



**UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO**



SEMINARSKA NALOGA

TEHNIKA ODREZAVANJA

MENTOR: prof. dr. Franci Čus, dr. Uroš Župerl

PRIPRAVIL:

Maribor, junij 2009

1. Kazalo:

1. Kazalo:	2
2. Uvod.....	3
3. Preračun operacije frezanja čelne ploskve	4
3.1 Osnovni podatki:	4
4. Izračun tehnološkega časa frezanja in potrebnega števila orodij:	7
4.1 Čas frezanja čelne ploskve	7
4.2Skupni tehnološki čas za serijo:	7
4.3 Potrebno število rezalnih ploščic:	8
5. Izračun stroškov za uporabljena orodja operacije čelne poravnave.....	9
6. Značilnica za orodje in obdelovalni stroj	10
6.1 Značilnica orodja.....	10
6.2 Značilnica stroja	11
7. Opis rezalnega orodja.....	12
8. Zaključek.....	13
9.Literatura	14

2. Uvod

Odrezavanje predstavlja najpogostejši postopek obdelave v današnji industriji, zato je potrebno resno pristopiti k temu. Naloga tehnologa je jasna, glede na material, ki ga je potrebno obdelati, mora izbrati ustrezne parametre obdelav, na osnovi rezalnega orodja. Dobro izbrani pogoji prinesejo visoko produktivnost, ker je obdelava optimalna, majhne stroške, ta dva faktorja pa predstavljata konkurenčnost.

Predmet Tehnika odrezavanja nam je ponudil ravno to znanje, spoznali orodja za odrezavanje, sodobne materiale in se naučili določiti in izračunati parametre pri obdelavi.

Seminarska naloga je sestavljena iz dveh delov, v prvem delu so priložene vse vaje, ki smo jih opravili pri laboratorijskih vajah .

V drugem delu, pa so predstavljeni vsi potrebni preračuni odrezavanja, značilnica za orodje in značilnica za stroj.

3. Preračun operacije frezanja čelne ploskve

3.1 Osnovni podatki:

- material obdelovanca: **42CrMo4**
- kvaliteta obdelave: N7
- rezalni material: P30
- predpostavljen čas obstojnosti: 60min
- dopustna obraba proste ploskve: 0,1 mm (na kritični točki obrabe)
- premer frezalne glave: 100 mm
- moč stroja: 24 kW

Izbrani parametri obdelave: MATERIAL: **42CrMo4**

Rezalna hitrost: $v_c = 140$ m/min

Izbira podajanja: $f_z = 0,04$ mm/vrt

Specifična rezalna sila: $k_{c1x1} = 2450$ N/mm²

EkspONENT debeline odrezka: $z = 0,26$

TO str. 142

TO str. 148

TO str. 140

TO str. 140

IZRAČUN REZALNIH SIL PRI FREZANJU				
VHODNI PODATKI	moč stroja	P_B	24	[kW]
	izkoristek	η	0.8	
	globina rezanja	a_p	2	[mm]
	material obdelovanca		42CrMo4	
	premer orodja	d	100	[mm]
IZRAČUN				
Izbira rezalne hitrosti	TO str.142	v_c	140	[m/min]
Izbira podajanja	TO str.148	f_z	0.04	[mm/vrt]
Izbira specifične rezalne sile	TO str.140	k_{c1x1}	2450	[N/mm ²]
Izbira eksponenta debeline odrezka	TO str.140	z	0.26	
Obstojnost orodja		T	30	[min]
Širina frezanja		a	20	[mm]
Ekscetričnost	$e = a - d/2$	e	0	[mm]

Tehnika odrezavanja

Začetni kot	$\cos \varphi_1 = \frac{a + 2 \cdot e}{d}$	ϕ_1	0	[rad]
Izstopni kot	$\cos \varphi_2 = \frac{-(a - 2 \cdot e)}{d}$	ϕ_2	2.1	[rad]
Srednja debelina odrezka	$h_{sr} = \left(\frac{f_z}{\varphi_2 - \varphi_1}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot a}{d}\right)$	h_{sr}	0.03	[mm]
Srednja specifična sila	$f_{c,sr} = h_{sr}^{-z} \cdot k_{c X }$	$F_{c,sr}$	6097	[N/mm ²]
Število zob v rezu	$z_i = z \cdot \frac{\varphi}{2 \cdot \pi}$	z_i	5	[zob]
Podajanje	$f_v = f_z \cdot z_i$	f_v	0.4	[mm/vrt]
Število vrtljajev	$n = v_c \cdot \frac{1000}{(d \cdot \pi)}$	n	446	[min ⁻¹]
Podajalna hitrost	$f_{min} = f_v \cdot n$	f_{min}	178.4	[mm/min]
Moč elektromotorja	$P_M = \frac{a_p \cdot a \cdot f_{min} \cdot f_{c,sr}}{\eta}$	P_M	1524	[W]
ORODJE				
Držalo	R 220.88-0100-15-14			
Rezalna ploščica	SNH.15			
Material orodja	P20			
Število rezil	12			
Cepilni kot		γ	-5	[°]
Nastavni kot		κ	88	[°]
Prosti kot		α	-5	[°]
		l_1	50	[mm]
		l_2	0	[mm]
	$X = d/2$	X	50	[mm]
	$Z = l_1 + l_2$	Z	50	[mm]

Srednja debelina odrezka:

$$h_{sr} = \left(\frac{f_z}{\varphi_2 - \varphi_1}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot a}{d}\right) = \left(\frac{0.04}{2.1 - 0}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot 20}{100}\right) = 0.03 \text{ mm}$$

Srednja specifična sila:

$$f_{c,sr} = h_{sr}^{-z} \cdot k_{c|X|} = 0.03^{-0.26} \cdot 2450 = 6097 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Število zob v rezu:

$$z_i = z \cdot \frac{\varphi}{2 \cdot \pi} = 0.26 \cdot \frac{2.1}{2 \cdot \pi} = 5[\text{zob}]$$

Podajanje:

$$f_v = f_z \cdot z_i = 0.04 \cdot 5 = 0.4[\text{mm/vrt}]$$

Število vrtljajev:

$$n = v_c \cdot \frac{1000}{(d \cdot \pi)} = 140 \cdot \frac{1000}{100 \cdot \pi} = 446[\text{min}^{-1}]$$

Podajalna hitrost:

$$f_{\min} = f_v \cdot n = 0.4 \cdot 446 = 178.4[\text{mm/min}]$$

Moč elektromotorja:

$$P_M = \frac{a_p \cdot a \cdot f_{\min} \cdot f_{c,sr}}{\eta} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 178.4 \cdot 6097}{0.8} = 1524[\text{W}]$$

$$P_{EM} = 1524 \text{ W} \langle P_{EM(\text{instaliran o})} = 24 \text{ kW} \Rightarrow \text{Pogoj je izpolnjen}$$

4. Izračun tehnološkega časa frezanja in potrebnega števila orodij:

4.1 Čas frezanja čelne ploskve

$$t_{t1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f \cdot n}$$

t_{t1} ; [min] tehnološki čas frezanja s frezalno glavo

l ; [mm] dolžina obdelovalne ploskve

l_1 ; [mm] pot naleta orodja

l_2 ; [mm] pot izteka orodja

f ; [mm/vrt] pomik

n ; [min⁻¹] število vrtljajev frezala

D ; [mm] premer frezalne glave

B ; [mm] širina obdelovalne ploskve

$$l_1 = 0,5 \cdot (D - \sqrt{D^2 - B^2}) + (1 \div 2) = 0,5 \cdot (100 - \sqrt{100^2 - 80^2}) + 2 = 21 \text{ mm}$$

$$l_2 = (2 \div 5) = 4 \text{ mm}$$

$$t_{t1} = \frac{80 + 21 + 4}{0,4 \cdot 446} = 0,59 \text{ min}$$

4.2 Skupni tehnološki čas za serijo:

$$t_{t1,sk} = t_{t1} \cdot \zeta$$

$t_{t1,sk}$; [min] skupni tehnološki čas za serijo

ζ ; [kos] število kosov za serijo

$$t_{t1,sk} = 0,59 \cdot 1100 = 649 \text{ min}$$

4.3 Potrebno število rezalnih ploščic:

$$x_m = \frac{t_{t1,sk}}{T}$$

x_m potrebni št. menjav ploščic

T ; [mm] predvidena obstojnost orodja

$$x_m = \frac{649}{60} = 10,8 \approx 11$$

Izbrane rezalne ploščice imajo 4 rezalne robove, na frezalni glavi pa je vpetih 12; iz tega sledi:

$$x_p = \frac{x_m}{4} \cdot 12 = \frac{11}{4} \cdot 12 = 33$$

x_p potrebno število rezalnih ploščic

Za frezanje čelne ploskve potrebujemo za serijo 1100 kosov 33 rezalnih ploščic!

5. Izračun stroškov za uporabljena orodja operacije čelne poravnave

Držalo frezala:

Oznaka: R 220.88-0100-15-14
Potrebno število orodja: 1 kom
Cena skupaj: 424 €

Rezalna ploščica:

Oznaka: SHX.15
Potrebno število orodja: 33 kom
Cena skupaj: 22*4,94 = 163.02€

Stročnica TIP A 24D:

Oznaka: 5872 24 06
Potrebno število orodja: 1 kom
Cena skupaj: 2,8 €

Vpenjalo stročnice TIP A D:

Oznaka: C3-391.5872-16060
Potrebno število orodja: 1 kom
Cena skupaj: 39,5 €

Podalšek:

Oznaka: C3-391.01-32 060A
Potrebno število orodja: 1 kom
Cena skupaj: 35 €

Vpenjalni trn:

Oznaka: C3-390.272-50 030
Potrebno število orodja: 1 kom
Cena skupaj: 102,50 €

Pritrdilni vijak:

Oznaka: C01804-T06P
Potrebno število orodja: 1 kom
Cena skupaj: 4 €

SKUPAJ:

424 + 163.02 + 2,8 + 39,5 + 35 + 102,50 + 4 = 775.32 €

Skupni stroški za uporabljena orodja v operaciji 10 za serijo 1100 kosov znašajo 472,48€

6. Značilnica za orodje in obdelovalni stroj

6.1 Značilnica orodja

Obdelovalni material je **42CrMo4**

Razmerje je $a / s = 5$

Obstojnost $T = 60$ min določimo dvema poljubno izbranim podajanjema pripadajoči rezalni hitrosti:

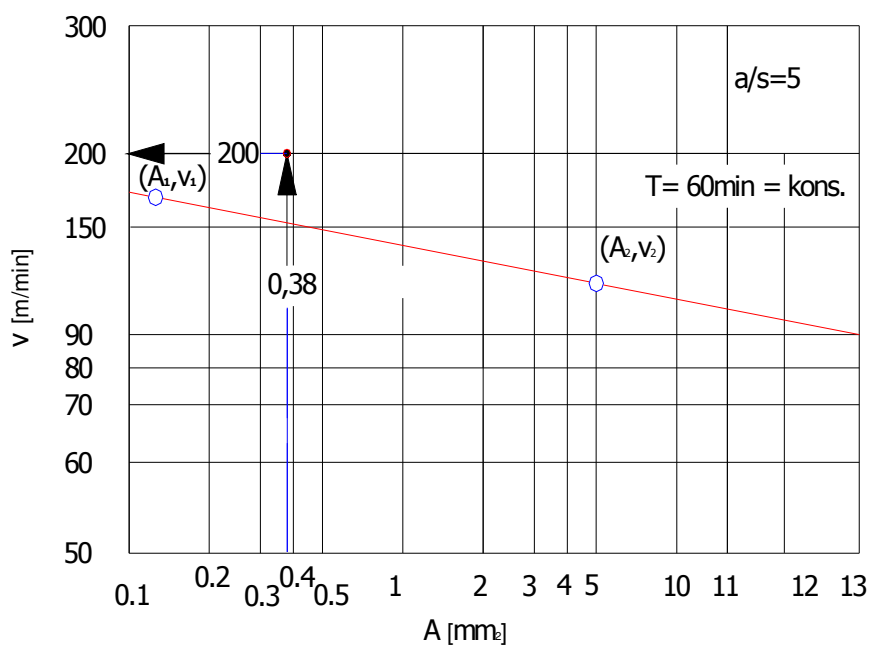
$S_1 = 0,16$ mm $V_1 = 168$ m/min

$S_2 = 1$ mm $V_2 = 119$ m/min

Iz razmerja a / s izhaja, da je $a = 5 \cdot s$ in $A = a \cdot s = 5 \cdot s^2$

$A_1 = 5 \cdot 0,16^2 = 0,128$ mm²

$A_2 = 5 \cdot 1^2 = 5$ mm²



6.2 Značilnica stroja

Obdelovalni material je 42CrMo4, razmerje je $a/s = 10$, moč stroja **24Kw**, izkoristek pa 70%

Iz preglednice 4.31 TO, izberemo za 42CrMo4 $k_{c1x1} = 2450 N/mm^2$ in $z = 0,26$

$s_1 = h_1 = 0,1mm$ in $s_2 = h_2 = 0,2mm$

Tako sta specifični rezalni sili:

$$k_{c1} = k_{c1x1} \cdot \left(\frac{h_s}{h_1} \right)^z = 2450 \cdot \left(\frac{0,38}{0,1} \right)^{0,26} = \underline{\underline{3466,65 N/mm^2}}$$

$$k_{c2} = k_{c1x1} \cdot \left(\frac{h_s}{h_2} \right)^z = 2450 \cdot \left(\frac{0,38}{0,2} \right)^{0,26} = \underline{\underline{2894,9 N/mm^2}}$$

Iz razmerja $a/s = 10$, dobimo da sta prereza odrezkov:

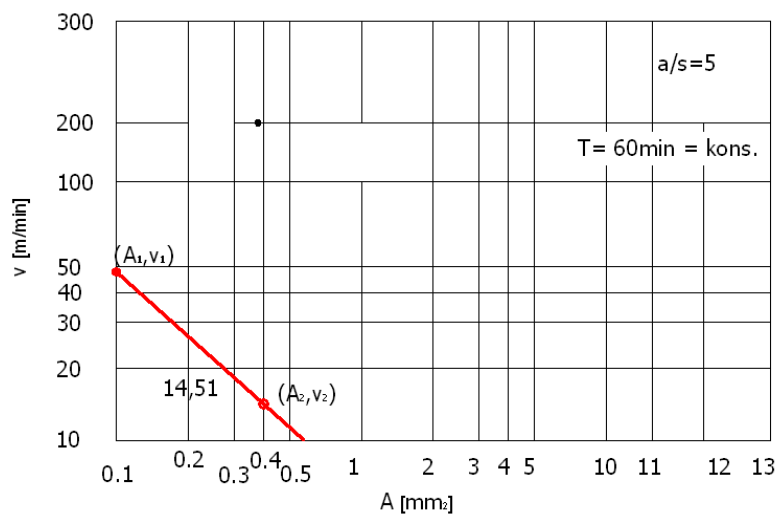
$$A_1 = 10 \cdot s_1^2 = 10 \cdot 0,1^2 = \underline{\underline{0,1mm^2}}$$

$$A_2 = 10 \cdot s_2^2 = 10 \cdot 0,2^2 = \underline{\underline{0,4mm^2}}$$

Iz znane enačbe za moč izračunamo ustrezni rezalni hitrosti:

$$v_1 = \frac{P_B \cdot \eta}{k_{c1} \cdot a_1 \cdot s_1} = \frac{24000 \cdot 0,7}{3446,65 \cdot 1 \cdot 0,1} = \underline{\underline{48,74m/min}}$$

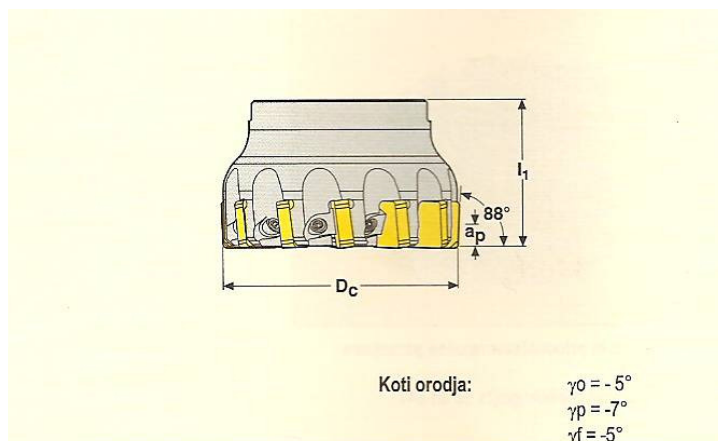
$$v_2 = \frac{P_B \cdot \eta}{k_{c2} \cdot a_2 \cdot s_2} = \frac{24000 \cdot 0,7}{2894,95 \cdot 2 \cdot 0,2} = \underline{\underline{14,51m/min}}$$



7. Opis rezalnega orodja

Frezalna glava proizvajalca SECO , katalog str.125

Koda orodja: R 220.88-0100-15-14



Delitev	Naročniška koda	Dimenzije v mm						
		D_c	l_1	a_p				
Super Ozka	R220.88 -0063-15-7	63	40	12	7	0,6	3600	SNH.15
	-0080-15-12	80	50	12	12	1,2	3200	SNH.15
	-0100-15-14	100	50	12	14	1,7	2900	SNH.15
	-0125-15-18	125	63	12	18	3,2	2600	SNH.15
	-8160-15-24	160	63	12	24	5,4	2300	SNH.15

Rezalna ploščica proizvajalca SECO , katalog str.341

Koda orodja: SHX.15

SHX.15

Tolerance (\pm mm)			
	l	s	m
SNHN	0,013	0,025	0,013
SNHF	0,013	0,025	0,013

8. Zaključek

Predmet tehnika odrezavanja je zelo obširen predmet . V današnjem času se uporabljajo orodja , s katerimi dosegamo velike rezalne hitrosti in podajanja kljub veliki trdoti obdelovalnega materiala .Pri predmetu tehnika odrezavanja smo se predvsem osredotočili kako izbrati pravilne parametre in jih v praksi uporabiti, kar smo tudi izvedli pri laboratorijskih vajah .

S pomočjo laboratorijskih vaj in teoretičnega dela sem dobil občutek, kako ukrepati v primeru, ko naletimo na težave pri odrezavanju in kako jih reševati. V sklopu tega predmeta sem se veliko naučil, kar mi bo zelo prišlo prav na delovnem mestu.

9.Literatura

PISNI VIRI

1. Katalog SECO: Frezanje 2008& TEHNI_NI VODI_, SECO 2006.,
2. Franci Čuš Tehnika odrezavanja,
3. Bojan Kraut Kravtov strojniški priročnik

SPLETNI VIRI

<http://www.coromant.sandvik.com>

<http://www.secotools.com/wps/portal/corp>

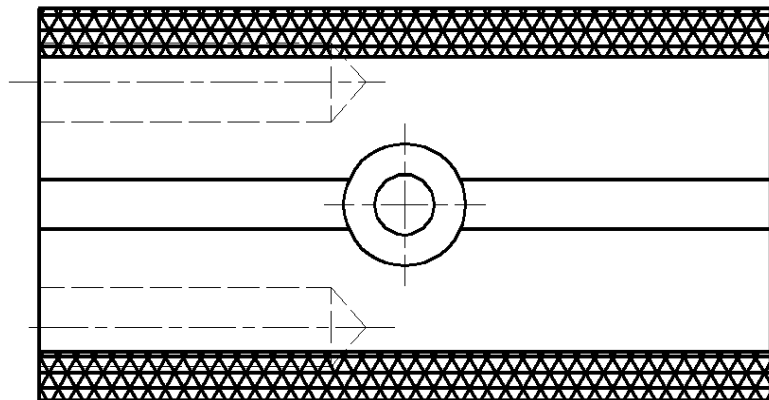
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

v_c =rezalna hitrost [m/min]
 n =vrtlina hitrost obdelov./orodja [min^{-1}]
 f =podajanje [mm/vrt]
 v_f =podajalna hitrost [mm/min]

f_z =podajanje na rezilo [mm/zob]
 t_f '=tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljajno-zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

t_t =tehnološki čas za operacijo [min]
 t_1 =norma za obdelovanec [min]
 t_N =čas za naročilo (serije) [min,h]
 Z_N =število obdelovancev v naročilu (seriji)[kos]

Faza	Postopek dela	Rezilno orodje		Pomožno orodje		Rezalni material	v_c	n	f	v_f	f_z	a	L	B	i	t_f	
		Naziv	Številka	Naziv	Številka												
1	Poravnava čelne ploskve 2x10mm	Rezalna ploščica	BPKX 15 04 PDR	Frezalna glava	R 282.2-250-60	P20	140	446	0.4	53	0.04	1	144				
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	



Obdelovalni časi	t_{pz} =	t_1 =	
	t_p =	t_N =	
	t_f = 0.81 min	Z_N =1100 kos	
Priprave	Naziv	Številka	
	Vpenjalna priprava		
Merila	Merilna ura		
Material	42CrMo4	Trdnost	1060 N/mm ²
Dim.surovca	80x80x120	Masa	6.3 kg
Tehnolog	Pavlič Aleksander	Stroškovno mesto	Delovno mesto
Pregledal			
Izdelano dne	16.1.2008		
Stroj	Naziv	Pogonska moč [kW]	
	NC obdelovalni center HELLER	24	
Tip in številka	BEA1	Operacija	List
			Listov
Številka del. risbe		Kod. št.izdelka	DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS Maribor LANPS
Merilo	Naziv izdelka		
PRIZMA			

Št.	Znaki	Pomen	5	→▶◀←	cent. vpen. zunaj
1	△	smer vpenjanja	6	◀▶	centriranje od znotraj
2	┌─┐	nal.-prilež.ploskev	7	▶▶	centriranje od zunaj
3	▽	nal.-prilež.prizma	8	┌─┐	aretiranje
4	←▶▶→	cent.vpen.znotraj	9	≡	opora, lineta

Opombe

DELOVNI POTEK	Naziv izdelka	Tehnolog	Gjerkeš Srečko	List.1			
	PRIZMA	Izdelano dne	22.04.2009				
FS Maribor	Številka delavniške risbe	Pregledal		Listov 1			
		Popravlil					
Material 42CrMo4	Kodna številka izdelka	Število kosov v seriji 1100		Rok izdelave od do			
Trdnost 1060 N/mm ²	Dimenzije surovca 80x80x120	Teža surovca [kg]		Teža izdelka [kg]			
Toplotna obdelava	Predhodna obdelava						
Št. oper.	Opis operacije	Stroškovno mesto [številka]	Skupina stroja [številka]	Pomožna sredstva izdelave [naziv, številka]	Plačiln a skupin a [številka]	Pripravlj. zaklj. čas [min] t _{pz}	Norma [min] t ₁
05	Poravnava čelne ploskve ¹⁾	NC frez. stroj HELLER BEA1					
10	Frezanje sredinskega utora ²⁾	NC frez. stroj HELLER BEA1					
15	Frezanje sredinske luknje fi 25 mm ³⁾	NC frez. stroj HELLER BEA1					
20	Čelna poravnava stranske ploskve ⁴⁾	NC frez. stroj HELLER BEA1					
25	Vrtanje izvrtine fi 12,2 mm ³⁾	NC frez. stroj HELLER BEA1		Pomično merilo Vpenjalna priprava			
30	Vrtanje izvrtin fi 14 mm ⁵⁾	NC frez. stroj HELLER BEA1		Pomično merilo Vpenjalna priprava			

1) Podrobno razdela Aleksander Pavlič

2) Podrobno razdela Srečko Gjerkeš

3) Podrobno razdela David Senjor

4) Podrobno razdela Marjana Stiplovšek

5) Podrobno razdela Mihael Kralj

STROJNI LIST			Naziv NC frezalni stroj – HELLER			Tip BEA 1			
FS Maribor			Inv. št.		Nabavna cena		Kvalitet. stop.		
							Tovarn. št.		
							Prip. skupini		
Proizvajalec					Leto izdelave				
Dobavitelj					letno dobave		Mesto namešt.		
Dolžina	5520	mm	Vrsta pogona		Vrsta toka	Oznaka in dimenzije jermena			
Širina	4040	mm	Elektromotor		Napetost	V			
Višina		mm			Frekvenca	Hz			
Teža		kg			Skupna moč	24 kW			
Motor za pogon			Tip motorja in številka		Izvedba	Priključna moč [kW]	Število vrtljajev	Zamenjan-popravljen, dne	
Karakteristika stroja						Posebna oprema			
<u>Delovno območje:</u> X-os 630 mm Y-os 500 mm Z-os 630 mm Maksimalna teža obdelovanca 500 kg									
<u>Mere:</u> Dolžina mize 500 mm Širina mize 500 mm									
<u>Orodni magacin:</u> Število orodij 40 kosov									
<u>Krmilje:</u> Tip krmilja uni-Pro CNC Programski jezik NC 80-c									
<u>Podajanje:</u> Delovno podajanje 10000 mm/min Hitri hod 15000 mm/min									
						Mere postavitve			
						Fotografija			
									
Podatki o vrtljajih, stopnjevanju in pomikih (vzdolžnih, prečnih, vertikalnih)									
<u>Glavni pogon:</u> Sila pomika po X in Y osi 12500 N Sila pomika po Z osi 20000 N									
<u>Glavno vreteno:</u> Maksimalni moment 750 Nm Območje vrtljajev x...4000 min-1									
Planska vzdrževalna dela			Dne, opravil		Stroški		Izredni posegi		Stroški
Pripombe							Kapaciteta		
							Izdelano dne		22.5.2009
							Tehnolog		David Senjor