

<https://doi.org/10.24867/JPE-1992-09-145>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Vasić S., Hodolić J., Gatalo R., Zeljković Ž.*

RAZVOJ PROCESORA MERNO-KONTROLNIH ZAHVATA U SISTEMU ZA
AUTOMATIZOVANO PROGRAMIRANJE FTS ZA OBRADU ROTACIONIH
DELOVA PO PRINCIPIMA GRADNJE EKSPERTNIH SISTEMA

DEVELOPMENT OF PROCESSOR FOR MEASURING AND INSPECTION
OPERATIONS IN THE SYSTEM FOR AUTOMATIC PROGRAMMING OF
FMS FOR ROTATIONAL PARTS MACHINING ACCORDING TO THE
PRINCIPLES OF EXPERT SYSTEMS BUILDING

S u m m a r y

Computers development and development of contemporary machine tools and manufacturing systems based on computers, have made possible computer-integrated manufacturing systems (CIM) establishment. True computer - integrated manufacturing understands that all parts of manufacturing processes and many links between factory processes become more automated, more computerized and more intelligent. Many non-automated links between processes are based on human judgement, experience and intuition. These are naturally difficult tasks to automate but the advent of artificial intelligence and specifically expert systems has made such links possible.

In the paper, short review of model of processor and computer programs for measuring and inspection operations on the principles of expert systems building is given. This processor represents the part of the processor of complex system for automatic technological processes projection and programming of FMS for rotational parts processing. Development of this complex system has been starting several years ago on the Institute for Production Engineering of the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad.

*) Vasić mr Siniza, dipl.ing., asistent, Hodolić dr Janko, docent, Gatalo dr Ratko, red.prof., Zeljković Željko, dipl.ing., asistent, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, Vladimira Perića Valtera 2

R e z i m e

Razvojem računara i na njima zasnovanih savremenih mašina alatki i proizvodnih sistema, stvoreni su uslovi za razvoj računarom integrisanih proizvodnih sistema (CIM). Istinski integrisana proizvodnja podrazumeva da su svi delovi procesa proizvodnje, kao i njihove međusobne veze automatizovaniji, kompjuterizovaniji i inteligentniji. Mnoge veze, naročito u tokovima informacija, bazirane su na ljudskoj proceni, iskustvu i intuiciji, koje je prirodno teško automatizovati. Pojava veštačke inteligencije i ekspertnih sistema omogućila je automatizaciju i takvih ljudskih aktivnosti.

U radu je dat kratak prikaz razvoja modela procesora i računarskih programa za definisanje merno-kontrolnih zahvata na principima gradnje ekspertnih sistema. Ovaj procesor predstavlja deo procesora kompleksnog sistema za automatizovano projektovanje tehnoloških procesa i programiranje FTS za obradu rotacionih delova, na čijem se razvoju na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu radi već nekoliko godina.

1.0. UVOD

Danas se u visoko konkurentnom poslovnom i tržišnom okruženju pred proizvođače raznovrsnih proizvoda i usluga postavljaju od strane kupaca i korisnika usluga, povećani zahtevi koji se prevažno odnose na proizvodnju novih proizvoda visokog kvaliteta uz nisku cenu, modifikaciju postojećih i proizvodnju proizvoda specijalno prilagođenih određenim specifičnim zahtevima kupaca. Klasična industrijska proizvodnja je nemoćna da reši ove zahteve, te se preduzimaju razni zahvati u cilju povećanja automatizacije i fleksibilnosti industrijske proizvodnje. Najsigurniji put za realizaciju ovih zahvata je uvođenje u proizvodnju visoko automatizovanih mašina i opreme, međusobno povezanih transportom alata i obradaka, upravljanih računarima. Ovo pak dovodi i do promena u pripremi proizvodnje, gde osnovna alatka u inženjerstkim aktivnostima postaje računar. Ovim su stvoreni uslovi za razvoj računarom integrisane proizvodnje (CIM), odnosno, računarom integrisanih tehnoloških sistema zasnovanih na fleksibilnoj automatizaciji svih njihovih vitalnih funkcija:

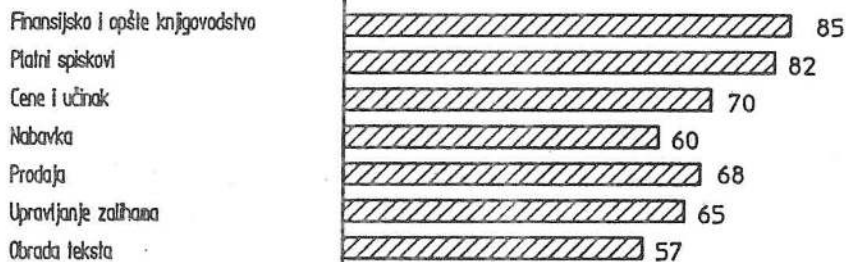
- razvoja proizvoda (CAD)
- procesa pripreme proizvodnje - konstrukcija, tehnologija (CAD, CAM)
- planiranja, terminiranja i upravljanja proizvodnjom (CAPP)
- obradnog procesa
- nadgledanja alata
- dijagnostike i održavanja
- procesa merenja i upravljanja kvalitetom (CAI, CAQ)

Međutim, neka istraživanja [3] pokazuju da se računari još uvek najviše koriste u administraciji i kancelarijskom poslovanju (slika 1).

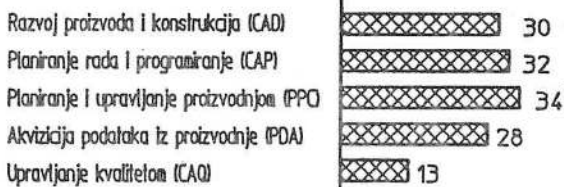
Dakle, istinski računarom integrisana proizvodnja podrazumeva da su delovi procesa proizvodnje, kao i njihove međusobne veze, automatizovaniji, kompjuterizovaniji i inteligentniji. Ali, proizvodnja ne postaje automatizovana sve dok veze između tokova

materijala i informacija takođe ne budu automatizovane. Mnoge veze, naročito u tokovima informacija, bazirane su na ljudskoj proceni, iskustvu i intuiciji, koje je teško automatizovati. Pojava veštačke inteligencije, a posebno ekspertnih sistema koji danas predstavljaju njenu najistaknutiju i najkomercijalniju oblast, omogućili su automatizaciju i takvih ljudskih aktivnosti.

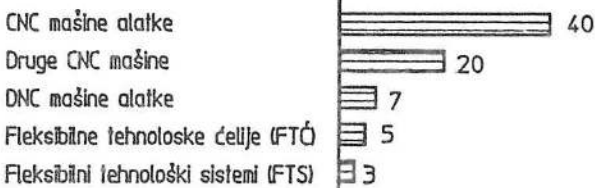
1. ADMINISTRACIJA



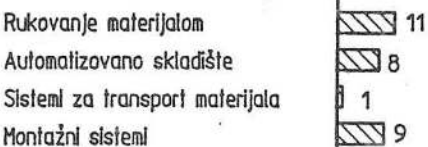
2. SLUŽBE POVEZANE SA PROIZVODNJOM



3. OBRADNI SISTEMI U PROIZVODNJI



4. TRANSPORT, MONTAŽA, RUKOVANJE DELOVIMA



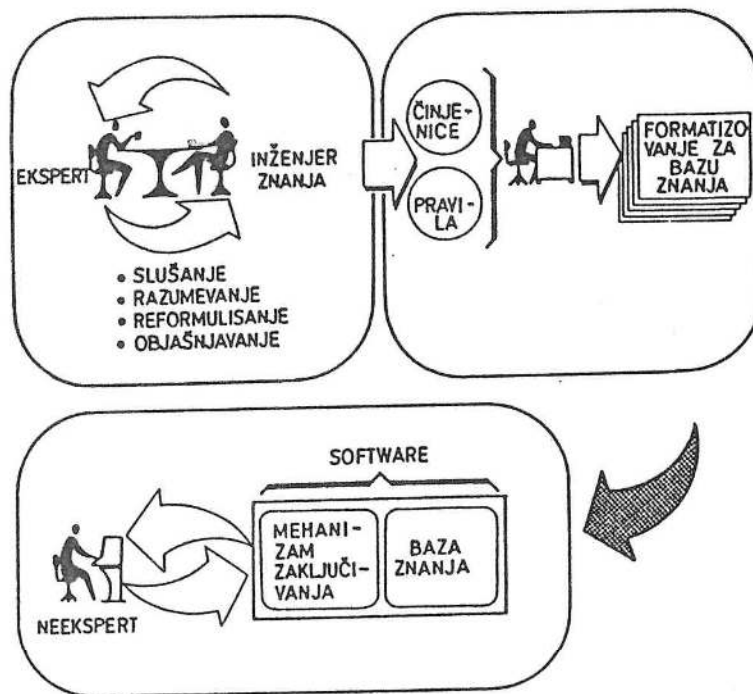
0 20 40 60 80 100%

Slika 1. Primena tehnologija zasnovanih na računarima u 1986/87. godini u industriji sredstava za proizvodnju SR Nemačke (N=1096 fabrika) [3]

Figure 1. Implementation of Computer Based Technologies in 1986/87 in the West German Capital Goods Industry (N=1096 companies) [3]

Šta je to ekspertni sistem? Najkraće rečeno, pod ekspertnim sistemom se podrazumeva računarski program u koji su uključena znanja i mehanizmi zaključivanja eksperta za neku oblast, koji je sposoban da ponudi inteligentni savet ili odluku i pri tome verifikuje svoju liniju rezonovanja. Dakle, pri gradnji ekspertnih sistema (slika 2), inženjer znanja na osnovu iskustva koje o određenoj oblasti poseduje jedan ili više stručnjaka, formira činjenice i pravila čijim se formalizovanjem u pogodni oblik kreir-

ra baza znanja. Baza znanja je segment koji omogućuje da se na osnovu usvojenih metoda zaključivanja reši odgovarajući problem. Za korišćenje razvijenog sistema potrebno je razviti i vezu između sistema i korisnika, koja omogućava da se dobijeni zaključak ekspertnog sistema objasni ili navede celokupna procedura zaključivanja.



Slika 2. Metodologija gradnje ekspertnog sistema [4]
 Figure 2. Methodology of an Expert System Building [4]

U nastavku se daje kratak opis razvoja modela procesora merno-kontrolnih zahvata, koji predstavlja deo procesora programskog sistema za automatizovano programiranje FTS za obradu rotacionih delova. Ovaj razvoj je izvršen respektujući principe na kojima počivaju savremeni ekspertni sistemi.

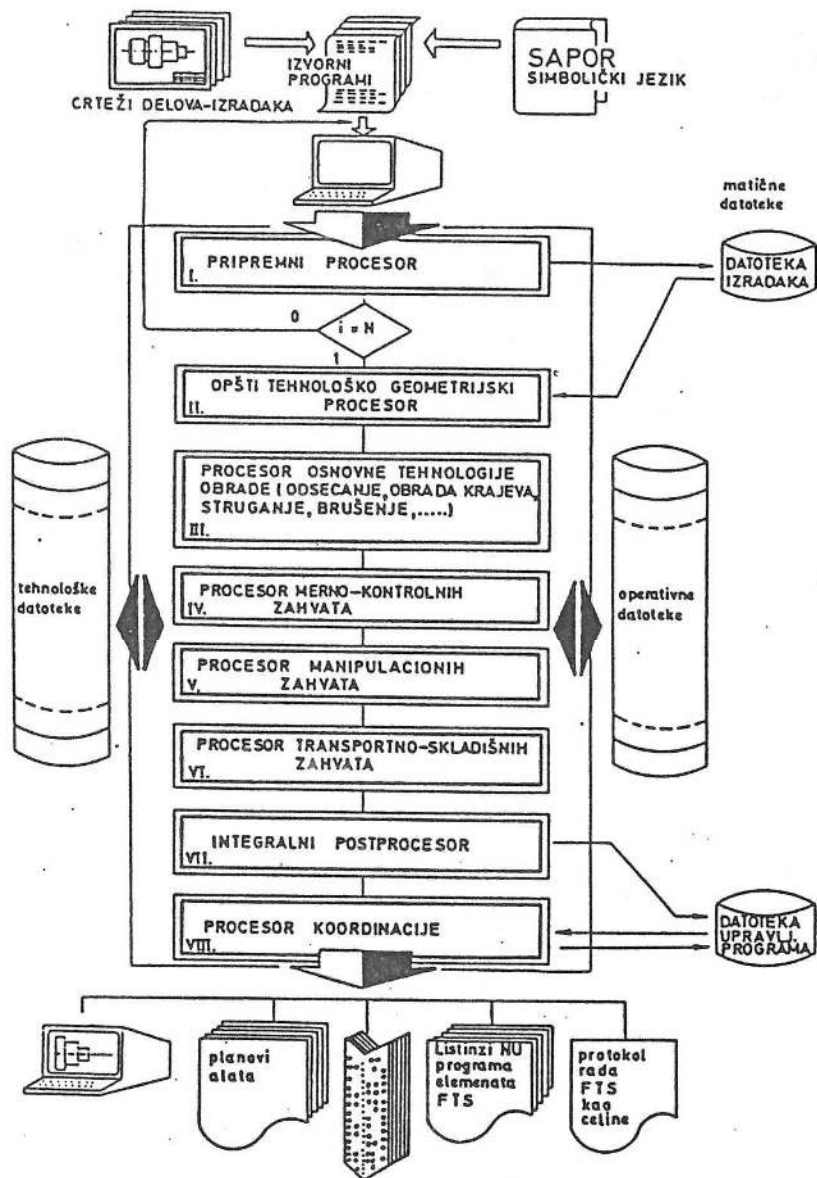
2.0 MODEL PROCESORA MERNO-KONTROLNIH ZAHVATA

Na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom sadu već nekoliko godina se radi na razvoju i usavršavanju kompleksnog sistema za automatizovano programiranje FTS za obradu rotacionih delova. Deo procesora ovog kompleksnog programskog sistema (slika 3), nazvanog SAPOR-FTS, čini i procesor merno-kontrolnih zahvata.

Procesor merno kontrolnih zahvata (slika 4) je koncipiran na modularnom principu, pri čemu obuhvata sledeće module:

- prevodenje i provera ulaznih tehnoloških informacija
- definisanje klasifikacionog broja sa stanovišta merenja
- definisanje osnovnog redosleda merenja po grupama merno-kontrolnih zahvata (kalibracija mernih pipaka, merenje dužinskih i uglovnih mera, merenje odstupanja od oblika, merenje odstupanja od položaja)
- definisanje sredstava za merenje (na mernoj mašini, u radnom prostoru obradne mašine)

- definisanje redosleda merno-kontrolnih zahvata u okviru definisanih grupa merno-kontrolnih zahvata
- definisanje geometrijskih parametara merno-kontrolnih zahvata
- izbor mernih glava i mernih pipaka
- definisanje putanje mernog pipka.



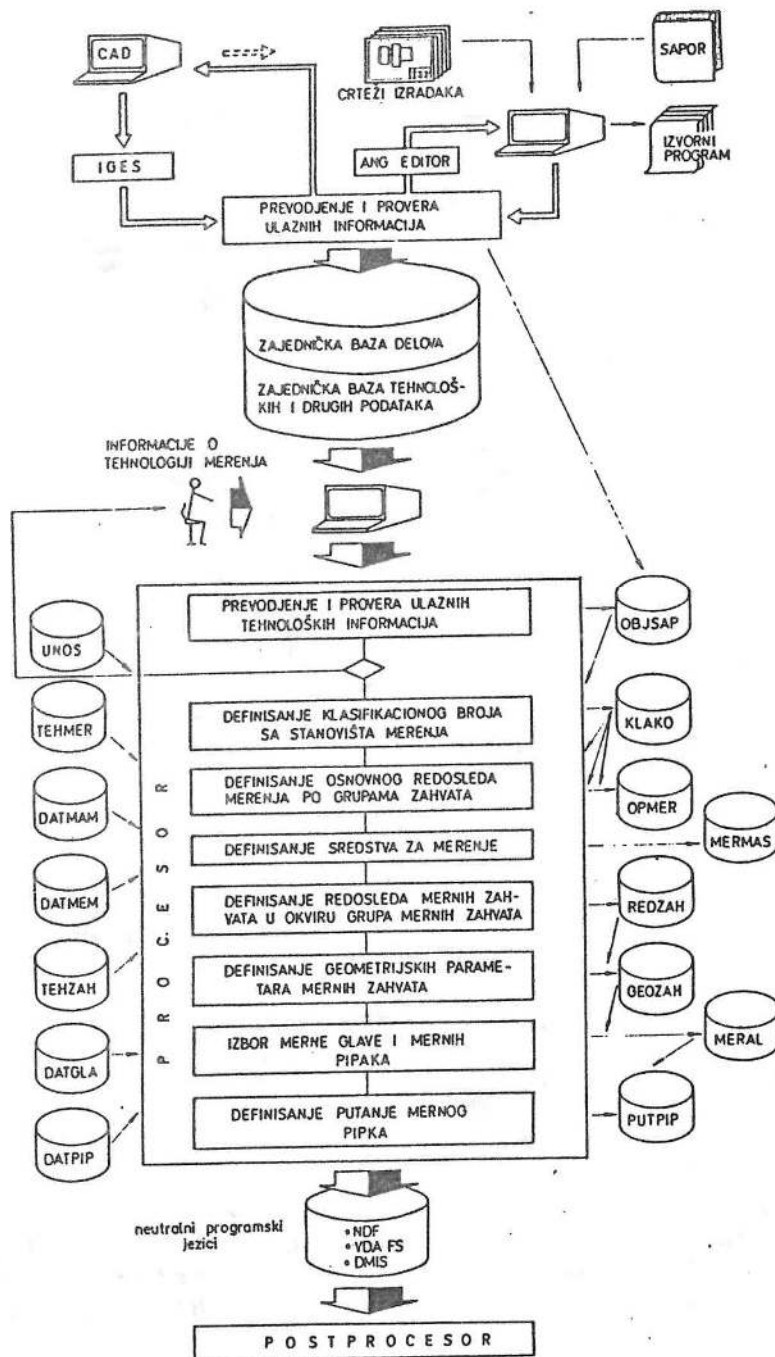
Slika 3. Globalni model programskog sistema za automatizovano programiranje FTS za obradu rotacionih delova [2]

Figure 3. The Global Model of the Programming System for Automatic FMS Programming for Rotational Parts Machining [2]

Veza između pojedinih modula se ostvaruje pomoću operativnih (ulazno/izlaznih) datoteka, tako što se izlazni rezultati iz jednog modula koriste kao ulazne informacije za naredne module. Pored ovih operativnih datoteka, informacionu bazu čine i tehnološke datoteke (datoteke grupa merno-kontrolnih zahvata, metroloških karakteristika obradnih mašina, karakteristika mernih mašina,

mernih glava i mernih pipaka).

Neophodne ulazne informacije, koje obuhvataju opšte podatke o radnom predmetu, geometrijske i najosnovnije tehnološke karakteristike, moguće je kreirati na CAD radnoj stanici ili u obliku izvornog programa prema principima SAPOR simboličkog programskog jezika pomoću alfa-numeričko-grafičkog (ANG) editora.



Slika 4. Model procesora merno-kontrolnih zahvata [8]

Figure 4. The Model of the Processor of Measuring and Inspection Operations [8]

Ovako formirani izvorni programi smeštaju se nakon provere i prevodenja u zajedničku bazu delova, tehnoloških i drugih podataka, koja predstavlja jedinstvenu bazu podataka za sve sisteme i podsisteme SAPOR programskog sistema. Za projektovanje tehnološkog procesa i upravljačkih informacija za merne sisteme, izvorne informacije iz zajedničke baze delova neophodno je u diajaloškom radu dopuniti potrebnim tehnološkim informacijama relevantnim za merenje. To se, pre svega, odnosi na informacije koje definišu vrstu koordinatnog sistema (kartezijanski, polarni, cilindrični ili sferni) i njegov položaj, tip i položaj mernog pipka ili merne glave, način kalibracije mernog pipka, određivanje površina koje treba opipati, određivanje broja mernih tačaka, stezanje mernog predmeta i zahteve za obradom rezultata merenja i izdavanja mernog protokola.

3.0. RAZVOJ PROCESORA ZA DEFINISANJE MERNO-KONTROLNIH ZAHVATA PO PRINCIPIMA GRADNJE EKSPERTNIH SISTEMA

Za potrebe razvoja procesora merno-kontrolnih zahvata bilo je neophodno najpre izvršiti odgovarajuće analize i na osnovu njih postaviti podloge za razvoj ovog procesora. Tako je na osnovu analiza ustanovljeno da se oko 85% svih merno-kontrolnih zadataka koji se pojavljuju u proizvodnoj praksi, mogu svrstati u četiri glavne grupe (merenje dužina, uglova, odstupanja od oblika i položaja), kojima je dodata i grupa zahvata kalibracije mernih pipaka. Na osnovu ovoga je izvršena sistematizacija koja obuhvata ukupno 134 merno-kontrolna zahvata [7, 8], a u cilju lakše programske izgradnje ovog procesora, kreiran je i poseban osmocifarski klasifikacioni broj sa stanovišta merenja, na osnovu kog je svakom merno-kontrolnom zahvatu dodeljen odgovarajući kodni broj [8].

Najčešće se programska izgradnja ekspertnog sistema zasniva na instrukcijama na bazi pravila, pomoću kojih se, uz činjenice i hipoteze, vrši predstavljanje znanja. Iz tog razloga se, pri koncipiranju razvoja modela procesora merno-kontrolnih zahvata na osnovnim principima gradnje ekspertnih sistema, pristupilo razvoju konkretnih pravila, imajući pri tome u vidu osnovne karakteristike problema koje će ovaj procesor rešavati. Tako je razvijeno ukupno 186 uglavnom IF-THEN pravila, od kojih su neka prikazana na slici 5.

Pravila su formulisana tako da uspostavljaju veze između premisa i zaključaka na bazi AKO je "nešto tako definisano", ONDA "treba očekivati da će se dobiti takav odgovor", a smeštena su u datotekama UNOS, TEHMER i TEHZAH.

Pravila obrazuju bazu znanja koja predstavlja osnovu za formiranje ljuske ekspertnog sistema, koja pak obuhvata i mehanizam zaključivanja, odnosno, metode zaključivanja i strategije za izvođenje zaključaka (slika 6).

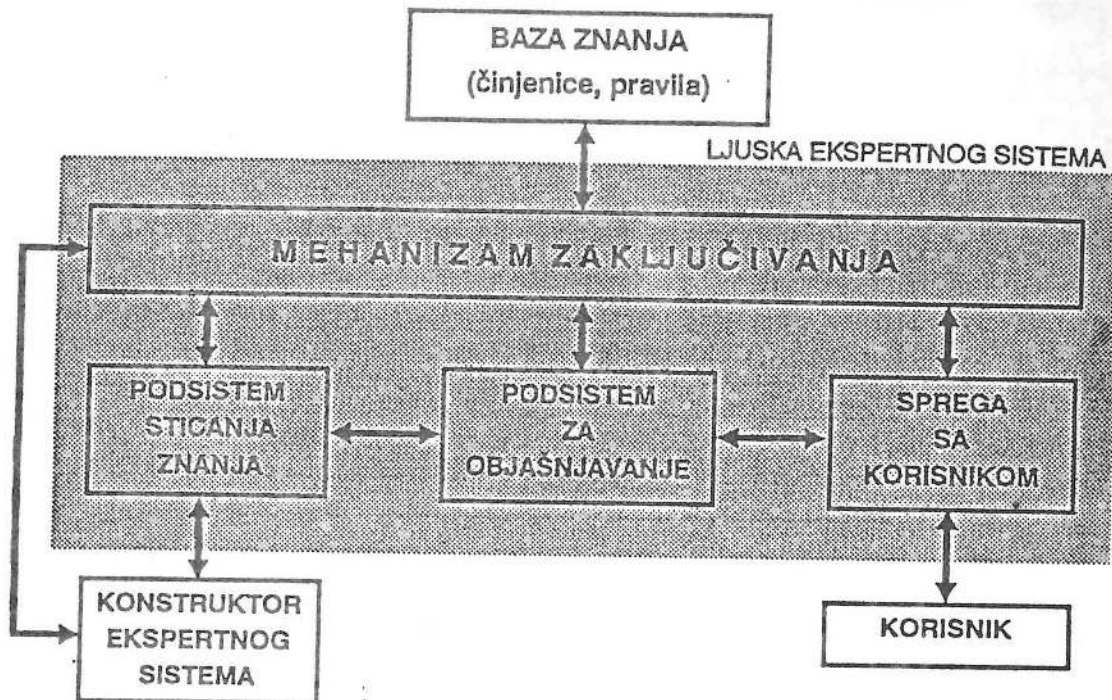
Mehanizam zaključivanja procesora merno-kontrolnih zahvata omogućava:

- efikasno korišćenje baze znanja i drugih datoteka u smislu njihovih otvaranja i pretraživanja
- definisanje klasifikacionog broja sa stanovišta merenja
- izbor osnovnog redosleda merenja po grupama merno-kontrolnih zahvata
- izbor sredstva za merenje
- definisanje tipa i položaja mernog pipka



Slika 5. Deo pravila za definisanje klasifikacionog broja (a), merno-kontrolnih zahvata kalibracije mernog pipka (b), merenja prečnika (c), dužinska merenja (d), merenje odstupanja od oblika (e) i položaja (f)
 Figure 5. Part of the Rules for Defining of Classification Number (a), Measuring and Inspection Operations for Probes Calibration (b), Diameters Measuring (c), Length Measuring (d), Form Measuring (e) and Position Measuring (f)

- definisanje kodova merno-kontrolnih zahvata za kalibraciju mernog pipka, merenje prečnika, dužinskih i uglovnih mera, merenje odstupanja od oblika i položaja
- prikazivanje i objašnjavanje kako se došlo do rešenja
- navođenje uslova pod kojim se došlo do rešenja.

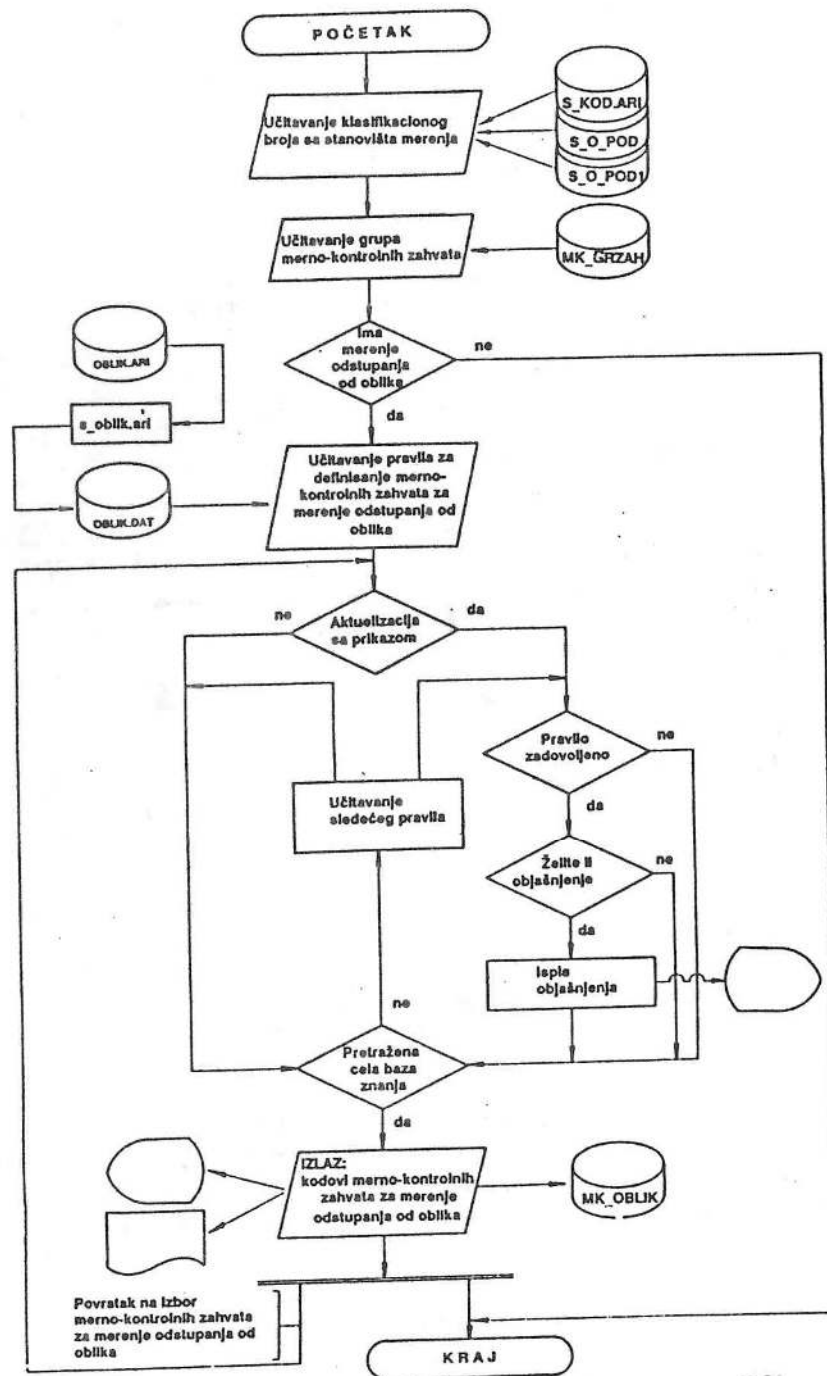


Slika 6. Osnovna struktura ekspertnog sistema primenjena pri razvoju procesora merno-kontrolnih zahvata [4]

Figure 6. The Basic Structure of an Expert System Implemented During Development of the Model for Processor of Measuring and Inspection Operations [4]

Na slici 7 je prikazan mehanizam zaključivanja pri definisanju merno-kontrolnih zahvata za merenje odstupanja od oblika. Dolazak do rezultata, odnosno, izvođenje krajnjeg zaključka u ovom i svim ostalim modulima, predstavlja pronalaženje pravog puta kroz mrežu međusobno povezanih pravila i izvodi se u nekoliko koraka:

1. korak: pronadi PRVO PRAVILO
2. korak: primeni PRAVILO
3. korak: ako je PROBLEM REŠEN
onda ZAUSTAVI PROCEDURU
inače PREDI NA 4. KORAK
4. korak: pronadi SLEDEĆE PRAVILO
5. korak: predi na 2. KORAK



Slika 7. Mehanizam zaključivanja pri definisanju merno-kontrolnih zahvata za merenje odstupanja od oblika [8]
 Figure 7. Inference Engine for Measuring and Inspection Operations for the Form Measuring Defining [8]

4.0. REZULTATI TESTIRANJA RAZVIJENIH RAČUNARSKIH PROGRAMA

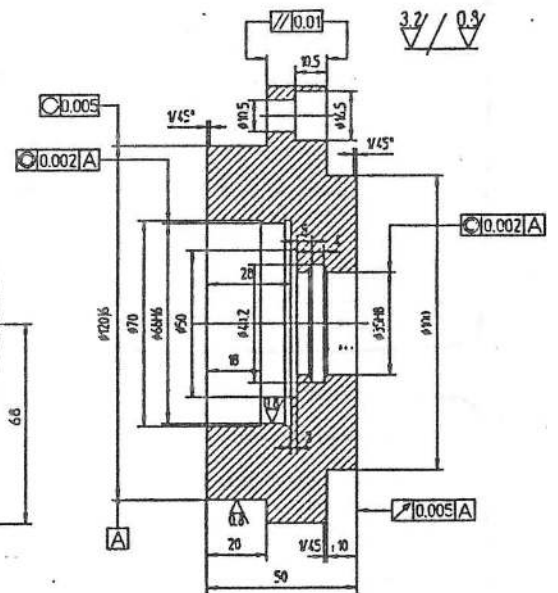
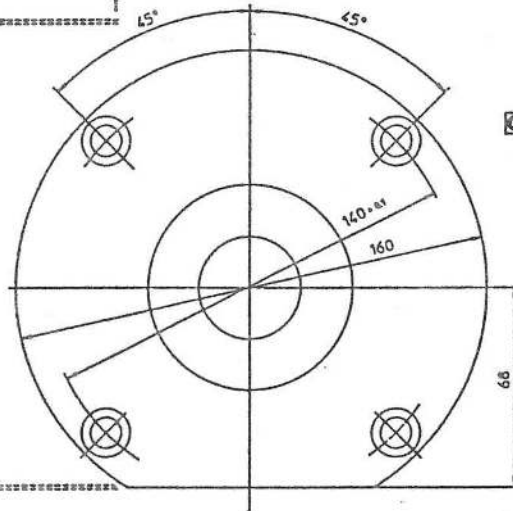
Računarski programi su razvijeni na mikror računarskom sistemu ET-386 SX ("Novkabel", Novi Sad) u programskom jeziku PROLOG koji se najčešće (uz LISP programski jezik) koristi za izgradnju sistema zasnovanih na inženjerstvu znanja, i to u njegovom dijalektu ARITY PROLOG [6].

IZLAZNE INFORMACIJE IZ MODULA: SISTEM: S A P O R - S
REVOD

IN-INSTITUT ZA PROIZVODNO MASHINSTVO NOVI SAD 15.05.91.
LABORATORIJA ZA MASHINE ALATKE

IZVORNI PROGRAM

- 1 NASL/POKLOPAC
- 2 KONT/DATOTEKA MASHII
- 3 KONT/RACUNARSKI SISTEM ET-386SX
- 4 KONT/TEHNOLOSKE INFORMACIJE
- 5 MATR/C.4730
- 6 BKON/100
- 7 TPCD/160,50
- 8 KONT/GEOMETRIJSKE INFORMACIJE
- 9 POGE
- 10 GAPO/S.145,55,0
- 11 GAHE/160,50,35HB
- 12 SOSD/120,606,20
- 13 SOUD/50,30,68H606,20,70,18
- 14 KOSD/U.120,606,45,1,0
- 15 ZPUD/50,68H606,70,2,20
- 16 SOSL/100,10
- 17 KOSL/U.100,45,1,0
- 18 KOSL/U.160,45,1,10
- 19 ITUL/35HB,40,2,6,60,13
- 20 ROAU/10,5,20,16,5,10,5,4,10,140
- 21 TAGC
- 22 KRAJ



KOMPILACIJA ZAVRSENA 0 GRESAKA
PROGRAM ZAUMIHA 1226 16-BITNIH RECI

Slika 8. Primer izratka u obliku diska sa odgovarajućim izvornim programom napisanim u SAPOR programskom jeziku
Figure 8. Example of the Disc Shape Workpiece with Appropriate Part Program which is Written in the SAPOR Programming Language

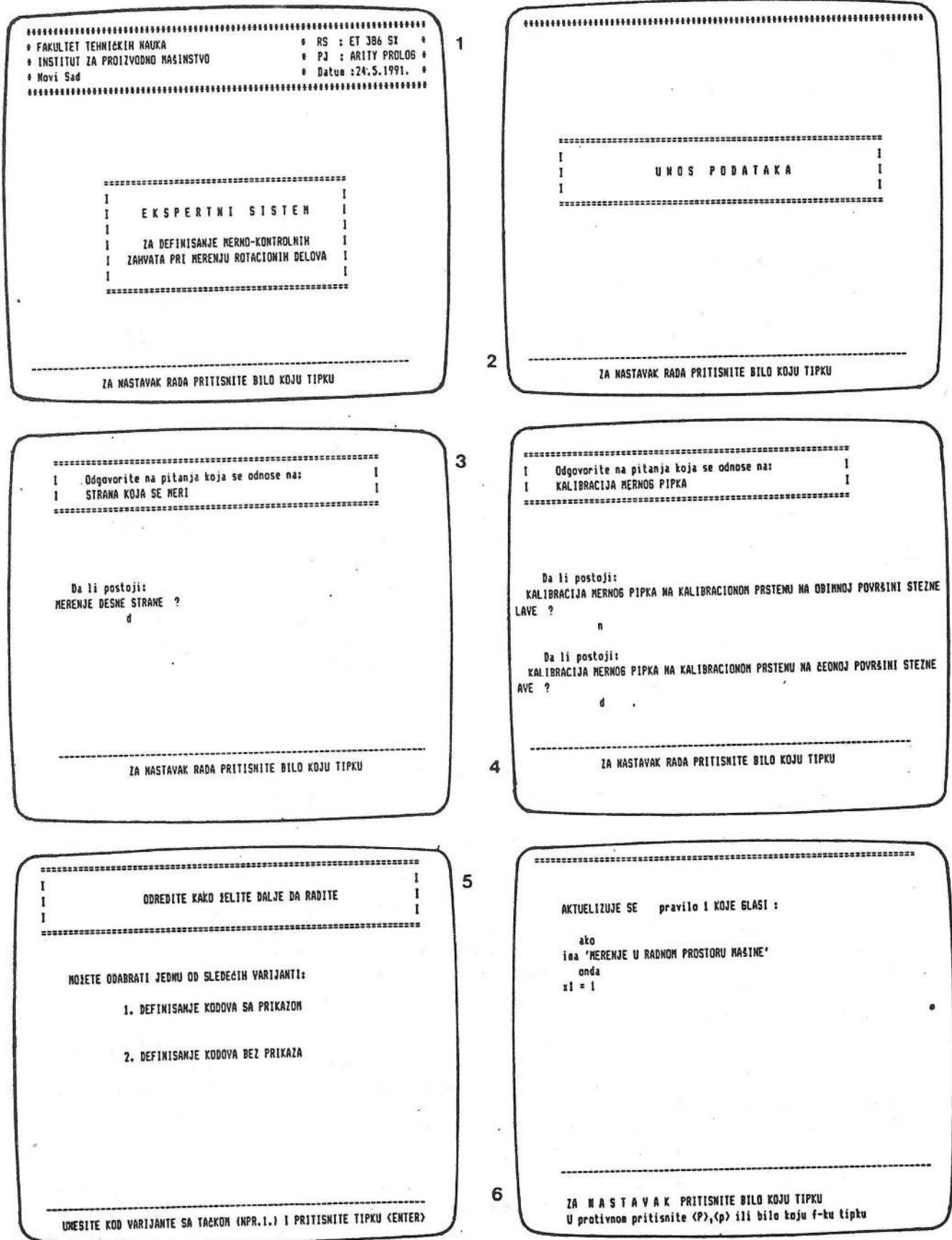
Kao primer verifikacije postavke modela procesora i razvijenih računarskih programa, daje se kratak prikaz definisanja merno-kontrolnih zahvata za radni predmet prikazan na slici 8.

Startovanjem programa na ekranu računara se pojavljuje osnovna maska (slika 9-1.) i poruka da rad počinje unosom odgovarajućih podataka. Najpre se unose osnovni podaci o izratku: naziv, broj dela, materijal i broj komada. Zatim se daju odgovori na grupe pitanja koje se odnose na mesto merenja, odnosno, na sredstvo za merenje, stranu izratka koju treba podvrći merenju, tipu i položaju mernog pipka i načinu njegove kalibracije, kao i o načinu merenja prečnika (slika 9-3. i 9-4.). Pri ovome se, čim je odgovor na postavljeno pitanje pozitivan, automatski prelazi na sledeću grupu pitanja.

Nakon unetih svih neophodnih podataka, definiše se klasifikacioni broj sa stanovišta merenja, odnosno, definišu se kodni brojevi osmocifarskog klasifikacionog broja. Pri ovome su na raspolaganju dva moguća načina rada:

- sa prikazom aktuelizacije svih pravila
- bez prikaza aktuelizacije.

U prvom slučaju, na ekranu računara se najpre pojavljuje poruka o tome koje se pravilo trenutno aktuelizuje, a potom i obaveštenje da li je pravilo aktuelizovano. Ukoliko se želi, moguće je dobiti i informaciju o tome na osnovu čega je neko pravilo aktuelizovano ili nije aktuelizovano. Ova procedura se ponavlja za svih 47 opštih pravila na osnovu kojih se definiše klasifikacioni broj sa stanovišta merenja. U ovom primeru su prikazani izgledi



Slika 9. Primer testiranja procesora za definisanje merno-kontrolnih zahvata

Figure 9. Testing Example of the Processor for Measuring and Inspection Operations Defining

7

=====

**** pravilo I JE AKTUELIZIVANO ****

NA OSNOVU TOGA JE DEFINISAN KOD : x1

ZELITE LI OBJASNJENJE - DA -> D

8

=====

***** OBJASNJENJE AKTUELIZACIJE USVOJENOG KODA *****

USVOJEN JE KOD x1 = 1

JER JE ZADOVOLJENO pravilo I KOJE GLASI:

ako

ima 'MERENJE U RADNOM PROSTORU MASINE'

onda

x1 = 1

9

=====

**** ISPIS DEFINISANIH KODOVA ****

**** DEFINISANI SU SLEDECI KODOVI ****

KOD x1 = 1

KOD x2 = 1

KOD x3 = 1

KOD x4 = 2

KOD x5 = 3

KOD x6 = 7

KOD x7 = 1

KOD x8 = 2

ZA NASTAVAK RADA PRITISNITE BILO KOJU TIPKU

10

=====

KLASIFIKACIONI BROJ SA STANOVISTA MERENJA JE:

111.23712

ZA NASTAVAK RADA PRITISNITE BILO KOJU TIPKU

11

AKTUELIZUJE SE PRAVILO I KOJE GLASI :

ako

x4 > 0 i

x4 < 5

onda je grupa merno-kontrolnih zahvata

KALIBRACIJA MERNOG PIPKA

ZA NASTAVAK RADA PRITISNITE BILO KOJU TIPKU

12

=====

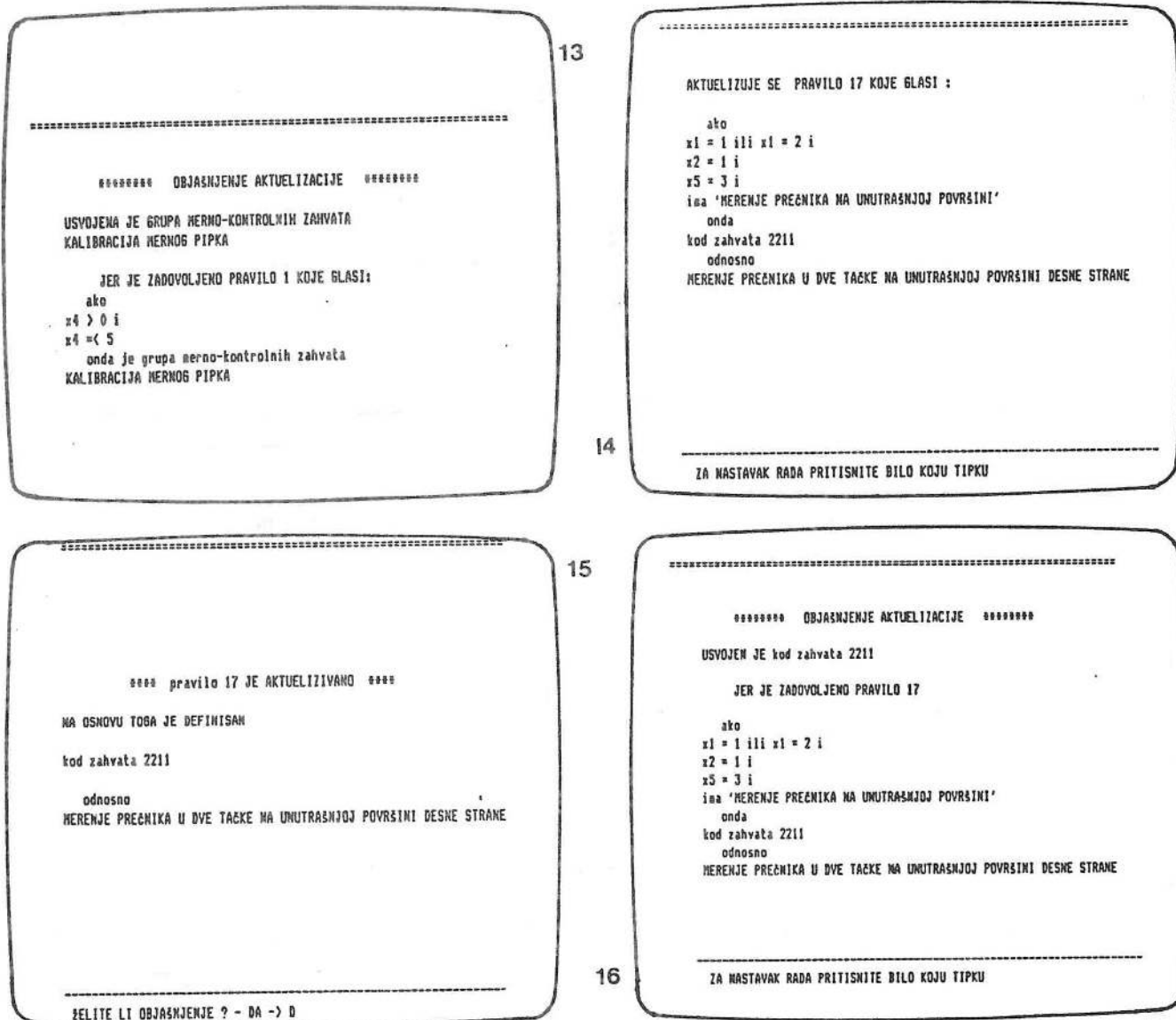
**** pravilo I JE AKTUELIZIVANO ****

NA OSNOVU TOGA JE DEFINISANA GRUPA ZAHVATA

KALIBRACIJA MERNOG PIPKA

ZELITE LI OBJASNJENJE - DA -> D

Slika 9. Primer testiranja procesora za definisanje merno-kontrolnih zahvata - nastavak
 Figure 9. Testing Example of the Processor for Measuring and Inspection Operations Defining - continuation



Slika 9. Primer testiranja procesora za definisanje merno-kontrolnih zahvata - nastavak

Figure 9. Testing Example of the Processor for Measuring and Inspection Operations Defining - continuation

ekrana računara pri uspešnoj aktuelizaciji pravila koje definiše kod klasifikacionog broja koji se odnosi na mesto merenja (slika 9-6. do 9-9.).

Nakon aktuelizacije svih osam kodnih brojeva klasifikacionog broja, daje se njihov pojedinačni ispis (slika 9-9.), kao i sam klasifikacioni broj sa stanovišta merenja (slika 9-10.).

Na osnovu definisanog klasifikacionog broja i na početku unetih podataka, izvodi se na isti način definisanje grupa merno-kontrolnih zahvata (slika 9-11. do 9-13.), da bi se na kraju prikazale sve aktuelizovane grupe.

Zatim se definišu merno-kontrolni zahvati unutar svake od prethodno aktuelizovanih grupa zahvata. Ovde je dat prikaz aktue-

lizacije merno-kontrolnog zahvata za merenje prečnika (slika 9-14. do 9-16).

Na kraju se dobija listing izlaznih rezultata (slika 10.) koji sadrži opšte podatke o izratku i sve prethodno aktuelizovane parametre.

```

=====
* FTN          I                               I          *
* IPN          I  DEFINISANJE MERNO-KONTROLNIH ZAHVATA I Datum:24.5.1991. *
* NOVI SAD     I                               I          *
=====
*
*   OPŠTI PODACI:
*   - Naziv dela: POKLOPAC
*   - Broj dela : 12.35.00.
*   - Materijal : C 4730
*   - Br.konada : 100
*-----
*   KLASIFIKACIONI BROJ SA STANOVISTA MERENJA:
*   111.23712
*-----
*   GRUPE MERNO-KONTROLNIH ZAHVATA:
*   1. KALIBRACIJA MERNOG PIPKA
*   2. MERENJE PREČNIKA
*   3. MERENJE PARAMETARA DUŽINE
*   4. MERENJE ODSTUPANJA OD OBLIKA
*   5. MERENJE ODSTUPANJA OD POLOŽAJA
*-----
*   MERENJE SE IZVODI:
*   U RADNOM PROSTORU MAŠINE
*-----
*   MERNO-KONTROLNI ZAHVATI:
*   1. 1112 KALIBRACIJA MERNOG PIPKA NA KALIBRACIONOM PRSTENU NA ČEONOJ
*   POKLOPACI
*   2. 2201 MERENJE PREČNIKA U DVE TAČKE NA SPOLJAŠNJOJ POKLOPACI DESNE
*   STRANE
*   3. 2211 MERENJE PREČNIKA U DVE TAČKE NA UNUTRAŠNJOJ POKLOPACI DESNE
*   STRANE
*   4. 3101 MERENJE DUŽINE NA SPOLJAŠNJOJ POKLOPACI DESNE STRANE
*   5. 3111 MERENJE DUŽINE NA UNUTRAŠNJOJ POKLOPACI DESNE STRANE
*   6. 3321 MERENJE ŠIRINE NA ČEONOJ POKLOPACI DESNE STRANE
*   7. 4301 MERENJE KRUGLOSTI NA SPOLJAŠNJOJ POKLOPACI DESNE STRANE
*   8. 5511 MERENJE KONCENTRIČNOSTI NA UNUTRAŠNJOJ POKLOPACI DESNE STRANE
*-----
*   TIP I POLOŽAJ MERNOG PIPKA:
*   AKSIJALNI MERNI PIPAK NA GORNJEM NOSAČU ALATA
*-----

```

Slika 10. Izlazni rezultati za merenje desne strane izratka prikazanog na slici 8.

Figure 10. The Exit Results for Right Side Measuring of the Workpiece Shown on the Figure 8.

5.0. ZAKLJUČCI

U radu je dat kratak prikaz koncepcije modela procesora merno-kontrolnih zahvata, kao dela kompleksnog sistema za automatizovano projektovanje tehnološkog procesa i upravljačkih informacija FTS za obradu rotacionih delova, čiji je razvoj na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu započeo pre nekoliko godina. Razvoj do sada koncipiranog procesora izvršen je na principima gradnje ekspertnih sistema, zbog čega

je bilo potrebno razviti odgovarajuću bazu znanja i mehanizme zaključivanja pojedinih modula procesora.

U cilju potpunog razvoja procesora merno-kontrolnih zahvata, buduća istraživanja je neophodno usmeriti u pravcu razvoja pod-sistema za definisanje i formalizovanje ulaznih informacija i proširenja informacione baze. Ovo se pre svega odnosi na proširenje postojećeg ANG editora elementima koji će omogućiti definisanje metroloških zadataka za merenje odstupanja od oblika i položaja, kao i proširenje SAPOR simboličkog jezika elementima jezika za definisanje informacija potrebnih za merenje. Pored toga, potrebno je formirati i odgovarajuće datoteke sa podacima koji se odnose na metrološke karakteristike obradnih i mernih mašina, mernih glava i mernih pipaka. Time će se stvoriti uslovi za automatizovano definisanje geometrijskih karakteristika merno-kontrolnih zahvata, kao i za automatizovano generisanje putanje mernog pipka, čime bi razvoj ovog procesora bio zaokružen.

6.0. LITERATURA

- [1] Cesarone J.: QEX: An In-Process Quality Expert System, "Robotics&Computer-Integrated Manufacturing", Vol.8, No4, Oxford, 1991.
- [2] Hodolić J., Gatalo R., Zeljković M., Milošević V., Konjović Z., Rekečki J., Borojev Lj., i drugi: Automatizovano projektovanje tehnološkog procesa za NU fleksibilne tehnološke sisteme za obradu rotacioni izradaka - prva faza, elaborat naučno-istraživačke teme čiju je izradu finansirao SIZ NR Vojvodine, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, 1986.
- [3] Kohler C., Schmierl K.: Computer-Integrated Manufacturing (CIM) - Technological and Organizational Change in the West German Capital Goods Industry, "Journal of Manufacturing Systems", Vol.10, No1, 1991.
- [4] Miller R.K., Walker T.C.: Artificial Intelligence Applications in Manufacturing, SEAI Technical Publications (Medison)&The Fairmont Press Inc. (Lilburn), Georgia, 1988.
- [5] Tang X.Q., Davies B.J.: INSPEX - A Knowledge Based Inspection Planning System for Turned Components, CIRP - International Seminar on CAD-Design, Ljubljana, 1990.
- [6] The Arity/Prolog Programming Language, Arity Corporation, Concord, 1986.
- [7] Vasić S., Gatalo R., Hodolić J., Stankov J.: Sistematizacija merno-kontrolnih zahvata kao podloga za razvoj procesora u sistemu za automatizovano programiranje, IV naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem MMA 90 - FLEKSIBILNE TEHNOLOGIJE, Novi Sad, 1990.
- [8] Vasić S.: Prilog razvoju procesora merno-kontrolnih zahvata u kompleksnom sistemu za automatizovano programiranje fleksibilnih tehnoloških sistema za obradu rotacionih delova, magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1991.
- [9] Vasić S., Hodolić J., Gatalo R.: Development of Processor for Measuring and Inspection Operations in the Scope of the SAPOR-FMS Programming System, 2nd International Symposium - DAAAM, "Flexible Automation", štrbske Pleso, 1991.