

<https://doi.org/10.24867/JPE-1993-10-061>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Gatalo, R., Hodolič, J., Zeljković, Ž., Živanović, M.*

NEKI ASPEKTI ANALIZE METODA AUTOMATIZOVANOG I POGONSKOG PROGRAMIRANJA NU MAŠINA ALATKI

CERTAIN ASPECTS OF ANALYSIS OF AUTOMATED AND WORKSHOP PROGRAMMING OF NC MACHINE TOOLS

Summary:

In this paper analyzed are some of the methods and systems of NC part programming that are in use at the Institute for production engineering.

At the beginning given is a general approach to the ways and methods of programming of NC machine tools. Programming is classified, according to location, in workshop (on-line) and external (off-line) programming.

Further on, a representation of workshop programming methods is given. A case study of the machining of a family of similar parts is illustrated with program solutions derived from the following programming methods: "point-to-point" programming, programming by use of "fixed cycles" and parameterized programming.

The third part of the paper considers three systems for automated programming, each at a different automation level: INDEX System H200, I-DEAS GNC system and SAPOR-S system. SAPOR-S is the original solution developed at the Institute for production engineering. The analysis of systems is supplemented by samples of their source codes for a specific part.

The final part of the paper comprises a comparative representation of the analyzed programming methods. Given here is a separate comparison, first between workshop and then between automated programming methods. Finally, a summary of the results of the comparative analysis of all considered methods is given, as well as the directions for future research.

* Gatalo dr Ratko, dipl.ing., redovni profesor, Hodolič dr Janko, dipl.ing., docent, Zeljković Željko, dipl.ing., asistent u n.r., Živanović Miloje, dipl.ing., stručni saradnik, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, V.Perića Valtera 2.

Rezime:

U radu se analiziraju metode automatizovanog i pogonskog programiranja NU mašina alatki za obradu struganjem.

Prvo se daje podela razvijenih metoda programiranja prema mestu izvođenja. Nakon toga je dat prikaz metoda pogonskog programiranja i za slučaj obrade familije sličnih delova u radu su prikazana rešenja programa nastala programiranjem: od tačke do tačke, korišćenjem fiksnih ciklusa i korišćenjem parametara. Pored toga u radu su razmatrana tri sistema za automatizovano programiranje, koji su na različitom nivou automatizovanosti, i za njih su dati izvorni programi za konkretan deo.

Na kraju se daju poredenje prikazanih metoda. Prvo se međusobno porede metode pogonskog programiranja, zatim metode automatizovanog programiranja, a na kraju se daju rezultati uporedne analize svih razmatraznih metoda.

1.0 UVOD

Cilj rada je usmeren na prikaz i uporednu analizu postojećih metoda i sistema programiranja NU mašina alatki za obradu struganjem prisutnih na Institutu za proizvodno mašinstvo.

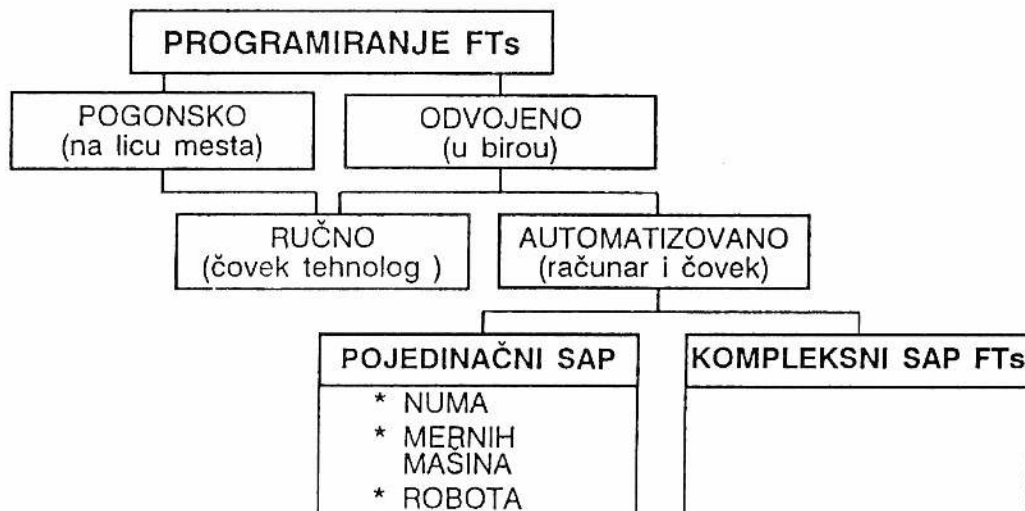
U radu se prvo daje podela metoda programiranja prema mestu izvođenja programiranja. U nastavku se daje prikaz osnovnih metoda pogonskog programiranja (programiranje od tačke do tačke, programiranje korišćenjem fiksnih ciklusa i programiranje korišćenjem parametara) zavisno od mogućnosti KNU jedinice instalisane u NU mašinama alatkama. Nakon toga su prikazane osnovne karakteristike sistema za automatizovano programiranje instalisanih na Institutu za proizvodno mašinstvo, i to: INDEX System-a H200, I-DEAS GNC sistema i SAPOR-S sistema.

Prikazane metode se zatim međusobno porede i na kraju se daju neki od rezultata uporedne analize.

2.0 METODE PROGRAMIRANJA

Razvoj NU mašina alatki je za sobom povlačio i razvoj tehnika, metoda i postupaka projektovanja tehnološkog procesa tj. programiranja.

Prema mestu programiranja razlikujemo (slika 1):



S.1 Načini i metode programiranja NUMA

Fig.1 the ways and methods of NC machine tools programming

- pogonsko (radioničko) i
- odvojeno ili eksterno (off-line) programiranje.

Pogonsko (radioničko) programiranje se kao što se vidi iz naziva obavlja u pogonu na samoj NU mašini alatki.

Odvojeno programiranje je dislocirano u odnosu na NU mašinu alatku i najčešće se obavlja u tehnološkim biroima za pripremu proizvodnje.

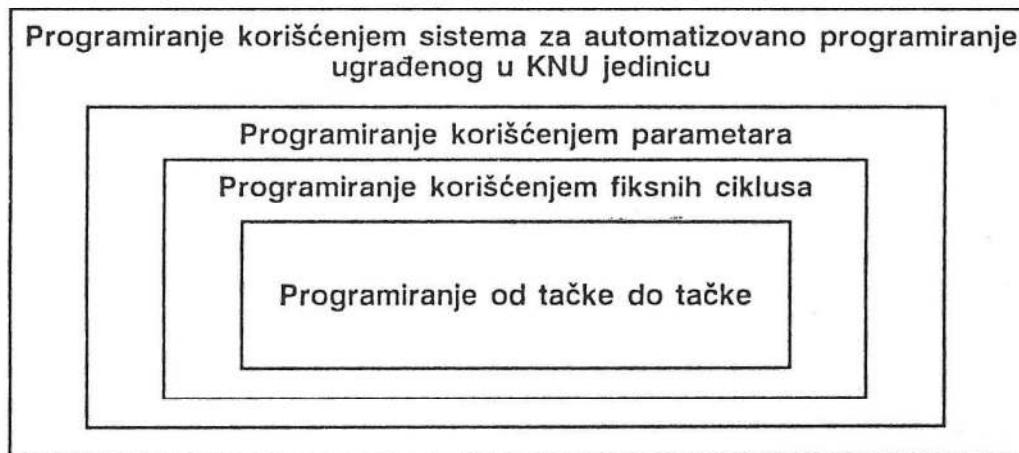
U nastavku rada razmatraju se metode ručnog programiranja sa naglaskom na pogonsko programiranje i metode automatizovanog programiranja NUMA.

2.1 METODE POGONSKOG PROGRAMIRANJA

Pogonsko programiranje je varijanta ručnog programiranja pre svega za pojedinačno instalisane NUMA, kao i fleksibilnih tehnoloških struktura manjeg nivoa složenosti pri čemu se prvenstveno misli na mogućnost programiranja "na konturi", korišćenje fiksnih ciklusa, korišćenje programske memorije, mogućnost dijaloga, mogućnost grafičke provere i sl. U zavisnosti od mogućnosti KNU (CNC) jedinica instalisanih u NU mašinama alatkama na slici 2 prikazane su mogućnosti KNU jedinica sa stanovišta programiranja [2].

Metoda pogonskog programiranja predstavlja moguće rešenje za manje konfiguracije FTs za obradu tehnološki jednostavnih delova odnosno tamo gde je složenost programa u pogledu broja, veličine i odgovarajućih promena mala. Pri tome je znatno smanjena mogućnost za optimizaciju programa i detaljno testiranje.

Ručno programiranje, pa samim tim i radioničko programiranje se vrlo često primenjuju s obzirom na to da su investicije za nabavku opreme za ručno programiranje (džepni kalkulator, električna pisača mašina sa bušačem i čitačem trake) relativno niske a obuka kadra za rad na ovoj opremi je vrlo brza i jednostavna.



Sl.2 Mogućnosti programiranja KNU jedinica

Fig. 2. Possible ways of NC control unit programming

Osnovni razlog korišćenja ručnog programiranja je taj što veći broj izradaka ima jednostavan konstrukcioni oblik i za njih nije teško napraviti program. U zavisnosti od karaktera problema primenjuju se sledeće metode programiranja:

- metod programiranja od tačke do tačke,
- metod programiranja korišćenjem fiksnih ciklusa i
- metod programiranja korišćenjem parametara.

Programiranje od tačke do tačke je najjednostavniji metod ručnog programiranja i uglavnom se koristi u slučajevima kada alat izvršava zahvat u jednom prolazu.

Programiranje korišćenjem fiksnih ciklusa se koristi za programiranje zahvata kod kojih je potrebno odstraniti mnogo materijala pa se zahvati izvode u više prolaza. Ovaj način omogućava brže i lakše programiranje radi postizanja zahtevane konture.

Programiranja korišćenjem parametara se koristi u slučajevima obrade familije sličnih delova, gde bi se klasični programi razlikovali samo po brojnim vrednostima uz određene adrese puta. Na ovaj način je omogućeno korišćenje jednog osnovnog programa za obradu familije delova koji:

- sadrži R-parametre umesto brojčanih vrednosti uz određene adrese za koje se na početku programa unesu vrednosti, ili
- definisanjem samo jednog R-parametra identifikuje se odgovarajući deo iz familije delova.

Postoji mogućnost pisanja programa sa grananjem na bazi poređenja vrednosti zadatih parametara i korišćenjem naredbi uslovnog i безусловnog skoka.

2.2 METODE AUTOMATIZOVANOG PROGRAMIRANJA

U nastavku rada prikazuju se sledeća tri sistema za automatizovano programiranje različitih nivoa automatizovanosti, instalisanih na odgovarajućoj računarskoj opremi na Institutu za proizvodno mašinstvo:

INDEX System H200 (INDEX - Esslingen, SR Nemačka)

I-DEAS GNC sistem (SDRC - Milford Ohio, SAD)

SAPOR-S sistem (FTN-IOM, Novi Sad, SR Jugoslavija)

Kako se u radu želi prikazati analiza i poređenje ovih sistema u nastavku se za svaki sistem daje prikaz:

- karakteristika sistema,
- formalizma (simbolizovanja) ulaznih informacija,
- karakteristika procesora i
- tehnološke informacione baze.

2.2.1 INDEX System H200 - sistem za automatizovano programiranje NUMA za obradu struganjem [5], [6]

INDEX System H200 je instalisan na radnoj stanici za automatizovano programiranje NUMA VAXstation 2000 (Digital).

Formalizovanje ulaznih informacija. Ulazne informacije u INDEX System H200 mogu se formirati:

- putem dijaloga (dijalog programiranje)
- tzv. batch programiranje tj. unošenje prethodno napisanog izvornog programa u standardnom editoru teksta.

Ulazne informacije se takođe mogu preuzeti od CAD sistema i to:

- pomoću CAD/NC veze preko IGES, APT ili drugog zapisa,
- direktno od Mini-CAD-a

Za razliku od batch programiranja dijalog programiranje ne zahteva poznavanje sintakse i semantike zato što se ulazni podaci unose pomoću ekranskih menija sa određenim poljima koje je potrebno popuniti sa mogućnošću grafičkog prikaza značenja pojedinih podataka iz maske. Uneti podaci o geometriji i ciklusi obrade mogu se grafički prikazati bilo na ekranu, štampaču ili ploteru i na taj način proveriti.

Formalizacija ulaznih informacija tj. simboličko predstavljanje zasniva se na osnovnim geometrijskim pojmovima: tačka, prava i krug.

Procesor sistema se sastoji iz osnovnog programa MONITOR koji omogućava:

- programiranje za NUMA na bazi izvornog programa,

- dijalog komunikaciju (radioničku) sa grafičkom interpretacijom-komunikacijom.
- generisanje postprocesora za različite NUMA i različite upravljačke jedinice,
- prenos-transfer upravljačkih programa,
- opcioni sprežni sistem za CAD/NC i Mini CAD,
- formiranje i ažuriranje banke upravljačkih programa.

Izvorni program sadrži sve podatke i o geometriji i o tehnologiji iz čega se može zaključiti da procesor vrši samo obradu geometrije iz izvornog programa i njeno komponovanje sa tehnološkim informacijama, da bi se dobio izlaz u CL DATA formi zapisa.

Tehnološka informaciona baza, koja se formira i ažurira pomoću posebnog programa TECHNO, sadrži datoteke sa podacima o:

- alatima,
- materijalima reznog dela sa faktorima pomaka i brzine rezanja za taj materijal,
- materijale obradka sa vrednostima preporučenih pomaka i brzina rezanja zavisno od materijala alata,
- pomacima za različite operacije obrade.

Tehnološka informaciona baza služi samo za interaktivno formiranje izvornog programa tj. unošenje tehnoloških podataka (o alatima, materijalima reznog dela alata, materijalima obradka, režimima obrade) kod definisanja pojedinih ciklusa obrade.

2.2.2 I-DEAS GNC sistem za automatizovano programiranje [7], [8], [9]

I-DEAS GNC sistem je instalisan na grafičkoj radnoj stanici 360 SRX (Hewlett Packard).

GNC sistem u okviru I-DEAS sistema je namenjen za izradu upravljačkih programa za NU mašine za obradu: struganjem, glodanjem, prosecanjem, elektroeroziju sa žicom, kao i za programiranje manipulacionih zahvata.

Formalizovanje ulaznih informacija. Skup ulaznih informacija čine geometrijske i tehnološke informacije.

Definisanje geometrije izradka vrši se u sklopu posebnog modula I-DEAS sistema.

Geometrija obradka može biti definisana u nekom od CAD sistema i preko IGES zapisa učitana u GNC ili se definiše u GNC-u pomoću programa KPLUS za definisanje 2D geometrije.

Osnovu za definisanje geometrije čine osnovni geometrijski pojmovi: tačka, prava i krug.

Definisanje tehnoloških informacija (režimi obrade, alati, nosači alata, operacije obrade, ...) vrši se unošenjem odgovarajućih instrukcija u izvorni program.

Procesor sistema. I-DEAS GNC sistem sadrži procesor koji kao i procesor INDEX System-a H200 vrši obradu geometrije iz skupa ulaznih informacija.

Postoji mogućnost grafičkog prikaza (na ekranu, štampaču ili ploteru) geometrije izradka i ciklusa obrade radi provere ispravnosti unetih podataka.

Tehnološka informaciona baza. I-DEAS GNC sistem omogućava kreiranje baze alata, nosača alata i držača alata koji se posle mogu jednostavno pozivati pomoću odgovarajuće naredbe, pri komponovanju ulaznih informacija.

2.2.3 SAPOR-S sistem za automatizovano programiranje NU mašina alatki za obradu struganjem [10], [13]

SAPOR-S sistem je instalisan na PC računarima na FTN-IPM.

SAPOR-S sistem je potpuno tehnološki orijentisan sistem za razliku od prethodna dva sistema. Pripada familiji SAPOR sistema koji su povezani u integralnu celinu.

Formalizovanje ulaznih informacija. Izvorni program se piše u SAPOR simboličkom jeziku koji sadrži instrukcije za definisanje:

- geometrijskih informacija o pripremu i izradku,
- tehnoloških informacija i
- ostalih informacija.

Simbolika SAPOR jezika za predstavljanje geometrijskih informacija zasniva se na kompleksnim i osnovnim geometrijskim oblicima odnosno najčešće stvarno prisutnim elementima oblika za kompletan opis oblika i površina na rotacionim delovima uključujući i nerotacione oblike.

Tehnologija simboličkog jezika je za razliku od geometrije znatno uža jer se bazira na procesoru za tehnološko projektovanje. Tehnologija obuhvata samo određene informacije potrebne za dalje projektovanje tehnološkog procesa, kao npr. materijal izradka, broj komada, potrebna termička obrada i dr.

Izvorni program se može formirati na dva načina:

- korišćenjem SAPOR simboličkog jezika i nekog od standardnih editora,
- interaktivno, uz korišćenje alfa-numeričkog- grafičkog - ANG editora.

Procesor sistema je modularno građen, pri čemu pojedini moduli odgovaraju fazama ručnog projektovanja tehnološkog procesa obrade.

Procesor SAPOR-S sistema projektuje sve faze tehnološkog procesa izrade rotacionih izradaka, a to su:

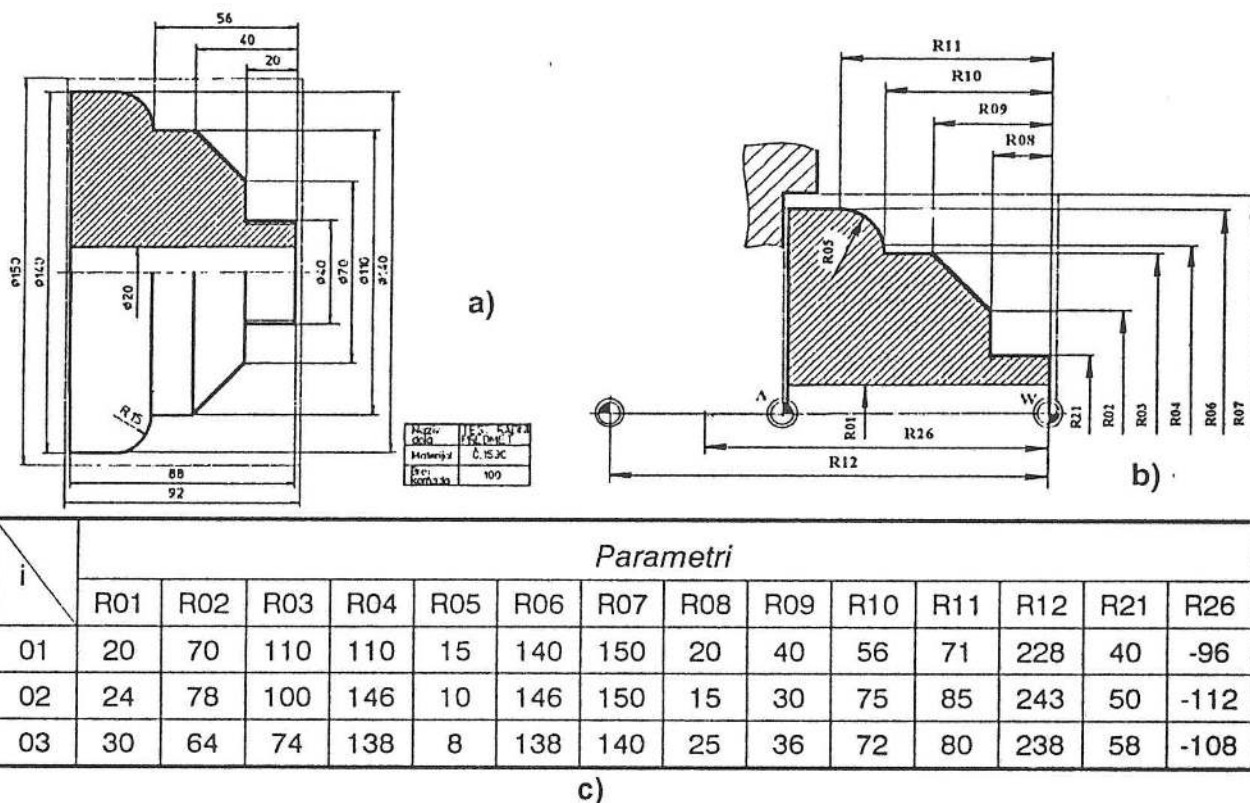
- provera ulaznih informacija,
- definisanje klasifikacionog broja,
- projektovanje tehnološkog toka,
- detaljno definisanje redosleda podoperacija i zahvata unutar njih za svaku operaciju struganja,
- izbor alata za svaki zahvat,
- izbor mašine za svaku podoperaciju ili operaciju,
- aktuelizacija izabranih alata za konkretno izabranu mašinu
- optimizacija parametara rezanja za svaki zahvat
- definisanje putanje vrha alata u CL DATA 2 formi.

Tehnološka informaciona baza u SAPOR-S sistemu predstavlja neophodni preduslov za uspešno funkcionisanje sistema. Navedena baza sistematizovana je u vidu odgovarajućih datoteka i to:

- datoteka tipičnih tehnoloških redosleda operacija, podoperacija, zahvata i datoteka tipičnih operacija, podoperacija i zahvata,
- osnovnih tehnoloških datoteka (materijala, alata, mašina) i
- datoteka postprocesora (pribora, nosača alata i upravljačkih jedinica).

3.0 POREĐENJE METODA PROGRAMIRANJA

Prethodno izložene metode programiranja NUMA za obradu struganjem upoređiću se kroz pripremu programa za konkretni deo. Na slici 3 je prikazan crtež dela za koji će biti prikazani rezultati korišćenja svake od metoda.



Sl.3 Crtež predmeta obrade-izradka (a), crtež tipskog dela (b) i tablica vrednosti R-parametara (c) -

Fig.3 A workpiece drawing (a), a typified-part drawing (b) and table with R-paramete value (c)

3.1 METODE POGONSKOG PROGRAMIRANJA

Za razmatrane metode pogonskog programiranja na slici 4 je dat prikaz segmenata upravljačkih programa za izradak sa slike 3, i to za sledeće slučajeve:

- programiranja od tačke do tačke,
- programiranja korišćenjem fiksnih ciklusa i
- parametarskog programiranja.

U slučaju parametarskog programiranja urađene su dve varijante i to:

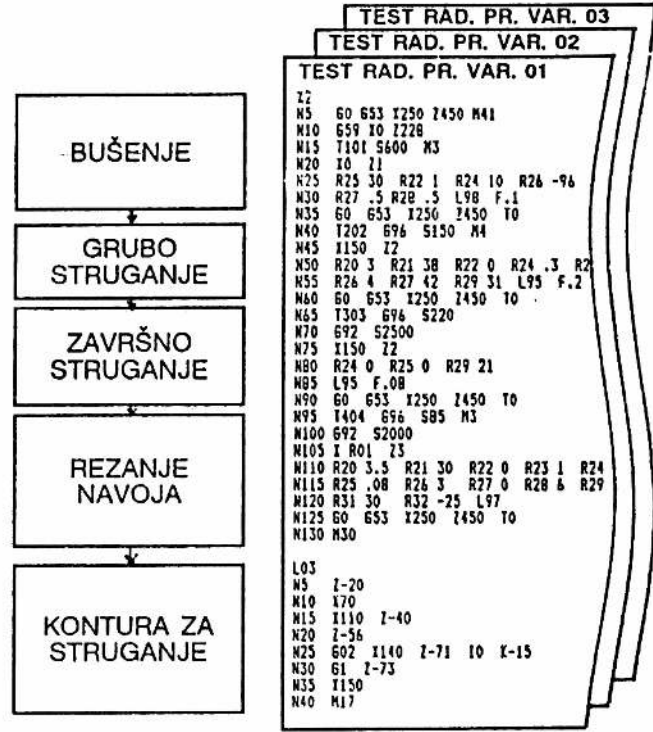
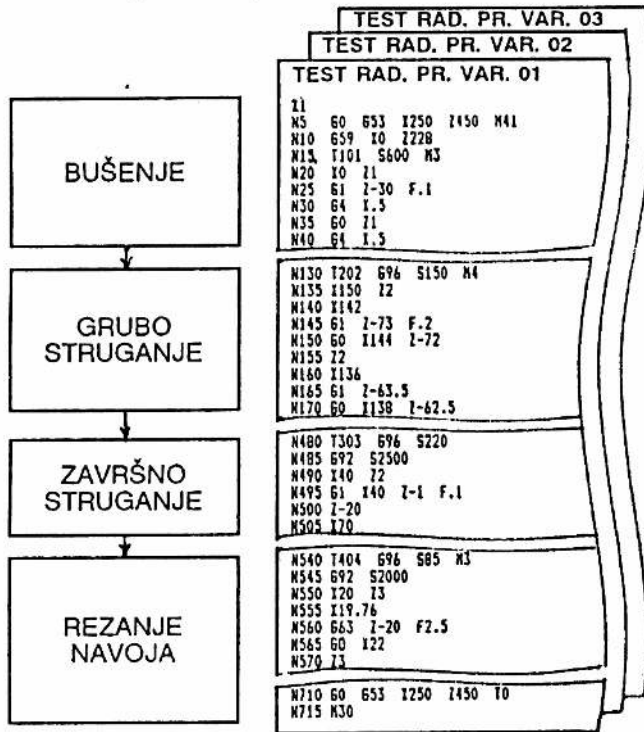
- varijanta u kojoj ulazni parametar identifikuje odgovarajući izradak,
- varijanta u kojoj se na ulazu unose vrednosti svih parametara, koji se odnose na odgovarajući izradak.

Za programska rešenja sa slike 4 u nastavku se daju međusobna poređenja sa nekoliko aspekata.

Sa aspekta pogodnosti za korišćenje, vidi se da je druga varijanta parametarskog programiranja (c-2) najnepovoljnija zbog toga što se pre početka startovanja programa moraju uneti vrednosti svih parametara što povećava opasnost od greške pri unošenju parametara. U tom pogledu prva varijanta (c-1) je povoljnija. Potrebno je na početku programa uneti vrednost parametra R00 koji definiše pojedine veličine iz familije delova, dok je za izvršavanje ostalih programa potrebno uneti, samo, broj odgovarajućeg programa i naravno u okviru prethodne pripreme mašine istu snabdeti odgovarajućim alatima.

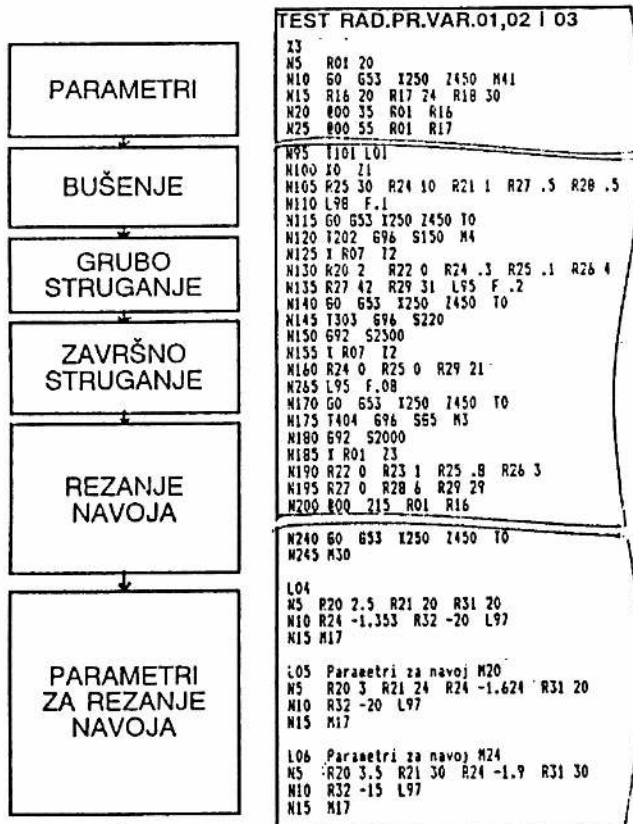
Programiranje od tačke do tačke

Programiranje korišćenjem fiksnih ciklusa



Programiranje korišćenjem parametara
varijanta c-1

varijanta c-2



Sl.4 Upravljački programi pisani metodama pogonskog programiranja
Fig. 4. NC part programs written by workshop programming methods

Sa aspekta **potrebe za adaptacijom programa**, u cilju proširenja familije delova, može se konstatovati da druga (c-2), od dve predložene varijante parametarskog programiranja, dozvoljava neograničeno proširenje u granicama radnog prostora mašine. Ovako napisan program može da funkcioniše kao bilo koji fiksni ciklus. Prva varijanta (C-1), dopušta dogradnju s tim da bi se dužina programa uvećavala za 6-7 novih programskih blokova za svaki sledeći deo, dok druge metode (a i b), ne dopuštaju nikakvo proširenje.

Sa aspekta **potrebnog programerskog iskustva**, moguće je konstatovati da je za početnika najlakša metoda od tačke do tačke, zatim metod korišćenja fiksnih ciklusa, dok metod parametarskog programiranja traži bolje poznavanje same mašine i mogućnosti njene upravljačke jedinice, kao i snalažljivost programera. Navedeni primeri pružaju osnovu za izvođenje zaključaka u pogledu pogodnosti primene korišćenih metoda programiranja.

Na slici 5 je dat tabelarni prikaz poređenja osobina metoda pogonskog programiranja.

Metod programiranja	a	b	c-1	c-2
Pogodnost za učenje	+	*	-	-
Mogućnost pojave greške pri unosu	-	*	+	+
Mogućnost proširenja na familiju sličnih delova	-	*	*	-

Legenda:

+ pogodan

- nepogodan

* delimično pogodan

Sl.5 Poređenje posmatranih metoda programiranja

Fig. 5. Comparison of the considered programming methods

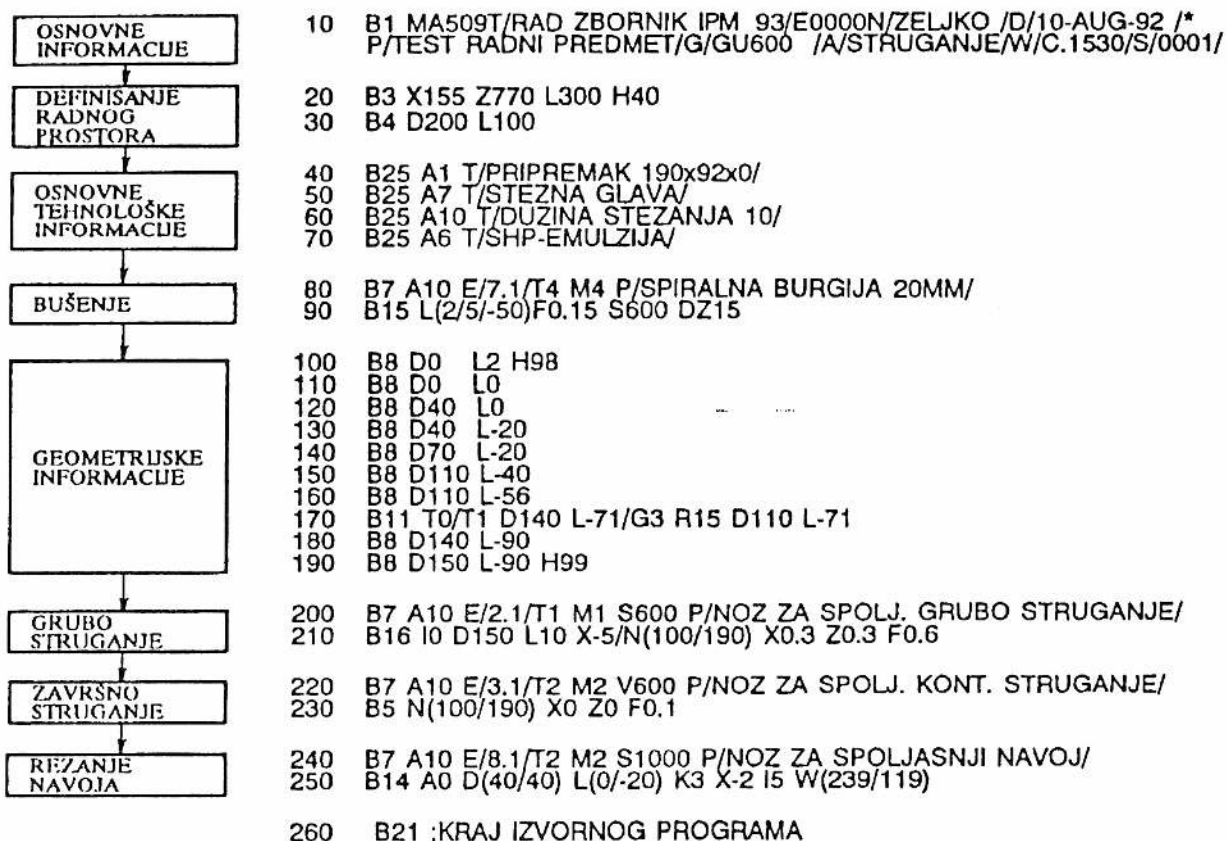
Na osnovu konkretnih rezultata može se zaključiti da je za slučaj obrade familije delova najpogodnije programiranje korišćenjem parametara, i to varijanta parametarskog programiranja kod koje se svi parametri unose na početku programa. Kada se radi o pojedinačnim delovima daleko je pogodnije koristiti programiranje korišćenjem fiksnih ciklusa u odnosu na programiranje od tačke do tačke.

3.2 METODE AUTOMATIZOVANOG PROGRAMIRANJA

Izvorni program za INDEX System H200 (slika 6) formiran je putem dijaloga odnosno dijalog programiranja. Ovaj način formiranja i unosa izvornog programa omogućava brzo i jednostavno programiranje obrade dela na NUMA bez potrebe za korišćenjem dodatnih pisanih uputstava. Izvorni program se formira popunjavanjem odgovarajućih maski. Za svaku instrukciju, bilo za opis geometrije ili tehnologije, postoji posebna maska sa poljima koja se popunjavaju dok se uneti podaci mogu odmah i grafički prikazati a time i proveriti. Podaci o alatima se preuzimaju iz prethodno formirane tehnološke informacione baze o alatima.

Za I-DEAS GNC sistem takođe za izradak sa slike 3, dat je izvorni program na slici 7. Izvorni program se formira putem unosa instrukcija preko tastaure uz korišćenje odgovarajućeg uputstva. Izvorni program se sastoji iz:

- geometrijskih informacija (slika 7b). (Geometrija je opisana pomoću tačaka konture (Pi do P10), pravih (S1 do S10) i kružnog luka (TCC)), i
- kompletno definisanih tehnoloških informacija koje obuhvataju definisanje alata, režima obrade, ciklusa obrade (bušenje, struganje, izrada navoja i dr.), i dr.



Sl.6 Izvorni program za INDEX System H200 za izradak sa slike 3

Fig. 6. INDEX System H200 source code for workpiece from figure 3

Kod ovog sistema postoji mogućnost prikaza kako unete geometrije tako i simulacije obrade (slika 7c).

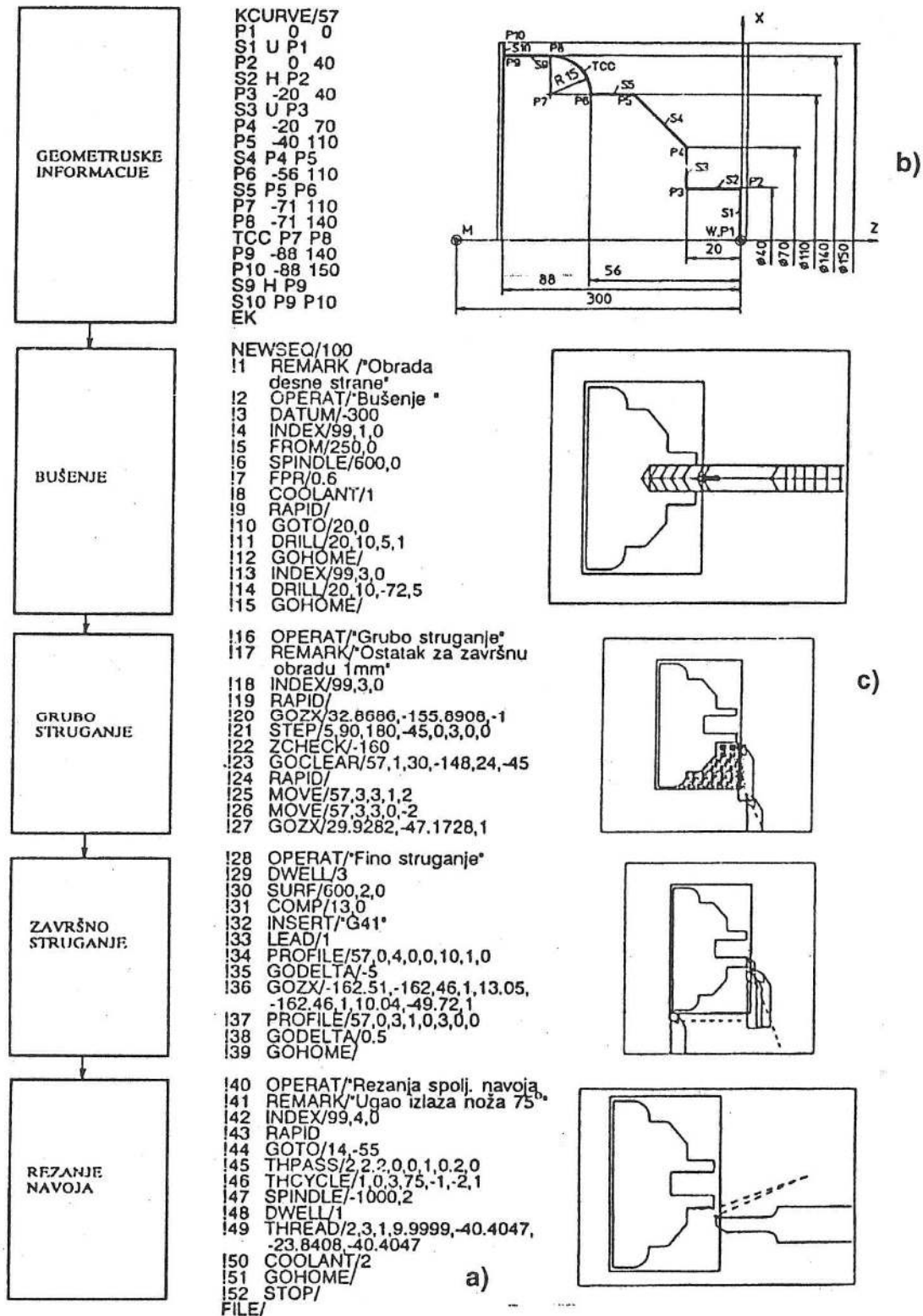
Za SAPOR-S sistem za izradak sa slike 3 prikazan je izvorni program na slici 8a. Kao što je već rečeno izvorni program sadrži minimum tehnoloških informacija neophodnih za rad procesora. Izvorni program je unet pomoću posebno razvijenog alfa-numeričkog-grafičkog (ANG) editora koji omogućava jednostavno i brzo formiranje izvornog programa bez ikakvih pisanih uputstava. Detalj korišćenja ANG editora dat je na slici 8b. Nakon unosa potrebnih informacija na ekranu se dobija grafički prikaz unete geometrije.

Prethodno razmatrani sistemi su na slici 9, međusobno poređeni sa stanovišta:

- ulaznih informacija u pogledu: definisanja geometrije, unosa izvornih informacija i zastupljenosti tehnologije u izvornom programu.
- mogućnosti procesora, i
- namene informacione baze.

Interaktivna komunikacija pri unosu izvornog programa i grafički prikaz unetih podataka je zastupljena kod sva tri razmatrana sistema. Kod INDEX Systema H200 interaktivna komunikacija je zastupljena u velikoj meri, nešto manje je to slučaj kod I-DEAS GNC sistema, a kod SAPOR-S sistema je na najnižem nivou.

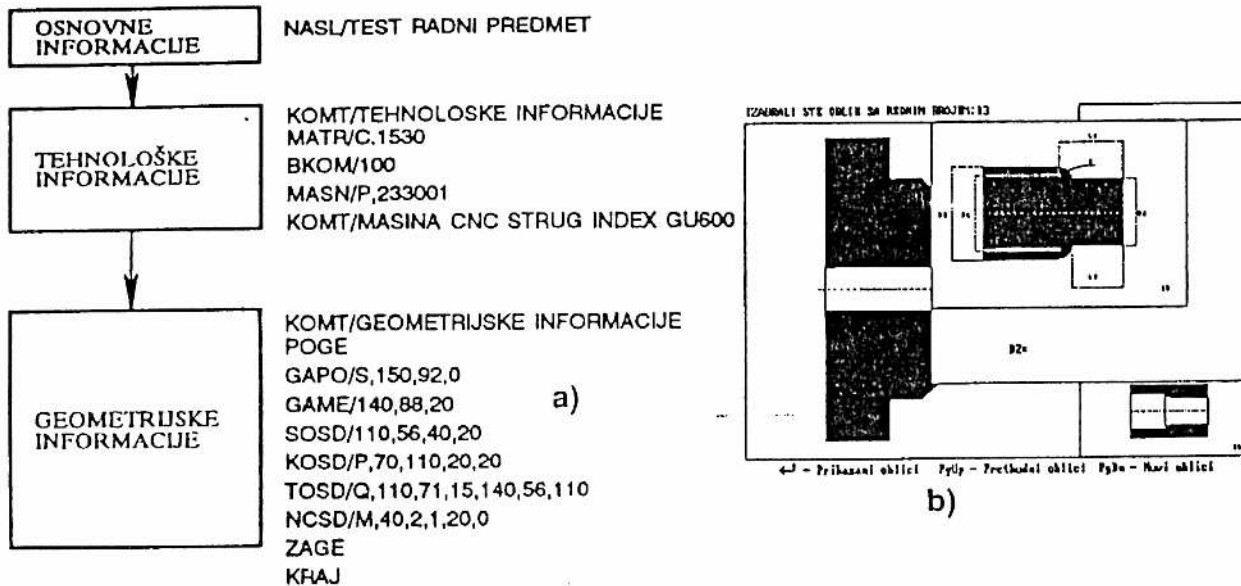
INDEX System H200 podržava vezu sa drugim CAD sistemima. U slučaju I-DEAS sistema CAD je integralni deo ukupnog sistema. Veza sa specijalizovanim CAD sistemima u okviru familije SAPOR je u razvoju i treba da bude ostvarena u potpunosti, a sa drugim CAD sistemima veza će se ostvarivati preko IGES zapisa.



Sl.7 Izvorni program * za I-DEAS GNC sistem (a) za izradak sa slike 3, kontura dela (b) i grafički prikaz pojedinih zahvata obrade (c)

Fig.7. I-DEAS GNC system source code (a) for workpiece from figure 3, part contour (b) and graphical representation of some grasps (c)

*) Naziv izvorni program ovde treba prihvatiti uslovno



Sl.8 Izvorni program za SAPOR-S sistem za izradak sa slike 3 (a) i detalj korišćenja ANG editora (b)

Fig.8. SAPOR-S system source code (a) for workpiece from figure 3, and, a detail application of ANG editor (b)

Analizirani sistemi			INDEX H200	I-DEAS GNC	SAPOR-S
Karakteristike					
ULAZNE INFORMACIJE	DEFINISANJE GEOMETRIJE	Osnovni geometrijski pojmovi (tačka, prava, krug)	+	+	-
		Osnovni geometrijski oblici	-	-	+
		Kompleksni oblici	-	-	+
	UNOS IZVORNIH INFORMACIJA	Preuzimanje geometrijskih informacija od CAD sistema	+	+	u razvoju
		Unos izvornog programa putem dijaloga	+	-	-
		Unos izvornog programa pomoću alfa-numeričkog editora	+	+	+
		Unos izvornog programa pomoću alfa-numeričkog-grafičkog editora	-	-	+
	ZASTUPLJENOST TEHNOLOGIJE U IZVORNOM PROGRAMU	Grafički prikaz unete geometrije	+	+	+
		Izvorni program sadrži samo osnovne tehnološke informacije (materijal dela, broj komada i sl.)	-	-	+
	MOGUĆNOSTI PROCESORA	Izvorni program sadrži sve tehnološke informacije	+	+	-
Obrada samo geometrijskih informacija		+	+	-	
NAMENA INFORMACIONE BAZE	Projektovanje svih faza tehnološkog procesa	-	-	+	
	Za formiranje izvornih informacija-učitavanje tehnoloških informacija	+	+	-	
	Neophodna za rad procesora	-	-	+	

Sl.9 Upoređenje karakteristika i mogućnosti posmatranih sistema za automatizovano programiranje

Fig.9 The comparison of characteristics and performances of the considered systems for automated programming

Prva dva razmatrana sistema (INDEX System H200 i I-DEAS GNC sistem) su geometrijski orijentisani i kao takvi zahtevaju da se u izvornom programu definišu sve tehnološke informacije, pri čemu tehnološka informaciona baza predstavlja podršku

za lakše formiranje ulaznih informacija i komponovanje ukupnih izlaznih informacija. U trećem slučaju sistem je potpuno tehnološki orijentisan, što mu sa stanovišta formiranja ulaznih informacija (izvornog programa) daje prednost nad dva prethodna.

3.3 Neki rezultati uporedne analize razmatranih metoda programiranja NUMA za obradu struganjem

Na slici 10 za svaku od razmatranih varijanti programiranja data je dužina programa, izražena u broju karaktera. To se uslovno može poistovetiti sa potrebnom memorijom.

Od razmatranih sistema pogonskog i automatizovanog programiranja, SAPOR-S sistem omogućava najmanji broj ulaznih informacija pri programiranju.

Posmatrano sa aspekta dužine programa, samim tim i opterećenosti memorije upravljačke jedinice, druga varijanta parametarskog programiranja od razmatranih metoda pogonskog programiranja je najpovoljnija jer sadrži najmanji broj programskih blokova (rečenica).

Analizirane metode progr.	METODE PROGRAMIRANJA						
	POGONSKO PROGRAMIRANJE			AUTOMATIZOVANO PROGRAMIRANJE			
	Program. od tačke do tačke	Progr. korišć. fiksnih ciklusa	Parametarsko programiranje		INDEX H200	I-DEAS GNC	SAPOR-S
	a	b	c-1	c-2			
Karakteristike							
Broj karaktera koje treba uneti	1534x3	457x3	1131	709	685	1065	265

Sl.10 Rezultati uporedne analize metoda programiranja

Fig.10. The results of comparative analysis of programming methods

Sa stanovišta podobnosti metoda formalizovanja, pri čemu se i upravljački program kod pogonskog programiranja uzima uslovno kao izvorni program, može se zaključiti sledeće:

- izrada programa je brža i jednostavnija primenom metoda automatizovanog programiranja. To je posebno izraženo kod složenijih delova,
- metode formalizovanja ulaznih informacija kod automatizovanog programiranja su bliže inženjerskom jeziku sporazumevanja, za razliku od kodiranja kod pogonskog programiranja,
- metode pogonskog programiranja su univerzalnije, posebno programiranje od tačke do tačke, jer se njima može obuhvatiti veći broj različitih delova,
- kod metoda pogonskog programiranja u većoj meri je prisutan subjektivni faktor što u mnogome utiče na kvalitet upravljačkog programa.

4.0 ZAVRŠNI OSVRT

U radu je učinjen pokušaj da se da prikaz i analiza postojećih metoda programiranja na Institutu za proizvodno mašinstvo.

Stečena iskustva u programiranju u dosadašnjem radu kao i analiza sprovedena u ovom radu koristiće se kao osnova pri izboru najpogodnije metode programiranja za konkretne delove.

U narednom periodu planira se praćenje primene metoda programiranja pri rešavanju problema izrade delova ili familije delova na numerički upravljanim mašinama alatkama instalisanih na Institutu. Tako stečena iskustva implementiraće se u izloženu metodologiju analize metoda programiranja.

5.0 LITERATURA

- [1] **GATALO, R.:** Numeričko upravljanje mašinama alatkama i NU tehnologija - stanje i tendencije razvoja, uvodni referat, *XVI savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Zbornik radova*, Mostar, 1981.
- [2] **HODOLIĆ, J.:** Integralni prilaz postprocesiranju upravljačkih informacija u sistemu za automatizovano programiranje fleksibilnih tehnoloških sistema za obradu rotacionih izradaka, *edicija CAD/CAM, knjiga 3*, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, 1989.
- [3] **MILAČIĆ, V.:** Tehnološki sistemi, monografija IAMA, 3(1971), Institut za alatne mašine i alate, Beograd, 1971.
- [4] **MILAČIĆ, V.:** A contribution to the development of information system on production control, Saopštenje IAMA, Br.17(1973), Institut za alatne mašine i alate, Beograd, 1973.
- [5] INDEX System 200 - Betriebsanleitung, INDEX-Werke KG Hahn & Tesseney, Esslingen, 1988.
- [6] INDEX System 200 - Programmieren und Produzieren, prospektni materijal, INDEX-Werke KG Hahn & Tesseney, Esslingen, 1988.
- [7] I-DEAS GNC Set-Up, SDRC, Milford Ohio, SAD, 1988.
- [8] I-DEAS GNC Geometry, SDRC, Milford Ohio, SAD, 1988.
- [9] I-DEAS GNC Machining, SDRC, Milford Ohio, SAD, 1988.
- [10] **GATALO, R., REKEČKI, J., HODOLIĆ, J., BOROJEV, L.J., ZELJKOVIĆ, M., MILOŠEVIĆ, V., KONJOVIĆ, Z., MALBAŠKI, D.:** Istraživanje tehnologije i sredstava rada u industriji obrade metala, istraživački projekat, tema 12: Razvoj SAPOR-S sistema za automatsko projektovanje upravljačkih informacija i nosioca informacija za NUMA, u konkretnim pogonskim uslovima, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, 1980.
- [11] **GATALO, R., NAVALUŠIĆ, S., HODOLIĆ, J., ZELJKOVIĆ, M., MILOŠEVIĆ, V.:** Uvod u automatizaciju postupaka projektovanja, *edicija CAD/CAM, knjiga 1*, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad. (U štampi)
- [12] **GATALO, R., HODOLIĆ, J.:** Automatizovano programiranje FTs - Dostignuća u razvoju i koncepcija sopstvenih istraživanja za potrebe struktura za obradu rotacionih delova, *XXII Savetovanje proizvodnog mašinstva, Zbornik radova*, Ohrid, 1989.
- [13] **GATALO, R., HODOLIĆ, J.:** Automatizovano programiranje NU mašina alatki za obradu struganjem, primenom SAPOR-S programskog sistema, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, 1986.
- [14] **POPKEN, P.:** Steuerung von flexiblen Fertigungszellen für die Drehbearbeitung mit dezentralen Mehrrechnersystemen, Carl Hanser Verlag, München Wien, 1981.
- [15] Handbuch zum CNC Programmierlehrgang, LG6 000.1 115, INDEX-Werke KG Han & Tesseney, Esslingen
- [16] Upravljački programi za izradu familije NC držača alata ISO 50/F za firmu "WOHLHAUPTER", na FTC GU 600, *Elaborat razvojnog projekata*, radeno za "JUGOALAT" Novi Sad, Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1991.
- [17] **GATALO, R., HODOLIĆ, J., ZELJKOVIĆ, Ž.:** Prilog uporednoj analizi sistema za programiranje NUMA različitih nivoa automatizovanosti, *24. savetovanje proizvodnog mašinstva, Zbornik radova*, Novi Sad, 1992.
- [18] **HODOLIĆ, J., GATALO, R., ŽIVANOVIĆ, M., JANDRIĆ, Ž.:** Prilog uporednoj analizi metoda programiranja fleksibilnih tehnoloških struktura (FTs), *24. savetovanje proizvodnog mašinstva, Zbornik radova*, Novi Sad, 1992.