PREDGOVOR

Priručnik je nastao kao težnja autora da napiše priručnik koji će pomoći prvenstveno učenicima da savladaju nastavni plan i program a i drugim korisnicima će biti od velike pomoći pri upotrebi CNC strugova.

Ovaj priručnik je namenjen učenicima trećeg razreda za obrazovni profil tehničar za kompjutersko upravljanje CNC mašinama u cilju sticanja znanja, veština i navika neophodnih za obavlajnje konkretnih zadataka u proizvodnji.

Koncipiran je tako, da su u prvom delu data teorijska objašnjenja i demonstracije neophodne za razumevanje projektovanja tehnoloških sistema pri obradi struganjem i programiranja CNC strugova.

U drugom delu je data zbirka rešenih zadataka za CNC struganje sa planovima rezanja, programskim listovima, operacijskim listovima, planovima stezanja, planovima alata, karaktersitičnim tačkama i hodogramima a u cilju lakšeg rešavanja konkretnih problema u praksi.

Primeri iz knjige su provereni na mašinama sa upravljačkim jedinicama SINUMERIC, HEIDENHAIN, FANUC, MAHO, …

Da bi ova knjiga našla mesto u školama i u proizvodnji, zahvaljujem se profesoru mašinstva u penziji, Ivanović Grozdi, dipl.maš.ing. iz Aranđelovca, koja je proverila sve zadatke na simulatoru i mašini sa raznim softverima.

Posebnu zahvalnost izražavam prof. dr Zoranu Milojeviću iz Kragujevca na iskrenim sugestijama da bi ovaj rukopis ugledao svetlost dana.

Prof. Slaviša Ivanović

Aranđelovac, jun 2019.

IZVOD IZ RECENZIJE

... Priručnik CNC STRUGANJE ZA SINUMERIC 840D napisan je prema nastavnom planu i programu nastavnih predmeta PROGRAMIRANJE KOMPJUTERSKIH UPRAVLJANIH MAŠINA 1 i PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH SISTEMA 1, u mašinskim školama za treći razred.

Prvi put imamo udžbenik iz ove oblasti, urađen na savremen način. Ovaj udžbenik je okrenut promeni jer menja uslove i način učenja, dajući učenicima priliku da do novog saznanja dolaze samostalno, otkrivajući i istraživajući. Tako se može očekivati da ciljevi u reformisanoj školi budu zaista i realizovani.

Stil kojim je napisan, prihvatljiv je za učenike tehničkih škola. Prilikom pisanja su respektovani svi didaktičko – metodički principi među kojima se izdvaja princip naučnosti, povezanosti teorije sa praksom i postupnosti u izlaganju.

Udžbenik zadovoljava sve stručne, naučne, pedagoške i metodičke kriterijume za primenu u obrazovnom procesu te je zbog navedenih prednosti vrlo prikladan za korišćenje u raznim vidovima i vrstama obrazovanja a posebno kao nastavno sredstvo u strukovnim školama i drugim vrstama obrazovanja...

Prof. Ivanović Grozda, dipl. maš. ing.

... Ovaj udžbenik će svojim karakteristikama podsticati i održavati zainteresovanost učenika za sadržaj koji se uči, aktivirajući njegove ukupne potencijale, kako intelektualne tako emocijalne i socijalne.

Udžbenik nudi raznovrsne oblike učenja a to će sigurno uticati na usvajanje smislenijeg, trajnijeg i upotrebljivijeg znanja. Uticaće i na promenu položaja učenika u nastavi i savremenom odnosu učenik – nastavnik. Autor usmerava pažnju učenika na istraživanje, tako da sadržaj koji se prezentuje predstavlja izazov za učeničku aktivnost.

Za pisanje je korišćena stručna i savremena literatura koja je u udžbeniku sistematski i navedena.

Udžbenik zadovolja sve stručne, naučne, pedagoške i metodičke kriterijume. Zbog toga je preporuka recenzenta da se ova knjiga upotrebi posebno u srednjim školama ali i u visokim školama i fakutletima.

Prof. dr Zoran Milojević, dipl. maš. ing.

SADRŽAJ

I TEORIJSKI DEO

1 OBRADA NA NUMERIČKIM OBRADNIM SISTEMIMA 6
1.1 Uvod 6
1.2 Definicija NC -a i CNC-a 6
1.3 Obrada struganjem 6
1.4 Karakteristične operacije struganja 6
2 PRIPREMA ALATA ZA STRUGANJE 11
3 POMOĆNI PRIBORI 15
3.1 Pomoćni pribori za struganje 15
4 KARAKTERISTIČNE TAČKE KOD CNC GLODALICA I STRUGOVA 20
4.1 Značenje pojedinih karakterisičnih tačaka 20
5 IZBOR RADNIH RAVNI 21
6 UPRAVLJANJE CNC MAŠINAMA I KOORDINATNI SISTEMI 22
6.1 Koordinatni sistemi - pravougli 24
6.2 Koordinatni sistemi - polarni 25
7 MERNI SISTEM 26
8 OSNOVNE NAREDBE KOD PROGRAMIRANJA STRUGANJA 27
9 KRATKI PREGLED VRLO BITNIH NAREDBI 29
10 KRATKI PREGLED OSTALIH NAREDBI 30
11 DEFINISANJE STARTNE TAČKE ALATA I NULTE TAČKE PRIPREMKA 32
12 KOMPENZACIJA (KOREKCIJA) POLUPREČNIKA ALATA 33
13 NULOVANJE I POZICIONIRANJE 35
14 PROGRAMIRANJE KRETANJA ALATA 36
14.1 Kretanje strugarskog noža u brzom hodu – G0 36
14.2 Kretanje strugarskog noža u radnom hodu – linearna interpolacija G1 36
14.3 Kružna kretanja alata 37
14.4 Komande **CHF, CHR I RND** 40
15 FUNKCIJE CIKLUSA 41
16 CIKLUSI BUŠENJA 51
17 THREAD – CIKLUSI ZA IZRADU NAVOJA 53
18 POTPROGRAMI 55

II ZBIRKA REŠENIH ZADATAKA 57

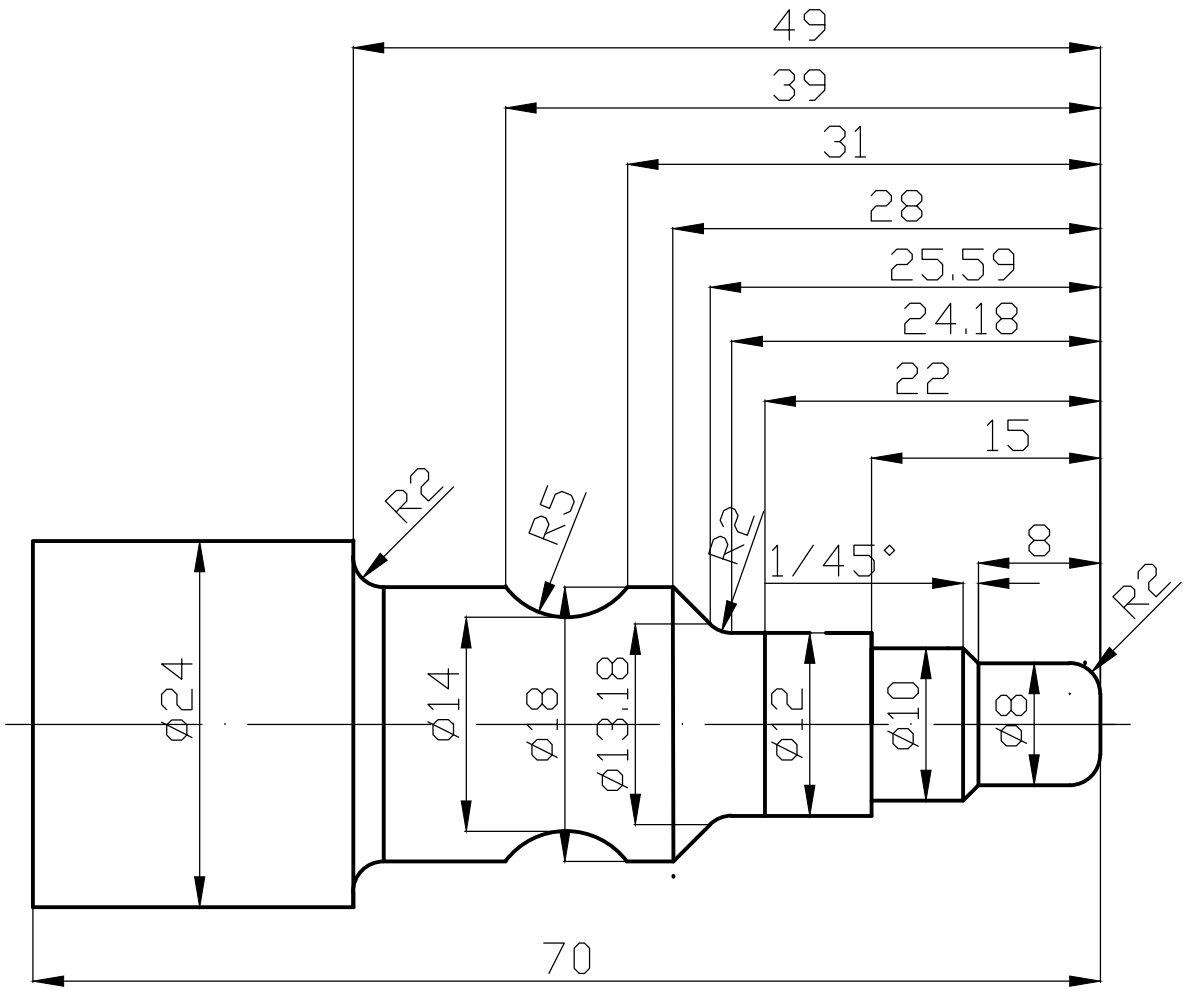
1 STEPENASTA OSOVINA 1 58
2 STEPENASTA OSOVINA 1 66
3 KONUSNA OSOVINA 1 73
4 ZAOBLJENA OSOVINA 1 81
5 KONUSANA ZAOBLJENA OSOVINA 2 88
6 KONUSNA OSOVINA 2 97
7 KONUSNA ZAOBLJENA OSOVINA 1 105
8 STEPENASTA OSOVINA 3 113
9 ZAOBLJENA OSOVINA 2 120
10 ZAOBLEJNA OSOVINA 3 127
11 STEPENASTA OSOVINA 4 134
12 OŽLJEBLJENA OSOVINA 1 142
13 UKOPANA OSOVINA 1 150
14 NAVOJNA OSOVINA 2 158
15 NAVOJNA OSOVINA 1 167
16 CIKLUS STEPENASTA OSOVINA 1 180
17 CIKLUS STEPENASTA OSOVINA 2 189
18 CIKLUS STEPENASTA OSOVINA 3 198
19 CIKLUS STEPENASTA OSOVINA 4 207
20 CIKLUS STEPENASTA OSOVINA 5 216
21 PEČURKA 224

LITERATURA 239

ZADATAK : CIKLUS STEPENASTA OSOVINA 4

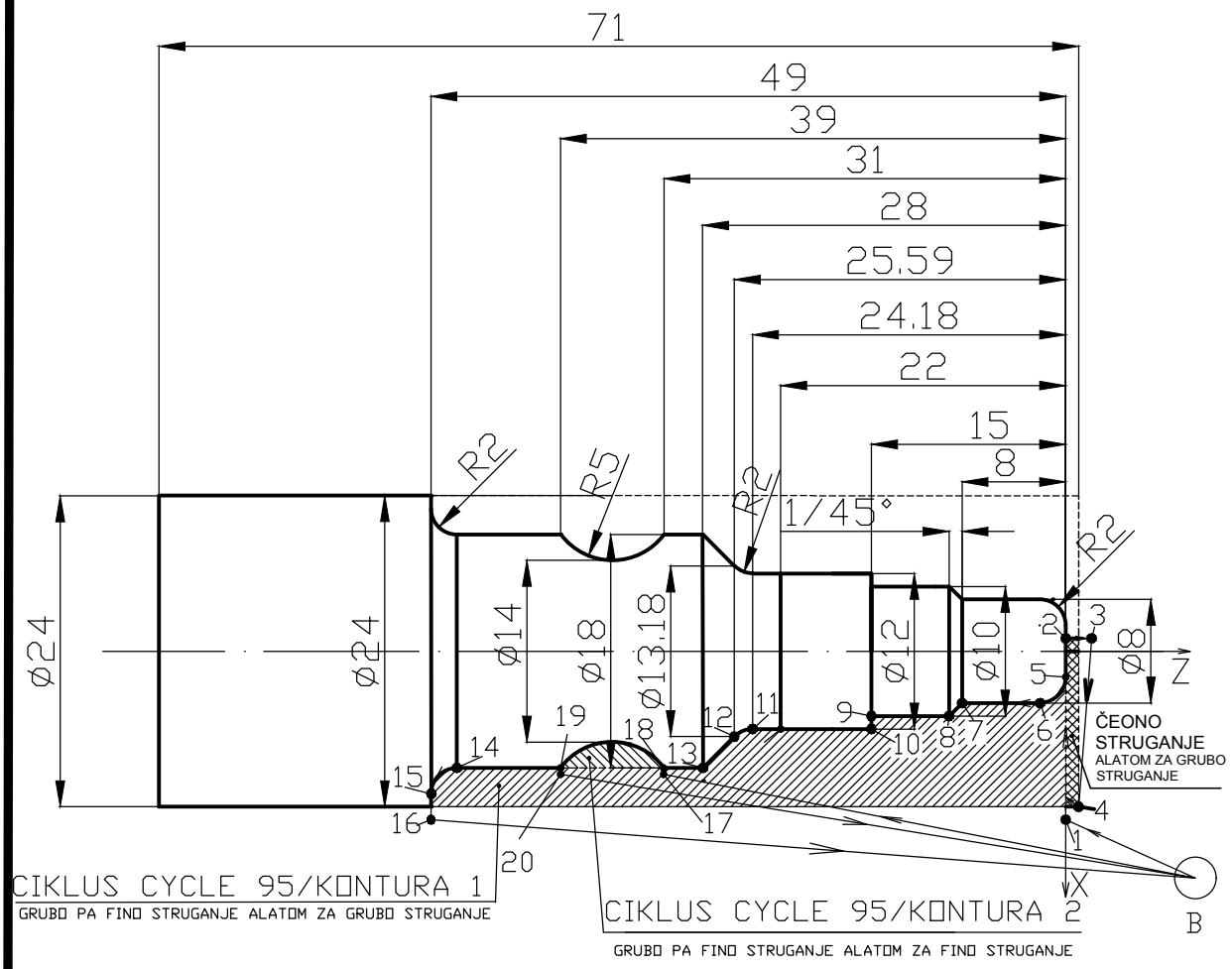
ZA DEO PRIKAZAN NA SLICI POTREBNO JE IZVRŠITI POPREČNO I UZDUŽNO STRUGANJE I DEFINISATI OPERACIJSKI LIST,PLAN REZANJA,PLAN STEZANJA ,PLAN ALATA, KARAKTERISTIČNE TAČKE I PROGRAMSKI LIST.**PRI REŠAVANJU ZADATKA OBAVEZNO KORISTITI PODPROGRAME I CIKLUSE.**

RAZMERA 2:1



TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC	**PLAN REZANJA**	KARAKTERISTIČNE TAČKE	MAŠINE:	M
NAZIV DELA:	CIKLUS STEPENASTA OSOVINA -- 4		OBRATKA:	W
			PEFERENTNA:	R
			POČETNA:	B
MAŠINA: STRUG **WABECO CC-D6000**	PRIPREMAK: Ø 24 X 71 MM	MATERIJAL: PLASTIKA		

PLAN REZANJA -- OBRADE ZA POPREČNO STRUGANJE POMOĆU PODPROGRAMA I UZDUŽNO STRUGANJE POMOĆU CIKLUSA

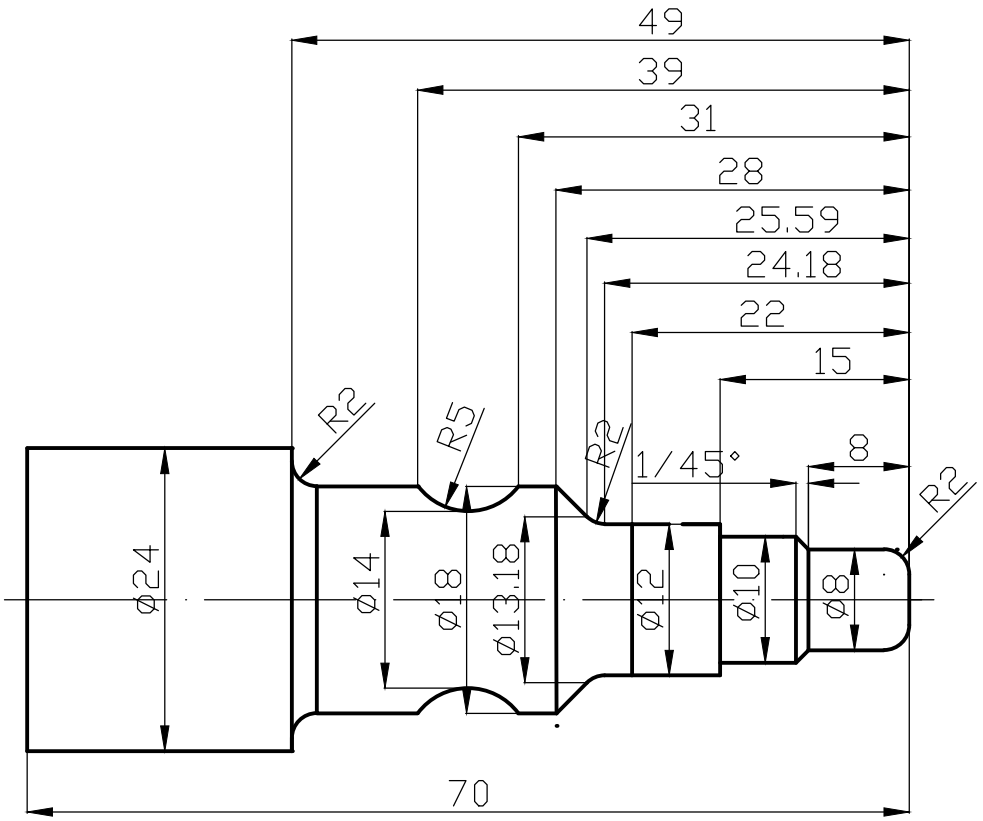


NAPOMENA:		LIST: 1
		LISTOVA: 1
IZRADIO: SI	DATUM:	PREGLEDAO:

TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC		KARAKTERISTIČNE TAČKE	MAŠINE:	M
			OBRATKA:	W
NAZIV DELA:	CIKLUS STEPENASTA OSOVINA -- 4		PEFERENTNA:	R
			POČETNA:	B
MAŠINA: STRUG **WABECO CC-D6000**	PRIPREMAK: Ø 24 X 71 MM	MATERIJAL: PLASTIKA		

ZA DEO PRIKAZAN NA SLICI POTREBNO JE IZVRŠITI POPREČNO I UZDUŽNO STRUGANJE I DEFINISATI OPERACIJSKI LIST,PLAN REZANJA,PLAN STEZANJA ,PLAN ALATA, KARAKTERISTIČNE TAČKE I PROGRAMSKI LIST.**PRI REŠAVANJU ZADATKA OBAVEZNO KORISTITI PODPROGRAME I CIKLUSE.**

RAZMERA 2:1



NAPOMENA:			LIST: 1
			LISTOVA: 1
IZRADIO: SI	DATUM:	PREGLEDAO:	

Tehnička škola Arandjelovac	**Programski list**	
Naziv dela:	**CIKLUS STEPENASTA OSOVINA --4**	
mašina: strug ***WABECO CC-D6000***	pripremak : ϕ24 X 71 mm	materijal: plastika

CNC PROGRAM

N1 ; PROGRAM ZA ČEONO I UZDUŽNO STRUGANJE

N2 **G54** ; ODABIR NULTE TAČKE **A** NA ČELU STEZNE GLAVE (ČELU AMERIKANERA)

N3 **TRANS Z70** ; PREBACIVANJE NULTE TAČKE **A** SA AMERIKANERA NA ČELO OBRATKA **W**

N4 **T1 D1 M6** ; ODABIR ALATA NA POZICIJI 1 I STAVLJANJE U RADNI POLOŽAJ-DESNI STRUGARSKI NOŽ ZA GRUBO STRUGANJE

N5 **S1200 F0.02 M3** ; PARAMETRI OBRADE

N6 ; PORAVNJANJE ČELA OBRATKA

N7 **G0 X35 Z20** ; POZICIONIRANJE U TAČKU ZAMENE ALATA B

N8 **G0 X26 Z0** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 1

N9 **G96 S1200** ; UKLJUČIVANJE KONSTANTNE BRZINE REZANJA

N10 **PORAVNJANJE4 P1** ; POZIV PODPROGRAMA PORAVNJANJE4 JEDAN PUT

N11 **G0 X24 Z1** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 4 U BRZOM HODU RADI OBRADE KONTURE 1

N12 ; UZDUŽNO –OBODNO STRUGANJE POMOĆU CIKLUSA ZA SKIDANJE VELIKE KOLIČINE MATERIJALA

N13 **CYCLE95("KONTURA P4P4",2,0,0,0,0.05,0.05,0.02,9,0,0,0)** ; UZDUŽNO STRUGANJE DO KONTURE 1

N14 **G0 X35 Z20** ; BRZO VRAĆANJE ALATA U TAČKU ZAMENE ALATA B

N15 **M0** ; PROGRAMSKO ZAUSTAVLJANJE VRETENA

N16 **T2 D1 M6** ; ODABIR ALATA NA POZICIJI 2 I STAVLJANJE U RADNI POLOŽAJ-DESNI STRUGARSKI NOŽ ZA FINO STRUGANJE

N17 **G0 X20 Z-31** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 17 U BRZOM HODU RADI OBRADE KONTURE 2

N18 **CYCLE95("KONTURA 4P4P",2,0,0,0.1,0.05,0.05,0.02,9,0,0,0)** ; UZDUŽNO STRUGANJE KONTURE 2

napomena:	list: 1 listova:2

izradio:si	datum:	pregledao:

Tehnička škola Arandjelovac	**Programski list**	
Naziv dela:	**CIKLUS STEPENASTA OSOVINA-- 2**	
mašina: strug ***WABECO CC-D6000***	pripremak : ϕ24 X 71 mm	materijal: plastika

N19 **G97** ; ISKLJUČIVANJE KONSTANTNE BRZINE REZANJA
N20 **G0 X35 Z20** ; ODLAZAK U TAČKU ZAMENE ALATA B
N21 **M0** ; PROGRAMSKO ZAUSTAVLJANJE VRETENA
N22 **M30** ; KRAJ PROGRAMA

SUBPROGRAM PORAVNJANJE4

N100 **G1 X-1 Z0** ; čeono struganje do tačke 2
N110 **G1 X-1 Z2** ; odmicanje alata u radnom hodu do tačke 3
N120 **M17** ; kraj podprograma

SUBPROGRAM KONTURA P4P4

N200 **G1 X4 Z0** ; PRIMICANJE KONTURI U RADNOM HODU DO TAČKE 5
N201 **G3 X8 Z-2 CR2** ; STRUGANJE RADIJUSA DO TAČKE 6
N202 **G1 X8 Z-8** ; UZDUŽNO STRUGANJE DO TAČKE 7
N203 **G1 X10 Z-9** ; STRUGANJE ZAKOŠENJA DO TAČKE 8
N204 **G1 X10 Z-15** ; UZDUŽNO STRUGANJE DO TAČKE 9
N205 **G1 X12 Z**-15 ; POPREČNO STRUGANJE STEPENICE DO TAČKE 10
N206 **G1 X12 Z-24.172** ; UZDUŽNO STRUGANJE DO TAČKE 11
N207 **G2 X13.172 Z-25.586 CR2** ; STRUGANJE RADIJUSA DO TAČKE 12
N208 **G1 X18 Z-28** ; STRUGANJE KONUSA DO TAČKE 13
N209 **G1 X18 Z-47** ; UZDUŽNO STRUGANJE DO TAĆKE 14
N210 **G2 X22 Z-49 CR2** ; STRUGANJE RADIJUSA DO TAČKE 15
N211 **G1 X26 Z-49** ; POPREČNO STRUGANJE STEPENICE DO TAČKE 16
N212 **M17** ; KRAJ PODPROGRAMA

SUBPROGRAM KONTURA 4P4P

N300 **G1 X18 Z-31** ; PRIMICANJE KONTURI U RADNOM HODU U TAČKU 18
N310 **G2 X18 Z-39 CR 5** ; KRUŽNO STRUGANJE RADIJUSA R5 DO TAČKE 19
N320 **G1 X20 Z-39** ; ODMICANJE OD KONTURE DO TAČKE 20
N330 **M17** ; KRAJ PODPROGRAMA

napomena:	list: 2 listova:2

izradio:si	datum:	pregledao:

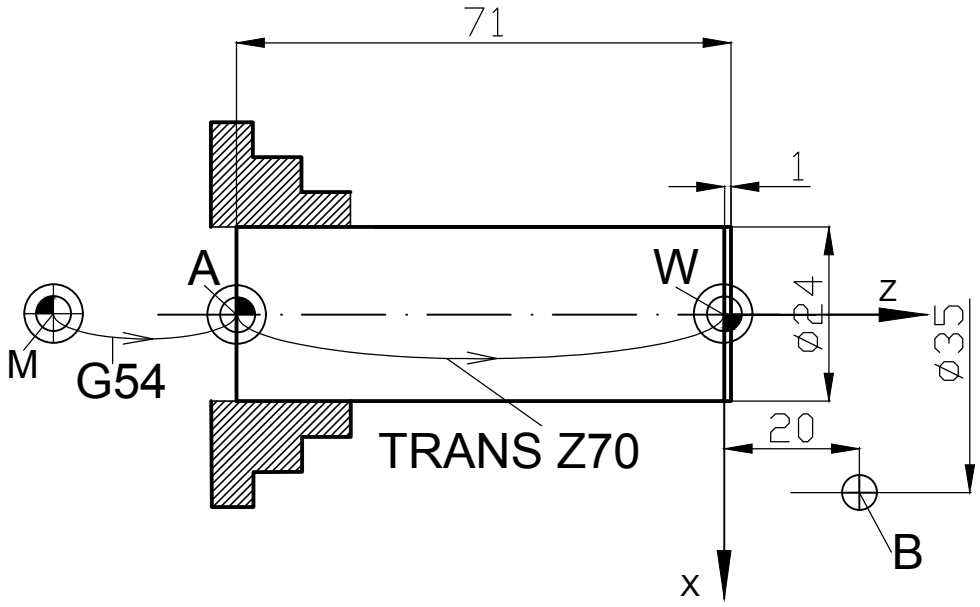
TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC	**OPERACIJSKI LIST**		KARAKTERISTIČNE TAČKE	MAŠINE		**M**
				OBRATKA		**W**
NAZIV DELA:	**CIKLUS STEPENASTA OSOVINA -- 4**	DIMENZIJE PRIPREMKA: **Ø24 x 71MM**		REFERENTNA		**R**
	MATERIJAL: **PLASTIKA**			POČETNA		**B**
MAŠINA	**STRUG: *WABECO CC-D6000***					

OPERACIJA – ZAHVAT BROJ	NAZIV OPERACIJE / ZAHVATA	ALAT I PRIBOR	REŽIMI OBRADE		DUBINA REZANJA	BROJ PROLAZA	GLAVNO VREME
			S min^{-1}	**F** *mm/min*	***a*** *mm*	**i** -	t_g *min*
10	**PRIPREMNE RADNJE**						
10.1	PRIPREMITI MAŠINU						
10.2	IZMERITI I PRIPREMITI ALATE	NA MAŠINI					
10.3	IZMERITI I STEGNUTI PRIPREMAK	POMIČNO KLJUNASTO MERILO, STEZNA GLAVA					
10.4	POSTAVITI NULTU TAČKU OBRATKA	POMIČNO KLJUNASTO MERILO					
20	**STRUGANJE**						
20.1	POPREČNO STRUGANJE	DESNI STRUGARSKI NOŽ ZA GRUBU OBRADU	1200	0.02	1	1	
20.2	UZDUŽNO STRUGANJE KONTURE 1--CIKLUS	DESNI STRUGARSKI NOŽ ZA GRUBU OBRADU	1200	0.02	1	10	
20.3	UZDUŽNO STRUGANJE KONTURE 2--CIKLUS	DESNI STRUGARSKI NOŽ ZA FINU OBRADU	1200	0.02	1	1	
30	**ZAVRŠNE RADNJE**						
30.1	OTPUSTITI OBRADAK						
30.2	OČISTITI OBRADAK						
30.3	KONTROLA OSTVARENIH DIMENZIJA	POMIČNO KLJUNASTO MERILO					

NAPOMENA:		
IZRADIO: SI	DATUM:	PREGLEDAO:

TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC	**PLAN STEZANJA**	KARAKTERISTIČNE TAČKE	MAŠINE:		**M**
			OBRATKA:		**W**
NAZIV DELA:	CIKLUS STEPENASTA OSOVINA --4		REFERENTNA:		**R**
			POČETNA:		**B**

MAŠINA:	STRUG : **WABECO CC-D6000**		
PRIPREMAK:	MATERIJAL:	DIMENZIJE:	NAPOMENA:
	PLASTIKA	Ø 24 x 71MM	
STEZNI PRIBOR	NAZIV:	OZNAKA:	NAPOMENA:
	STEZNA GLAVA		

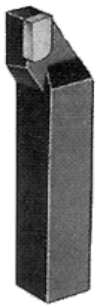


NAPOMENA:			
IZRADIO: SI	DATUM:	PREGLEDAO:	

TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC	**PLAN ALATA**	KARAKTERISTIČNE TAČKE	MAŠINE	M
			OBRATKA	W
NAZIV DELA:	**CIKLUS STEPENASTA OSOVINA--4**		REFERENTNA	R
			POČETNA	B

MAŠINA: STRUG ***WABECO CC-D6000***	PRIPREMAK: **ϕ24 x 71 MM**	MATERIJAL: **PLASTIKA**

NOŽ ZA GRUBU UZDUŽNU OBRADU SA PLOČICOM OD TM JUS K.C1.056.



ALAT BROJ **T**:	T1
KOMPENZACIJA D:	D1
DUŽINA PO x L_1:	
DUŽINA PO z L_2:	
RADIJUS VRHA R:	0.4
POZICIJA VRHA:	

NOŽ Z A FINU UZDUŽNU OBRADU SA PLOČICOM OD TM JUS K.C1.054.



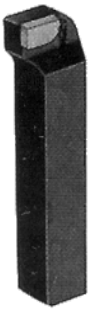
ALAT BROJ **T**:	T2
KOMPENZACIJA D:	D1
DUŽINA PO x L_1:	
DUŽINA PO z L_2:	
RADIJUS VRHA R:	0.3
POZICIJA VRHA:	

PRAVI ŠILJASTI NOŽ SA PLOČICOM OD TM JUS K.C1.060.



ALAT BROJ **T**:	
KOMPENZACIJA D:	
DUŽINA PO x L_1:	
DUŽINA PO z L_2:	
RADIJUS VRHA R:	
POZICIJA VRHA:	

NOŽ ZA ČEONU OBRADU SA PLOČICOM OD TM JUS K.C1.055.



ALAT BROJ **T**:	
KOMPENZACIJA D:	
DUŽINA PO x L_1:	
DUŽINA PO z L_2:	
RADIJUS VRHA R:	
POZICIJA VRHA:	

NOŽ OD BRZOREZNOG ČELIKA ZA UZDUŽNU OBRADU.



ALAT BROJ **T**:	
KOMPENZACIJA D:	
DUŽINA PO x L_1:	
DUŽINA PO z L_2:	
RADIJUS VRHA R: POZICIJA VRHA:	
POZICIJA VRHA:	

NOŽ ZA ODSECANJE SA PLOČICOM OD TM JUS K.C.057.



ALAT BROJ **T**:	
KOMPENZACIJA D:	
DUŽINA PO x L_1:	
DUŽINA PO z L_2:	
RADIJUS VRHA R:	
POZICIJA VRHA:	

NOŽ ZA SPOLJAŠNJI NAVOJ SA PLOČICOM OD TM JUS K.C1.063.



ALAT BROJ **T**:	
KOMPENZACIJA D:	
DUŽINA PO x L_1:	
DUŽINA PO z L_2:	
RADIJUS VRHA R:	
POZICIJA VRHA:	

IZRADIO:	DATUM:	PREGLEDAO:

ŠKOLA	NAZIV CRTEZA	NAPOMENA:
TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC	**KARAKTERISTIČNE TAČKE I HODOGRAM**	

KARAKTERISTIČNE TAČKE

TAČKE	X	Z
B	35	20
W	0	0
1	26	0
2	-1	0
3	-1	2
4	24	1
5	4	0
6	8	-2
7	8	-8
8	10	-9
9	10	-15
10	12	-15

TAČKE	X	Z
11	12	-24.172
12	13.172	-25.586
13	18	-28
14	18	-47
15	22	-49
16	26	-49
17	20	-31
18	18	-31
19	18	-39
20	20	-39

HODOGRAM VRHA REZNE IVICE STRUGARSKOG NOŽA :

B => 1 => PODPROGRAM PORAVNJANJE4 <=> 2 => 3 => 4 =>
CYCLE95("KONTURA P4P4") <=> 5 => 6 => 7=> 8=> 9
10 => 11=> 12 => 13 => 14 => 15 => 16 => 17=>
CYCLE95("KONTURA 4P4P") <=> 18=>19=>20=> B

1	PLASTIKA	Ø 24 x 71 MM	
KOMADA	MATERIJAL	DIMENZIJE PRIPREMKA	NAPOMENA

	DATUM:	IME I PREZIME	POTPIS	
PROGRAMIRAO:		IVANOVIĆ SLAVIŠA		
PREGLEDAO:				
RAZMERA:	NAZIV DELA:	CIKLUS STEPENASTA OSOVINA --4		