

<https://doi.org/10.24867/JPE-1991-08-047>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

V. Todić\*

RAZVOJ I ORGANIZACIJA BANKE PODATAKA ZA AUTOMATIZOVANI  
IZBOR TOCILA I REŽIMA OBRABE BRUŠENJEM

DATA BANK DEVELOPMENT AND ORGANIZATION FOR AUTOMATIC  
SELECTION OF TOOLS AND CUTTER CONDITIONS FOR GRINDING

Summary

*Automatic tools selection and selection of cutter conditions during technology processes projection and optimization, represent significant contribution to whole efficiency increasing of technological preparation for production.*

*Development and organization of data bank for tools and cutter conditions requires application of all rules on which is high-quality and reliability use of these information system are based. This data bank enables automatic tools selection and selection of cutter conditions. Rules which enable permanent data bank for cutter conditions enlarge with new data, are the most important. These new data are in harmony with possibilities which are defined by cutter tools, new mechanical materials, mechanical treatment conditions and contemporary manufacturing systems.*

*In the paper, the rules and the logic of tools and cutter conditions data bank for grinding development, organization and use are shown. This data bank is the part of technological data bank which enables selection of these technological elements on the interactive principle.*

---

\* Dr Velimir Todić, docent FTN, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, Vladimira Perića-Valtera 2.

## Rezime

*Automatizovani izbor alata i režima obrade pri projektovanju i optimizaciji tehnoloških procesa obrade predstavlja značajan doprinos povećanju ukupne efikasnosti rada tehnološke pripreme proizvodnje.*

*Razvoj i organizacija banke podataka za alate i režime obrade, koja omogućuje njihov automatizovani izbor, zahteva primenu svih pravila na kojima se zasniva kvalitetno i pouzdano korišćenje svakog, pa, prema tome, i ovog informacionog sistema.*

*Medju ovim pravilima svakako su najvažnija ona koja omogućuju stalnu dogradnju ove banke podataka novim podacima, u skladu sa zahtevima koje određuju novi alati za obradu rezanjem, novi mašinski materijali, uslovi obrade i savremeni obradni sistemi, kao i pravila koja obezbeđuju jednoznačnost i pouzdanost izabranih podataka.*

*Polazeći od ovih postavki, u radu se izlažu pravila i logika razvoja, organizacije i korišćenja banke podataka za alate i režime obrade brušenjem, kao dela tehnološke banke podataka, koja omogućuje izbor ovih elemenata tehnologije na interaktivnom principu.*

## 1. UVOD

Savremeni obradni i tehnološki sistemi glavni su nosioci vrlo ubrzanog preobražaja tehnoloških procesa u industriji prerade metala. Njihove tehničko-tehnološke karakteristike uspešno ispunjavaju zahteve savremenog tržišta u pogledu brze i efikasne promene proizvodnog programa, stalnog podizanja kvaliteta proizvoda, smanjivanja rokova njihove isporuke i postizanja konkurentnih tržišnih cena.

Razumljivo je da ovakve karakteristike savremenih obradnih i tehnoloških sistema neminovno utiču i na njihove visoke cene, pa se otuda nameće neophodnost racionalne eksploatacije ovih sistema.

Eksploatacija ovih, pa i konvencionalnih obradnih i tehnoloških sistema u savremenim uslovima, zahteva visok nivo kvaliteta rada tehnološke pripreme i upravljanja proizvodnjom. Kvalitet rada tehnološke pripreme u ovim uslovima ogleda se, pre svega, u efikasnom i racionalnom projektovanju kvalitetnih tehnoloških procesa. Takav rad tehnološke pripreme podrazumeva neprekidno usavršavanje i produbljivanje znanja iz tehnologije obrade i primenu novih tehnologija u području tehnološkog projektovanja.

Uvodjenje novih tehnologija u sistem rada tehnološke pripreme proizvodnje omogućuju savremeni računarski sistemi. Ovde se, pre svega, imaju u vidu njihove mogućnosti u području korišćenja kompjuterske grafike i

razvoju klasičnih informacionih sistema za potrebe tehnološkog projektovanja, kao i u razvoju CAD/CAM sistema.

## 2. BANKA PODATAKA ZA ALATE I REŽIME OBRADE

Jednu od najpoznatijih komponenti tehnoloških orijentisanih informacionih sistema čini tehnološka banka podataka, u okviru koje značajno mero pripada banci podataka za alate i režime obrade. Kvalitet ove banke podataka ogleđa se, pre svega, u stepenu pouzdanosti njenog informacionog sadržaja i efikasnosti korišćenja u proizvodnoj praksi.

Efikasnost korišćenja u proizvodnoj praksi podrazumeva organizaciju ove banke podataka, kao informacionog sistema, koji obezbeđuje automatizovani izbor alata i režima obrade pri projektovanju i optimizaciji tehnoloških procesa obrade. Posebno treba naglasiti da automatizovani izbor alata i režima obrade čini značajan doprinos racionalizaciji projektovanja tehnoloških procesa obrade za konvencionalne i savremene fleksibilne obradne i tehnološke sisteme ručnim programiranjem.

Imajući ovo u vidu, u ovom radu se detaljno iznose osnove razvoja i organizacije dela banke podataka koji se odnosi na automatizovani izbor tocila i režima obrade brušenjem.

### 2.1. PRAVILA ZA AUTOMATIZOVANI IZBOR TOCILA

Prema postavljenom konceptu razvoja i organizacije banke podataka za alate [1], automatizovani izbor tocila vrši se na osnovu zadatog koda zahvata obrade i adekvatne oznake materijala obradka. Ovako postavljeni koncept zahtevao je razvoj banke podataka za mašinske materijale [1,3], u kojoj je njihovim kodiranjem uspostavljena veza između vrsta brušenja i karakteristika materijala obradka, s jedne strane, i preporučenih tehnoloških karakteristika tocila, s druge strane.

Karakteristike tocila za pojedine vrste procesa obrade brušenjem i grupe mašinskih materijala određene su na osnovu detaljne analize literaturnih i drugih informacija [5, 6, 7, 8], a najvećim delom prema preporukama [6, 8]. Prikaz grupa mašinskih materijala, sa njihovim kodovima i karakteristika tocila za pojedine vrste, odnosno zahvate procesa obrade brušenjem dat je u tabelama 1 do 3.

TABELA 1. Preporuke za izbor karakteristika tocila za brušenje u šiljcima sa aksijalnim i radijalnim pomacima (zahvati: BC10, BC30, BC50, BP10, BP20, BP30, BP40, BP50 |1,2|)

R. br.	MATERIJAL OBRATKA	Sredstvo za brušenje	Veličina zrna	Tvrdoća	Struktura	Veživo	Kod grupe materijala
1	Aluminijum i aluminijumski liv	C, B	30-60	K-J	5	V	SB 01
2	Bakar i meka bronza	C	60-100	I	9	V	SB 02
3	Bronza tvrda i žilava	C,B,A	24-60	M-K	5	V	SB 03
4	Sivi liv	C	60	K	5,6	V	SB 04
5	Tvrđi liv	C	80	J	8	V	SB 05
6	Čelični liv	A	46-60	N-L	5	V	SB 06
7	Mesing	C	60	L-K	5	V	SB 07
8	Tvrđi metal	C	60-100	I-J	8	V	SB 08
9	Ugljenični čelik nekaljen	B,A	60-100	N-L	5	V	SB 09
10	Ugljenični čelik kaljen	B,A	46-80	N-J	6	V	SB 10
11	Cr-Ni čelik necement nekaljen	C,B,A	54-80	M-K	5	V	SB 11
12	Cr-Ni čelik cement. kaljen	C,B,A	36-80	L-K	5	B	Sb 12
13	Nerdjajući čelik	C,B	36-60	M-L	5	V	SB 13
14	Nitrirani čelici	B	46-80	K-I	5	V	SB 14
15	Manganski čelici	B,A	60-80	O-M	5	V	SB 15
16	Brzorezni čelici nekaljeni	B,A	46-60	M-J	5	V	SB 16
17	Brzorezni čelici kaljeni	B,A	36-80	L-J	5	V	SB 17

TABELA 2: Preporuke za izbor karakteristika tocila za unutrašnje brušenje (zahvati: BC20, BC40, BC80, BC90 |1,2|)

R. br.	MATERIJAL OBRATKA	Sredstvo za brušenje	Veličina zrna	Tvrdoća	Struktura	Veživo	Kod grupe materijala
1	Aluminijum i aluminijumski liv	C,B	36-80	K-H	5	V	UB 01
2	Bakar i meka bronza	C	100	I	9	V	UB 02
3	Bronza tvrda i žilava	C,B	36-80	M-K	5	V	UB 03
4	Sivi liv	C	36-80	J-K	5,6	V	UB 04
5	Tvrđi liv	C	54-80	K-I	5	V	UB 05
6	Čelični liv	A	54-80	K-I	5	V	UB 06
7	Mesing	C	36-46	K-J	5	V	UB 07
8	Ugljenični čelik nekaljen	B,A	46-80	M-K	5,6	V	UB 08

TABELA 2: Preporuke za izbor karakteristika tocila za unutrašnje brušenje (zahvati: BC20, BC40, BC80, BC90 |1,2|)

9	Ugljenični čelik kaljen	B,A	60-80	N-K	5	V	UB 09
10	Cr-Ni čelik nekaljen	B	36-60	I-G	5	V	UB 10
11	Cr-Ni čelik kaljen	B	36-80	K-N	5,6	V	UB 11
12	Nitrirani čelik	B	46-80	K-N	6,8	V	UB 12
13	Manganski čelik	B,A	46-80	L-J	5	V	UB 13
14	BČ nekaljen	B	36-80	L-J	5	V	UB 14
15	BČ Kaljen	B	46-60	K-H	5	V	UB 15

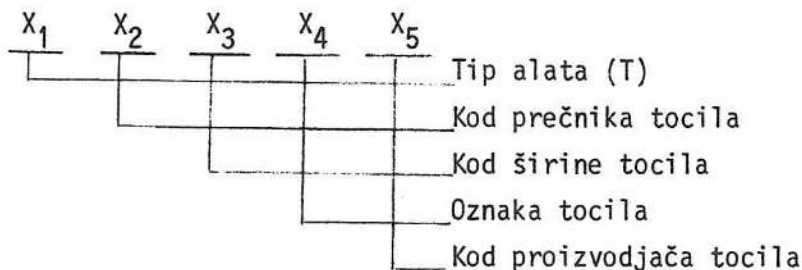
TABELA 3: Preporuke za izbor karakteristika tocila za ravno brušenje obimom tocila (zahvati: BR10, BR20 |1,2|)

R. br.	MATERIJAL OBRATKA	Sredstvo za brušenje	Veličina zrna	Tvrdoća	Struktura	Vezivo	Kod grupe materijala
1	Aluminijum i aluminijumski liv	C,B	20-46	K-I	4	V,B	RB 01
2	Bakar i meka bronza	C	20-36	M	5,4	B	RB 02
3	Bronza tvrda i žilava	C,B	20-46	K-J	5	V	RB 03
4	Sivi liv	C	16-46	L-K	8	V	RB 04
5	Tvrđi liv	C	30-60	K-H	8	V	RB 05
6	Čelični liv	A	30-60	K-H	5,4	V,B	RB 06
7	Mesing	C	20-46	K-I,M	5,4	V,B	RB 07
8	Tvrđi metal	C	70-120	I-G	8	V	RB 08
9	Ugljenični čelik nekaljen	B,A	16-46	L-K,G	5,4,8	V,B	RB 09
10	Ugljenični čelik kaljen	B,A	36-60	I-H	5,4	V	RB 10
11	Nerdjajući čelik	B	30-46	J-H	5	V	RB 11
12	BČ nekaljen	B	30-46	K-G	8	V	RB 12
13	BČ kaljen	B	30-46	I-G	8	V	RB 13

Iz prikazanih tabela vidi se da je za posmatrani materijal obradka, sa njegovim stvarnim mehaničkim karakteristikama, u procesu obrade brušenjem, moguće odrediti kod grupe materijala kojoj pripada. Time su za posmatrani zahvat obrade brušenjem određene karakteristike tocila i stvorene podloge za njihovo automatizovano definisanje.

Učitani kod zahvata obrade brušenjem i kod zadatog materijala čine, prema tome, osnovno pravilo za automatizovano pretraživanje datoteke tocila (DTT) (slika 3), što omogućuje njihov izbor na interaktivnom principu.

Podaci o izabranom tocilu i razvijena pravila za određivanje njegovog koda prema slici 1 odnosno tabelama 4 i 5, omogućuju automatsko kodiranje tocila, koje je potrebno za automatizovani izbor režima obrade.



Slika 1. Opšta struktura koda tocila

Figure 1. General structure of wheelstone code

TABELA 4: Pregled koda ( $x_2$ )

Opseg prečnika $D_t$	$X_2$
3 - 6	A
6 - 10	B
10 - 16	C
16 - 20	D
20 - 25	E
25 - 32	F
32 - 40	G
40 - 50	H
200 - 320	I
320 - 400	J
400 - 500	K
500 - 600	L
600 - 450	M
750 - 900	N

TABELA 5: Pregled koda ( $x_3$ )

Opseg širina B	$X_3$
6	A
8	B
10	C
13	D
16	E
20	F
25	G
32	H
40	I
50	J
63	K
80	L
120	N
150	O

Kod ( $x_4$ ) predstavlja jednoznačnu oznaku karakteristika tocila, prema preporukama u tabelama 1, 2 i 3.

Kodom ( $x_5$ ), koji je u obliku slovne oznake, označava se proizvođač tocila.

## 2.2. PRAVILA ZA AUTOMATIZOVANI IZBOR REŽIMA OBRADE BRUŠENJEM

Logično je da automatizovani izbor preporučenih režima obrade brušenjem obuhvata dve faze. U prvoj se vrši automatizovani izbor točila, prema pravilima koja su izložena u prethodnoj tački, odnosno prema algoritmu na slici 3, uključujući i automatsko kodiranje izabranog točila, a u drugoj automatizovano dobijanje preporučenih režima obrade brušenjem.

Naime, uz ranije zadati kod zahvata obrade i zadatu oznaku materijala, kod izabranog točila i zadata postojanost čine elemente pravila za automatizovani izbor režima obrade brušenjem.

## 3. PRIKAZ AUTOMATIZOVANOG TOKA IZBORA TOČILA I PREPORUČENIH REŽIMA OBRADE

Razvijeni programski sistem za automatizovani izbor alata i preporučenih režima obrade omogućuje izbor ovih elemenata tehnologije za procese obrade struganjem, bušenjem, glodanjem i brušenjem. Razvijen je u programskom jeziku dBASE III.

Prema postavljenoj koncepciji [1], ovaj programski sistem obezbeđuje automatizovani izbor alata i režima obrade za pomenute obradne procese na interaktivnom principu, po algoritmima čije su strukture slične strukturi algoritma na slici 3.

Automatizovani izbor točila i preporučenih režima obrade brušenjem u ovom programskom sistemu biće pokazan na primeru brušenja u šiljcima sa aksijalnim pomakom, čiji je kod prema [1,2], BC10.

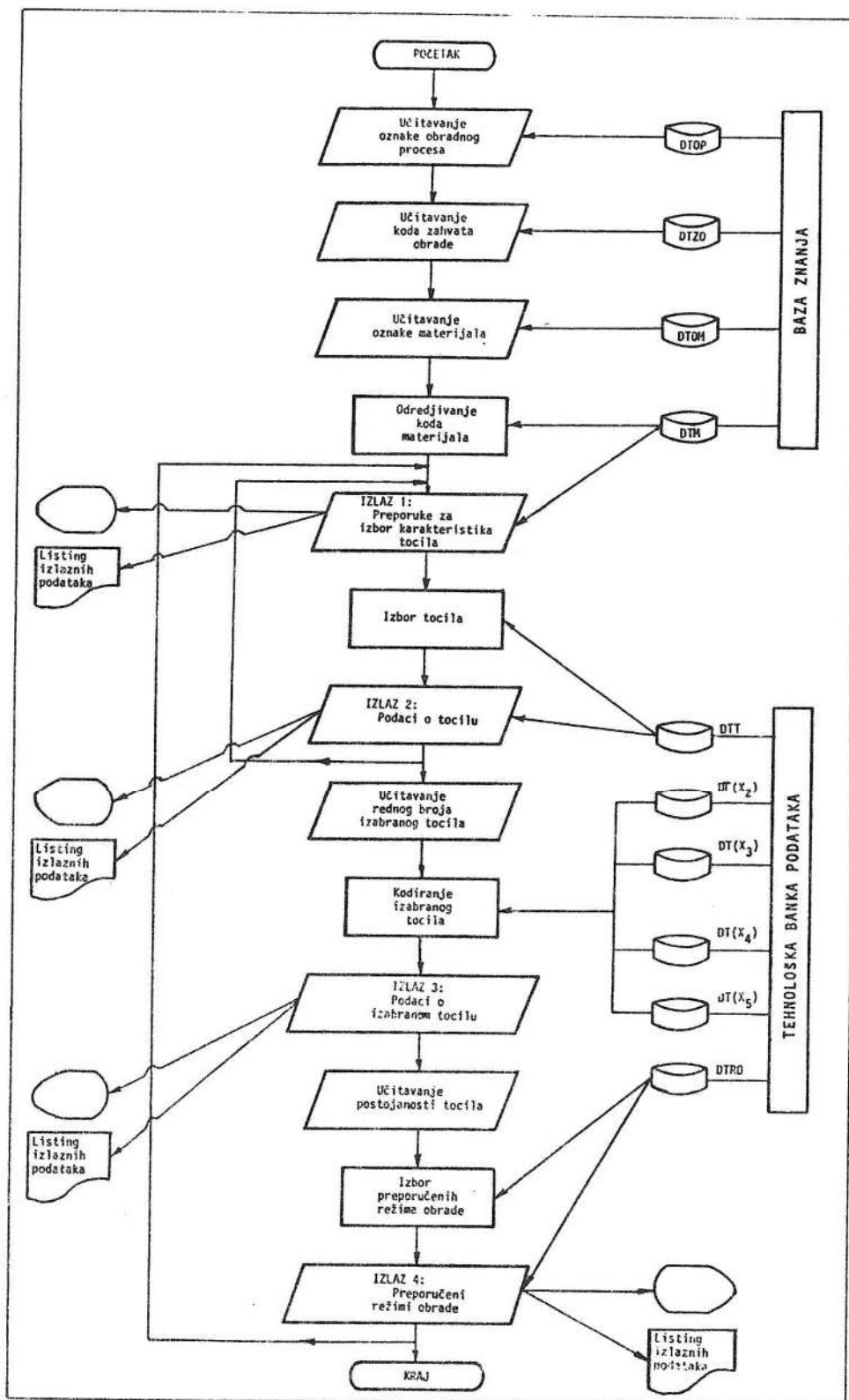
Na osnovu datoteke (DTOP), slika 3, vrši se izbor oznake posmatranog obradnog procesa prema MASK11 na slici 2 i učitavanja njegove oznake prema MASK2, slika 4.

```
#####  
1. Struganje  
2. Glodanje  
3. Brusenje  
4. Busenje  
5. KRAJ RADA  
#####
```

Slika 2. MASKA 1 za izbor oznake obradnog procesa

Figure 2. MASK 1 for mark of manufacturing process selection





Slika 3. Algoritam toka automatizovanog izbora tocila i preporučenih režima obrade brušenjem.

Figure 3. Algorithm for automatic whetstone and recommended cutter conditions for grinding selection



```
#####  
1. Spoljasnje obruglo brusenje u siljcima  
2. Unutrasnje brusenje  
3. Ravno brusenje obimom tocila  
4. KRAJ RADA  
#####
```

Slika 4. MASKA 2 za učitavanje oznake obradnog procesa brušenjem

Figure 4. MASK 2 for mark of manufacturing process recording

Izbor oznake koda zahvata obrade vrši se na osnovu datoteke zahvata obrade (DTZO) prema MASKI 3, slika 5, a njegovo učitavanje prema MASKI 4, slika 5.1.

```
BC10  Kruzno spoljasnje uzd. brusenje u siljcima  
BC30  Kruzno spoljasnje popr. brusenje u siljcima  
BC50  Kruzno spoljasnje uzd. brusenje celom tocila  
BP10  Profilno brusenje rotacionih i ceonih površina  
BP20  Profilno brusenje rotacionih površina raznih profila  
BP30  Brusenje zavojnica jednopofilnim tocilom  
BP40  Brusenje zavojnica viseprofilnim tocilom sa aksijalnim pomakom  
BP50  Brusenje zavojnica viseprofilnim tocilom sa radijalnim pomakom
```

Slika 5. MASKA 3 za izbor oznake koda zahvata obrade

Figure 5. MASK 3 for mark of cod for manufacturing grips selection

```
Unesite kod zahvata obrade BC10
```

Slika 5.1 MASKA 4 za učitavanje koda zahvata obrade

Figure 5.1. MASK 4 for cod of manufacturing grips recording

Zadavanjem oznake materijala obradka prema MASKI 5, slika 6, vrši se automatsko odredjivanje njegovog koda, na osnovu datoteke (DTM).

```
Unesite vrstu materijala: C.1530  
1. Zatezna cvrstoca (N/m2 x 106)  
2. Tvrdoca u HRC  
3. Tvrdoca u HB  
Unesite redni broj podatka koji imate: 1  
Unesite zat.cvrstocu u N/m2 x 106 65
```

Slika 6. MASKA 5 za učitavanje oznake materijala obradka

Figure 6. MASK 5 for mark of workpiece material recording

IZLAZI prikazan na slici 7, je od posebnog značaja za automatizovano određivanje karakteristika točila za posmatrani obradni proces.

Preporučene karakteristike točila				
Brusno sred.	Vel. zrna	Tvrdoća	Struktura	Vezivo
A, B	60 - 100	N - L	5	V

*Slika 7. MASKA 6 za izbor karakteristika točila*

*Figure 7. MASK 6 for whetstone characteristics selection*

Podaci o točilima koja se mogu koristiti za posmatrani obradni proces dobijaju se na osnovu datoteke točila (DTT), u okviru IZLAZA2, odnosno MASKE 7, slika 8.

Red. broj	Sp. prec.	Un. prec.	Širina točila	Oznaka točila	Proizvodjac
12	200	60	40	B60NSV	SWATY
13	200	60	40	A100LSV	SWATY

*Slika 8. MASKA 7 za izbor točila*

*Figure 8. MASK 7 for whetstone selection*

Učitavanjem rednog broja izabranog točila, prema MASKI 8, slika 9, i na osnovu datoteka za pojedina kodna mesta (DTX<sub>2</sub>), (DTX<sub>3</sub>), (DTX<sub>4</sub>) i (DTX<sub>5</sub>), obezbedjeno je automatsko kodiranje točila.

Unesite redni broj izabranog točila: 12

*Slika 9. MASKA 8 za učitavanje rednog broja izabranog točila*

*Figure 9. MASK 8 for ordinal number of selected whetstone recording*

Podaci o izabranom tocilu, koji se dobijaju na IZLAZU 3, isti su po strukturi kao na slici 8, samo su dopunjeni kodom tocila i bez rednog broja.

Učitavanjem postojanosti izabranog tocila prema MASKI 9, slika 10, uz ranije učitane i određene podatke o zahvatu, materijalu obradka i to-

Unesite postojanost izabranog tocila: T = 8 min.

Slika 10. MASKA 9 za učitavanje postojanosti tocila

Figure 10. MASK 9 for tool life of whetstone recording

cilu dobijaju se na IZLAZU 4 preporučeni režimi obrade, u obliku kao na slici 11 (pomak s, brzina obradka v i dubina brušenja  $\delta$ ).

Materijal:	C.1530	Alat:	Tocilo
Zatezna cvrstoca:	65	Oznaka:	B60MSV
Kod grupe materijala:	S809	Kod alata:	T.I.I.B60MSV.A
Sredstvo za hladj.:	SPH03	Postojanost:	T = 8 min.
		Brzina tocila:	v = 30 m/s

Pomak /mm/	Brzina obradka /m/s/	Dubina brušenja /m/		
		0.00001	0.00002	0.00003
4		0.75	0.70	0.65
5		0.72	0.68	0.62
6		0.69	0.65	0.58

Slika 11. Oblik IZLAZA 4 za preporučene režime obrade brušenjem

Figure 11. From of IZLAZ 4 for recommended cutter conditions for grinding

Izbor najpovoljnije režimske tačke za zadate uslove vrši se na osnovu razvijenog programskog sistema tehnookonomske optimizacije [1].

#### 4. ZAKLJUČCI

Programski sistem za automatizovani izbor alata i preporučenih režima obrade predstavlja značajan doprinos racionalizaciji tehnološke pripreme proizvodnje, kako u okviru konvencionalnog projektovanja i optimizacije tehnoloških procesa, tako i u okviru CAD/CAM sistema.

Mogućnosti razvijenog programskog sistema u pogledu automatizovanog određivanja karakteristika tocila, izbora tocila i preporučenih režima obrade obezbeđuju automatizaciju određenih faza pri projektovanju tehnoloških procesa obrade, što je od posebnog značaja u ovom području inženjerske delatnosti.

## 5. LITERATURA

- [1] Todić, V.: Varijantni automatizovani sistem optimizacije tehnoloških procesa obrade, Doktorska disertacija, FTN, Novi Sad, 1987.
- [2] Todić, V.: Sistematizacija i kodiranje zahvata obrade u VASTOPOR sistemu, Zbornik radova Instituta za proizvodno mašinstvo, Zb.R.IPM, god.4 (1987), br. 4.
- [3] Todić, V., Banjac, D., Stanić, J., Milošević, V.: Izbor alata u programskom sistemu VASTOPOR, XV JUPITER konferencija, Cavtat, 1989.
- [4] Stanić J.: Uvod u teoriju tehnoekonomske optimizacije, Mašinski fakultet, Beograd, 1988.
- [5] Jovičić M.: Prilog istraživanju procesa obrade brušenjem sa posebnim osvrtom na razvoj kriterijuma za definisanje postojanosti tocila, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1975.
- [6] Jovičić M., Kršljak B., Vukasojević R., Drobnjak V.: Obrada brušenjem, Identifikacija karakteristika stanja i optimizacija procesa, Mašinski fakultet, Beograd, 1986.
- [7] Romček A.: Tehnologija brušenja, Izbor tocila i elemenata režima obrade, LZTK, Kikinda, 1990.
- [8] Prospekti i katalogi proizvođača tocila, dijamantskih poravnjivača i dijamantskih valjaka.