PREDGOVOR

Priručnik je nastao kao težnja autora da napiše knjigu koja će pomoći prvenstveno učenicima da savladaju nastavni plan i program a da i drugim korisnicima bude od velike pomoći pri upotrebi CNC glodalica.

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

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

U drugom delu je data zbirka rešenih zadataka za CNC glodanje sa planovima rezanja, programskim listovima, operacijskim listovima, planovima stezanja, planovima alata, karakterističnim 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 GLODANJE 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 emocionalne 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

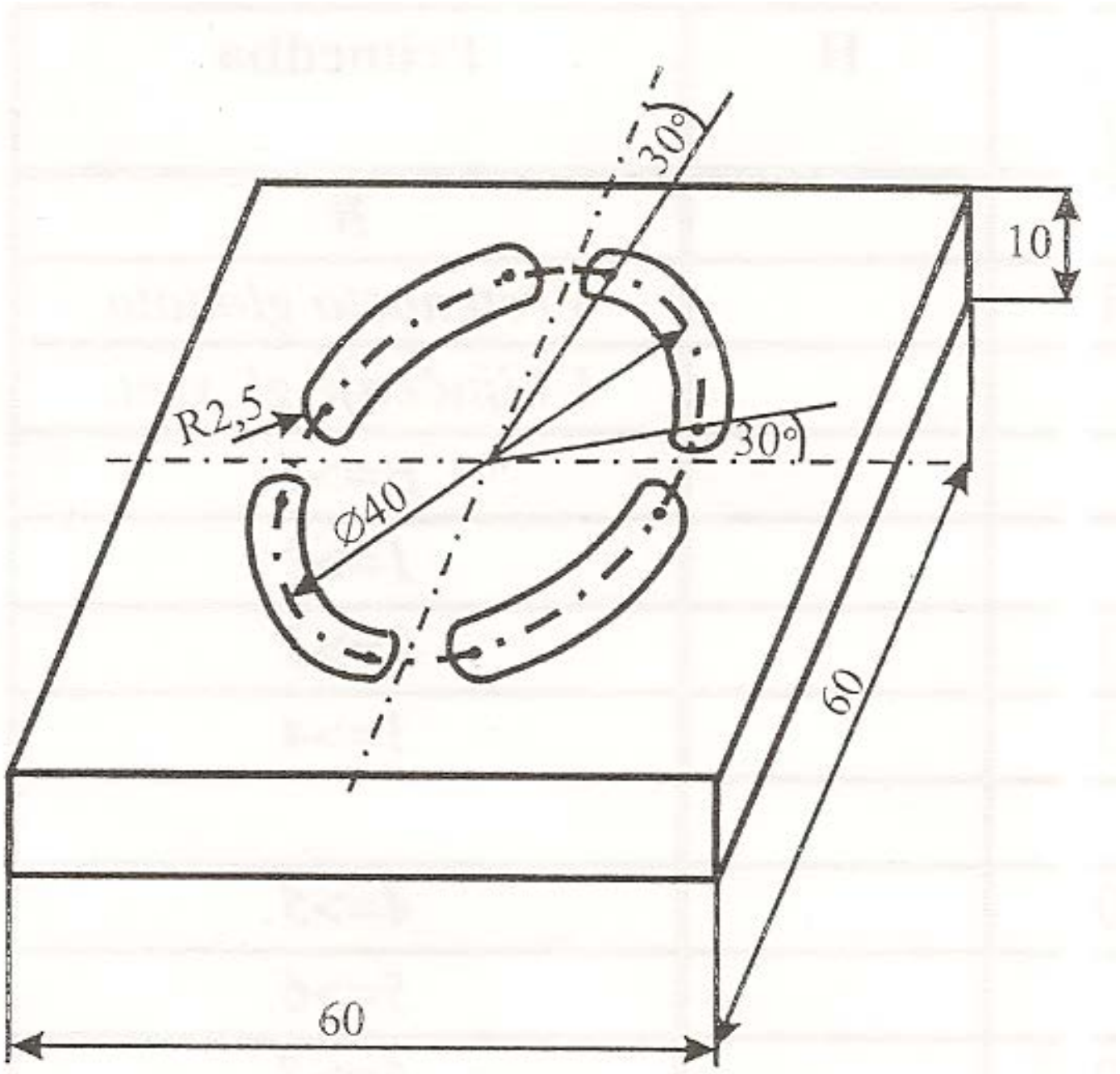
1.0 OBRADA GLODANJEM NA OBRADNIM SISTEMIMA 6
1.1 Uvod 6
1.2 Definicija NC -a i CNC-a 6
1.3 Tradicionalna i CNC mašinska obrada 6
1.4 Karakteristične tačke kod CNC glodalica i strugova 8
1.5 Upravljanje CNC mašinama 9
1.6 Koordinatni sistemi CNC mašina 9
1.7.1 Koordinatni sistemi - pravougli 11
1.7.2 Koordinatni sistemi - polarni 12
1.8 Merni sistemi 13
2.0 PRIPREMA ALATA I OBRATKA ZA CNC GLODANJE 14
2.1 Stezanje obratka 14
2.2 Stezanje alata 19
2.3 Definisanje startne tačke alata i nulte tačke pripremka 22
2.4 Definisanje koordinata ciljnih tačaka konture 23
2.5 Izračunavanje ciljnih tačaka oštrih uglova (ugao>180°) 24
2.6 Izrada upusta i ivičnih zakošenja 25
2.7 Korekcija alata 26
2.8 Nulovanje – dovođenje alata u nulti položaj u odnosu na pripremak 28
2.9 Kompenzacija poluprečnika alata (G40, G41, G42) 29
3.0 PROGRAMIRANJE CNC MAŠINA 30
3.1 Kratak pregled naredbi za upravljačku jedinicu Sinumerik 840D 30
3.2 G0 – Pravolinijsko kretanje glodala u brzom hodu 32
3.3 G1 – Pravolinijsko kretanje glodala u radnom hodu 32
3.4 CHF, CHR, RND 33
3.5 Kružno kretanje alata 34
3.6 Izbor radnih ravni 35
3.7 Popis glavnih funkcija – G funkcije 36
3.8 Pomoćne funkcije – M funkcije 37
4.0 CIKLUSI 38
5.0 CIKLUSI ZA IZRADU NAVOJA NA GLODALICI 54
6.0 POTPORGRAMI 55
II ZBIRKA REŠENIH ZADATAKA
1 BESKONAČNO 58
2 KRUŠKA 66
3 C+ 74
4 KONTURNO GLODANJE 82
5 4 OSTRVA 1 DŽEP 91
6 OSMICA 102
7 ŽLJEB 3 RUPE 111
8 BUŠAN STEPENIK 119
9 SMEŠKO 128
10 HIPI 135
11 RUB I ŽLJEB SA KOMPENZACIJOM 145
12 FUDBALER 154
13 TRKAČ 167
14 MODLAA 179
15 MODLICA 192
16 KOSINA DŽEP 203
17 LUK DŽEP 211
18 LUKOVI PO KRUGU 219
19 KLJUČ 228
20 STEPENASTA NAVRTKA 239
21 UŠICE 251
22 NAVRTKA LUK 262
23 UKOPANA PLOČA 275
25 MODLA 303
26 CIKLUS 316
27 STOLICE 327
LITERATURA 328

ZADATAK -- ***LUKOVI PO KRUGU***

ZA DEO PRIKAZAN NA SLICI POTREBNO JE NAPISATI CNC PROGRAM , DEFINISATI PLAN REZANJA , PLAN STEZANJA , PLAN ALATA , KARAKTERISTICNE TAČKE I OPERACIJSKI LIST ZA UPRAVLJAČKU JEDINICU SINUMERIK 840D I GLODALICU WABECO CC-F1200E.

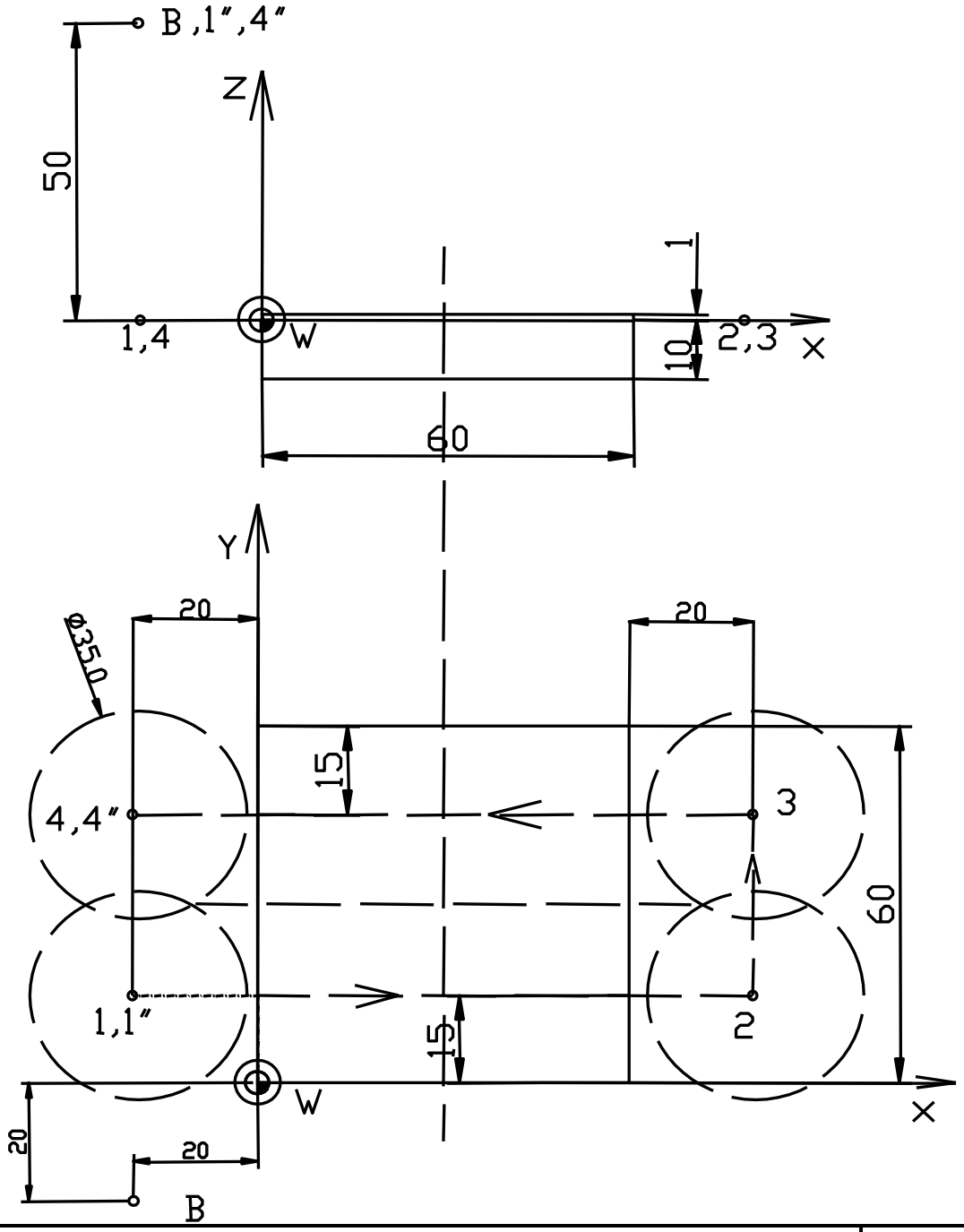
PRIPREMAK JE OD PLASTIKE A DIMENZIJE SU 60 X 60 X 11 MM.

CILJ OBRADE JE PORAVNJANJE GORNJE POVRŠINE OBRATKA I TOM OBRADOM SMANJITI MU VISINU ZA 1 MM.DRUGIM ALATOM IZRADITI LUČNE ŽLEBOVE PO KRUGU R20 DUBINE 2 MM I ŠIRINE 5 MM. ALAT JE ČEONO GLODALO PREČNIKA 35 MM HSS , VRETENASTO GLODALO ZA ŽLEBOVE PREČNIKA 5 MM HSS.



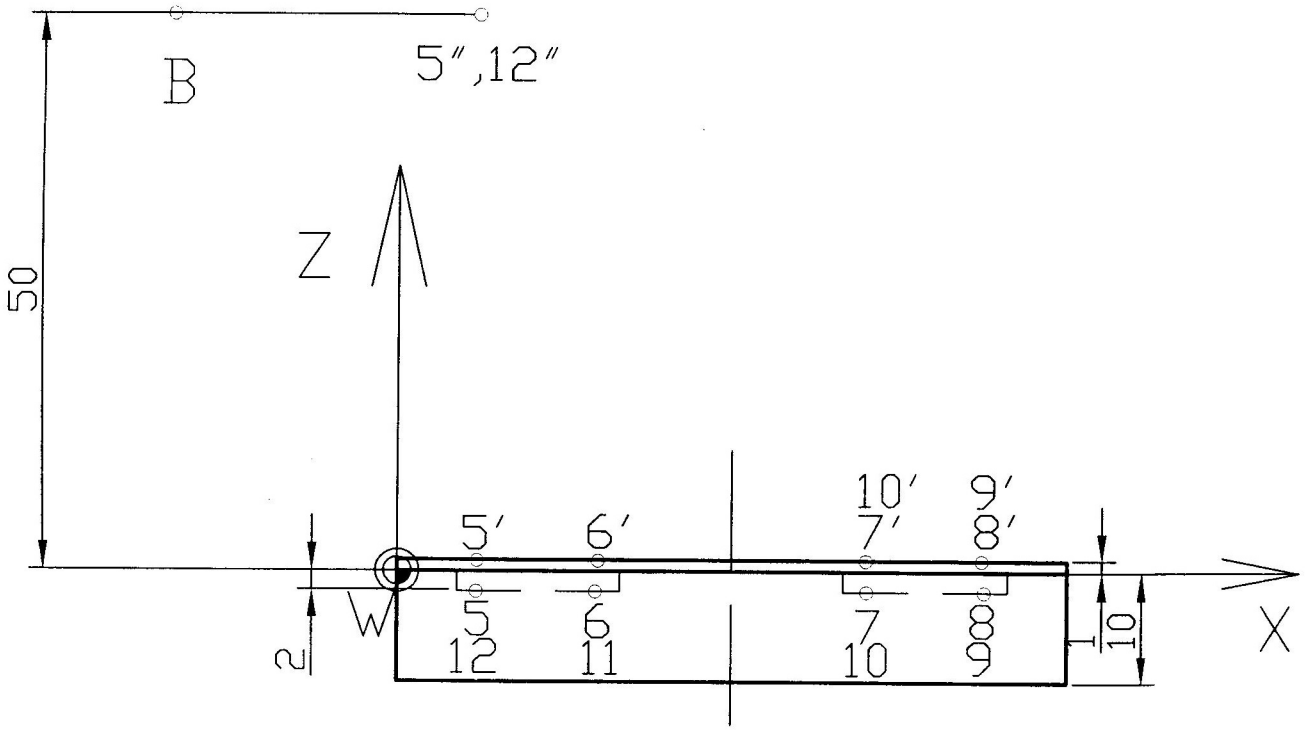
Tehnička škola Arandjelovac	***plan rezanja***	karakteristične tačke	mašine		**M**
			obratka		**W**
naziv dela:	**PLOČICA--LUKOVI PO KRUGU**		referentna		**R**
			početna		**B**
mašina: glodalica ***WABECO CC-F1200E***	pripremak: 11 x 60 x 60 mm		materijal: plastika		

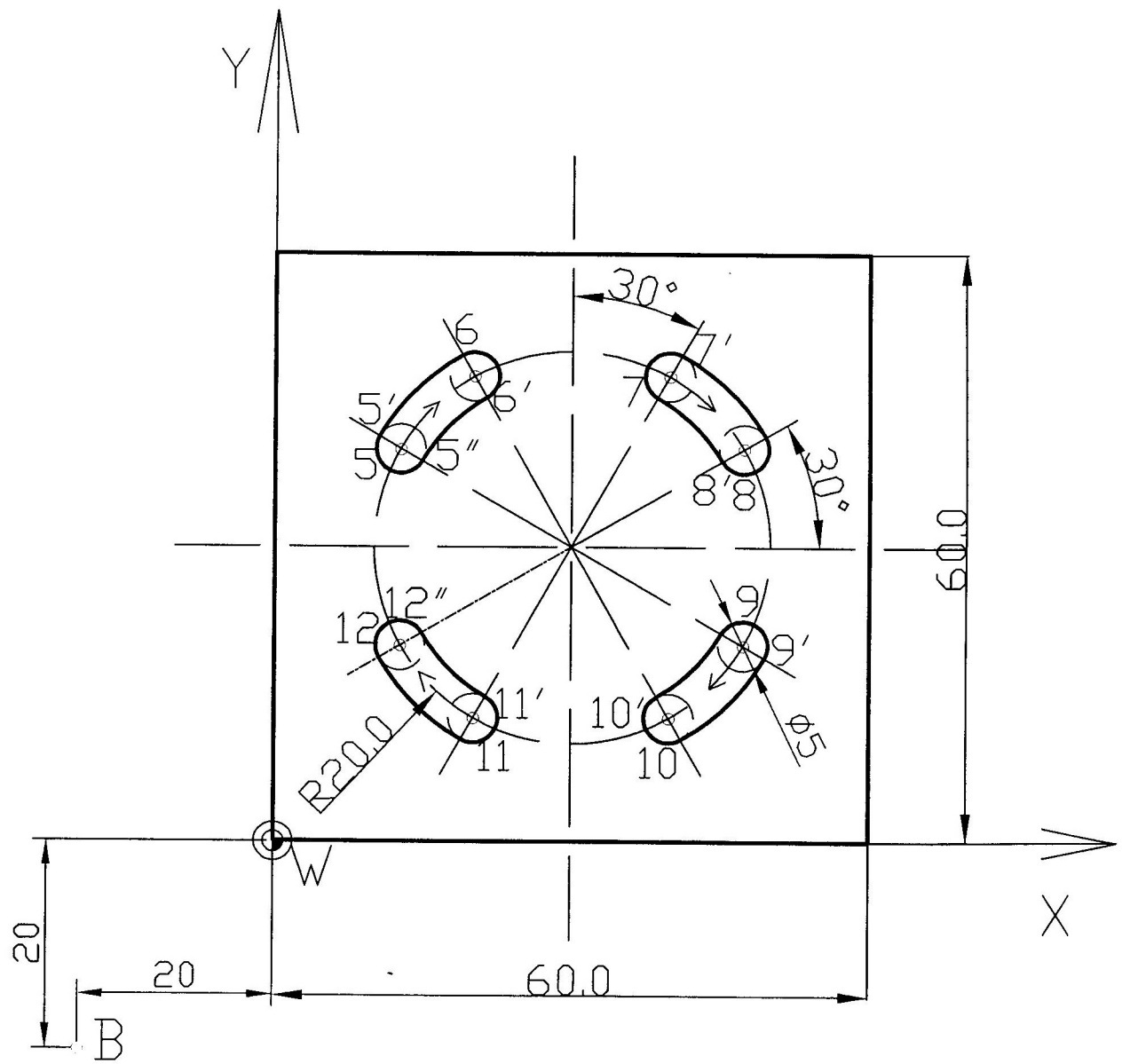
PLAN REZANJA --OBRADE ZA PORAVNJANJE GORNJE POVRŠINE OBRATKA ZA LUKOVI PO KRUGU



napomena:		list:1
		listova:2
izradio: si	datum:	pregledao:

PLAN REZANJA--OBRADE ZA IZRADU 4 LUČNA ŽLEBA PO KRUGU





Tehnička škola Arandjelovac	**Programski list**	
Naziv dela:	**PLOČICA---LUKOVI PO KRUGU**	
mašina: glodalica ***WABECO CC-F1200E***	pripremak : 11 x 60 x 60 mm	materijal: plastika

CNC PROGRAM LUKOVI PO KRUGU

N1 ; PROGRAM ZA PORAVNJANJE GORNJE POVRŠINE OBRATKA I IZRADU 4 ŽLEBA OBLIKA LUKA PO KRUGU

N2 **G54** ; PREBACIVANJE TAČKE MAŠINE –M U TAČKU—A NEPOMIČNE ČELJUSTI MAŠINSKE STEGE

N3 **TRANS X0 Y-60 Z5** ; PREBACIVANJE A—TAČKE MAŠINSKE STEGE U TAČKU –W NA OBRATKU

N4 **T1 D1 M6** ; ODABIR ALATA 1 –ČEONO GLODALO Φ35

N5 **S1000 F100 M3** ; REŽIM RADA GLODALA 1 ZA OPERACIJU PORAVNJANJA

N6 **G0 X-20 Y-20 Z50** ; POZICIONIRANJE U TAČKU ZAMENE ALATA B

N7 ; PORAVNJANJE GORNJE POVRŠINE OBRAKA—SKIDANJE 1MM MATERIJALA

N8 **G0 X-20 Y15 Z50** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 1“

N9 **G0 X-20 Y15 Z0** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 1

N10 **G1 X80 Y15 Z0** ; GLODANJE DO TAČKE 2

N11 **G0 X80 Y45 Z0** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 3

N12 **G1 X-20 Y45 Z0** ; GLODANJE DO TAČKE 4

N13 **G0 X-20 Y45 Z50** ; BRZO ODIZANJE NA BE3BEDNO ODSTOJANJE 4’’

N14 **G0 X-20 Y-20 Z50** ; BRZI ODLAZAK U TAČKU ZAMENE ALATA B

N15 **M0** ; ZAUSTAVLJANJE VRETENA

N16 **T2 D1 M6** ; ODABIR ALATA 2 –VRETENASTO GLODALO Φ5

N17 **S1000 F100 M3** ; REŽIM RADA GLODALA 2 ZA OPERACIJU IZRADE ŽLEBA

N18 **G0 X12.68 Y40 Z50** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 5“

N19 **G0 X12.68 Y40 Z1** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 5'

N20 **G1 X12.68 Y40 Z-2 F70** ; ČEONO GLODANJE DO TAČKE 5

N21 **G2 X20 Y47.32 Z-2 CR20 F120** ; GLODANJE OBODOM LUKA DO TAČKE 6

N22 **G0 X20 Y47.32 Z1** ; BRZO ODIZANJE GLODALA DO TAČKE 6'

N23 **G0 X40 Y47.32 Z1** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 7'

N24 **G1 X40 Y47.32 Z-2 F70** ; ČEONO GLODANJE DO TAČKE 7

N25 **G2 X47.32 Y40 Z-2 CR20 F120** ; GLODANJE OBODOM LUKA DO TAČKE 8

N26 **G0 X47.32 Y40 Z1** ; BRZO ODIZANJE GLODALA DO TAČKE 8’

N27 **G0 X47.32 Y20 Z1** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 9’

napomena:		list1 listova:2
izradio:si	datum:	pregledao:

Tehnička škola Arandjelovac	**Programski list**	
Naziv dela:	**PLOČICA--LUKOVI PO KRUGU**	
mašina: glodalica ***WABECO CC-F1200E***	pripremak : 11 x 60 x 60 mm	materijal: plastika

N28 **G1 X47.32 Y20 Z-2 F70** ; ČEONO GLODANJE DO TAČKE 9

N29 **G2 X40 Y12.68 Z-2 CR20 F120** ; GLODANJE OBODOM LUKA DO TAČKE 10

N30 **G0 X40 Y12.68 Z1** ; BRZO ODIZANJE GLODALA DO TAČKE 10'

N31 **G0 X20 Y12.68 Z1** ; POZICIONIRANJE U TAČKU 11'

N32 **G1 X20 Y12.68 Z-2 F70** ; ČEONO GLODANJE DO TAČKE 11

N33 **G2 X12.68 Y20 Z-2 CR20 F120** ; GLODANJE OBODOM LUKA DO TAČKE 12

N34 **G0 X12.68 Y20 Z50** ; BRZO ODIZANJE NA BE3BEDNO ODSTOJANJE12''

N35 **G0 X-20 Y-20 Z50** ; POZICIONIRANJE U TAČKU ZAMENE ALATA B I OBRATKA

N36 **M30** ; KRAJ PROGRAMA

napomena:		list2 listova:2
izradio:si	datum:	pregledao:

Tehnička škola Arandjelovac	**operacijski list**		karakteristične tačke	mašine		**M**
				obratka		**W**
naziv dela: **PLOČICA - luk po krugu**	materijal: plastika	dimenzije pripremka: 11 X 60 X 60 MM		referentna		**R**
				početna		**B**
mašina	**glodalica: *WABECO CC-F1200E***					

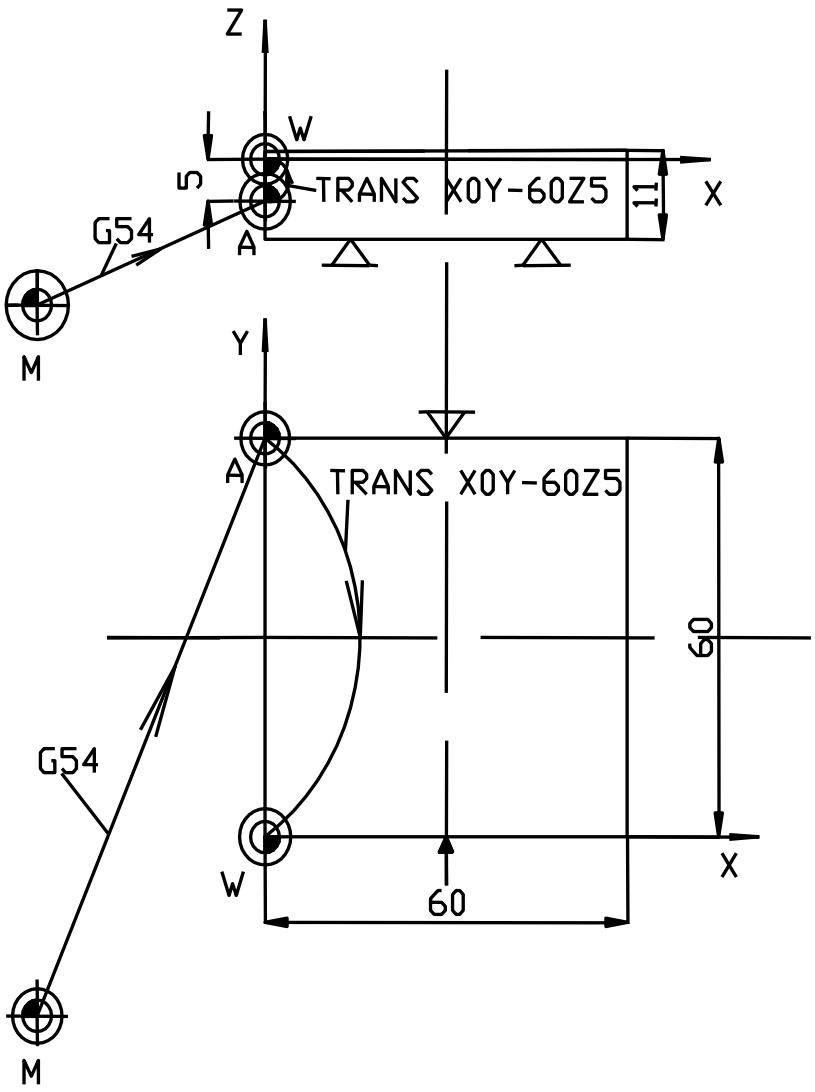
operacija – zahvat br.	naziv operacije-zahvata	alat i pribor	režimi obrade		dodak za obradu	broj prolaza	glavno vreme
			n min^{-1}	F *mm/min*	δ *mm*	i -	t_g *min*
10	**pripremne radnje**						15
10.1	pripremiti mašinu						
10.2	izmeriti i pripremiti alate	na mašini					
10.3	izmeriti i stegnuti obradak	pomično kljunasto merilo i mašinska stega					
10.4	postaviti nultu tačku obradka	pomično kljunasto merilo					
20	**glodanje**						8
20.1	poravnjanje površine	čeono glodalo Φ40	1000	100	1	1	
20.2	glodanje lučnog žleba po krugu	vretenasto glodalo Φ5	1000	100	2	1	
30	**završne radnje**						4
30.1	otpustiti obradak						
30.2	očistiti obradak						
30.3	kontola ostvarenih dimenzija	pomično kljunasto merilo					

napomena:

izradio: si	datum:	pregledao:

TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC	**PLAN STEZANJA**	KARAKTERISTIČNE TAČKE	MAŠINE		***M***
			OBRATKA		***W***
NAZIV DELA:	**PLOČICA—LUKOVI PO KRUGU**		REFERENTNA		***R***
			POČETNA		***B***

MAŠINA:	***GLODALICA: WABECO CC-F1200E***		
PRIPREMAK:	MATERIJAL:	DIMENZIJE:	*NAPOMENA:*
	PLASTIKA	11 X 60 X 60 MM	
STEZNI PRIBOR:	NAZIV:	OZNAKA:	*NAPOMENA:*
	MAŠINSKA STEGA		



NAPOMENA:

IZRADIO:si	DATUM:	

TEHNIČKA ŠKOLA ARANDJELOVAC	**PLAN ALATA**	KARAKTERISTIČNE TAČKE	MAŠINE	M
			OBRATKA	W
NAZIV DELA:	**PLOČICA--LUKOVI PO KRUGU**		REFERENTNA	R
			POČETNA	B

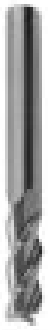
MAŠINA: GLODALICA ***WABECO CC-F1200E***	PRIPREMAK : 11 X 60 X 60 MM	MATERIJAL: PLASTIKA

ČEONO GLODALO JUS K.D2.021



ALAT BROJ T:	T1
KOREKCIJA D:	D1
PREČNIK:	Φ35
BROJ OŠTRICA:	6
DUŽINA L:	
NAPOMENA:	

VRETENASTO GLODALO JUS K.D2.090



ALAT BROJ T:	T2
KOREKCIJA D:	D1
PREČNIK:	Φ5
BROJ OŠTRICA:	6
DUŽINA L:	
NAPOMENA:	

ALAT BROJ T:	
KOREKCIJA D:	
PREČNIK:	
BROJ OŠTRICA:	
DUŽINA L:	
NAPOMENA:	

ALAT BROJ T:	
KOREKCIJA D:	
PREČNIK:	
BROJ OŠTRICA:	
DUŽINA L:	
NAPOMENA:	

ALAT BROJ T:	
KOREKCIJA D:	
PREČNIK;	
BROJ OŠTRICA:	
DUŽINA L:	
NAPOMENA:	

ALAT BROJ T:	
KOREKCIJA D:	
PREČNIK:	
BROJ OŠTRICA:	
DUŽINA L:	
NAPOMENA:	

IZRADIO :SI	DATUM:	PREGLEDAO:

KARAKTERISTIČNE TAČKE **NOSAČ—LUKOVI PO KRUGU**

TAČKE	X	Y	Z
B	-20	-20	50
1”	-20	15	50
1	-20	15	0
2	80	15	0
3	80	45	0
4	-20	45	0
4“	-20	45	50
5“	12.68	40	50
5’	12.68	40	1
5	12.68	40	-2
6	20	47.32	-2
6’	20	47.32	1
7’	40	47.32	1
7	40	47.32	-2
8	47.32	40	-2
8’	47.32	40	1
9’	47.32	20	1
9	47.32	20	-2
10	40	12.68	-2
10’	40	12.68	1
11’	20	12.68	1
11	20	12.68	-2
12	12.68	20	-2
12’’	12.68	20	50

HODOGRAM CENTRA GLODALA:

B=> 1“ =>1=> 2 => 3 => 4 =>4’’=>B=>5’’ =>5’=>5=>6=>6’=>7’=>7=>8=>8’=>9’=>9=>10=> 10’=>11’=>11=>12=>12’’=>B