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi s posebnog stanovišta korisnika“.

Nastojali smo u slijedećim priložima dakle pružiti jednu koordiniranu cijelinu podjednako zanimljivu za područje cijelog proizvodnog mašinstva. Kod toga htjelo se je iskazati veću pažnju metodolo-

PODJELA "PROIZVODNOG MAŠINSTVA" PO POSTUPCIMA
I SREDSTVIMA OSTVARENJA S GLEDIŠTA NAUKE I NASTAVE



Slika 0.1

giji pristupa i sistematici prikazivanja pretežnom primjenom načelnih šema i skica, nego samim izvedbama strojeva, koji postoje danas već u previše sitno nijansiranim varijacijama. Stoga je samo markantnijim zastupnicima učinjeno ovdje (pretežno u referatu br. 4) mjesto, a u oskudici prostora.

Pri tome je svakom autoru grupe saradnika pored usmjeravanja i vodjenja ipak ostavljeno toliko slobode, da može iznijeti i osvjetliti obradivani problem donekle i sa svog gledišta, te njemu specifičan i originalan način.

Slijedeći izložene intencije prešli su naravno i tekstovi pojedinih područnih referata uobičajan kongresni oblik i obujam, ali se zato nadamo da će vjerovatno svatko moći naći ponešto interesantnog za sebe, a što je i bio cilj naših referata i referenata.

Za veoma veliki i savjestan trud mojih saradnika, ja im i na ovom mjestu izražavam svaku dostojnu hvalu i zahvalnost, te puno priznanje za ovaj prigodni i trajan trag njihovog kvalitetnog rada.

ZUSAMMENFASSENDE ÜBERSICHT

Die X. Fertigungstechnische Tagung der jugoslawischen Hochschul- und Forschungsinstitute unter der Mitwirkung der Maschinenbauindustrie, welche sich dieses Jahr zum 10. Male jährt und zu diesem Jubiläum in der Organisation und Durchführung einen besonderen Charakter besitzt, wird dieses Jahr den 9 und 10 Oktober in der Stadt und Ort der ersten Tagung in Belgrad abgehalten.

Zu diesem besonderen Anlass wurden neben des Festvortrages von Herrn Prof. Dr.-Ing. Solaja, mit einem Überblick über die 10-jährige Tätigkeit, drei besondere Themenkreise behandelt:

- 1) Prof. Dr.-Ing. R. ZDENKOVIĆ, „Maschinen und dessen Prozesse“
- 2) Prof. Dr.-Ing. V. ŠOLAJA, „Zerspanende Fertigung“
- 3) Prof. Dr.-Ing. J. PEKLENIK, „Die Anwendung der Komputers in der Fertigungstechnik“ welchen Hauptvorträgen Einzelreferate zu diesen Themenkreisen folgen.

Eine Besonderheit dieser leitenden Referate ist die Art und Weise deren Erstellung, die als Teamarbeit gedacht und durchgeführt

sind, wobei die Mitarbeiter teils gebietweise bekannt, bzw. namentlich hervorgehoben sind, teils aber nur als gesamtes Tim auftreten.

So ist der Stoff der hier behandelten ersten Themengruppe und dessen einzelner Teile in wohl strenger Leitung des Inhaltes gesteuert, aber doch in der Entfaltung der persönlichen Anschauungsweise und Stil des einzel bestimmten Referenten, mit gewisser Freiheit überlassen.

Bei der Gestaltung und Unterteilung dieses ersten Themenkreises wurden, zu Anlass dieser besonderen Veranstaltung, für die gesamten fertigungstechnischen Verfahren zur Erzielung eines fertigen Teiles bestimmter Form, Dimension, Genauigkeit und Qualität (ausser des Urformens mit Giessen), eine gewisse Bestandsaufnahme der technologischen Verfahren, Probleme der Anwendung und Trends der Entwicklung von technischen und wirtschaftlichen Aspekt aus, angestrebt. Dies zeigt sich in folgender Unterteilung, aber mit abgewogenem Zusammenhang und fester Bindung, aus.

So wurden hier folgende Teilgebiete behandelt:

- 1) Überblick und Analyse des Standes, Verbrauch und Herstellung von Werkzeugmaschinen in der SFRJ;
- 2) Die Rolle, Bedeutung und die gegenseitigen Möglichkeiten zeitgemässer fertigungstechnischer Verfahren;
- 3) Neue Erkenntnisse und Möglichkeiten der nichtkonventionellen herstellungs-Verfahren, insbesondere der EDM und ECM im gegenseitigen Anwender-orientierten Vergleich;
- 4) Die Prinzipien der Konzeption, Konstruktion und Exploation von Werkzeugmaschinen vom Standpunkt auf dessen Aufgabe und Arbeitsergebnis;
- 5) NC-gesteuerte Maschinen aus der Sicht technischer, ökonomischer und organisatorischer Problematik der Anwendung;
- 6) Sondermaschinen aus Baueinheiten als ein- und mehr- Stationen-Anlagen der Serien- und verketteten Linienfertigung;
- 7) Abschliessender Überblick, Ausblick und Empfehlungen.

In dieser Reihung und Inhalt laufen die, spezifisch unter zentraler Führung bearbeiteten, folgenden Einzelreferate der angeführten Teilgebiete, mit einer kurzen Abschlussberachtung des Hauptreferates

renten Prof. Zdenković über die sich nach obiger Aufklärung eine nochmalige Aufzeichnung erübrigen kann.

Wir hoffen dass unsere eingangs erwähnte Absicht mit der Bestandsaufnahme und Aufzeichnung der Anwendungsprobleme sowie des Entwicklungstrends, neben aller unserer menschlichen Unzulänglichkeiten doch auf fruchtbarem Boden gewisse erhoffte Erfolge ergeben wird.

A. HRABRIĆ +)

K. VARLJEN +)

Dio 1. glavnog referata prof. dr R. Zdenkovića

"Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi"

1. PRESJEK I ANALIZA STANJA POTROŠNJE I PROIZVODNJE
ALATNIH STROJEVA U SFRJ

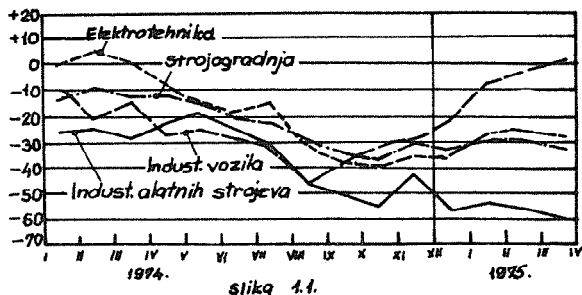
1.1. Uvod

Alatni strojevi predstavljaju osnovna proizvodna sredstva na koja se oslanjaju sve druge grane metaloprerađivačke industrije. Samo uz produktivne i precizne alatne strojeve i uređaje mogu se uspješno proizvesti ostala proizvodna sredstva. Strojogradnja koja se ovim alatnim strojevima koristi, glavni je nosioc tehnološkog napretka pa slijedi da proizvodnja alatnih strojeva ima ključnu ulogu u razvoju industrije i unapređenju tehnologije. Ekspanzija bilo koje industrijske grane u većoj je ili manjoj mjeri povezana sa potrebom proizvodnje opreme prema tome i sa povećanom potražnjom alatnih strojeva.

S druge strane je industrija alatnih strojeva najosjetljivija na sniženje stope rasta kod njenih potrošača. Za ilustraciju neka nam posluži dijagramski prikaz koji slijedi a koji interpretira ponašanje proizvodnje alatnih strojeva i njenih kupaca strojogradnje, industrije vozila i elektrotehnike Zapadne Njemačke u 1974. i početkom 1975. godine.

+) Anton Hrabrić, dipl.inž. strojarstva, suradnik FSB, Zagreb

+) Krešimir Varljen, dipl.inž. strojarstva, direktor Marketinga, "Prvomajska", Zagreb



Na ovu situaciju u Zapadnoj Njemačkoj su od utjecaja i:

- porast vrijednosti DM u odnosu na druge valute
- pojačanje inozemne konkurencije

Uočljivo je, da se uprkos zaustavljanja pada u ostalim proizvodnjama, nastavlja pad u proizvodnji alatnih strojeva Zapadne Njemačke. Ovo između ostalog upućuje i na suzdržljivost u nabavkama novih alatnih strojeva što je moguće samo uz bolje iskorištenje instaliranih kapaciteta.

Zanimljivo je razmotriti da li i kako proizvodnja alatnih strojeva u SFRJ prati porast industrijske proizvodnje.

	1970.g.	1971.	1972.	1973.	1974.
Industrijska proizvodnja u SFRJ	100	110	119	126	140
Potrošnja al. strojeva u SFRJ (u tonama)	100	130	166	140	130
Domaća proizvodnja alatnih strojeva (t)	100	101	110	104	113 ⁺
Uvoz alatnih strojeva (t)	100	175	250	196	168

⁺ Procjenjena količina

Uočljivo je da indeks porasta proizvodnje alatnih strojeva bitno zaostaje za indeksima industrijske proizvodnje u SFRJ koja se očito koristi pojačanim uvozom jer je indeks potrošnje alatnih strojeva uporno viši od indeksa domaće proizvodnje AS.

1.2. OCJENA STANJA

U studiji UNIDO 1974. g. o perspektivama razvoja proizvodnje alatnih strojeva nalazimo slijedeći prikaz tipova alatnih strojeva koji se mogu proizvoditi u zemljama u razvoju podjeljeno u četiri stupnja razvoje. Za zemlje koje još nisu usvojile niži stupanj nije preporučljivo da prelaze u viši. Dakle sa ovim su stupnjevanjem obrađene zapravo faze kojima treba prolaziti razvoj u tim zemljama. Interesantno je pronaći gdje su u ovakvom pristupu nalazi naša industrija alatnih strojeva.

Stupanj razvoja

Ograničen	Srednje	Znatno	Visoko
Stolne bušilice	Tokarilice	Rev.tokarilice	Brusilice za zupčanike
Brusni stalci	Jednostavne glodalice	Aut.tokarilice za rad u špici i steznoj glavi	Specijalni strojevi (agregatni strojevi)
Strojevi za oblikovanje lima	Stolne i stupne bušilice	Kopirne tokarilice	Transferi-strojevi
	Plosne brusilice	Precizne brusilice	NC bušilice
	Alatne brusilice i oštrilice	Glodalice	NC bušilice-glodalice
	Vodoravne dubilice	Horizont.buš. glodalice	NC tokarilice
	Pile	Ozubljalice	Elektrokemijska obrada
Male mehaničke pile	Male mehaničke pile	Vlakačica	Ostali tipovi strojeva prema potražnji
		Narezivalice	
		Hidrauličke i mehaničke prese	

Ova klasifikacija bi našu industriju stavila među zemlje sa znatnim stupnjem razvoja pri čemu ipak ne možemo govoriti o potpunom udovoljavanju. Područja alatnih strojeva koja su nominalno osvojena ipak su ponekad samo dodirnuta jer se radi ili samo o jednom tipu stroja ili o nedovoljnoj osvojenosti, nedovoljnim

količinama, nedovoljnoj opremljenosti itd. Ova tvrdnja ilustrira nam prikaz izdatih dozvola za uvoz alatnih strojeva u 1974-oj g.

Analiza izdatih dozvola uvoza od strane komisije za uvoz alatnih strojeva daje izvjestan uvid u potrebe našeg tržišta kao i stanje u domaćoj proizvodnji alatnih strojeva. Budući da se radi o izdatim dozvolama može se smatrati da je taj interes realan bez obzira da li je taj uvoz ostvaren ili ne. Ovdje se radi o uvoznim dozvola ma izdatim u 1974. g. pa treba imati u vidu ekspanziju i izradu nekih velikih pogona u automobilskoj, traktor-skoj i motornoj industriji Jugoslavije u 1973. i 1974. g. Iako ovo donekle deformira sliku prosječnih potreba, može se smatrati da je ovaj utjecaj takovog karaktera koji nam još bolje može poslužiti jer se radi o grani koja koristi suvremeniju tehnologiju. Sliku iskrivljuje i pojava da su za neke strojeve izdate dozvole u istoj godini i dva puta ali ova pojava nije tako česta.

U prikazu koji slijedi iskazane su samo najzastupljenije grupe alatnih strojeva za koje su date dozvole uvoza. Kad je riječ o domaćem proizvodnom strojarstvu sigurno da upravo kretanje uvoza treba u izvjesnom smislu predstavljati obavezne pravce usvajanja novih proizvoda i povećanje prostojećih proizvodnji.

Podaci su prikazani u komadima i to najprije uvozne dozvole date za strojeve sa zapada, zatim sa istoka (istočno evropske zemlje IEZ) te sumarno.

U zagrada ma su dati podaci za 1973. god. tamo gdje je to bilo moguće.

PREGLED IZDATIH DOZVOLA ZA UVOZ NEKIH GRUPA ALATNIH STROJEVA

(U kom.)

	1973.	1974.		1975.	
		Zapad	IEZ	do 1.V.	
<u>Tokarilice</u>					
Mehaničarske tokarilice	31	24	-	24	-
Univerzalne tokarilice (do H=400 mm)	85	6	425	431	367
Uzdružne kopirne tokarilice	44	40	14	54	-
Upravne tokarilice (karuseli)	14	-	3	3	-
Obrada krajeva i središtenje	3	14	2	16	-
<u>Revolver tokarilice, automatske kratke tokarilice</u>					
Jednovretni tokarski automati	147	148	19	167	-
Revolver tokarilice (i program- ske)	31	7	88	95	-
Kratko posteljni tokarski automati (čeonni)	29	64	17	81	-
Viševretni tokarski automati	35	36	11	47	-
Tokarski automati za obradu kočionih bubnjeva	-	29	-	29	-
<u>Glodalice</u>					
Univerzalne konzolne glodalice	41	12	58	70	-
Horizontalne konzolne glodalice	11	8	21	29	-
Vertikalne konzolne glodalice	28	2	21	23	-
Kopirne glodalice	13	24	13	37	-
Strojevi za graviranje	14	17	8	25	-
Alatne glodalice	11	10	20	30	-
<u>Horizontalne i vertikalne bušilice - glodalice</u>					
Horizontalne bušilice-glodalice	60	9	63	72	-
Vertikalne bušilice-glodalice (koordinatni strojevi)	21	15	31	46	-
<u>Bušilice</u>					
Stolne bušilice	6	19	201	220	-
Urezne navojne bušilice	7	139	-	139	-
Radijalne bušilice	70	13	102	125	-
Bušilice za tračnice		48	-	48	-
Stupne bušilice i bušilice sa pomičnim vreteništem	43	10	12	22	-
<u>Blanjalice, dubilice vlakačice</u>					
Vodoravne dubilice	18	-	33	33	-
Vlakačice	9	15	1	16	-

AM.01.11

	1973.	1974.		1975.	
		Zapad	IEZ	do 1.V.	
<u>Pile</u>					
Kružne pile	-	89	22	111	-
Rezačice tračnica	-	42	-	42	-
<u>Oštrilice</u>					
Univerzalne oštrilice	71	10	34	44	-
Oštrilice za pilaste alate	12	5	8	13	-
<u>Brusilice</u>					
Plosne i profilne brusilice	90	51	62	113	-
Kružne brusilice bez šiljaka	-	27	30	57	-
Brusilice za tračnice	-	47	-	47	-
Unutrašnje kružne brusilice	44	17	17	34	-
<u>Strojevi za obradu elektroerozi- jom</u>					
	17	15	2	17	-
<u>Strojevi za savijanje, ravnanje, sječenje betonskog željeza, profila i cijevi</u>					
	-	171	187	358	-
<u>Strojevi za utiskivanje navoja</u>					
	-	43	6	49	-
<u>Specijalni strojevi</u>					
za motornu industriju	-	32	1	33	-
<u>Strojevi sa numeričkim uprav- ljanjem</u>					
Glodalice (vertikalne)	-	-	16	16	-
Horizontalna bušilice-glodalica	-	2	7	9	-
Tokarilice (uzdužne)	-	4	1	5	-
Revolver tokarilice sa NC	-	-	4	4	-
Upravne tokarilice (karusel)	-	-	3	3	-
Kratkoposteljne tokařilice (čeoae)	-	1	1	2	-
Glodalice sa revolverskom glavom	-	-	1	1	-
Vertikalne bušilice-glodalice	-	-	1	1	-
<u>Škare mehaničke i hidrauličke</u>					
	-	48	84	132	-
<u>Mehaničke prese</u>					
	116	94	39	133	-
<u>Hidrauličke prese</u>					
	191	196	29	255	-

1.3. ANALIZE I USMJERENJA

Iz prethodnih tabela mogu se uočiti neke pojave koje bi trebalo dublje i točnije analizirati i iznaći neke zaključke. Nažalost, do sada nije postojala nomenklatura i klasifikacija alatnih strojeva koja bi omogućila sistematizaciju informacija koje proizlazi iz zahtjeva za uvoz.

Uslijed toga podaci koji su dati u tabelama nisu sasvim pouzdani a analize koje slijede nemaju snagu jednoznačnog zaključka. U pregledu izdatih dozvola za uvoz korišteni su nazivi ovakovi kako ih je tražilac dozvole dao, zato su ti nazivi često proizvoljni ponekad hotimično zamućeni od strane onog koji zahtjeva uvoz (na primjer: stroj se deklarira specijalnim i kada to nije, vezuje se na predmet obrade i onda kada to nije uvjet itd.)

Iz svih ovih razloga pregled koji je izrađen i ovdje prezentiran nije mogao biti dovoljno precizan za jednoznačno zaključivanje u detaljima ali su neke pojave uočljive i uz takva ograničenja.

- a) Prvi opći zaključak koji se nameće, jest da imamo vrlo veliki uvoz i na onim strojevima koji konstruktivno, kinematski, po stupnju upravljanja, preciznosti itd. nisu bitno iznad onih proizvoda koje domaća industrija ima usvojene. Dapače, ima slučajeva da su uvezeni strojevi i niži po sveukupnim kvalitetama. Glavni razlog za veliki uvoz a pogotovo iz IE zemalja, treba tražiti u vrlo povoljnom kreditiranju takove potrošnje kod nas.
- b) Kod zahtjeva za uvoz strojeva koji zahtjevaju veću opremljenost priborima alatima i tehnološko iskustvo u eksploataciji, često se ova opremljenost i povjerenje u vanjskog proizvođača javlja kao žilavi argument. (Na primjer jednovretni tokarski automati, kratko posteljni tokarski automati). Imamo li u vidu da se vrlo često upravo na rješavanju tehnologije i s time vezanim priborima i alatima najbolje zarađuje, tada bi sigurno ovo usmjerenje na opremanje za eksploataciju trebal predstavljati slijedeći korak kod domaćih proizvođača.
- c) Paradoksalno zvuči da čitav niz alatnih strojeva najprimitivnijeg oblika predstavlja danas uvoz dok istovremeno imamo niz

naših proizvođača alatnih strojeva koji traže proizvodni program.

(Strojevi za savijanje, ravnanje i sječenje betonskog željeza, profila, cijevi, brusilica za tračnice, rezačice tračnica, rezne kružne pile itd.)

Usvajanje ovih proizvoda nebi trebalo predstavljati veću poteškoću ni tehnički, ni financijski, a dalo bi vrlo povoljan ekonomski efekt.

Prihvatimo li bez rezerve postavku da se ne može tržište zatvarati, da je autarkičnost neprihvatljiva za zemlju kao što je Jugoslavija, još uvijek ostaje dojam da je uvoz na nizu pozicija bio posljedica prisilne razmjene i financijske onesposobljenosti domaće industrije da se takvom uvozu odupre ponudom svojih proizvoda. Sigurno je na pr. da uvoz par tipova univerzalnih tokarilica ili stolnih bušilica nije bio uvjetovan nekim posebnim specifičnostima tih proizvoda. Očito je da uvoz nije bio dovoljno selektivan jer često nije bio usmjeren na područja koja domaća industrija alatnih strojeva ne pokriva, već upravo obrnuto zadao je udarce toj industriji dovodeći je u situaciju da se financijski mora boriti sa financijskim jakim partnerima.

Neregularna politika cijena (koje su za domaće alatne strojeve u prosjeku niže i do 50 %) i financiranja prodaje osnovni je uzrok da domaći proizvođači alatnih strojeva nisu agresivni kad je riječ o povećanju proizvodnje alatnih strojeva o proširenju asortimana, o osvajanju novih proizvoda. Niska akumulativnost ove grane dovodi do toga, da je interesantnije razmišljati o nekom dodatnom proizvodnom programu van alatnih strojeva nego o razvoju te osnovne proizvodnje. Nesigurnost ove grane potencirana je vrlo velikim oscilacijama obima uvoza izazvanih odlukama o deviznom režimu i politici investiranja.

Podaci na slici 1.1. govore o ukupnoj potrošnji alatnih strojeva u SFRJ, proizvodnji, uvozu i izvozu promatrajući kroz težinski parametar koji jedini nije bio podložan inflaciji, devalciji, administrativnim zabranama, deviznim tokovima i slično.

Mada ovaj parametar nije pogodan za podrobnija zaključivanja ipak može poslužiti za ilustraciju globalnih tokova u periodu od 1960 do 1975. god.

Proizvodnja, prisutan je neprekidan umjereni trend razvoja tako da je proizvodnja od 3920 tona u 1960-oj godini porasla na 9677 tona u 1965-oj godini, 12180 tona u 1970-oj godini i tek na 12915 u 1974-oj godini.

Izvoz ima također trend smirenog neprekidnog porasta i iznosio je 1971 godine obim od 4055 tona a za 1974. god. dosegao je 5180 tona.

Uvoz ima najnepravilnije ponašanje. Te velike oscilacije izazvane su administrativnim odlukama oko deviznog režima, ulaganjem u nove krupne investicione zahvate, dobivanjem zajmova iz inozemstva i slično.

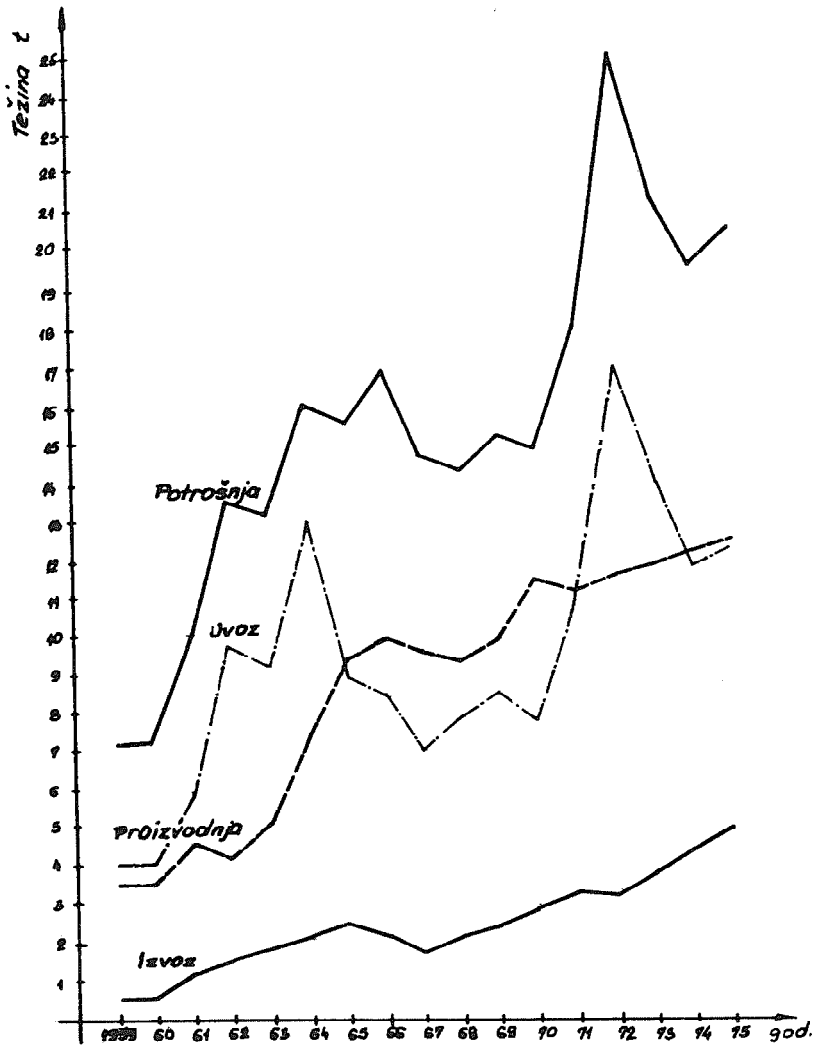
Glavni nosioc uvoza poslednjih godina bila je grupacija motorne i automobilske industrije.

Uvoz je 1970-e god. iznosi 6565 tona, 1971 god. 11469 tona, 1972. god. 16475 tona, 1973 god. 12776 tona a 1974 god. 11088 tona.

U sveukupnoj potrošnji alatnih strojeva vidi se da je uvoz (težinski) pokrивao i do 82 % potrošnje (1964), a poslednjih godina smo imali slijedeće učešće uvoza u ukupnoj potrošnji:

1970.	.....	43,3 %
1971.	.....	58 %
1972.	.....	65 %
1973.	.....	60 %
1974.	.....	56 %

POTROŠNJA, PROIZVODNJA, UVOZ I
IZVOZ ALATNIH STROJEVA U SFRJ



Slika 1.2

Suvremeni alatni strojevi i njihov promet zahtjevaju bitno drugačiji pristup od onog na kojeg su donedavno naši proizvođači bili navikli. Nije više dovoljno proizvoditi standardne strojeve za koje kupac pronalazi izratke i izrađuje tehnologiju, sada se zahtjeva davanje kompletne usluge na inženjeringu, rješavanju konkretne proizvodnje, opremanje stroja uređajima i alatima potrebnim za rješavanje upravo tog zadatka. Ovi zahtjevi opterećuju proizvođače, jer oni moraju reagirati stručno i brzo kako kod davanja ponude, tako i u isporuci. Da bi ovaj zadatak mogli prihvatiti proizvođači trebaju spreman stručni kadar u svim svojim strukturama, počev od prodaje koja mora biti u stanju prihvatiti zahtjev kupca i tehnički ga obraditi i predati konstruktorima. Čitav lanac do isporuke kupcu mora imati visoki nivo organizacije koji treba da funkcioniра brzo, precizno i bez praznih hodova.

Nivo zahtjeva kupca je sve viši, kupac zna što hoće, poznaje tehnologiju i eksploataciju alatnih strojeva ponekad i bolje od proizvođača alatnih strojeva. To zato, što su proizvođači u najvećoj mjeri okrenuti tehnološkoj problematici vlastite proizvodnje i najčešće su istraživanja usmjerena na području korisnika. Iskustva proizvođača alatnih strojeva su dakle ograničene uglavnom na specifičnu tehnologiju serijske proizvodnje alatnih strojeva.

Domaći proizvođači alatnih strojeva nude danas oko 270 raznih tipova alatnih strojeva (pri čemu na pr. razlike u visini šiljaka kod tokarilica nisu promatrane kao poseban tip). Osjeća se sve više da se i naši proizvođači nameću potrošaču u smislu rješavanja zaokruženih tehnoloških zadataka kroz jednonamjenske strojeve, specijalne i agregatirane strojeve. Na tom području se stekli i solidan renome, kako kod domaćih, tako i kod korisnika iz SEV-a.

Interesantno je pripomenuti da se ovdje osjeća gotovo crnobijeli pristup tj. ili se ide na jednonamjenske, specijalne strojeve ili se nude goli standardni serijski strojevi. Ne osjeća se u dovoljnoj mjeri inventivnost na području specijalizacije strojeva iz serijskog programa, specijalnih prilagodbi u upravljanju, maloј automatizaciji jednostavnim ulančavanjima i slično.

Danas još uvijek kupac koji traži nešto što odudara od serijske izvedbe nije baš dobro došao. Pri tome se gubi iz vida da se upravo na ovakvim zadacima stječu iskustva u tehnologiji, konstrukciji, da se time obogaćuje ponuda i utire put novim proizvodima. I tako, dok se često puta kao konkurencija sudaraju na području specijalnih strojeva ti isti proizvođači najčešće ne zadovoljavaju potrošače ponudom specijaliziranih strojeva.

Ipak mora se priznati da su domaći proizvođači alatnih strojeva izvršili ogromne napore na osvajanju novih proizvoda te su uprkos besparici uspjeli posljednjih godina ponuditi našem tržištu niz novih proizvoda koji su građeni na suvremenom konceptu i sadrže suvremena rješenja. Ulaganja u razvoj novih proizvoda i modernizaciju već usvojenih iznosila su u prosjeku oko 4,5 % od ukupne realizacije.

Ulaganja za razvoj i usvajanje novih alatnih strojeva po podacima UNIDO iznose cca 5 % ako se godišnje prodaje 500 - 1000 kom. tog stroja a penju se i na 30 % kad se godišnje prodaje svega 10 jedinica. Promatrajući ulaganja naše industrije alatnih strojeva u svjetlu ovog podatka tada je jasno da su ta ulaganja niska jer rijetko koji novi proizvod doživljava tako visoku godišnju proizvodnu količinu. Po istim podacima UNIDO troškovi do izgradnje prototipa iznose grubo ocjenjeno oko 250.000 U\$, a stavljanje u proizvodnju iznose daljih 250.000 U\$. Ovim se troškovima trebaju još pribrojiti troškovi marketinga.

Primjetno je da su troškovi razvoja i usvajanja alatnih strojeva enormni. Oni su takovi jer tehnologija proizvodnje alatnih strojeva treba da bude na čelu industrijskog napretka ili u najmanju ruku ne smije zaostajati ako se želi da ti alatni strojevi budu konkurentni na industrijaliziranim tržištima. U ove troškove ugrađeni su jednim dijelom i troškovi unapređenja proizvodnje kod korisnika.

Činjenica da domaći proizvođači ne mogu ulagati dovoljna sredstva na usvajanje novih alatnih strojeva izbacuje ih iz takmičenja u odnosu na inozemne proizvođače i naš se kupac okreće uvozu. Time se krug zatvara, jer svaka kupovina alatnog stroja iz inozemstva sadrži u sebi financiranje razvoja tog proizvođača i ne samo to, već i istovremeno oduzimanje te mogućnosti domaćem proizvođaču.

Naravno ne želi se time apriori govoriti protiv uvoza. On je bio nužan, on je sada nužan i bit će nužan. Radi se o onom dijelu uvoza koji je teško opravdati jer nam ne donosi nešto novo u tehnologiji i kvaliteti, a koji istovremeno oduzima tržište našim proizvodima.

Uvozni režim koji se primjenjuje od kraja 1968 godine po kojem se mora pribaviti dozvola za uvoz nekog alatnog stroja, a tu dozvolu izdaje komisija za uvoz alatnih strojeva pri Privrednoj komori Jugoslavije ima pozitivan i vrlo značajan uticaj na razvoj domaće industrije. Međutim, taj režim može pružiti izvjesnu zaštitu i za zastarjeli asortiman koji bi bio brzo odbačen kada takve zaštite ne bi bilo! Zato bi se postepeno današnji režim dozvola trebao transformirati u obavezu registriranja zahtjeva na način koji bi omogućio analize tih potreba pa bi izvršno poslužio programiranju razvojne politike naših proizvođača. To bi ih prisililo na postepeno mjenjanje asortimana, na usvajanje onih proizvoda koji su tržišno najinteresantniji.

Međutim, osim čisto tržišne orijentacije koja se uglavnom zasniva na pretpostavci da tržište zna što hoće, mora se pri ractavanju razvoja proizvoda ići ispred najveće mase kupaca pa im treba pripremiti novo, iako to novo nisu tražili ali će ipak to novo vrlo rado prihvatiti kad ih se uvjeri da je to za njih probitačno. Dakle se razvoj alatnih strojeva treb odvijati tako, da prethodi saznanjima kupaca jer kada je ta potreba kod kupaca već uobličena kada se proizvod treba pojaviti na tržištu.

Novi proizvodi moraju u momentu izlaska na tržište stvoriti određenu napetost, jer trebaju biti nešto ispred zahtjeva kupaca, ali ne toliko da bi postojala opasnost da se kontakt s kupcem izgubi. Zbog toga je potrebno obratiti pažnju na kretanja znanosti i na istraživanja koja se u svijetu provode. Ne smije se dopustiti da razmak između našeg stupnja razvoja i stupnja u naprednim zemljama povećava; on se mora postepeno ali sigurno smanjiti. Ne očekuje se da budemo prvi u razvoju proizvoda, ali je nedopustivo da naše prihvaćanje onog što je za nas novo bude sporije od prihvaćanja što ga drugi provode na potpuno novim riješenjima.

AM.01.19

Odavde slijedi i to da bi osnovna naša orijentacija i preokupacija trebala u prvom redu biti kako ubrzati prihvaćanje noviteta.

Želja za usvajanjem novog nosi u sebi opasnost preranog napuštanja nekog proizvoda kojeg je tržište prihvaćalo i još uvijek ga treba. Ako naime snage koje rade na razvoju proizvoda ne restano nude nešto novo tada se opet može dogoditi da se uslijed nedovoljnih proizvodnih kapaciteta napusti neki od uhodanih proizvoda koji je bio rentabilan da bi se dalo mjesto nekom novom proizvodu čija proizvodnja može i neće biti tako rentabilna. Zato je uvijek nužno ocijeniti koja je to masa proizvodnje koja će svojom rentabilnošću moći pokriti troškove uhodavanja novog proizvoda.

Nadamo se da će ovo savjetovanje o proizvodnom strojarstvu dati neke poticaje za rješavanje kompleksa pitanja koja su ovdje spomenuta.

KURZ GEFASSTER ÜBERBLICK

Im vorliegenden Tagungsbericht ist für die SFRJ (Sozialistische föderative Republik Jugoslavien) aus technischem und wirtschaftlichem Aspekt ein Überblick des derzeitigen Standes mit dessen Entwicklungstendenzen für die Werkzeugmaschinen der heimischen Herstellung, Verkauf und Ausfuhr einerseits, sowie im Vergleich zur Einfuhr andererseits, gegeben.

Dabei zeigten sich gerade in einigen Bereichen gewisse Diskrepanzen auf die hingewiesen wird und die zu glätten und nachzuholen sind. Entsprechende Wege und Mittel folgen leicht aus den gemachten Analysen.

Zugleich geht aber aus den selben Analysen und einer Gegenüberstellung mit dem UNIDO Bericht für 1974 heraus, dass Jugoslavien zu den bedeutend entwickelten Industrienationen gehört, Dank seiner grossen und intensiven Anstrengungen in dieser Hinsicht, die Jugoslavien in die Vorstufe zu hoch entwickelten Nationen gebracht hat.

LITERATURA:

Mašinounion: Pregled izdatih dozvola za uvoz alatnih strojeva
1974. godine

Statistički kalendar Jugoslavije 1975. godine

Fodor Oskar: Studija o razvoju proizvodnje alatnih mašina u
SFRJ, Mašinounion 1975.

Hrabrić: Referat na VIII savjetovanju proizvodnog strojarstva u
Ljubljani 1973.

Hrabrić: Prve faze u razvoju alatnih strojeva, strojarstvo 16/74,
Zagreb

Unido: Perspectives for industrial development in the second
United Nations development decade, The Machine tool
industry, New York 1974.

Bernard Kapp, "Der Aufschwung kommt später", VDI Nachrichten
Nr 24/1975.

A. MULC +)

Dio 2. glavnog referata prof. dr R. Zdenkovića
"Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi"

2. ULOGA, ZNAČAJ I UZAJAMNE MOGUĆNOSTI
SUVREMENIH POSTUPAKA U TEHNOLOGIJI OBRADE

2.1. Uvod

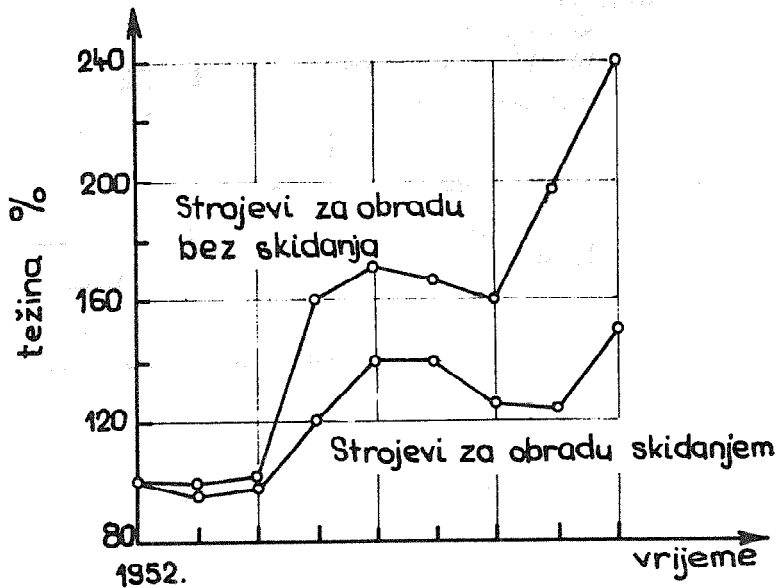
Nemoguće je danas objektivno govoriti o tehnologiji i obradnim (alatnim) strojevima skidanja materijala, a da se u želji prikazivanja realnog stanja i položaja istih u suvremenoj tehnologiji istom pažnjom i ocjenom važnosti ne dotaknemo barem uvodno jednako značajne i više nedjeljive uloge, koju u cjelovitom procesu obrade imaju danas postupci i strojevi obrade deformacijom (vidi i sliku 0.1). Količina i tempo prirasta vrsta i broja strojeva za oblikovanje deformacijom (naročito u sekundarnoj - hladnoj - preradi) i njihov udio u strojnom parku, karakterizira industrijsku moć jedne zemlje i stupanj usavršenosti njezine strojogradnje.

Stoga su u daljnjem tekstu ovog dijela referata stilom izvoda spomenuti neki značajni postupci i strojevi obrade deformacijom, posebno u međusobnom djelovanju s ostalim postupcima obrade. Kao osnovica za ovakav prikaz poslužili su zapaženi radovi s ovog područja, objavljeni pretežno zadnjih pet godina.

+) Dr Andrija Mulc, dipl.inž., docent Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, nastavnik iz predmeta Strojevi za plastično oblikovanje u Zavodu za tehnologiju.

2.2. Nadopunjujući postupci i njihova usporedba

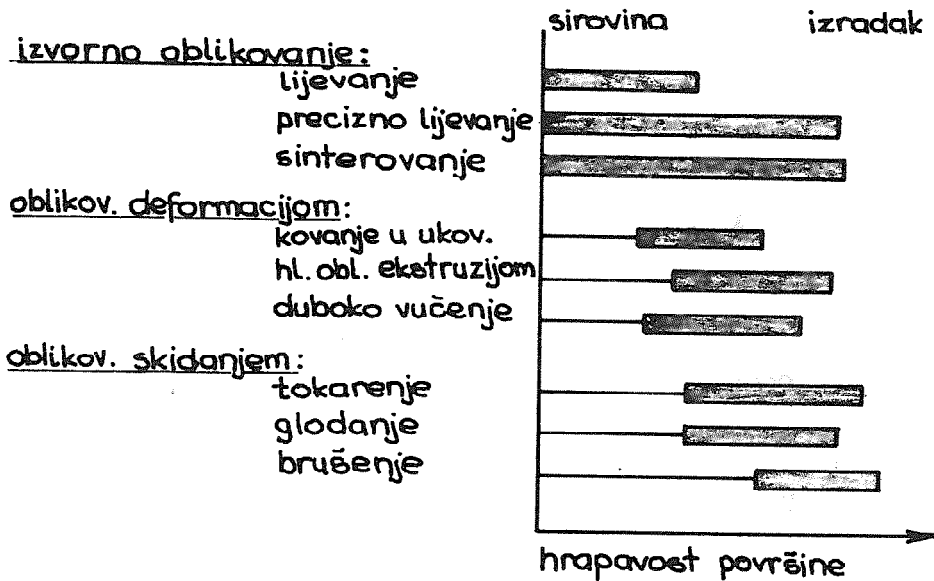
Koristeći se nešto starijim rezultatima istraživanja Aachenskog instituta, u slici 2.1 zorno je prikazan suštinski trend razvoja i međusobnog odnosa količina dviju velikih grupa alatnih strojeva.



Slika 2.1 Usporedba proizvodnje alatnih strojeva u S.R. Njemačkoj [1].

Posebni značaj i mjesto u strojevima za obradu bez skidanja pripada strojevima za obradu deformacijom. Osim već stereotipne uloge u početnom oblikovanju, sve je veće učešće tih strojeva u operacijama završne obrade. Razlog tome je i povoljna kvaliteta površine izratka, kao što to u usporedbi s nekim drugim vrstama obrade prikazuje slika 2.2 .

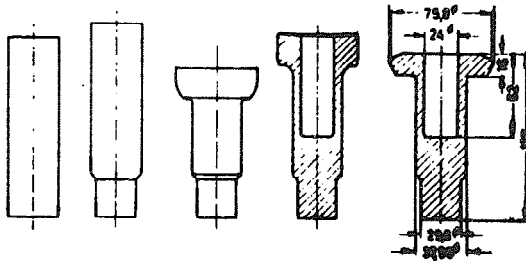
Hladno oblikovanje deformacijom sve uspješnije zamjenjuje izradu zupčanika i utora rezanjem, što je u svojim radovima iscrpno prikazao još prof. P. Stanković.



Slika 2.2 Kvalitativna usporedba hrapavosti površine u pojedinim postupcima oblikovanja [1].

Danas se čak automatskim tokarilicama dodaje kao završna operacija obrade stiskanje, u svrhu glačanja i kalibriranja.

Osim hladnog oblikovanja vijaka, zakovica i sl., sve se više izrađuju i složeni oblici izradaka pri masivnom oblikovanju, a uz to i sve su većih težina. Ponekad je za izradu potrebno i dvostruko više operacija nego u primjeru sa slike 2.3 .



Slika 2.3 Oblik konusnog zupčanika u pojedinim operacijama [2].

Hladnim oblikovanjem automobilskih dijelova postižu se uštede u količini materijala od oko 20 %, u vremenu izrade od 40 do 50 %, a u cijeni od 3 do 7 % [3].

Ranih 70-tih godina u S.R. Njemačkoj proizvodilo se oko 700 000 Mp otkivaka godišnje, od čega oko 100 000 Mp hladnim oblikovanjem. Stalni godišnji prirast proizvodnje hladnim oblikovanjem iznosio je oko 12 % [3].

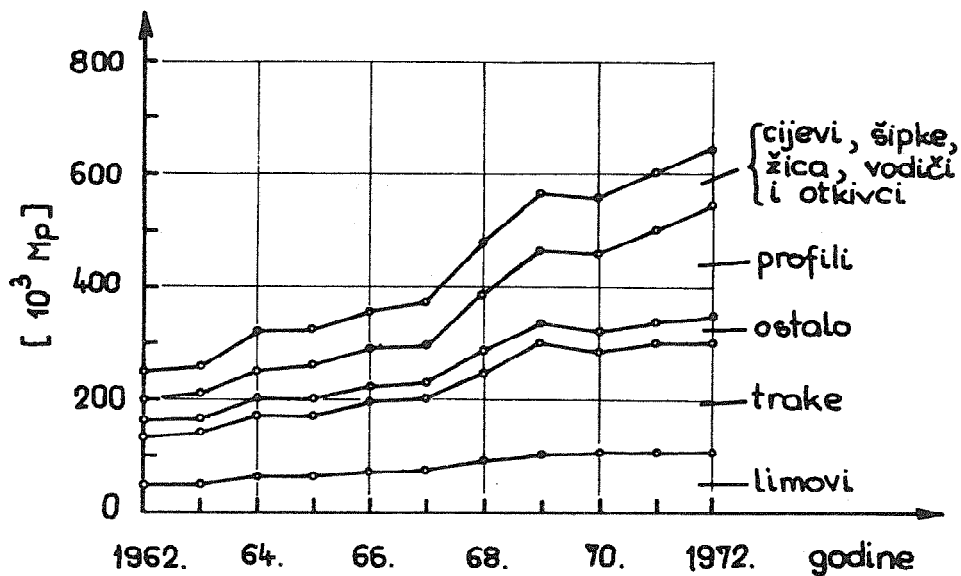
Među brojnim drugim nadopunjujućim postupcima spomenimo i to da se u novije vrijeme masivno toplo oblikovanje deformacijom nastoji zamijeniti ili dopuniti preciznim lijevanjem i sinte-rovanjem (naročito sinterovanjem manjih otkivaka).

U gradnji i izradi metalne robe za široku potrošnju sve je važniji konkurent "brizganje plastičnih masa", posebno u industriji ambalaže, namještaja, kućanskih aparata i u građevinskoj industriji.

S energetskeg stanovišta naročito je značajno da suvremeni strojevi za oblikovanje deformacijom (kao koljenaste Maxi preše, vretenaste preše, horizontalni kovački strojevi) rade s visokim energetskeg stupnjem korisnog djelovanja od oko 30 %.

2.3 Utjecaj materijala

Osim velikog broja vrsta čelika (u kojima se kao dodatni ili legirni elementi pojavljuju Cr, Ni, W, Co i Mo) s bolje istraženim svojstvima, pojavljuju se i nove vrste materijala (npr. aluminijske i titanske legure) čija svojstva su za neke postupke nedovoljno ili slabo poznata. Naročito je velik prirast proizvodnje aluminijske i njegovih legura. Iz slike 2.4 uočljivo je da se veliki dio aluminijske još u primarnoj preradi oblikuje deformacijom.



Slika 2.4 Prikaz proizvodnje aluminija u S.R. Njemačkoj po vrstama poluproizvoda [4].

Stereotipni podaci o materijalima, kao vlačna čvrstoća, naprezanje na granici razvlačenja i istežljivost, nedovoljni su za procjenu podobnosti materijala za različite vrste obrade. Naročito veliki nedostatak podataka o materijalima osjeća se u novije vrijeme u procjeni podobnosti za oblikovanje deformacijom, tj. oblikovljivosti. Radi toga nastoje se uvesti nove značajke kao: koeficijent anizotropije, eksponent funkcije očvršćenja, lokalna granična deformacija pri kontrakciji i stupanj oblikovljivosti.

Budući se u suvremenoj obradi radi u području sve većih brzina deformacija, u sve širem rasponu temperatura materijala i složenom načinu opterećenja, u oblikovanju deformacijom sve više dolaze do izražaja efekti viskoelastičnosti, viskoplastičnosti i superplastičnosti.

U obradi predsinterovanih materijala zapaža se da ti materijali novijim postupcima predsinterovanja postaju gušći, homogeniji i sa sve boljim mehaničkim svojstvima.

Za teško oblikovljive materijale razvijaju se maziva za smanjenje utjecaja sličnih opterećenja i isključenje zavarivanja pri deformaciji (fosfatiranje, primjena vodom raspršenog grafita i molibdenisulfida).

2.4 Neki noviteti u komplementarnim postupcima i strojevima (izabrani primjeri)

Sadašnje stanje razvoja strojeva za oblikovanje deformacijom, slično kao kod strojeva za obradu skidanjem, očituje se sve većim raspoloživim silama i energijama, bržim ritmom rada i sve većom točnošću vođenja pokretnih dijelova.

Tendencija je (nasuprot suvremenim rješenjima strojeva za skidanje) da se sve više grade strojevi za jednu svrhu ili operaciju, umjesto univerzalnih, ali i uz sve veću primjenu tipiziranih elemenata.

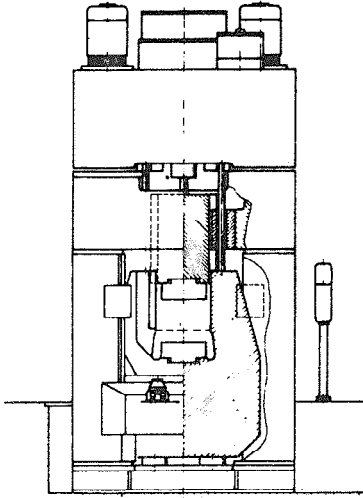
Radi ubrzanja rada i racionalizacije sve se više primjenjuju automatski uređaji za dodavanje izratka na stroju i odnošenju.

Postolja se umjesto lijevanih nastoje izraditi u zavarenoj izvedbi.

Buka strojeva i dinamičko djelovanje na okolinu nastoje se umanjiti, a zaštita pri radu poboljšati.

Slijedećih nekoliko primjera zornije će prikazati neke od gore spomenutih tendencija:

- Klasični zračno-parni bat za kovanje u ukovnjima nastoji se zamijeniti s sasvim novim tehničkim rješenjem, kao npr. izvedbom sa slike 2.5. Hidrauličkom transmisijom energije znatno



Slika 2.5

Elektro - hidraulički
protuudarni bat
(Lasco) [5].

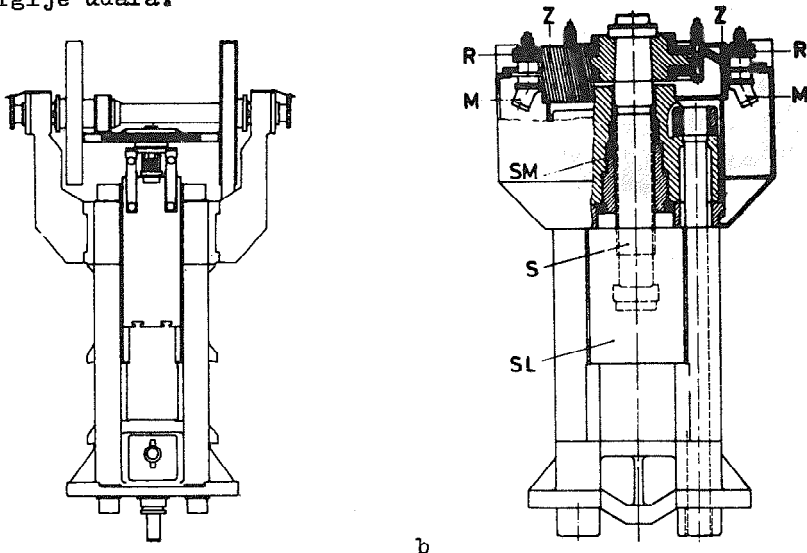
se poboljšava energetska stupanj djelovanja, dok protuudarna izvedba bitno smanjuje dinamičko djelovanje na okolini. Budući je masa nakovnja nekoliko puta veća od mase malja, put gibanja donjeg ukovnja ne otežava prenještanje otkivka iz gravure u gravuru. Osim toga međusobno vođenje mase malja i nakovnja u izvedbi na slici 2.5 omogućuje primjenu ukovanja s više gravura bez posljedica od ekscentričnog djelovanja udarca.

- Vrlo značajan napredak postoji i u gradnji vretenastih preša. Uz poboljšanje konstrukcije klasične izvedbe s tarenicama, kakva je npr. prikazana na slici 2.6a, prelazi se na direktni pogon zamašnjaka hidrauličkim motorima, kao u izvedbi na slici 2.6b, ili na direktni pogon zamašnjaka jednim elektromotorom. Budući se ovakove izvedbe strojeva grade i za velike energije udarca (reda 200 Mpm), klasična izvedba okvira postolja stroja kao i smještaj pogonskog mehanizma doživljavaju promjene. Izvedba na slici 2.6c zorno to prikazuje.

Djelovanje dinamičkog momenta preša s jednim vretenom na okolini, nastoji se izbjeći izvedbom preša s dva vretena suprotnih smjerova okretanja.

Spomenimo još i vretenaste hidrauličke preše, kod kojih se gibanje vretena postiže aksijalnim djelovanjem medija pod

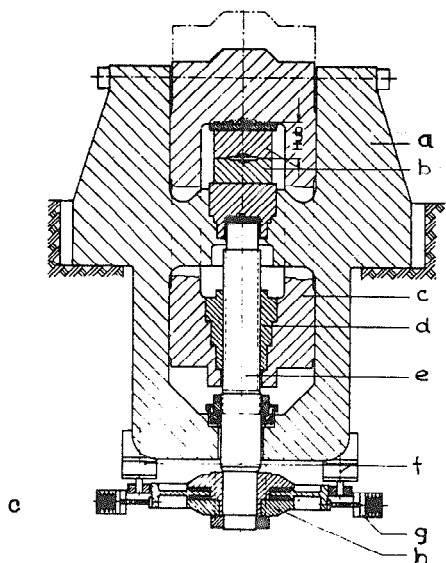
pritiskom. Osim udarnog djelovanja, preše ovakve izvedbe mogu djelovati i kvazistatički, što je vrlo značajno npr. kod slo-
bodnog kovanja. Uz to pogodne su za izvedbe za vrlo velike
energije udara.



b

Slika 2.6

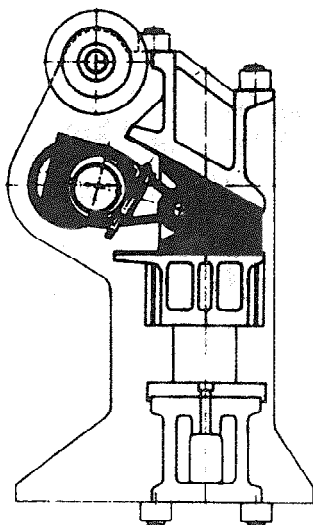
Novije izvedbe vretenastih preša [2,5].



c

- a) Vretenasta preša s podesi-
vim (bočnim) prigonom
tarenicom (Hasenclever).
- b) Vretenasta preša s pogonom
hidrauličkim motorima, s
mehanizmom na gornjoj
strani (Hasenclever).
- c) Vretenasta preša s pogon-
skim mehanizmom ispod
poda.

- Popularne kovačke koljenaste preše doživjele su značajno poboljšanje u izvedbi s klinom (slika 2.7).

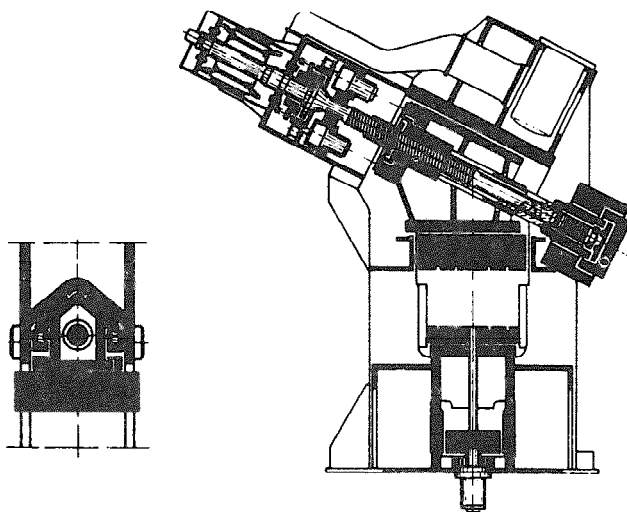


Slika 2.7

Koljenasta preša s klinom (Eumuco) [5].

Uz isti pogonski mehanizam ove preše omogućuju postizavanje većih sila i bolje vođenje tlačne ploče, a što je posebno važno praktički su neosjetljive na ekscentrično opterećenje.

- Naročito zanimljivu izvedbu predstavlja kombinacija vretena s klinom kojom se objedinjuju pogodnosti jedne i druge novije izvedbe pogonskih mehanizama preša (slika 2.8).



Slika 2.8 Vretenasta preša s klinom (Lasco) [5].

U posebnom području ekstruzije uvode se hidrostatske preše sa silom od 2 500 do 4 000 Mp. Isto tako za velike redukcije promjera pri dubokom vučenju novost je hidromehaničko duboko vučenje.

2.5 Izgleđi budućnosti u tehnologiji postupaka oblikovanja

Nemoguće je sigurno predvidjeti budućnost u tehnologiji oblikovanja deformacijom. Primjer za to predstavlja činjenica da unatoč vrlo optimistićkim predviđanjima oblikovanje pri velikim brzinama deformacije još uvijek nije našlo široku industrijsku primjenu. No iz više razloga poznavanje pravca u kome će se ta tehnologija razvijati, jako je važno. Već postojeći trend razvoja predstavlja izvjestan ukaz na ono što će se dogoditi sutra. Prof. Lange je u više svojih referata izvijestio o predviđanjima što će se dogoditi u neposrednoj i nešto daljoj budućnosti. Neke ukaze iznijeli su i drugi autori. Navedimo stog ovdje samo neka općenitija predviđanja:

- U slijedećih deset godina veliki značaj imat će kombinacija lijevanja i kovanja.
- Veliki napredak očekuje se u opsegu primjene hladnog oblikovanja deformacijom. U SAD smatraju da će već 1980. godine proizvoditi 1,2 miliona Mp hladno oblikovanih proizvoda godišnje.
- Za oblikovanje šokovima magnetske naravi očekuje se veće učešće u serijskoj proizvodnji.
- Očekuje se znatniji porast automatizacije strojeva (do 1975. godine čak približno 50 % svih strojeva za oblikovanje deformacijom bili bi automatizirani).
- U budućnosti predviđa se veća primjena postupka hidrostatske ekstruzije.

- Oblikovanju sintera proriče se vrlo brzi razvoj. Predsintertovanje eksplozijom za neke slučajeve imat će prednost pred postupkom na prešama.
- Provlačenjem bez matrice moći će se zamijeniti neki postupci kovanja i ekstruzije (naročito za materijale loše oblikovljivi).

S ovim kratkim pregledom želilo se samo ukazati na položaj i razvoj deformacionih postupaka bitno povezanih s obradom skidanjem, kojoj je glavni referat Savjetovanja posebno i posvećen, a koja u cjelovitoj tehnologiji danas više ne može postojati bez ovih nadopunjujućih i paralelnih postupaka. Samo taj novi način suvremenog promatranja i pristupa može nas dovesti do cilja ekonomske i kvalitetne proizvodnje, a to znači istovremeno uspješnu proizvodnju za kupca i prodavca.

2.6 Literatura

1. H. Opitz, Bericht über das 11. Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium 1962, Industrie - Anzeiger, Nr. IX (1962), S. 1709 - 1720.
2. K. Lange und M. Geiger, Umformen in der Fertigungstechnik - Entwicklungstendenzen bei Verfahren und Maschinen, Industrie - Anzeiger 93 (1971), Nr. 2, S. 22 - 26, Industrie - Anzeiger 93 (1971), Nr. 10, S. 185 - 189.
3. K. Lange, Stand und Entwicklung der Umformtechnik und ihrer Fertigungsmittel, referat na "BIAM '71", (rukopis).
4. K. Lange, Entwicklung und Einsatzbereiche der Fertigungsverfahren, Fertigungstechnische Kolloquium 1973, Entwurf, (rukopis).
5. K. Lange und K. Roll, Neuere Entwicklungen der Werkzeugmaschinen und der Technologie des Gesenkschmiedens, Industrie - Anzeiger 96 (1974), Nr. 70, S. 1621 - 1628.
6. H. Jäger, Umformende Bearbeitung auf Drehautomaten, Industrie - Anzeiger 73 (1969), Nr. 6, S. 241 - 247.

7. M.A. Rifai, The Effect of Presintering Conditions on Cold Forgeability of Powder Preforms, 15th MTDR Conference, Birmingham 1974.
8. T. Shepard, The Production of Extruded Material from Metal Powder, 15th MTDR Conference, Birmingham 1974.
9. H. Sekiguchi, K. Bobatake and K. Osakado, A Fundamental Study on Dieless Drawing, 15th MTDR Conference, Birmingham 1974.

A. M u l c

ROLE, SIGNIFICANCE AND INTERACTIONS OF
THE WORKING TECHNOLOGY PROCESSES

This is the contribution to the general review of the machine tools and working processes prepared for the presentation at the 10th Production Engineering Conference (Beograd, October 1975).

It contains the short report on complementary processes, the influence of material, the significant news in forming machines design and the notation of few probable directions of future activities in forming processes.

AM.01.33

A. PERIĆ +)

Dio 3. glavnog referata prof. dr R. Zdenkovića

"Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi"

3. NOVA SAZNANJA I MOGUĆNOSTI NEKONVENCIONALNIH METODA OBRADJE

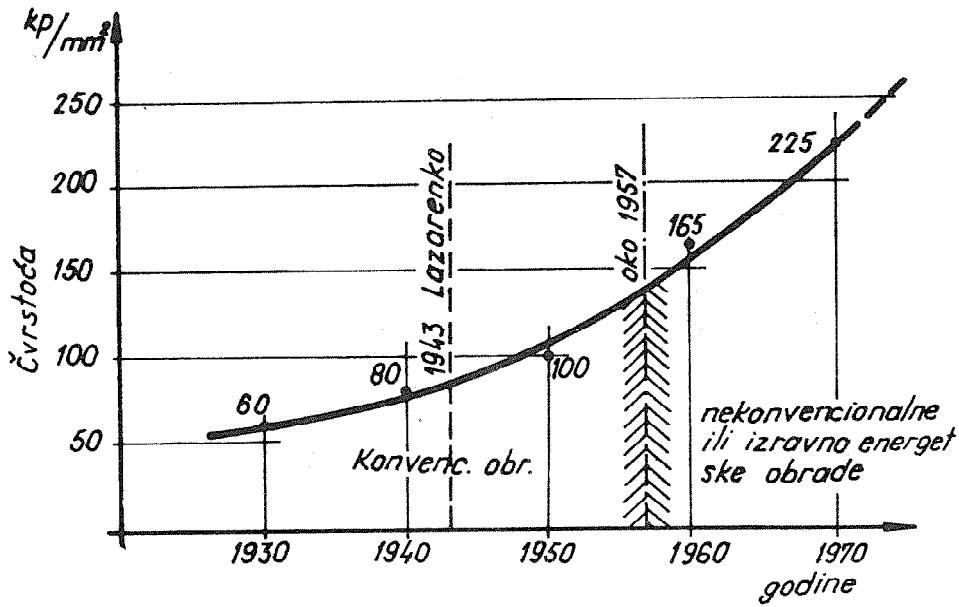
3.1 Uvod i značaj

Zahvaljujući visokoj tehničkoj i ekonomskoj efikasnosti, nekonvencionalne metode obrade, mada relativno mlade, našle su brojnu primjenu u posljednjim godinama. Ekonomske, tehnološke i humane prednosti ovih novih metoda bazirane su na više činjenica. Tako je na primjer, omogućena obrada "space-age material" - materijala kozmičkog vijeka, koji se zbog velike čvrstoće nisu mogli obradivati konvencionalnim obradama (sl. 3.1) pa su tek nove metode omogućile njihovu primjenu, ili se istim mogu obradivati komplikovani i minijaturni dijelovi neophodni u savremenoj tehnici (sl. 3.2), jer praktički ne postoji sila između alata i izradka nego se obrada vrši direktnim dejstvom koncentrirane energije. Stoga je razumljivo, da danas ne postoji zemlja ili tvornice sa visokim stepenom industrijske proizvodnje, gdje ove metode nisu odgovarajuće primjenjivane.

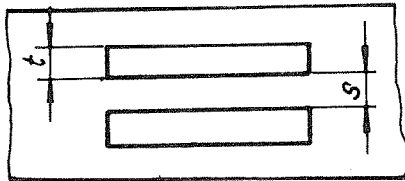
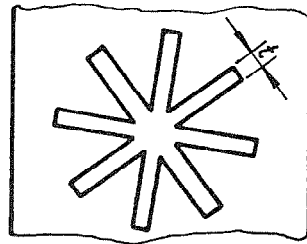
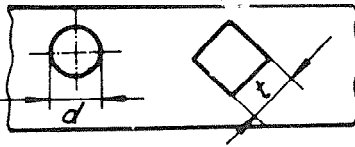
Približno četrdesetih godina ovoga vijeka pronadjen je i izradjen od supružnika Lazarenko u SSSR-u prvi elektroerozioni (ED) stroj. Sada već postoje i specijalizovana odjeljenja tih strojeva, grade se strojevi za obradu izradaka teških nekoliko tona, te integrirani sistemi za primjenu programskog upravljanja.

Danas postoji niz nekonvencionalnih metoda (sl. 3.3) od kojih se neke primjenjuju u industrijskoj proizvodnji, dok su druge dijelom još u eksperimentalnom stadiju razvoja i primjene. S obzirom na akumulirano iskustvo i prak-

+)
Dr Aristid Perić, dipl.inž., vanredni profesor Mašinskog fakulteta u Sarajevu, ul. Omladinsko šetalište b.b.



Slika 3.1 - Približni šematski prikaz uspona obrade sa kvalitetom materijala



d_{min} ili $t_{min} \leq 10-50 \mu m$, $s_{min} \approx 5 \mu m$
(već prema postupku)

U μm tankim ili debelim stijenama dubine do $50 \div 100 d$ ili t , sa tačnostima $\leq 5 \div 10 \mu m$ pri hrapavostima $\leq 1 \div 5 \mu m$ na komadima težine u gramima ili tonama, najviših čvrstoća i raznih materijala!

Slika 3.2 - Primjeri minimalnih i maksimalnih kvaliteta izrade raznih podesnih nekonvencionalnih obrada

NEKONVENCIONALNE METODE OBRADE					
Osnovna metoda	Alat	Posredno sredstvo	Opšta primjena	Simboli po američkim oznakama	
ULTRAZVUČNA OBRADA	Sonotrode ili klastični alat	Sa ili bez suspenzije abraziva	Obrada nemetala i tvrdih materijala u kombinovanom postupku sa rezanjem - urezivanjem, navojsa, brušenje super-finiš i drugo.	EUS (Electric Ultrasonic Machining)	
ELEKTROEROZIIVNA OBRADA	Elektroda	dielektrični fluid	Obrada elektra - provodljivih materijala od većih površina sa većom tačnošću u malom broju komada (izrada alata i sl.)	EDM (Electric Discharge Machining)	
ELEKTROHEMIJSKA OBRADA	Štapna ili površinska elektroda, točilo, alat za honovanje ili mlaz elektroлита	Elektrolitički rastvor	Obrada elektra - provodljivih materijala manjih površina sa manjom tačnošću u serijankama u kombinovanom postupku - proširenje alata, unutrašnje glaćanje i spec. obrade mlazom jona	ECM (Electro Chemical Machining) JBM (Jon Beam Machining)	
ELEKTRONSKA OBRADA	Kao čvrsto tijelo ne perforira	Elektroni	Sitne i fine obrade, perforiranje, precizno glaćanje, zavarivanje, glaćanje na foto-sablonima, elektronska litografija na svim materijalima bez obzira na vodljivost.	EBM (Electron Beam Machining)	
LASERSKA OBRADA	~ " ~	Fotoni	Najfinije i sitne obrade bušenja, tačkastog i hemijskog mikrozavarivanja i odsjecanja raznih materijala obradom elek. integriranih šema sa nesig. manje preciznosti od EBM.	LBM (Laser Beam Machining)	
OBRADA PLAZMOM	~ " ~	Plazma	Gruba obrade odsjecanja i probijanja	PJM (Plasma Jet Machining)	
HEMIJSKA OBRADA	~ " ~	Podesni nagrizajući elektroлит	Za poliranje i sitne obrade elektro - provodljivih materijala, bez upotrebe električne struje ili za rešetnu obradu jetkngem.	CM (Chemical Machining)	

Slika 3.3 - Osnovni pregled nekonvencionalnih metoda obrade

tični značaj može se posebno istaknuti veliki naučni i tehnološki trend u razvoju i primjeni tzv. električnih metoda obrade odnošenjem, gdje spadaju elektroeroziona odnošenje rastapanjem (EDM), elektrohemijsko odnošenje razlučivanjem (ECM), te lasersko (LBM) i elektronsko odnošenje isparivanjem (EBM).

Ove metode imaju slijedeće zajedničke osobine [5]: fiziku procesa, radni reagens (elektroni, joni) i elementarni efekat - odnošenje materijala dejstvom visoko koncentrisane gustine energije usmjerene na lokalno ograničeni volumen materije (sl. 3.4) [5]. Prema Lazarenku se smatra da ove četiri metode (EDM, ECM, EBM i LBM) predstavljaju reprezentante široke familije. Ostale metode u ovoj familiji vjerovatno će biti otkrivene kada se riješi pod kojim uslovima se susreće solid sa usmjerenom energijom.

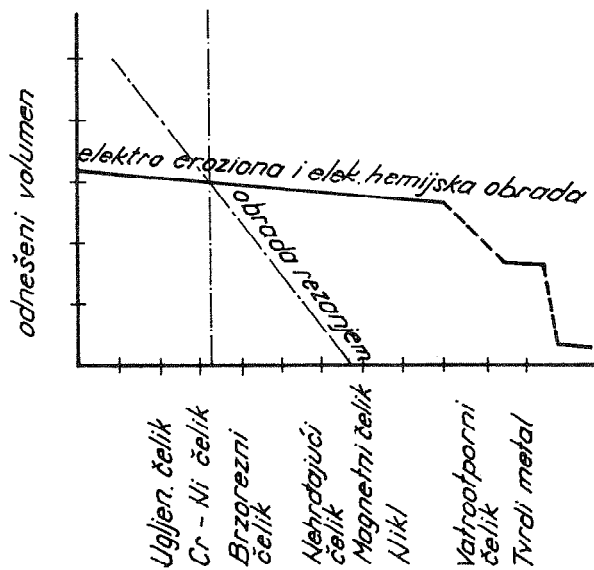
Medju električnim metodama odnošenja materijala za sada još preimućstvo pripada elektroerozionim i elektrohemijskim metodama. Obradivost različitih materijala kombiniranjem ovih metoda u odnosu na obrade rezanjem data je u načelnom prikazu na sl. 3.5 [6]. Tako su, dakle, danas u industrijskoj proizvodnji od nekonvencionalnih najviše zastupljeni elektroerozioni i elektrohemijski strojevi, a unutar ovih skoro dvije trećine su elektroerozioni strojevi. Zatim dolaze ultrazvučni, elektronski i laserski strojevi. Nužno je napomenuti da je u posljednje vrijeme zapažen porast broja elektrohemijskih strojeva zahvaljujući upotrebi za specijalne svrhe (kao obrada lopatica, skidanje vijenca, odnosno srha i sl.), te primjeni kombinovanih abrazivno-elektrohemijskih postupaka.

Dosadašnji ukupni trend rasta i razvoja elektroeroziona i elektrohemijske obrade po kriteriju patenata uočljiv je iz sl. 3.6 [6]. Vidi se da je broj patenata u konstantno rastućoj tendenciji. To potvrđuje da se ove metode u svojoj industrijskoj primjeni nalaze na putu proširene primjene.

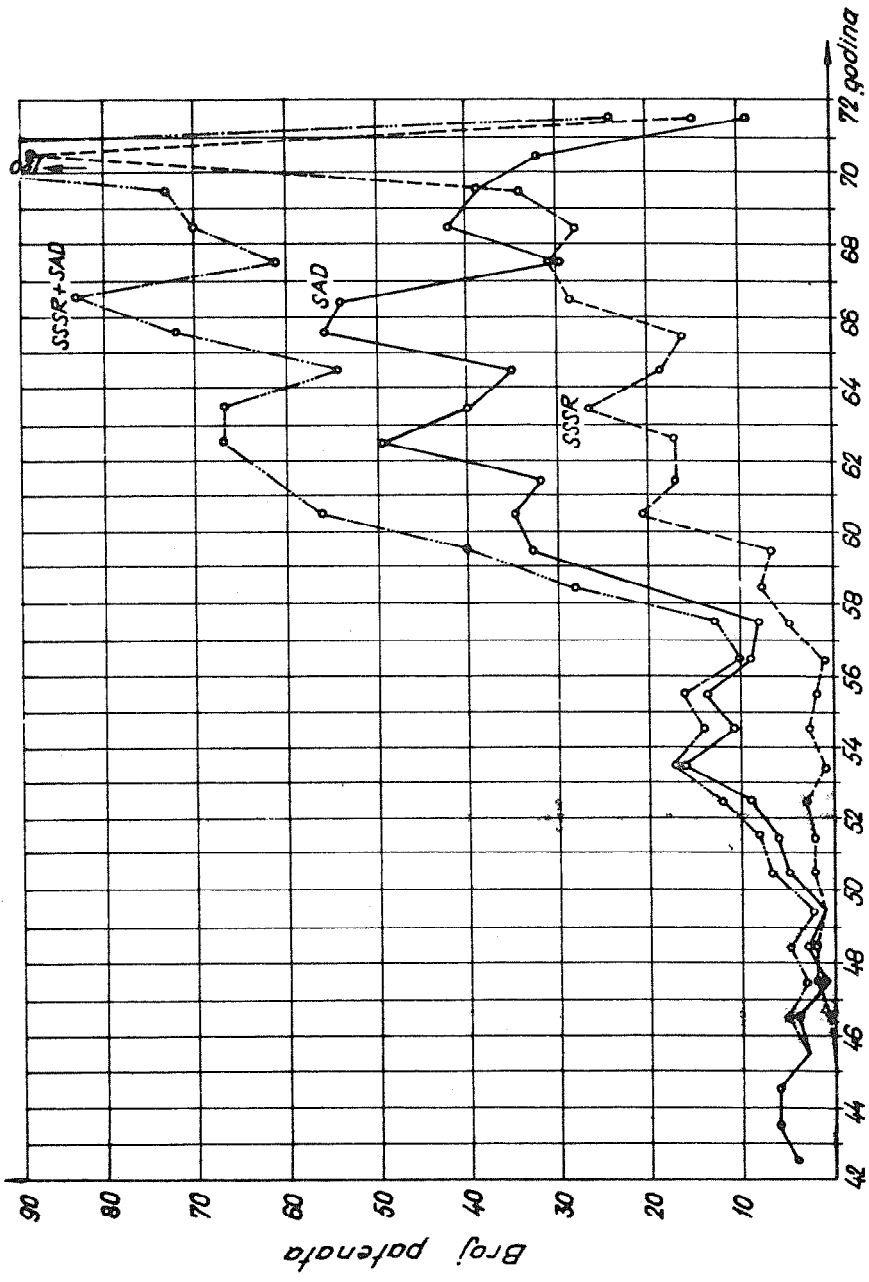
Neprestani porast ovih metoda u tome neminovno slijedi i iz porasta broja tzv. materijala kozmičkog vijeka (tvrđi metali, alatni čelici, razne teškoobradive visokotvrde i žarootporne legure i novi materijali) koji su uspješno obraduju tek ovim novim postupcima. Dok je u 1960. godini elektrohemijskim metodom bilo moguće obraditi oko 30% ukupne količine tih materijala, do-

Naziv izvora	Maksimalna gustina fluksa energije W/cm^2	Najmanji prečnik kon- centracije fluksa energije μm
Električni luk	10^5	100
Elektrohemijsko rastvaranje metala	10^3	30
Elektroeroziono iskrenje	10^{10}	1
Laserski zrak	10^{14}	10^{-1}
Snop elektrona	10^9	10^{-2}

Slika 3.4 - Usporedba gustine i prečnika koncentracije energije kod raznih metoda obrade



Slika 3.5 - Načelna usporedba intenzivnosti obrade različitih materijala obradom rezanjem i metodom ECM-EDM



Slika 3.6 - Godišnji porast broja патената (SSSR + SAD) na području elektroerozione i elektrohemijske obrade

tle se u 1970. godini već obradivalo do 80%. U povratnoj vezi omogućila je ova obrada i stvaranje novih materijala tako se broj teško obradivih materijala 1970. godine u odnosu na 1950. godinu povećao za cca 1,8 puta [6].

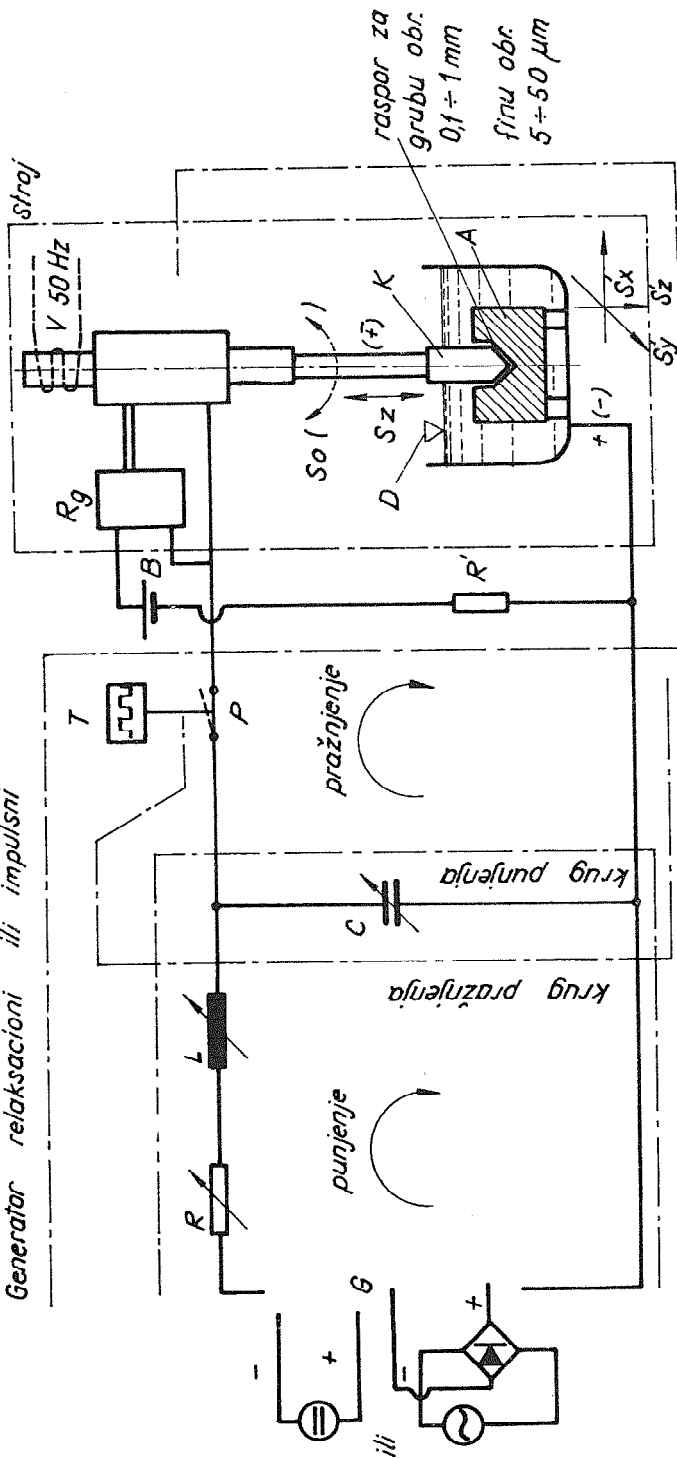
3.2 EDM obrade i njene novosti

Za širi razvoj same elektroeroziona obrade trebalo je prvenstveno riješiti problem jačeg povećanja proizvodnosti i sniženja trošenja alata.

Problem proizvodnosti riješen je skraćanjem praznog dijela impulsa i kroz njegovo nezavisno generiranje sa zadanom frekvencijom i sadržajem energije, te s tim u vezi povećanjem dovedene snage. To je danas realizovano transistor - thyatron impulsnim generatorima sl. 3.7/3 pa je tako učinak odnošenja na jednu strojnu jedinicu povećan do $15.000 \text{ mm}^3/\text{min}$ pri hrapavosti površine van klase [7] (vidi i sl. 3.13). Problem sniženja trošenja alata praktično je riješen. Kao jednu od osnovnih tendencija u daljem razvoju ove obrade treba smatrati primjenu trodimenzionalnog posmaka i automatizacije posmaka. Dvodimenzioni posmak žičane elektrode može se smatrati također praktično riješenim. Upravljanje kretanja elektrode numeričkim strojem i fotokopirnim sistemom uspješno su realizovani. Tako je kao novost u SSSR-u izradjen fotokopirni stroj za elektroerozionu obradu, za rezanje profilnih dijelova sa tačnošću od 0,02 mm, koje se vrši automatski po crtežu [8].

Na osnovu dosadašnjih radova i ostvarenja daju se slijedeće prognoze u vezi razvoja ove metode [5]. Pošto učinak erozije isključivo zavisi od prenosnog otpora "iskra-metal" to bi se postepenim usavršavanjem pulse-generatora, snabdjevenim sa programiranim impulsom mogao umjesto dielektričnog fluida upotrebiti i elektrolit pa čak i obična voda, tako da se proces vrši u gasovitom mediju. Razvijanjem ove metode biće moguće obradivati i dielektrične materijale koristeći efekte u prostoru iza anode. Postoji vjerovatnost da će se ovom metodom moći vršiti obrada izradka pomjeranjem potrebnog volumena materijala kao cjeline [5].

Generator relaksacioni ili impulsni



Vrste izvedbi i njihovi elementi:

1. Elektrolučna erozija sa lučnim generatorom
2. Elektroimpulsna erozija sa relaksacionim generatorom (autimpulsni generator)
3. Elektroimpulsna erozija sa impulsnim generatorom (eksimpulsni generator)

imaju: **R** i **V** obavezno
D neobavezno

R i **C** ili **RLC**
(0,3 - 1 kHz) (10 - 100 kHz)

R, P, T
(impulsni proizvodnjog sadržaja i frekvencije)

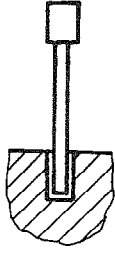
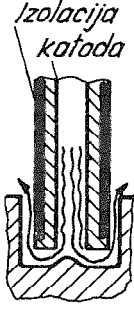
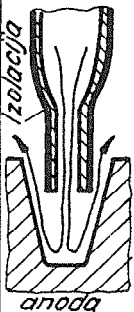
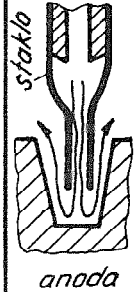
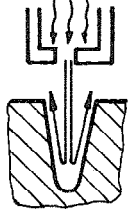
Slika 3.7 - Skupna šema elektroerozionih (EDM) uređaja

3.3 ECM obrade i njene novosti

Što se tiče elektrohemijske obrade to se ova danas intenzivno razvija zahvaljujući osobini praktično neograničene stabilnosti alata, te povećanju kvaliteta sa povećanjem proizvodnosti. Ovaj razvoj ipak usporava još niz neriješenih problema a naročito problem tačnosti rezultata obrade i mogućnosti da se oblik alata unaprijed tačno odredi ili sračuna, te konačno problem produktivnosti kroz maksimalno uvođivu snagu. Za poboljšanje tačnosti sugerira se niz mjera [7]. Predlaže se upotreba specijalnog diskretnog elektrolita na visokim lokalizovanim nivoom; redukcija zazora na mjeru koja dopušta evakuaciju produkata reakcije, a u zavisnosti od dimenzija otvora obrade, pritiska pumpe i tačnosti sistema za posmak; upotreba kombinovanih procesa (mehanička pa elektrohemijska obrada) da se smanji početni otklon mjera alata od gotovog komada, te stabilizacija parametara i upotreba adaptivno - programske kontrole. Ove mjere bi trebale da pri trodimenzionalnoj obradi poviše tačnost od 0,1 mm do 0,01 mm (uobičajenu za moderni elektroerozioni proces) [7]. Smatra se da bi ove mjere uticale i na ublaženje problema proizvodnost - snaga. Produktivnost nije ograničena samo sa procesom anodnog odnošenja nego i snagom koja se može uvesti u sistem, te brzinom evakuacije produkata. Limitne vrijednosti ovih faktora su 50.000 A (1000 kW pri 20 V) i proizvodnost od 100.000 mm³/min [7]. U ovome problemu presudni su ekonomski faktori.

Potrebna energija kod elektrohemijske obrade je za 2 reda veća nego kod obrade rezanjem, a za 1 red nego kod elektroerozione obrade. Taj nedostatak postaje kritičniji pošto postoji minimum gustine struje, te uslovljeno pogoršanje površine pri sniženju ove granice. To ograničava i razmjere obradjene površine (pri 20 A/cm² i 1000 kW istovremeno se može obraditi maksimalna površina od 0,25 m² (tj. 50 cm x 50 cm) [7].

Uvodjenje velikę snage za obradu relativno male površine zahtijeva velika i vrlo kruta a s tim prostrana i skupa postrojenja. To sužuje upotrebu ove obrade za male komade i zahtjeva serije da bi se ublažili ti nedostaci.

	Elektro- eraziona obrada	Elektrohemijska obrada			
		Dubljenje	STEAM	Elektro- steam	Electrojet
Skice obrada					
Minimalni prečnik d [mm]	0,02 - 0,03	1,5 - 2	0,8	0,125	0,05
Max. dubina obrade [mm]	(20-80) d	(60-80) d	100 d	50 d	30 d
Postignute tolerancije [mm]	$\pm 0,002$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02 - 0,04$	$\pm 0,02 - 0,04$	$\pm 0,04 - 0,06$
Elektrolit	—	NaNO_2	H_2SO_4	H_2SO_4	H_2SO_4
Napon [V]	80 - 300	12 - 20	20 - 100	300 - 600	300 - 500
Pritisak ispiranja [bar]	< 1	15 - 20	cca 4-6	4-6	50 - 100
Elektroda	Cu-Cu leg. -Volfran	Izolirana Cu-nehřđ. čelik ili titanova cijev	Staklena kapilara	Platinska sapnica	
Posebni problemi	—	Teža izrada elektrode i visoki troškovi izrade			
	—	Opasnost u spoju (napon-kiselina)			
	—	Problemi filtriranja			
	—	—	—	Kratak vijek alata (lom)	Kratak vijek alata (korozija)

Slika 3.8 - Uporedjenje obrade malih otvora elektroerozi-
onom i elektrohemijskom obradom [9]

3.4 Ostale visokoenergetske obrade (JBM, EBM, LBM, EUS) i novosti

Potreba za mikroobradama u velikim količinama zahtjevala je razvoj novih elektrohemijskih metoda sa mlazom elektrolita (JBM) (sl. 3.8). Ove metode koriste se za izradu malih otvora u sapnicama, gasnim injektorima za uputne kanale u servoventilima, za otvore kod kiruških instrumenata, maski, te otvore za hladjenje kod pogonskih i turbinskih dijelova. Ovim metodama otklanja se ili premošćuje većina poteškoća koje su se inače pojavljivale pri izradi ovih dijelova [9].

Naučni eksperimenti ukazuju da osnovni Faraday-ov zakon (liquid - solid) važi samo u specijalnom slučaju kod određene gustine energije. Pri većoj gustini elektrode se obavijaju plazmom, i stvara se polifazni sistem - liquid-gas - plazma - solid - u kome i elektroni nose energiju. Tada proces nije više čisto elektrohemijski [5]. Objašnjenjem ovih pojava proširilo bi se polje primjene ove obrade i riješila vjerovatno pomenuta dva tehnološka problema.

Obrade laser-om i snopom elektrona su procesi za pretežno i krajnje mikroobrade. Koncentracija energije vrši se na minijaturne površine a alat ne predstavlja elektrodu sa definisanom konturom već sam energetski fluks. Stoga se ovi postupci mogu koristiti i za obradu neprovodljivih materijala. Kod obrade snopom elektrona može se istina govoriti o mikro ali i makro - obradi. Makroobrade koriste se za obradu masivnih izradaka a primjenjuju se zraci i do 10 kW sa relativno prostim elektronskim i optičkim uređajima (sl. 3.9) [10]. Povećanjem lokalnosti djelovanja zraka uz smanjenje snage zrake i debljine izradka omogućene su mikroobrade (sl. 3.9). Tu spadaju glodanje slojeva za dobijanje crteža na fotošablonama, elektronska litografija (obrada maksirajućih slojeva radi skrivanja slike) i termoelektronska destrukcija.

Pored pomenutih, elektronske zrake se koriste i u pećima za topljenje metala (sa snagom do 100 kW i više) za dobivanje i livenje najčišćih

<i>ELEKTRONSKA OBRADA</i>		
<i>Parametar</i>	<i>Podjela prema lokalnosti djelovanja zrake</i>	
	<i>Makroobrada</i>	<i>Mikroobrada</i>
<i>Lokalnost djelovanja zrake</i> [μm]	40 - 1000	0,01 - 1
<i>Jačina struje u zruci</i> I_z [A]	0,01 - 0,1	10^{-6} - 10^{-8}
<i>Snaga</i> [kW]	do 10	znatno smanjena
<i>Debljina obrađivanog dijela</i> [mm]	< 2 - 3 (max 20)	do 0,015 (znatno smanjena)

Slika 3.9 - Upoređenje makro i mikroobrada kod elektronske obrade

<i>BRZINA PRI ODSJECANJU MATERIJALA LASEROM sa CO₂</i>			
<i>Materijal</i>	δ [mm] ili * gr	<i>Odsjecanje u plinu</i>	<i>Brzina v</i> [m/min]
<i>Nehrđajući čelik</i>	0,5	O ₂	6,6
	4	O ₂	6,3
<i>Azbest cement</i>	3,5	N ₂	0,7
	10,5	N ₂	0,16
<i>Guma</i>	4,8	N ₂	1,5
<i>Drvo šperovano tvrdo</i>	3,8	N ₂	8,7
	3	N ₂	6,4
<i>Pleksiglas</i>	3	N ₂	5,3
	30	N ₂	6,2
<i>Papir</i>	250*	N ₂	80
<i>Tekstil</i>	1 - 270*	N ₂	47

Slika 3.10 - Lasersko odsjecanje raznih materijala (prema podacima Fa. CILAS, Gent, Belgija)

metala, koji postupak premašuje samo perspektivna kozmička metalurgija.

Laseri danas postoje već u dvije osnovne vrste, sa čvrstim i plinovitim aktivnim tijelom impulsnog i neprekidnog djelovanja. Čvrsto tijelo, obično cilindrične forme $d = 6 \text{ mm}$ i $L = 75 \text{ mm}$, može biti rubin, itrij, aluminijski granit sa neodimom ili neodimsko staklo sa generiranom energijom kod impulsnog lasera cca energije 100 J na 1 impuls, maks. 20 Hz a kod lasera neprekidnog dejstva cca 1000 W [11]. Impulsni laseri se koriste za bušenje, tačkasto i hermetičko mikrozavarivanje.

Laseri sa aktivnim tečnim tijelom su pretežno laseri sa CO_2 . Pored lasera sa CO_2 neprekidnog dejstva, danas se grade impulsni laseri sa CO_2 sa superimpulsima i TEA laseri [11]. Laseri koji generišu superimpulse, pri srednjoj snazi 100 W imaju energiju u impulsu 1 do 5 J pri trajanju impulsa $10 - 100 \mu\text{s}$. Kod TEA lasera impulsi su veoma kratki (do mikrosekunde) energije 10 J sa visokom frekvencijom do 50 kHz .

Laseri sa CO_2 mogu da se koriste za rezanje raznih materijala u plinskoj atmosferi (sl. 3.10) a tip TEA lasera može da se koristi i za odnošenje materijala u tankom sloju sa električnih integriranih šema.

I pored dobijenih zadovoljavajućih rezultata metode obrade laserom i snopom elektrona ipak su još u eksperimentalnom stadiju, pa je nemoguće dati precizniju prognozu njihovog razvoja.

Smatra se da će se laser ubuduće više koristiti tamo gdje se u obradi traže veće brzine i potpuna automatizacija [11].

Ultrazvučna obrada koja je prvobitno korištena uz abrazivna sredstva za izradu raznih formi i prodora u veoma tvrdim i krtim nemetalnim materijalima, danas se primjenjuje takodjer kao superponirane oscilacije u procesu rezanja metala bez suspenzije abraziva, svakako sa drugim tehnološkim parametrima [8]. Tako, koristi se osim kao tokarenje posebno za narezivanje navoja ureznikom u mekanim materijalima bez oštećenja navoja, sa visokom klasom čistoće i često samo sa završnim ureznikom. Time se ujedno povisuje ekonomija alata i obrade uz povećanje kvalitete izradka. Nadalje, koristi se za čišćenje dijamantnih pa čak i običnih tocila koja služe za brušenje ke-

ramičkih i nemetalnih materijala, pri čemu se povećava proizvodnost i čistoća površine koja više ne posjeduje opekline i mikropukotine. Koristi se i za ultrazvučno brušenje time što se vibracije saopštavaju tocilu. Ostale primjene su ultrazvučno ojačavanje površine metala koja dobija trostruko povećanje otpornosti na habanje, ultrazvučni superfiniš, te kombinovana ultrazvučna i elektrohemijska obrada sa kojom se na primjer znatno pospješuje obrada filtera od tvrdog metala.

U pogledu daljeg razvoja električnih metoda obrade predvidja se isti u tri pravca [5]:

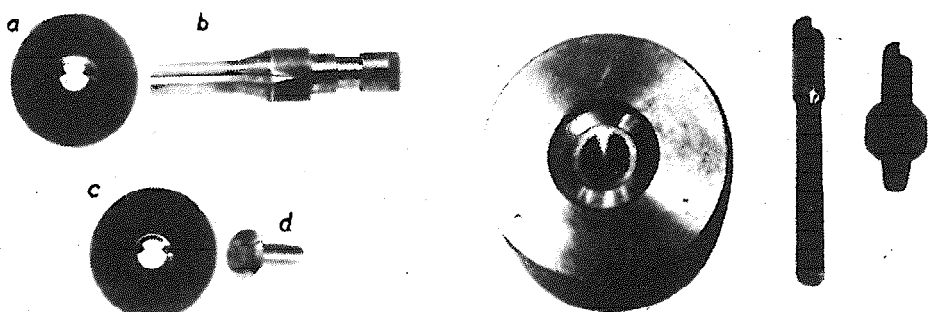
- Istraživanje najbolje kombinacije metoda koja će dati mogućnost punog korišćenja njihovih prednosti i uklanjanja njihovih dosadašnjih nedostataka. Neki primjeri su već spomenuti a navodi se još jedan; kombinacija grube elektrohemijske obrade sa visokom proizvodnosti i završne obrade rezanjem sa visokom tačnošću, tako posebno, za obradu većih predmeta ili materijala koji se teško režu.
- Razvoj novih metoda korišćenjem novih fizikalnih efekata na pr. intenzifikacija kavitacije erozije.
- Dodavanje oblikovanju i ojačavanju metalne površine drugih električnih procesa na pr. elektro-deformacije stvorene ekscentričnim postavljanjem elektroda i stvaranjem kretanja plazme visokim brzinama (nekoliko km/sec) usljed dejstva elektrodinamične sile.

3.5 Zaključak - Područja i usporedbe primjene -

- Stanje kod nas i preporuke

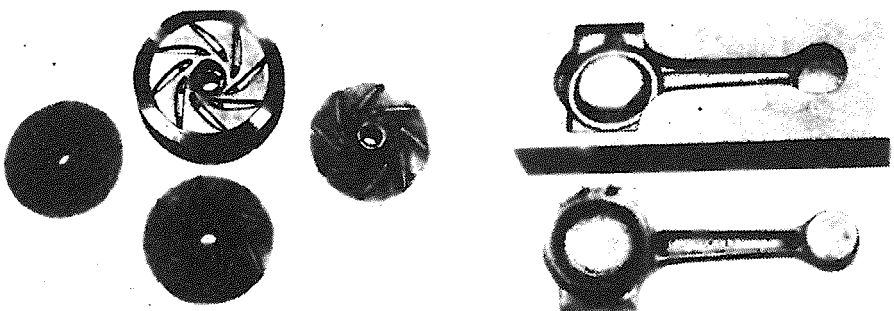
Osnovne karakteristike praktične primjene elektroeroziona obrade u uporedjenju sa elektrohemijskom, kao najraširenijim dvijema nekonvencionalnim obradama, date su u tablici sl. 3.13 koja je složena na osnovu postojećih literaturnih [12] i najnovijih kongresnih podataka [5 + 11].

Elektroeroziona obrada može se vrlo ekonomično uvesti, naročito u slijedećim slučajevima:



a) Matrica za izvlačenje trofej-žice ulazna strana Matrica za ekstruziju sa elektrodama
 b) Elektroda sa uvodnim konusom za matricu kao pod b) i d)
 c) Ista matrica izlazna strana
 d) Elektroda za izlazni konus

Slika 3.11 - Uzorci elektroeroziona obrade



Matrica za tlačni lijev rotora puhalo
 sa tri elektrode u obliku stepenovane za
 iznos sagora pri elektroerozionoj obradi

Ukovanj za ojnicu sa otpreškom

Slika 3.12 - Uzorci elektroeroziona obrade

<i>UPOREĐENJE ELEKTROEROZIVNE I ELEKTROHEMIJSKE OBRADNE</i>		
	<i>Elektroerozivna (EDM)</i>	<i>Elektrohemijska (ECM)</i>
<i>Odnešeni volumen V [mm³/min]</i>	70 - 15000 <i>(gornja granica uslovljena kvalitetom van klase)</i>	500 - 100 000 <i>(gornja granica uslovljena Faraday-ovim zakonom)</i>
<i>Kvalitet površine R_z [μm]</i>	0,075 - 10 <i>(bolji kvalitet uz manju brzinu, snagu struje i zazor)</i>	0,1 - 1,5 <i>(bolji kvalitet uz veću brzinu, struju i manji zazor)</i>
<i>Postignuta tolerancija [μm]</i>	± 2	± 20
<i>Najmanji provrt [mm]</i>	0,02 - 0,03	dubljenje electrojet 1,5 - 2 0,05
<i>Radni zazor elektroda [μm]</i>	5 - 400	25 - 750
<i>Troškovi alata</i>	<i>Alat jeftiniji zahvaljujući većoj određeno- sti oblika.</i>	<i>Alat znatno skuplji jer se konstrukcija alata vrši na osnovu niza predhodnih opita.</i>
<i>Troškovi stroja</i>	<i>Stroj jeftiniji, zauzi- ma relativno malo prostora</i>	<i>Jako su veliki troškovi stroja, dodatnih ure- đaja i velikog prostora koji zauzimaju.</i>
<i>Opšta primjena</i>	<i>Za obradu i do većih povr- šina pri većoj tačnosti i manjeg broja komada (za pojedinačnu pro- izvodnju alata)</i>	<i>Za obradu pretežno manjih površina manje tač- nosti u većim serija- ma (za osnovnu proizvodnju)</i>

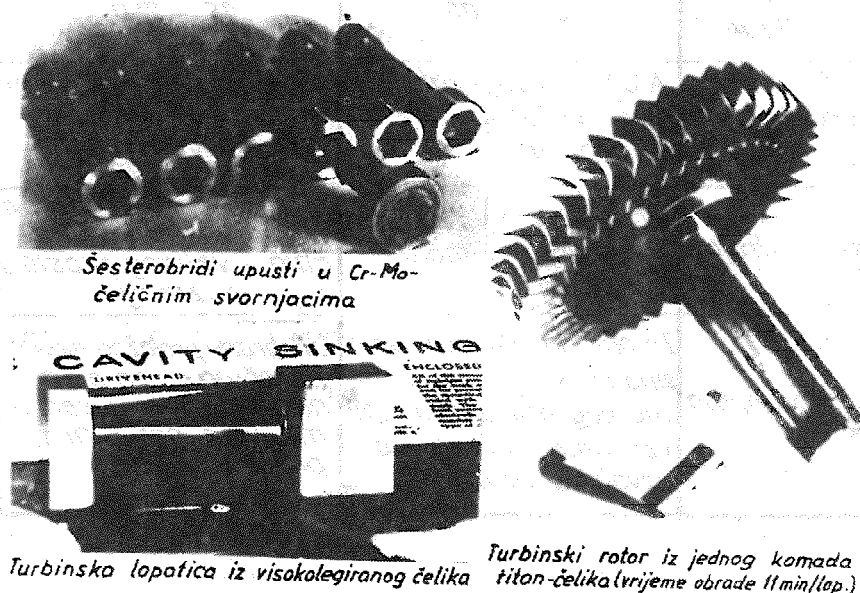
Slika 3.13 - Pregled uporedjenja elektroerozivne i elektrohemijske metode

- obrade teško obradivih materijala (sl. 3.11);
- proizvodnja komplikovanih geometrijskih oblika na konkavnoj površini alata, odgovarajućih negativnoj formi na konveksnoj površini alata (sl. 3.12);
- kada nije dozvoljen nikakav pritisak sile rezanja na izradku;
- kada alat za obradu rezanjem ima premalu otpornost i izdržljivost;
- kada se izradjuju otvori sa konstantno zakrivljenom osom.

Primjena ove obrade uz mehanizaciju isključuje potrebu visokokvalifikovanog ručnog rada, osim za izradu elektroda. U svim slučajevima znatno se smanjuju troškovi obrade u odnosu na metodu rezanja, a to je glavna prednost elektroerozione metode. Danas stoje na raspolaganju, od najmanjih do vanredno velikih, univerzalni i specijalni strojevi sa impulsnim generatorom.

Elektrohemijska obrada može se ekonomično upotrijebiti u slijedećim slučajevima:

- pri obradi teško obradivih metala kod izrade raznih proizvoda, kao pri izradi turbinskih i turbokompresorskih lopatica dubljenjem (sl. 3.14);



Slika 3.14 - Primjeri elektrolitskog dubljenja

- pri obradi manjih površina u serijama, kada se zahtijevaju manje tačnosti (sl. 3.14);
- pri skidanju srha i poliranju površina;
- pri izradi alata na pr. ukovanja, alata za prosjecanje i probijanje u većim količinama;
- u kombinovanom mehaničko-elektrolitskom postupku oštrenja alata i honovanja.

I kod primjene ove metode u serijskoj proizvodnji isključuje se potreba skupog visokokvalifikovanog ručnog rada i znatno se smanjuju troškovi obrade u odnosu na obradu rezanjem, što prestavlja glavnu odliku tog postupka.

O industrijskoj primjeni nekonvencionalnih obrada u našoj zemlji i o instaliranim strojevima iz ove oblasti obrade nemamo još potpunije informacije i sigurniji pregled. Patenata iz ove oblasti obrade, izgleda, da nema još realizovanih, mada se u nekim institutima vrše istraživački radovi na području elektrohemijske i laserske obrade. S obzirom na stanje primjene i razvoja nekonvencionalnih metoda obrade u svijetu i kod nas, mogu se dati neke sugestije za našu proizvodnu praksu.

Prije svega, neophodno je intenzivirati uvodjenje tehnologije elektroeroziona obrade u području obrade malih komada u malim serijama i u izradi alata. Što se tiče elektrohemijske obrade, te za sad kod nas još manje poznate obrade, neophodno ju je, čim prije, šire primjeniti u području osnovne proizvodnje. Ekonomske prednosti ove metode pri obradi manjih površina u serijama iskazuju se u povećanom učinku odnošenja materijala uz postignutu dobru kvalitetu obrade (tablica sl. 3.13).

Na kraju treba naglasiti da bi bilo i kod nas potrebno razviti više istraživačkih projekata iz oblasti nekonvencionalnih metoda obrade kako bi se ojačao vlastiti naučni i tehnički potencijal i dobilo vlastito iskustvo, naročito u oblasti dominirajućih metoda.

LITERATURA

- [1] Lazarenko, BR., Lazarenko, N.I., Električeskaja erozija metallov, Gosenergoizdat, 1944-1946.
- [2] Gusev, V.N., Anodo - mehaničeskaja obrabotka metallov, Mašgiz, 1952.
- [3] Livšic, A.L. Elektroeroziona obrabotka metallov Mašgiz, 1957.
- [4] Moroz, I.I., Aleksejev, G.A., Elektrohemičeskaja obrabotka metallov, Mašinostroenije 1969.
- [5] Lazarenko BR., Lazarenko N.I., Sravnenie processov, ISEM 4, Bratislava, 1974.
- [6] Stanek I. Electromachining, Development trends, ISEM4, Bratislava, 1974.
- [7] Livšic A.L. Scientific and technical trends in the development of electro-physical and electrochemical machining methods, ISEM4, Bratislava, 1974.
- [8] Veroman V.D., O nekatorih napravlenijah razvitija elektroobrabotki, ISEM4, Bratislava, 1974.
- [9] Lang W., Kleinbearbeitung mit Funkenerosion und elektrochemischen Verfahren, Fertigung 4/72.
- [10] Armenski E.V. and authors, Electron beam machining, ISEM4, Bratislava, 1974.
- [11] Rauseher G., Materialbearbeitung mit Laser ISEM4, Bratislava 1974.
- [12] Zdenković R. Obrada metala skidanjem, Sveučilište Zagreb 1965.
- [13] Zdenković R. i radni kolektiv, Vergleich der Verfahren, ISEM4, Bratislava 1974.
- [14] Perić A. Obrada odnošenjem, Mašinski fakultet Sarajevo, Sarajevo, 1974.

S U M M A R Y

A. Perić

3. NEW KNOWLEDGE AND POSSIBILITIES OF THE MODERN MACHINING PROCESSES

In this paper is given the recent stage, possibilities and trend of development of nonconventional machining processes. Informations, ideas and improvement methods are based on lectures, given at a international symposium for electromachining.

Because of their importance in industrial use the main attention is given to the electro-erozion and electrochemical machining, and comparison of this processes. The other methods like, ultrasonic machining, electron beam machining and machining with lasers in short are discused. Technical data and cases of aplications some of this methods are taken from new books, technical revue and lectures given at international symposium. Conclusion contains a specific fields of aplications of electro-erozion and electrochemical machining and some suggestions for improvement industrial use of this methods at domestic productions.

Dio 4. glavnog referata prof. dr R. Zdenkovića
„Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi“

4. STANJE I RAZVOJ SUVREMENOG ALATNOG STROJA
KROZ ASPEKT ZAHTJEVA RADA I EKSPLOATACIJE *)

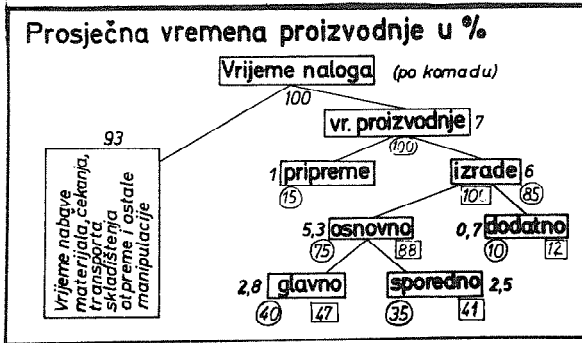
4.1 Uvod - opći aspekti i tendencije

Današnja struktura tržišta na području strojarske proizvodnje i potrebnih kapaciteta za istu, prisiljava u pojačanoj mjeri povisiti proizvodnju uz povišenje kvalitete i ekonomije rada putem boljih, uspješnijih te naročito više automatiziranih i fleksibilnijih alatnih strojeva i postrojenja. Iz tog osnovnog zadatka slijedi u prvom redu zahtjev za povećanom racionalizacijom smanjenjem radnih gubitaka i aktiviranjem tehničkih rezervi.

U tom pogledu pokazala je analiza naprednih poduzeća jedne visoko industrijalizirane zemlje (SRNj) [14] da je čak i tamo vremensko iskorištenje na ukupno trajanje naloga nesrazmjerno malo i da glavne rezerve leže u sporednom i vanradnom (93%) vremenu Sl. 4.1. To i uz dodatni prikaz tehničkih gubitaka, pokazuje i kasniji Sankey-diagram Sl. 5.1 (vidi 5. dio ovog glavnog referata).

Pored podesne automatizacije zauzima veoma važno mjesto u traženju ekonomičnije i bolje proizvodnje istraživanje i praktična primjena podesnijih tehnoloških postupaka ili njihova supstitucija sa novim tehnologijama i strojevima obrade. Da spomenemo samo neke od tih mogućnosti: trend većim brzinama na pr. visokobrzinsko brušenje, provlačenje i slično, ili uvadjanje novih visokoenergetskih postupaka, ili pak uspješna zamjena i dopuna sa deformacionim obradama, o čemu je bilo riječ već u djelovima 2. i 3. ovog glavnog referata.

*) Izvještaj područja AS (Alatni strojevi) FSB (Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, predstojnik prof. dr Zdenković, uz saradnju + doc. mr. ing. Ante Lovasić, Zagreb.



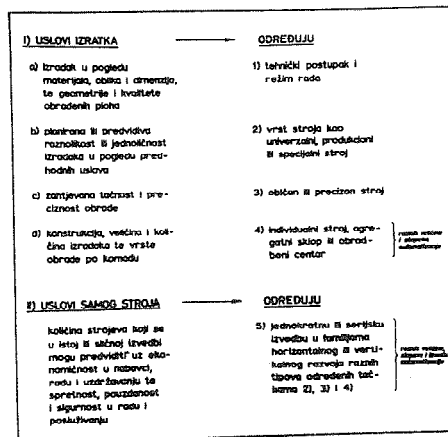
Sl. 4.1 Vremensko iskorištenje i odnosi u strojarском proizvodnom procesu trajanja cijelog naloga

Međutim ova napredna tehnika ima ipak još velike poteškoće uvađanja, iskorištenja i afirmacije kod nedovoljno upućenih krugova, kao što će uostalom biti istaknuto u dijelu 5. ovog glavnoг referata.

No sve u svemu ipak je sadašnje stanje zacrtano i razvoj upravljen boljim i izdašnje iskoristivim strojevima uz veći stepen samostalnosti, te uključenju cijelog procesa obrade u automatsko upravljanje s konačnim ciljem optimizacije toka proizvodnje.

4.2 Savremeni zahtjevi i utjecaji na koncepciju alatnog stroja

Projekt i koncepcija alatnog stroja ovisi naravno u prvom redu o njegovom osnovnom zadatku obrade, t.j. izratku određenog materijala, oblika, dimenzija, kvaliteta i količina, iz koje analize rezultira izbor stroja po odgovarajućem tehnološkom postupku i prikladnoj vrsti, te izvedbi uzimajući u obzir još uplive na izbor stroja pri samoj njegovoj izradi. Dakle analiza upлива izratka i izrade stroja služi za sintezu i definiranje samog stroja, a prema Sl. 4.2

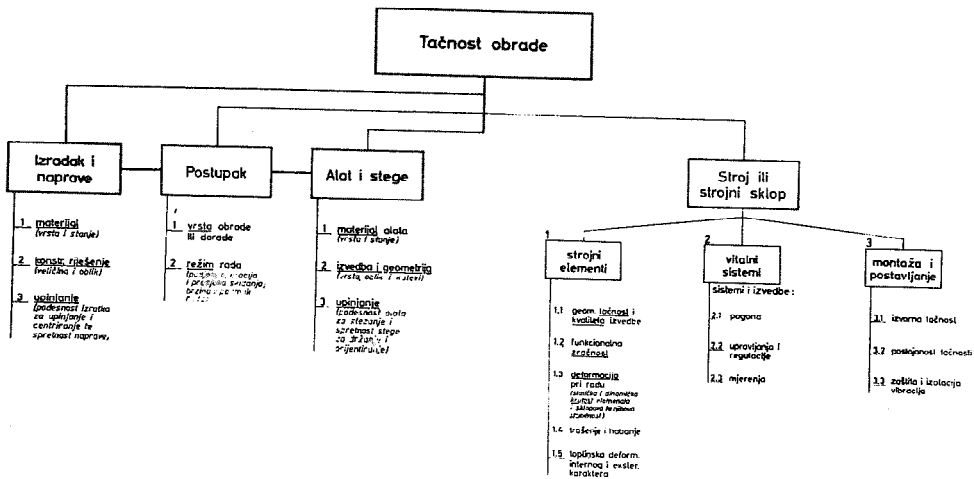


Sl. 4.2 Faktori idejnog projekta i osnovi koncepcije alatnih strojeva.

Realizacija alatnog stroja u samoj konstrukciji i iz-

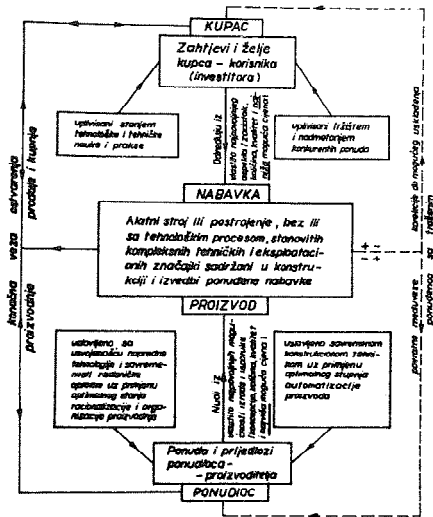
vedbi ovisi nadalje o raznim specifičnim zahtjevima koje traži savremena proizvodnja. Ove možemo kratko sažeti u 5 slijedećih trenda:

- 1) povišenje učinka odnosno proizvodnosti kroz napredak i uspjehe naučno istraživačke djelatnosti u području tehnologije obrade, što je među ostalim na pr. rezultiralo saznanjem da veća snaga stroja omogućava nesrazmjerni veći volumen strugotine radi eksponencijalnog zakona sila rezanja, a ujedno daje većom i težom izvedbom višu kvalitetu radi veće krutosti;
- 2) povišenje tačnosti i opće kvalitete rada u ovisnosti s jedne strane o ispravnom izboru rješenja konstrukcije izratka, alata i stege, te pravilnog režima rada, a s druge strane pravilnog rješenja elemenata stroja, njegovog pogona, upravljanja i konačno same montaže, a prema pregledu Sl. 4.3, te primjera slika 4,7-4.13

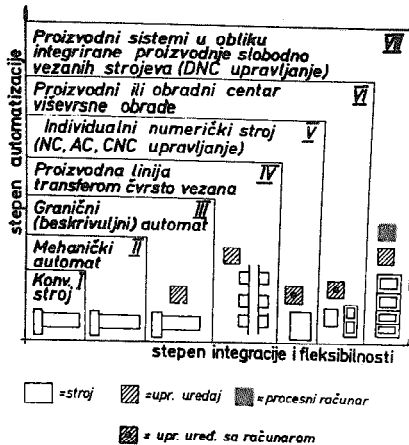


Sl. 4.3 Uslovi i faktori tačnosti rada AS.

- 3) povišenje ekonomičnosti odnosno rentabiliteta rada, a kroz analizu i izbjegavanje gubitaka (Sl. 4.1) te studije rada i podesne eksploatacije stroja, kao preduvjet za uspješni plasman proizvoda. Pri tome su u uskoj međusobnoj ovisnosti opet faktori konstrukcije izratka, stanje i sredstva tehnologije obrade i konačno cijena sirovina, te nadnice i režije proizvodnje. Kako ovi faktori djeluju na formiranje ponude do njenog prihvatanja i realizacije vidljivo je iz slijedećeg šematskog pregleda Sl. 4.4.



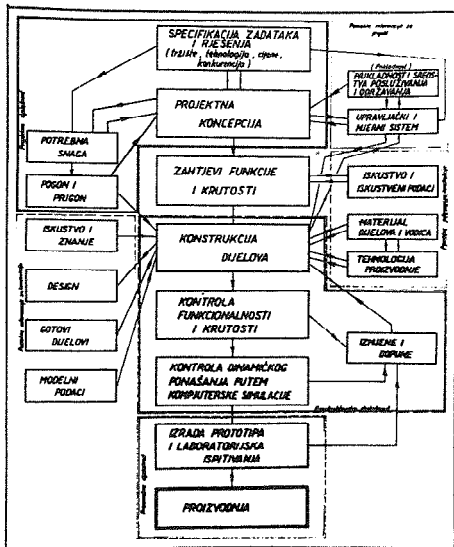
Sl. 4.4 Idealizirani šematski prikaz veze i interakcije KUPAC (korisnik) - AS kao proizvod i - PONUDJAC (proizvoditelj)



Sl. 4.5 Stepen automatizacije alatnih strojeva u odnosu na njihovu integraciju i fleksibilnost.

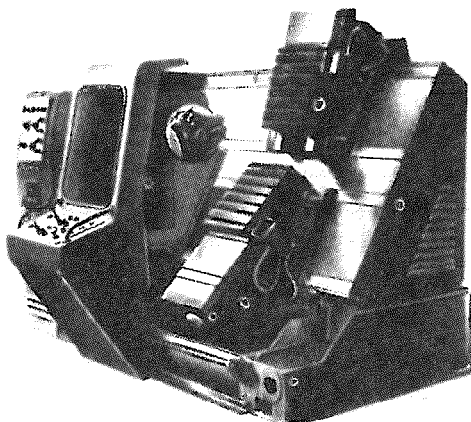
- 4) povišenje stepena automatizacije i fleksibilnosti u smislu racionalnije i rentabilnije, te povitljivije proizvodnosti raznim i promjenjivim zahtjevima tržišta, a putem novijih rješenja konstrukcije, pogona i upravljanja strojem i procesom. Moguća rješenja u tom smislu vidljiva su u Sl. 4.5. Pri tome potrebno je strogo voditi računa da samo i jedino stanoviti stepen automatizacije daje optimalno rješenje, a svako drugo kako na viši tako i niži stepen daje lošiji rezultat, jednom zbog nedovoljnog iskorištenja, a drugi put zbog previsokih ulaganja.
- 5) povišenje pouzdanosti rada i sigurnosti pri obradi, te konačno čovjeku podesne i prijatne konstrukcije koja omogućava siguran i nezamoran rad uz ugodan i prijatan izgled stroja (design).

Tek uzimanjem u obzir svih ovih zahtjeva i uslova dolazimo do savremenog i perspektivnog alatnog stroja. Za njegovo ostvarenje u konstrukcionom pogledu moramo međjutim u primjeni suvremenog i naprednog načina poći još jednim sasama specifičnim tokom, koji šematski prikazuje Sl. 4.6. Pri tome uvadja se sve više automatizacije u smislu racionalizacije i u konstrukcionom birou gdje god je to kao kod rutinskih radnji moguće, a uslovljeno:

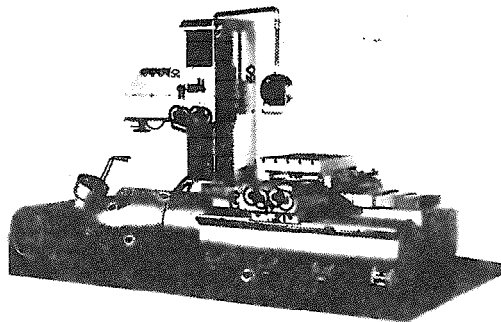


Sl. 4.6 Šema suvremenog toka konstrukcije alatnih strojeva

Izlažući u veoma skućenom prostoru i vremenu ovih nekoliko navedenih misli i osnovnih načela, a u strijepljenju za konstrukcijom i izvedbom suvremenog alatnog stroja, pokušat ćemo još dobiti dojam rješenja dotične problematike, – no bez ikakvih pretenzija i iluzija cjelovitosti – na osnovu prikaza samo nekih pojedinačno izabranih uzoraka. Pri tome su primjeri proizvoljno uzeti iz svjetski afirmiranih izvedbi, zamjenjujući pri tom radi ograničenosti prostora daljnji komentar sa samim kratkim opisom slike.



Sl. 4.7 Povišenje krutosti posebnim krevetom zatvorene grede. AM.01.58

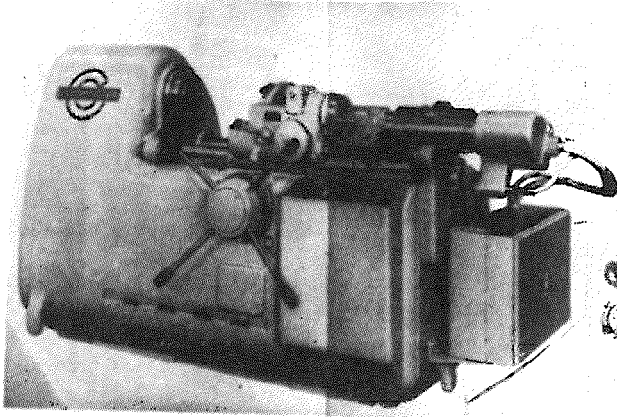


Sl. 4.9 Povišenje krutosti u izvedbi cijevne konstrukcije postolja.

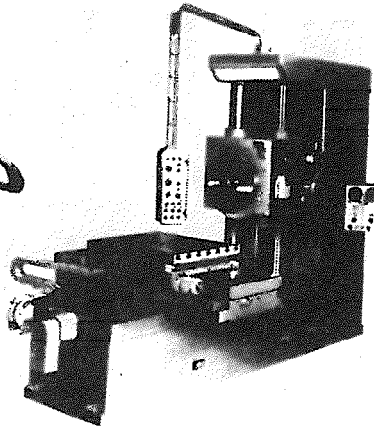
a) vanjskim uvjetima, kao: kraći vijek valjanosti i poželjnosti nekog produkta; nadalje što bolje i brže prilagodjavanje mušteriji; primjena novijih postupaka i tehnologija; te neuzadnje i kroz problem manjka kvalificirane radne snage.

b) unutrašnjim uvjetima, kao: da se skрати vrijeme naloga u odnosu na konstrukcioni rad; nadalje oslobadjanje od upliva nestabilnosti stručnog kadra i cijena rastućom inflacijom; te konačno mogućnost korištenja već postojećih uređaja za preradu informacija.

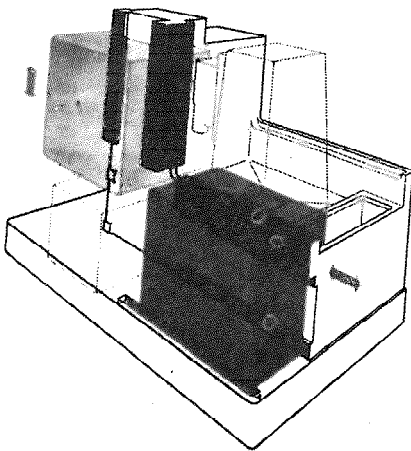
4.3 Primjeri konstrukcionih rješenja veće krutosti s ciljem više kvalitete i tačnosti rada. vidi slike 4.7 do 4.13 !



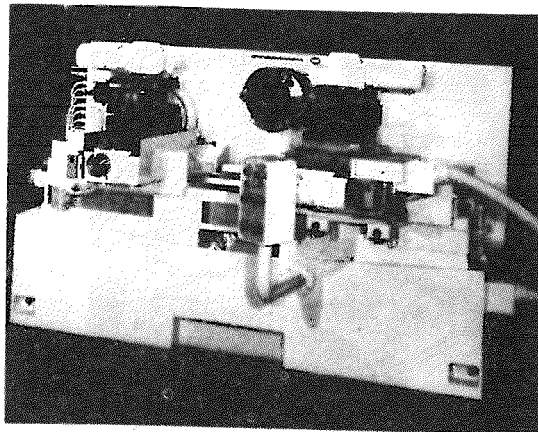
Sl. 4.8 Povišenje krutosti u odnosu na težinu izvedbom noseće oplatae.



Sl. 4.10 Povišenje krutosti posebnim centralnim oslonom i vodjenjem vreteništa komb. glodalice.

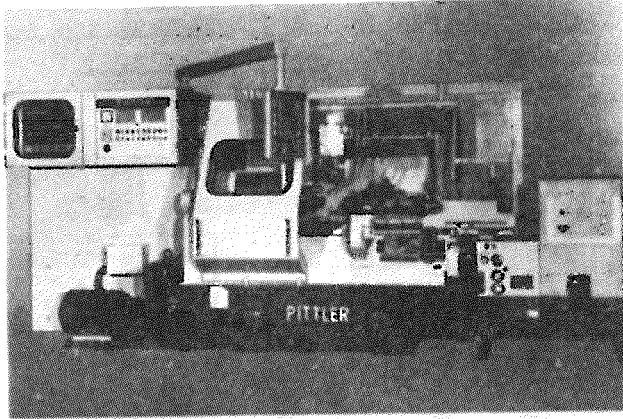


Sl. 4.11 Povišenje tačnosti rada jednodijelnom završenom izvedbom noseće konstrukcije stalka i postolja sa krevetom.

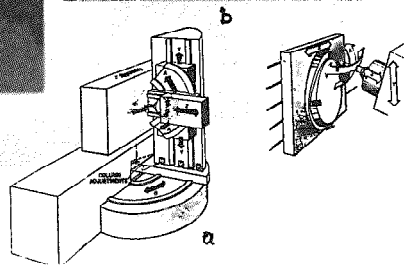
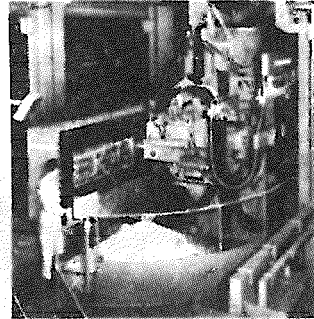


Sl. 4.14 Racionalizacija po prostoru i radnom iskorištenju novom koncepcijom i izgledom front-to-karilice programskog i kopirnog upravljanja.

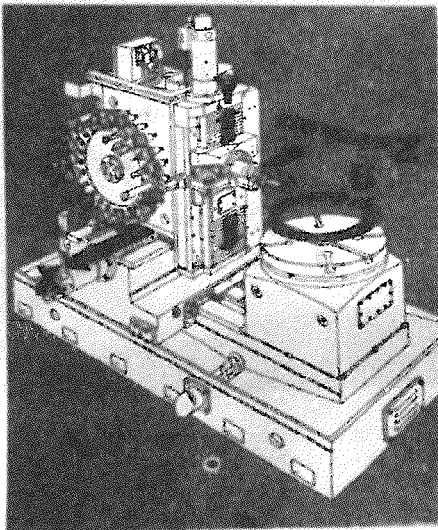
4.4 Primjeri koncepcijskog rješenja veće racionalizacije i automatizacije obrade. vidi slike 4.14 do 4.19 !



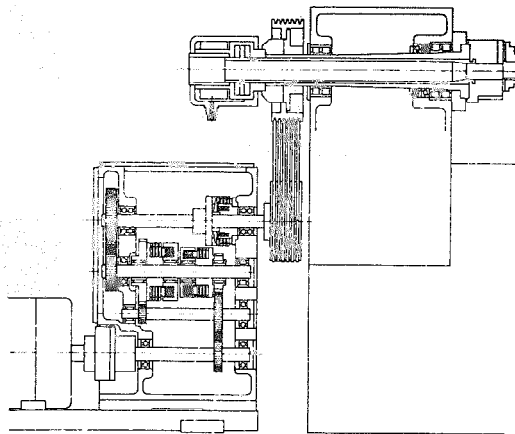
Sl. 12 Povišenje točnosti pojednostavnjenjem vreteništa i izdvajanjem izvora topline i vibracija.



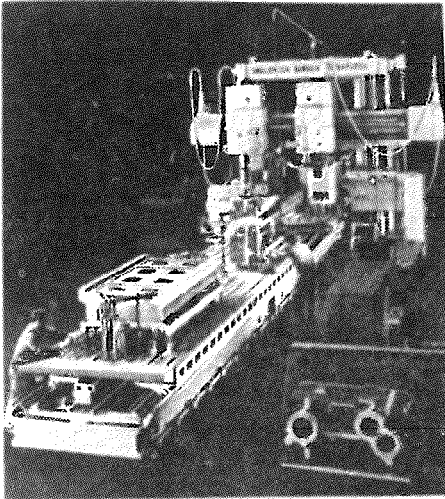
Sl. 19 Proširenje područja i kvalitete rada primjenom 5-osovinskog automatskog upravljanja, a) principijelna skica, b) stroj u radu.



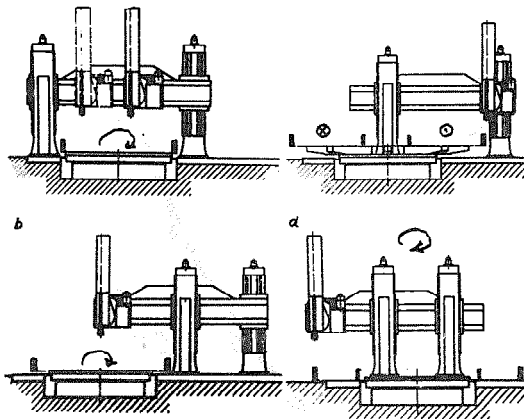
Sl. 18 Racionalizacija primjenom visoke automatizacije obradnih centara. Principijelna skica radnih mogućnosti.



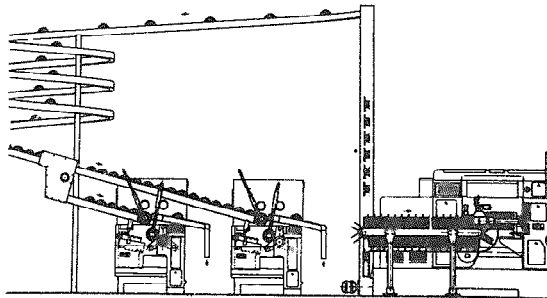
Sl. 13 Skica vreteništa i pogona po koncepciji stroja slike 12.



Sl. 15 Racionalizacija u vremenu konstrukcionim riješenjem dvaju stolova, a da bi se sporedno vrijeme t_s svelo unutar glavnog vremena obrade t_o i s tim postiglo znatno bolje iskorištenje skupog stroja.



Sl. 16 Racionalizacija u investiciji i fleksibilnosti rada karusel-tokarilice za velike promjere.

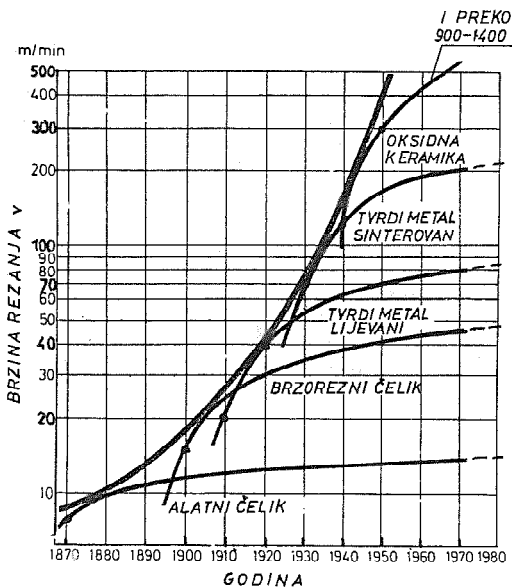


Sl. 17 Racionalizacija primjenom relativno jednostavnih i jeftinih načina i sredstava t.z. „male automatizacije“ kod „vezanih strojeva“ pretežno konvencionalne vrste.

4.5 Predvidivi razvoj i zaključak.

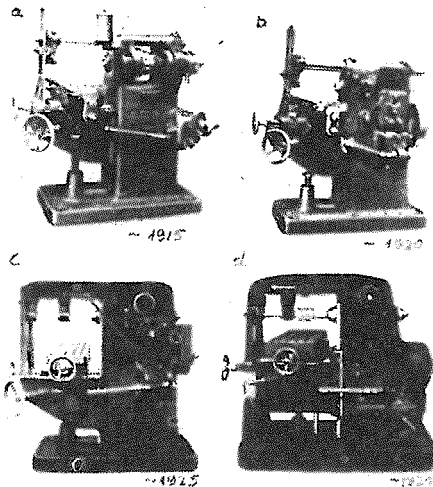
Razvoj i dostignuća u konstrukciji i izvedbi alatnih strojeva usko je povezan sa tehničkim stanjem i razvojem cijelog niza teoretskih i praktičnih znanja. Tako su na pr. novi alatni materijali svojim vanrednim usavršenjima omogućili veće brzine rada Sl. 4.20 /5/, a ove opet tražile veće i kruće strojeve da bi se te nove mogućnosti mogle i proizvodno iskoristiti.

To uzajamno nadmetanje dovelo je do sadašnjih suvremenih



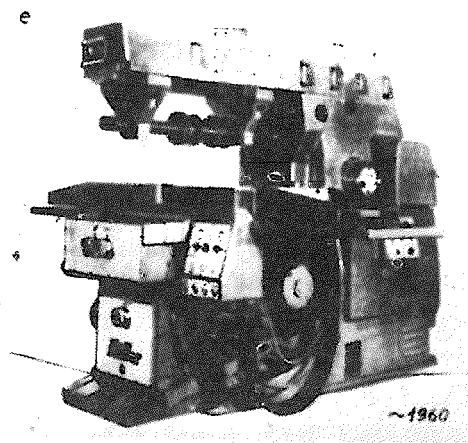
Sl. 20 Uspon praktičnih brzina obrade pri tokarenju kroz razvoj alatnih materijala za proteklih 100 g.

cepciji i izvedbi sve novija rješenja, dotle sama konstrukcija stroja u svom vanjskom izgledu ne podliježe više tolikim promjenama. Tako su na pr. kod glodalica glavne promjene u smislu kruće izvedbe



Sl. 21/1 Primjer razvoja AS kroz razvoj glodalice.

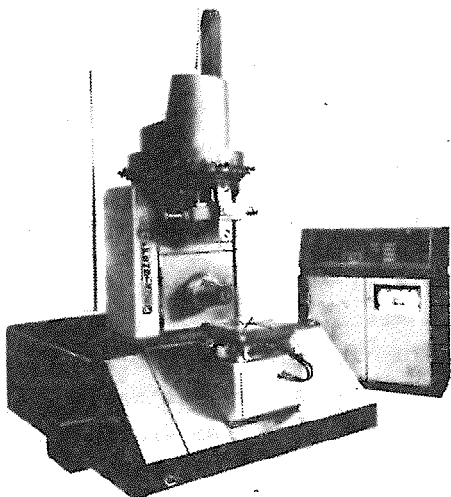
AM.01.62



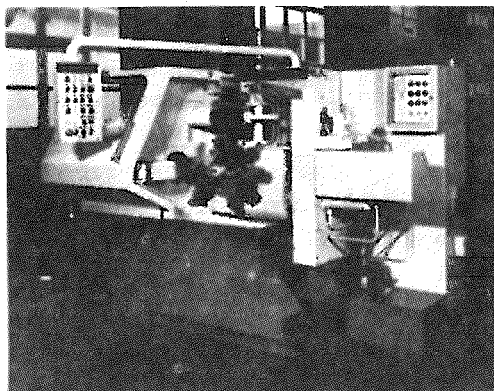
Sl. 21/2 Primjer u razvoju ka posebno krutom stolu glodalice novom kinematskom konstrukcijom.

strojeva i njihovih konstrukcija. Svi uslovi 1 do 5 navedeni u stavci 4.2, a koje možemo nazvati i kriterijima suvremenosti i perspektivnosti alatnih strojeva, djelovali su pri tome paralelno u međusobnoj animaciji i stimulaciji, a tjerani željom za što bolje zadovoljenje i onih posljednjih veoma često možda i neopravdano traženih ili nepotrebnih želja kupaca.

Koliko god razvoj alatnih strojeva potpomognut razvojem pratećih tenničkih dostignuća napreduje vanrednim koracima u nekim svojim detaljima, kao u primjeni automatizacije, gdje naglo niču u kon-



Sl. 22 Savremeni „Design“ u no-
voj i tehnički dorasloj konst-
rukciji NC-glodalice (IHA 73).



Sl. 23 Savremena koncepcija re-
volver-tokarilice (l.EMO 1975).

doživile svoj razvoj do sličnosti današnjeg stanja već pred 30 do 40 godina, Sl. 4.21 /2/. Samo finese i detalji se dalje razvijaju, a pod utplivom nekih od citiranih uvjeta i zahtjeva 1 do 5. Kao što vidimo stroj iz 1960 g. razlikuje se po vanjštini i na oko samo nešto težom i krućom izvedbom od onog iz 1930, ali u detalju ima posebnu originalnu izvedbu podizanja stola preko duplog klina koji omogućuje potpuno krutu podlogu, a s tim i snažniji rad pri ostalim istim dimenzijama stroja.

S druge strane na najnovije izvedbe djelovala je i djeluje pojačana težnja novog designa Sl. 4.22 i 4.23 i naročito želja za većom fleksibilnošću automatskih strojeva primjenom jednostavnijih i jeftinijih poluvodičkih integriranih programerskih uređaja PC (Programmed Control), te miniprosesora kod CNC upravljenih strojeva čiji je rezidualni upravljački dio (Rumpfsteuerung) pri stroju postao jednostavniji i s tim podjedniji i jeftiniji /8/. Ova težnja povećane fleksibilnosti kako visoko automatiziranih strojeva kroz obradne centre i proizvodne sisteme, tako sada i kod konvencionalnih strojeva, jedno je od karakteristika koje su se očitovale u ovogodišnjoj veoma velikoj i bogatoj izložbi l.EMO (l. Exposition Mondiale de Machines-Outils) Paris 17-26/VI.1975 /17/.

Konačno u pogledu konstrukcionih elemenata učinjeni nau-

čnoistraživački radovi /9,10,11,12,15,16/ od dalekosežne su važnosti otkrivanjem i postavljanjem novih načela konstrukcije. Ovim svijesno i efikasno postizemo optimalna rješenja suvremenih strojeva veće proizvodnosti, kvalitete rada i ekonomičnosti eksploatacije. Uz to pažnja na pouzdanost i sigurnost rada rezultira ukupno sa naprednim rješenjima na tehničkoj, ekonomskoj i socijalnoj visini.

Što se konačno tiče naše vlastite i regionalne problematike u proizvodnji i dobavi dobrih alatnih strojeva, to je o tome bilo već posebno govora u prvom dijelu ovog glavnog referata, pa u vezi ovih izlaganja moglo bi se još zaključno reći, da naši strojevi u usporedbi sa opisanim suvremenim izvedbama i smjerovima ne zaostaju u konvencionalnim vrstama ni u tehničkom ni u izvedbenom pogledu od inozemnih rješenja. Međutim u pogledu više automatizacije ako u izvedbi tako i u eksploataciji trebamo još razumljivo izvjesno vrijeme evolucije, asimilacije i adaptacije. Prije je stoga zadatak svih nas, a čemu su i posvećena ova savjetovanja, da to bude što moguće prije i brže.

KURZE INHALTSANGABE.

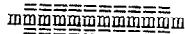
über den Aufsatz „Stand und Entwicklung zeitgemässer Werkzeugmaschinen vom Standpunkte der Arbeits- und Betriebserfordernisse“.

Nach einer kurzen Einführung über die Anforderungen an die Werkzeugmaschinen und dessen Prozesse aus dem gegewertigen Stand des Arbeits- und Absatzmarktes, werden Bestimmungskriterien die das Werkstück und die wirtschaftliche Produktion an eine zeitgemässe Konzeption, Gestaltung der Werkzeugmaschine stellen, hervorgehoben. und Weiterentwicklung

Unter diesen Bestimmungskriterien werden, begleitet von besonders ausgewählten Bildern und Darstellungen, zusammenfassend folgende 5 Forderungen beschrieben: Erhöhung von 1) Leistung und Produktion; 2) Genauigkeit und Qualität; 3) Wirtschaftlichkeit und Rentabilität; 4) Automation und Flexibilität; 5) Verlässlichkeit der Bearbeitung und Sicherheit der Arbeit neben einer bedienungsfreundlichen Gestaltung.

Aus Gründen der technischen und zeitlichen Reserven eines Auftrages, die noch auszunützen sind, greift die Rationalisierung durch Automation immer mehr aus externen und internen Gründen auch in das Geschehen und Schaffen des Konstruktionsbüros.

Im Ausklang werden noch die weiteren Entwicklungstendenzen beschrieben, die von den obigen Kriterien geleitet, besonders von dem vierten Punkt, dem Drang nach erhöhter Automation und Flexibilität, befruchtet werden, was bei der kürzlichen Werkzeugmaschinen-Ausstellung I. EMO Paris 1975, bemerkenswert zum Ausdruck kam.



→
Literatura

VAŽNIJI LITERATURNI IZVORI I PODLOGE :

(svrstano hronološki po grupama i glavnim autorima alfabetski)

A) Izvještaji sa stručnih i naučnih skupova

- /1/ III. Savjetovanje proizvodnog mašinstva, Ljubljana 1967
Zdenković: Osnovi projektiranja i konstruiranja alatnih strojeva s aspekta tačnosti obrade i izvora grešaka.
- /2/ I. BIAW, Internacionalni seminar, Zagreb 1971
Zdenković: „Stanje i razvoj suvremenih postupaka obrade proizvodnih sredstava i strojeva“ (referenti: Cronjäger, Koenigsberger, König, Lange, Opitz, Pexlenik, Pittroff, Röhls, Spur, Stöckmann, Stöferle, Stute i drugi)
- /3/ JUREMA, Internacionalni seminar, Zagreb 1971
Zdenković: „Automatizacija alatnih strojeva“ (razni referenti)
- /4/ ICM 70 (International Congress for Metalworking) Hannover 1970
Opitz i mnogi drugi referenti
- /5/ ICM 73, Hannover 1873
Opitz i mnogi drugi referenti
- /6/ 14. AWK (Aachener Werkzeugmaschinen-kolloquium) Aachen 1971
Referati grupe referenata Opitz i drugi o ekonomičnom planiranju, konstruiranju i proizvodnji.
- /7/ 15. AWK Aachen 1974.
Referati grupe referenata Opitz i drugi o naprednoj proizvodnoj tehnici, smjerovi-putevi-iskustva.
- /8/ FTK 73 (Fertigungstechnisches Kolloquium) Stuttgart 1973
Razni aktuelni referati iz proizvodne tehnike (referenti: Eversheim, König, Lange, Spur, Storr, Stöferle, Stute, Tuffentsammer, Warnecke i drugi)
- /9/ 13th. Int. M.T.D.R. Conference Birmingham 1972, razni referenti u organizaciji Koenigsberger i Tobias iz područja konstrukcije i ispitivanja alatnih strojeva.
- /10/ 15th. Int. M.T.D.R. Conference Birmingham 1974
referenti i područja kao pod /9/.

B) Knjige, časopisi, separati savremenih strojeva i konstrukcija

- /11/ Opitz H. i suradnici: „Moderne Produktionstechnik“ izdanje Girardet, Essen 1970.
- /12/ Opitz H. i suradnici: „Moderner Werkzeugmaschinenbau“ izdanje Girardet Taschenbücher, Essen 1971.
- /13/ Bruins/Dräger: „Werkzeuge und Werkzeugmaschinen“ 3 dijela izdanje Carl Hanser 1975.
- /14/ Opitz H.: „Rationalisierung im Maschinenbau, Stand und Tendenzen“, „Technic International“ 4/1974.
- /15/ Zdenković R. i Dukovski Vl.: „Funktionsmäßige Steifheit von Werkzeugmaschinen-spindeln“, „Werkstatt und Betrieb“ 9/1973.
- /16/ Dukovski Vl.: „Analiza i definiranje dodatnih geometrijskih uvjeta za dimenzioniranje glavnih i prigonskih vretena alatnih strojeva s usporedbom i vezom uvjeta krutosti“. disertacija, Zagreb 1975.

B. Milčić +)

Dio 5. glavnog referata prof. dr. R. Zdenkovića
"Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi"

5. NC-UPRAVLJANI ALATNI STROJEVI I NC TEHNOLOGIJA - RAZVOJ,
PRIMJENA I MOGUĆNOST REALIZACIJE

5.1. ŠTO NAS NAVODI NA RAZMIŠLJANJE O NC-TEHNOLOGIJI?

Današnja privredna kriza u svijetu, visoka stopa inflacije, energetske i sirovinske poteškoće navode nas da prilikom rješavanja tehničko-tehnoloških problema mislimo na dugoročna, ali efikasnija rješenja. Ta razmišljanja o bitnim promjenama u tehnologiji, posebno su interesantna u našoj zemlji, koja se nalazi u periodu prelaza iz srednje razvijenih u društvo razvijenijih zemalja.

Opća socijalna kretanja, u kojima je jako izražen motiv vezanja čovjeka uz stroj i pobuna protiv toga. Savremena tehnika kao da je čovjeka učinila više robotom nego samostalnim individuumom i gospodarom svoje tvorevine a ne njenim robotom. To je jasno izraženo u tehnologijama visokih serija, automobilske i slične industrije gdje n.pr. linije montaže i spec. automatizirani strojevi traže maksimalni pretežno fizički angažman čovjeka, degradirajući njegovu slobodu razmišljanja i djelovanja kao i općenito njegove intelektualne sposobnosti.

Iskustva nam govore da primjenom tehničkih unapređenja ne dolazi do viška radne snage, već je nužno istu školovati i učiniti je sposobnijom za složenije i nove zadatke.

+) Branimir Milčić dipl.inž. direktor OOUR-Zajednički poslovi
Tvornice alatnih strojeva Prvomajska Zagreb - Žitnjak, te
hon. Doc. VTA - KoV JNA Zagreb iz predmeta Obrada metala.

U industriji prerade metala vlada veliki udio maloserijske i serijske proizvodnje, čiju automatizaciju ili bitno povećanje produktivnosti i ekonomičnosti, mogu provesti samo automatizirani čvrsti ili fleksibilni sistemi.

NC-upravljanje nova je tehnologija, koja nam donosi bezbroj mogućnosti i saznanja, te koji su pogodni da se iskoriste na raznim područjima, a naročito u maloserijskoj i pojedinačnoj proizvodnji.

5.2. ŠTO NAM DANAS NC-TEHNOLOGIJA MOŽE PRUŽITI?

NC-tehnologija počela je 1948. godine na američkom institutu "Massachusetts of Technology" MIT.^[1] Ta istraživanja završila su 1953. god. prvom NC-glodalicom. U Evropi su 1955. godine poduzeta prva ispitivanja sa NC alatnim strojevima, a 5 godina kasnije na njemačkom tržištu pojavile su se NC-bušilice i glodalice a potom tokarilice. Prošlo je 12 godina od prvih istraživačkih radova do tehničke realizacije i primjene.

NC-tehnologijom omogućena je racionalizacija i povećanje kvalitete i produktivnosti rada, no te mogućnosti nisu do danas potpuno iskorištene, jer je razvoj NC-tehnologije još u toku u pogledu načina, sredstava i područja primjene.

Da bi se nešto moglo postići na tom području nužno je udružiti snage te savladati i iskoristiti mogućnosti što nam ta tehnologija pruža.

Ako bismo proanalizirali na slici 5.1. gubitke koji nastaju u proizvodnji, kao i aktiviranje rezervi, putem NC-tehnologije mogli bismo si predočiti što nam ona donosi kao i područje na kojima uštede možemo realizirati.^[2]

Razvoj NC-tehnologije i NC-alatnih strojeva prolazio je od svojih skromnih početaka kroz razna nivoa automatizacije i stalno je donosio nova poboljšanja.

Osnovna podjela klasičnih NC-alatnih strojeva je sljedeća:

- NC-alatni strojevi upravljani od točke do točke
- NC-alatni strojevi linijski upravljani

- NC-alatni strojevi krivoljno upravljani

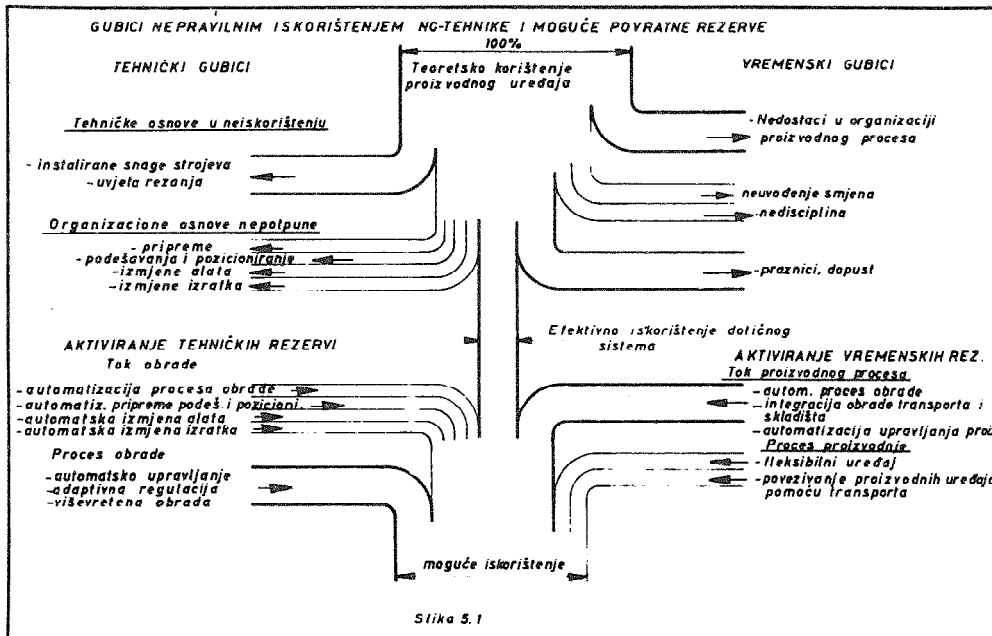
Kod toga se služimo za unošenje i prenošenje podataka slijedećim nosiocima informacija:

- ručno
- bušenom trakom
- magnetskom trakom
- magnetskom pločom

Samu manipulaciju alatom možemo prema višim stepenima automatizacije podijeliti u 3 skupine

- ručna zamjena alata
- strojevi sa revolverskom glavom
- strojevi sa automatskim šaržerom za alat

Daljni razvoj u proširenju dometa obrade i automatizacije su t.zv. obradni centri koji omogućavaju obradu jednog izratka od početka do kraja korištenjem niza različitih obrada kao na pr. glodanje, bušenje i narezivanje navoja a u jednom stezanju, time da svaki alat mogu automatski dovesti u radni položaj



dok izradak pretežno miruje.

Broj proizvedenih obradnih centara iz godine u godinu raste, jer je time bitno porastao stepen iskoristivosti alatnih strojeva u području primjene NC-strojeva.

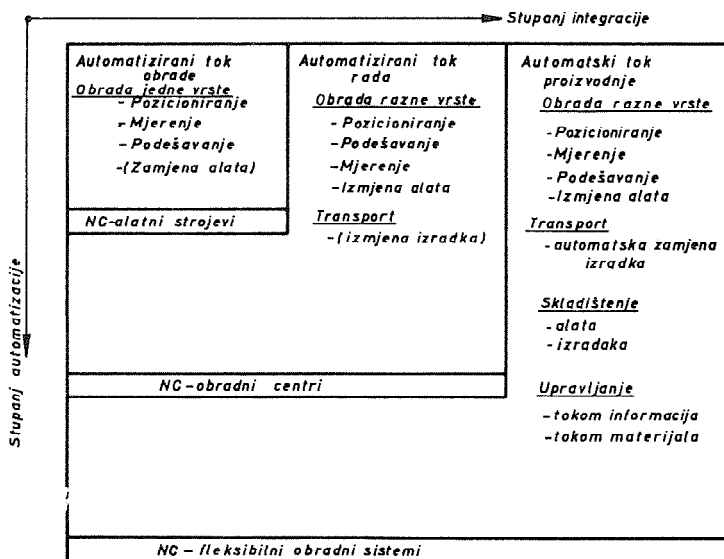
Nakon automatske izmjene alata omogućeno je automatsko ubacivanje izradaka na stroj putem pogodnih paleta šaržera, mehaničkih ruku ili robota. Taj nivo automatizacije omogućio je daljnji razvoj NC-tehnologije u kasnijoj koncepciji fleksibilnih proizvodnih sistema.

Prije nego što je došlo do stvaranja automatiziranih proizvodnih sistema pojavilo se rješenje direktnog upravljanja elektroničkim računarom većeg broja NC-alatnih strojeva "ON-line" ili DNC-upravljanje.^[3] Tim putem pohranjeni podaci, najčešće u magnetskoj memoriji elektroničkog računara, korišteni su direktno za upravljanje većeg broja NC-alatnih strojeva sa različitim obradama. Time se postiglo smanjenje troškova upravljanja i dalo prve mogućnosti da se niz različitih NC-alatnih strojeva u dalnjem stupnju razvoja ka procesnom računaru poveže u kompletnu cjelinu, da se upravlja s procesom obrade, slijedom operacija i transportom izradaka od stroja do stroja.

Tim putem ne samo da je otvorena mogućnost optimizacije jedne operacije, već cijelog sistema, koji omogućava cjelokupnu obradu izratka uz maksimalnu uštedu u vremenima stajanja od operacije do operacije, kao i u vremenu stajanja i transporta izradaka. Nivo automatizacije i integracije procesa prikazan je na slici 5.2.^[2]

Istovremeno ili s nešto pomaka u fazi, početno vezano uz krivoljno upravljanje razvijeni su sistemi upravljanja NC-alatnih strojeva putem vlastitih t.zv. mini elektroničkih računara "one-line" ili CNC-sistemi (Computer Numerical Control). Ovi sistemi posebno su radi svoje fleksibilnosti podesni pri izradi veoma složenih izradaka, jer su uneseni podaci po posebnim nalogima geometrijske i tehnološke naravi odmah obradivani od mini elektroničkog računara i predani NC-alatnom stroju, koji ih bez vlastitog kompliciranog upravljačkog uređaja koristi pri izradi.

PRIKAZ STUPNJA AUTOMATIZACIJE U ODNOSU NA MASOVNU PROIZVODNJU
(OBRADU JEDNE VRSTE) I POJEDINAČNU MALOSERIJSKU PROIZVODNJU (OBRADA VIŠE VRSTA)



Slika 5.2

CNC-sistem omogućava i direktnu komunikaciju čovjek NC-alatni stroj, a u krajnjem slučaju donjelo je i mogućnost dijagnostičiranja grešaka u odnosu na standardna odstupanja.³

Među interesantnim razvojnim dostignućima pojavilo se nadalje i adaptivno upravljanje AC (Adaptive Control).

Zadatak ovog upravljanja leži u tome da se maksimalno ili optimalno iskoriste mogućnosti stroja odnosno procesa u svakom momentu. Upravljanje graničnim vrijednostima, koje su kritične pri obradi mogu biti:

- snaga stroja
- statičko-dinamičko ponašanje i opteretivost stroja
- toplinske deformacije elemenata stroja i izradka
- trošenje alata u odnosu na točnost izrade
- kvaliteta površine izratka

U slučaju optimizacije moguće je praćenjem ovih istih kriterija korekcijom režima obrade postići njihove najbolje rezultate a s time i obrade.

Iz kratkog pregleda razvoja i naznake osnovnih pravaca razvoja NC-tehnologije i NC-upravljanja vidljivo je široko područje primjene. Već samo ovako grubo nanizani nivoi automatizacije i mogućnosti NC-tehnike otkrivaju dalje nove ideje i mogućnosti, te nam se na taj način potvrđuje značaj ove nove tehnike.

Na slici 5.3 prikazan je odnos između glavnog vremena obrade t_g i komadnog vremena t_k kod pojedinih sistema NC-tehnologije koji se danas primjenjuju. [1] Vidljiva je stalna tendencija pada t_k komadnog vremena izrade, uz održavanje visokog procenta glavnog vremena obrade (tj. vremena kada se skida strugotina), a vjerovatno će korištenje obradnih sistema još više poboljšati te odnose i smanjiti bitno ukupno vrijeme izrade.

Slika 5.4 prikazuje grafički povećanje produktivnosti i sniženje troškova izrade kod pojedinih vrsta NC-alatnih strojeva odnosno vrsta obrade. Ovi podaci uzeti su iz tvornice alatnih strojeva, gdje se na tim strojevima proizvode elementi alatnih strojeva (Pittler).

Unatoč visokim ulaganjima pokazuje se ušteda na troškovima proizvodnje, što govori da NC-strojevi proizvode ekonomičnije.

Razvoj NC-alatnih strojeva i NC-tehnologije zahtjeva i odgovarajući razvoj izrade nosioca informacija. Na tom području je od ručnog programiranja, razvijen čitav niz jezika za automatsko programiranje sa pretežnim udjelom rješavanja geometrije ili tehnologije ili obojeg. Automatskim programiranjem omogućeno je optimiranje procesa obrade na NC-alatnim strojevima, kao i skraćivanje samog vremena programiranja. Prednosti automatskog programiranja su slijedeće; osim što se kod složenijih pretežno konturnih obrada i onim sa optimizacijom procesa često ili uopće tek može riješiti zgotovljavanje programa i nosioca informacije:

- pslobađanje rutinskog rada
- smanjanje mogućnosti grešaka
- ušteda na vremenu
- ušteda na radnoj snazi
- povećanje kvalitete

- povećanje fleksibilnosti

Od mnogih svjetskih problemno orijentiranih jezika treba posebno spomenuti udruženje EXAPT koje je razvilo niz programskih jezika, i okupilo veliki broj istaknutih stručnjaka i još sve više privrednih organizacija korisnika programskih jezika.

Udruženje EXAPT (Verein zur Förderung des EXAPT - Programier-Systeme e.V. Aachen Germany) u svom godišnjem izvještaju od 13.6.75. prikazalo je aktivnosti u 1975. i članstvo u udruženju, koje danas ima 95 stalnih članova (iz 15 zemalja) 35 izvanrednih članova.

Osnovna aktivnost odnosi se na razvoj i primjenu programskih jezika. Područje primjene u posebnim tehnologijama i proizvodima posebno podešenih modularnih jezika vidljivo je na slici 5.5^[5] a njihova učestalost primjene približno je slijedeća:

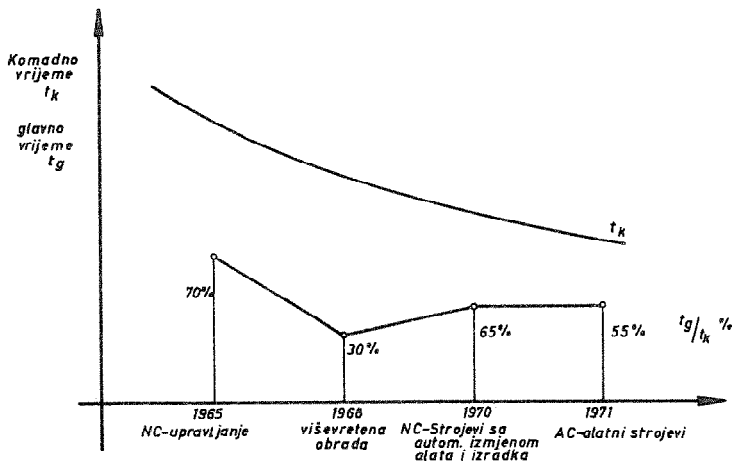
BASIC - EXAPT	7,5%
EXAPT 1	0,5%
EXAPT 1.1	20,0%
EXAPT 2	29,0%
EXAPT-općenito	28,0%
Opći radovi	15,0%
	<hr/>
	100%

EXAPT-3 je u razvoju i u toku 1975. god. predviđa se testiranje i primjena.

5.3. PODRUČJE PRIMJENE I PREDNOSTI KOJE NAM DONOSI NC-TEHNOLOGIJA

Teško je nekim obrascima precizno definirati u kojim slučajevima je racionalno razmišljati o primjeni NC-alatnih strojeva i NC-tehnologiji, no mogu se na osnovu postojeće praktične primjene i njenih rezultata naznačiti osnovne orijentacije. Tako je na slici 5.6 prikazano područje primjene pojedinih vrsta alatnih strojeva zavisno o broju komada u seriji i troškovima proizvodnje po komadu za jedan određeni izradak. Iz tog dijagrama vidljiva je izrazita prednost NC-upravljanja u području manjih serija, dok se neminovno može zaključiti o prednosti bezkrivuljnih

ODNOS KOMADNOG VREMENA IZRADE PREMA
GLAVNOM VREMENU IZRADE KOD POJEDINIH
SISTEMA NC-TEHNOLOGIJE



Slika 5.3

POBOLJŠANJA KOJA SE POSTIŽU PRIMJENOM NC-STROJEVA

STROJEVI		PREDVIDENA VREMENA (klasični strojevi 100%)	TROŠKOVI PROIZVODNJE (klasični strojevi 100%)
NC-alatni strojevi			
1	Revolver tokarilica (582)	65%	88%
2	Revolver tok. (523)	67%	97%
3	Revolver tok. (570)	70%	94%
4	Revolver bušilica (455)	70%	68%
5	Revolver bušilica (527)	75%	68%
6	Glodalica (497)	55%	97%
7	Glodalica (384)	65%	82%
8	H. Bušilica (498)	60%	85%
9	H. Bušilica i glodalica (500)	66%	88%
10	H. Bušilica i glodalica (430)	66%	90%
11	Obradni centar	43%	90%

NAPOMENA!

Brojevi u zagradi (582) predstavljaju razne proizvode obrađene na istom tipu stroja

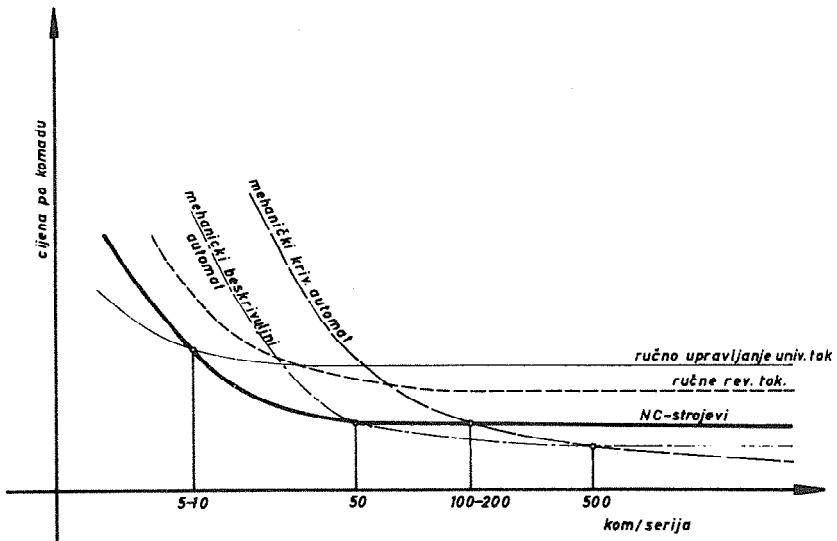
Slika 5.4

STUPNJEVI PRIMJENE MODULARNIH EXAPT SISTEMA

KONSTRUKCIJA			
IZBOR OBRADE			
IZBOR STROJA			
ODREĐIVANJE STEZANJA IZRADKA			
REDOSLJED OBRADE			
IZBOR ALATA			
IZBOR REŽIMA OBRADE			
DEFINIRANJE BROJA REZOVA			
OLAKŠANO PROGRAMIRANJE PUTEVA ALATA			
	BUŠENJE	GLOĐANJE	TOKARENJE

T.R. br.23 od 3.6.75

Slika 5.5



Slika 5.6

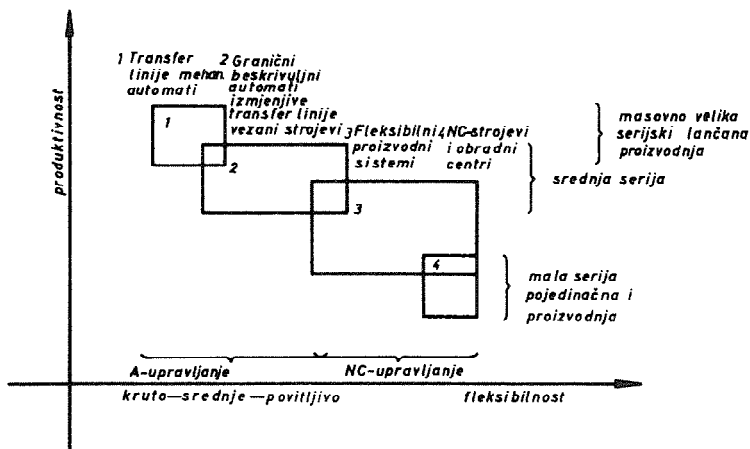
AM.01.74

i krivuljnih automata sa porastom broja komada u seriji.

Nadalje je na slici 5.7 prikazano područje primjene pojedinih vrsta upravljanja zavisno o produktivnosti sistema u odnosu na fleksibilnost istog. Tu je vidljivo da su visoko produktivni kruti sistemi zastupljeni u masovnoj proizvodnji dok su u području malih serija najproduktivniji NC-alatni strojevi i ujedno najfleksibilniji. [1]

Kako se danas pojedina vrsta upravljanja najčešće koristi može se vidjeti u tabeli 6 slika 5.8. Uočljivo je da su upravljanja od točke do točke i linijska upravljanja najviše zastupljena što je iz tehničkih i proizvodnih razloga prirodno, dok krivuljno upravljanje bitno manje. U tabeli je nadalje vidljiv i raspored u vezi vrste alatnih strojeva.

Da bi se dobila bolja predodžba o području primjene i proizvodnje NC-alatnih strojeva uzet je primjer Japanske industrije alatnih strojeva koja je najproduktivnija danas u svijetu.



Slika 5.7

Izvještaj JMTTA za 1975. godinu izdan za vrijeme svjetske izložbe alatnih strojeva u Parizu "I EMO" juna 1975. pokazuje slijedeću strukturu proizvodnje NC-alatnih strojeva u periodu od 1967. do zaključno 1974. godine slika 5.9. Iz tih podataka evidentan je poseban razvoj na proizvodnji NC-alatnih strojeva a posebno NC-tokarilica i obradnih centara.

Slično tome pokazuje slika 5.10 učešće instaliranih NC-tokarilica u američkoj industriji^[7] u odnosu na ukupan broj instaliranih NC-alatnih strojeva iz čega se vidi razvoj i uspon te vrste NC-strojeva a što je opet motivirano tehničkim i proizvodnim razlozima.

Interesantno je razmotriti i poruke korisnika NC-alatnih strojeva, kojih ima danas dosta u svijetu i vidjeti što oni sami smatraju najbitnijim prednostima koje nam donosi NC-tehnologija.

Anketa je provedena u Zapadnoj Njemačkoj^[8] u nekoliko stotina firmi i ti rezultati dati su na slijedećim slikama grafički.

DANAŠNJE STANJE NC ALATNIH STROJEVA PO
VRSTAMA I SISTEMU UPRAVLJANJA U %

VRSTE ALATNOG STROJA	BEZ PODATAKA	OD TOČKE DO TOČKE	LINIJSKO UPRAVLJANJE	KRIVULJNO UPRAVLJANJE	UKUPNO
BUŠILICE	—	86	14	—	100
GLODALICE	7	2	80	11	100
BUŠILICE I GLODALICE HOR. BUŠILICE	2	29	66	3	100
TOKARILICE	3	—	40	57	100
BRUSILICE	—	—	100	—	100
OBRADNI CENTRI	—	—	100	—	100
POSEBNI STROJEVI	—	75	25	—	100
UKUPNO	2	42	41	15	100

Slika 5.8

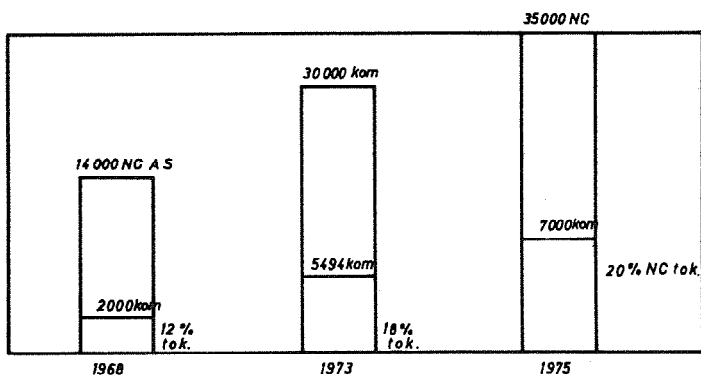
GODIŠNJA PROIZVODNJA NC-ALATNIH STROJEVA U JAPANU

VRSTA STROJA	GODINE							
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
TOKARILICE	8	66	282	660	629	580	1459	1670
BUŠILICE VERT.	19	73	118	226	104	112	236	274
BUŠILICE HOR.	21	40	69	110	76	68	95	52
GLODALICE	52	96	157	257	216	190	310	382
BRUSILICE	5	11	13	30	40	16	41	35
SPEC. STROJEVI	12	25	11	14	50	24	20	31
OBRADNI CENTRI	6	77	206	338	333	325	564	577
OSTALI STROJEVI	6	—	4	16	5	15	13	25
UKUPNO	129	388	860	1651	1453	1330	2765	3046

Izveštaj: JAPAN MACHINE TOOL TRADE ASSOCIATION
za 1975 god

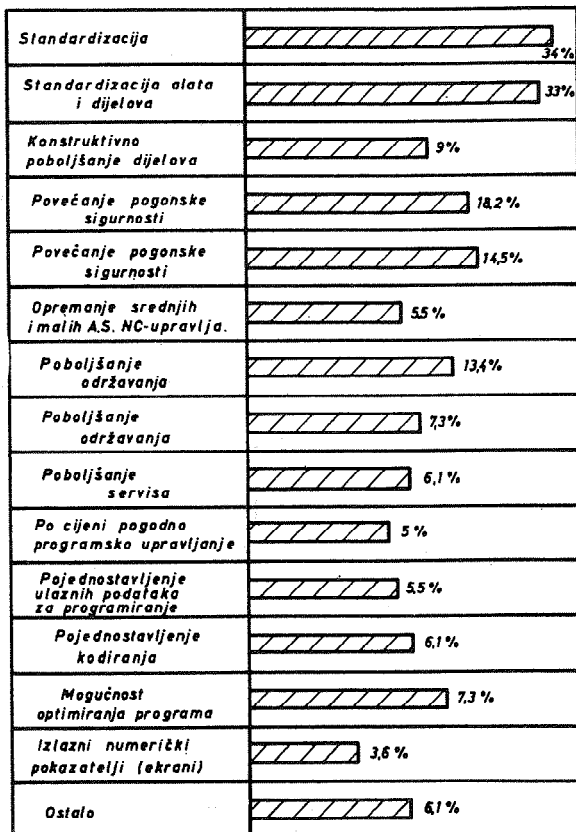
Slika 5.9

UČEŠĆE NC TOKARILICA U UKUPNOM BROJU
INSTALIRANIH NC ALATNIH STROJEVA U SAD



Slika 5.10

PREDNOSTI I USLOVI SAVREMENIH NC-UPRAVLJANJA
I STROJEVA



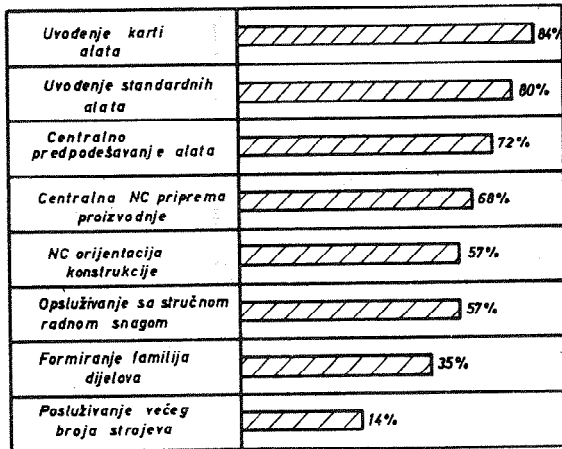
Mišljenja 82 firme iz SRNJ

[Wt 75 god. str. 281 287] Slika 5.11

Na slici 5.11^[8] prikazane su prednosti i uslovi povezani sa NC-upravljanjem i strojevima. Vidljivo je da na prvom mjestu stoji standardizacija, pa zatim slijedi pogonska sigurnost.

Interesantni su podaci na slici 5.12^[8] gdje su navedene prednosti koje se dobiju primjenom NC-tehnike sa stanovišta organizacije. Ovdje se javlja niz prednosti koje budući korisnici redovno ni ne očekuju pa mogu biti samo ugodno iznenađeni.

POBOLJŠANJA KOJA NASTAJU UVOĐENJEM NC-TEHNIKE
SA STANOVIŠTA ORGANIZACIJE



Anketa u 168firmi

Wt 5/75 god str 281-287

Slika 5.12

5.4. UVOĐENJE NC-TEHNOLOGIJE I NC-ALATNIH STROJEVA U PROIZVODNJU

Treba međutim ipak objektivno konstatirati, da je uvođenje NC-tehnologije i NC-alatnog stroja zaista složen zadatak zavisen o nizu faktora. Zbog tih činjenica mnogi su korisnici u samom početku bili razočarani, no kasnije su prema sprovedenoj anketi vidjeli da NC-tehnologije donosi nešto zaista značajno, novo i korisno.

OČEKIVANE POTEŠKOĆE KOD
UVOĐENJA NC-ALATNIH STROJEVA

Preveliki troškovi uvođenja	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Poteškoće kod programiranja	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Školovanje poslužioca	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Stajanje stroja zbog organizacije	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Održavanje	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Stajanje stroja zbog grešaka stroja	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Stajanje stroja zbog upravljanja	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Očekivane i ostvarene poteškoće kvalitete i tolerancije	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bez problema	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mišljenja firmi koje nemaju NC		Firme koje koriste NC-upravljanje

Slika 5.13

Konstatirano je da su potrebne dugoročne solidne pripreme, no rezultati su izvan očekivanja dobri.

Možda su razmišljanja o tim prvim poteškoćama i usporili uvođenje NC-alatnih strojeva u proizvodnju, no u svakom slučaju veoma su interesantna i zgodno prikazana u predavanju "Razvojne tendence NC-tehnike" u sklopu udruženja EXAPT sa njihovog posebnog seminara 17.V.74. posvećeno svim praktičnim problemima. Poteškoće koje se javljaju pri uvođenju NC-alatnog stroja je prikazana su na slici 5.13.

Anketa je pokazala da budući korisnici ili oni koji ne koriste NC-tehniku nemaju potpuno ista mišljenja o njoj kao i korisnici koji su je praktično primijenili. Interesantan je podatak da svi budući korisnici smatraju NC-tehniku velikim troškom, te koji će im donjeti niz poteškoća kao što su programiranje, izobrazba poslužioca i organizacija u proizvodnji.

Ako se uzmu u obzir predviđenja nekih istraživača intenzitet prirodnog zasićenja sa NC-alatnim strojevima bit će vjerojatno negdje tek oko 10-15%. Iz tog je vidljivo da primjena NC-alatnih strojeva u jednoj od najrazvijenijih evropskih zemalja danas je još daleko od tog zasićenja!

Svakako daljnji razvoj NC-tehnike zavisan je o čitavom nizu utjecajnih faktora današnjice, a na osnovu kojih možemo procijeniti mogućnosti daljnjeg razvoja:

- Situacija na području razvoja tržišta alatnih strojeva i radne snage
- Razvoj pojedinih komponenti za NC-alatne strojeve, kao posebni konstrukcioni elementi NC-upravljanje, NC-programiranje i razvoj elektroničkih računara.
- Uključivanje NC-tehnike u proizvodne pogone i povezivanje sa organizacijom proizvodnje.

5.5. KOJE SVE FAZE MORAMO PROĆI DA SE PRIPREMIMO ZA UVODENJE NC-UPRAVLJANJA

Treba znati da numeričko upravljanje nije još kompletno riješeno za sve proizvodne probleme, ali tamo gdje je moguća primjena daje bez sumnje već veoma dobre rezultate.

Potrebno je sve promatrati u svjetlu današnjeg svijeta, kada se traži maksimalno iskorištenje materijala, rada, energije a sve u smislu povećanja efikasnosti proizvodnje.

NC-upravljanje dovodi do smanjenja protoka u proizvodnji, smanjenju troškova, povećanja fleksibilnosti i minimizaciju obrtnog kapitala.

No za uspjeh primjene ove nove proizvodne tehnike nužno je proći sve faze pripreme prije uvođenja NC-upravljanja, a ove su uglavnom slijedeće:

- Faza informiranja
- Faza traženja ponuda
- Faza analize i priprema primjene
- Definiranje zadataka nosioca uvođenja NC-upravljanja

- Izobrazba kadrova
- Propisivanje konstrukcionih pravila
- Organizacija tehnologije i tehnološke dokumentacije
- Organizacija službe alata
- Odluka o nabavci i primjeni NC-alatnog stroja.

Podaci i stanje razvoja NC-upravljanja veoma se dinamički mijenjaju te su kroz 2-3 godine već zastarjeli, tako da je područje NC-upravljanja odnosno strojeva nužno stalno pratiti, da bi se bilo u toku zbivanja.

Dinamičke promjene na ovom području trebaju nas navesti na razmišljanje, jer to je potvrda da je to područje interesantno ali isto tako da nije još konačno razvijeno te da veliki broj stručnjaka intenzivno radi na razvoju NC-upravljanja. Interesantan je i podatak da je u Sjedinjenim Američkim Državama osnovano društvo "Numeričko upravljanje" koje ima 5 sekcija. Ove godine u VI, mjesecu održavalo se 12. redovno zasjedanje NC/CAM EXPO-75. Između ostaloga i ovaj podatak govori o značaju tog područja.

5.6. STANJE PRIMJENE NC-TEHNIKE U NAŠOJ ZEMLJI

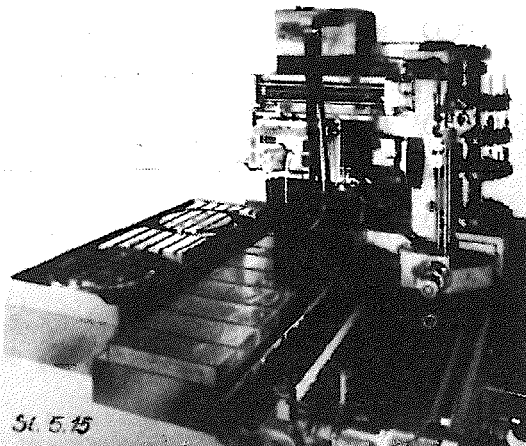
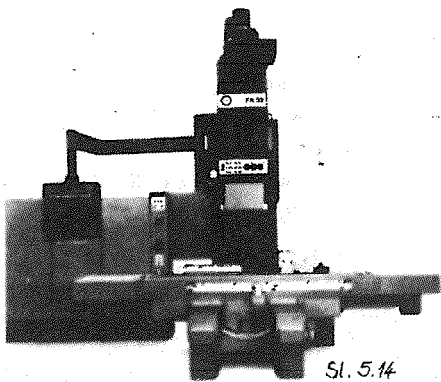
Početak primjene NC-upravljanja u našoj zemlji zabilježen je u strojogradnji ili preciznije u tvornici alatnih strojeva "Prvomajska" te paralelna nastojanja Katedre za alatne strojeve na Fakultetu strojartstva i brodogradnje u Zagrebu koja je još 1969., 1970. i 1971. organizirala nekoliko posebnih NC-seminara i simpozija uz učestvovanje istaknutih inozemnih stručnjaka koji su se prvi put i u tom sastavu pojavili u Jugoslaviji. U Prvomajskoj je potom osnovan NC-centar koji ne samo da je preuzeo zadatak uvođenja NC-tehnologije u pogone Prvomajska već je zadnjih 4 godine aktivno radio sa još 12 tvornica u Jugoslaviji na pripremama za primjenu NC-upravljanja ili je direktno učestvovao na uvođenju i instaliranju NC-alatnih strojeva u pogon. Iz tog se može zaključiti da je danas NC-upravljanje primijenjeno u više od 12 tvornica u osnovi strojogradnje i vojne industrije.

Daljnijm osnivanjem NC-centra u Beogradu i Ljubljani evidentno je da su potrebe porasle i da se u našoj zemlji na tom području aktivno radi.

Poznato je da su iskustva Prvomejske, a i ostalih korisnika pozitivna, tako da je broj instaliranih NC-strojeva u zadnjoj godini (1974) znatno porastao. Šteta je što ne posjedujemo statističke podatke, no iz grubog pregleda vidljivo je da su najčešće primijenjene NC-tokarilice i NC-bušilice. Početi su također radovi na primjeni važnog automatskog ili mašinskog programiranja a proizvodnja NC-alatnih strojeva je pred skorom realizacijom.

U nekoliko točaka pokušalo se predočiti stanje i razvoj NC-upravljanja u svijetu i našoj zemlji. Podaci koji su na slikama prikazani trebali bi dati osnovnu orijentaciju i pomoć onima koji se za navedeno područje zanimaju.

Svijesno su pri tome u ovom kratkom informativnom pregledu izostali snimci odnosno foto-prikazi samih strojeva. S jedne strane što ih ima i suviše interesantnih i vrijednih za prikaz, a s druge strane što se ni jednoj izvedbi nije htjelo dati neki prioritet, dok im je opća vanjska karakteristika da čovjek izravno mehanički i rukom ne može više upravljati strojem već mu je zahvat moguć samo još preko elektrificiranih komandi, kao što pokazuju, samo primjera radi, dvije završne slike interesantne u svom desigu-u glodalica sl.5.14 i u svojoj širokoj proizvodnoj koncepciji obrauni centar sl.5.15.



B.Milčić

5. NC MACHINE TOOLS AND NC-TECHNOLOGY - DEVELOPMENT, APPLICATION AND POSSIBILITIES OF REALIZATION

Experience of NC machine tools users abroad and in the country speaks of advantages of NC technology application in the production of compound elements in small series and series production. Results of NC machine tools and NC technology application in production are shown in number of tables and diagrams. This survey clearly shows that the NC technology offers great and yet unknown possibilities and speaks in favour of its further development.

LITERATURA

- (1) H. Optiz: Zusammenarbeit eine Notwendigkeit zur Förderung der NC-Technologie TZ-1/1973 str. 25-29.
- (2) W. Junghanns: Grundlagen und Voraussetzungen einer integrierten Fertigung durch neue Fertigungssysteme für die Einzel und Serienfertigung. TZ. br. 9/1972 god. str. 401-406.
- (3) Raymond Shah: DNC Improves Machine Tool Productivity IAMI maj 1975 str. 33.
- (4) Minoru Sugata: Technische Möglichkeiten japanischer Bearbeitungszentren. W.u B.br. 10/1971.
- (5) H. Brechtel: Stand und Weiterentwicklung der NC-Technik Seminar Aachen 9.4.1975.
- (6) Anketa: INFRA TEST CMP, Institut für Unternehmensberatung GmbH. München.
- (7) R.L.Hatschek: NC-turning
Special report No 672
American Machinist 15, Februar 1975.

AM.01.84

Z. JURIŠIĆ⁺)

Dio 6. glavnog referata prof. dr. R. Zdenkovića
"Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi".

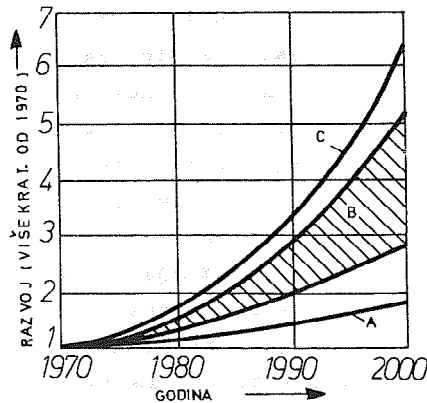
6. POSEBNI AGREGATNI STROJEVI I POSTROJENJA SERIJSKE I PROTOČNE PROIZVODNJE U IZVEDBI I EKSPLOATACIJI

6.1. Uvod, tehničke i ekonomske karakteristike primjene.

Fenomen potrošnje, koji je osnovna karakteristika današnjeg modernog industrijskog društva, motor je koji pokreće i vuče proizvodnju. Kako daljnji razvoj društva pretpostavlja sve veću proizvodnju potrošnih dobara, to se može sa sigurnošću očekivati i adekvatno povećanje sredstava za proizvodnju. Prognoza porasta stanovništva, sredstava za proizvodnju i elektroenergije u cijelom svijetu do 2000. u odnosu na stanje u 1970. data je na slici 6.1. [1]

Kako su alatni strojevi značajan dio sredstava za proizvodnju, to se prognoza porasta može i na njih odnositi. Porast proizvodnje alatnih strojeva odraziti će se pored običnih strojeva i na stalno povećanje visokoautomatiziranih strojeva za serijsku i protočnu proizvodnju t. j. posebnih strojeva i transfer linija, jer je težnja za većom produktivnosti, a to u pravilu znači serijski ili masovno proizvoditi, naglašena skoro u

svim industrijskim granama. Posebni strojevi u vidu agregatnih strojeva i njihovih strojnih sklopova participirati će prema tome u budućnosti sve više u ukupnoj proizvodnji alatnih strojeva.



SL. 6.1. PROGNOZA PORASTA STANOVNIŠTVA (A)
SREDSTVA ZA PROIZVODNJU (B)
I ELEKTROENERGIJE (C) [1]

+) Zlatko Jurišić, dipl. inž. strojarstva, direktor komercijalno-tehničkog biroa - Zagreb poduzeća METALSKI ZAVOD "TITO"-SKOPJE

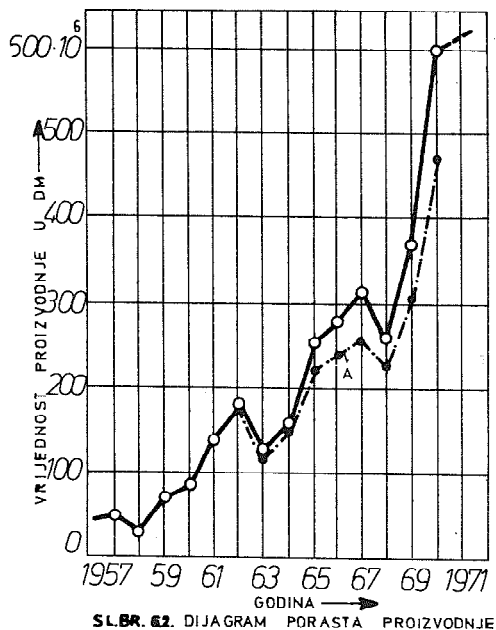
Obzirom da su takovi strojevi postali naša stvarnost ne samo u smislu primjene nego što više i u smislu proizvodnje, smatramo da zaslužuju malo više pažnje od običnog nabiranja. Ovim materijalom želimo dati stoga kompletniju informaciju o osnovnom značajkama agregatnih strojeva i sklopova.

Pojava ovih strojeva vezana je za SAD i njenu automobilsku industriju koja spada u red najpropulzivnijih industrija. Prve konstrukcije posebnih strojeva na ugradbenom principu i njihove namjenske primjene primjenjene su u tvornici FORD 1924 god. U istoj tvornici napravljena je desetak godina kasnije i prva transfer-linija. Prije rata takovi posebni strojevi i njihovi sklopovi proizvodili su se u Njemačkoj, SSSR i Čehoslovačkoj. Tek poslije rata dolazi do naglog razvoja i proizvodnje. Zapadna Evropa, a posebice SRNJ slijedi vrlo intenzivan razvoj agregatiranih strojeva u SAD i čini pod njenim pritiskom prve napore standardizacije. Naročito posljednjih petnaestak godina razvoj i proizvodnja agregatiranih strojeva išli su vrlo ostrim tempom, tako da u nekim razvijenim zemljama transfer za

proizvodnju kao i njihova nova varijanta transferi za montažu, postaju dominantni u proizvodnim programima. Ilustracije radi danas u SRNJ ima oko 120 proizvođača posebnih strojeva i transfer-linija! Krivulja na slici 6.2. najbolje ilustrira taj porast proizvodnje posebnih strojeva u SRNJ. [1] [5]

Historijat razvoja agregatiranih strojeva i sklopova u nas datira od šezdesetih godina. Nekako istovremeno počele su pripreme u IIR Železnik, BAGAT-Zadar i TAS - PRVOMAJSKA. Snažan impuls

razvoja ove djelatnosti dale su kao i drugima automobilska, motor-



na i kamionska industrija. Danas domaći proizvođači pokrivaju manji dio potreba domaće industrije, a prisutan je i izvoz-pretežno u zemlje SEV-a. Po koncepciji i tehničkoj opremljenosti, a posebno po kvaliteti agregatni strojevi i sklopovi domaćih producenata ne zaostaju za prosjekom inozemnih. Taj domet najbolje ilustrira podatak da su do danas kod nas izvedene transfer linije instalirane i uspješno rade u DMB - Rakovica (Beograd).

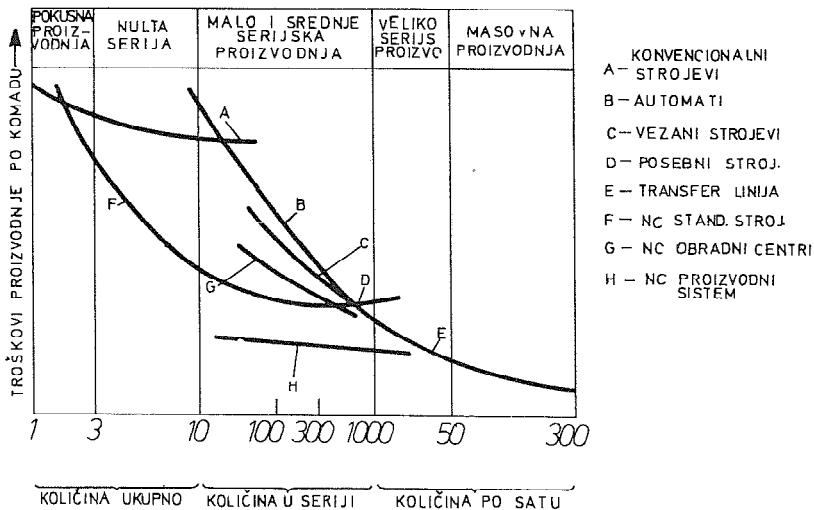
U usporedbi sa tempom razvoja ove djelatnosti u razvijenim zemljama dostignuti stupanj nije adekvatan. Potpuno je neprihvatljiva činjenica za cijelo naše društvo da domaći proizvođači pokrivaju samo cca 30% potreba domaće industrije a da se ostatak uvozi.

Opći uvjeti privredjivanja danas su tako oštri, da je pravilan izbor sistema proizvodnje presudni faktor za racionalnu i ekonomičnu proizvodnju. Osim standardnih utjecaja na cijenu koštavanja koji stalno rastu danas su još prisutni novi kao što su na primjer:

- Kratak vijek trajanja proizvoda zbog promjene interesa tržišta (ukusa kupaca);
- Brzina reagiranja producenata na interes tržišta;
- Ogromna ulaganja u razvoj i istraživanja;
- Skraćenje vremena između saznanja do kojih se došlo istraživanjem i momenta primjene.

Temeljitom sistematskom analizom treba se za svaki proizvodni zadatak točno istražiti i definirati optimalni sistem proizvodnje, koji može po koncepciji i tehničko-organizacionoj izvedbi biti u odnosu na broj komada u seriji i tehničko-ekonomske uvijete veoma različiti kako pokazuje slika 6.3. U smislu ovog referata zadržat ćemo se isprva kratko na procjeni primjene agregatiranih strojeva i transfer linija sa posebnim naglaskom na ostale sisteme proizvodnje. Nasuprot svim drugim sistemima izrade agregatirani strojevi se karakteriziraju osobitom tehničkom i ekonomskom prikladnošću za određeni radni zadatak a da je mogućnost slaganja u sklopove i linije praktički neograničena sa područjem primjene od malih serija do protočne (masovne) izrade.

Bitne prednosti agregatiranih strojeva u odnosu na druge sisteme proizvodnje su:



UPOREĐENJE TROŠKOVA IZRADE PO RAZNIM SISTEMIMA PROIZVODNJE [5]

- Visoka produktivnost u smislu smanjenja vremena izrade (glavnih i sporednih) a s tim najveće iskorišćenje (stupanj iskorišćenja i do 80%) uz isto tako optimalno iskorišćenje alata;
- Istovremena obrada izradaka raznim tehnološkim vrstama obrade (bušenje, razvrtanje, tokarenje, glodanje, rezanje navoja, pilenje, provlačenje, kovanje, duboko bušenje itd.) u jednom stezanju i sa više strana, što omogućuje postizanje najvećih točnosti u smislu geometrije i kvalitete površine relativno jednostavnim načinima i sredstvima;
- Relativno jednostavno održavanje u toku rada;
- Relativno jednostavno podešavanje stroja;
- Relativno jednostavna izmjena i podešavanje alata;
- Relativno malo zapremanje prostora;
- Mogućnost potpune automatizacije ciklusa;
- Mogućnost naknadne pregradnje stroja u novu formu i za novu namjenu.

Za kružnu i linijsku protočnu proizvodnju t.j. "rotofer" i "transfer-linije" vrijede sve navedene prednosti uz slijedeće mjere i uslove:

- Automatska kontrola reznog alata i podešavanje u toku rada;
- Automatska kontrola i selektiranje izradaka;

-Automatsko ulaganje i skidanje izradaka;

-Automatsko hladjenje, transport strugotine i podmazivanje.

Stoga su sistemi sa ugradbenim agregatima t.j. jedinkama vrlo pogodni za povećanje produktivnosti uz povećanu:točnost izrade, pouzdanost stroja i kvalitetu obrade pri ekonomski opravdanoj veličini serije i njenog ponavljanja te krutost i stabilnost uz primjenu modernih reznih alata što omogućuju instaliranje velikih snaga i s tim visoku produktivnost. [2] [3] [5]

Kako naime agregatni stroj i njegovi sklopovi, a pogotovo transfer linije predstavljaju u pravilu veliku investiciju potrebno je provesti temeljitu tehničko-ekonomsku analizu opravdanosti primjene. To znači utvrditi granični broj izradaka od kojeg se isplati upotrijebiti agregatirani sklopni stroj ili strojeve putem kompariranja cijene koštanja izrade izradaka sa jednim ili više alternativnih sistema proizvodnje. Pod alternativnim podrazumjevamo one adekvatne sisteme u tehničko-tehnološkom smislu koji mogu riješiti obradbeni zadatak [2] [3] [4] [5]

Nedovoljno iskorišćen posebni stroj predstavlja naravno manje ili više promašenu investiciju. Postupak utvrđivanja tehničke i ekonomske podobnosti primjene agregatnog stroja kod niskih i srednjih serija mora biti posebno brižljivo proveden, budući da je to prema slici 6.3. područje gdje se mogu primjeniti i univerzalni i NC strojevi.

Dileme u području serijske i masovne proizvodnje odnose se na izvedbe posebnih strojeva u sklopu agregatnih jedinki ili transfer linija sa agregatnim strojevima. Dilema je relativno manja ali promašaj ima teže posljedice.

Moramo ovdje upozoriti na ne tako rijetko shvaćanje da se instaliranjem agregatnog stroja rješavaju automatski svi problemi. Pri tome se zanemaruju važni faktori koji se trebaju ostvariti u radnoj sredini radi realiziranja stupnja iskorišćenja posebnih strojeva.

To su:

- Odgovarajući stručni i kvalificirani kadar sa naglašenom specijalizacijom;
- Odgovarajuća organizacija pripremnih službi (tehnologije, konstrukcije alata i naprava i drugo);

-Odgovarajuća služba održavanja radi osiguranja doknadnih dijelova, podešavanja, servisiranja i remonta kako nebi došlo do zastoja koji mogu dovesti u pitanje cijelu industriju.

Posebno treba voditi računa o ljudskom faktoru u psihološkom smislu prilikom zamjene univerzalnih sa posebnim strojem. Samo ako je posebni stroj pravilno uveden i prihvaćen dati će očekivane rezultate!

6.2. Princip gradnje i ugradnje sa podjelom jedinki

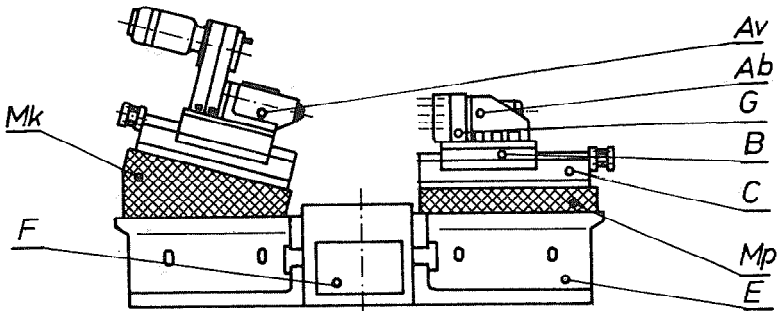
Ugradbeni princip

Glavna karakteristika posebnih strojeva na agregatnoj osnovi, a o kojima je ovdje riječ, je agregatiranje tipiziranih jedinki u jednu konstruktivno-tehnološku cjelinu za određenu obradbenu namjenu. Izradbene tipizirane jedinice nadopunjavaju se sa nestandardnim pripravnim dijelovima odnosno elementima te upravljački povezuju u jednu potpuno automatiziranu proizvodnu cjelinu ili strojni sklop. Od nestandardnih dijelova uvijek su na stroju pored reznog alata još prisutna stezna naprava, ali se mogu pojaviti i drugi netipizirani i pripralni dijelovi. Gledano postotno može se reći da oko 60-70% dijelova u sklopu su tipizirane jedinice. Radi razbijanja zablude to nije istovremeno i 60-70% vrijednosti stroja. Skice na slici 6.4. prikazuju princip gradnje i ugradnje.

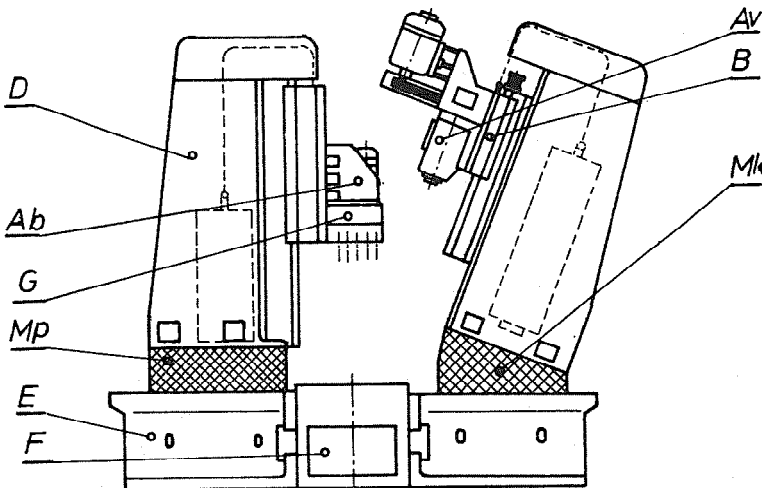
Razvoj jedinki išao je brzim tempom tako da danas postoji oko 50 različitih tipova. Obzirom da se svaki od tih tipova pojavljuje u obliku familije mogućnost komponiranja praktički je neograničena.

Bitna razlika izmedju principa gradnje agregatiranih strojeva i principa gradnje univerzalnih strojeva u familijama u njihovom horizontalnom i vertikalnom razvoju je u sklapanju agregatnih jedinki (=agregatiranje) različite tehnološke namjene u strojne sklopove. Proces tipizacije bio je dugo vremena stvar samog producenta. Slijedilo je zatim uskladjivanje izmedju srodnih proizvođača, a da bi se u zadnjih desetak godina provelo na nivou države. U tome pretežno prednjači DIN koji je počeo sa uskladjivanjem odmah poslije rata, da bi donio prve preporuke 1957 god. Danas su DIN-om standardizirane skoro sve jedinice. I na međunarodnom planu došlo je do uskladjivanja standarda različitih zemalja. Tako je ISO donio preporuke za desetke najvažnijih jedinki. Važno je na-

glasiti da standard definira samo osnovne vrste te glavne gabaritne i priključne mjere jedinki. [5] [6] Na jedinke se postavljaju slijedeći zahtjevi:



a) LEŽEĆA HORIZONTALNA I KOSA IZVEDBA



b) STOJEĆA VERTIKALNA I KOSA IZVEDBA

- | | | | |
|----|---|----|--|
| Ab | AGREGAT-RADNA STROJNA JEDINKA-BUŠNA | F | VEZNA SKLOPNA JEDINKA ZA UZDUŽNI ILI KRUŽNI TRNSPORT |
| Av | --- " --- " --- " --- " --- " --- VRETENSKA | G | PRIPASNI RADNI ELEMENAT |
| B | SUPPORT-POMOĆNA JEDINKA | Mk | PRIPASNI MEĐUKOMAD - KOSI |
| C | POSTELJA - TEMELJNE JEDINKE | Mp | --- " --- " --- " --- " --- " --- PARELENI |
| D | STUP | | |
| E | PODNOŽJE | | |

SL. 6. 4. AGREGATNI STROJNI SKLOP, AGREGATIRANI STROJ I STROJEVI JEDNO ILI VIŠESTANIČNE IZVDBE STANDARDNIH UGRADBENIH I PRIPASNIH (SPECIFIČNIH) ELEMENATA

- Jednostavna konstrukcija odgovarajući samo jednoj osnovnoj funkciji dakle jednosvrсни agregat uz što jeftiniju izradu;
- Visoka statička i dinamička stabilnost koja se postiže konstruktivnom izvedbom i izborom materijala;
- Trajnost jedinki mora biti vrlo velika kako bi se osigurala dugotrajna upotreba bez naknadnih zahvata;
- Odgovarajućom izvedbom omogućiti ugradnju u horizontalnom, vertikalnom i kosom položaju;
- Preciznost jedinki mora biti za određene namjene vrlo visoka, što se postiže primjenom suvremenih tehničkih rješenja;
- Univerzalnost ugradnje radi mogućnosti komponiranja strojeva za vrlo široko područje različitih obrada.

Podjela jedinki

Prema ulozi odnosno namjeni možemo jedinke i sastavne elemente podijeliti na:

- 1) Glavne t.j. radni agregati i pomoćne jedinke;
- 2) Temeljne ili noseće, te vezne ili sklopne sa pripasnim elementima;
- 3) Dodatni elementi i uređaji.

Pri tome su prve dvije vrste pretežno standardizirane dok su zadnje skupine specijalne vrste.

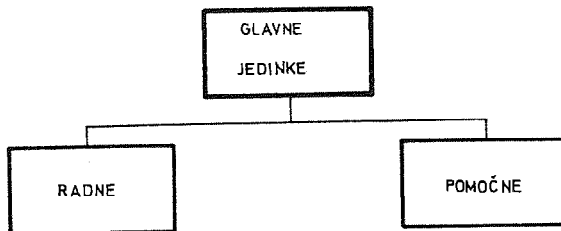
Podjela prema namjeni čini nam se najlogičnija jer omogućuje potpuno razumjevanje svake jedinke. Medjutim razni autori i razni proizvođači primjenjuju i druge kriterije podjele. [2] [5]

k 1) Glavne jedinke obuhvaćaju sve jedinke koje su direktno ili indirektno namjenjene za vršenje obrade t.j. glavnih i posmično - pomoćnih kretnji. Dijelimo ih na radne i pomoćne (sl.br.6.5.).

Radne jedinke namjenjene su za vršenje obrade. One nose rezní alat koji pretežno ostvaruje glavno rotaciono gibanje. Postoje kao :

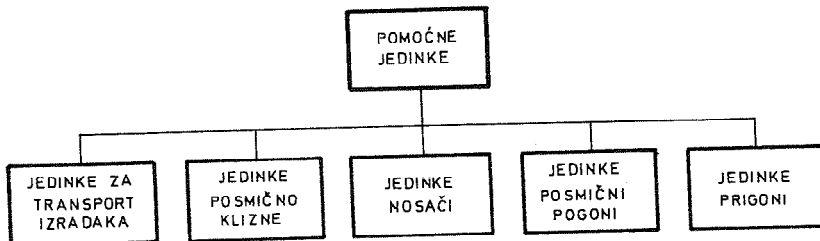
- Jednovretene, koje svojom konstrukcijom i izradbom osiguravaju visoku točnost rada pri tokarenju, istokarivanju, glodanju i dubokom bušenju u specijalnim postupcima gdje su vremena dubokog bušenja kratka te se mogu uklopiti u takva postrojenja. Izvode se sa (pinolne) i bez vlastitog posmičnog gibanja.
- Viševretene, koje su namjenjene za viševretenu obradu bušenjem

upuštanjem, razvrtnjem, rezanjem navoja, istokarivanjem i kombiniranim operacijama, a izvode se sa podešljivom i čvrstom bušnom slikom.



SL. 6.5. SHEMATSKI PRIKAZ PODJELE GLAVNIH JEDINKI

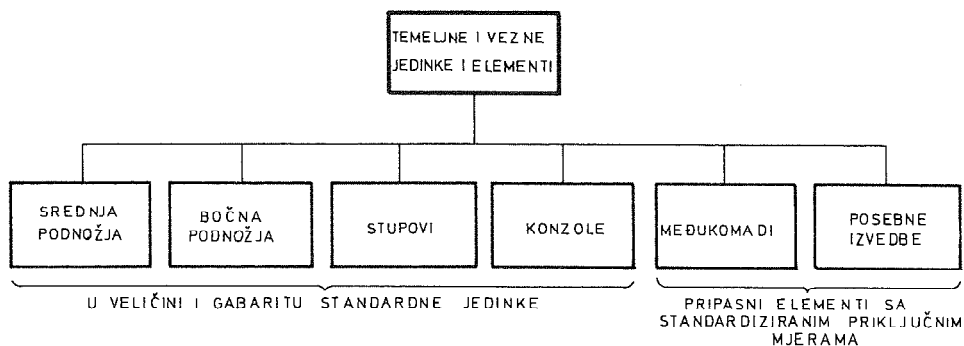
Pomoćne jedinke obuhvaćaju sve one jedinke koje posredno omogućuju vršenje obrade. Namjenjene su za transport odnosno posmak s nošenjem izradaka i radnih jedinki, pogon posmičnih jedinki i prigon radnih jedinki, a prema slici 6.6.



SL. 6.6. SHEMATSKI PRIKAZ PODJELE POMOĆNIH JEDINKI

k 2) Temeljne i vezne jedinke namjenjene su za nošenje i vezanje svih glavnih jedinki i dodatnih elemenata i na taj način povezuju u mehaničkom smislu cijeli stroj u jednu mehaničku cjelinu=strojni sklop. One stoga na neki način čine kostur stroja. Pregled ovih temeljnih jedinki dat je na slici 6.4. na kojoj skica a) prikazuje ležeću horizontalnu i kosu izradbu strojnog sklopa a skica b) stojeću vertikalnu i kosu ugradbu. [7] Podjela temeljnih i veznih jedinki data je shemom na slici 6.7.

k 3) Dodatni elementi i uređaji obuhvaćaju sve one dijelove koji služe za obavljanje ne radnih funkcija na posebnom stroju. Razlikujemo : upravljačke i mjerne elemente i uređaje.



SL. 6.7. SHEMATSKI PRIKAZ PODJELE TEMELJNIH I VEZNIH JEDINKI

Upravljački elementi i uređjaji služe za direktno ili indirektno upravljanje svih funkcija na agregatnom stroju ili transfer linije (brzi hod naprijed, povratni brzi hod, radni hod jedinki, rotacija i sve pomoćne funkcije stroja).

Upravljanje agregatnim strojem ili transfer linijom, koje je u osnovi jednostavno, predstavlja kod više funkcija i radnih stanica komplicirane upravljačke sklopove obzirom na međusobnu zavisnost i uskladjivanje funkcija, te visoke zahtjeve sigurnosti i nesmetanu funkciju stroja. Rješavaju se raznim energetske vrstama i u raznim nivoima dotičnih vrsta.

Mjerne jedinice namjenjene su za automatsku kontrolu obradbene površine kod rupe i sl. Vršiti se na za to posebno predviđenoj stanici i ovisno o rezultatu kontrole naknadno podešavanje mjere oštrice noža a sve se obavlja u tri faze s pomoću uređjaja za podešavanje. Medjutim ova kontrola može biti i indirektna t.j. kontrolom postojanja alata pri svakoj ili kod nekih stanica. [7]

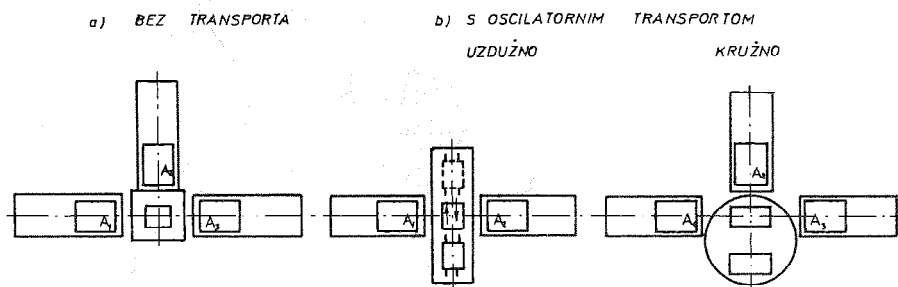
6.3. Strojni sklopovi sa primjerima domaćih izvedbi

Izvedbene forme strojnih sklopova ilustrirati ćemo pomoću slika sa shematskim skicama izvedbenih formi i slikama proizvedenih strojeva domaćih producenata.

Prema broju radnih stanica razlikujemo:

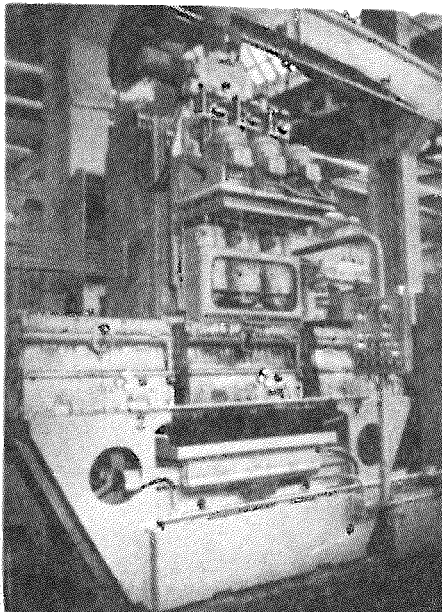
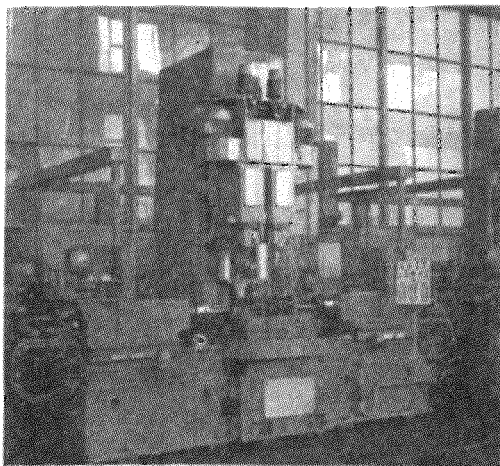
- jednostanične
- višestanične.

Skica na sl.6.8.prikazuje tri osnovne izvedbe jednostaničnih strojeva dok strojevi na slikama 6.9.,6.10.i 6.11.ilustriraju te izvedbe.



SL. 6. 8. SKICA JEDNOSTANIČNIH STROJEVA

Sl.6.9.Stroj za obradu bloka motora prema sl.6.8.a) (ILR-Beleznik -Bgd.)



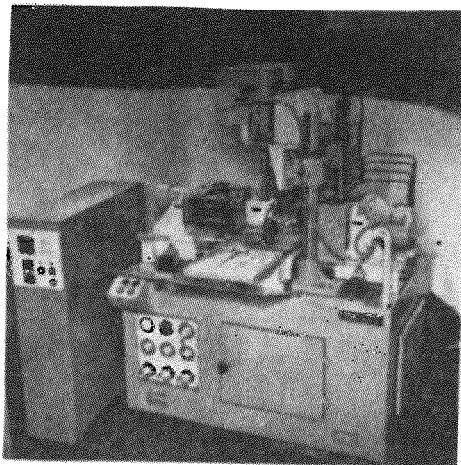
Sl.6.10.Stroj za polufinu obradu glavnih otvora kućišta diferencijala prema sl.6.8.b) (Prvomajska - Zagreb)

Sl 6.10

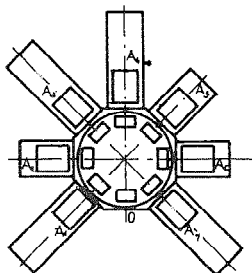
Skice na slici 6.12.pokazuju osnovne izvedbe višestaničnih strojeva sa kružnim transportom(rotofer-postrojenja).

Strojevi na slikama 6.13.i 6.14.ilustriraju sve te izvedbe.

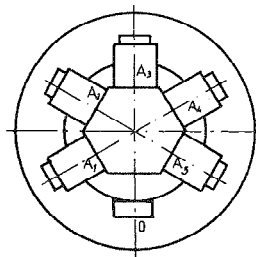
Sl.6.11. Stroj za obradu
sitnih dijelova prema sl.
6.8.a)
(Bagat - Zadar)



a) SA KRUŽNIM STOLOM U
HORIZONTALNOJ IZVEDBI

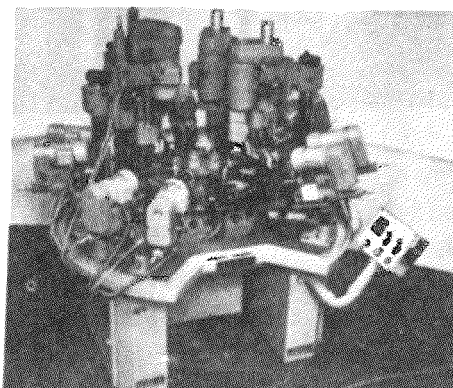


b) S PRSTENASTIM STOLOM
U STUPNOJ IZVEDBI

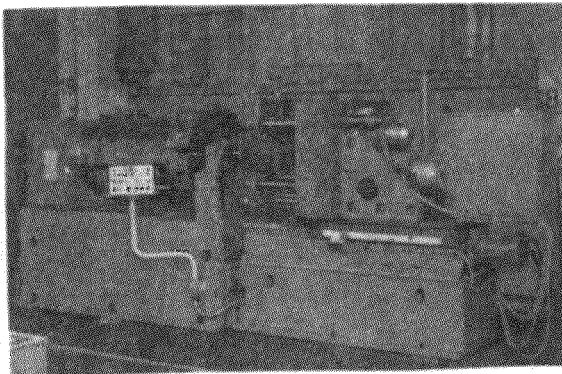


SL 6 12. SKICE STROJEVA SA KRUŽNIM TRANSPORTOM

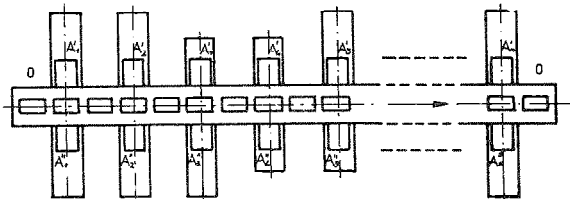
Sl.6.13. Stroj za obradu
nosača rasplinjača prema
sl.6.12.a)
(Bagat - Zadar)



Sl.6.14.Stroj za obradu poluosovine sa vertikalnim stolom odnosno bubnjem (Prvomajska - Zagreb)

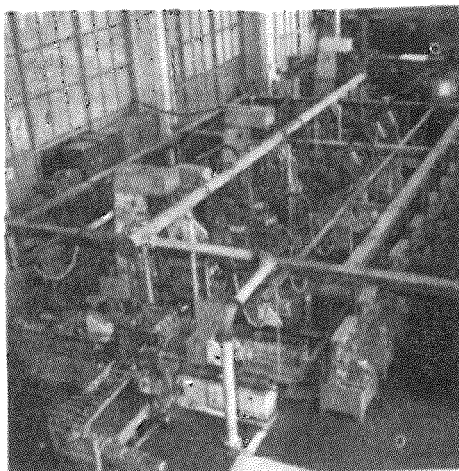


Višestanične izvedbe sa uzdužnim transportom (transfer linije) koje postoje bez i sa (skupom!) povratnom stazom, pokazuje skica na slici 6.15. a njihove ilustracije su strojevi na slikama 6.16 i 6.17.

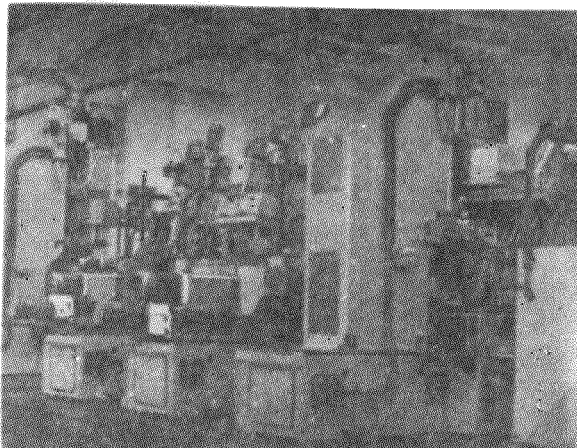


Sl. 6. 15. SKICA STROJA SA UZDUŽNIM GIBANJEM

Sl.6.16.Transfer linija za obradu koljenaste osovine bez povratne staze (Prvomajska - Zagreb)



Sl.6.17.Transfer linija
za obradu bloka motora
(ILR-Železnik-Bgd.)



Literatura

Časopisi:

- [1] Stöferle, T.: "Zeitgemasse Sonder und Transfermaschine"-Sonderdruck aus der Zeitschrift W.und B.105, Jahrgang 1972, Heft 3
- [2] Warnecke J.-Schulz E.: "Der Einsatzbereich von Aufbau-Werkzeugmaschinen in der Serienfertigung"-W.und B.105, Jahrgang 1972 Heft 6.
- [3] Hohmann E.: "Wann ist der Einsatz einer Sondermaschine sinnvoll"
- [4] Kirchner E.: "Wirtschaftlichkeitsnachweise unter besonderer Berücksichtigung von Grenzlosgrößen"-Sonderdruck Nr.402 aus TZ 58, 1964, H 9, Seite 452/458.

Knjige:

- [5] Gerlach B. "Spanende Sonderwerkzeugmaschinen" Technischer Verlag G.Groszmann GmbH 1973
- [6] Suerak 4.: "Stavebnicove obrabeci Stroje SMTL-PRAHA, 1961
- [7] Zdenković R.: "Slikovne podloge za predmet: "Posebni alatni strojevi!"

KURZE INHALTSANGABE Es werden die Einteilungen der Sondermaschinen aus Baueinheiten beschrieben und aufgezeichnet, sowie ausgewählte Beispiele einschlägiger jugoslawischer Hersteller besonders hervorgehoben die sich im Inland und Ausland bewährt haben.

R. Z D E N K O V I Ć

Dio 7. glavnog referata „Alatni strojevi i njihovi suvremeni procesi“

7. ZAKLJUČNI PREGLED, IZGLEDI I PREPORUKE

U uvodu ovog glavnog referata bili su spomenuti motivi, koji su doveli do njegovog sadržaja i specifičnog načina obrade, a kao odraz posebnog gledanja i stava prema postavljenom tematskom zadatku. Zaključno rečeno htjelo se je povodom jubilarnog Savjetovanja proizvodnog mašinstva, naše najveće nacionalne priredbe te vrste, dati ovom nešto iscrpnijom obradom naročiti značaj, pa sa dva trenutna bljeska osvijetliti kompleksnost stanja i predvidivu budućnost tehnologije obrade strojarških proizvoda i proizvodnih sredstava.

Takav zamišljeni tretman nije mogao uskogrudno isključiti prisustvo, te makar letimičnu obradu najinteresantnijih i markantnih novosti u tehnologijama koje danas nerazdvojeno nadopunjuju ili nadomješčuju tehnologiju obrade skidanjem, ili ju istom novim nekonvencionalnim obradama omogućuju.

Na taj način obradjena su u ovom glavnom referatu iznimnog statusa oni tehnološki načini i sredstva koji dovadjaju do izradka određenih oblika, dimenzija, te tolerancija i kvaliteta površina. Pri tome smo bacili pogled i nastojali donijeti jedan kako tako kompletan pregled nad svim tehnološkim postupcima i njihovim sredstvima, odnosno strojevima koji služe navedenoj svrsi rentabilnog i kvalitetnog proizvoda. Nastojali smo funkcionalno prikazati i povezati (osim izvornog postupka lijevanja, a kojim se bavi posebna grupa stručnjaka) obrade i sredstva deformacije, odvajanja, odnošenja i skidanja materijala, a prema šemi slike O.1 izlažući pored bitnih uplivnih faktora tih proizvodnja stanje i perspektive koliko je to bilo moguće, no naravno ipak sa glavnim pogledom na obradu skidanja, te njihovim strojevima i ostalim sredstvima kao glavnom tematikom ovog stručnog zasijedanja, podjelivši u dovoljno čvrstoj povezanosti i usmjerenju pojedina poglavlja u timskom radu na pojedine kvalitetne suradnike.

Sa ovim izlaganjima želili smo dakle dati pregled nad postojećim stanjem u svijetu kao i pravcima razvoja prema literaturnim podacima s kojim smo raspolagali. Iz toga proizlazi svakako vidljivi trend prema povećanju i pojačanju strojeva uz istodobno dizanje kvali-

tete obrade, a uz pojačani smjer prema razumnoj izvedbi i primjeni automatizacije, sve u smislu povećanja proizvodnje pri boljoj kvaliteti, ali i povoljnijoj cijeni. Kako ta dva uvjeta ne idu prirodno skupa, već su upravo oprečna, to se mogu riješavati samo pojačanim mjerama racionalizacije i automatizacije, ili pak sasvim novim postupcima i strojevima, kao što nam primjeri razvoja dovoljno pokazuju.

Što se tiče naših domaćih specifičnih problema, to je o tome na osnovu detaljne analize bilo iscrpno govora u dijelu 1. ovog glavnog referata, u kojem su referenti iz neposredne proizvodnje, a potpomognuti širokogrudno vrijednim podacima „MASINOUNIONA“ iznijeli stanja, koja radi svog raskoraka u proizvodnim mogućnostima i kapacitetima s jedne strane i šarolikim uvozom s druge strane, daju dovoljno razloga za ozbiljno mišljenje i poduzimanje odgovarajućih koraka pomoći našoj vlastitoj industriji.

Interesantni su tu svakako bili podaci studije UNIDO 1974 (tabela u dijelu 1.) po kojoj se može zarisati stupanj razvoja jedne zemlje prema vrsti alatnih strojeva koje proizvodi. Po toj analizi bi naša zemlja u pogledu industrijske razvijenosti spala od četiri grupe u predzadnju t.j. grupu znatno razvijenih zemalja, a na osnovu svojih velikih napora i dostignuća u industrijskom smislu.

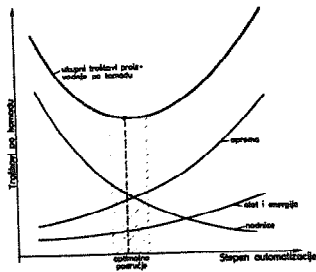
To je svakako pohvalno i mi smo svjesni i ponosni tim očiglednim uspjesima, no ne smijemo nikako zaboraviti da se instalirani nivo i kapaciteti industrije, koji joj mogu dati vanjsko obilježje visoko razvijene zemlje, daju nabaviti i postaviti, ali da to još uvijek ne sačinjava sve, već da je čovjek i dobar stručnjak ipak presudni faktor. Taj se pak ne da tako brzo stvoriti kao što se daje stroj nabaviti i instalirati! Prema tome su dobri kadrovi jednako tako, a često još i važniji, međutim za njih treba ipak stanoviti razvojni period obuke i formiranja koji se ne može preskočiti ili naročito smanjiti.

S druge strane ni automatizacija sa njenim suvremenim riješenjima i pomagalima, koja neosporno riješava mnoge probleme, nije lijek i sredstvo za svaki slučaj.

Postoji kao što je poznato za svaki proizvodni slučaj jedan optimalni stupanj automatizacije prema slici 7.1, ovisan o veoma mnogo većinom specifičnih i regionalnih faktora, koje treba

vrlo brižljivo i savjesno ispitati, da bi se tek onda sa odgovara-

jućim oprezom pristupilo povišenju automatizacije strojeva i proizvodnih sredstava, kako se nebi prelaženjem tog optimalnog područja došlo ponovno u nerentabilno područje, kako to slika načelnog prikaza zorno pokazuje.



slika 7.1 Ovisnost cijene proizvoda o stepenu automatizacije utjecajem mjero-
davnih faktora investicije opreme, alata
i energije, te utrošene nadnice.

Sličan diagram dobivamo i u ovisnosti sa povišenjem kvalitete tolerancija i obrade. Prema tome oprez sa svim nužno ne potrebnim povišenjima automatizacije i kvalitete proizvoda!

Nadamo se da će ovi naši skromni prilozi u koje je veoma mnogo vidljivog, a još više nevidljivog truda uloženo, uroditi prema našoj namjeri plodom, te doprinijeti raščišćavanju mnogih pojmova, u smislu pravilne ocjene raznih postojećih suvremenih mogućnosti proizvodne tehnike i njihovih noviteta, zainteresiranim korisnicima, pa završavam porukom: „bolje je tri puta proučiti, nego jedamput u brzini odlučiti“!



X SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA

Beograd, 9 - 10. oktobra 1975. godine

V. B. Šolaja +)

OBRADA REZANJEM - UVODNI REFERAT ++)

1. Uvod

Posmatrana na nivou sopstvenog istraživanja i razvoja, obrada rezanjem je prepuna raznovrsnih pitanja i sadržina, novih zapažanja i fakata, pojedinačnih fenomena i kompleksnih vremenskih procesa, izazova za sve šire i dublje ulaženje u prirodu raznovrsnih i zamršenih interakcija, pri čemu je nemoguće sagledati kraj za radoznalost istraživača, za entuzijazam i maštu u iznalaženju i trasiranju novih i novih avenija ili za mogućnosti da se stalno dograđuje zgrada Nauke o rezanju. Autor referata mora, međutim, da uvaži činjenicu da za proizvodno mašinstvo kao celishodan skup tehnika, tehnologija i ljudi, specifičnog praktičnog znanja i iskustva i niza dopunskih pitanja u funkcionisanju osnovnog sistema udruženog rada i sredstava i njegovih daljih članova (OOUR, OUR i više forme udruživanja), obrada rezanjem predstavlja deo obradnih i proizvodnih sistema koji se ograničava na fizički proces rezanja i na rezne alate (jednosečne, višesečne i mnogosečne).

Uvodnim referatima za dve druge tematske oblasti jubilarnog X savetovanja proizvodnog mašinstva obuhvaćene su znatno šire oblasti - alatne mašine i procesi u njima (obuhvatajući re-

+) Dr. Vladimir B. Šolaja, dipl.ing., red. profesor Mašinskog fakulteta, direktor Instituta za alatne mašine i alate, Beograd, 27. marta 80

++) Autor izražava zahvalnost Poslovnom udruženju jugoslovenske industrije alata ALAT, Beograd, na nekim studijama i analitičkim podacima, a takodje i svojim saradnicima i kolegama, Prof. Dr.-Ing. J. Staniću, Prof. Dr.-Ing. D. Vukelji, Doc. Dr.-Ing. M. Jovičiću i Dr.-Ing. B. Popoviću, na nekim prikupljenim informacijama.

zanje, deformaciju i odvajanje, a takodje i nekonvencionalne procese) i primena kompjutera u konstrukciji, pripremi proizvodnje i upravljanju proizvodnim sistemom, sa formulisanjem koncepta proizvodne kibernetike. Nalazeći se između alternativnih mogućnosti da izradi jedan monografski pregled područja relevantnih istraživanja i razvoja, sa navodom i komentarom niza specifičnih istraživačko-razvojnih dostignuća, ili da u jednom veoma škrtom tekstu istakne samo jedno pitanje, okružujući ga sa par sažetih prilaza, autor se, uprkos sopstvenog profesionalnog deformiteta u smislu prve, odlučio za drugu mogućnost pristupa temi. Navodeći ovu polaznu dilemu veruje se da se čitalac koji poznaje proizvodnu stvarnost metalne industrije i prati stručno-naučnu literaturu iz oblasti obrade rezanjem može saglasiti sa ovim opredeljenjem.

Problematika rezanja je, eksplicitno ili implicitno prisutna na praktično svim dosadašnjim savetovanjima proizvodnog mašinstva. Sa ukupno 102 naslova informacije iz rezanja učestvuju sa 26% u Bibliografiji radova u toku deset godina. Kao autori se javljaju saradnici svih institucija - članica Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva, i to sa udelom većim (86%) no u ostalim sektorima oblasti (78%). Van Zajednice je 11% priloga iz industrije (nema, međjutim, informacija velikih jugoslovenskih proizvodjača reznog alata, članova Poslovnog udruženja ALAT) i 3% iz instituta i škola. Gotovo 70% doktorskih disertacija odbranijenih u SFRJ u oblasti proizvodnog mašinstva se odnosi na problematiku koja se kreće oko rezanja. Ovo par podataka može da ukaže na visoku zastupljenost rezanja u našim IR-programima i aktivnostima.

Pitanje koje se u referatu želi postaviti je: da li činjenice - (i) da, uprkos porastu učešća drugih metoda za oblikovanje mašinskih delova, rezanje učestvuje sa oko 70% u celokupnom izlazu delova metalne industrije (ovo približno prati i učešće opreme), (ii) da jedna ozbiljna prognoza tehnološke budućnosti, uz značajne inovacije na planu obradnih sistema, upravljanja i učešća direktnog rada, ne predviđa revolucionarne smene do 2000 godine, (iii) da se cena rezanja u industrijski razvijenim zemljama kreće do 5% od društvenog prihoda, ili (iv) da su i u svetu prisutna obimna i raznovrsna istraživanja u oblasti rezanja, -

predstavljaju pozitivne argumente u opravdavanju ovog napora? Ili, bliže praktičnim zadacima kojima bi IR-delatnost u proizvodnom mašinstvu trebalo prevashodno da služi - da li tekuća stvarnost odista odgovara optimumu u strateškom ešaloniranju svih IR-resursa radi obezbeđe ciljeva Društva u delu koji zavisi od efikasnosti i konkurentne sposobnosti proizvodne funkcije metalne industrije?

Od niza pitanja koja se pri ovako koncipiranom osnovnom pitanju mogu postaviti u uvodnom referatu, i bez želje da se njegove poruke eventualno konfrontiraju sa optimizmom vrednih saopštenja inače najbogatije tematske oblasti Savetovanja, neka bude dopušteno da se pokuša, oslonjeno na odabrane, u njima i istorijske ulaze, usmeriti pažnja na narednim stranicama na sintezu mogućnog odgovora.

Za razliku od fundamentalnih istraživanja u Nauci, sa, međutim, izuzećem tehničko-tehnoloških nauka i u njihovom krugu proizvodnog mašinstva, naučna istraživanja su u našem slučaju po prirodi stvari u presudnoj meri uslovljena ozbiljnim ograničenjima, uz samo dopustiv nivo slobode u programskom opredeljenju. Ograničenja proističu iz materijalnih kretanja i uspostavljanja odnosa pri udruživanju rada i sredstava u proizvodnoj funkciji metalne industrije - resursa vezanih za ljude, investicijsku opremu i druga sredstva poslovanja, kao i za proizvodne tehnologije. Uz neotuđljivo pravo i dužnost Nauke da učestvuje u prognozama budućnosti, programske sadržine specifičnih IR-delatnosti bi trebalo da budu verifikovane anticipiranim nužnostima sredine, no istorijski i neki praktični razlozi navode da se u narednom tekstu taj redosled unekoliko izmeni.

Drugi se odeljak posvećuje stoga jednom sažetom preseku kroz IR-delatnosti u obradi rezanjem, a naredna dva prirodnom materijalnom i dohodovnom ambijentu - reznim alatima u upotrebi i prometu, sa istaknutim nekim specifičnostima naših okolnosti, i obradljivosti pri rezanju kao tehno-ekonomskoj kategoriji, zajedničkoj praktično celokupnoj metalopreradi. Sa porukama tri ulaza - istraživanje kao dinamička kategorija napredovanja, alati kao materijalna pretpostavka mašinske industrijske proizvodnje i sama proizvodnja u segmentu radnih postupaka u kojima se materi-

jal reže stvarajući pritom strugotinu - pokušava se u završnom odeljku dati, ako već ne definitivni odgovor, a ono bar nacrt mogućnog komentara uz izabrano ključno pitanje uvodnog referata - da li, koliko i kakvih istraživanja obrade rezanjem u nas.

2. Istraživanje obrade rezanjem

Obrada rezanjem je osnovni proces u metalopremadi, i kao takav je rođen i rastao u krilu metaloprerađivačke prakse usavršavanjem veštine i akumulacijom iskustva, metodom "probaj i greši" (trial and error), inherentnom mnogim sredinama u kojima se odvija proizvodni rad sa definisanim materijalnim ciljevima. Različiti postupci oblikovanja mašinskih delova iz metala i drugog materijala rezanjem zasnovani su na plastičnom tečenju u zoni rezanja pri relativnom kretanju alata i obratka, pri čemu su prisutni mehanizmi odavna budili radoznalost ljudi bliskih profesiji. Dva su mogućna dobra razloga za to: (i) saznati nešto više o prirodi svakodnevnih pojava u ambijentu vezanom za poziv i egzistenciju, i (ii) iznaći mere koje će unaprediti efekte izlaza.

Složene pojave u zoni rezanja pri formiranju strugotine i trenja po ledjnoj i grudnoj površini alata, uz vrlo visoke intenzitete pritisaka, brzina promene stanja, temperatura i fizičko-hemijskih interakcija su odavna, prenete u prostor laboratorije i naučnog interesovanja, postale predmet traganja za odgovorima na oba pitanja. Zametna količina informacija za poslednjih 30-tak godina ^{+) i} aktuelnost novina prepušta, međjutim, zaboravu radove nastale u oblasti rezanja u prošlom i početkom ovog veka. Oni, međjutim, mogu da budu važni za razumevanje tekućih dilema i saznanja, pošto su mnogi teorijski stavovi o načinu formiranja strugotine, silama rezanja, habanju ili obradljivosti uspostavljeni jednostavnijim metodama i pre 1900 godine.

Buran razvoj metalne industrije polovinom prošlog veka

^{+) Jedan pregled specijalizovane stručno-naučne literature u svetu može da pokaže visoko učešće (i do 50%) priloga teoriji rezanja ili odgovarajućih tehničko-tehnoloških aspekata, sve do nailaska tema kao što su tehnološka organizacija i grupna tehnologija, primena kompjutera u upravljanju proizvodnjom ili moderni obradni sistemi i numeričko upravljanje. Još uvek idući tradicionalnim empirijskim stazama pokušava se, uslovljeno zahtevom vremena, učiniti i nove prodore.}

praćen je i prvim istraživanjima rezanja: u vremenu 1851 - 1865 su M. Cocquilhat, F. Wiebe i M. Joessel ^{+) ,} razmatrajući formiranje strugotine, postavili prve relacije za silu rezanja u obliku $F = K \cdot A$, gde je A presek strugotine, a K konstanta materijala. Kao jedan od prvih radova u tehnološkoj ilustraciji teorije plastičnosti H. Tresca je 1873, ispitujući deformaciju pri rendisanju olova, opisao pojavu sabijanja strugotine, dok je u vremenu 1870 - 1877 J. Tjme proces rezanja vezao za ravan smicanja (A. Mallock je 1881 dokazao egzistenciju ravni smicanja posmatranjem preseka zone rezanja pod mikroskopom), što su nastavili P. A. Afanasjev i A. V. Godolin posle 1880. A. Haussner je 1892 zapazio naslagu na sečivu i izradio jednodimenzionalni dinamometar na principu elastične deformacije, što je 1896 usavršio G. Sellergren, objavivši i eksperimentalne rezultate. Monografije K. A. Zvorykina i A. A. Briksa krajem prošlog veka sadrže dotadašnja znanja o silama, i 1898 je bila postavljena prva jednačina koja povezuje smicanje u toj ravni sa otporima rezanja, što je tek pola veka potom bilo formulirano u kapitalnom radu E. M. Merchant-a [2] (Merchantova konstanta C). U isto se vreme S. Rejtö zanimao za deformaciju kristalne gradje pri rezanju.

Ogroman podstrek za tehniku i tehnologiju obrade rezanjem predstavlja pronalazak brzoreznog čelika klasične formula 18-4-1 (F. W. Taylor i White, prva demonstracija na Pariskoj svetskoj izložbi 1900 godine), što je inspirisalo radove o novim mogućnostima obrade rezanjem (do 1905, F. Reuleaux, O. Thallner ili M. Kurrein). 1905 je H. Fischer razradio izraze za sile rezanja, a iste je godine J. F. Brooks prikazao prve fotografske mikrosnimke zone rezanja. N. N. Savin - docnije prvi profesor mehaničke tehnologije na Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu po njenom osnivanju 1919 godine - se u periodu 1905 - 1910 posvetio toplotnim pojavama pri rezanju i dejstvu hladiva, dok je F. W. Taylor 1907 objavio rezultate 26-godišnjeg prvog sistematskog ispitivanja obradljivosti pri rezanju sa razvojem empirijskih zakonitosti za postojanost alata. Ove i danas služe kao osnova za različite, docnije predložene proširene obrasce i optimizacijske proračune.

⁺⁺⁾ Zbog opasnosti da reference zauzmu odviše prostora, navode se pregledi u kojima se iznose bibliografski podaci, pa se tako za period 1850 - 1940 upućuje na [1].

1907 je u SAD razvijen nov alatni materijal, stelit (Haynes). H. J. Brackenbury i G. M. Meyer obaveštavaju 1911 o svojim kalorimetrijskim ispitivanjima rezanja, a u vremenu do prvog svetskog rata N. N. Savin i H. W. Friedrich eksperimentalno utvrđuju temperaturu rezanja, uz pokušaj drugog da to koristi u modelu ekonomske brzine rezanja. U to je vreme W. Ripper izveo prva ispitivanja habanja alata, a G. Schlesinger je utvrdio porast otpora sa habanjem (Šlezingerov kriterijum).

Između dva rata su važan doprinos znanju u oblasti rezanja dale katedre i laboratorije na tehničkim visokim školama u Nemačkoj, sa ranim radovima pod rukovodstvom G. Schlesinger-a, H. Klopstock-a, W. Hippler-a, i uz pojavu 1926 prvog izdanja poznate monografije F. W. Hülle-a. U Engleskoj se E. G. Coker 1922 prvi koristio fotoelastičnošću pri izučavanju formiranja strugotine, a W. Rosenhein i A. D. Sturney su 1925 izveli klasifikaciju oblika strugotine. Već 1921 je J. G. Usačev koristio termoelemente za merenje temperature rezanja, a 1925 su E. G. Herbert i, nezavisno, K. Gottwein razvili postupak jednog noža.

1923 je Schröter dobio patent za sinterovani tvrdi metal koji je kao "Widia" izašao na tržište 1926, a M. Kronenberg je 1927 objavio prvo izdanje svog kapitalnog dela o osnovama nauke o rezanju. U tom se vremenu različitim metodama pokušava razjasniti formiranje strugotine: 1928 E. G. Herbert analizuje mikrofotografije snimaka preseka zone rezanja "zamrznutih" pri brzini rezanja od 50 m/min, a S. Patkay proučava koren strugotine pri bušenju, dok A. Wallich i H. Opitz 1930/1931 to rade pri ispitivanju obradljivosti čelika za automate. S. Išii na Svetskom inženjerskom kongresu u Tokiju 1929 referiše o mikroskopskoj kinematografiji korišćenoj u istraživanju rezanja, a F. Schwerd u vremenu 1931 - 1936 koristi tu tehniku za utvrdjivanje nastajanja i života naslage na sečivu. 1927 M. Okochi i M. Okoshi su razvili piezoelektrični metod merenja sila, a K. Gottwein je sproveo obimne radove o hladjenju i podmazivanju pri obradi metala rezanjem. 1930 su A. Wallich i H. Dabringhaus predložili tzv. ahenške tablice za postojanost v_{60} za različite vrste konstrukcijskog čelika, čeličnog liva i livenog gvoždja. C. Salomon je prvi 1929 merio sile i temperature primenom oscilografa, a 1931 je patentirao primenljivost vrlo velikih brzina rezanja (za čelik do

750 m/min). W. Leyensetter je 1932 u izučavanju rezanja uveo pojam sabijanja strugotine, Renninger je 1934 pokušao sa primenom rendgenskih snimaka pri ispitivanju obradjene površine, a K. Gottwein i W. Reichel su 1936 patentirali postupak sa dva noža za utvrđivanje temperature rezanja. Merenje širine pojasa habanja na ledjnoj površini alata kao parametra postojanosti su 1937 uveli A. Wallich i F. Hunger.

Na Lajpciškom prolećnom sajmu 1937 godine su izloženi prvi keramički alati, a W. Osenberg je 1938 izneo podatke o njihovoj primenljivosti u obradi plastičnih masa. Tridesetih godina broj radova na temu obradljivosti veoma raste, i kao autori se mogu istaći F. Rapatz, H. Schllbroch, F. Schwertfeger - takodje i činjenica da je A. Šahnazarov, profesor Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu objavio rezultate temperaturnih ispitivanja rezanja primenom noža sa razdvojenim sečivom. Počinjući 1935, pokušava se sa razjašnjenjem formiranja strugotine primenom teorije plastičnosti i teorije loma (V. Piispanen i J. Krystof).

Za upoznavanje sa informacijama objavljenim u oblasti rezanja od 1873 važna je i bibliografija sa 1250 naslova (O.W.Boston)

Kratak pregled danas mahom zaboravljenih radova, nastalih u periodu 1850 - 1940, pokazuje da su veoma rano bili u principu postavljeni i sa tadašnjom ispitnom tehnikom realizovani postupci za utvrđivanje sila, habanja i postojanosti, a da su osnovni teorijski stavovi formulisani na prelazu dva veka. Obimna empirijska istraživanja prvih četrdeset godina ovog veka, uslovljena dobrim delom i izazovima velike inženjerske industrije u Evropi i SAD i novim alatnim materijalima (brzorezni čelik, stelit, tvrdi metal i keramika), naznačila su mnoge pojave pri rezanju i dovela do različitih, kvantitativno iskazanih zakonitosti. Zbog kompleksnosti svih okolnosti i pojava u zoni rezanja nisu, međjutim, uspela da dovedu do kvalitativno novih saznanja. Kao nastavak ranijih teorijskih radova koje su izveli J. Time, H. Tresca ili K. A. Zvorykin, taj novi kvalitet je bio omogućen uvodjenjem teorije plastičnosti u fundamentalnom radu objavljenom tek 1945 [2].

U posleratnom vremenu, bližem današnjem dobu naših proizvodnih stručnjaka, napori u istraživanju u cilju razvoja i unapređenja proizvodne funkcije metalne industrije, a u tome rezanja,

umnožili su se do mere kada nije jednostavno sačiniti iole kompletan, uz to koncizan pregled istraživačkih linija i rezultata, istraživačkih institucija i autora.

Materijali prezentovani na dosadašnjim savetovanjima proizvodnog mašinstva mogu, međjutim, u tome pomoći. Na III savetovanju u Ljubljani dat je, uz oslon na 56 referenci u posleratnom periodu do 1966 godine, presek kroz osnovne probleme koji se susreću pri obradi rezanjem [3], dok je u uvodnom referatu IV savetovanja iznet sistematizovan pregled 140 informacija iz svetske literature objavljenih 1967 godine, uz poredjenje sa 26 domaćih informacija iz te godine [4], a slično je uradjeno i na V savetovanju [5], s time da je u 150 referenci iz 1968 i 1969 godine iznet i kritički stav prema 18 saopštenja iz oblasti alatnih materijala, teorije rezanja, obradljivosti, kratkih postupaka, kvaliteta površina, krutosti alata i posebnih problema glodanja i testisanja, koje su za savetovanje pripremili domaći autori. U uvodnom referatu VII savetovanja [6], je, bez posebnog osvrta na svetsku literaturu, dat prikaz 28 saopštenja uvrštenih u program tematske grupe Obrada rezanjem. Konačno, moguće je navesti i referat o stanju razvoja tehnologije rezanja i grupne tehnologije [7] na Simpozijumu o Makroprojektu "Razvoj i optimizacija obradnih sistema za individualnu, maloserijsku i srednjoserijsku proizvodnju" održanom septembra 1970 godine na Bledu, u kome se 85 referenci odnosi na radove iz oblasti rezanja nastalih u 1970 godini.

Pre, međjutim, no što bi se ukazalo na neke poruke izvesnog broja odabranih radova iz poslednjih nekoliko godina, neka bude dozvoljen pokušaj da se u množini posleratnih informacija iz gotovo 200 istraživačkih institucija u svetu koje su sa rezultatima svojih istraživanja prisutne u literaturi, pokuša uvesti izvesno grupisanje po metodološkom pristupu i ciljevima istraživanja. Po našem ukusu reč je o sledećih sedam osnovnih istraživačko-razvojnih orijentacija:

- (i) Fundamentalna istraživanja mehanike rezanja, plastičnog tečenja i formiranja strugotine, temperaturskog polja, fenomena habanja u uslovima adhezije i difuzije i sl. - uprkos velikom broju radova sa različitim pristupima i koriš-

ćenim aparatom, još se uvek nije došlo do jedne zaokružene teorije.

- (ii) Nastavljanje predratnih empirijskih istraživanja: koristiće veoma usavršenu ispitnu tehniku, a takođe i statističko planiranje eksperimenata, u toku je velik broj istraživačkih programa (mahom vezanih i za trening istraživačkih kadrova i sticanje naučnih stepeni) sa identifikovanjem sve užih područja interesovanja u oblastima habanja alata, sila rezanja, zvuka, toplotnih pojava, korelacije habanja i dimenzijske tačnosti i hrapavosti, integriteta obradjenih površina, kratkih postupaka itd; važno pitanje je razvoj sredstava i metoda za detekciju fenomena odgovarajućim senzorima i pretvaračkim kolima, koji mogu predstavljati interesantna rešenja u adaptivnom upravljanju i automatizaciji procesa.
- (iii) Interakcija dinamičkih pojava u sistemu mašina - alat - obradak i samog procesa, s obzirom na varijabilnost izlaza, posebno u pogledu postojanosti alata. Vrlo korisni pristupi su razvijeni primenom teorije stohastičkih procesa i odgovarajuće instrumentalne tehnike. Važna linija može biti traganje za podesnim intervencijama u medjuprostoru mašina - alat.
- (iv) Raniji pokušaji optimizacije režima rezanja s obzirom na iskorišćenje mašine i alata: akumulisani podaci, prevashodno u SSSR (na primer [8] i niz docnijih sovjetskih dela) omogućuju da se zasnovano na empirijskim proširenim obrascima za postojanost i sile rezanja postavi postupak za utvrđivanje režima rada u pripremi proizvodnje: taj postupak bio je u nas korišćen u toku dodiplomskih studija kao primer svojevrsnog optimizacionog postupka [9]. Uz dovoljnu pouzdanost ulaznih podataka i razvoj podesnih kompjuterskih programa može, u vezi sa (v), da pruži određene mogućnosti u praktičnoj primeni.
- (v) Obezbeđivanje podataka i održavanje banki tehnoloških podataka, sa tendencijom da se od koncepta centra za podatke o režimima rezanja (Cutting Data Center) predje na koncept centra za proizvodne i tehnološke informacije (Prod-

uction Information Center) - o čemu ima više reči u četvrtom odeljku.

- (vi) Unapredjenje i razvoj novih alatnih materijala: razvoj brzoreznih čelika s kobaltom, molibdenom i/ili povišenim procentom ugljenika, zatim dobijenih metalurgijom praha, nove vrste tvrdog metala, posebno sa tvrdim keramičkim prevlakama, oksid keramički alati, alati od bor-nitrida (Borazon ili Elbor) - o nekim pitanjima ima više reči u narednom odeljku.
- (vii) Razvojna istraživanja u cilju unapredjenja performansi reznih alata, ojačanje površina, optimizacija geometrije ili prilagodjavanje datim radnim uslovima, uključujući "trouble-shooting" intervencije.

U traženju racionalne mere pokrivanja perioda 1971 - 1975 godina informacijama o IR-rezultatima iz obrade rezanjem i reznih alata, autor se zaustavio na (i) 21. - 25. Generalnoj konferenciji CIRP 1971 - 1975 godine, uvodnim referatima [10] - [18], (ii) saopštenjima 23. (24 saopštenja) [19], 24. (17) [20] i 25. (17) [21] Generalne konferencije CIRP, (iii) japanskoj publikaciji povodom 24. Generalne konferencije CIRP u Japanu 1974 godine [22] i (iv) 15. Kolokvijumu o alatnim mašinama u Ahenu 1974 godine [23], dok čini osvrt samo na odabrana pitanja iz (i) i (ii).

J. Pomey razmatra fizičko-mehaničke teorije rezanja, F. Le Maître i D. Bizeul se zanimaju periodičnim fenomenima pri diskontinualnom smicanju, a R. H. Brown i H. S. Luong uočavaju nove pojave u zoni smicanja. Mehaničke osobine materijala uvode N. Alberti i A. Passananti, dok se C. Spaans zanima za naprezanje u zoni rezanja. R. Weill i dr. koriste fotoelastičnost, T. Vinh i A. Wafa izučavaju visokoplastične parametre obojenih legura, a J. C. Furrer povezuje zaobljenje sečiva sa oblikom strugotine.

Pored pregleda stanja izučavanja temperatura rezanja [14], G. Spur i H. Beyer identifikuju temperatursko polje daljinskom termografijom, dok V. Šolaja i D. Vukelja s jedne i L. V. Colvel s druge strane istražuju korelaciju habanja alata i temperature. Pored konfrontiranja različitih gledišta i teorija o naslazi na sečivu [17], R. Mahino i dr. proučavaju pojavu naslage pri reza-

nju mesinga.

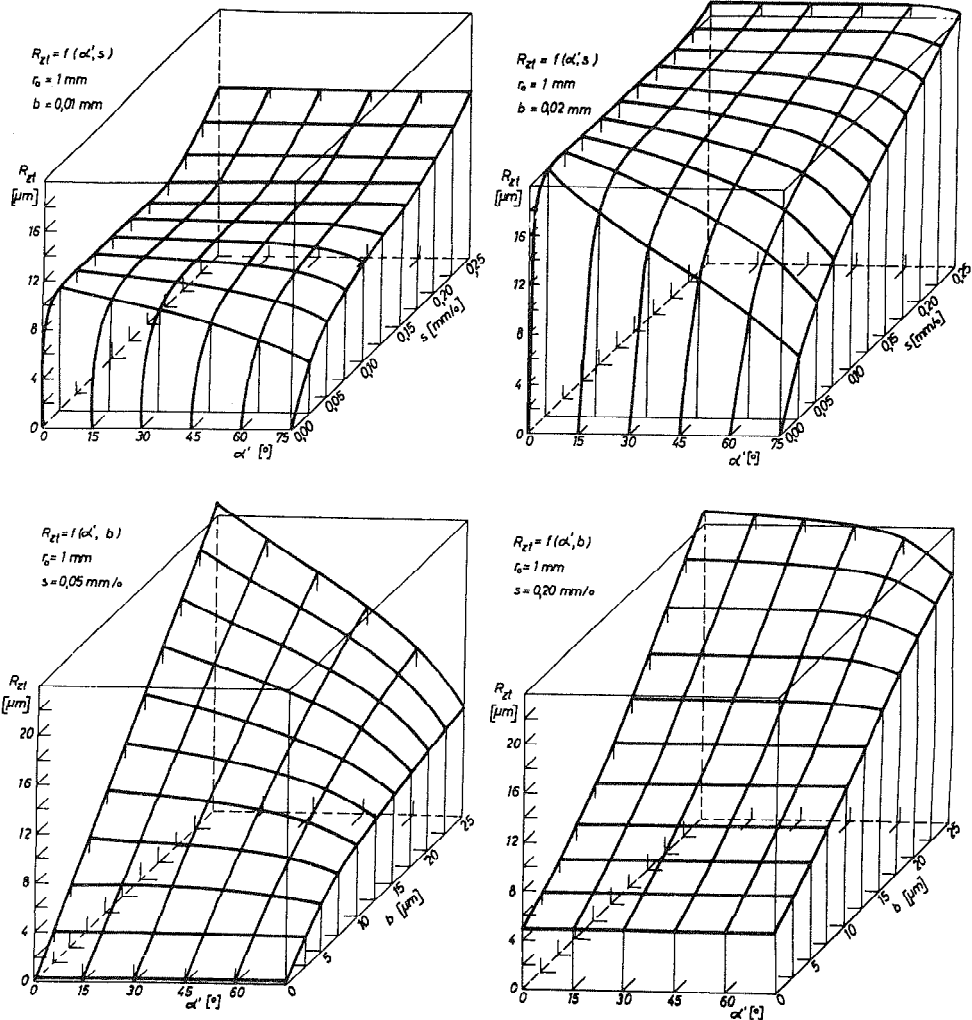
Identifikaciju procesa rezanja preko analiza spektra izvodi T. Sata i dr., a J. Peklenik i dr. razvijaju on-line identifikaciju procesa rezanja.

Pregled znanja o dinamičkom koeficijentu rezanja dat je u [10], a pored daljeg priloga merenju sila rezanja (S. Enache, E. Strajescu), J. C. Furrer ispituje uticaj zaobljenja sečiva na sile, a R. Geslot i J. Girard utvrđuju sile rezanja pri obradi na strugu brzinama do 3600 m/min. B. Lindström pokušava da nadje međuzavisnost stabilnosti i postojanosti pri obradi na strugu.

Velik je broj priloga iz habanja alata. E. Lentz i Z. Katz iznalaze vezu habanja ledjne površine i dužine kontakta strugotine na grudnoj površini, a K. Uehara odnos zapremina habanja ledjne površine i kratera. L. W. Colwell i dr. dokazuju pojavu koncentrisanog habanja pri maloj debljini strugotine, dok K. Uehara i dr. povezuju veličinu delića habanja i mehanizma habanja alata. E. Kuljanić ispituje uticaj krutosti, a M. Ikona i Y. Inani vibracija na habanje alata. A. Ishata i dr. se zanimaju EP hladivima i njihovim efektima na smanjenje habanja alata, dok H. Weber s jedne i L. W. Colwell s druge pokušavaju da razviju metode za kontinualno ispitivanje habanja alata u toku rezanja.

Teško obradljive materijale ispituje N. Zorev, G. Odin i dr. se usmeravaju na nove vrste čelika sa sumporom, dok M.G. Stevenson i dr. pokušavaju da iznadju vezu između fundamentalnih karakteristika materijala i obradljivosti.

Na integritetu površina kao zajedničkom terminu za stanje površinskog sloja i topografiju u obradi i eksploataciji su u pogledu fenomenologije i mernih metoda bila izneta dva važna pregleda [11], [13], a pregled radova o kvalitetu površina pri obradi na strugu iznet je u [18]. Može se navesti i domaći prilog korelacije koncentrisanog habanja strugarskog noža i kvaliteta površine [24], sa ilustracijom predikcija prema teorijskom modelu na slici 1. Kvalitetom površine u smeru rezanja bave se F. Betz i H. J. Hovinga, bočnim tečenjem materijala pri struganju A. J. Pekkharin i C. A. Gieszen, a zaostalim naponima K. Okushima i Y. Kakino. D. Bizeul i F. Le Maître obraćaju pažnju na periodičnu deformisanost obradjene površine.



Slika 1 - Kvalitet površine u zavisnosti od veličine i oblika habanja strugarskog noža [24]

K. Uehara razvija dva kratka postupka za ispitivanje reznih karakteristika alata (hemijska analiza depozita habanja i primena varijabilnog otpora na ledjnoj površini).

A. C. van der Wolf ukazuje na značaj strukturnih parametara za otkaz karbidnog alata, T. N. Loladze izučava prirodu krtog loma alata, a N. Zorev i W. Ostapijan njihovu dinamičku čvrstoću.

Pouzdanošću alata u pogledu varijacije postojanosti se bave J. G. Wager i G. Lorenz.

W. König i K. Essel daju pregled novih alatnih materijala, P. G. Weenstra i dr. ispituju termoelektrične karakteristike tvrdog metala, I. Ham istražuje habanje tvrdog metala sa TiC prevlakama, a W. W. Carson i dr. oksidkarbidne metalokeramike.

Različitim problemima ekonomike i optimizacije se posvećuju G. L. Ravignani (jednačina produktivnosti u ekonomici rezanja) G. Jakobsson, G. F. Micheletti i dr. (statistički model s kompjuterskim programom), H. J. Jacobs i A. Knörich, J. Buda i M. Kovač.

Problemima pojedinih operacija se bave F. Tuffentsammer (duboko bušenje), tačnošću pri bušenju J. H. Kahng i I. Ham, J. C. Tanguy i R. Geslot, Y. Hasegawa i O. Horiuchi. Na razvrstanju radi M. Y. Friedman i dr., a problemima vretenastih glodala J. Tlusty i P. McNeil.

Na kraju je korisno istaći i studiju o primeni IR-rezultata obrade rezanjem u različitim zemljama [15].

Završavajući ovim odeljak koji treba da omogući prvi ulaz za nalaženje odgovora na pitanje postavljeno u uvodu, ističe se da pregled 19 radova koji su izneti u okviru tematske grupe Obrada rezanjem pokazuje da su i njima zahvaćena neka od pitanja na dnevnom redu međunarodnih konferencija, s time da se ovde odustaje od njihovog detaljnijeg pregleda i/ili analize.

3. Rezni alati kao predmet proizvodnje i prometa

U ukupnoj proizvodnji jugoslovenskih alata, rezni alat za metal, kao predmet ovog referata, učestvuje sa preko 60%, pri čemu je 95% smešteno u okvire planova Poslovnog udruženja ALAT. U ukupnoj proizvodnji metalne industrije SFR Jugoslavije rezni alat učestvuje po vrednosti sa nepuna 3%, ali po uticaju koji ima na nivo njene produktivnosti, na smanjenje troškova i ekonomičnost poslovanja, na postizanje traženog kvaliteta, stvarni je uticaj svakako veći.

Od 20 jugoslovenskih proizvođača alata - članova Udruženja ALAT, sedam proizvodi i rezni alat: Fabrika reznog alata FRA - Čačak, Industrija alata IAT - Trebinje, Jugolat JAL - Novi Sad,

Jugorapid - Zagreb, Prvi partizan PP - Titovo Užice, Železarna Ravne - Ravne na Koroškem i SINTAL - Zagreb. Radi ilustracije osnovnih programskih i poslovnih pokazatelja ovih organizacija, u Tablici 1 je prikazan pregled asortimana u programu proizvodnje kako se sa stanjem 1975 godine vodi u Poslovnom udruženju. Pritom

Tablica 1 Proizvodnja reznih alata

Naziv alata	Preduzeće									
	FRA	IAT	JAL	JUGOR.	PP	PPT	Ravne	SINTAL	Pobeda ^{*)}	ZCZ ^{*)}
Spiralne burgije	+	+								
Ostale burgije	+	+						+		+
Zabušivači		+								+
Razvrtači	+		+							
Provlakači			+							+
Urezn. i narezn.	+	+								+
Vret. glodala	+		+						+	+
Pločasta glodala	+		+						+	+
Glodačke glave			+			+				
Tester. glodala			+	+						
Segm. testere		+	+				+			
Lisn. testere				+						
Strug. nož BČ		+	+	+			+			
Strug. nož TM		+	+	+		+		+		
Tvrđi metal					+			+		

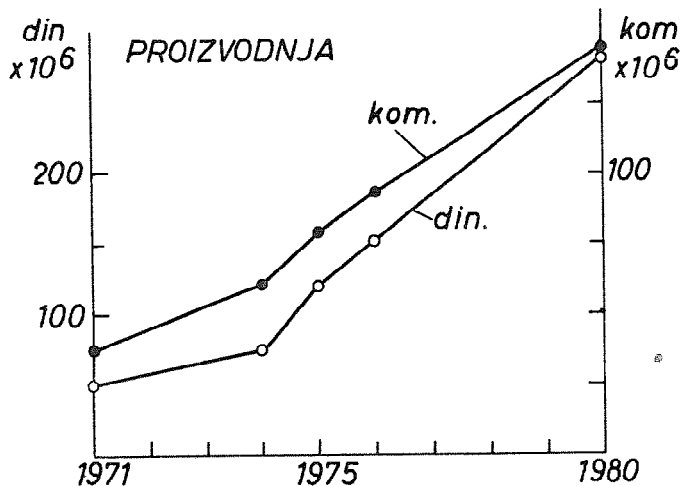
^{*)} Izvan Udruženja: ALAT

su uvedeni i podaci za preduzeće Pobeda - Goražde i Fabriku specijalnog alata Zavoda Crvena Zastava - Kragujevac, koji proizvode

rezne alate i za tržište, a nisu članovi Udruženja. Na slikama 2 i 3 se, nadalje, prikazuje kretanje proizvodnje i plasmana reznih alata jugoslovenske proizvodnje.

Na osnovu samo ovih odabranih podataka i određenog uvida u domaću proizvodnju reznog alata moguće je konstatovati značajan napredak u vremenskom periodu od petnaest godina od formiranja Udruženja: danas se proizvodi asortiman osnovnih standardnih reznih alata potreban domaćem tržištu, u kvalitetu koji omogućava da se dobar deo izvozi iz redovne proizvodnje. Zapažaju se svakako mnoga preklapanja pro-

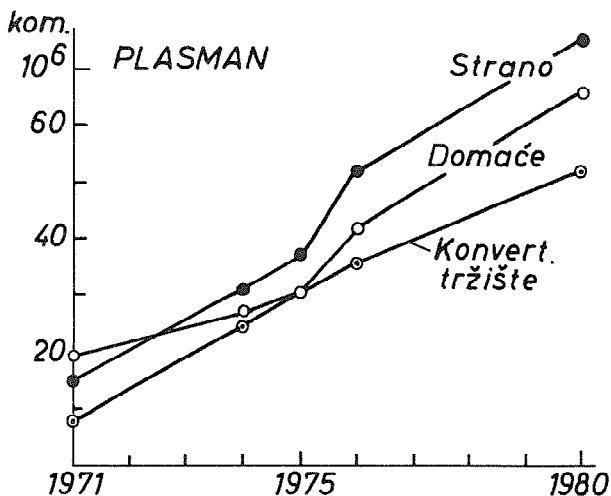
grama proizvodnje, sa za sada još uvek nedovoljnim efektom samoupravnog dogovaranja u pogledu veće specijalizacije i sužavanja programske orijentacije sa ciljem daljeg povišenja kvaliteta, poslovne efektivnosti i konkurentnosti u odnosu na uvoz +) i



Slika 2 - Ukupna proizvodnja reznih alata proizvođača - članova Udruženja ALAT u periodu 1971 - 1980 u novčanim i količinskim pokazateljima

na svetsko tržište, na što, međjutim, znatan uticaj može da ima, pored subjektivnih, svakako i niz okolnosti koje su mahom van direktne kontrole proizvođača. Nadalje se očekuje u 10-godišnjem periodu 1971 - 1980 povećanje jugoslovenske proizvodnje reznih alata po broju komada sa indeksom gotovo 4, a po vrednosti oko 5,5, dok je njihov plasman na stranim tržištima veći nego na domaćem, uz veoma velik udeo konvertibilnog tržišta. Treba takodje pomenuti da

+) Zahvaljujući određenim merama politike i instrumenata uvoza, a uz nedostatak regulative u pogledu obavezne provere performansi alata (u tome i reznih), često se uvoze rezni alati nižih kvaliteta od domaćih.



Slika 3 - Plasman proizvodnje reznog alata proizvođača - članova Udruženja ALAT na domaće i strano tržište (iskazano posebno za konvertibilno) u periodu 1971 - 1980 godine u količinskim pokazateljima

u jugoslovenskoj proizvodnji reznog alata FRA - Čačak i IAT - Trebinje učestvuju do sada sa 50 - 60%, a da će uključujući za 1980 godinu i JAL - Novi Sad, na kraju planskog perioda njihovo učešće u jugoslovenskoj proizvodnji reznog alata činiti preko 85%.

Nije, međjutim, namera da se referat posveti detaljnom izveštavanju o brojnim podacima koji mogu da kompletiraju ilustraciju stanja jugoslovenskih proizvođača reznih a-

lata, njihove sposobnosti za hvatanje koraka sa evropskim i svetskim nivoom, i njihove vizije mesta koje rezni alat treba da zauzme u prioritetima društvenih vrednosti i uloge koju treba da odigra u podizanju nivoa i efektivnosti proizvodne funkcije jugoslovenske metalne industrije u godinama koje dolaze, već se pažnja posvećuje dvama odabranim pitanjima: (i) problem materijala za reprodukciju kao osnovni ulaz kod proizvođača reznih alata, i (ii) prisustvo IR-delatnosti u tehničko-tehnološkom i posbvnom napredovanju jugoslovenskih proizvođača reznih alata.

Polazeći od činjenice da su osnovni materijali za reprodukciju brzorezni čelik na bazi W, Cr, V - Mo, Co, i kod alata sa tvrdim metalom, metalokeramika na bazi WC i Co, ili WC-TiC i Co, valja istaći (i) da je učešće čelika u ukupnim troškovima proizvodnje svih alata značajno i da se kreće od 35 do 45%, i (ii) da na osnovu planova razvoja i proizvodnje domaćih železara proizilazi da će izvori snabdevanja proizvođača alata u periodu 1976 - 1980 godine biti oko 75% iz domaće proizvodnje, a oko 25% iz uvoza. Kada se, međjutim, ovo spusti na nivo reznog alata postaje jasno

(i) da je do kraja perioda 1971 - 1975 godine kod reznog alata učešće čelika poraslo od planiranih 33% na oko 42%, i (ii) da se uz režim uvoza po planskim kontingentima i poteškoće koje u vezi s tim imaju proizvođači alata - uvoznici čelika, i uz sada važeću visoku carinsku stopu, ova situacija posebno reperkutuje na proizvođače reznog alata, pošto su za praktično 100% svojih potreba za brzoreznim čelikom upućeni na uvoz. Radna pretpostavka je bila, naime, da će domaće železare u periodu 1971 - 1975 godine poseliti proizvodnju brzoreznog čelika na 1200 t, dok danas železare uopšte ne isporučuju ove materijale za reprodukciju jugoslovenskim proizvođačima reznog alata. Svakako da je razrešenje ovog pitanja van mogućnosti referata, ali se sa aspekta Nauke i Istraživanja sa puno opravdanja i uz mnoge argumente može postaviti pitanje da li 2000 - 2500 t brzoreznog čelika sada ili 3000 - 4000 t 1980 godine nije dovoljno krupna stavka i atraktivna propozicija za nalaženje adekvatnijih rešenja u okviru za ovaj slučaj vrlo jasno sagledivih jugoslovenskih reprodukcioni celina, za što svakako da postoji dovoljno tehno-ekonomskih i tehnološko-poslovnih razloga, kao i kadrovskih i ostalih pretpostavki, ali isto tako i razlozi zasnovani na širem društvenom interesu s obzirom na zahteve stavljene pred kompleks proizvodnog mašinstva u realizovanju Društvenog plana razvoja Jugoslavije za period 1976 - 1980 godine.

Sigurno je, međjutim - i to je razlog što se u referatu ne mogu predložiti svim društvenim razlozima argumentovana konkretna operativna rešenja - da uprkos ogromnog napredovanja u daljem rezvoju visokokvalitetnih alatnih materijala za rezni alat +) (po sebi inicira ozbiljne intelektualne izazove na kreativnost kruga domaćih stručnjaka - metalurga i poslovnu privlačnost za železare - proizvođače progresivnih shvatanja i ambicija, ali isto tako uslovljava i stratešku poziciju zemlje u pogledu obezbede proizvodne funkcije metalne industrije) da okolnosti koje proističu iz šireg društvenog prognoziranja budućnosti, a odlučivanje

+) Pomenimo samo američki patent N.1297748 od 6.5.1971 (S. Gary) za brzorezni čelik dobiven metalurgijom praha (C 1 - 1,4%, Cr 4 - 6 %, V 1 - 1,5 %, W 7,5 - 13 %, Mo 3,5 - 7 %, Cp 9 - 15 %, tvrdoća po termičkoj obradi 71 HRC, postojanost do četiri puta veća u odnosu na konvencionalni brzorezni čelik), ili napore u razvoju superbrzoreznog molibdenskog čelika sa 1,1 - 1,25 % C i 5 - 12 % Co (klasa M.40 [27])

je situirano na višem nivou, mogu u okvirima ograničenih sopstvenih resursa da imaju prevagu, čega radi se na račun ovih, moguće nedovoljno značajnih asortimana i količina prednost eventualno da je potrebama za koje se pretpostavlja da su momentano i/ili za budućnost značajnije i kritičnije.

Još uvek se gotovo 70% mašinske obrade u svetu izvodi alatima iz brzoreznog čelika, i nije iskazana rešenost da se on u potpunosti zameni drugim alatnim materijalima. Od alternativnih mogućnosti je pre svega reč o sinterovanoj metalokreamici (cermet) zasnovanoj na klasičnom sastavu $SiC - TiC - TaC - NbC - Co$, zatim na $TiC - Ni/Mo$ (u DR Nemačkoj su činjeni pokušaji i sa $Al_2O_3 - Mo$), zatim na supertvrdom kubičnom borovom nitridu, koji se 1973 godine javlja kao nov alatni materijal i na Zapadu (Borazon [28]) i na Istoku (Elbor, Kubonit [29]), a u manjoj meri o keramičkom alatnom materijalu na bazi Al_2O_3 (procenjuje se da je učešće keramičkih alata u svetskoj primeni oko 1%), i dijamantu (prevažadno veštačkom). S obzirom da dva domaća proizvođača tvrdog metala - istovremeno i alata na bazi ovog materijala - (SINTAL - Zagreb i, odnedavna, Prvi Partizan PP - Titovo Užice) sa proizvodnjom od oko 60 t/god. pokrivaju, uz neznatan izvoz, oko 90% domaće potrošnje, a da su prisutni i svojevrsni problemi, posvećuje im se u referatu odredjeni prostor. Autor ističe ovim povodom i sugestije Mr. D. Duževića, šefa razvoja tvrdih metala u poduzeću SINTAL - Zagreb, inače pisca više interesantnih napisa o relevantnoj problematici [30].

Problemi koje bi u vezi sa domaćom proizvodnjom i plasmom tvrdog metala valjalo istaći leže na tri plana: (i) na planu mogućnosti da se sopstvenim razvojem i transferom znanja i tehnologije prati svetski razvoj tvrdog metala, radi mogućnosti ostajanja na tržištu, (ii) na planu strateškog položaja reprodukcijom materijala za izradu tvrdog metala u svetu (100% uvoz), i (iii) na planu mogućnosti za delimično rešenje problema recikliranjem.

Novi prodor do koga je došlo 1969 godine kombinovanjem relativno žilave podloge sa veoma tvrdim, pritom veoma tankim prevučeniim slojem TiC (u kombinaciji i sa nitridom titana, ali i sa principijelnim mogućnostima primene borovog karbida, silicijevog

karbida i drugih keramičkim prevlaka), sa danas u pretežnoj primeni okretnih pločica ⁺⁾, ukazuje na verovatnoću daljeg uspešnog razvoja, sa novim hemijskim sastavima sloja, varijacijom njegove debljine radi prilagodjavanja specifičnim okolnostima i razvojem supertvrdih prevlaka u više slojeva. Pred mogućnostima za dalje povišenje performansi ovog alatnog materijala stoji ogromno područje kreativne delatnosti - fundamentalna istraživanja strukturalnih svojstava metalne i keramičke faze, uvodjenje submikroskopskih karbida u strukturu ili izostatsko kompaktiranje pri sinterovanju (postupak Krupp, sa pritiskom do 3000 at, čime se povećava jačina na savijanje 30 - 70%, a na sabijanje 10 - 20%), da se pomenu samo neka. Tu je svakako i onaj deo bliži proizvodnom inženjeru - mašincu u eksploataciji: inovacije radi istovremenog iskorišćenja prednosti velikog pozitivnog grudnog ugla (uz rub sa negativnim uglom) i takvog preuzimanja sila rezanja da se pločica opterećuje samo na pritisak, ojačanje (zaobljavanje) sečiva različitim tretmanima ili izbor optimalnih režima rada. Svakako da izazovi koji proističu iz očekivanog brzog razvoja tvrdog metala i u budućnosti postavljaju, u svetskim razmerama veoma male proizvođače ovog alatnog materijala u nas (i to dvojicu) pred velika i specifična iskušenja u održavanju svojih pozicija na domaćem i u osvajanju stranih tržišta.

U sastavu tvrdog metala ima, samo orijentaciono, po težini oko 85% WC, 10% Co i 5% kubičnih karbida (pretežno TiC), a strateški deo predstavlja W (73% svetskih rezervi je u NR Kini) i Co (polovina svetskih rezervi je u Kongu i Zambiji), što proizvođače u svetu stavlja u veliku zavisnost od mogućnosti međunarodnog prometa. Izbegavajući spekulacije oko celishodnosti eventualnih napora da se u zemlji bar delimično razvije sopstvena primarna sirovinaska baza za proizvodnju tvrdog metala, ono što je najnepovoljniji ishod činjenice da jugoslovenski proizvođači 100% zavise od uvoza sirovina na jednom vrlo osetljivom području cirkulacije međunarodne trgovine i odnosa, jeste što postoji teška disproporcija u odnosu na plasman kada se za poredjenje uzmu pro-

^{+) Pločice jednostrukog iskorišćenja, throw-away tips, sa mehaničkim vezivanjem na telo alata umesto lemljenja, pri čemu zabrinjava u odnosu na svet visoka tražnja i primena klasičnih lemljenih noževa u nas.}

izvodjači reznog alata iz brzoreznog čelika: za razliku od ovih, koji konstantno više od polovine svog proizvoda plasiraju na strano, većinom konvertibilno tržište, i na taj način obezbeđuju uvoz materijala za reprodukciju, u slučaju tvrdog metala je deo proizvodnje koji se izvozi gotovo simboličan: po vrednosti od oko 3% početkom sedamdesetih godina, popeo se u tekućoj godini na oko 7%, dok se planskim elementima za period 1976 - 1980 godine predviđa da se svega oko 4% domaćeg tvrdog metala plasira u inostranstvo. Ne komentarišući razloge za ovu situaciju, ona je za dalji normalan rad domaćih proizvodjača tvrdog metala krajnje kritična, pošto nije u skladu sa odgovarajućim društvenim instrumentima i pretpostavljenim normama ponašanja u međunarodnoj razmeni roba i usluga.

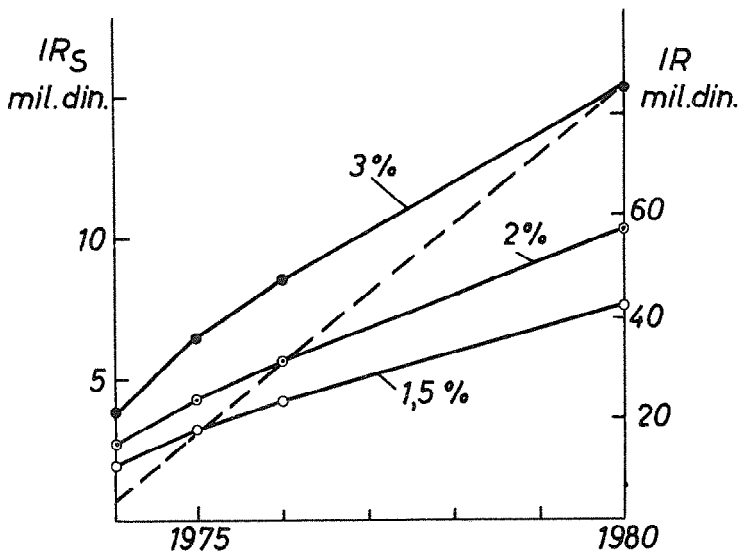
Rešenje, delimično ili u blizini potpunog leži, međutim, u vrlo privlačnoj mogućnosti recikliranja: sakupljanju istrošenih, mehanički vezivanih pločica, njihovom razgrađivanju u sastavne delove i u ponovnom konsolidovanju.

U našim uslovima - to je takodje i svetski problem koji zahteva veliku pažnju i posebnu disciplinu - recikliranje uopšte predstavlja poseban društveni izazov: prema nedavnim podacima Odbora za sekundarne sirovine Privredne komore Jugoslavije, od 3 mil. t različitih industrijskih otpadaka u jugoslovenskoj privredi prikupi se i koristi za dalju preradu 1,2 mil. t (pored toga se za uvoz ovih sirovina godišnje izdvaja preko 100 mil. dolara). U tome svakako da nesrazmeran udeo po stvarnoj vrednosti - novčanoj i strateškoj - može da čini onaj deo od svega nešto preko 60 t godišnje utrošenog tvrdog metala u nas koji habanjem alata nije u toku rezanja dezintegriran. Prema informacijama proizvodjača [30], SINTAL već pola decenije razvija i koristi izvorni proces recikliranja tvrdog metala. Postignut je u tome tehnološki nivo koji omogućava intenziviranje kružnog postupka, a njime se, u prenosnom smislu, rudnici iz Kine, Kongoa i Zambije prenose u jugoslovensku metalnu industriju. Uprkos rešenja na ovaj način jednog za budućnost inače nerešivog problema, mogu se očekivati neobično velike poteškoće i otpori, i trebaće veoma ozbiljnih društvenih intervencija da se nerazumevanje, inercije, neodgovornost i sve ostale prepreke u tom kružnom kretanju eliminišu: pre svega kod samog proizvodjača tvrdog metala, zatim kod korisnika - metalne industrije, a ne manje i u tokovima prometa.

Drugo pitanje istaknuto u prvi plan ovog odeljka je prisustvo IR-delatnosti u tehničko-tehnološkom i poslovnom napredovanju jugoslovenskih proizvođača reznih alata.

Iskazujući ovaj napor prevashodno posredstvom finansijskih pokazatelja, imaju se u vidu: (i) ciljevi Društva iskazani u Društvenom planu razvoja Jugoslavije za period 1976 - 1980 godine porastom ulaganja u IR-delatnosti od 1,1% nacionalnog dohotka 1975

godine na 2,2% u 1980 godini, (ii) neminovnost da industrija u celini, a metalna posebno, ulaže u IR delatnosti koje služe njenom napredovanju više od proseka, (iii) da je u zemljama sa sličnim stanjem industrije pre 10 - 20 godina ulagano oko 2,5 - 3,5% prihoda



Slika 4 - Procena finansiranja IR-aktivnosti u proizvodnji reznih alata 1974 - 1980 godine

iz proizvodnje alata za relevantna istraživanja, i (iv) da je Privredna komora Jugoslavije u jednoj ranijoj analizi pokazala da se od sredstava koja jugoslovenska industrija usmerava na istraživanje i razvoj u proseku 18% odnosi na učešće samostalnih specijalizovanih instituta, što je tada bilo ocenjeno kao odviše nisko [31].

Sa ovim okvirima se na slici 4 prikazuje očekivano ulaganje proizvođača reznog alata - članova Poslovnog udruženja ALAT u IR-delatnosti u periodu 1974 - 1980 godine po osnovi usmeravanja 1,5%, 2% odn. 3% ukupnog prihoda u ove svrhe respektivno, s time da se desna ordinata IR odnosi na ukupna sopstvena ulaganja, a le-

va IR_g na nivo saradnje sa spoljnjim institutima, obračunate prema minimalnoj stopi Privredne komore Jugoslavije. Sa razumnom pretpostavkom da će za ostvarenje planiranog nivoa proizvodnje i za održavanje konkurentne sposobnosti na tržištu biti neophodno da 1980 godine ukupno ulaganje proizvođača reznih alata u IR-delatnosti dostigne 3% od prihoda, dok prve planske 1976 godine to treba da bude bar 2%, povučeno je isprekidanom linijom takvo očekivanje. Vidi se da bi po tome od iznosa u 1975 godini na nivou od IR = 18,1 mil. din, odn. IR_g = 3,3 mil. din, 1976 godine sopsstveno ulaganje trebalo da sprovede na IR = 31,6 mil. din, odn. IR_g = 5,7 mil. din, da bi 1980 godine bilo ostvareno IR = 84,5 mil. din, odn. IR_g = 15,2 mil. din. Pritom se mora istaći da su ovo veoma oprezne pretpostavke, u kojima se anticipira veoma snažno učešće unutrašnjih snaga na istraživanju i razvoju. Sve ovo važi, naravno, pod uslovom da celokupan koncept o Nauci kao aktivnoj snazi napredovanja nije nerealan, i da su s druge strane u njenom krilu razvijeni programi, znanja i iskustva, kao i repertoar intervencija neophodan za realizaciju takve uloge.

Smatrajući članove Zajednice jugoslovenskih naučnoistraživačkih institucija koji u svojoj IR-delatnosti neguju znatnim delom i istraživanja reznih alata i rezanja, kao neposredne i prirodne, prve partnere jugoslovenskim proizvođačima alata, mora se nažalost konstatovati da u pretpostavljenom ukupnom prihodu svih ovih članova učešće proizvođača alata u 1975 godini je daleko ispod predviđenog, inače minimalnog iznosa od 3,3 mil. dinara, što bi činilo oko 13,5% prihoda članova Zajednice te godine po osnovi IR-delatnosti.

U pokušaju jedne objektivne analize razloga zbog kojih je stvarna poslovno-tehnička i istraživačko-unapredjivačka saradnja jugoslovenskih proizvođača reznih alata i IR-institucija toliko niska, znatno niža od najniže procenjenih potreba, valja uvažiti i činjenicu da su neke saradnje započete još i pre formiranja istraživačkih institucija u nas i da su uspešno negovane sve ovo vreme (kao primer se može navesti dugogodišnje Partnerstvo preduzeća IAT - Trebinje i FRA - Čačak sa Institutom za alatne mašine i alate IAMA - Beograd). Stiče se utisak da jedan od razloga sa strane industrije može biti ogromno naprezanje tankog sloja vodećih ljudi u toj industriji da prevaziđu mnoga iskušenja u tekućim o-

perativnim zadacima i hodu poslovanja, uz ambiciozne planove proširenja i daljeg rasta, i često preterano velika očekivanja sredine, a isto tako i pritisak da se hronično nedostajuća slobodna sredstva angažuju na perspektivno gledano verovatno manje odlučujuće, ali za život danas ili sutra svakako presudnije namene. Uz uvaženje svih realnih nedaća kroz koje ova elitna industrija konstantno prolazi, autor nema smelosti da donese sud o voljnoj politici kratkog daha ili o želji da se budućnost posmatra bez učešća Nauke u njoj, no u jednom vremenskom preseku koji odgovara jubilar-
nom susretu proizvodnih stručnjaka cele zemlje, oseća se odgovornost da se na takvu opasnost sa punom ozbiljnošću ukaže.

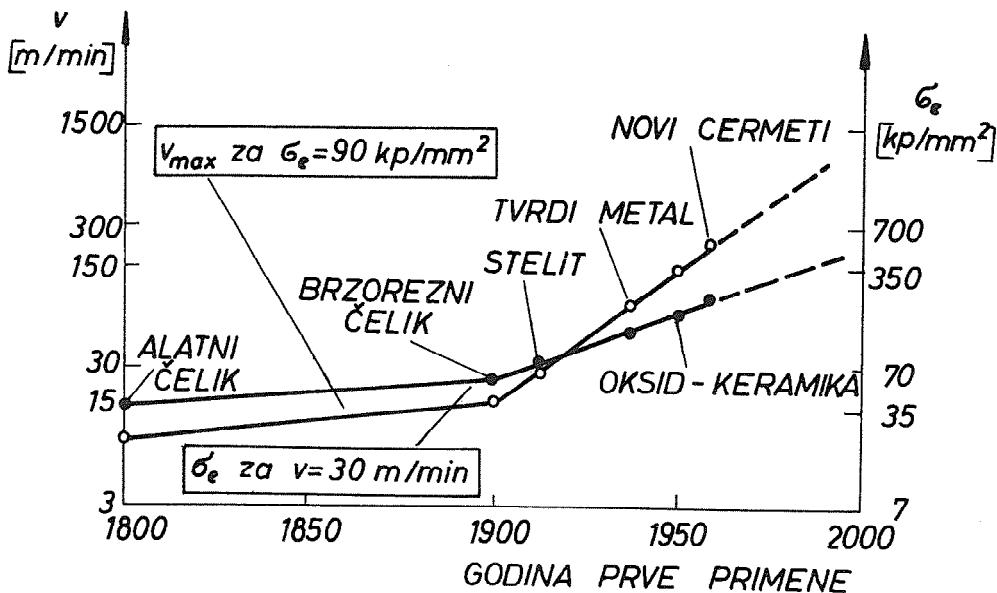
Referatom nisu posebno zahvaćene IR-dimenzije u nekim vrstama obrade koje se ponekad (na primer, CIRP, ali i Poslovno udruženje ALAT) raspoređuju u posebne grupe - reč je o brušenju i ostalim mehaničkim postupcima fine obrade, kao i o obradi drveta. Zbog jugoslovenske proizvodnje abrazivnih sredstava i alata za obradu drveta, koji su, prema tome, ostali izvan prethodnog razmatranja, i zbog bar delimičnog kompletiranja slike, nužne su još samo dve kratke dopunske informacije.

Sklopom okolnosti Poslovno udruženje ALAT ne obuhvata proizvodjače tocila, brusnih traka, belegija i bruseva, kao i abrazivnih pasta, pa, bez daljih podataka treba navesti da je pet specijalizovanih jugoslovenskih proizvodjača abrazivnih sredstava udruženo u Poslovno udruženje BRUS - Beograd: Comet - Zreče, Idnina - Kratovo, 8. mart - Ada, SWATY - Maribor i Zagrebačka industrija abraziva ZIA - Zagreb.

Pošto se uvodni referat ograničava na alate i obradu rezanjem metala, nije obuhvaćena ni jugoslovenska proizvodnja alata za obradu drveta, a reč je o sledeća tri preduzeća - člana Poslovnog udruženja ALAT: INOMAG - FAAL - Bačka Topola, KORDUN - Karlovac i TRO - Prevalje. Njihova proizvodnja od oko 1,2 mil. komada (u vrednosti od oko 80 mil. din) 1971 godine dostiže oko 2,3 mil. komada (200 mil. din) 1975, a predviđa se za 1980 godinu 3,7 mil. komada (320 mil. din), uz minimalan izvoz (ispod 1% do 1975 i ispod 2% 1980 godine).

4. Obradljivost - tehnoeekonomska kategorija industrije prerade metala

Za razliku od sredina u kojima se odvijaju aktivnosti koje su predmet prethodna dva odeljka i njihove međuzavisnosti, metalna industrija je osnovni korisnik (i) sredstava za proizvodnju - alatnih mašina, alata, pribora i ostale proizvodne opreme, i (ii) tehnologije mašinske obrade i tehnološke organizacije, sa relevantnim znanjima, iskustvima i merama do kojih se dolazi sopstvenim sazrevanjem i sticanjem kompetencija, i transferom (know-how ili licencne tehnologije) iz samostalnih instituta ili inostranstva. Metalna industrija je stoga osnovno mesto gde se verifikuje valjanost oba ulaza - u razmatranom slučaju reznog alata i inovacijsko-unapređujuće funkcije u obradi rezanjem koju obezbeđuje domaća IR-delatnost.



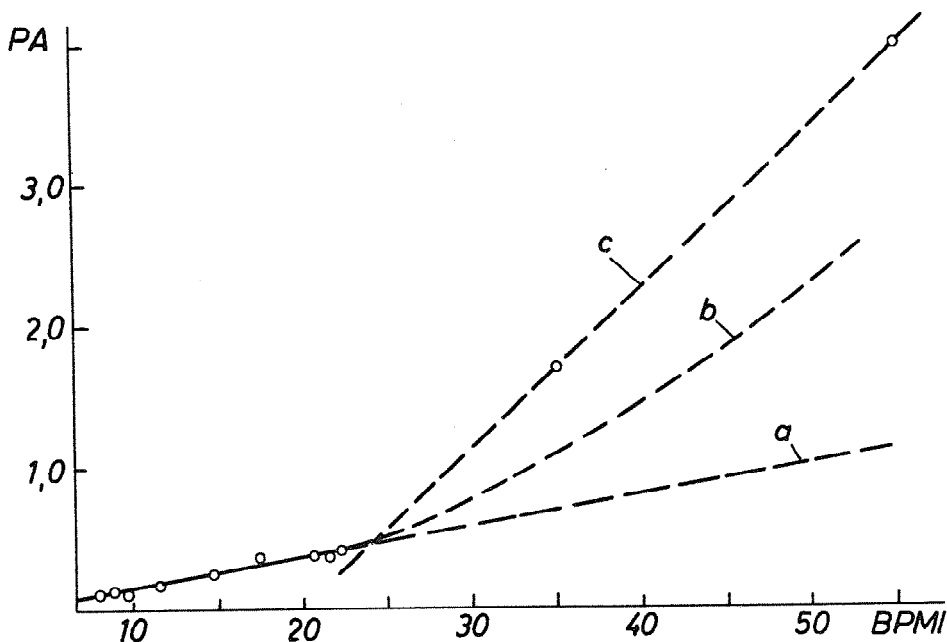
Slika 5 - Trendovi brzine rezanja i čvrstoće obratka u zavisnosti od vremena iznalaženja novih alatnih materijala

Usmeravajući odeljak na način koji će prema konceptu referata zaokružiti ulaze za odgovor postavljen u uvodu, od većeg broja mogućnih odabrane su za kratku raspravu tri grupe pitanja: (i) spremnost metalne industrije za prihvatanje povećanog intenziteta

mašinskog rada, (ii) obezbeđa ulaza koji će omogućiti oprimizaciju efekata obradnih sistema sa stanovišta alata i procesa rezanja, i (iii) mogućna dimenzija potreba metalne industrije SFRJ za intervencijama u oblasti reznih alata i rezanja.

Prvu grupu pitanje je moguće započeti sa dve izabrane informacije.

U pokušaju da se u prognozi brzina rezanja koje treba očekivati u budućnosti sa razvojem alatnih materijala i novih materijala za reprodukciju povišene čvrstoće uradi to još 1959 godine



Slika 6 - Jugoslovenska potrošnja alata PA u zavisnosti od bruto produkta metalne industrije BPMI, u mrd.din

primenom metode ekstrapolacije vremenske serije, došlo se [25] do situacije prikazane na slici 5, pri čemu je stvarnim nailaskom nove vrste metalokeramike krajem šezdesetih godina (prevučeni tvrdi metal), što je uneto kao naknadni podatak, taj trend bio i potvrđen.

U studiji o problematici jugoslovenske proizvodnje i plana alata iz 1969 godine [26] je u predviđanju buduće potroš-

nje alata učinjena prognoza linearnom ekstrapolacijom vremenske serije potrošnje u vremenu 1960 - 1968 godine u funkciji bruto produkta metalne industrije SFR Jugoslavije - prava a na slici 6. Još na diskusiji u okviru grupe za marketing na savetovanju IV SKUPS održanom 1971 godine u Vrnjačkoj Banji, autor ovog referata je insistirao - vodeći računa samo o tehnološkim aspektima koji zahtevaju bržu potrošnju alata nego što je to porast bruto produkta metalne industrije - da se taj linearni trend zameni krivolinijskim - kriva b. Podaci o stvarnoj potrošnji alata u SFR Jugoslaviji 1974 godine, kao i predviđanje Poslovnog udruženja ALAT za njegovu potrošnju 1980 godine, zasnivaju se na činjenici, odnosno pretpostavci još bržeg porasta te potrošnje - prava c.

Bez obzira što je u drugom slučaju reč o alatu uopšte, a ne samo reznom, oba primera sugerišu povišenje intenziteta rada alatnih mašina - povišenje brzina rezanja, količine strugotine u jedinici vremena, skraćanja komadnog vremena (na što, svakako, utiču i druge okolnosti - paralelno agregatiranje operacija ili mehanizovanje ciklusa), što ima svoje direktne efekte na ambijent radionice u metalnoj industriji. U uslovima adekvatno stručno i politički osposobljenih radnika - samoupravljača, interesima zajedništva vezanih samoupravno udruženim radom, ne bi u principu trebalo očekivati pomanjkanje spremnosti da se nove okolnosti prihvate. Ne može se, međjutim, negirati mogućna odbojnost udruženog rada prema izmenama koje mogu da poremete ustaljene odnose dohodovanja i raspodele, što može da inače neophodne smene učini težim nego što bi to trebalo da je nužno. Ovaj moment je, bez obzira što po svojoj suštini pripada oblasti radne psihologije i društvenog reagovanja, posebno važan, pošto može da predstavlja objektivne smetnje za inovacije, uključujući i IR-intervencije pri razvoju i uvođenju novih reznih alata, sa povišenjem proizvodnosti i smanjenjem norme kao posledicom.

U pristupu drugom postavljenom pitanju - obezbeda ulaza koji će omogućiti optimizaciju efekata obradnih sistema sa stanovišta alata i procesa rezanja - treba razmatranje ograničiti na one podsisteme koji su pritom relevantni za razmatranje: rezni alat, radni predmet - obradak ^{+) i fizički proces rezanja. Sva os-}

^{+) Pominje se da korišćenje termina pripremak, obradak i izradak,}

tala medjudejstva (kinematika, energija, stabilnost alatne mašine i pomoćnog pribora i drugi spoljni uticaji i poremećaji), kao i događaji u vremenu (transport, držanje i stezanje, odn. odvodjenje priprema, obradaka i izradaka, zatim različiti vremenski gubici i sl.) u razmatranju koje se po svom cilju ograničava na proces obrade rezanjem mogu se smatrati poremećajima.

Ako bi se, prema tome, pošlo od nagoveštaja koji u pogledu direktnog uticaja reznog alata i procesa rezanja na teorijski radni kapacitet alatne mašine sugerije poznat iz literature Sankey dijagram, reprodukovano uz unekoliko različitu interpretaciju u uvodnom referatu X savetovanja (odjeljak 2, slika 4) i u uvodnom referatu tematske oblasti Alatne mašine (odjeljak 5, slika 5.1), uočava se da je reč o intervencijama u kratkom efektivnom vremenu stvarnog rezanja od oko 6% u odnosu na teorijski mogućni fond ukupnog vremena, s time da različite spoljnje intervencije (NC- i adaptivno upravljanje, automatska izmena alata i obradaka, automatizovani radni ciklusi, linijsko povezivanje obradnih centara u automatizovane linije, automatizacija upravljanja i sl.) mogu ovaj udeo da povećaju u budućnosti do 78% kao maksimum. Bez obzira, prema tome, koliko alat ima stvarno vremena da reže - na što utiču faktori van njega i van samog fizičkog procesa uslovljeni, na primer, neradnim danima i smenama ili načinom dovodjenja priprema i odvodjenja izradaka - njime u tom raspoloživom vremenu treba uraditi što više.

koji se, iako neuobičajeni u srpskom govornom području, iznose kao alternative i u odgovarajućim kursivima na Mašinskom fakultetu u Beogradu, nalaze svoj pun smisao u ciklusu proizvodnje mašinskih delova kao osnovnih izlaza radnih sistema u kojima se reže: pripremak je sve ono što ulazi u radni sistem datog nivoa (poslovni, proizvodni, tehnološki i obradni sistem) radi transformacije oblika i/ili drugih karakteristika, pripremak postaje obradak od vremena i mesta ulaza u radni sistem datog nivoa, i to je u toku svih faza oblikovanja i oplemenjivanja, a izradak počinje po verifikaciji u pogledu kvaliteta i prelaska na dalje faze prerade u nekom drugom radnom sistemu, po ulasku u magacin ili u montažu. Prema tome, primarni materijali za reprodukciju u metalnoj industriji (šipke, profili, limovi iz čelika, plastičnih materijala i sl.), ali i već prethodno oblikovani delovi (odlivci, otkovci, otpresci i svi delimično obradjeni delovi u nekom drugom radnom sistemu datog nivoa) mogu da predstavljaju, već prema položaju koji zauzimaju u radnom ciklusu, pripreme, obratke ili izratke.

Pritom se "što više" odnosi na količinu materijala pretvore-
nog u strugotinu i/ili veličinu oblikovane površine uz specificira-
ni kvalitet dimenzija i hrapavosti, i to u težnji za optimalnim
kompromisom između brzine kojom se to postiže i potrebe da se me-
nja zatupljeni alat (vreme potrebno za njegovu zamenu, čime se sa
stanovišta posmatranog podsistema alat - obradak - rezanje sma-
njuje efektivno vreme korišćenja obradnog sistema, pored troškova
regeneracije alata i gubitka njegove početne vrednosti). U opti-
malni kompromis svakako ulazi i cena rada obradnog sistema, uklju-
čujući alatnu mašinu i ostalu proizvodnu opremu (sem reznog ala-
ta), živi rad i sve ostale kategorije dohotka i troškova u praksi
udruživanja rada i sredstava radi materijalne proizvodnje i zado-
voljenja opštih i ličnih potreba. Uz različite pristupe i uvodeći
prema prihvaćenim kriterijumima detaljisane strukture i sadržine
pojedinih činilaca poslovanja, dolazi se time do različitih opti-
mizacionih modela, a sa datim pretpostavkama i ograničenjima pos-
taje mogućan odбір rešenja koja su za objektivno uslovljeni ili
dogovoreni sklop okolnosti optimalna.

U sklopu razmatranog podsistema reč je prvenstveno o (i)
kvalitetu (nivou i ujednačenosti) reznog alata, inače prilagodje-
ne vrste i geometrije, u (ii) obradljivosti (nivou i ujednačeno-
sti) obratka. Respektujući dopunske uticaje usled, na primer,
netehnologičnosti izratka (uski zaseci, komplikovani oblici i sl),
karakteristika priprema (varijacija dubine rezanja, oksidna ko-
ra i sl.) ili primenjenog hladiva, omogućeno je definisanje naj-
podesnijeg režima rada (brzina rezanja, pomak i dubina rezanja).
Van podsistema, međjutim, glavni je uticaj interakcije mašine
(statička i dinamička stabilnost strukture i vitalnih podsklopo-
va, stanje funkcionalnih agregata, komponenti i delova - klizne
staze i vodeći elementi - snaga i njen prenos) i procesa, što
po redu veličine može da slično utiče na krajnje ishode kao i pr-
vi.

Pitanje pouzdanih podataka o režimima rezanja je odavno po-
stavljeno: ono je započeto kapitalnim delom Taylor-a pre 70 go-
dina [32], a već pre gotovo pola veka su bile razvijene prve ahe-
nske tablice postojanosti v_{60} [33]. Započeto je potom nastav-
ljeno i još uvek teče u velikom broju institucija i zemalja, dovo-
deći, uz osvedočenje u raznovrstan i zamršen splet posebnih uti-

cajnih faktora, do neobične množine podataka u svetskoj literaturi i mnogim priručnicima, čija univerzalna primenljivost nije, međutim, garantovana.

Dalje razmatranje se povezuje sa izabranim porukama nedavno održanog Međunarodnog seminara o centrima za informacije o obradljivosti ⁺). Polazeći od toga da je u svakom slučaju osnovni problem kako doći do osnovnih podataka, kako ih verifikovati i organizovati i kako ih učiniti operativnim za metalnu industriju, odabiru se samo dva pitanja koja su u nizu drugih bila predmet razmatranja (mogući nivoi centara i stvarne potrebe industrije), pri čemu se ona povezuju sa nekim jugoslovenskim naporima.

Mogućna su tri nivoa centara, bez obzira ko im je osnivač i gde su locirani (državne institucije, privatne organizacije ili služba velikog industrijskog sistema):

- Centar za podatke o rezanju (Cutting Data Center) - laboratorijsko utvrđivanje podataka o reznim alatima i režimima rezanja, njihova obrada i diseminacija,
- Centar za informacije o obradljivosti (Machining Information Center) - prikupljanje informacija iz različitih izvora, uključujući i sopstveni laboratorijski program, njihova obrada i diseminacija, sa obezbedom povratnih sprege, i
- Centar za proizvodne i tehnološke informacije (Production Information Center) - drugi nivo centra, proširen sa ostalim relevantnim dimenzijama proizvodnje i poslovanja (konstrukcija, tehnologija i upravljanje).

U pogledu drugog pitanja je moguće na osnovu rasprave na

⁺) Seminar je organizovan u okviru delatnosti Međunarodne institucije za istraživanje proizvodnog mašinstva C.I.R.P., radna grupa AMRI (Primena istraživanja obrade rezanjem u industriji), Naučno-tehničkog komiteta O (Optimizacija), 27. i 28. januara 1975 godine u Senlis-u, Francuska, učestvovala su 42 stručnjaka (uglavnom članovi CIRP), iznete su informacije o centrima i aktivnostima u Australiji, Belgiji, Francuskoj, Holandiji, Japanu, Jugoslaviji, Norveškoj, SAD, SR Nemačkoj i Švedskoj, i vodjena je diskusija o relevantnim pitanjima organizovanja, sadržina rada i povezivanja sa potrebama korisnika nacionalnih centara, i o njihovoj postupnoj evoluciji u centre za proizvodne tehnološke informacije.

Seminaru o oceni stvarnih potreba industrije za podacima o obradljivosti ⁺) istaći pet odgovora:

- potpuno novi procesi, materijali itd,
- procesi, materijali itd, novi za pojedino preduzeće (ili njegov deo - na primer, programeri),
- unapredjenje postojećih procesa zbog pojave novih alata i sl.,
- korekcija i stabilizovanje informacija o procesima koji su u tekućoj praksi, i
- registrowanje i primena postojećih podataka.

U nas se još i pre formiranja prvih institucija proizvodnog mašinstva, na samom početku šezdesetih godina, pokazala potreba za na sistematski način dobijenim skupovima polaznih podataka o obradljivosti pri rezanju jugoslovenskih materijala za reprodukciju jugoslovenskim alatima, te je uz prethodne pripreme 1965 godine započeta prva trogodišnja etapa jugoslovenskog projekta "Sistematsko ispitivanje obradljivosti pri obradi rezanjem domaćih konstrukcijskih materijala domaćim alatima - SIO", kome se 1975 godine završava peta dvogodišnja etapa i priprema se program za šestu ⁺⁺).

U okviru nedavno formirane JUPITER-zajednice, o kojoj ima reči i na X savetovanju [35] je osnovni njen projekat "Projektovanje, organizovanje i korišćenje Centra za proizvodno-tehnološke informacije (CePTI) za potrebe industrije prerade metala". Postoje njegove tesne sprege sa projektom SIO, pri čemu CePTI po ko-

⁺) Termin obradljivost se normalno koristi i kada je reč o mogućnosti da alat reže (reznjivost, cuttability) i o mogućnosti da se materijal reže (machinability); od značaja može da bude i mogućnost da se ostvari fini kvalitet površine (finishability)

⁺⁺) Uz finansijsko učešće Saveznog saveta za koordinaciju naučnih delatnosti, odnosno njegovog Fonda za naučni rad, su prvu trogodišnju etapu projekta SIO izvodili zajedno Institut za alatne mašine i alate IAMA - Beograd i Institut za strojništvo - Ljubljana, a dalje četiri dvogodišnje etape je nastavio prvi Institut. Više o projektu SIO se može videti u publikaciji Instituta IAMA pripremljenoj prilikom X savetovanja: u dosadašnjem 11-godišnjem izvodjenju je, pored društvenih fondova učestvovalo 20 preduzeća metalne industrije i željezara, a ukupno je uradjeno i upućeno korisnicima oko 200 listova dokumenta "Priručnik IAMA - Režimi rezanja".

nceptu odgovara centru na trećem nivou.

Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in kompjutersko tehnologijo - LAKOS, Fakulteta za strojništvo - Ljubljana, je u okviru Makroprojekta "Razvoj i optimizacija obradnih sistema za individualnu, maloserijsku i srednjoserijsku proizvodnju" - dela koji se izvodi u Ljubljani - osnovao Centar za informacije o obradljivosti. Primenjen je sistem obrade i evaluacije informacija INFOS (Informationszentrum für Schnittwerte na Laboratorium für Werkzeugmaschinen, T. H. Aachen, SR Nemačka), a izvodi i sopstveni istraživački program obradljivosti čelika i livenog gvoždja alatima iz brzoreznog čelika, metalokeramike i keramike.

Procena potreba metalne industrije SFR Jugoslavije za intervencijama u oblasti reznih alata i rezanja, kao veoma važnog ulaza za pitanje postavljeno u uvodu referata, zahteva da se, uključivši u razmatranje relevantne faktore i njihovu što realniju kvantifikaciju, pokuša sa jednom prognozom, slično kao što je to uradjeno u prethodnom odeljku sa reznim alatom, a u 3. odeljku uodnog referata za X savetovanje za celokupno proizvodno mašinstvo. Bez obzira na realnost takvog pristupa može se, slično kao što je to bilo uradjeno u uvodnom referatu IV savetovanja proizvodnog mašinstva [4], odredjena provera izvesti preko procenjene cene rezanja u SFR Jugoslaviji.

Pre svega se postavlja pitanje ko su, izuzimajući proizvođače reznog alata razmotrenih u prethodnom odeljku, prirodni potrošači IR-delatnosti u oblasti obrade rezanjem sem metalne industrije, u kojoj te operacije predstavljaju jednu od osnovnih sadržina rada, te je prema tome direktno zainteresovana za ishode napora usmerenih na mogućna unapredjenja. Dolazi se da su to proizvođači osnovnih materijala za reprodukciju: čeličane, metalurška preduzeća obojenih metala, a zatim, hemijska industrija kao proizvođač hladiva i sredstava za termičku obradu. Bez obzira što su se u projektu SIO kao značajni partneri pokazale čeličane +), po-

+) Kao pozitivan primer autor želi da istakne dugogodišnje učesnice Željezare Zenica - Zenica, i Željezare "Boris Kidrič" - Nikšić, u finansiranju projekta obradljivosti SIO.

lazi se od metalne industrije kao osnove.

Preuzimajući iz uvodnog referata za X savetovanje procenjene iznose minimalno mogućnog izdvajanja za istraživanje u proizvodnom mašinstvu od 70 mil. din u 1975 i 200 mil. din u 1980 godini, pitanje je, koliki je deo ovih iznosa razumno usmeriti na IR-intervencije radi unapredjenja obrade rezanjem. Prilikom procene tog iznosa valja imati u vidu ceo repertoar proizvodnog mašinstva koji ovde dolazi u obzir, te uprkos činjenice da se oko 70% svih obrada u našoj metalnoj industriji odnosi na rezanje, i svakako za samu obradu rezanjem nedovoljno indikativnog podatka da su u anketi sprovedenoj 1973 godine, i citiranoj u uvodnom referatu za X savetovanje, u 47% slučajevardne organizacije iskazale svoju potrebu za istraživanjima u oblasti alata i obradnih postupaka, moguće je oceniti da bi ovo učešće trebalo da se kreće na nivou od najmanje 15% od ukupnih sredstava. Na taj se način dolazi do ukupne mase sredstava koja bi mogla 1975, odnosno 1980 godine da predstavljaju novčani ekvivalent tržišta u okvirima metalne industrije (bez proizvođača alata i materijala za reprodukciju) za IR-delatnost u oblasti reznih alata i obrade rezanjem: 10,5 mil. din u 1975 i 30 mil. din u 1980 godini.

Ukoliko se podje od pretpostavke da umesto 5%, kao što je to u industrijski razvijenim zemljama, cena rezanja u SFRJ iznosi 2,5% društvenog prihoda, i uz ocenu da se IR-intervencijama njena efektivnost povećava godišnje za samo 1%, dolazi se do ekonomske efektivnosti IR-aktivnosti oko 800%, za što se čini da bi u datim okolnostima bila prihvatljiva propozicija.

5. Umesto zaključka

Koncept mogućnog odgovora na u uvodu postavljeno provokativno pitanje - da li, koliko i kakvih istraživanja obrade rezanjem u nas - čini se da je posle tri prethodna odeljka u dobroj meri približen stručnjaku - proizvodnom inženjeru i tehnologu - samoupravljaču u metalnoj industriji, a uz odredjene transformacije jasniji i različitim vidovima i nivoima udruživanja rada i sredstava u toj industriji, a takođe i telima samoupravnog interesnog dogovaranja i društvenog odlučivanja u sferi Nauke.

Bez pretenzija da se uradi radna verzija jednog kompletnog

i detaljnog programskog dokumenta o IR-delatnosti u oblasti reznog alata i obrade rezanjem - on bi, pre svega, trebalo da bude deo jednog takvog programskog koncepta proizvodnog mašinstva u celini - očigledno je korisno da se, u nizu mogućih poruka koje proističu iz prethodnih stranica, istaknu četiri grupe akcije koje bi verovatno mogle biti prisutne i u takvom dokumentu:

- (1) Usmereno fundamentalno i primenjeno istraživanje na onim temama teorije rezanja koje obećavaju korisne ulaze za unapređujuće intervencije, a imaju pritom jak teorijski kontekst, je i nadalje, mada sa moguće nešto revidiranim ciljevima i sadržinama, potrebno negovati iz bar dva razloga: (i) usmereni napori u izabranim oblastima, i uz bogatu krosfertilizaciju ideja, metoda i pristupa sa drugim oblastima nauke i istraživanja, može da dovede do korisnog razvoja i praktičnih rešenja (samo dva primera: identifikacija procesa i s tim u vezi razvoj senzora i upravljačkih kola, ili izučavanje fenomena u medjuprostora mašina - alat - proces), i (ii) to je veoma podesan prostor za trening visokokvalifikovanih kadrova - istraživača i razvojnih inženjera, neophodnih proizvodnom mašinstvu.
- (2) Veoma jako intenziviranje istraživanja u krugu proizvodnje alata je neophodnost - nije realno da se ova elitna industrijska grana i dalje kreće sa toliko malo sprege sa Naukom, koja, medjutim, mora da veoma ozbiljno preispita svoje pristupe i repertoare.
- (3) Koristeći dosadašnje rezultate napora i iskustva u sistematskom ispitivanju obradljivosti u nas, treba što pre prevazići prvi nivo koji je po suštini centar za podatke o rezanju, a sada uzak klub korisnika podataka o obradljivosti - industrijskih organizacija, proširiti u svojevrsan širok pokret, na linijama prikupljanja, obrade, verifikacije i korišćenja informacija. Obavezno u to treba uključiti i pitanja kao što su, na primer, ulazak pojma obradljivosti u odgovorna razmatranja proizvođača materijala za reprodukciju (imaju se u vidu i proizvođači odlivaka i otkovaka) ili obaveznost kontrole kvaliteta uvoznih i domaćih reznih alata.

- (4) Diseminaciju i razmenu znanja i iskustva u specifičnoj oblasti obrade rezanjem kao pokretačke snage u podizanju efikasnosti vitalnog dela proizvodne funkcije metalne industrije treba proširiti na širok krug proizvodnih stručnjaka svih nivoa, sa posebnim akcentom na odgovarajuće vidove obrazovanja kadrova i inovacije znanja.

Reference

- [1] E. Smejkal, Kurzer Abriss der Geschichte der Spannungsforschung (1850 - 1940), Wiss.Z.d.Hochsch.Karl-Marx-Stadt, 11 (1969) 641
- [2] E. M. Merchant, Mechanics of the Metal Cutting Process, I & II, J.App.Phys., 16 (1945) 5, str. 267, 6, str. 318
- [3] J. Peklenik, Z. Seljak, P. Leskovar, F. Roethel, B. Justin, Sodobna tehnika odrezivanja in njene razvojne smeri, Strojniški vestnik, 13 (1967) 65
- [4] V. Šolaja, Pregled istraživanja u oblasti reznih alata i rezanja u 1967 godini, Zbornik IV savjetovanja proizvodnog mašinstva, Sarajevo, 1 knj. (1968) 1.1
- [5] V. Šolaja, Obrada rezanjem - uvodni referat, Zbornik V savetovanja proizvodnog mašinstva, Kragujevac, knj, II (1969) 75
- [6] S. Sekulić, Obrada rezanjem - uvodni referat, Zbornik VII savetovanja proizvodnog mašinstva, Novi Sad, knj. IV (1971) 86
- [7] V. Šolaja, Stanje razvoja u tehnologiji rezanja i grupnoj tehnologiji, Simpozijum o Makroprojektu "Razvoj i optimizacija obradnih sistema za individualnu, maloserijsku i srednjeserijsku proizvodnju", Bled, knj. II (1970) 26 /objavljeno i u: Saopštenja IAMA, 11 (1970) 1703/
- [8] N. I. Reznikov, Učenje o rezanii metallov, Mašgiz, Moskva (1947)
- [9] P. Stanković, Mašine alatke i industrijska proizvodnja mašina III, Analiza vremena i režima obrade, 2 sveska, Naučna knjiga, Beograd (1959)
- [10] J. Peters, P. Vanherck, H. van Brussel, The Measurement of the Dynamic Cutting Coefficient, CIRP Annals, 20 (1971) 2, str. 129
- [11] M. Field, J. F. Kahles, Review of Surface Integrity of Machined Components, CIRP Annals, 20 (1971) 2, str. 153
- [12] B. Colding, W. König, G. Pahlitzsch, J. Pikelharing, J. Peters, Recent Research and Development in Grinding, CIRP Annals, 21 (1972) 2, str. 157
- [13] M. Field, J. F. Kahles, J. T. Gammett, A Review of Measuring Methods for Surface Integrity, CIRP Annals, 21 (1972) 2, str. 219
- [14] G. Barrow, A. Review of Experimental and Theoretical Techni-

- ques for Assessing Cutting Temperatures, CIRP Annals, 22 (1973) 2, str. 203
- [15] R. Tilsley, What is Being Done in Different Countries to Apply Metal Cutting Knowledge, CIRP Annals, 22 (1973) 3, str. 319
- [16] A. W. J. Chisholm, W. König, F. O. Rasch, T. Sata, M. E. Merchant, Machining Information Centers, CIRP Annals, 22 (1973)
- [17] A. J. Pekelharing, Built-up Edge (BUE): Is the Mechanism Understood? CIRP Annals, 23 (1974) 2, str. 207
- [18] D. J. Whitehouse, P. Vanherck, W. de Bruin, C. A. van Luttervelt, Assessment of Surface Topology Analysis Techniques in Turning, CIRP Annals, 23 (1974) 2, str. 265
- [19] CIRP Annals, Berne, 22 (1973) 1
- [20] CIRP Annals, Berne, 23 (1974) 1
- [21] CIRP Annals, Berne, 24 (1975) 1
- [22] Bulletin of the Japan Society of Precision Engg., Special Issue on Recent Progress of Production Engg. in Japan, Tokyo, 8 (1974) 2
- [23] Bericht über das 15. Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium, 6. Themenkreis - Technologie der Bearbeitungsverfahren - W. König (sa grupom koautora), Stand und Tendenzen der spanenden Bearbeitung, Industrie-Anzeiger, 96 (1974) 88, str. 1967
- [24] V. Šolaja, A. Contribution to the Surface Finish Evaluation in Machining, CIRP Annals, Berne, 21 (1972) 1, str. 151 /objavljeno i u: Saopštenja IAMA, 16 (1972) 2187/
- [25] M. E. Merchant, Technological Forecasting - An Essential Component of Today's Technology, Ins. J. Systems Sc., London, 1 (1970) 49
- [26] Alat - uporedna analiza razvoja jugoslovenske industrije za preradu metala, Institut za spoljnu trgovinu, Beograd (1969) str. 97
- [27] K. Leban, Die "Super"-Schnellarbeitsstähle, Zwf, 70 (1975) 3, str. 138
- [28] L. E. Hibbs, R. H. Wentorff, Borazon and Diamond Compact Tools, 8. Plansee Seminar, Reutte (1974) No. 42
- [29] K. F. Romanov, Rezy iz el'bora R - konstrukcii i racional'nye usloviya ekspluatatsii, VNI, Moskva (1974)
- [30] D. Dužević, Suvremene dileme razvoja tvrdog metala, Zbornik radova JUREMA'75, Zagreb (1975) knj. IV, str. 43
- [31] M. Pavićević, Uticaj odnosa nauke i privrede na razvojno-istraživačku delatnost u privrednim organizacijama, Konferen-Saveza inženjera i tehničara SITH "Naučnoistraživački i razvojni rad u privredi i za privredu", Bled (1973) knj. 1, str. 209
- [32] F. W. Taylor, On the Art of Cutting Metals, Trans. ASME, N. York, 28 (1906) 31
- [33] A. Wallichs, H. Dabringhaus, Die Zerspanbarkeit und die

Fertigungseigenschaften bei Stahl und Stahlguss, Maschinenbau, Berlin, 9 (1930) 8, str. 257

- [34] Sistematsko ispitivanje obradljivosti, Institut za alatne mašine i alate, Beograd (1975)
- [35] V. R. Milačić, Integralni informacioni sistem u proizvodnom mašinstvu - JUPITER koncept, Zbornik radova X savetovanja proizvodnog mašinstva, Beograd (1975) knj. IV, PK.12.1

V. B. Šolaja

METAL CUTTING - SURVEY REPORT

As an introduction to the section "Metal Cutting" at the 10th Yugoslav Production Engineering Research Conference, the author presents a survey report which concerns the main lines of previous and current research in the field, some facts on and dilemmas of the Yugoslav Cutting Tool Industry, and an estimate of the metal cutting practice in Yugoslav industrial surroundings. Without the ambition to present a thorough and critical assessment of the state of the art, he, however, puts forward the intriguing question: whether, to what extent and along which avenues to carry on our further research in metal cutting. He has in view the usual practice, also known in other national and international circles, in which efforts devoted to cutting are not necessarily related to the real needs and practical requirements of metalworking industries for a knowledgeable identification of troubles - their nature and origin, for beneficial interventions and leadership in innovative activities, undertaken with a high level of responsibility by the Production Engineering Science and Research.

X SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA

Beograd, 9 - 10. oktobra 1975. godine

J. Peklenik ⁺⁾

PROIZVODNA KIBERNETIKA - NJEN VPLIV NA TEHNIČNI IN TEHNOLOŠKI RAZVOJ
IN PRODUKTIVNOST

1. Splošno o proizvodni kibernetiki

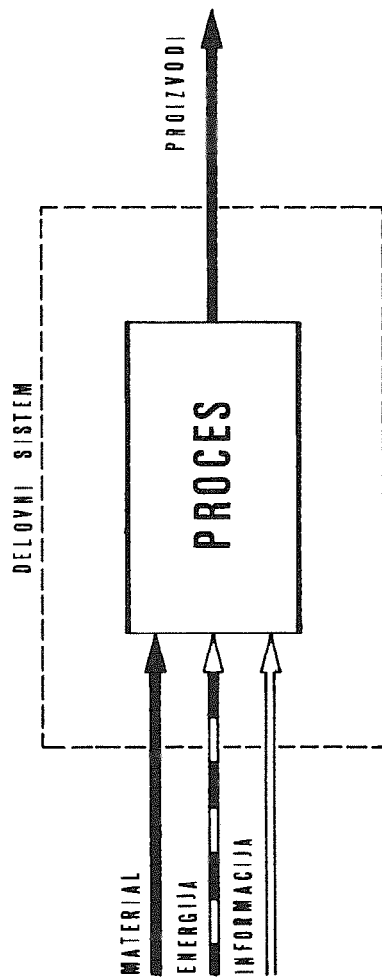
Pri snovanju tega uvodnega referata pod naslovom "Računalniki v proizvodnem strojništvu" sem ugotovil, da je področje, katerega želim obdelati v tem poldnevu mnogo kompleksnejše in širše, če želimo resnično zajeti današnjo problematiko in bodoči razvoj proizvodnega strojništva in tehnologije na sploh, in naše kovinsko predelovalne in elektroindustrije še posebej.

Mislím, da je primerneje, če govorimo o proizvodni kibernetiki in njenem vplivu na tehnološki razvoj in produktivnost, ker s tem bomo zajeli ne samo vlogo računalnika, temveč in predvsem vlogo in metode moderne krmilne tehnologije ter problematiko sistemov, brez katerih si današnje industrijske scene sploh ne moremo več zamisliti. Digitalni računalnik predstavlja namreč samo enega od elementov sistema, čeprav zelo pomembnega. Tudi metode, ki omogočajo njegovo delovanje so omejene v bistvu le na programiranje in izgradnjo baze podatkov, kar pa predstavlja le ozko interesno področje v naši diskusiji. S to ugotovitvijo pa seveda ne mislimo zmanjšati pomena računalniške tehnologije v proizvodnji, gospodarstvu, administraciji in drugih področjih, kjer se računalnik vedno bolj uveljavlja. Vendar je potrebno, da definiramo mesto in naloge, ki označujejo njegove koordinate v vsakem sistemu.

V današnjem industrijskem dogajanju predstavlja "INFORMACIJA" veličino in vrednost, ki je nepogrešljiv element vsakega sistema, tehniškega, tehnološkega, ekonomskega ali družbenega. Kot primer naj navedemo nek tehnološki proces, v katerem se generira določen proizvod - slika 1. Za implementacijo tega procesa so potrebne naslednje komponente: delovni sistem, material, energija in informacija.

⁺⁾ Prof. dr. ing. habil. Janez Peklenik, redni profesor Fakultete za strojništvo, Ljubljana, Murnikova 2

PK.01.2



10. PPS / 01.75

DELOVNI SISTEM Z ELE-
MENTI INPUTA IN OUTPUTA

Podobnih primerov bi našli lahko še celo vrsto, kjer se pojavlja informacija kot eden od ključnih elementov vsakega sistema.

Zaradi izrednega pomena informacij za industrijski razvoj je bilo potrebno razviti tako teoretične metode za obravnavanje, analizo, sintezo in prenos informacij, kot tudi vrsto naprav za zbiranje, hranjenje in obdelavo informacij najrazličnejših vrst in oblik. Te zelo praktične zahteve so vodile v štiridesetih in petdesetih letih do razvoja

- a) teoretičnih metod za obdelavo informacij osnovanih na teoriji verjetnosti in
- b) digitalnih računalnikov s perifernimi enotami namenjenim za hitro obdelavo velikega volumna informacij.

Z razvojem digitalnih računalnikov s sprejemljivo zanesljivostjo delovanja v štiridesetih oz. petdesetih letih je računalniška tehnologija začela vedno močnejše prodirati na industrijsko sceno. S tem so bili pa dani tudi pogoji za vedno večje uvajanje avtomatizacije delovnih, upravljalnih in drugih postopkov, ki temelji na krmilni tehnologiji in sistemski znanosti. Posebna zasluga v tem revolucionarnem razvoju pripada brez dvoma genialnemu duhu Norberta Wienerja, ki je v svojem delu "Cybernetics"/1/ že v letu 1948 utemeljil novo znanstveno disciplino - kibernetiko. Z razvojem teoretičnih osnov, ki vsebujejo tako elemente informacij, krmiljenje in naključne procese je nastala ta nova znanstvena disciplina, ki je posebno v zadnjih 10 do 15 letih doživela izreden vzpon. S tem so bile podane tudi osnove za nadaljnjo teoretično delo na komplementarnih področjih kot so to informacijska teorija, teorija velikih sistemov, teorija učenja in razpoznavanje obrazcev, heuristično programiranje, optimiranje, stohastična aproksimacija, gradnje modelov in simuliranja sistemov itd.

Razvoj teoretske misli v kvantitativnem in kvalitativnem smislu je spremljal paralelno razvoj naprav za zbiranje in vrednotenje informacij. Konkretno mislimo tu predvsem na razvoj digitalnih in hibridnih računalnikov ter merilnih in krmilnih sistemov na sploh. Na konstrukcije teh naprav je posebno močno vplivala miniaturizacija elektronskih elementov, razvoj integriranih vezij (IC) in novih električnih mehanskih, hidravličnih in pnevmatičnih komponent, razvoj dvofrekvenčnega laserja ter različnih senzorjev. Vse to je omogočilo signifikantno povišanje zanesljivosti in hitrosti računalnikov in njihove periferije, ter krmilnih sistemov, ki so se začeli v vedno večji meri uporabljati tudi za avtomatizacijo proizvodnje. Implikacije teh dosežkov so se začele kazati na raznih področjih v gospodarstvu, industriji, administraciji, raziskovalnem

delu, študijskem procesu in drugod. Z razvojem kibernetike so bile podane realne možnosti za realizacijo fleksibilne avtomatizacije delovnih in drugih sredstev, kakor tudi metod in načinov dela. Pojavili so se numerično in računalniško krmiljeni obdelovalni stroji, NC merilni sistemi, računalniška grafika, računalniško integrirani obdelovalni sistemi, roboti in transportni sistemi, računalniško krmiljena skladišča, da jih naštejemo le nekaj. Računalniška avtomatizacija pa posega odločilno tudi v metode dela kot so npr.: planiranje in priprave proizvodnje, konstrukcijski proces, programiranje delovnih sredstev, kontrola kvalitete, vodenje zalog, itd.

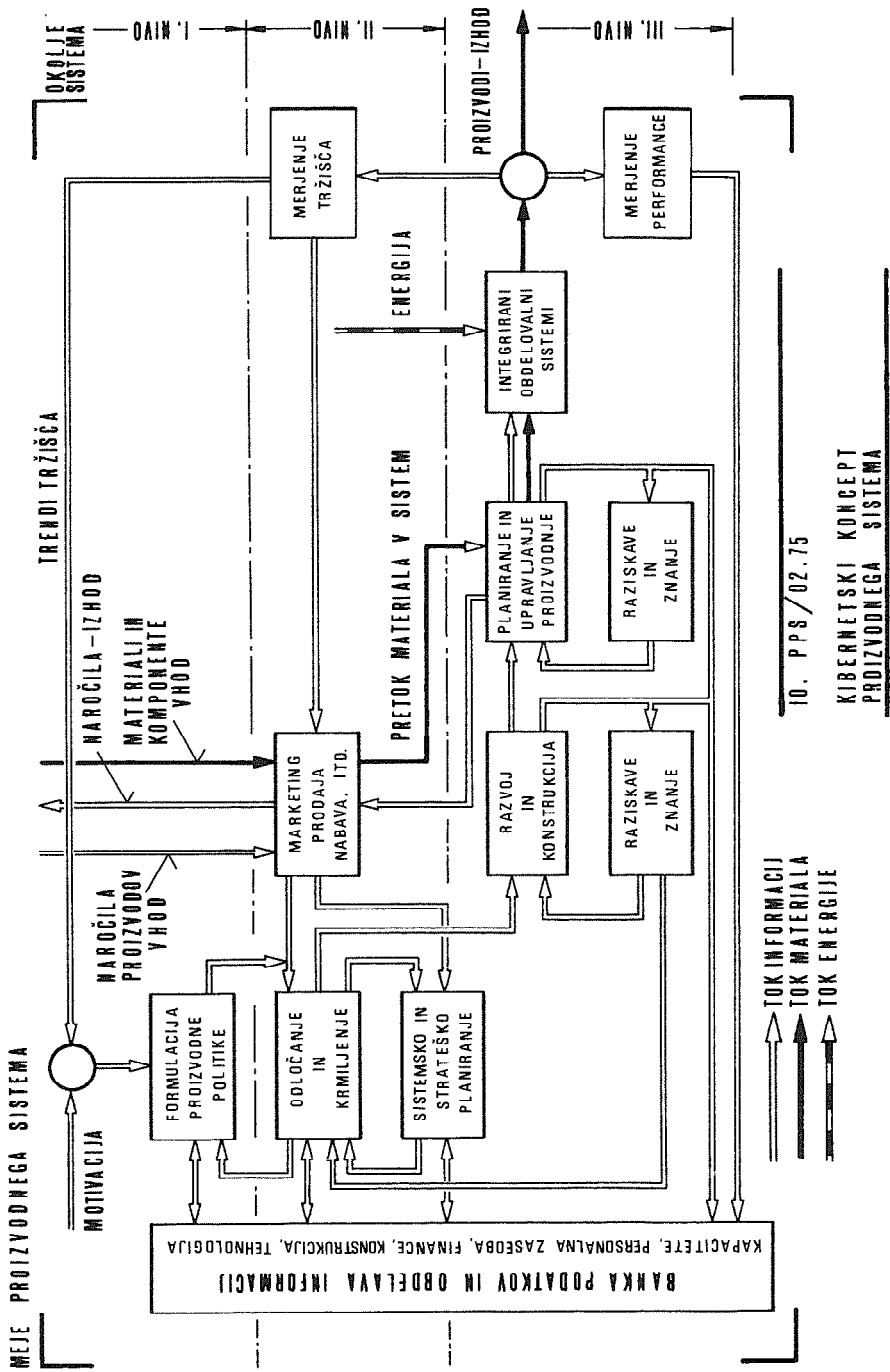
Kibernetska revolucija kot lahko označimo dogajanja v družbeni sferi bo spremenila v osnovi ne samo razmerja in prioritete med dejavnostmi, kot so industrija, kmetijstvo, servisne službe, javna uprava in šolstvo, temveč in predvsem proizvodno tehnologijo in s tem bistveno vplivala na produktivnost.

S tem dobiva tk.im. PROIZVODNA KIBERNETIKA, ki jo prvič definiramo na tem mestu kot interdisciplinarno področje tehnoloških metod v proizvodnji, znanosti o materialih, informacijah in sistemih ter računalniške tehnologije poseben pomen. Naša nadaljnja diskusija je zato usmerjena v obravnavanje problematike proizvodnih sistemov s kibernetkega stališča, ter implikacij, ki jih diktira proizvodna kibernetika v našem tehnološkem in tehničnem razvoju.

2. Koncept proizvodnega sistema

Naša raziskava področja vloge in nalog v proizvodni kibernetiki se nanaša v prvi vrsti na proizvodni sistem. S tem smo postavili meje diskusiji v kateri se bo ta gibala s ciljem, da ugotovimo trenutno stanje razvoja in uporabe kibernetičnih metod ter uporabe računalniške in krmilne in obdelovalne tehnologije pri avtomatizaciji in optimizaciji proizvodnje.

Slika 2 prikazuje blokovni diagram proizvodnega sistema s posameznimi pod-sistemi in krmilnimi nivoji. Kot input v proizvodni sistem služita motivacija in trendi tržišča. Motivacija delovnega kolektiva ustvariti proizvode za tržišče, dohodek ter s tem izboljšati osebni in družbeni standard je ena od gonilnih sil moderne industrijske družbe. Tej motivaciji se pridružujejo kot inputi trendi tržišča, ki kažejo na povpraševanje in ponudbo po določenih proizvodih in s tem tudi na konkurenčno situacijo. Oba ta elementa sta bistvena za formulacijo proizvodne politike na I.nivoju odločanja t.j. v samoupravnih organih. Pri tem se poslužuje banke podatkov, ki omogoča kvantifi-



PK.01.5

cirati proizvodnjo z ozirom na kapacitete, personalno zasedbo, razpoložljivi kapital in stanje tehnike in tehnologije v samem proizvodnem sistemu. Po izgotovljenih analizah in formulaciji proizvodne politike se informacije posreduje v blok odločanja in krmiljenja oz. vodenja sistema na II.krmilnem nivoju. Na tem mestu se odloča o strategiji, prioritetah, investicijah in drugih relevantnih vprašanjih, ki so za uspešno delovanje sistema in implementacijo proizvodne politike odločujoča. Med obema blokoma ostaja povratna zveza, ki omogoča smiselne korekture v nadrejenem podsistemu. Informacije s katerimi razpolaga blok odločanja in krmiljenja se nahajajo v banki podatkov ter v podsistemu marketinga, prodaje in nabave, ki posredujeta žive in pretekle informacije potrebne za odločanje o proizvodnji. Marketing je pa povezan tudi s podsistemom strateškega in systemskega planiranja, katerega naloga je, da izdelava grobe plane proizvodnje za daljša obdobja (letno, dvoletno, petletno), plane investicij, kadrov in s tem razvoja celotnega proizvodnega sistema. Na ta način se ustvarijo referenčni parametri za vodenje in krmiljenje proizvodnega sistema v celoti ter finančnega in materialnega poslovanja še posebej. Pomemben element predstavlja povratna zveza med obema blokoma odločanja in planiranja, ki omogoča konverzacijo in korekture manjšega obsega. Na istem krmilnem nivoju (II.nivo) se nahaja tudi podsistem marketinga, prodaje in nabave, ki skrbi za analizo tržišča, naročila proizvodov, naročila materialov in komponent ter prodajno mrežo.

Odločitve o proizvodnji se posredujejo na III.nivo v obliki primernih in relevantnih informacij podsistemu razvoja in konstrukcije. Zaključeno zanko tvorijo raziskave in znane ter konstruiranje za proizvodnjo ter povratne zveze, ki predstavljajo povezavo z banko konstrukcijskih in tehničnih podatkov ter blokom odločanja in krmiljenja sistema. V tem podsistemu se izdelajo konstrukcijske risbe proizvodov, ki predstavljajo geometrične informacije. Te informacije se posredujejo v obliki risb ali mikrofilmov podsistemu planiranja in priprave proizvodnje. V tem bloku se izvede fino planiranje izdelave posameznih komponent, določi se tehnološke postopke in zaporedje operacij, organizira se proizvodnja na principih grupne oz. celularne tehnologije, pripravi programe za NC- obdelavo itd. Ta podsistem je povezan z banko tehnoloških in drugih relevantnih podatkov, ki so nujni za implementacijo finega planiranja in programiranja. Naročila materiala in tujih komponent potekajo preko nabave pri zunanjih dobaviteljih, ki ga inicira ta podsistem.

Tako pripravljene informacije ter potreben material se dovaja obdelovalnim

sistemom - t.j. delovnim sredstvom in pripravam, ki izdelujejo posamezne komponente s pomočjo transportnih pripomočkov. V okviru tega podsistema se vrši tudi kontrola kvalitete in montaža sklopov in celotnih proizvodov. Gotovi proizvodi se pošiljajo na tržišče. Povratna zveza, ki meri performanco delovnih sistemov in naprav posreduje te podatke centralni banki podatkov, v kateri se primerjajo referenčne oz. planirano število proizvodov z dejansko izvedenimi.

Vsa ta tehnična in tehnološka dejavnost od razvoja, konstrukcije, priprave proizvodnje do izdelave se nahaja na III.krmilnem nivoju proizvodnega sistema. Obstaja pa še IV. krmilni nivo, ki se nanaša na krmiljenje samih delovnih sistemov in procesov. O tem bo pa govora v kasnejših izvajanjih.

Ena od zelo pomembnih povratnih zvez, je merjenje tržišča. Ta funkcijski blok ugotavlja trende na tržiščih, ki so za formulacijo poslovne in proizvodne politike posebnega pomena. Na drugi strani pa daje informacije o odgovoru tržišča na proizvode, ki jih proizvodni sistem dejansko proizvaja in nudi na tržiščih.

Vsak proizvodni sistem se nahaja v nekem specifičnem družbenem in industrijskem okolju. Zato je podvržen različnim zunanjim kakor tudi notranjim motnjam. Te povzročajo fluktuacijo in nestabilnost v delovnem procesu, kvaliteti proizvodov in produktivnosti sistema. Informacije o teh motnjah so zelo pomemben del dinamičnega dela banke podatkov, ki odločujoče vplivajo na kratkoročne kakor tudi dolgoročne napovedi industrijskega razvoja in tržišč. V predlaganem kibernetičnem konceptu proizvodnega sistema ni eksplicitno prikazan finančni podsistem (vprašanje pretoka denarja, investicije itd.), ki je del zaključnega kroga - kondipiranje proizvodne politike ter odločanja in krmiljenja celotnega P-sistema. Ker se naša diskusija omejuje na tehnične in tehnološke aspekte proizvodnje, finančnemu podsistemu nismo posvetili posebne pozornosti.

S tem, da smo razvili kibernetični koncept proizvodnega sistema, je možno utemeljiti osnovno misel, ki je bila izrečena v uvodnih izvajanjih. Nesmotno je namreč diskutirati samo o računalniku v proizvodnem strojništvu brez upoštevanja tak o pomembnih komponent v sistemu kot so: krmilna in obdelovalna tehnologija, informacijski sistem in banka podatkov, delovna, transportna, merilna in montažna sredstva ter vloga fleksibilne avtomatizacije kot imperativu današnjega razvoja. S to opredelitvijo prioriteta in položajnih koordinat v proizvodnem sistemu je pa omogočeno, da pokažemo na vlogo digitalnega računalnika v proizvodnem sistemu, ki deluje kakor

smo videli iz dosedanjih izvajanj na štirih krmilnih nivojih. Iz tega koncepta sledi tudi hierarhična struktura računalniških sistemov, ki opravljajo specifične in matematično definirane funkcije z ozirom na zahteve v krmilnih nivojih.

Eden od ultimativnih ciljev v proizvodni dejavnosti je dvig produktivnosti. Po višini našega nacionalnega dohodka per kapita sodeč je produktivnost v naši državi v splošnem 2 do 3 krat nižja kot v visoko razvitih industrijskih družbah. Ta situacija je brez dvoma pogojena zgodovinsko, vzroki pa so tudi v pomanjkanju tehnološkega znanja, kapitala za investicije in ne v najmanjši meri zaradi dolgoletne brezkonceptne in nenačrtne politike financiranja znanstveno-raziskovalnega in razvojnega dela v Jugoslaviji.

Dvig produktivnosti pa zahteva v pogojih klasične proizvodnje, ki temelji na univerzalnih delovnih sistemih kvalificirano in visokokvalificirano delovno silo. Te pa kot kažejo statistike vedno bolj primanjkuje. Zato postaja vprašanje kvalificiranih kadrov vedno bolj pereče, ker tega profila primanjkuje že danes do kritičnih meja. S tem se pa ogroža postavljeni cilj signifikantnega dviga produktivnosti.

Mnogo težavnejša je pa problematika kako dvigniti produktivnost pri pospešenem razvoju tehnike in izredno povečanih zahtevah na obratovalne in funkcijske lastnosti izdelkov, ki jih narekuje konkurenčno tržišče. Kot primer naj navedemo proizvodnjo osebnih avtomobilov. Kljub temu, da gradi neka tovarna samo nekaj modelov je število variant, ki jih tržišče zahteva nekaj sto. To pa pogojuje že maloserijski tip proizvodnje, ki zahteva veliko fleksibilnost obdelovalnih in montažnih sistemov. Še večjo razdrobljenost pa kažejo analize serijnosti proizvodov v drugih vejah kovinsko-predelovalne in elektroindustrije. Tako lahko ugotovimo, da ima med 80 do 90 % industrije karakter individualne maloserijske in sredneserijske proizvodnje. To pa pogojuje zelo fleksibilne delovne sisteme, ki omogočajo hitro preorientacijo proizvodnje. To fleksibilnost je pa mogoče doseči z numeričnim ali računalniškim krmiljenjem obdelovalnih strojev in drugih delovnih naprav. Nadaljnja zahteva v proizvodnji, ki jo narekuje tehnični razvoj je zahteva po vedno večji geometrični natančnosti komponent in elementov. Če je bila predpisana dimenzijska natančnost v času razvoja Wattovega parnega stroja velikostnega reda 1 mm se danes zahteva npr. v tehnologiji integriranih vezij po dolžinskih meritvah v območju $5 \overset{0}{\text{Å}}$. Zvišanje natančnosti za faktor 10^5 pa pomeni izreden tehnični prispevek tehnologiji obdelave. V industriji preciznih komponent kot so ležaji, valjčna vodila, črpalke za vbrizganje, hidravliki itd. so zahteve

po dimenzijski in oblikovni natančnosti sicer za ca eden do dva velikostna reda nižje; vendar se zahteva visoka stabilnost natančnosti v proizvodnji. Predpisane dimenzije in oblike se morajo generirati v zelo ozkih tolerancah preko daljših obdelovalnih časov npr. 8, 16 ali več ur/dnevno. Za reševanje te problematike so se razvili geometrični adaptivni krmilni sistemi (GAC), ki so seveda nujno vezani na uporabno računalniške tehnologije.

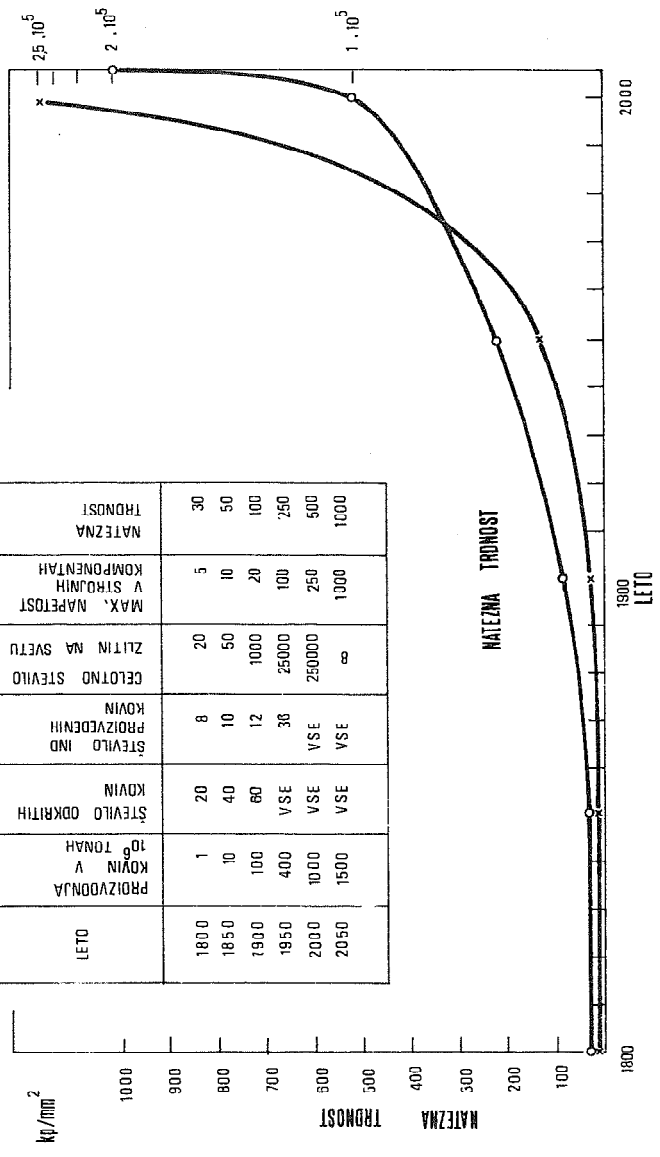
Z razvojem novih proizvodov so rasle tudi zahteve na fizikalne, kemične in druge lastnosti konstrukcijskih materialov. Število tehničnih zlitin je raslo v zadnjih 20-30 letih eksponencialno kot kaže slika 3, in je doseglo že čez 10^4 najrazličnejših materialov. Njihove mehanske lastnosti npr. natezna trdnost je naraščala od Wattovih časov za velikostni red 10^3 , ker so se spreminjanjem mehanskih lastnosti materialov pojavile limitacije pri obdelavi. S klasičnimi obdelovalnimi postopki kot odrezavanjem in brušenjem se določenih zlitin z visoko termično in mehanično obstojnostjo ni dalo obdelovati. Tako so se razvili nekonvencionalni obdelovalni postopki kot so: elektroerozija, elektrokemična obdelava, obdelava z ultrazvokom, kombinirani obdelovalni postopki pri katerih se uporablja dve ali več vrst energije itd. za identifikacijo, optimiranje in krmiljenje predvsem adaptivno so bili razvite metode in krmilni sistemi, katere je bilo mogoče realizirati le z razvojem in uporabo primernih procesnih računalnikov. Zaradi specifičnih karakteristik proizvodnje v kovinsko-predelovalni in elektroindustriji, ki je kot smo že omenili, maloserijska in individualnega značaja se vedno močnejše uveljavlja princip grupne oz. celularne tehnologije. Ta pa zahteva pri klasificiranju obdelovancev, selektiranju družin obdelovancev, finem planiranju in krmiljenju ter nadzornem upravljanju proizvodnje v integriranih obdelovalnih sistemih veliko število računalniških obdelav. V ta namen se praviloma uporablja večje računalniške sisteme splošnega značaja.

Pomembna vloga pa je dana digitalnim računalnikom tudi v razvoju proizvodov, ter konstrukciji za proizvodnjo. Te dejavnosti se vrše na III.nivoju krmiljenja in odločanja in so vezane neposredno na proizvodnjo.

V naslednjih izvajanjih bo prikazana vloga digitalnega računalnika tako splošnega in procesnega tipa na III.nivoju proizvodnega sistema. Za omejitev problema je prikazana na sliki 4 podrobnejša blokovna shema pomembnejših podsistemov, razvoj, planiranje in priprava proizvodnje itd. V te se vključuje banka podatkov za konstrukcijo in tehnologijo, kot del celotnega informacijskega sistema.

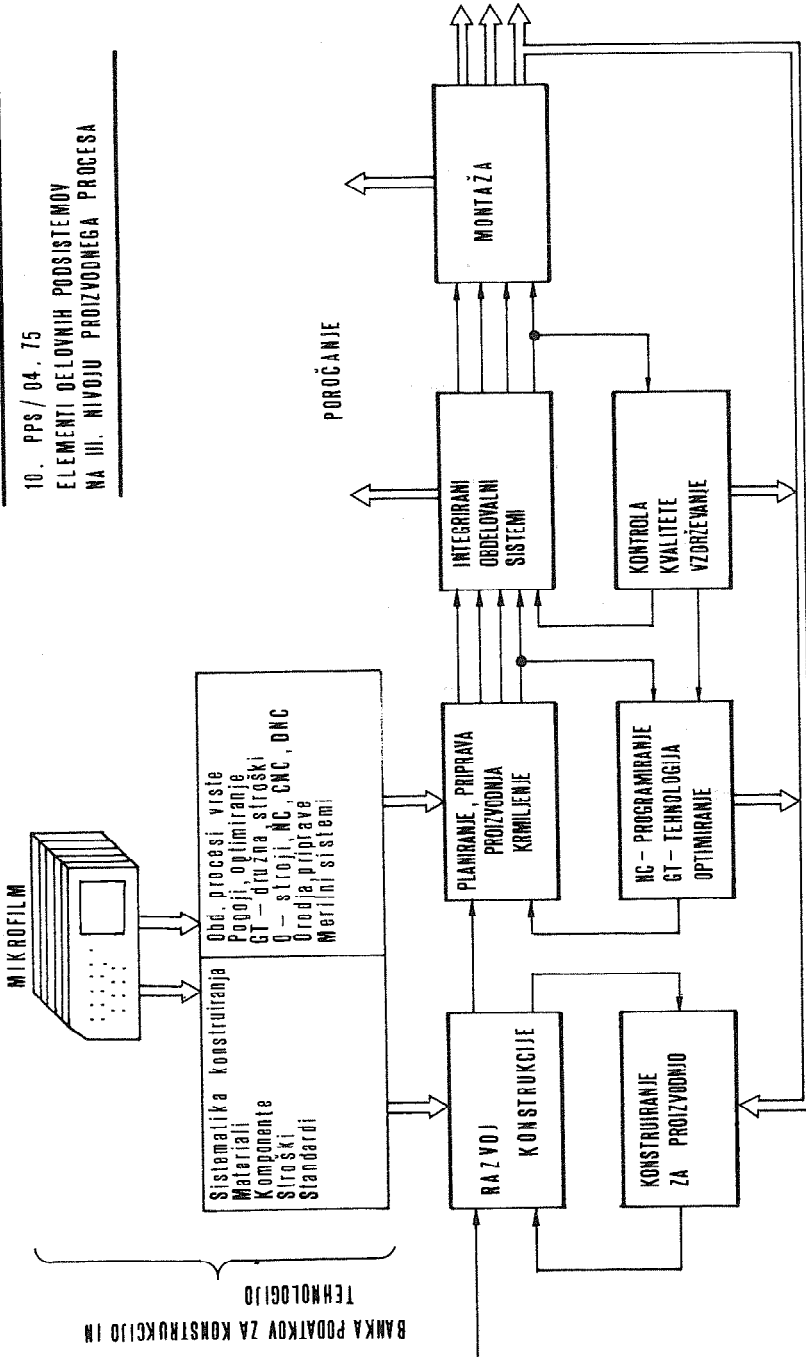
10 PPS / 03. 75
RAZVOJ MATERIALOV

LETO	PROIZVODNJA KOVIN V 10 ⁶ TONAH	ŠTEVILU ODKRITIH KOVIN	ŠTEVILU IND PROIZVEDENIH KOVIN	CELOTNO ŠTEVILU ZLITIN NA SVETU	MAX. NAPETOST V STROJNIM KOMPONENTAH	NATEZNA TRDNOST
1800	1	20	8	20	5	30
1850	10	40	10	50	10	50
1900	100	60	12	1000	20	100
1950	400	VSE	38	25000	100	250
2000	1000	VSE	VSE	250000	250	500
2050	1500	VSE	VSE	∞	1000	1000



STEVILU ZLITIN

10. PPS / 04. 75
 ELEMENTI DELOVNIH PODSISTEMOV
 NA III. NIVOJU PROIZVODNEGA PROCESA



3. Računalniško planiranje in krmiljenje proizvodnje

Centralno vprašanje, ki se pojavlja v proizvodnji in še posebej v organizaciji proizvodnih sistemov se glasi takole:

kako in s kakšnimi metodami organizirati in racionalizirati planiranje proizvodnje, povečati natančnost in zanesljivost predikcij pri izredno velikem številu najrazličnejših komercialnih, tehniških in tehnoloških informacij?

Ta problematika se postavlja na dveh krmilnih nivojih proizvodnega sistema, in sicer: na II.nivoju, kjer je pomembno vprašanje sistemskega in strateškega planiranja (slika 2) in na III.nivoju, kjer je potrebno implementirati fino planiranje in pripravo proizvodnje z ozirom na organizacijo inputov v integrirane obdelovalne sisteme, slika 4.

Reševanje teh vprašanj zahteva principiелno dva različna pristopa:

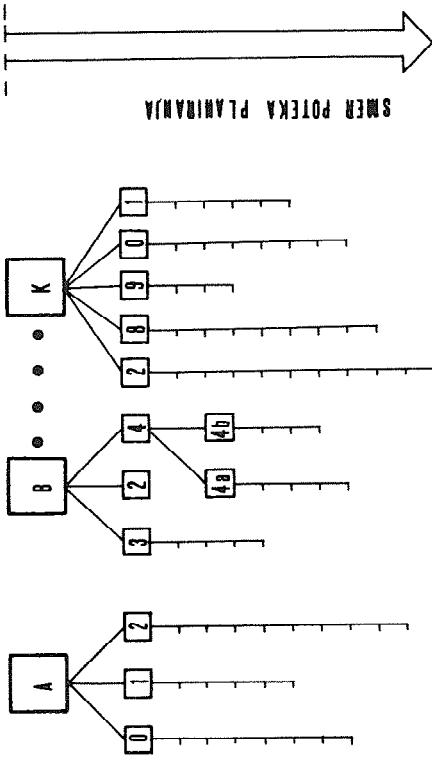
1. sistemsko planiranje na II.krmilnem nivoju, ki izhaja iz predvidenih zahtev tržišča in skuša reševati plansko problematiko iz globalnega plana števila in tipov proizvodov navzdol proti enoti procesa in
2. planiranje na III.nivoju pri čemer izhajamo iz enote tehnološkega procesa z upoštevanjem celotnega informacijsko tehnološkega sistema na tem nivoju od razvoja do montaže.

Sistemsko planiranje

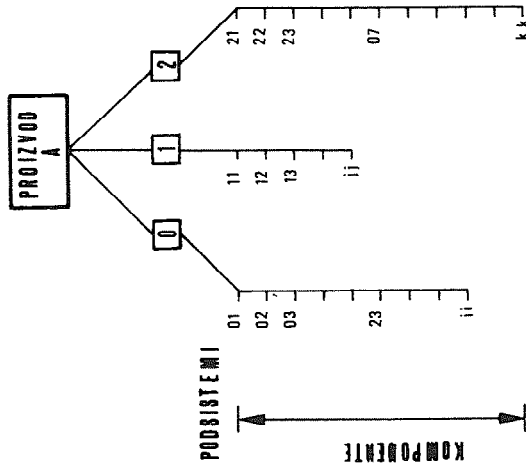
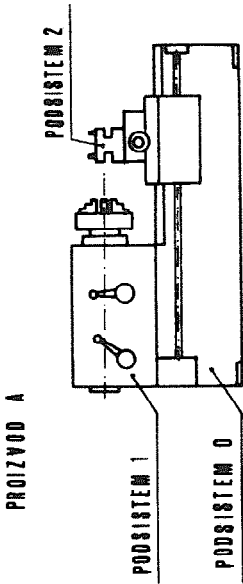
V primeru sistemskega planiranja izhajamo iz znanih ali predvidevanih zahtev tržišča po proizvodih A, B ... K. Pri znani konfiguraciji oz. strukturi proizvodov poteka planiranje iz znanega števila enot, ki jih je potrebno proizvesti navzdol v smeri planiranja podsistemov in posameznih komponent oz. elementov slika 5. Pri tem načinu planiranja se upošteva predvsem naslednje aspekte, ki so za razvoj računalniških programov in določitev potrebnih računalniških kapacitet pomembni:

- a) planske potrebe za proizvode A, B ... K slede iz analize tržišča in so razmeroma zanesljivo ocenjene;
- b) proizvodna struktura proizvodov tj. sistem kosovnic proizvodnega programa je razvit in obdelan;
- c) za vse elemente proizvodnje so na razpolago datoteke kot npr.: matična in strukturna datoteka, datoteka naročil in cen, tehnologija, stroji, naprave za vpenjanje, orodja in merjenje, termnske operacije itd.

PROIZVODI



STRUKTURA PROIZVODOV A, B, ... K



STRUKTURA PROIZVODA

10. PPS / 05. 75
 STRUKTURE PROIZVODOV S POKRYLJIVIMI
 PODSISTEMI IN KOMPONENTAMI

Avtomatizacija sistemskega planiranja proizvodnje s pomočjo digitalnih računalnikov omogoča zelo učinkovito reševanje te problematike. Veliki proizvajalci računalnikov posebno IBM in UNIVAC in tudi deloma ICL, GE ter SIEMENS so razvili vrsto računalniških programov za planiranje proizvodnje. Te vključujejo tudi organizacijo datotek za materialno poslovanje, kosovnični proces, planiranje izdelave komponent, izračun kapacitete itd. Ti programski sistemi so znani pod različnimi komercialnimi imeni kot BOMP (I, II, III), CLASS, MINCOS (I, II, III), MOSCOR, PICS itd.

Na področju aplikativnega software-a za upravljanje in planiranje proizvodnje, ki vključuje naročila, pretok materiala, proizvodno strukturo in njeno upravljanje, kalkulacije in cene, tehnološko planiranje in terminiranje z upoštevanjem razpoložljivih kapacitet so razvili proizvajalci računalnikov vrsto rešitev, ki se v praksi razširjeno uporabljajo. Na tem področju prav gotovo dominira scena IBM, kateremu sledi v veliki razdalji UNIVAC in drugi manj pomembni.

Slika 6 prikazuje eno od možnih blokovnih shem za integralno obdelavo podatkov za planiranje in krmiljenje proizvodnje s pomočjo IBM programskih sistemov z odgovarjajočimi datotekami.

BOMP I - (Bill of Material Processor) služi za upravljanje proizvodne strukture oz. kosovničnega procesa kot osnove za organizacijo in planiranje proizvodnje.

BOMP II - upravlja s tehnologijo z upoštevanjem vrste relevantnih informacij kot proizvodne strukture, tehnoloških procesov in delovnih sredstev.

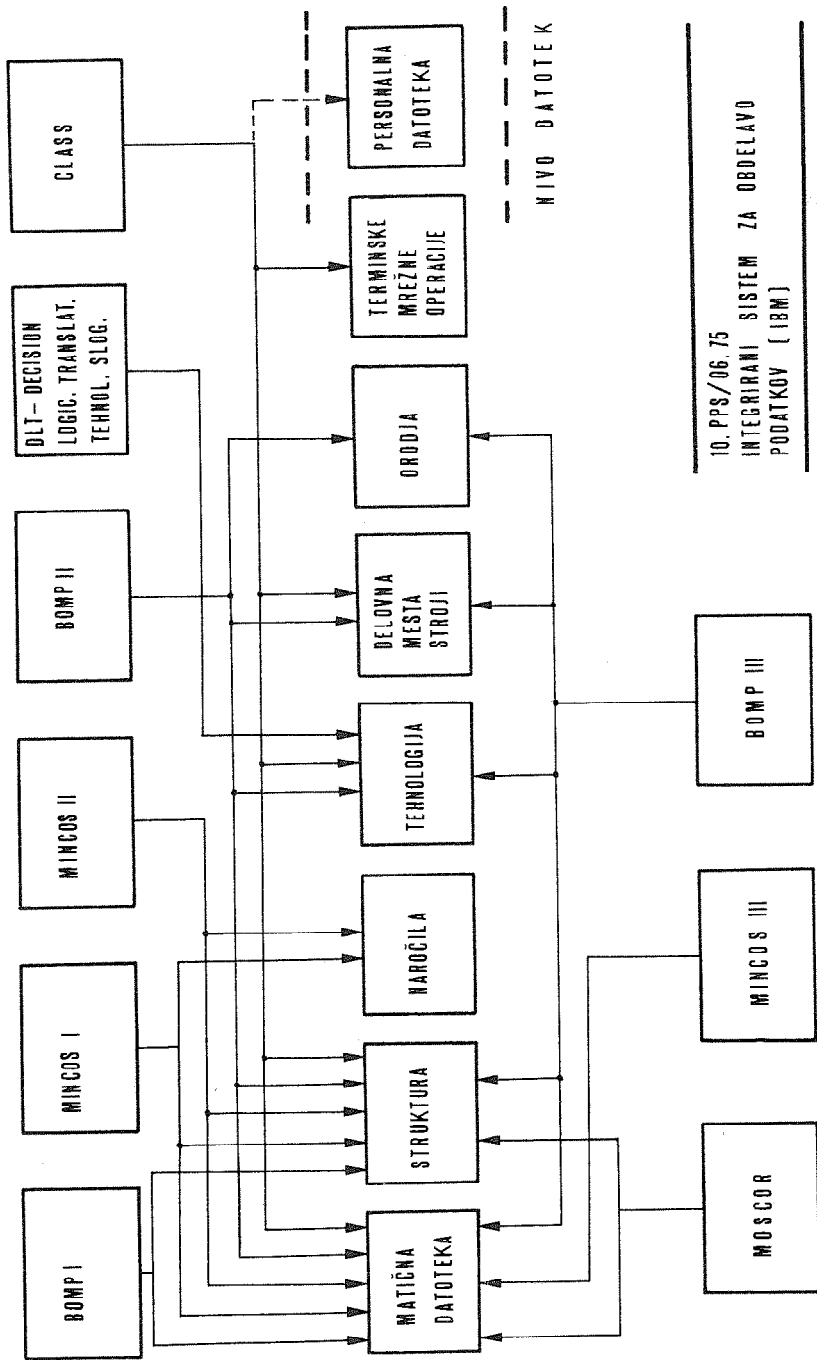
BOMP III - je namenjen upravljanju s cenami in kalkulacijami.

MINCOS I - (All Inventory Control) je namenjen upravljanju materialnega prometa in naročil z vključno stanjem skladišč.

MINCOS II - obravnava dispozicijski račun

MINCOS III - služi za statistične raziskave in analize stanja proizvodnje preko krajših in daljših planskih obdobj.

DLT (Decision Logic Translator) je ključnega pomena pri odločanju o tehnoloških postopkih in zaporedju operacij, pri čemer se poslužuje strojnega formiranja tehnoloških slogov.



10. PPS/06.75
 INTEGRIRANI SISTEM ZA OBDELAVO
 PODATKOV (IBM)

CLASS - (All Capacity Planning) obravnava problem terminiranja izdelave komponent ter upravlja obračun osebnih dohodkov delavcev.

MOSCOR (All Requirement Planning) določa bruto in neto plan proizvodnje in plan optimalnih serij.

Podrobnejša diskusija o teh software-skih paketih je podana v literaturi /2-6/.

Kot je razvidno iz slike 6 posega sistemsko planiranje deloma tudi v nivo III in sicer v podsistem finega planiranja in priprave proizvodnje. Pri tem pa izhaja planiranje iz nadrejenega sistema planiranja in ne iz elementov samega tehnološkega procesa.

V zadnjih nekaj letih so bili programski paketi izpopolnjeni in razširjeni ter prilagojeni razvoju nove tehnologije in konstrukcije računalnikov. Pojavila se je vrsta eksotičnih komercialnih imen, ki jih pa ni navajati v podrobnosti. V splošnem je pa potrebno ugotoviti, da navedeni programski sistemi:

- a) ne izhajajo iz enote tehnološkega procesa iz katerega se gradi planiranje tehnologije, terminiranje in zasedba kapacitet;
- b) ne upoštevajo principa grupne oz. celularne tehnologije in
- c) ne vključujejo optimiranja tehnoloških procesov z ozirom na vnaprejšnje določanje stroškovno optimalnih pogojev generiranja geometričnih oblik in dimenzij komponent.

IZ teh razlogov so bili raziskovalni napori na področju tehnološkega software-a usmerjeni v zadnjih letih v razvoj novih in bolj realnih rešitev problematike planiranja in priprave proizvodnje. Pri tem so razvijalci izhajali iz dejanskega poteka delovnega procesa, in sicer od nastajanja in razvijanja proizvoda do njegovega podrobnega planiranja, priprave proizvodnje, izdelave komponent, podsistemov in montaže ter preizkušanje proizvodov. Obdelava in priprave informacij se vrši na III.krmilnem nivoju (slika 2). Posamezne dejavnosti v integriranem informacijsko tehnološkem sistemu, ki sledijo logiki delovnega procesa na III.krmilnem nivoju (slika 4) so prikazane v naslednji tabeli 1.

Te predstavljajo osnovo za izdelavo delavniških in drugih dokumentov in navodil, ki tvorijo osnovo za planiranje in pripravo proizvodnje in njeno optimizacijo.

TABELA 1: Integrirani informacijsko-tehnološki sistem

Dejavnost		Uporaba računalnika
1	Specifikacija problema, naloga ideja	Konstruiranje z računalnikom
2	Koncept produkta	
3	Osnutek produkta in izračuni	
4	Konstruiranje za proizvodnjo	
5	Mikrofilm, klasifikacija	Mikrofilmska tehnika, avtomatizirana klasifikacija, in sortiranje z računalnikom
6	Formiranje skupin obdelovancev po principih GT	Planiranje in priprava proizvodnje
7	Določanje sekvence tehnoloških procesov	
8	Določanje 0-strojev in vpenjalnih naprav	
9	Določanje zaporedja operacij in geometrično programiranje	Priprava izdelave komponent
10	Določanje orodij in njihove geometrije	
11	Izračun in optimiranje pogojev obdelave	
12	Izračun poti orodij (kolizijski izračun)	
13	Izračun luknjanih trakov za določen 0-stroj (Postprocessor)	
14	Obdelava komponent na NC	izdelava in montaža
15	Inspekcija z NC-merilnimi sistemi	
16	Montaža	

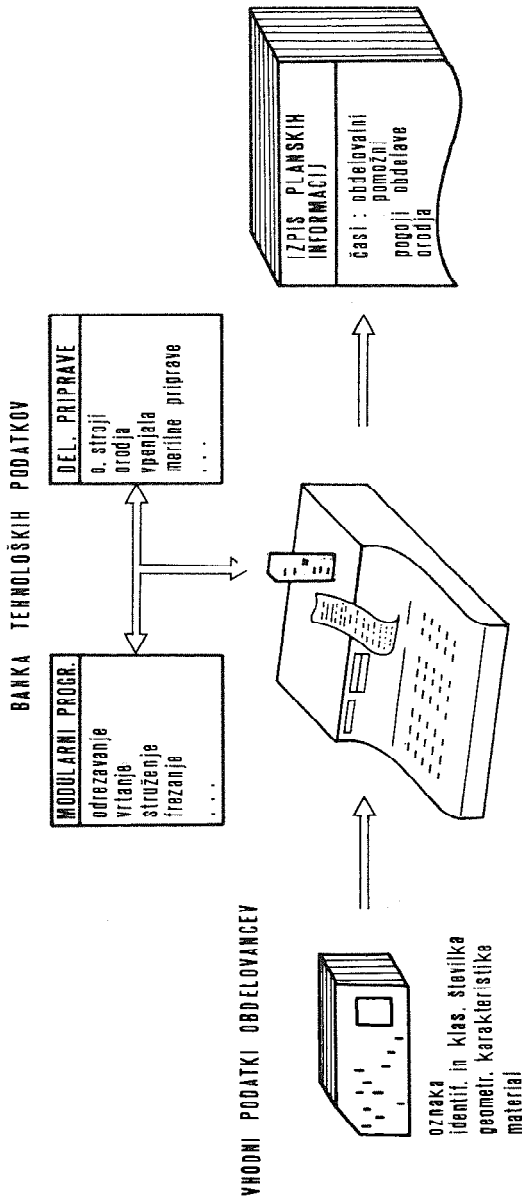
Metodološki pristop pri izdelavi software-skih sistemov za implementacijo avtomatizacije planiranja in priprave proizvodnje izhaja iz enote procesa - tako konstrukcijskega kot tehnološkega. To je pa bistvena razlika v primerjavi z zgoraj navedenimi programskimi sistemi, ki so jih razvili proizvajalci računalnikov. Ti ne sledijo prikazanemu toku delovnega procesa na III.krmilnem nivoju in ne izhajajo iz enote procesa kot osnove za planiranje in krmiljenje proizvodnje. Poleg tega pa zahtevajo velike računalniške sisteme z več kot 128 K. Vedno jasneje se kaže trend, da se pri avtomatizaciji planiranja in priprave proizvodnje uporablja tudi mini računalniške sisteme kot samostojne enote kot kaže slika 7. Ti so pa lahko smiselno povezani z nadrejenimi računalniškimi sistemi na krmilnem nivoju II. oziroma I. Shematsko je ta konfiguracija prikazana na sliki 8 in se je v praksi začela z uspehom uvajati.

Pri nadaljnji diskusiji nas bo vodila shema delovnega procesa s svojimi logičnimi koraki v integriranem informacijsko tehnološkem sistemu, kot to navaja tabela 1. V tej zvezi bo prikazana vloga računalnika v celotnem delovnem procesu na III.nivoju krmiljenja (slika 4 in tabela 1). Temu pristopu pripada pa tudi poseben pomen, ker se organsko povezuje razvoj in konstrukcija z tehnološko pripravo in terminiranjem proizvodnje, kakor tudi z računalniško integriranimi obdelovalnimi sistemi.

Razvoj in konstrukcija

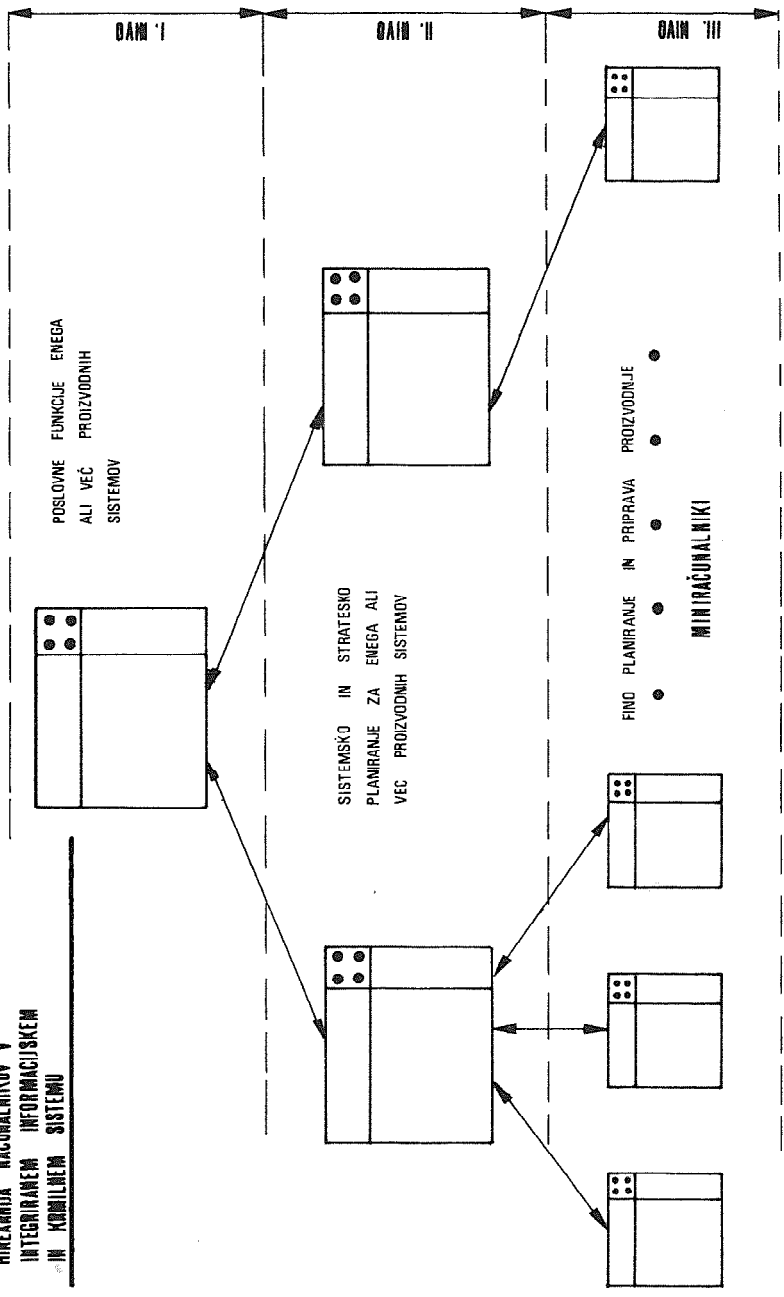
Razvojno konstrukcijski proces se začne s specifikacijo problema in iskanjem možnih variant z ozirom na možne optimalne rešitve. Naslednji korak predstavlja izračun elementov, preverjanje in analize izračunov. Sledi konstrukcija objekta z upoštevanjem tehnoloških zahtev v proizvodnji, nato pa detajliranje posameznih komponent proizvoda.

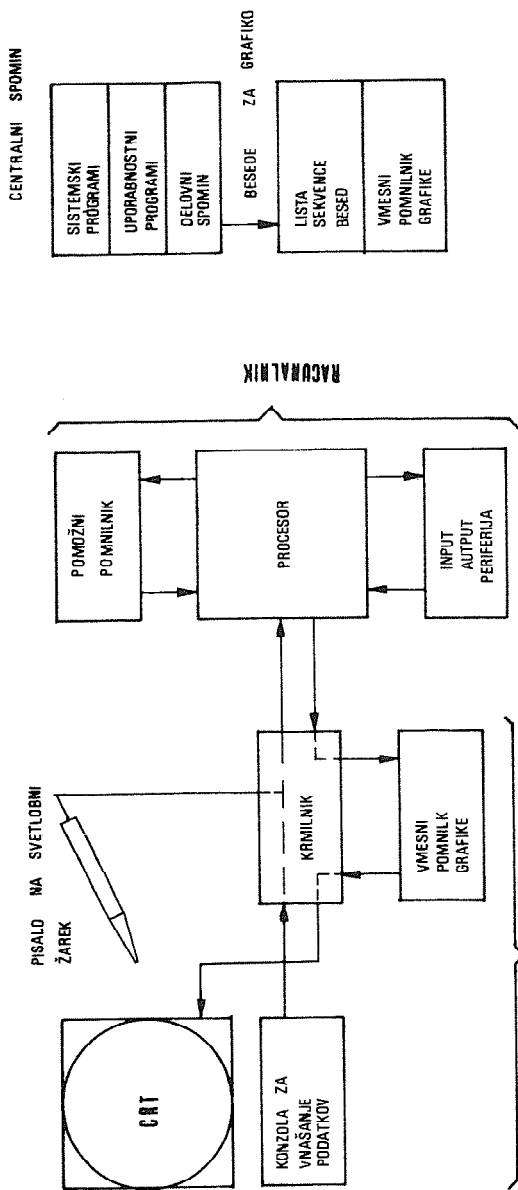
V vseh fazah dela je digitalni računalnik aktiven pomočnik avtomatiziranja teh delovnih faz. Osnovna konfiguracija računalniške grafike kot samostojne enote je pokazana na sliki 9. Grafična konzola vsebuje krmilnik, vmesni pomnilnik grafike, pisalo na svetlobni žarek in CRT z digitalnim pogonom. Povratna zveza od konstrukterja do računalnika je realizirana s pisalom na svetlobni žarek, konzolo za vnašanje podatkov in druge enote, ki so povezane preko krmilnika z računalnikom. Naloga vmesnega pomnilnika grafike je v tem, da shrani sekvenco besed, ki definirajo sliko, katera se pokaže na CRT. Vsaka beseda opiše osnovni geometrični element kot npr.: točko, linijo, krivuljo itd.



10. PPS/07.75
UPORABA MINI-RAČUNALNIKA PRI
PLANIRANJU PROIZVODNJE

10. PPS / 08. 75
 HIERARHIJA RACUNALNIKOV V
 INTEGRANEM INFORMACIJSKEM
 IN KOMBINEM SISTEMU





10 PPB / 09. 75
 SISTEMSKÉ ENOTE ZA
 RACUNALNIŠKO GRAFIKO

Krmilnik upravlja z besedami za grafiko v zahtevanem zaporedju, intenziteto in časovni intervali signalov. Procesor, inputna in outputna periferija ter pomožni pomnilnik so standardnih izvedb. Centralni spomin je razdeljen v tri dele. Besede za grafiko, ki jih generira delovni spomin se prenaša v vmesni pomnilnik grafike preko krmilnika v konzolo.

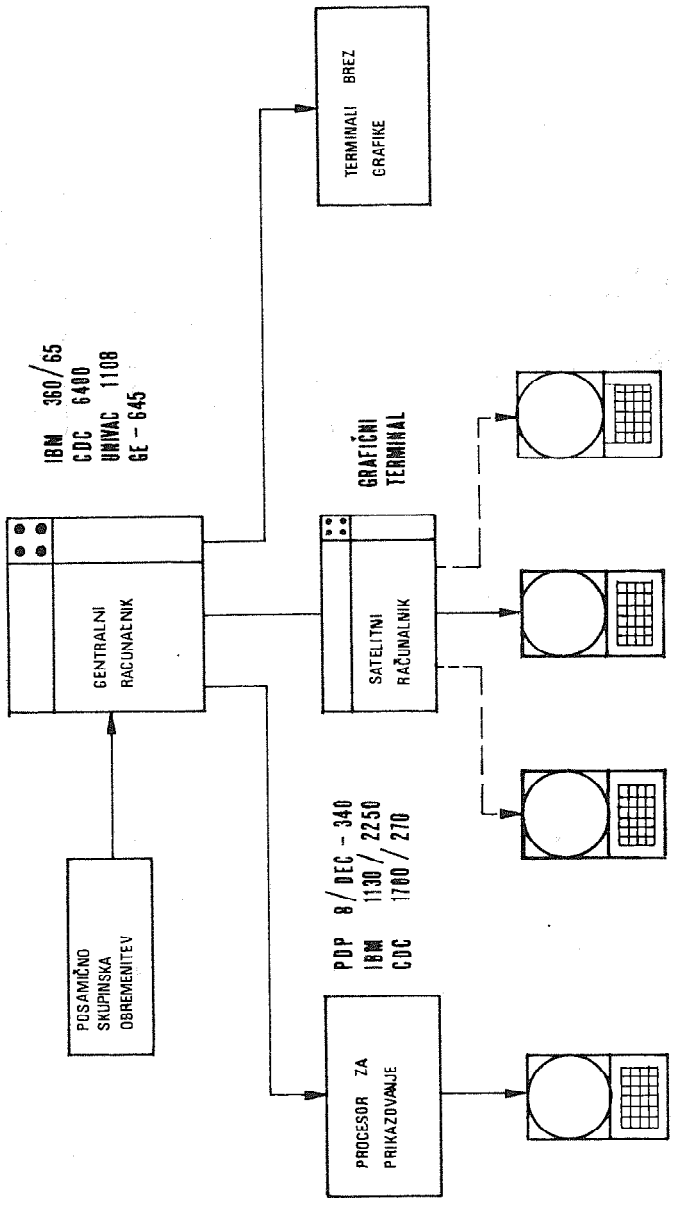
Digitalni prikaz lahko deluje pod različnimi modi in sicer kot: risanje točk, sprejem vektorskih oblik informacij ter linijskih in inkrementalnih informacij in v drugih modih.

V mnogih primerih se uporablja grafična konzola v povezavi ali z satelitskimi računalniki ali pa s procesnimi računalniki, ki so vezani na velik centralni računalnik kot kaže slika 10. Ti sistemi delujejo na principu popolne časovne participacije (full time sharing). Z vedno večjim uvajanjem miniračunalnikov, ki so priključeni na računalniško mrežo, zavisi učinkovita uporaba računalniške grafike predvsem od dobro organizirane banke konstrukcijskih podatkov in odgovarjajoče razvitega systemskega in aplikativnega software-a.

Komponente in elemente strojev in naprav lahko opišemo s pomočjo osnovnih in sestavljenih geometričnih elementov ali pa s funkcijskimi elementi, ki se jih preko vezalne logike povezuje v gradbene skupine in podsisteme. Oba primera sta prikazana na sliki 11 in predstavljata oba ekstrema. Generiranje risb s pomočjo osnovnih geometričnih elementov (točk, premic, krogov itd) je izredno obširen posel in zato zelo draga izvedba za računalnik. Drugo možnost predstavlja konstruiranje s pomočjo elementov in standardnih delov, ki jih računalniška grafika združuje v podsestave, gradbene grupe in sestave. Ta način konstruiranja z računalnikom je zelo tog in ne omogoča realizacije odstopanj, če to zahteva sama konstrukcijska rešitev. Zato so se predlagale bolj fleksibilne rešitve funkcijskih kompleksov s pomočjo konstruiranja variant z integriranim iskanjem ponovljivih delov /7/.

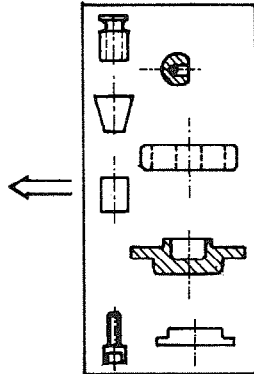
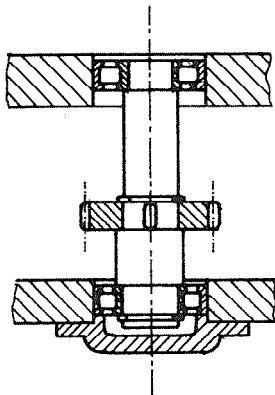
Pri koncipiranju programskih sistemov za konstruiranje z računalnikom, kakor tudi za izbor konfiguracije računalniške grafike je potrebno upoštevati ločitev logike generiranja neke konstrukcije in logike prikazovanja.

Z logiko generiranja se zajame vse elemente, ki opisujejo obdelovance neodvisno od uporabe teh informacij. Z logiko grafičnega prikazovanja v kateri se nahajajo algoritmi, ki omogočajo dostop k vsem geometričnim informacijam se realizirajo

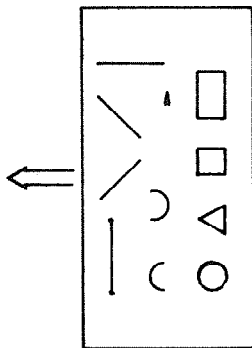
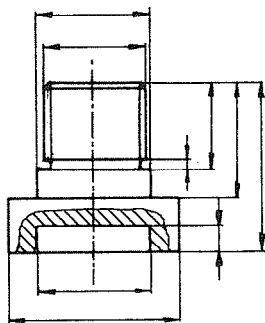


GRAFICNO PRIKAZOVANJE

10. PPS / 10. 75
 TIPICNA KONFIGURACIJA RACUNALNIŠKE
 GRAFIKE (FULL TIME SHARING)



DATOTEKA ELEMENTOV IN STANDARDNIH DELOV



DATOTEKA GEOMETRIČNIH ELEMENTOV

10. PPS / 11.75
OPIS OBDELOVANECV IN PODSISTEMOV
Z GEOMETRIČNI MI ELEMENTI

detajlne risbe, tehnološke karte in NC-krmilni trakovi kot izhodi računalniške grafike. Slika 12 prikazuje shematično organizacijo računalnika z grafiko ter možnimi oblikami inputov in outputov, kakor tudi datotekami. Ta shema ima splošno veljavo.

Poseben pomen računalniške grafike pa je v tem, da se te sisteme lahko uporabi neposredno za izdelavo krmilnih trakov za NC obdelovalne sisteme kot kaže slika 12. Programiranje obdelovancev in izdelava luknjanega traku se vrši neposredno iz risbe na grafičnem prikazu CRT, pri čemer se uporablja podatke in programe, ki so bili uporabljeni za konstruiranje oziroma detajliranje določenega obdelovanca.

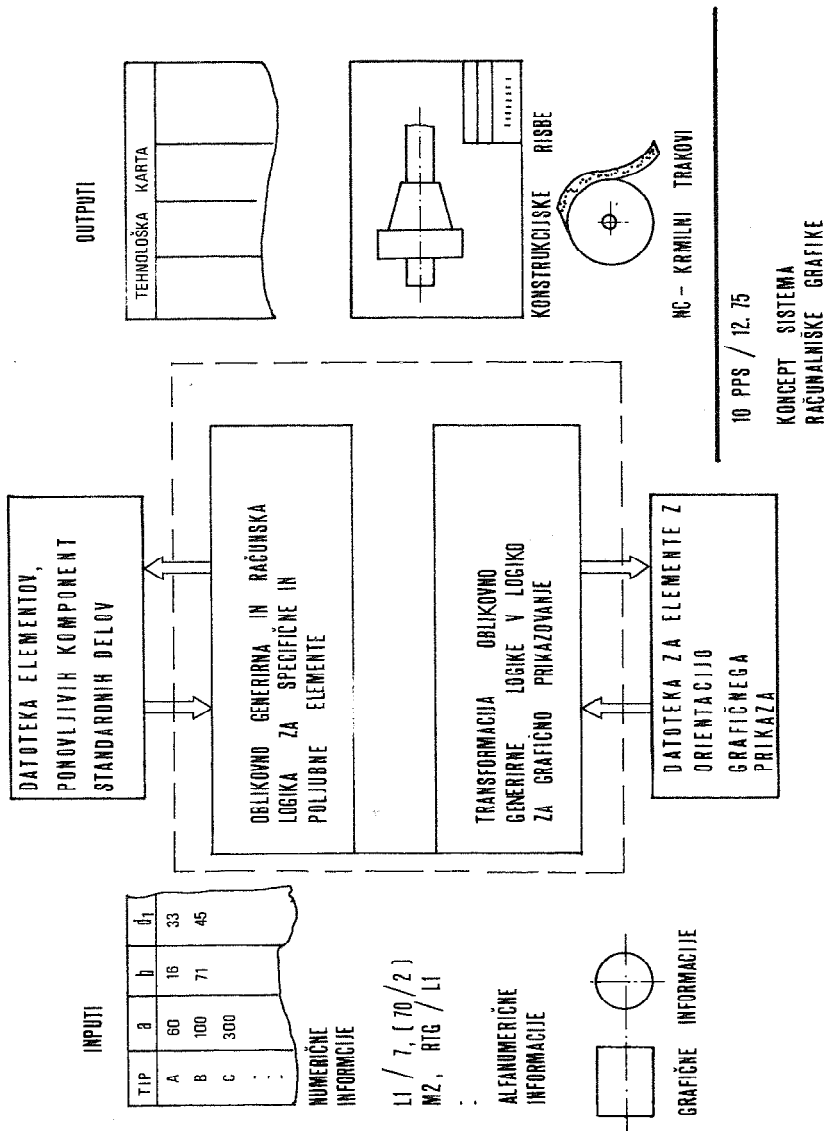
Pri programiranju se najprej specificira zaželeni način generiranja površine obdelovanca npr. od točke do točke, profiliranje radiusa itd ter določi premer orodja npr. frezala, ki bo komponento obdelal. Pri tem se upošteva delitev rezov, korekture zaradi premera orodja, zaporedje operacij in druge tehnološke karakteristike, ki so pomembne za izdelavo krmilnega traku.

Prva realizacija uporabe računalniške grafike za geometrično programiranje komponent in izdelavo krmilnih trakov datira v leto 1965. Sistem UNIVAC 418 pri Lockheed-u v ZDA je bil apliciran za reševanje te zelo zahtevne naloge, ki jo je uspešno rešil. Zaradi izredno dragih naprav in visokih zahtev na programiranje se pa ti sistemi v praksi še niso uvedli v večjem obsegu. Predvideva se pa zaradi izrednih pocenitev računalniške opreme, njene miniaturizacije ter povečanja zanesljivosti, da se bo računalniška grafika v bodoče vedno bolj širila v razvojne in konstrukcijske oddelke tovarn. Ta perspektiva je zato tako obetajoča ker omogoča realno integracijo konstrukcijskega in tehnološkega procesa, kar pa je velikega pomena za racionalizacijo in avtomatizacijo proizvodnje na sploh.

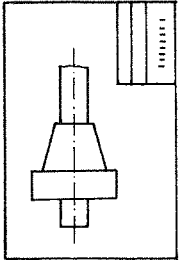
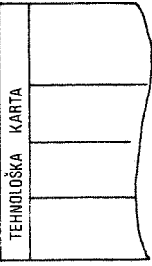
V teh izvajanjih se nismo dotaknili uporabe računalniške grafike pri izračunu elementov, ki pa predstavlja drugo pomembno stran uporabe računalnikov. To področje ni vezano neposredno na samo proizvodnjo in zato smo diskusijo opustili.

Klasifikacija komponent in vloga mikrofilma

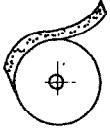
Po zaključnem detajliranju komponent se risbe kot nosilci geometričnih in deloma tudi tehnoloških informacij opremijo praviloma z dvema karakterističnima številka in sicer identno in klasifikacijsko številko. Identna številka je vezana na tip in strukturo proizvoda, klasifikacijska številka pa opisuje določeno število geometričnih in tehnoloških karakteristik. Te karakteristike so izražene s števili od 0 do 9. Skupek



OUTPUTI



KONSTRUKCIJSKE RISBE



NC - KRMILNI TRAKOVI

10 PPS / 12.75

KONCEPT SISTEMA
 RAČUNALNIŠKE GRAFIKE

DATOTEKA ELEMENTOV,
 PONOVLJIVIH KOMONENT
 STANDARDNIH DELOV

OBLIKOVNO GENERIRNA IN RAČUNSKA
 LOGIKA ZA SPECIFIČNE IN
 POLJUBNE ELEMENTE

TRANSFORMACIJA OBLIKOVNO
 GENERIRNE LOGIKE V LOGIKO
 ZA GRAFIČNO PRIKAZOVANJE

DATOTEKA ZA ELEMENTE Z
 ORIENTACIJO
 GRAFIČNEGA
 PRIKAZA

števil da klasifikacijsko številko, ki jo izberemo s pomočjo klasifikacijskega sistema. Ti sistemi so bili v literaturi že obširno obravnavani in so znani pod različnimi imeni originatorjev kot npr. Mitrofanov /8/, Opitz /9/ in mnogi drugi. Dolžina klasifikacijske številke varira od 4 (VOUSO-sistem) do 76 (DDR sistem). Najpri mernejša dolžina iz praktičnih izkušenj je 7-12 mestna klasifikacijska številka.

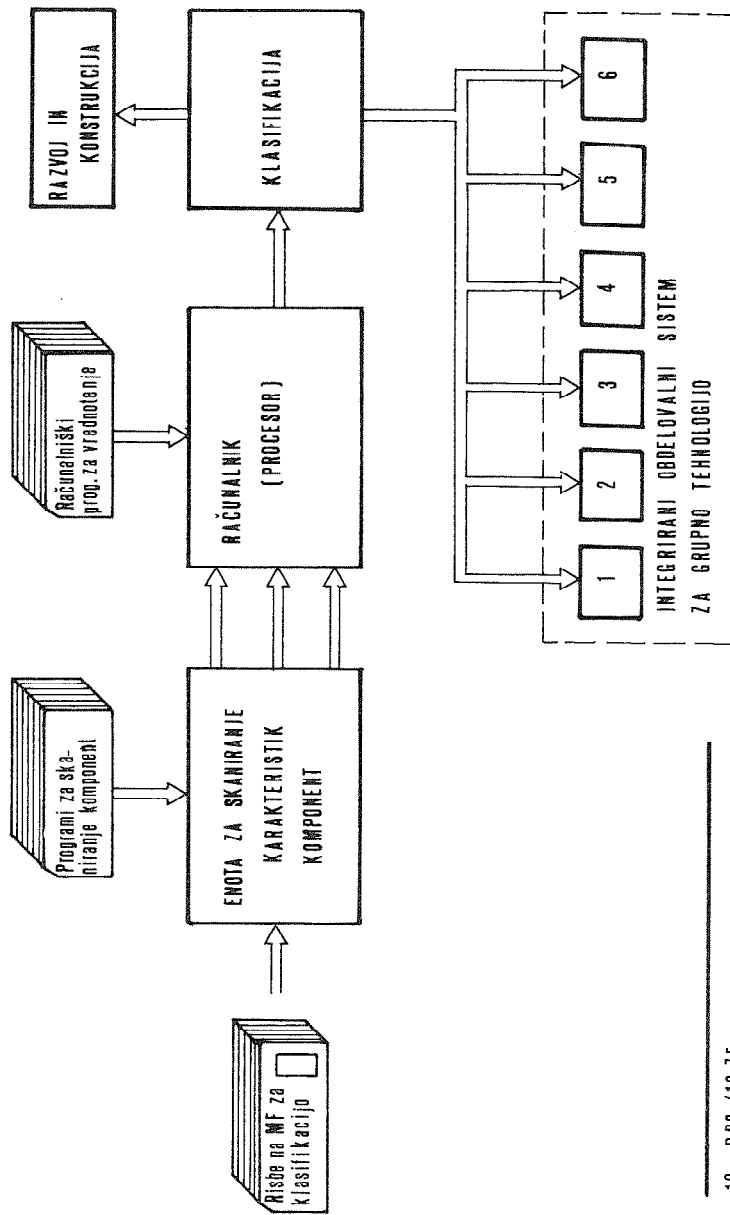
S tem da smo opisali neko komponento z identno in klasifikacijsko številko je možno risbo kot nosilca geometričnih informacij preslikati na mikrofilm in mikrofilmsko kartico. Na to kartico zapišemo v primerni obliki obe karakteristični številki. Prdko čitalca kartic shranjujemo tako zapisane komponente v datoteko za kasnejšo uporabo. Mikrofilmske kartice lahko po potrebi sortiramo z uporabo kriterija podobnosti in tako formiramo grupe obdelovancev, ki tvorijo osnovo za grupno tehnologijo. Poleg tega je tako organizirana datoteka v računalniku in mikrofilmih mogoče uporabiti v razvoju in konstrukciji pri iskanju ponovljivih delov in komponent. To pa prinaša izredno veliko racionalizacijo v samo konstrukcijo in pospešuje učinkovitost konstruiranja z računalnikom.

Pri uporabi klasifikacijskih sistemov pa nastopa pereč problem, ki se kaže v tem, da so bili znani klasifikacijski sistemi razviti na čisti eksperimentalni osnovi in nekaterih statističnih izračunih pomembnosti geometričnih karakteristik. S tem so kriteriji za ocenjevanje geometričnih karakteristik poljubni in ne slone na analitično določenih signifikantnih karakteristikah. Poleg tega vpliva na klasificiranje čisto subjektivni faktor, ki povzročajo zelo individualne razlage uporabe klasifikacijskih sistemov. To pa povzroča težave pri formiranju grup obdelovancev, iskanju ponovljivih komponent itd.

Iz tega razloga je bil razvit v LAKOS-u sistem za računalniško klasificiranje komponent. Slika 13 prikazuje principiarno rešitev tega problema. Risbe na mikrofilmih skanirajo s posebnim tipalom, ki ugotavlja ali neka karakteristika obstaja na komponenti ali ne. Te informacije se posredujejo procesorju, ki izračuna s primerno metodo iz teorije spoznavanja obrazcev (npr. potencialne funkcije /10/ diskriminatorske nivoje in klasificira avtomatično komponente. Tako opredeljene geometrične karakteristike se posreduje datoteki komponent za nadaljnjo uporabo v razvoju in konstrukciji ali pa za formiranje skupin za obdelavo po principih grupne tehnologije.

Avtomatizacija klasificiranja obdelovancev s pomočjo mikrofilmske tehnike in

PK.01.27



10. PPS /13.75
AVTOMATIČNO KLASIFICIRANJE
KOMPONENT

računalnika bo brez dvoma prispevala pomembno k učinkovitemu in zanesljivemu klasi-
ficiranju geometričnih informacij.

Planiranje in priprava proizvodnje

Naslednji koraki v integriranem informacijsko tehnološkem sistemu so: formi-
ranje skupin obdelovancev po principih podobnosti, določanje sekvenc tehnoloških pro-
cesov za posamezne obdelovance in grupe obdelovancev in določanje obdelovalnih si-
stemov z različnimi napravami za obdelavo grup.

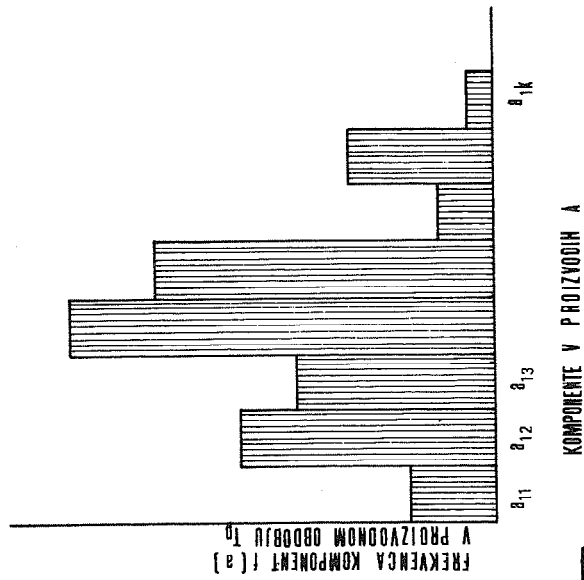
V pretežno individualni, maloserijski in sredneserijski proizvodnji kot je
navzoča v jugoslovanski kovinsko predelovalni in elektroindustriji se spekter obdelo-
vancev menja tako po geometričnih oblikah kot po številu in kvaliteti komponent v
grupah. Zato je racionalno reševanje problematike planiranja in priprave proizvodnje
zelo otežkočeno še posebej, ker moramo pri planiranju in pripravi proizvodnje, to po
meni pri organizaciji informacijskih inputov za podsistem "integrirani obdelovalni sist-
em" (slika 4), upoštevati tako tehnološke, kot časovne aspekte izdelave komponent. Poleg
tega mora pa biti ta tehnološka izdelava usklajena s termini izdelave podsistemov oz.
kompletnih proizvodov ter terminali, ki so določeni že vnaprej za dostavo proizvodov
kupcem. Tu pa nastopa problem učinkovitega in optimiranega izkoristka razpoložljivih
kapacitet kot strojev, naprav, delovne sile itd.

Slika 14 prikazuje kot primer matriko in statistično distribucijo $f(a)$ kompo-
nent oz. obdelovancev proizvoda A, ki predstavljajo celoten spekter delov za izdelavo
proizvodov A v definiranem proizvodnem obdobju npr. 10, 20 dneh itd. V primeru
večjega števila proizvodov npr. B, C .. M dobimo odgovarjajoče frekvenčne distri-
bucije komponent $f(b)$, $f(c)$... $f(m)$. Te predstavljajo izhodišča za planiranje in pri-
pravo proizvodnje in s tem organizacijo inputov v integrirane obdelovalne sisteme.

Manuelno planiranje kot kažejo izkušnje, ni doraslo tem nalogam ker je šte-
vilo informacij ter možnih kombinacij različnih elementov izredno visoko. Zato je te
vrste planiranje zelo nenatančno in vodi do resnih težav.

Tudi metode systemskega planiranja, ki smo jih naredili zgoraj ne vodijo
k zadovoljivim rezultatom, kot je bilo že omenjeno.

Iz teh razlogov so industrijske raziskovalne organizacije in univerzitetni
inštituti v Evropi, Japonskem in ZDA pristopili k reševanju problematike planiranja



10. PPS / 14. 75

MATRIKA KOMPONENT IN
NJEVA FREKVENCA V ČASU T_P

in priprave proizvodnje izhajajoč iz enote tehnološkega procesa in integriranega informacijskega sistema, kot je prikazan v tabeli 1.

Slika 15 prikazuje planiranje sekvence operacij 01, 02 ... 0K, ki so potrebne za izdelavo predpisane oblike obdelovanca iz naprimer valjastega surovca. Na inputu so podani parametri kot geometrija obdelovanca na inputu in outputu, material, zahtevana natančnost, trdota itd. Operacija 01, ki predstavlja npr. odrezanje, se lahko izvrši s krožno žago, z odrezovalnim kolutom, koncentričnim struženjem itd. Vse te alternative so možne in predstavljajo enote procesov na vertikalni premici 01. Slede operacije 02, 03 ... z alternativnimi obdelovalnimi procesi. Potek operacij po različnih alternativah zavisi od izbranega kriterija, kot npr. min.stroškov, min. obdelovalnega časa, optimalnega izkoristka strojev in drugih.

Kot output dobimo tehnološki izpis, ki podaja zaporedje in vrsto operacij, stroje in orodja, čase za posamezne operacije itd.

Pri uvajanju grupne tehnologije se pa planira procese za celotno grupo ali več grup obdelovancev, ki so selektirane s pomočjo uporabe klasifikacijskih sistemov. Pri tem se izhaja iz kompleksnega procesa, ki zajema vrsto end procesov, ki so potrebni za izdelavo celotne grupe. Metodologija za določanje skupinskih procesov je prikazana na sliki 16.

V okviru NAKK projekta /11/ so nekatere skandinavske firme in instituti razvili sistem za računalniško planiranje tehnoloških procesov, ki bazira na zgoraj prikazanih principih. Slika 17 prikazuje blokovno shemo AUTOPROS-programov, ki imajo naslednje funkcije:

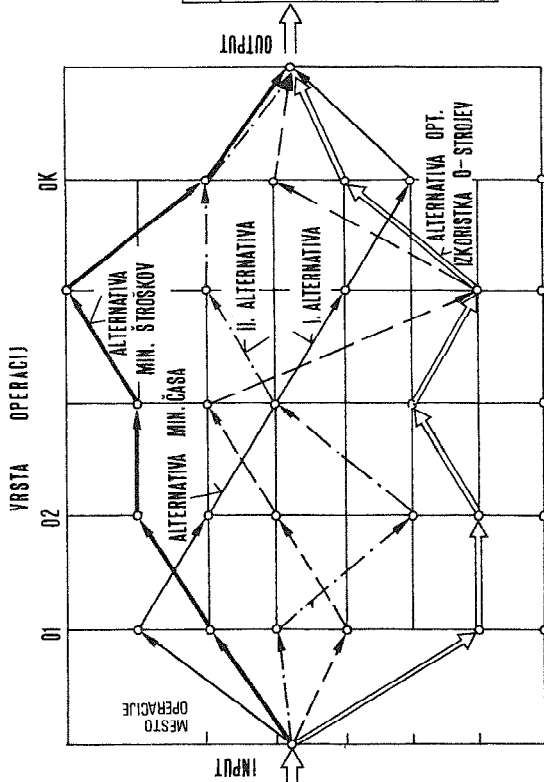
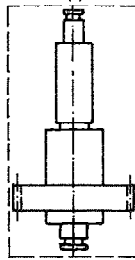
- GRUVAP - določitev kompleksnega procesa
- PROVAP - določitev sekvence operacij
- FLAG - določitev ploskev, ki jih je potrebno obdelati
- MASVAP - določitev alternativnih 0-strojev
- RIGVAP - določitev vpenjal
- KOBVAP - določitev alternativnih procesov
- TIDVAP - določitev časov
- OPVAP - določitev optimalnih procesov
- UTVAP - določitev teksta na izhodu (tehnološka karta)

Računalnik se pri obdelavi podatkov poslužuje banke tehnoloških podatkov

OPIS INPUTA

- GEOMETRIJA INPUTA
- GEOMETRIJA OUTPUTA
- MATERIAL
- NATANČNOST
- TROŠTA
- KVALITETA
- POVRŠINE

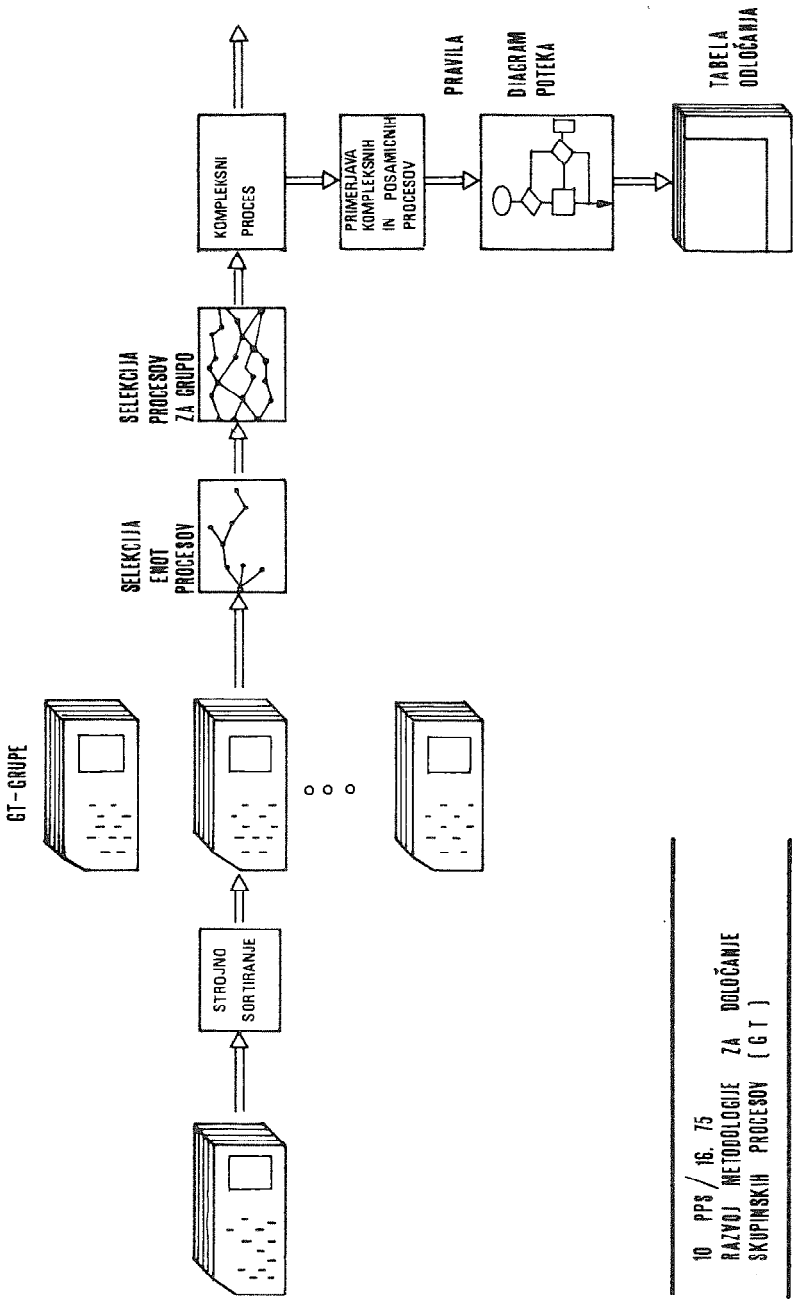
SUROVEK



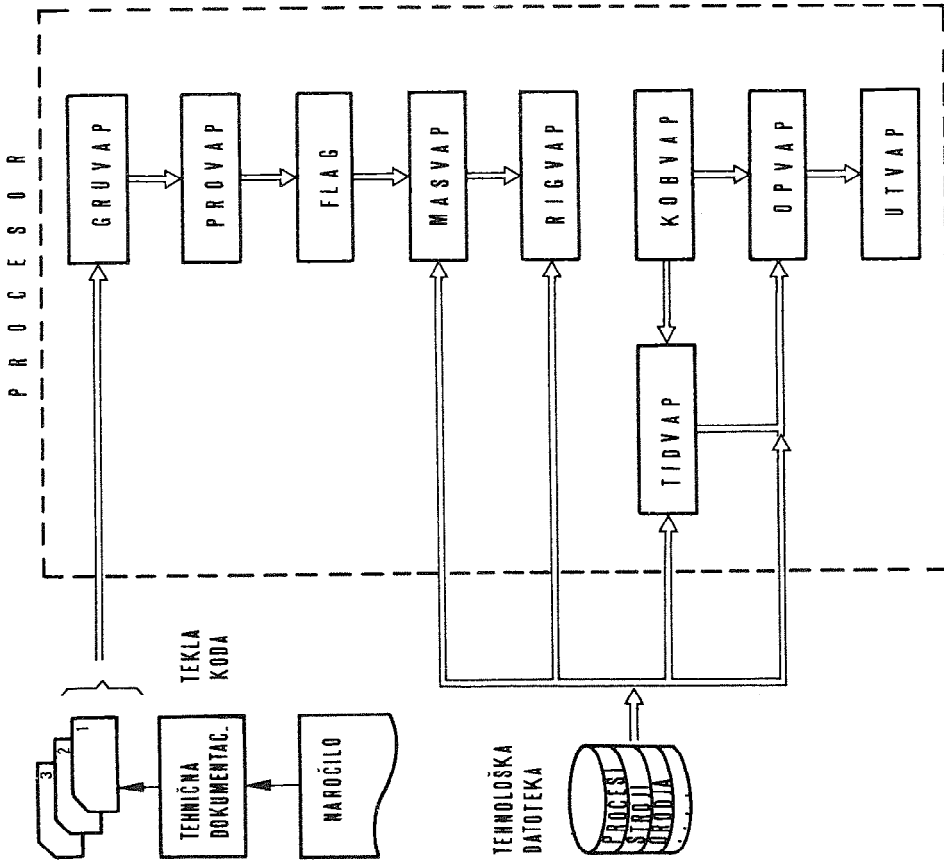
LISTA	
◊	ZAPOREDJE OPERACIJ
○	VRSTA OPERACIJ
○	0 - STROJI
○	ORODJA
○	PRIPRAVE
○	ČASI
○	POSAMEZNI ŠTROŠKI
○	•
○	•
○	•

10 PPS / 15.75

GRAF ALTERNATIVNIH OPERACIJ IN
KRITERIJ ZA OCENITEV OPTIMALNOSTI



10 PPS / 18. 75
 RAZVOJ METODOLOGIJE ZA DOLOČANJE
 SKUPINSKIH PROCESOV (GT)



10.PPS/17.75

STRUKTURA AUTOPROSTA

PK.01.34

ter inputnih informacij, ki so transformirane iz risbe s pomočjo TEKLA-koda na tri kodirne karte.

Podoben sistem TEPS (Technical Economical Production Planning System)/12/ je bil razvit tudi v okviru skandinavskih raziskovalnih skupin v sodelovanju z univerzami. Programski paketi so deljeni na dva modula, in sicer: a) planiranje in optimizacijo izdelave posamezne komponente (glej sliko 15) in b) časovno planiranje zasedbe delovnih sredstev za celotni proizvod ali več proizvodov. Oba modula sta ločena med tem ko pri AUTOPROS-u to ni slučaj.

V tej smeri se vrši intenzivno razvojno delo, ki je pa nujno vezano na razvoj bank tehnoloških podatkov, metod in strategije optimiranja. S tem pa dobivajo raziskave obdelovalnosti materialov na široki mednarodni osnovi poseben pomen. V tej zvezi je potrebno omeniti, da je LAKOS (laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo) Fakultete za strojništvo v Ljubljani ustanovil banko tehnoloških podatkov, ki bo služila prav tem namenom. Priključeni smo na INFOS-sistem v Aachenu in so nam tako dostopni tehnološki podatki tudi na evropskem nivoju. Ta korak je bil potreben, če hočemo z uspehom uveljaviti avtomatizacijo proizvodnje z NC, CNC in DNC sistemi in dvigniti produktivnost naše industrije.

Računalniško programiranje NC-obdelovalnih sistemov

V pripravo izdelave komponent spada računalniška priprava krmilnih trakov za NC in CNC obdelovalne sisteme. V tej dejavnosti je pomen in pomoč računalnika neprecenljive vrednosti saj se pri kompleksnih oblikah obdelovancev manualno programiranje praktično ne da realizirati.

Že z razvojem numeričnega krmiljenja (NC) obdelovalnih sistemov v petdesetih letih je MIT in kasneje Illinois Institute of Technology 1961 razvil in izpopolnjeval programski sistem APT (Automatically Programmed Tools) /13/ in ga začel uvajati v industrijo, posebno v ameriško in deloma tudi evropsko. V šestdesetih letih se je pa razvila vrsta novih ali podobnih programskih sistemov, ki so osnovani na APT, ali pa niso z njimi kompatibilni.

Tabela 2 podaja pregled važnejših programskih jezikov za NC-sisteme z nekaterimi posebnostmi. Iz analize zgoraj navedenih sistemov lahko potegnemo nekaj važnih zaključkov in sicer. Sistemi, ki bazirajo na strukturi APT zahtevajo velike računalnike in so vezani za implementacijo na določene tipe IBM, CDC, UNIVAC,

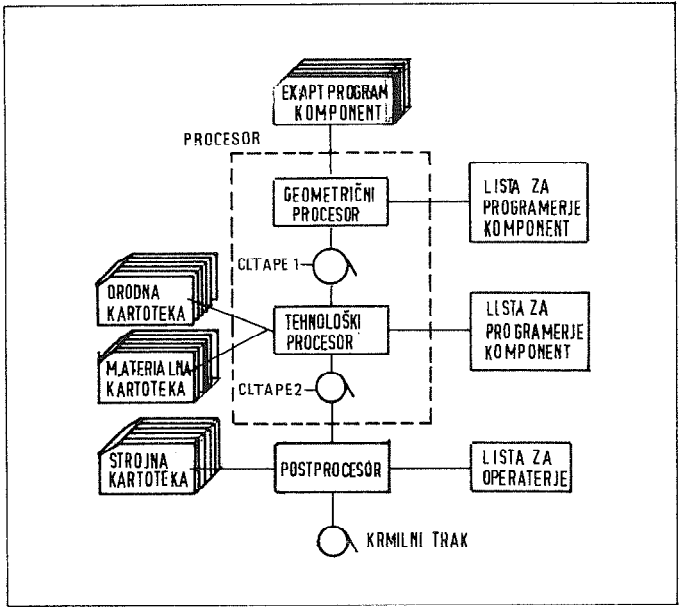
Tabela 2 : Pregled važnejših programskih sistemov za NC

Programski sistem	Razvijalec	Opombe
Sistemi kompatibilni z APT		
APT	MIT, IIT	zahteva velik računalnik 256 K byt, do 6 osi, brez tehnologije
ADAPT, AUTOSPOT	IBM	2 1/2 osi za računalnike IBM 360/370, 100 K byt, brez tehnologije
APTAC	IBM	4 - 5 osi z tehnologijo IBM 370
APTIC	IBM	K-krmiljenje 2 1/2 osi IBM 370
APTBT	IBM	Basic procesor za pozicionirne NC, IBM 370
MINIAPT	UNIVAC	2 osi, brez tehnologije, 32 K byt
2 CL	NEL	2 1/2 osi brez tehnologije za razne računalnike
EXAPT 1	EXAPT	od točke do točke in ravne konture
2		2 osi za stružnice
3		2 1/2 do 3 osi za frezanje Vsi EXAPT sistemi vključujejo tehnologijo
Sistemi, ki niso kompatibilni z APT		
ACTION	NC SS WORD INC.	2 1/2 osi s tehnologijo samo za IBM 360
AUTOFIT	PITTLER	podoben EXAPT-u
MITURN	TNO	za stružnice, vključuje tehnologijo,
GETURN	GE	Honeywell time sharing computer Mark III
BATCH CURVE	HMT	2 1/2 osi za CNC Batchmatic Honeywell Mark III, Time sharing
Razni programski sistemi za mini računalnik		
SELEAPT	ELECTRONICA SAN GIORIO	podoben strukturi APT
AUTOPROGRAMMER	BOEHRINGER	za stružnice, s tehnologijo
ELAN 30	HEWLETT PACKARD	Podoben EXAPT brez tehnologije

Tabela 3: Tipi in specifikacija adaptivnega krmiljenja

KARAKTERISTIKE ADAPTIVNEGA KRMILJENJA O - SISTEMOV	
ODREZOVALNA PERFORMANCA	GEOMETRIČNA PERFORMANCA
<p>CILJI KRMILJENJA max. odrezovalna storilnost pri min. stroških ali max. proizvodnji output</p> <p>KRMILNI PARAMETRI kinematični parametri O-procesa (v, s ...) statični parametri procesa (a ...) dinamični parametri procesa (...)</p> <p>OMEJITVE statična in dinamična stabiliteta O-sistema karakteristike O-stroja ($P, n_{\min}^{\max}, e_{\min}^{\max}$) obraba orodja, dolžina rez.roba</p>	<p>CILJI KRMILJENJA zahtevana dimenzijska natančnost zahtevana oblikovna natančnost zahtevana integriteta površine stabiliteta natančnosti</p> <p>KRMILNI PARAMETRI pozicioniranje orodja ali obdelovanca kinematični parametri 0-procesa (v, v_x, v_y ... s ...)</p> <p>OMEJITVE statična in dinamična natančnost 0-stroja krmilnega sistema, merilnega sistema, orodja, velikost, min. kompenzacijskega koraka</p>

HONEYWELL z ozirom na geometrične procesorje. Zelo pomembna razlika med temi sistemi je v tem, da nekateri vključujejo v računalniško programiranje in izdelavo krmilnih trakov samo geometrijo (APT, ADAPT, MINIAPT, 2CL, itd.) medtem ko drugi sistemi (EXAPT, APTAC, AUTOPIT, MITURN, GETURN, AUTOPROGRAMMER) vključujejo tudi tehnologijo. Ta razvojni korak je bil pa zelo pomemben, ker se z vključevanjem tehnologije v izračun krmilnih trakov ureja datoteke tehnoloških procesov, 0-strojov in orodij omogoča optimiranje pogojev obdelave itd. Blokovna shema EXAPT programskega sistema je prikazana na sliki 18. Organizacija materialnih in orodnih kart je takšna, da je možno uporabljati tudi v konvencionalni proizvodnji brez numerično krmiljenih strojev. Zaradi velikega števila informacij, ki jih je potrebno zbrati in urediti je uveljavljanje EXAPT-a precej otežkočeno. Tudi vzdrževanje sistema je bolj zahtevno kot pri sistemih brez tehnologije. Omeniti je potrebno še eno omejitev in sicer je ta sistem uporaben za delo v 2 1/2 do 3 osi. Medtem ko je možno z APT-om delati tudi do 6 osi.



10.PPS/ 18.75

STRUKTURA EXAPT ÷ a

Prednosti, ki jih pa nudi EXAPT in drugi sistemi s tehnologijo so pa očitne, ker omogoča optimalno izkoriščanje NC, CNC in DNC obdelovalnih sistemov.

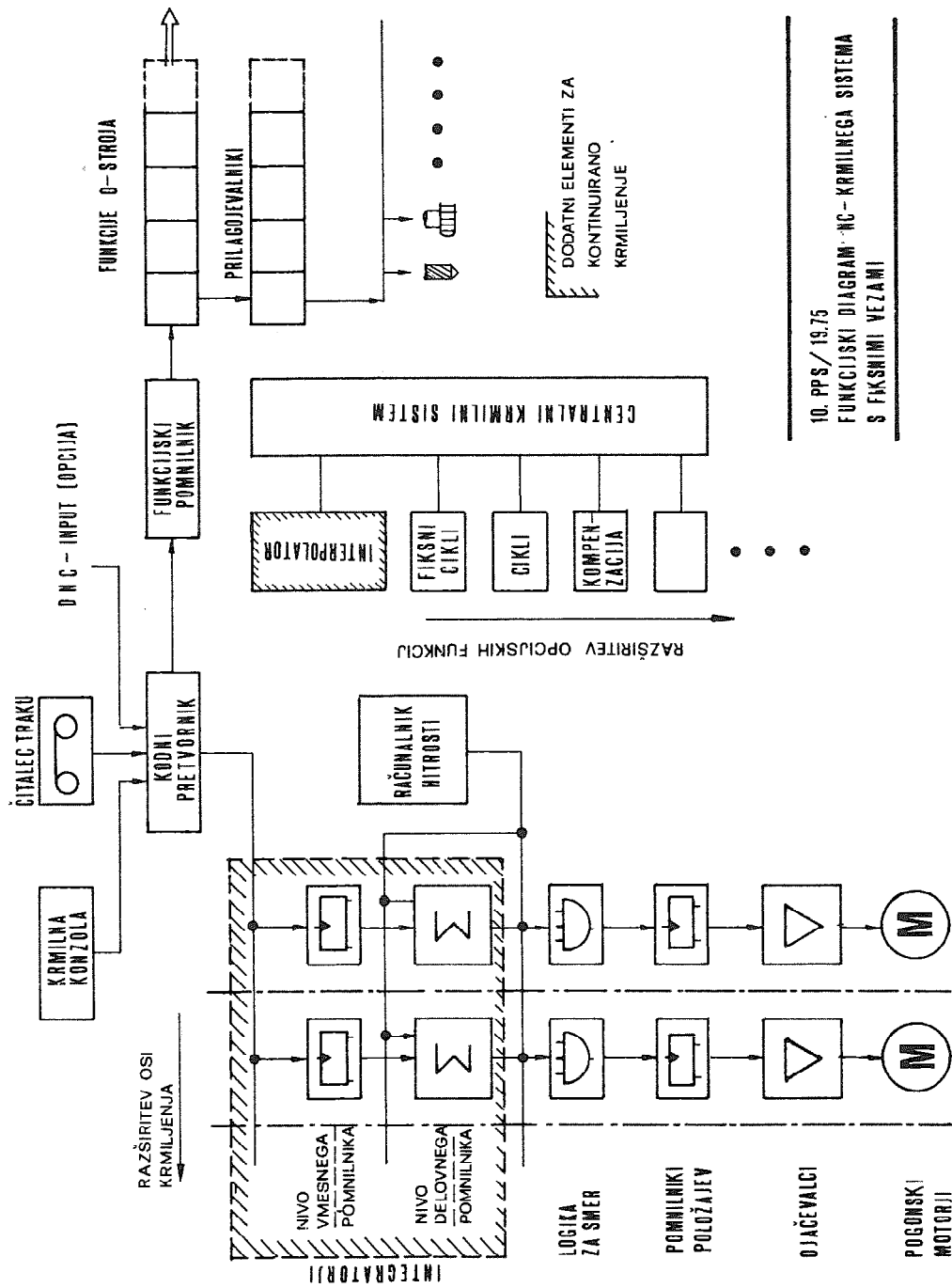
NC, CNC in DNC - obdelovalni sistemi

Avtomatizacija obdelovalnih strojev je z razvojem računalnikov dosegla nesluhten razvoj. Začetkom petdesetih let je MIT razvil prvi numerično krmiljeni (NC) frezalni stroj. S tem se je pa odprla pot fleksibilni avtomatizaciji obdelovalnih strojev, ki je v sedemdesetih letih doživela kvaliteten skok v računalniško integrirane obdelovalne sisteme. Tipični funkcijski diagram NC-krmilnega sistema s fiksnimi zvezami je prikazan na sliki 19. Ti sistemi so se uvajali v industrijo v petdesetih in šestdesetih letih, vendar razmeroma počasi. Vzrokov za to je bilo več. Iz statističnih raziskav teh vzrokov, ki sta jih izvedla Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken v letu 1969 in Technische Akademie Esslingen v letu 1973 so razvidni glavni problemi uporabnikov NC in tudi argumenti, ki govore proti uporabi teh sistemov industriji. Rezultati teh raziskav so prikazani na sliki 20. Težave nastopajo predvsem v elektroniki krmilnih sistemov, programiranju in servisiranju. Pomemben faktor predstavlja tudi pomankanje znanja ter organizacijske težave.

Precejšen vpliv na nabavo teh sistemov imajo stroški izdelave komponent ter investicijski stroški. Hitra tehnična zastarellost, posebno pri vrtoglavem razvoju tehnike integriranih vezij za krmilne in računalniške sisteme, pomembno vpliva na odločitve o vprašanih nabavi NC sistemov. Vse to so pomembni faktorji, ki jih moramo imeti vedno pred očmi, ko se odločamo za uvajanje NC-tehnologije v našo industrijo.

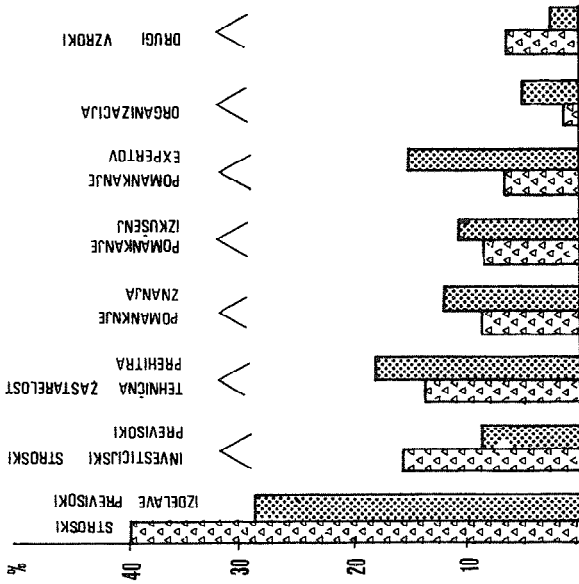
Posebne pomena za vedno močnejše uvajanje NC-tehnologije v prakso pa je razvoj v elektroniki. Nazorno se kaže to v zmanjševanju velikosti računalnikov v odvisnosti od časa, slika 21. Pri enaki računalniški zmogljivosti se je velikost zmanjšala za tretjo potenco. Tudi zanesljivost in hitrost računalnikov se je pomembno povečala. Z zmanjševanjem fizične velikosti računalnikov je pa padla signifikantno tudi cena. Isto velja tudi za krmilno elektroniko. S tem razvojem bo pa omogočen pomemben prodor NC krmiljenja v prakso. Predvideva se, da bo leta 1985 že več kot 50 % vseh obdelovalnih strojev opremljenih z numeričnim krmiljenjem.

Naslednji pomemben korak v razvoju NC-tehnologije je bilo računalniško numerično krmiljenje (CNC) obdelovalnih strojev. Fiksna logika, ki je realizirana v

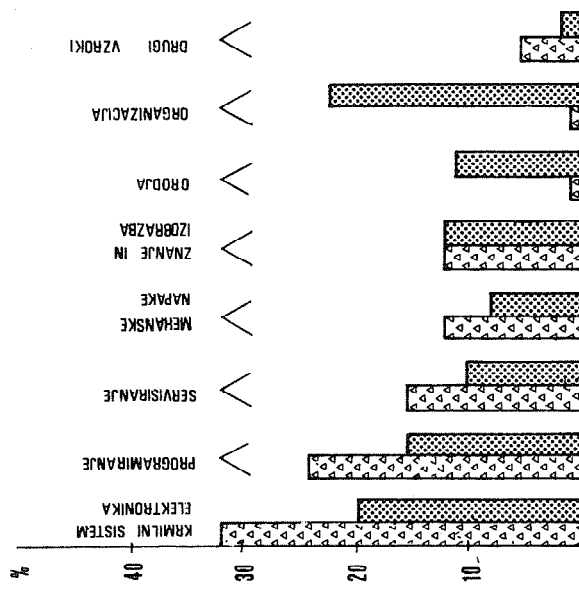


10. PPS/19.75
 FUNKCIJSKI DIAGRAM NC-KRMIJNEGA SISTEMA
 S FIKSNI MI VEZAMI

ARGUMENTI PROTI UPORABI NC

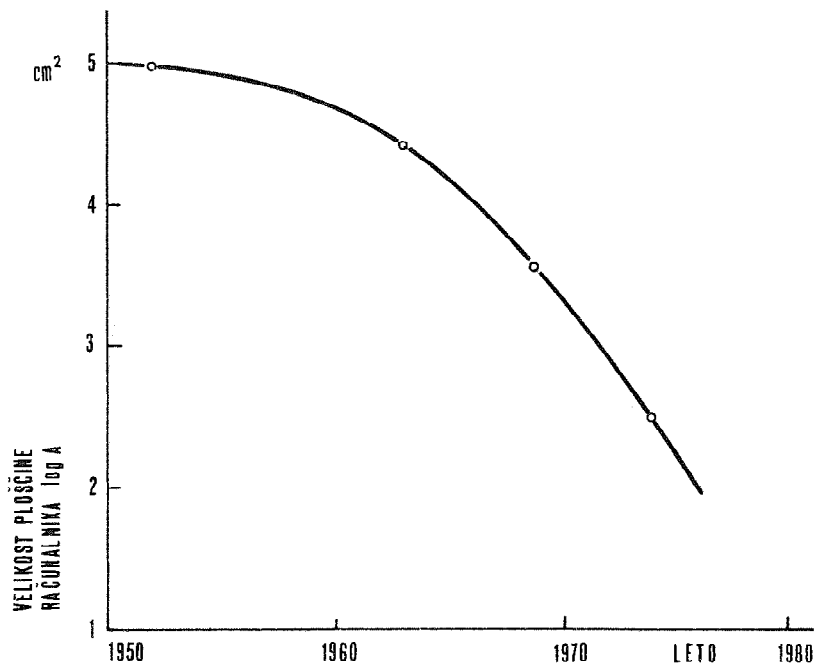


PROBLEMI UPORABNIKOV NC



10 PPS/20.75
TRŽNE RAZISKAVE O PROBLEMIH
NC - TEHNOLOGIJE

TAE 1973
VDW 1963



10. PPS / 21.75
VELIKOST RAČUNALNIKOV V ODVISNOSTI
OD ČASOVNEGA RAZVOJA

klasičnem NC-sistemu ne omogoča nobenih korektur v sistemu krmiljenja. Iz tega razloga se je pri CNC-sistemih del krmilne logike, in interpolacije prenesel v software, ki ga je pa mogoče odgovarjajoče spreminjati. To nalogo opravlja procesni računalnik. Na sliki 22 je prikazana blokovna shema CNC - strukture. Ker računalnik lahko istočasno opravlja samo eno operacijo mora biti čas za en računski cikel izredno kratek in sicer v velikostnem redu nekaj sto nanosekund.

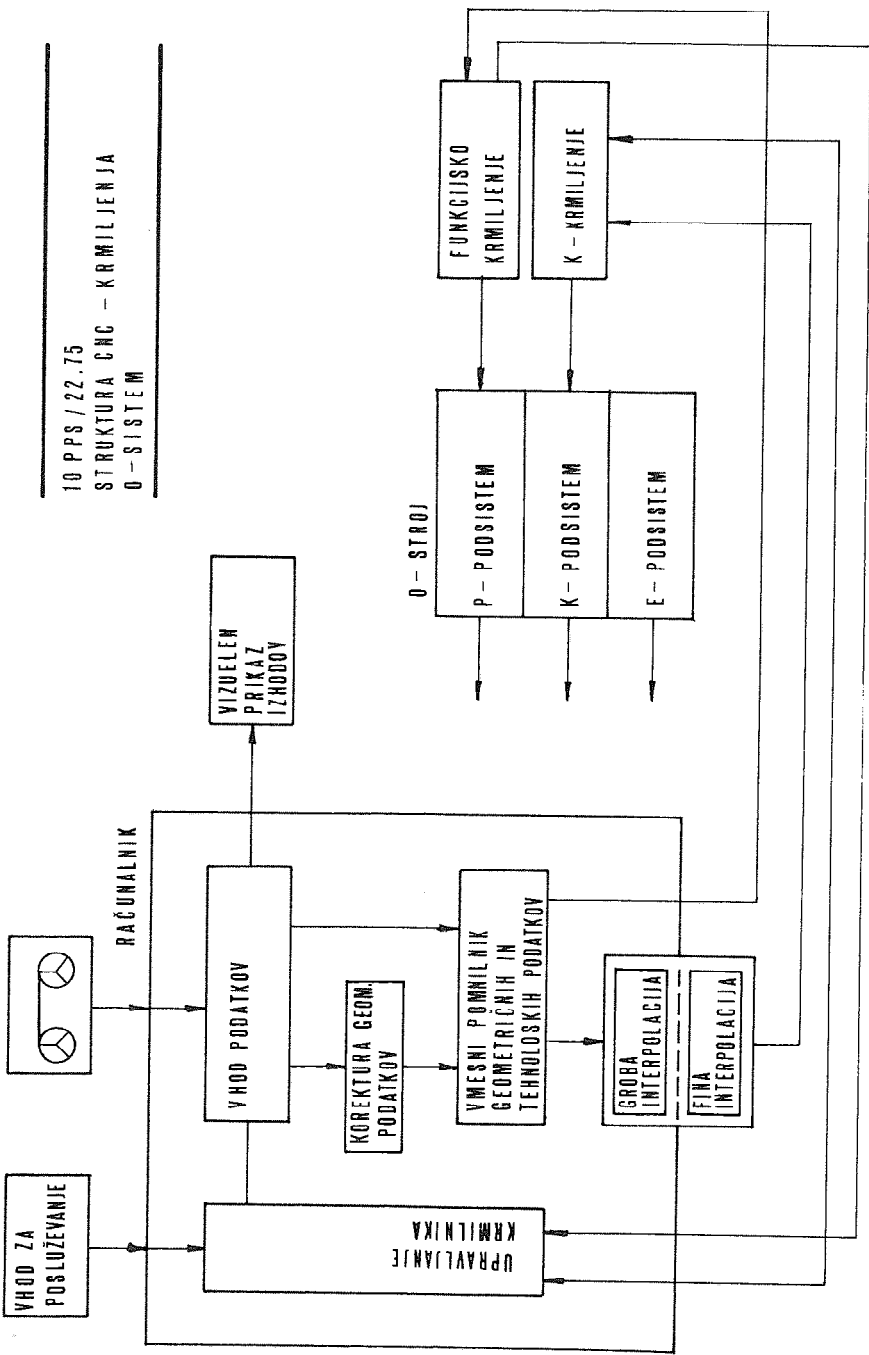
Brez dvoma je da, bodo CNC sistemi zaradi svoje krmilne fleksibilnosti in zanesljivosti procesnih računalnikov ter miniaturizacije teh v bodoče pridobili na aplikativnosti.

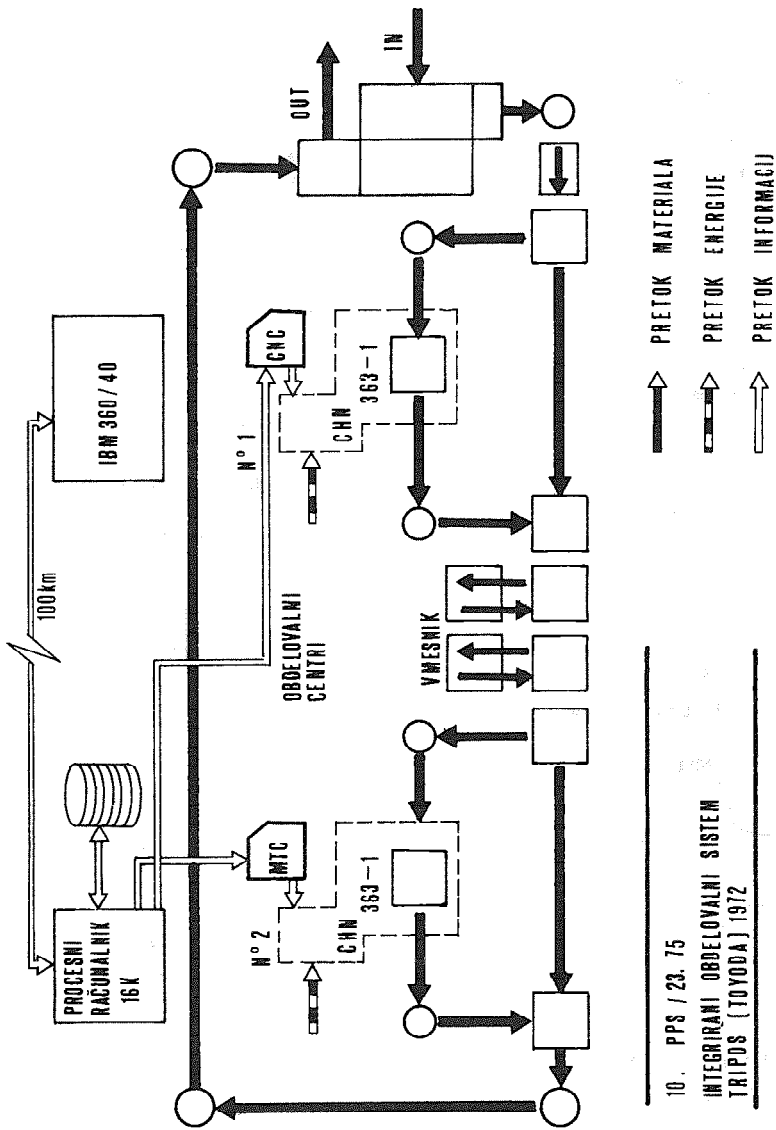
Za omenjene in enostavnejše naloge pri krmiljenju obdelovalnih sistemov se v zadnjih letih uveljavljajo tkzv. programirana krmilja (PC). Ta vsebujejo ROM ali/in CROM elemente, ki omogočajo shranjevanje enostavnejših programov in ponovno programiranje teh, če se funkcije stroja menjajo. Tudi to je ena od smeri razvoja v NC tehnologiji.

Leta 1968 je Williansson /14/ predstavil prvi računalniško integrirani obdelovalni sistem Molins 24. Sledil je pomemben razvoj teh novih obdelovalnih sistemov na Japonskem, ZDA in obeh Nemčijah. Integracija NC ali CNC obdelovalnih strojev, transportnih in vpenjalnih naprav ter informacijskega pretoka s pomočjo nadrejenega računalnika je pogojevala razvoj DNC sistemov z namenom, da se izboljša izkoristek strojev z ozirom na koristno delo. Kot vemo, opravlja orodje generiranje obdelovancev pri klasičnih univerzalnih strojih le ca 10-15 % vsega časa. Vse ostalo pa se porabi za čakanje pri vepnanju, menjavi orodij, transportu itd. Iz teh razlogov se je začelo razvijati DNC-sisteme. Kot primer naj omenimo integrirani obdelovalni sistem TRIPOS, TOYODA, slika 23. Sestoji se iz dveh obdelovalnih centrov (eden NC - drugi CNC-krmiljen) transportnega sistema z vmesnim hranilnikom, procesnim računalnikom za razdelitev in upravljanje podatkov iz nadrejenega velikega računalnika . Ta lahko upravlja v modu nadzornega krmiljenja celo vrsto takšnih obdelovalnih sistemov.

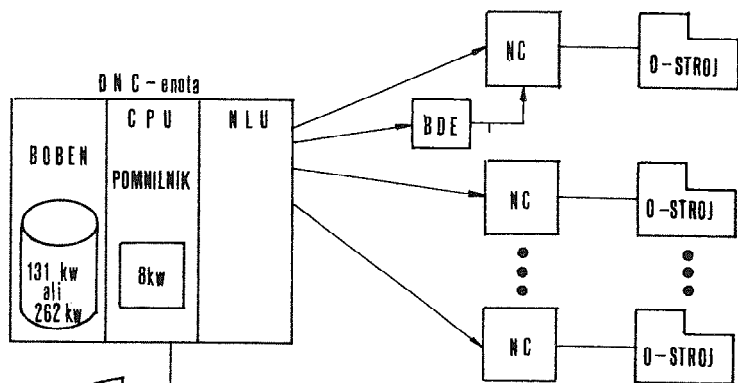
Slike 24, 25 in 26 kažejo nekatere možne rešitve DNC sistemov z BRT (behind tape reader) upravljanjem ,slika 24, ali z okrnjenim krmiljenim sistemom, slika 25, ter možnimi kombinacijami teh v DNC-sistemu, slika 26.

Pomembno pa je omeniti dejstvo, da takšnih sofisticiranih sistemov v praksi še vedno ni veliko, čeprav njihovo število narašča. Slika 27 prikazuje za ilustracijo





10. PPS / 23. 75
 INTEGRIRANI OBDELOVALNI SISTEM
 TRIPOS (TOYODA) 1972

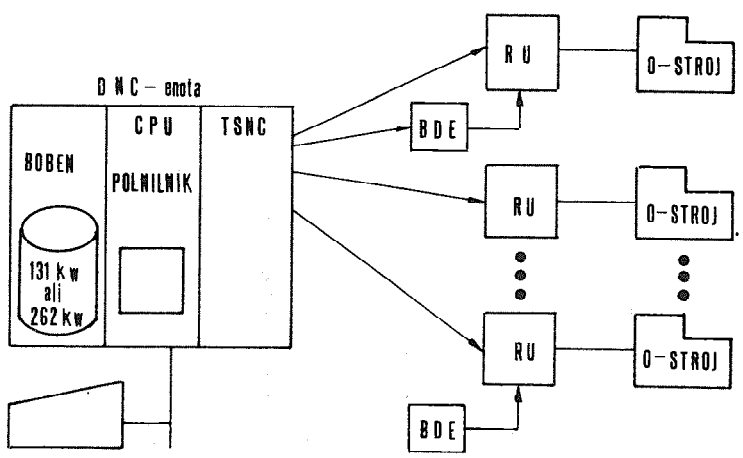


PISALNIK S ČITALCEM
IN LUKNJAČEM

HITRI ČITALEC TRAKU

Maksimalno 20 NC krmilj
NLU - interface za BTR
upravljanje

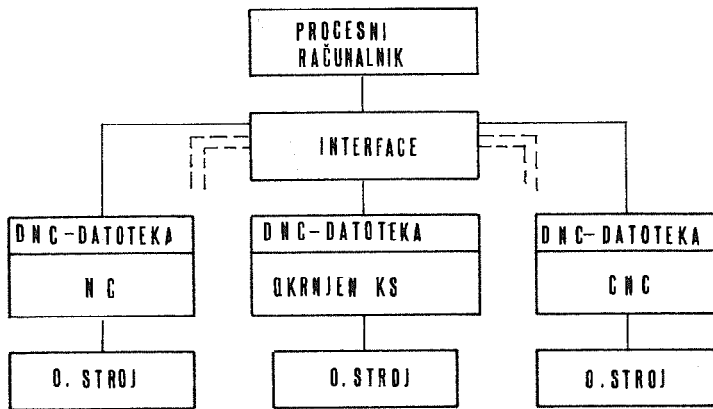
10. PPS/24.75
DNC SYSTEM (BTR-UPRAVLJANJE) SYSTEM KO



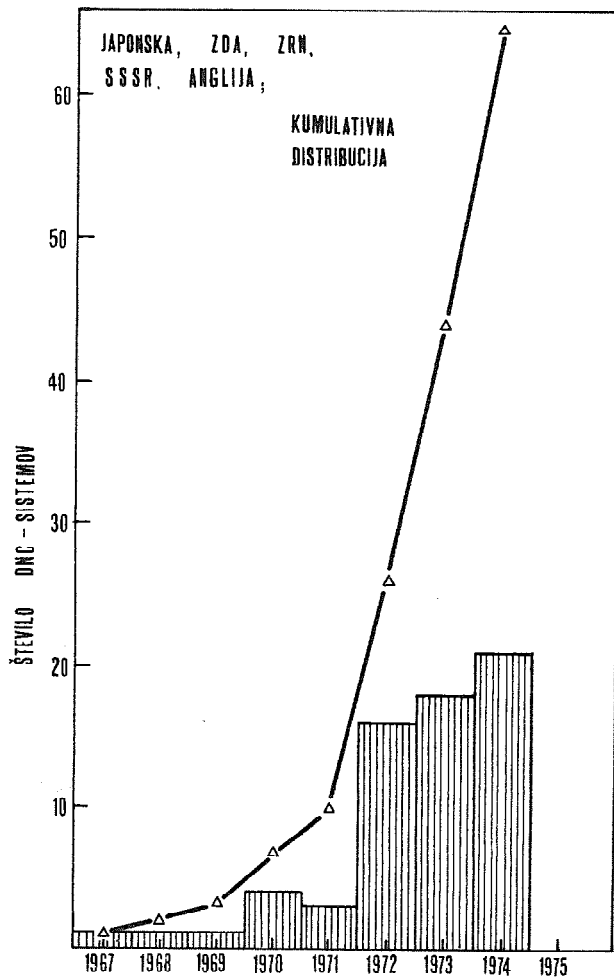
PISALNIK S ČITALCEM
IN LUKNJAČEM

HITRI ČITALEC TRAKU

10. PPS/25.75
DNC SYSTEM TO (OKRNJENI KS)
FUJITSU FANUC



10.PPS/ 26.75
DNC-SISTEM Z RAZLIČNIMI KRMILNIMI ENOTAMI



10. PPS / 27.75

DNC - SISTEMI V OBRATOVANJU

gibanje integriranih 0-sistemov v letih od 1967-1975. Adaptivno krmiljenje (AC) obdelovalnih sistemov je nadaljno področje kjer igrajo procesni računalniki izredno pomembno vlogo. V tabeli 3 so prikazani tipi in karakteristike AC-sistemov, ki se ločijo na dve kategoriji in sicer z ozirom na odrezovalno performanco in geometrično performanco.

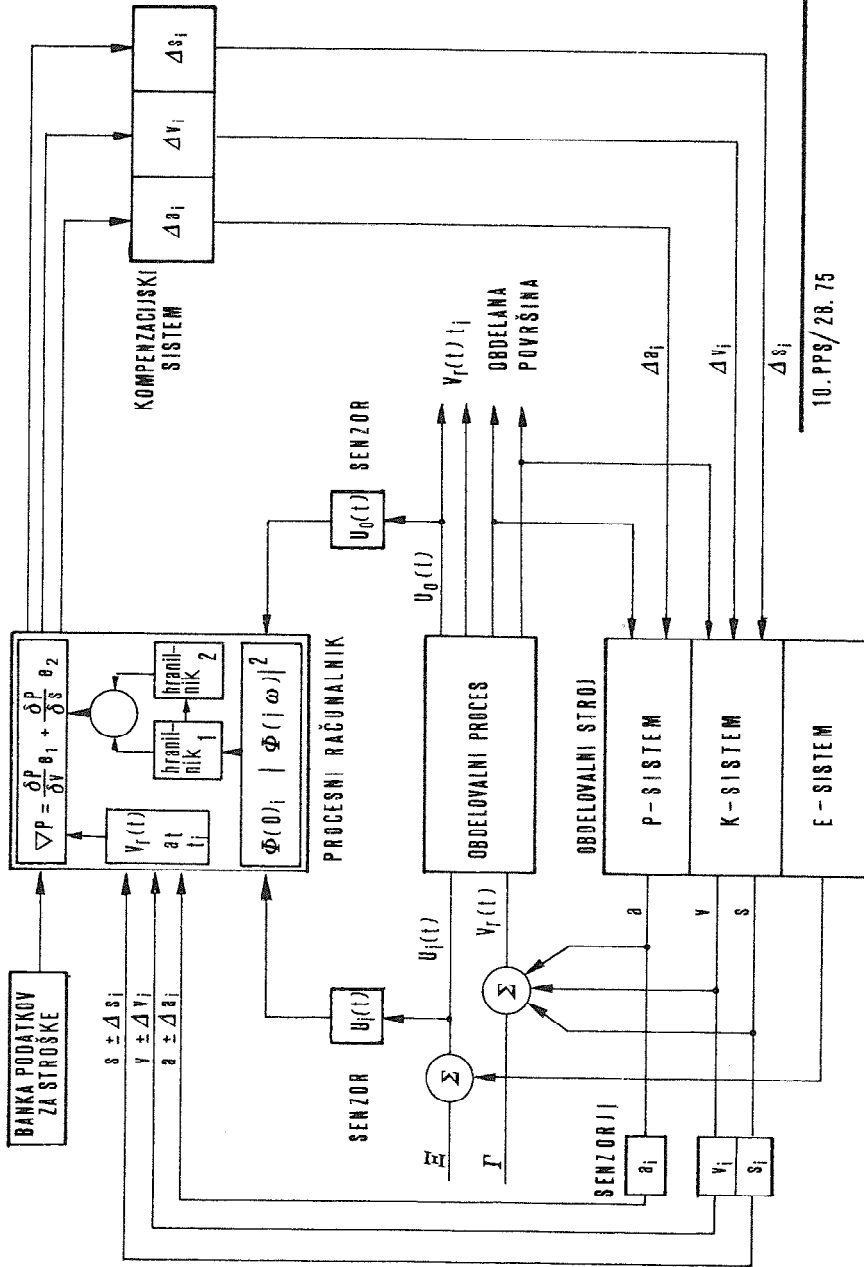
Slika 28 prikazuje blokovni diagram AC-sistema za odrezovalno performanco. Bistvenega pomena je, da proces najprej identificiramo in sicer takrat, ko se proces vrši. To se zgodi s pomočjo senzorjev na vhodu in izhodu $U_i(t)$ in $U_o(t)$. Računalnik izračuna iz teh informacij transferne karakteristike procesa in jih primerja z zahtevanimi optimalnimi karakteristikami. Identifikacija procesa se vrši s pomočjo modela procesa kot kaže slika 29. Procesni računalnik ima pri tem pomembno vlogo in brez njega ne bi bilo mogoče realizirati te zelo zahtevne naloge.

4. Zaključki

V tej razpravi smo skušali prikazati izredno široko in zahtevno problematiko v razvoju proizvodnega strojništva, ki se je pojavila z razvojem računalniške tehnologije. Diskutirati o samem računalniku ni primerno, ker proizvodnja združuje vrsto podsistemov in elementov, ki jih je potrebno kompleksno obravnavati. Zato smo usmerili diskusijo v utemeljitev disciplin - proizvodne kibernetike, ki združuje tako informacijsko in krmilno tehniko, tehnologijo materialov in procesov, ter delovna sredstva, in energijo. V tem kontekstu je bilo prikazano mesto računalnika in problematika, ki se pojavlja v zvezi z njegovo uporabo.

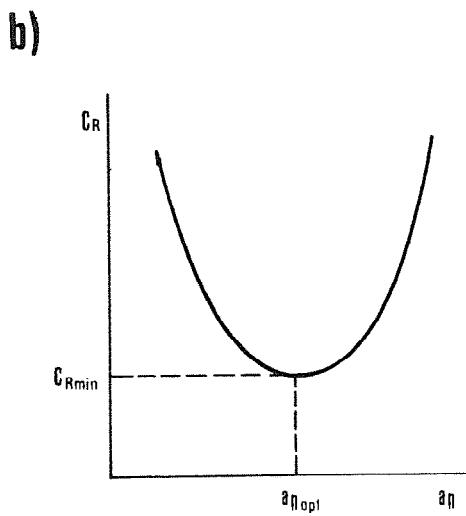
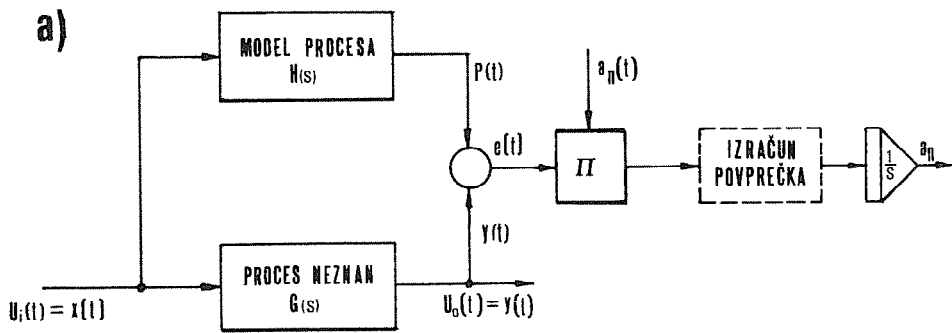
Pomembno vprašanje, ki se nam postavlja v Jugoslaviji pa je tole: kateri so trendi našega razvoja in kako se bomo vključevali v moderno računalniško tehnologijo in uvajali fleksibilno avtomatizacijo v našo strojno in elektro in~~u~~strijjo, da bi bistveno izboljšali produktivnost teh proizvodnih sistemov? Drugo pomembno vprašanje pa je - kam usmeriti raziskovalni in razvojno delo v naših investicijah.

Odgovor na prvo vprašanje je prav gotovo vsaj okvirno tale. V naših tovarnah moramo začeti z uvajanjem in organizacijo računalniških informacijskih sistemov, ki bodo pa prirejeni našim prilikam. Zlomiti moramo dominanco tujih proizvajalcev računalnikov, ki povsem dominirajo sceno. Pota, ki so bila nakazana so brez dvoma za našo prakso sprejemljiva. To pa podpira tudi dejstvo, da bo v bodočih letih bistveno spremenjeno razmerje med ceno hardware-a in software-a v korist prvega kot



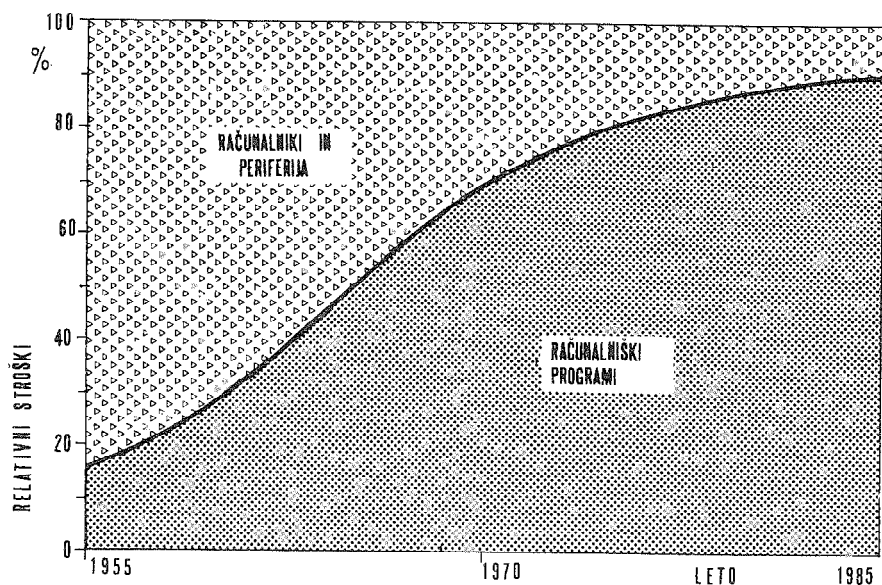
10. PPS/28.75

ADAPTIVNO KRMILJENJE D.-STROJEV



10. PPS / 29. 75.
 IDENTIFIKACIJA PROCESA
 PO KITAMORI-JU (1960)

kaže slika 30. Zato moramo koncentrirati naše napore v to smer ta v sektorje planiranja in pripravo proizvodnje, kot pri krmiljenju obdelovalnih, transportnih montažnih in drugih delovnih naprav in strojev.



10. PPS / 30. 75

RELATIVNI STROŠKI RAČUNALNIKOV S PERIFERIJJO
IN RAČUNALNIŠKIH PROGRAMOV

Pri uvajanju NC-tehnologije se moramo odločati za tiste sisteme, ki so perspektivni in to so danes CNC in PC-sistemi. Posebno pozornost moramo posvetiti izgradnji bank tehnoloških podatkov in izbora programskih sistemov za NC obdelovalne sisteme.

Drugo vprašanje pa tangira problematiko prioritete v naši znanstveno raziskovalni politiki. Velika sredstva smo v preteklosti usmerjali v raziskave, ki niso prinašale k dvigu produktivnosti niti razvoju novih originalnih produktov veliko. Zato je naša naloga in predvsem naloga industrije, da energično poseže v formiranje bolj koristne politike financiranja znanstveno raziskovalnega dela. To delo naj se usmerja v razvoj proizvodnega software, novih obdelovalnih sistemov krmiljenih z računalniki, hidravliki in pnevmatiki, raziskavam novih tehnoloških procesov, organizaciji banke za tehnološke in konstrukcijske podatke itd. Le tako bo mogoče dvigniti produktivnost naših proizvodnih sistemov na evropsko raven.

PK.01.52

Reference

- /1/ Wiener, N.: Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine, The M.I.T. Press, Cambridge, Mass. 1948
- /2/ IBM Programmiers Manual GH 20-0246-2
- /3/ IBM Application Description Manual GH 20-0771-0
- /4/ IBM Programmes Manual H2 0-0369-3
- /5/ IBM Program Description Manual H20-0584-0
- /6/ Moscor: Bedarfsrechnung auf der Grundlage des IBM/360 Stücklisten-Processors
- /7/ Beatz, U.: Dissertation der T.H.Aachen, 1971
- /8/ Mitrofanov, S.P.: Naučnaja organizacija serijnogo proizvodstva, Mašinstroenie, Leningrad, 1970
- /9/ Opitz, H.: Werkstückbeschreibendes Klassifizierungssystem, Girardet, 1967.
- /10/ Grum, J.: magistrsko delo, 1973
- /11/ Nissen, C.K.: AUTOPROS-Automated Process Planning System, CIRP Conference 11-13 September 1969, Geneva
- /12/ Svårdson, B.: The Computer Based System TEPS for Production Planning and Scheduling, CIRP Proceedings of Manufacturing Systems, 1975, Vol. 3
- /13/ IIT Research Institut: APT Part Programming, McGraw Hill Co. 1967.
- /14/ Williamson, D.T.N.: System 24-A New Concept of Manufacture. Proc. 8th Int. M.T.D.R. Conf. University of Manchester, Pt. 1. pp. 327-76, September 1967, Pergamon Press.

J. Peklenik

MANUFACTURING CYBERNETICS

Its Influence on Technical and Technological Developments and the Productivity

The contribution introduces the basic idea and the philosophy about the "Manufacturing Cybernetics" revealed and defined for the first time here. Following the general discussion about the concept of the production system, the terms of reference for further investigation have been established. Particular attention is paid to the problems of system planning and control of production, computer aided design, automatic classification of parts, automated process planning and scheduling, and programming for numerical control. The numerical and computer control systems as well as the computer integrated DNC manufacturing systems are discussed in considerable detail. Short account is also paid to the adaptive control and the future developments in this extremely exciting field.

PK.01.53

