

Kazalo

| | | |
|------|--|----|
| 1. | UVOD | 2 |
| 2. | DELOVNE RISBE..... | 3 |
| 2.1. | DELOVNI POTEK..... | 3 |
| 3. | IZRAČUNI OPERACIJ | 4 |
| 3.1. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 05..... | 5 |
| 3.2. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 15..... | 6 |
| 3.3. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 10..... | 9 |
| 3.4. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 20..... | 13 |
| 3.5. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 25..... | 16 |
| 3.6. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 30..... | 18 |
| 3.7. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 35..... | 21 |
| 3.8. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 40..... | 23 |
| 3.9. | IZRAČUN ZA OPERACIJO 45..... | 25 |
| 4. | IZRAČUN POTREBNIH ČASOV ZA IZDELAVO CELOTNEGA NAROČILA..... | 26 |
| 5. | DOLOČITEV POTREBNEGA ŠTEVILA REZALNIH PLOŠČIC TER ORODIJ ZA IZBRANO SERIJO IN DOLOČITEV KONČNE CENE IZDELKA | 29 |
| 6. | ZNAČILNICA ZA OPERACIJO 15..... | 34 |
| 6.1. | Značilnica orodja za postopek struženja..... | 34 |
| 6.2. | Značilnica stroja za postopek struženja | 36 |
| 7. | RISBE IZBRANIH ORODIJ | 38 |
| 7.1. | Rezalna ploščica WNMG 080408-PM 4225 Sandvik | 38 |
| 7.2. | Rezalna ploščica WNMG 080404-PF 4225 Sandvik..... | 38 |
| 7.3. | Rezalna ploščica L123E2-0200-0502-CM 1125 Sandvik | 38 |
| 7.4. | Rezalna ploščica WPMT 02 01 04-PF 4225 Sandvik..... | 39 |
| 7.5. | Sveder ϕ 30 R411.5-30034D P20 Sandvik | 39 |
| 7.6. | Sveder ϕ 5 Dormer A5205.0 ADX A520 | 40 |
| 7.7. | Navojni sveder Dormer M6 J1104.5X1.0..... | 41 |
| 7.8. | Rezkar Dormer S0078.0 | 42 |
| 8. | PRILOGE | 43 |
| 9. | VIRI | 43 |

1. UVOD

Naloga je sestavljena iz poglavij, ki vsebujejo vso potrebno tehnično dokumentacijo ter poglavij, ki vsebujejo vse potrebne izračune ter značilnico.

Priložena je tudi vsa dokumentacija iz opravljenih laboratorijskih vaj.

Pri programski nalogi so bili upoštevani vsi napotki iz predavanj ter vaj in vsi potrebni standardi.

2. DELOVNE RISBE

V tem poglavju je zajet delovni potek ter kazalo vseh delovnih risb. Delovne risbe vsebujejo vse za preračun ter proizvodnjo pomembne podatke, kot so spiski faz obdelave, skice obdelave, rezalno orodje s šifro kataloga, vpenjalno orodje, merilno orodje ter rezalne veličine.

2.1. DELOVNI POTEK

Operacije za kos, obdelan v tej programski nalogi so sledeče:

- 05 Žaganje na dolžino 42mm
- 10 Čelna poravnava in grobo obodno struženje L=40mm
- 15 Obodno fino struženje $\phi 50$, L=25mm
- 20 Struženje utora 2x0.25mm
- 25 Vrtanje $\phi 30$ L=40mm
- 30 Notranje grobo obodno struženje
- 35 Vrtanje $\phi 5$
- 40 Vrezavanje navojev M6
- 45 Freziranje robov

3. IZRAČUNI OPERACIJ

V tem poglavju sem izbral ter izračunal sledeče pogoje ter veličine:

- Kontrola kvalitete izdelave oziroma stopnjo obdelave iz tolerančne vrste ISO
- Izbira rezalnega materiala
- Predpostavka obrabe oziroma obstojnega časa
- Izbira f , a_p , T , $k_{c1 \times 1}$, z ter vseh ostalih potrebnih veličin
- Izračun rezalne sile F_c in moči rezanja P_c
- Preveritev pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$
- Določitev potrebnega števila rezalnih ploščic in orodij za izbrano serijo, pomožnih naprav, vpenjalnih elementov orodja, stroke obdelave/kos...

Ker se določene operacije ponavljajo bodo pri izračunu določene operacije združene.

K tem poglavju spadajo tudi delavniška risba, delovne risbe, vsi strojni listi ter orodni listi, ki pa so priloženi h koncu te programske naloge kot priloge.

3.1. IZRAČUN ZA OPERACIJO 05

Operacija 5 predstavlja žaganje palice na željeno dolžino 42 mm

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St 52-3 U
- Kvaliteta obdelave: N8¹
- Rezalni material: HSS
- Predpostavljen obstojni čas: T = 240 min

¹ Delavniška risba

3.2. IZRAČUN ZA OPERACIJO 15

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St 52-3 U
- Kvaliteta obdelave: N6²
- Rezalni material: karbidna trdina K20 z oplastenjem iz Ti/Al₂O₃
- Predpostavljen obstojni čas: T = 45 min
- Predpostavljena obraba proste ploskve: 0,5 mm (na največji točki obdelave)

Izbira delovnih pogojev:

- Rezalna hitrost v_c : 314 m/min = 5,233 m/s³
- Podajanje f : 0,10 mm/vrt⁴
- Specifična rezalna sila k_{c1x1} : 1499 N/mm²⁵
- Eksponent 1-z: 0,708⁶
- a_p : 3mm⁷
- $\mu=0,8$ ⁸
- $n_{max}=4000 \text{ min}^{-1}$ ⁹
- $P_{EM(\text{instalirano})} = 11 \text{ kW}$ ¹⁰

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = b \cdot k_{c1x1} \cdot h^{1-z} = 2.0076 \cdot 1499 \cdot 0,0996^{0,708} = 587,82N \quad (3.1)$$

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa} = \frac{3}{\sin 95^\circ} = 3.0115 \text{ mm} \quad (3.2)$$

$$h = f \cdot \sin \kappa = 0,10 \cdot \sin 95 = 0,0996 \text{ mm} \quad (3.3)$$

F_c : rezalna sila [N]¹¹

b : širina odrezka [mm]¹²

h : debelina odrezka [mm]¹³

k_{c1x1} : specifična rezalna sila [N/mm²]¹⁴

² Delavniška risba

³ Sandvik Coromant Coroguide

⁴ Sandvik Coromant Coroguide – potreben parameter za izračun R_{tt}

⁵ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

⁶ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

⁷ dodatek pri žaganju

⁸ Izkoristek stroja

⁹ Strojni list

¹⁰ Strojni list

¹¹ Enačba izbrana iz vira [1], stran 92

¹² Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.2

¹³ Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.3

¹⁴ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

z: eksponent ¹⁵

a_p: globina rezanja [mm] ¹⁶

f: podajanje [mm/vrt] ¹⁷

κ: nastavni kot orodja ¹⁸

Izračun moči P_c:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{587,82 \cdot 5,233}{0,8} = 3845,096 \text{ W} \quad (3.4)$$

P_c: rezalna moč [kW] ¹⁹

F_c: rezalna sila [N] – izračun enačba 3.1

V_c: rezalna hitrost [m/s] ²⁰

μ: izkoristek stroja

Preveritev pogoja P_{EM} < P_{EM(instalirano)}

$$P_{EM} = P_c = 3,845 \text{ kW} < P_{EM(instalirano)} = 11 \text{ kW}$$

Izračun območja vrtljajev:

$$n_1 = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{314 \cdot 1000}{\pi \cdot 54} = 1850,9 \text{ min}^{-1} \quad (3.5)$$

$$n_2 = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{314 \cdot 1000}{\pi \cdot 0} = \infty \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{omejitev vrtljajev: } 4000 \text{ min}^{-1} \quad (3.6)$$

n: število vrtljajev [min⁻¹]

v_c: rezalna hitrost [m/min] ²¹

d: premer obdelanca [mm] ²²

Območje vrtljajev: n=1850.9-4000 min⁻¹

Izračun tehnološkega časa:

Pot gibanja: ²³

$$L_{(\phi 56)} = 25 \text{ mm}$$

Dodatek za nalet: L_{nalet} = 2 mm

¹⁵ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

¹⁶ Glej delovni potek

¹⁷ Glej opombo 3

¹⁸ Sandvik Coroguide

¹⁹ Enačba izbrana iz vira [1], stran 103; izračun enačba 3.1

²⁰ Glej opombo 2

²¹ Glej opombo 2

²² Glej delavniško risbo

²³ Glej delovni potek / delavniško risbo

Skupna dolžina poti pri obodnem struženju:

$$L_{15(\phi 56)} = L_{(\phi 56)} + L_{nalet} = 25 + 2 = 27 \text{ mm}$$

$$v_{f(\phi 56)} = f \cdot n = 0,1 \cdot 1850 = 185 \text{ mm/min} \quad (3.7)$$

f: podajanje [mm/vrt] ²⁴

n: vrtljaji [min⁻¹] – iracun po enacbi 3.5

v_f: podajalna hitrost [mm/min]

$$t_{t15} = \frac{L_{15(\phi 56)}}{v_{f(\phi 56)}} = \frac{27}{185} = 0,162 \text{ min} \quad (3.8)$$

t_t: tehnološki čas ene operacije ²⁵

Kontrola kvalitete površine ter izbira tolerančnega polja po ISO:

N6:

IT10

R_a=0,8

$$R_{tt} = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon} [\mu\text{m}] \quad (3.12)$$

$$R_{tt} = \frac{0,1^2}{8 \cdot 0,4} = 3,125 \mu\text{m} \quad (3.13)$$

$$R_a = \frac{R_{tt}}{4} \quad (3.14)$$

$$R_a = \frac{3,125}{4} = 0,78 \mu\text{m} \quad (3.15)$$

R_{tt}: teoretična hrapavost pri struženju [μm] – izračun enačba 3.12, 3.13

R_a: srednje odstopanje profila [μm] – izračun enačba 3.14, 3.15

f: podajanje [mm/vrt] ²⁶

r_ε: radij zaokrožitve konice noža

²⁴ Glej opombo 86

²⁵ Glej vir [3]

²⁶ Glej opombo 3

3.3. IZRAČUN ZA OPERACIJO 10

Pri operaciji 10 se postruži obdelovanec na premer $\phi 63$ in $\phi 56$ mm

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St 52-3 U
- Kvaliteta obdelave: N8
- Rezalni material: karbidna trdina K20 z oplastenjem iz Ti/Al_N
- Predpostavljen obstojni čas: $T = 45$ min
- Predpostavljena obraba proste ploskve: 0,5 mm (na največji točki obdelave)

Izbira delovnih pogojev:

- Rezalna hitrost v_c : 340 m/min = 4,000 m/s²⁷
- Podajanje f : 0,25 mm/vrt²⁸
- Specifična rezalna sila k_{c1x1} : 1499 N/mm²²⁹
- Eksponent 1-z: 0,708³⁰
- a_p : 1,5mm (iz $\phi 66$ na $\phi 63$)³¹
- a_p : 3,5mm (iz $\phi 63$ - $\phi 56$ mm)
- $\mu = 0,8$ ³²
- $n_{max} = 4000$ min⁻¹³³
- $P_{EM(\text{instalirano})} = 11$ kW³⁴

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_{c(\phi 56)} = b \cdot k_{c1x1} \cdot h^{1-z} = 3,5133 \cdot 1499 \cdot 0,2490^{0,708} = 1968,04N \quad (3.16)$$

$$F_{c(\phi 63)} = b \cdot k_{c1x1} \cdot h^{1-z} = 1,5057 \cdot 1499 \cdot 0,2490^{0,708} = 843,43N \quad (3.17)$$

$$b_{(\phi 56)} = \frac{a_p}{\sin \kappa} = \frac{3,5}{\sin 95^\circ} = 3,5133 \text{ mm} \quad (3.18)$$

$$b_{(\phi 63)} = \frac{a_p}{\sin \kappa} = \frac{1,5}{\sin 95^\circ} = 1,5057 \text{ mm} \quad (3.19)$$

$$h_{(\phi 56)} = f \cdot \sin \kappa = 0,25 \cdot \sin 95 = 0,2490 \text{ mm} \quad (3.20)$$

$$h_{(\phi 63)} = f \cdot \sin \kappa = 0,25 \cdot \sin 95 = 0,2490 \text{ mm} \quad (3.21)$$

²⁷ Sandvik Coromant Coroguide

²⁸ Sandvik Coromant Coroguide – potreben parameter za izračun R_{tt}

²⁹ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

³⁰ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

³¹ Glej delovni potek

³² Izkoristek stroja

³³ Strojni list

³⁴ Strojni list

F_c : rezalna sila [N] ³⁵
 b : širina odrezka [mm] ³⁶
 h : debelina odrezka [mm] ³⁷
 $k_{c1 \times 1}$: specifična rezalna sila [N/mm²] ³⁸
 z : eksponent ³⁹
 a_p : globina rezanja [mm] ⁴⁰
 f : podajanje [mm/vrt] ⁴¹
 κ : nastavni kot orodja ⁴²

Izračun moči P_c :

$$P_{c(\phi 56)} = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{1968,04 \cdot 4,000}{0,8} = 9,840 \text{ kW} \quad (3.22)$$

$$P_{c(\phi 55,3)} = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{843,43 \cdot 4,000}{0,8} = 4,217 \text{ kW} \quad (3.23)$$

P_c : rezalna moč [kW] ⁴³
 F_c : rezalna sila [N] – izračun enačba 3.16, 3.17
 v_c : rezalna hitrost [m/s] ⁴⁴
 μ : izkoristek stroja

Preveritev pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$

$$P_{EM} = P_c = 9,840 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 11 \text{ kW}$$

Izračun območja vrtjajev:

$$n_{(\phi 56)} = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{340 \cdot 1000}{\pi \cdot 56} = 2004 \text{ min}^{-1} \quad (3.24)$$

$$n_{(\phi 63)} = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{340 \cdot 1000}{\pi \cdot 63} = 1717 \text{ min}^{-1} \quad (3.25)$$

n : število vrtljajev [min⁻¹]
 v_c : rezalna hitrost [m/min] ⁴⁵
 d : premer obdelanca [mm] ⁴⁶

³⁵ Enačba izbrana iz vira [1], stran 92

³⁶ Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.2

³⁷ Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.3

³⁸ Glej opombo 30

³⁹ Glej opombo 31

⁴⁰ Glej delovni potek / delavniško risbo

⁴¹ Glej opombo 29

⁴² Glej 5. poglavje

⁴³ Enačba izbrana iz vira [1], stran 103; izračun enačba 3.1

⁴⁴ Glej opombo 28

⁴⁵ Glej opombo 28

⁴⁶ Glej delovni potek / delavniško risbo

Izračun tehnološkega časa:Pot gibanja: ⁴⁷

$$L_{(\phi 56)} = 27 \text{ mm}$$

$$L_{(\phi 63)} = 15 \text{ mm}$$

Dodatek za nalet: $L_{\text{nalet}} = 2 \text{ mm}$

Skupna dolžina poti pri obodnem struženju:

$$L_{10(\phi 56)} = L_{(\phi 56)} + L_{\text{nalet}} = 27 + 2 = 29 \text{ mm}$$

$$L_{10(\phi 63)} = L_{(\phi 63)} = 15 \text{ mm}$$

$$v_{f(\phi 56)} = f \cdot n = 0,25 \cdot 2004 = 501 \text{ mm/min} \quad (3.26)$$

$$v_{f(\phi 63)} = f \cdot n = 0,25 \cdot 1717 = 429 \text{ mm/min} \quad (3.27)$$

f: podajanje [mm/vrt] ⁴⁸n: vrtljaji [min^{-1}] – izračun po enačbi 3.24, 3.25 v_f : podajalna hitrost [mm/min]

$$t_{t10} = \frac{L_{10(\phi 56)}}{v_{f(\phi 56)}} + \frac{L_{10(\phi 63)}}{v_{f(\phi 63)}} = \frac{29}{501} + \frac{15}{429} = 0,0889 \text{ min} \quad (3.28)$$

 t_t : tehnološki čas ene operacije ⁴⁹Pot gibanja: $\phi 56 - \phi 0$ Pri čelnem struženju upoštevamo polmer: $r(x)_{\text{del}} = 28 \text{ mm}$ Dodatek za nalet: $x_{\text{nalet}} = 2 \text{ mm}$

Skupna dolžina poti pri čelnem struženju:

$$X = r(x)_{\text{del}} + x_{\text{nalet}} = 28 + 2 = 30 \text{ mm}$$

Premer pri omejitvi vrtljajev:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} \rightarrow d = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi n} = \frac{340 \cdot 1000}{\pi \cdot 4000} = 27.05 \text{ mm} \quad (3.29)$$

 $r(x)_{n1=4000} = 13,525 \text{ mm}$ --> konstantna podajalna hitrost mm/min $r(x)_{n2=1538-4000} = 16,475 \text{ mm}$ --> nekonstantna podajalna hitrost mm/min⁴⁷ Glej delovni potek / delavniško risbo⁴⁸ Glej opombo 28⁴⁹ Glej vir [3]

$$v_{f1} = f \cdot n = \int_{n_1}^{n_2} f \cdot dn = f \cdot \int_{n_1}^{n_2} dn = f \cdot \frac{n_1+n_2}{2} = 0,25 \cdot \frac{2004+4000}{2} = 750,5 \text{ mm/min} \quad (3.8)$$

$$v_{f2} = f \cdot n = 0,25 \cdot 4000 = 1000 \text{ mm/min} \quad (3.30)$$

f: podajanje [mm/vrt]⁵⁰

n: vrtljaji [min⁻¹]

v_f: podajalna hitrost [mm/min]

$$t_t = \frac{r(x)n_2}{v_{f1}} + \frac{r(x)n_1}{v_{f2}} = \frac{16,475}{750,5} + \frac{13,525}{1000} = 0,0355 \text{ min} \approx 0,04 \text{ min} \quad (3.31)$$

$$t_{t,cel_op_10} = t_t + t_{t10} = 0,04 + 0,0889 \approx 0,13 \text{ min} \quad (3.32)$$

t_t: tehnološki čas ene operacije – po enačbi 3.31

t_{t,cel_op_10}: skupni tehnološki čas operacije 10⁵¹

Kontrola kvalitete površine ter izbira tolerančnega polja po ISO:

Ker gre tukaj za srednjo/fino obdelavo površine, ki bo še brušena, je ta del bolj informativne – teoretične narave.

N8:

IT10

R_a=3,2

$$R_{tt} = \frac{f^2}{8 \cdot r} [\mu\text{m}] \quad (3.33)$$

$$R_{tt} = \frac{0,25^2}{8 \cdot 0,8} = 9,77 \mu\text{m} \quad (3.34)$$

$$R_a = \frac{R_{tt}}{4} \quad (3.35)$$

$$R_a = \frac{9,77}{4} = 2,44 \mu\text{m} \quad (3.36)$$

R_{tt}: teoretična hrapavost pri struženju [μm]

R_a: srednje odstopanje profila [μm]

f: podajanje [mm/vrt]⁵²

r_ε: radij zaokrožitve konice noža

⁵⁰ Glej opombo 28

⁵¹ Glej vir [3]

⁵² Glej opombo 28

3.4. IZRAČUN ZA OPERACIJO 20

Pri operaciji 20 se postruži utor 2x0,25.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St 52-3 U
- Kvaliteta obdelave: N8⁵³
- Rezalni material: karbidna trdina K20 z oplastenjem iz Ti/Al₂O₃
- Predpostavljen obstojni čas: T = 45 min
- Predpostavljena obraba proste ploskve: 0,5 mm (na največji točki obdelave)

Izbira delovnih pogojev:

- Rezalna hitrost v_c : 250 m/min = 4,167 m/s⁵⁴
- Podajanje f : 0,05 mm/vrt⁵⁵
- Specifična rezalna sila k_{c1x1} : 1499 N/mm²⁵⁶
- Eksponent 1-z: 0,708⁵⁷
- a_p : 0.25mm (iz $\phi 50 - \phi 49.5$ mm)⁵⁸
- $\mu = 0,8$ ⁵⁹
- $n_{max} = 4000$ min⁻¹⁶⁰
- $P_{EM(instalirano)} = 11$ kW⁶¹

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = b \cdot k_{c1x1} \cdot h^{1-z} = 0,314 \cdot 1499 \cdot 0,0500^{0,708} = 56,471 N \quad (3.37)$$

$$b = \frac{\pi \cdot r_\epsilon}{2} = \frac{\pi \cdot 0,2}{2} = 0,314 \text{ mm} \quad (3.38)$$

$$h = f = 0,0500 \text{ mm} \quad (3.39)$$

F_c : rezalna sila [N]⁶²

b : širina odrezka [mm]⁶³

h : debelina odrezka [mm]⁶⁴

k_{c1x1} : specifična rezalna sila [N/mm²]⁶⁵

⁵³ Glej delavniško risbo

⁵⁴ Sandvik Coromant Coroguide

⁵⁵ Sandvik Coromant Coroguide

⁵⁶ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

⁵⁷ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

⁵⁸ Gled delovni potek / delavniško risbo

⁵⁹ Izkoristek stroja

⁶⁰ Glej strojni list

⁶¹ Glej strojni list

⁶² Enačba izbrana iz vira [1], stran 92

⁶³ Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.2

⁶⁴ Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.2

z: eksponent ⁶⁶

a_p: globina rezanja [mm] ⁶⁷

f: podajanje [mm/vrt] ⁶⁸

Izračun moči P_c:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{56,471 \cdot 4,167}{0,8} = 0,294 \text{ kW} \quad (3.40)$$

P_c: rezalna moč [kW] ⁶⁹

F_c: rezalna sila [N] – izračun enačba 3.56

V_c: rezalna hitrost [m/s] ⁷⁰

μ: izkoristek stroja

Preveritev pogoja P_{EM} < P_{EM(instalirano)}

$$P_{EM} = P_c = 0,294 \text{ kW} < P_{EM(instalirano)} = 11 \text{ kW}$$

Izračun območja vrtjajev:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{250 \cdot 1000}{\pi 50} = 1591,55 \text{ min}^{-1} \quad (3.41)$$

n: število vrtljajev [min⁻¹]

v_c: rezalna hitrost [m/min] ⁷¹

d: premer obdelanca [mm] ⁷²

Izračun tehnološkega časa:

Pot gibanja: ⁷³

$$L = 2 \text{ mm}$$

Dodatek za nalet: L_{nalet} = 2 mm

Skupna dolžina poti pri obodnem struženju:

$$L_{20} = L + L_{nalet} = 2 + 2 = 4 \text{ mm}$$

$$v_f = f \cdot n = 0,05 \cdot 1591,55 = 79,58 \cong 80 \text{ mm/min} \quad (3.42)$$

⁶⁵ Glej opombo 56

⁶⁶ Glej opombo 57

⁶⁷ Glej delovni potek / delavniško risbo

⁶⁸ Glej opombo 55

⁶⁹ Enačba izbrana iz vira [1], stran 103; izračun enačba 3.1

⁷⁰ Glej opombo 54

⁷¹ Glej opombo 54

⁷² Glej delovni potek / delavniško risbo

⁷³ Glej delovni potek / delavniško risbo

f: podajanje [mm/vrt] ⁷⁴

n: vrtljaji [min⁻¹] – izračun enačba 3.41

v_f: podajalna hitrost [mm/min]

$$t_{t20} = \frac{L_{20}}{v_f} = \frac{4}{80} = 0,05 \text{ min} \quad (3.43)$$

$$t_{t,cel_op_20} = 0,05 \text{ min} \quad (3.44)$$

t_t: tehnološki čas ene operacije ⁷⁵

t_{t,cel_op_20}: skupni tehnološki čas operacije 20

Kontrola kvalitete površine ter izbira tolerančnega polja po ISO:

Ker gre tukaj za utorno struženje, kvalitete površine ne bomo kontrolirali zaradi tega, ker nož v zarezovanju, razen, ko pride do lastnih vzbujenih nihanj, ali pa ko je ploščica obrabljena, ne pušča sledov na površini, saj ni "vijačnega" gibanja po površini.

⁷⁴ Glej opombo 55

⁷⁵ Glej vir [3]

3.5. IZRAČUN ZA OPERACIJO 25

Pri operaciji 25 se vrta luknja $\phi 30$. Vrta se v globino $L=40$ mm.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St 52-3 U
- Kvaliteta obdelave: N8
- Stopnja obdelave po ISO: IT11
- Rezalni material: karbidna trdina P20 z oplastenjem iz Ti/Al_N
- Predpostavljena obstojna pot: $L = 5500$ mm
- Predpostavljena obraba proste ploskve: 0,5 mm (na največji točki obdelave)

Izbira delovnih pogojev:

- Rezalna hitrost v_c : 78 m/min = 1,3 m/s (Sandvik Coroguide)
- Podajanje f : 0,25 mm/vrt (Sandvik Coroguide)
- Specifična rezalna sila k_{c1x1} : 2380 N/mm² (TO str 145)
- Eksponent 1-z: 0,84 (TO str 145)
- a_p : 40 mm (kot pri vrhu 118°)
- $\mu=0,82$ (izkoristek stroja)
- $n_{max}=4000$ min⁻¹ (strojni list)
- $P_{EM(instalirano)} = 24$ kW (strojni list)

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = k_{c1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-z} = 2380 \cdot \frac{30}{\sin \frac{118}{2}} \cdot 0,107^{0,84} = 12744,27 \text{ N} \quad (3.45)$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \left(\frac{\varphi}{2} \right) = \frac{0,25}{2} \cdot \sin \left(\frac{118}{2} \right) = 0,107 \text{ mm} \quad (3.46)$$

F_c : rezalna sila [N]

h : debelina odrezka [mm]

k_{c1x1} : specifična rezalna sila [N/mm²]

z : eksponent

a_p : globina rezanja [mm]

f : podajanje [mm/vrt]

φ : kot pri vrhu

Izračun moči P_c :

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{2744,27 \cdot 1,3}{0,8} = 20,709 \text{ kW} \quad (3.47)$$

F_c : rezalna sila [N]

V_c : rezalna hitrost [m/s]

μ : izkoristek stroja

Preveritev pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$

$$P_{EM} = P_c = 20,709 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW}$$

Izračun območja vrtjajev:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{78 \cdot 1000}{\pi \cdot 30} = 827,61 \text{ min}^{-1} \quad (3.48)$$

n : število vrtljajev [min^{-1}]

v_c : rezalna hitrost [m/min]

d : premer svedra [mm]

Izračun tehnološkega časa:

Pot gibanja:

$$L = 40 \text{ mm}$$

$$t_{t_{0,25}} = \frac{L}{v_f} = \frac{40}{207} = 0,193 \text{ min} \quad (3.49)$$

$$v_f = n \cdot f = 827,61 \cdot 0,25 = 207 \text{ mm/min} \quad (3.50)$$

f : podajanje [mm/vrt]

n : vrtljaji [min^{-1}]

v_f : podajalna hitrost [mm/min]

3.6. IZRAČUN ZA OPERACIJO 30

Pri operaciji 30 gre za notranje grobo obodno struženje, pri tem gre za povečanje notranjega premera iz $\phi 30$ na $\phi 33$ oz. $\phi 35$.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St 52-3 U
- Kvaliteta obdelave: N8 ⁷⁶
- Rezalni material: karbidna trdina K20 z oplastenjem iz Ti/Al_N
- Predpostavljen obstojni čas: T = 45 min
- Predpostavljena obraba proste ploskve: 0,5 mm (na največji točki obdelave)

Izbira delovnih pogojev:

- Rezalna hitrost v_c : 415 m/min = 6,917 m/s ⁷⁷
- Podajanje f : 0,06 mm/vrt ⁷⁸
- Specifična rezalna sila k_{c1x1} : 1499 N/mm² ⁷⁹
- Eksponent 1-z: 0,708 ⁸⁰
- a_p : 1,5mm (iz $\phi 30$ - $\phi 33$ mm) ⁸¹
- a_p : 2,5mm (iz $\phi 30$ - $\phi 35$ mm) ⁸²
- $\mu=0,8$ ⁸³
- $n_{max}=4000 \text{ min}^{-1}$ ⁸⁴
- $P_{EM(\text{instalirano})} = 11 \text{ kW}$ ⁸⁵

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_{c(\phi 33)} = b \cdot k_{c1x1} \cdot h^{1-z} = 1,5057 \cdot 1499 \cdot 0,0598^{0,708} = 307,2N \quad (3.52)$$

$$F_{c(\phi 35)} = b \cdot k_{c1x1} \cdot h^{1-z} = 2,5095 \cdot 1499 \cdot 0,0598^{0,708} = 512,03N \quad (3.53)$$

$$b_{(\phi 33)} = \frac{a_p}{\sin \kappa} = \frac{1,5}{\sin 95^\circ} = 1,5057 \text{ mm} \quad (3.54)$$

$$b_{(\phi 35)} = \frac{a_p}{\sin \kappa} = \frac{2,5}{\sin 95^\circ} = 2,5095 \text{ mm} \quad (3.55)$$

$$h_{(\phi 33)} = f \cdot \sin \kappa = 0,06 \cdot \sin 95 = 0,0598 \text{ mm} \quad (3.56)$$

⁷⁶ Glej delavniško risbo

⁷⁷ Sandvik Coromant Coroguide

⁷⁸ Sandvik Coromant Coroguide – potreben parameter za izračun R_{tt}

⁷⁹ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

⁸⁰ Postopki odrezavanja stran 97, preglednica 4.3

⁸¹ Glej delovni potek / delavniško risbo

⁸² Glej delovni potek / delavniško risbo

⁸³ Izkoristek stroja

⁸⁴ Strojni list

⁸⁵ Strojni list

$$h_{(\phi 35)} = f \cdot \sin \kappa = 0,06 \cdot \sin 95 = 0,0598 \text{ mm} \quad (3.57)$$

F_c : rezalna sila [N]⁸⁶

b : širina odrezka [mm]⁸⁷

h : debelina odrezka [mm]⁸⁸

$k_{c1 \times 1}$: specifična rezalna sila [N/mm²]⁸⁹

z : eksponent⁹⁰

a_p : globina rezanja [mm]⁹¹

f : podajanje [mm/vrt]⁹²

κ : nastavni kot orodja

Izračun moči P_c :

$$P_{c(\phi 33)} = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{307,2 \cdot 6,917}{0,8} = 2,656 \text{ kW} \quad (3.58)$$

$$P_{c(\phi 35)} = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{512,03 \cdot 6,917}{0,8} = 4,427 \text{ kW} \quad (3.59)$$

P_c : rezalna moč [kW]⁹³

F_c : rezalna sila [N]

V_c : rezalna hitrost [m/s]⁹⁴

μ : izkoristek stroja

Preveritev pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$

$$P_{EM} = P_c = 4,427 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 11 \text{ kW}$$

Izračun območja vrtjajev:

$$n_{(\phi 53,3)} = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{415 \cdot 1000}{\pi \cdot 33} = 4002 \text{ min}^{-1} \quad (3.60)$$

$$n_{(\phi 55,3)} = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{415 \cdot 1000}{\pi \cdot 35} = 3774 \text{ min}^{-1} \quad (3.61)$$

n : število vrtljajev [min⁻¹]

v_c : rezalna hitrost [m/min]⁹⁵

d : premer obdelanca [mm]⁹⁶

⁸⁶ Enačba izbrana iz vira [1], stran 92

⁸⁷ Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.2

⁸⁸ Enačba izbrana iz vira [1], stran 91; izračun enačba 3.3

⁸⁹ Glej opombo 79

⁹⁰ Glej opombo 80

⁹¹ Glej delovni potek / delavniško risbo

⁹² Glej opombo 78

⁹³ Enačba izbrana iz vira [1], stran 103; izračun enačba 3.1

⁹⁴ Glej opombo 77

⁹⁵ Glej opombo 77

⁹⁶ Glej delovni potek / delavniško risbo

Izračun tehnološkega časa:Pot gibanja: ⁹⁷

$$L_{(\phi 33)} = 30 \text{ mm}$$

$$L_{(\phi 35)} = 10 \text{ mm}$$

Dodatek za nalet: $L_{\text{nalet}} = 2 \text{ mm}$

Skupna dolžina poti pri obodnem struženju:

$$L_{30(\phi 33)} = L_{(\phi 33)} + L_{\text{nalet}} = 30 + 2 = 32 \text{ mm}$$

$$L_{30(\phi 35)} = L_{(\phi 35)} = 10 \text{ mm}$$

$$v_{f(\phi 33)} = f \cdot n = 0,06 \cdot 4002 = 240 \text{ mm/min} \quad (3.62)$$

$$v_{f(\phi 35)} = f \cdot n = 0,06 \cdot 3774 = 227 \text{ mm/min} \quad (3.63)$$

f: podajanje [mm/vrt]

n: vrtljaji [min^{-1}] v_f : podajalna hitrost [mm/min]

$$t_{t30} = \frac{L_{30(\phi 33)}}{v_{f(\phi 35)}} + \frac{L_{30(\phi 33)}}{v_{f(\phi 33)}} = \frac{32}{240} + \frac{10}{227} = 0,177 \text{ min} \quad (3.64)$$

 t_t : tehnološki čas ene operacije**Kontrola kvalitete površine ter izbira tolerančnega polja po ISO:**

N8:

IT10

 $R_a = 3,2$

$$R_{tt} = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon} [\mu\text{m}] \quad (3.65)$$

$$R_{tt} = \frac{0,06^2}{8 \cdot 0,2} = 2,25 \mu\text{m} \quad (3.66)$$

$$R_a = \frac{R_{tt}}{4} \quad (3.67)$$

$$R_a = \frac{2,25}{4} = 0,6 \mu\text{m} \quad (3.68)$$

R_{tt}: teoretična hrapavost pri struženju [μm]R_a: srednje odstopanje profila [μm]

f: podajanje [mm/vrt]

 r_ϵ : radij zaokrožitve konice noža⁹⁷ Glej delovni potek / delavniško risbo

3.7. IZRAČUN ZA OPERACIJO 35

Pri operaciji 35 se vrtajo 3 luknje $\phi 5$. Vrta se v dolžino $L=8.5\text{mm}$ oz. do preboja.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St52-3U
- Kvaliteta obdelave: N8
- Stopnja obdelave po ISO: IT11
- Rezalni material: HSS oplaščen s TiN
- Predpostavljena obstojna pot: $L = 5500\text{ mm}$
- Predpostavljena obraba proste ploskve: $0,5\text{ mm}$ (na največji točki obdelave)

Izbira delovnih pogojev:

- Rezalna hitrost v_c : $42\text{ m/min} = 0,7\text{ m/s}$ (Dormer selector)
- Podajanje f : $0,225\text{ mm/vrt}$ (Dormer selector)
- Specifična rezalna sila k_{c1x1} : 2380 N/mm^2 (TO str 145)
- Eksponent $1-z$: $0,84$ (TO str 145)
- a_p : $8,5\text{ mm}$ (kot pri vrhu 130°)
- $\mu=0,82$ (izkoristek stroja)
- $n_{\max}=4000\text{ min}^{-1}$
- $P_{EM(\text{instalirano})} = 24\text{ kW}$

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = k_{c1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-z} = 2380 \cdot \frac{5}{\sin \frac{130}{2}} \cdot 0,1019^{0,84} = 1928,14\text{ N} \quad (3.69)$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \left(\frac{\varphi}{2} \right) = \frac{0,225}{2} \cdot \sin \left(\frac{130}{2} \right) = 0,1019\text{ mm} \quad (3.70)$$

F_c : rezalna sila [N]

h : debelina odrezka [mm]

k_{c1x1} : specifična rezalna sila [N/mm^2]

z : eksponent

a_p : globina rezanja [mm]

f : podajanje [mm/vrt]

φ : kot pri vrhu

Izračun moči P_c :

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{1928,14 \cdot 0,7}{0,8} = 1,687\text{ kW} \quad (3.71)$$

F_c : rezalna sila [N]

V_c : rezalna hitrost [m/s]

μ : izkoristek stroja

Preveritev pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$

$$P_{EM} = P_c = 1,687 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW}$$

Izračun območja vrtjajev:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{42 \cdot 1000}{\pi 5} = 2673,8 \text{ min}^{-1} \quad (3.72)$$

n : število vrtljajev [min^{-1}]

v_c : rezalna hitrost [m/min]

d : premer svedra [mm]

Izračun tehnološkega časa:

Pot gibanja:

$$L = 8,5$$

$$t = \frac{L}{v_f} = \frac{8,5}{601,6} \cong 0,014 \text{ min} \quad (3.73)$$

$$v_f = n \cdot f = 2673,8 \cdot 0,225 \cong 601,6 \text{ mm/min} \quad (3.74)$$

$$t_{t_{35}} = t \cdot \zeta = 0,014 \cdot 3 = 0,042 \text{ min} \quad (3.75)$$

f : podajanje [mm/vrt]

n : vrtljaji [min^{-1}]

v_f : podajalna hitrost [mm/min]

t_t : tehnološki čas ene operacije

ζ : število izvrtin (delavniška risba)

3.8. IZRAČUN ZA OPERACIJO 40

Pri operaciji 40 se vrezujejo 3 navoji M6

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St52-3U
- Kvaliteta obdelave: N8
- Stopnja obdelave po ISO: IT11
- Rezalni material: Karbidna trdina oplaščena s TiAlN-X
- Predpostavljena obstojnost – Dormer selector: 753 vrezovanj

Izbira delovnih pogojev:

- Rezalna hitrost v_c : 57 m/min = 0,95 m/s (Dormer selector)
- Podajanje f : 0,10 mm/vrt
- $\mu=0,82$ (izkoristek stroja)
- $n_{\max}=4000 \text{ min}^{-1}$ (strojni list)
- $P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW}$ (strojni list)

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = \frac{M_c}{\frac{d}{2}} \cdot \frac{10420}{\frac{6}{2}} = 3473 \text{ N} \quad (3.76)$$

F_c : rezalna sila [N]

f : podajanje [mm/vrt]

Izračun moči P_c :

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{\mu} = \frac{3473 \cdot 0,95}{0,8} = 4,124 \text{ kW} \quad (3.77)$$

F_c : rezalna sila [N]

V_c : rezalna hitrost [m/s]

μ : izkoristek stroja

Preveritev pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$

$$P_{EM} = P_c = 4,124 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW}$$

Izračun območja vrtjajev:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi d} = \frac{57 \cdot 1000}{\pi 6} = 3024 \text{ min}^{-1} \quad (3.78)$$

n : število vrtljajev [min^{-1}]

v_c : rezalna hitrost [m/min]

d: premer svedra [mm]

Izračun tehnološkega časa:

Pot gibanja:

$L = (6,5 + 2) \cdot 2 = 17\text{mm}$ (navoj se po koraku vreže in tudi isteče pod istimi parametri)

$$t_t = \frac{L}{v_f} = \frac{17}{302,4} = 0,06 \cong 0,12 \text{ min} - \text{dodatek k tehnološkemu času zaradi zaustavitve in pospeševanja navojnega svedra ob koncu vrezanja navoja.} \quad (3.79)$$

$$v_f = n \cdot f = 3024 \cdot 0,1 = 302,4 \text{ mm/min} \quad (3.80)$$

$$t_{t_{40}} = t_t \cdot \zeta = 0,12 \cdot 3 = 0,36 \text{ min} \quad (3.81)$$

f: podajanje [mm/vrt]

n: vrtljaji [min^{-1}]

v_f : podajalna hitrost [mm/min]

t_t : tehnološki čas ene operacije

ζ : število vrezanih navojev (delavniška risba)

3.9. IZRAČUN ZA OPERACIJO 45

Pri operaciji 45 izvedemo freziranje robov z rezkarjem Dormer S007 (S0078.0)

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca po DIN: St 52-3 U
- Kvaliteta obdelave: N8
- Rezalni material: karbidna trdina K10
- Predpostavljen obstojni čas: $T = 60 \text{ min}$

Izbira delovnih pogojev:

- Podajanje na zob rezkala: $f_z: 0,014 \text{ mm/zob}$
- Rezalna hitrost $v_c: 71 \text{ m/min} = 1,183 \text{ m/s}$

Izračun rezalne sile $F_{c,sr}$:

$$F_{c,sr} = \frac{a_p \cdot b \cdot f}{\pi \cdot d} \cdot k_{c,sr} = 447,83 \text{ N}$$

| | |
|--|-------------------------------|
| $F_{c,sr} \text{ [N]}$ | povprečna glavna rezalna sila |
| $a_p = 10 \text{ mm}$ | globina reza |
| $b = 3,5 \text{ mm}$ | širina odrezka |
| $f = f_z \cdot Z_n = 0,056 \text{ mm/vrt}$ | podajanje |
| $Z_n = 4$ | število zob rezkala |
| $k_{c,sr} = 5742,5 \text{ N/mm}^2$ | srednja specifična sila |

$$k_{c,sr} = k_{c1x1sr} \cdot h_{sr}^{-z} = 5742,5 \text{ N/mm}^2$$

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| $k_{c1x1sr} = 1950$ | koeficient |
| $h_{sr} = 0,0157 \text{ mm}$ | srednja debelina odrezka |
| $z = 0,26$ | |

$$h_{sr} = f_z \sqrt{\frac{a_p}{d}}$$

| | |
|--------------------|--------------------------|
| $d = 8 \text{ mm}$ | največji premer rezkarja |
|--------------------|--------------------------|

Določitev števila vrtljajev n :

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{71 \cdot 1000}{\pi \cdot 8} = 2825 \text{ min}^{-1}$$

| |
|--|
| n : število vrtljajev [min^{-1}] |
| v_c : rezalna hitrost [m/min] |
| d : največji premer rezkarja [mm] |

Izračun moči P_c :

$$P_c = \frac{F_{c,sr} \cdot v_c}{\mu} = \frac{447,83 \cdot 1,183}{0,8} = 0,662 \text{ kW}$$

P_c : rezalna moč [kW]

F_c : rezalna sila [N]

V_c : rezalna hitrost [m/s]

μ : izkoristek stroja

Preveritev pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$

$$P_{EM} = P_c = 0,662 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW}$$

Izračun tehnološkega časa:

$$t_t = \frac{l + l_1 + l_2}{f \cdot n} \cdot i = \frac{28,86 + 10,5 + 10}{0,056 \cdot 2825} \cdot 2 = 0,624 \text{ min}$$

| | |
|-------------------------|--|
| t_t | tehnološki čas frezanja enega posnetja |
| $l = 28,86 \text{ mm}$ | dolžina obdelovane konture (glej delavniško risbo) |
| $l_1 = 10,5 \text{ mm}$ | pot naleta orodja |
| $l_2 = 10 \text{ mm}$ | pot izteka orodja |
| f : | podajanje |
| n : | število vrtljajev |
| i : | število rezov |

$$t_{t45} = t_t \cdot \zeta = 0,624 \cdot 50 = 31,20 \text{ min}$$

t_{t45} : celotni tehnološki čas frezanja za serijo 50 izdelkov

ζ : število kosov (matic) v celotni seriji

Določitev potrebnega števila orodij:

$$x = \frac{t_{t45}}{T} = \frac{31,20}{60} = 0,52 \cong 1$$

T : predpostavljeni čas obstojnosti

Za izvedbo naročila potrebujemo 1 rezkar!!

Cena rezkarja Dormer S00708: 1 kos = 37 €

4. IZRAČUN POTREBNIH ČASOV ZA IZDELAVO CELOTNEGA NAROČILA

- Operacije so sledeče:

05 Žaganje

Predpostavljen čas odmika žage ter potiska novega surovca $t_p = 15 \text{ s} = 0,25 \text{ min}$

Pripravljalno zaključni čas stroja $t_{pz} = 30 \text{ min}$

Število kos v seriji: 50 kos

Tehnološki čas:

$$t_{t_{05}} = 0,60 \text{ min}$$

Skupni pomožni čas t_p :

$$t_{p_{05}} = 0,25 \text{ min}$$

Izračun časa izdelave pri operaciji žaganja:

$$t_i = t_t + t_p = 0,60 + 0,25 = 0,85 \text{ min}$$

Izračun norme t_1 :

$$t_1 = t_i \cdot (1 + K_d) = 0,85 \cdot (1 + 0,2) = 1,02 \text{ min}$$

t_1 : norma [min]

t_i : čas izdelave [min]

K_d : koeficient dodatnega časa

Izračun časa, potrebnega za izdelavo celotnega naročila t_N :

$$t_N = t_{pz} + Z_N \cdot t_1 = 30 + 50 \cdot 1,02 = 81 \text{ min}$$

t_N : čas, potrebnega za izdelavo celotnega naročila [min]

t_{pz} : pripravljajalno – zaključni čas [min]

Z_N : število kosov v seriji

t_1 : izdelovalni čas [min]

- Operacije si nadalje sledijo:

10 Čelna poravnava in grobo obodno struženje L=40mm

15 Obodno fino struženje $\phi 50$, L=25mm

20 Struženje utora 2x0.25mm

25 Vrtanje $\phi 30$ L=40mm

30 Notranje grobo obodno struženje

35 Vrtanje $\phi 5$

40 Vrezavanje navojev M6

Predpostavljen čas menjave pozicije orodij v revolverju ter čas približevanja ter oddaljevanja

orodja $t_p = 5 \text{ s} = 0,08 \text{ min}$

Pripravljalno zaključni čas stroja $t_{pz} = 65 \text{ min}$

Število kos v seriji: 50 kos

Skupni tehnološki dotičnih operacij

$$t_{t_skupni} = t_{t_op_10} + t_{t_op_15} + t_{t_op_20} + t_{t_op_25} + t_{t_op_30} + t_{t_op_35} + t_{t_op_40} = 0,13 + 0,162 + 0,05 + 0,193 + 0,177 + 0,042 + 0,36 = 1,08 \text{ min}$$

Skupni pomožni čas t_p :

$$t_p = t_p \cdot \zeta = 0,08 \cdot 7 = 0,56 \text{ min}$$

ζ : število menjav orodja

Izračun časa izdelave:

$$t_i = t_t + t_p = 1,08 + 0,56 = 1,64 \text{ min}$$

Izračun norme t_1 :

$$t_1 = t_i \cdot (1 + K_d) = 1,64 \cdot (1 + 0,2) = 1,97 \text{ min}$$

t_1 : norma [min]

t_i : čas izdelave [min]

K_d : koeficient dodatnega časa

Izračun časa, potrebnega za izdelavo celotnega naročila t_N :

$$t_N = t_{pz} + Z_N \cdot t_1 = 65 + 50 \cdot 1,97 = 163,5 \text{ min}$$

t_N : čas, potrebnega za izdelavo celotnega naročila [min]

t_{pz} : pripravljajalno – zaključni čas [min]

Z_N : število kosov v seriji

t_1 : izdelovalni čas [min]

5. DOLOČITEV POTREBNEGA ŠTEVILA REZALNIH PLOŠČIC TER ORODIJ ZA IZBRANO SERIJO IN DOLOČITEV KONČNE CENE IZDELKA

Vsa potrebna orodja pri tej seriji so:

- Krožna žaga GSP DIN 1838 (operacija 05)
- Rezalna ploščica WNMG 080408-PM 4225 Sandvik (operacija 10)
- Rezalna ploščica WNMG 080404-PF 4225 Sandvik (operacija 15)
- Rezalna ploščica Sandvik L123E2-0200-0502-CM 1125 (operacija 20)
- Rezalna ploščica Sandvik WPMT 02 01 04-PF 4225 (operacija 30)
- Sveder $\phi 30$ R411.5-30034D P20 Sandvik (operacija 25)
- Sveder $\phi 5$ Dormer A5205.0 ADX A520 (operacija 35)
- Navojni sveder Dormer M6 J1104.5X1.0 (operacija 40)
- Rezkar Dormer S0078.0 (operacija 45)

Vse potrebne pomožne naprave ter vpenjalni elementi orodja:

- Tračno merilo
- Stružni nož MWLNR 2020K 08 Sandvik
- Stružni nož A06F-SWLPR 02 Sandvik
- Stružni nož RF123E15-2020B Sandvik
- VDI vpenjalo za stužnice Index werke W1300042
- Vpenjalne čeljusti trde
- Pomično merilo Mitutoyo 500-731-10
- VDI držalo za stružnico za stročnice Index werke W1300025
- Ključ za stročnice Index werke 490219.0251
- Stročnica za $\phi 5$ sveder Index werke 94280.2105
- Stročnica za $\phi 30$ sveder 391.27-32 50 075 Sandvik
- VDI držalo Horex sklopka za vrezovanje navoja
- Navojni kaliber M6
- Vpenjalne čeljusti mehke TO_PN_02
- Vpenjalne čeljusti mehke TO_PN_03
- Utorni nož RF123E15-2020B Sandvik
- VDI držalo za gnana orodja Index werke W1300016
- Stročnica Index werke 901930.1070
- Ključ za stročnice Index werke 490219.0161
- Stročnico Index werke 901930.1050
- Vijačno merilo Vijačno merilo 50-75 mm

Število kosov glede na obstojni čas, cena posameznega orodja ter skupni stroški orodij:

- Krožna žaga GSP DIN 1838 B 250x4,0mm

Predpostavljen obstojni čas: 60 min

$t_{t_{05}}$: 0,60 min

$$x = \frac{t_t^{skupni}}{T_{obstojni}} = \frac{t_t \cdot \zeta}{T_{obstojni}} = \frac{0,60 \cdot 50}{60} = 0,5 \rightarrow \text{potrebujemo 1 rezilo}$$

t_t : tehnološki čas enega kosa [min]

T : obstojni čas [min]

ζ : število kosov v seriji

x : potrebno število orodij

Cena enega kosa: 154 €/kos

Skupni strošek: $154 \cdot 1 = 154 \text{ €}$ → skupni strošek za to orodje

- Rezalna ploščica WNMG 080408-PM 4225 Sandvik

Izbran obstojni čas: 45 min (sandvik coromant)

$t_{t_{10}}$: 0,13 min

$$x = \frac{t_t^{skupni}}{T_{obstojni}} = \frac{t_t \cdot \zeta}{T_{obstojni}} = \frac{0,13 \cdot 50}{45} = 0,144 \rightarrow \text{potrebujemo 1 rezalno ploščico}$$

t_t : tehnološki čas enega kosa [min]

T : obstojni čas [min]

ζ : število kosov v seriji

x : potrebno število orodij

Cena enega kosa: 8,23 €/kos

Skupni strošek: $8,23 \cdot 1 = 8,23 \text{ €}$ → skupni strošek za to orodje

- Rezalna ploščica WNMG 080404-PF 4225 Sandvik

Izbran obstojni čas: 45 min (sandvik coromant)

$t_{t_{15}}$: 0,162 min

$$x = \frac{t_t^{skupni}}{T_{obstojni}} = \frac{t_t \cdot \zeta}{T_{obstojni}} = \frac{0,162 \cdot 50}{45} = 0,18 \rightarrow \text{potrebujemo 1 rezalno ploščico}$$

t_t : tehnološki čas enega kosa [min]

T : obstojni čas [min]

ζ : število kosov v seriji

x : potrebno število orodij

Cena enega kosa: 8,23 €/kos

Skupni strošek: $8,23 \cdot 1 = 8,23 \text{ €} \rightarrow$ *skupni strošek za to orodje*

- Rezalna ploščica Sandvik L123E2-0200-0502-CM 1125

Izbran obstojni čas: 45 min (sandvik coromant)

$t_{t_{20}}$: 0,05 min

$$x = \frac{t_t^{skupni}}{T_{obstojni}} = \frac{t_t \cdot \zeta}{T_{obstojni}} = \frac{0,05 \cdot 50}{45} = 0,06 \rightarrow \textit{potrebujemo 1 rezalno ploščico}$$

t_t : tehnološki čas enega kosa [min]

T: obstojni čas [min]

ζ : število kosov v seriji

x: potrebno število orodij

Cena enega kosa: 9,58 €/kos

Skupni strošek: $9,58 \cdot 1 = 9,58 \text{ €} \rightarrow$ *skupni strošek za to orodje*

- Rezalna ploščica Sandvik WPMT 02 01 04-PF 4225

Izbran obstojni čas: 45 min (sandvik coromant)

$t_{t_{30}}$: 0,177 min

$$x = \frac{t_t^{skupni}}{T_{obstojni}} = \frac{t_t \cdot \zeta}{T_{obstojni}} = \frac{0,177 \cdot 50}{45} = 0,2 \rightarrow \textit{potrebujemo 1 rezalno ploščico}$$

t_t : tehnološki čas enega kosa [min]

T: obstojni čas [min]

ζ : število kosov v seriji

x: potrebno število orodij

Cena enega kosa: 8,58 €/kos

Skupni strošek: $8,58 \cdot 1 = 8,58 \text{ €} \rightarrow$ *skupni strošek za to orodje*

- Sveder $\phi 30$ R411.5-30034D P20 Sandvik

Izbrana obstojnostna pot: 5.500 mm (Dormer selector)

$L_{t_{25}}$: 40 mm \rightarrow skupna pot

$$x = \frac{L_t^{skupni}}{L_{obstojni}} = \frac{L_t \cdot \zeta}{L_{obstojni}} = \frac{40 \cdot 50}{5500} = 0,36 \rightarrow \textit{potrebujemo 1 sveder}$$

L_t : tehnološka pot enega kosa [min]

L: obstojna pot [mm]

ζ : število kosov v seriji

x: potrebno število orodij

Cena enega kosa: 225 €/kos

Skupni strošek: $225 \cdot 1 = 225 \text{ €} \rightarrow$ *skupni strošek za to orodje*

- Sveder $\phi 5$ A5205.0 ADX A520 Dormer

Izbrana obstojnostna pot: 5500 mm (Dormer selector)

$L_{t_{35}}$: 78 mm \rightarrow skupna pot za vse tri luknje

$$x = \frac{L_t^{\text{skupni}}}{L_{\text{obstojni}}} = \frac{L_t \cdot \zeta}{L_{\text{obstojni}}} = \frac{25,5 \cdot 50}{5500} = 0,23 \rightarrow \text{potrebujemo 1 sveder}$$

L_t : tehnološka pot enega kosa [min]

L: obstojna pot [mm]

ζ : število kosov v seriji

x: potrebno število orodij

Cena enega kosa: 5,89 €/kos

Skupni strošek: $5,89 \cdot 1 = 5,89 \text{ €} \rightarrow$ *skupni strošek za to orodje*

- Navojni sveder Dormer M6 J1104.5X1.0

Izbrana obstojnost orodja: 753 vrezanih navojev globine 6.5mm (Dormer selector)

$X_{t_{40}}$: 3 navoji \rightarrow skupno število vrezanih navojev na enem kosu

$$x = \frac{X_t^{\text{skupni}}}{X_{\text{obstojni}}} = \frac{X_t \cdot \zeta}{X_{\text{obstojni}}} = \frac{3 \cdot 50}{753} = 0,2 \rightarrow \text{potrebujemo 1 sveder}$$

X_t : Število vrezovanj navoja [kos]

X: izbrano število vrezovanj navojev z enim orodjem [kos]

ζ : število kosov v seriji

x: potrebno število orodij

Cena enega kosa: 155 €/kos

Skupni strošek: $155 \cdot 1 = 155 \text{ €} \rightarrow$ *skupni strošek za to orodje*

- Cena rezkarja Dormer S00708: 1 kos = 37 €

Potrebno število rezkrajev je bilo že izračunano (glej »izračun operacije 45«)

- Seznam vseh potrebnih orodij in priprav ter izračun stroškov na kos

| | Orodje/priprava | Cena na enoto [€] | Št. Enot: [kos] | Skupna cena: [€] |
|-----|---|-------------------|-----------------|------------------|
| 1. | Krožna žaga GSP DIN 1838 B 250x4,0mm | 154 | 1 | 154 |
| 2. | Rezalna ploščica WNMG 080404-PM 4225 Sandvik | 8,23 | 1 | 8,23 |
| 3. | Rezalna ploščica WNMG 080408-PM 4225 Sandvik | 8,23 | 1 | 8,23 |
| 4. | Rezalna ploščica Sandvik L123E2-0200-0502-CM 1125 | 9,58 | 1 | 9,58 |
| 5. | Rezalna ploščica Sandvik WPMT 02 01 04-PF 4225 | 8,58 | 1 | 8,58 |
| 6. | Sveder ϕ 30 R411.5-30034D P20 Sandvik | 225 | 1 | 225 |
| 7. | Sveder ϕ 5 A5205.0 ADX A520 Dormer | 5,89 | 1 | 4,25 |
| 8. | Navojni sveder Dormer M6 J1104.5X1.0 | 155 | 1 | 155 |
| 9. | Rezkar Dormer S00708 | 37 | 1 | 37 |
| 10. | Tračno merilo | 3,00 | 1 | 3,00 |
| 11. | Stružni nož MWLNR 2020K 08 Sandvik | 85,00 | 2 | 170,00 |
| 12. | VDI vpenjalo za stužnice Index werke W1300042 | 135,00 | 3 | 405,00 |
| 13. | Vpenjalne čeljusti trde | 45,00 | 1 | 45,00 |
| 14. | Pomično merilo Mitutoyo 500-731-10 | 115,00 | 1 | 115,00 |
| 15. | VDI držalo za stružnico za stročnice Index werke W1300025 | 153,00 | 2 | 306,00 |
| 16. | Stročnica za ϕ 12 sveder Index werke 901930.3130 | 8,00 | 1 | 8,00 |
| 17. | Ključ za stročnice Index werke 490219.0251 | 15,00 | 1 | 15,00 |
| 18. | Stročnica za ϕ 8 sveder Index werke 901930.3090 | 8,00 | 1 | 8,00 |
| 19. | VDI držalo Horex sklopka za vrezovanje navoja | 215,00 | 1 | 215,00 |
| 20. | Navojni kaliber M60 | 26,00 | 1 | 26,00 |
| 21. | Vpenjalne čeljusti mehke TO_PN_02 | 21,00 | 1 | 21,00 |
| 22. | Vpenjalne čeljusti mehke TO_PN_03 | 21,00 | 1 | 21,00 |
| 23. | Utorni nož RF123E15-2020B Sandvik | 103,00 | 1 | 103,00 |
| 24. | VDI držalo za gnana orodja Index werke W1300016 | 650,00 | 1 | 650,00 |
| 25. | Stročnica Index werke 901930.1070 | 8,00 | 1 | 8,00 |

| | | | | |
|-----|--|-------|----|------------|
| 26. | Ključ za stročnice Index werke 490219.0161 | 15,00 | 1 | 15,00 |
| 27. | Stročnico Index werke 901930.1050 | 8,00 | 1 | 8,00 |
| 28. | Vijačno merilo Vijačno merilo 50-75 mm | 65,00 | 1 | 65,00 |
| | | | Σ: | 2.816,87 € |

Skupni stroški vpenjalnih priprav, orodij ter merilnega orodja znaša 2.816,87 €, kar nam ob seriji 50 kosov da strošek **56,33 €/kos**.

6. ZNAČILNICA ZA OPERACIJO 15

V tem poglavju sta prikazani značilnici orodja in stroja za operacijo 15 – fino obodno struženje.

6.1.Značilnica orodja za postopek struženja

Pri izdelavi značilnice je potrebno v diagram z dvojno logaritemsko mrežo vrisati značilnico za rezalno orodje: za primer operacije 15 je to rezalna ploščica s konstantno obstojnostjo 45 min.

S pomočjo aplikacije Sandvik Coroguide izberemo parametre za rezalno hitrost v_{45} ob dveh poljubnih podajanjih f .

Izbrani parametri:

- razmerje $a/f=5$
- prvo podajanje: $f_1=0,07$ mm/vrt⁹⁸
- drugo podajanje: $f_2=0,3$ mm/vrt⁹⁹
- rezalna hitrost za f_1 : $v_{c45_1}=335$ m/min¹⁰⁰
- rezalna hitrost za f_2 : $v_{c45_2}=245$ m/min¹⁰¹
- rezalni material: karbidna trdina K20
- obrabna obstojnost orodja: $T=45$ min

Iz razmerja $\frac{a}{f} = 5$ izhaja, da je $a = 5 \cdot f$ in $A = a \cdot f = 5 \cdot f \cdot f = 5 \cdot f^2$

Tako je $A_{\max_1,2}=A_{1,2}=5f_{1,2}^2$

$$A_1 = 5 \cdot f_1^2 = 5 \cdot 0,07^2 = 0,0245 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 5 \cdot f_2^2 = 5 \cdot 0,3^2 = 0,45 \text{ mm}^2$$

⁹⁸ Sandvik Coroguide

⁹⁹ Sandvik Coroguide

¹⁰⁰ Sandvik Coroguide

¹⁰¹ Sandvik Coroguide

$A_{1,2}$: prerez odrezka za prvo in drugo podajanje (f_1, f_2)

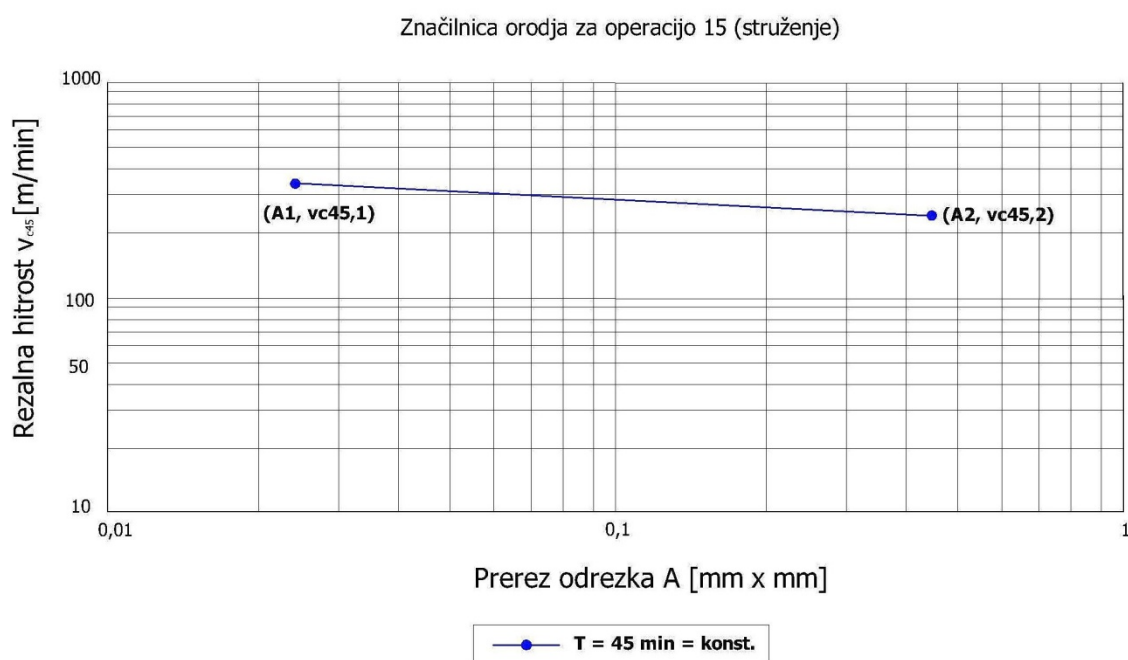
$f_{1,2}$: prvo in drugo podajanje

Optimalni rezalni hitrosti za podajanje f_1 in f_2 znašata pri obstojnosti $T=45$ min:

$v_{c45_1}=335$ m/min

$v_{c45_2}=245$ m/min

Sedaj skozi obe presečišči ($\log A_1, \log A_{c15_1}$) in ($\log A_2, \log A_{c15_2}$) narišemo premico, ki ponazarja značilnico za rezalno orodje z obstojnostjo $T=45$ min.



Pomen značilnice:

Če sta vrednosti za v_c in A izbrani tako, da je njuno presečišče pod premico, tedaj orodje ni povsem izkoriščeno.

Nasprotno pa je, če je presečišče izbranih vrednosti za v_c in A nad premico, orodje preobremenjeno.

6.2.Značilnica stroja za postopek struženja

Pri izračunu značilnice za stroj je bila izbrana rezalna ploščica iz materiala K20 in enaka podajanja f_1 in f_2 . Bruto moč stroja je $P=11$ kW, izkoristek $\mu=0,8$. Izbrani razmerje $a/f=10$.

Izbrani parametri:

- razmerje $a/f=10$
- prvo podajanje: $f_1=0,07$ mm/vrt
- drugo podajanje: $f_2=0,3$ mm/vrt
- rezalni material: K20
- bruto moč stroja: $P=11$ kW
- izkoristek stroja: $\mu=0,8$
- obdelovalni material: St52-3U
- specifična rezalna sila: $k_{c1x1}= 1499N/mm^2$
- eksponent: $1-z= 0,708$
- nastavni kot: $\kappa=95^\circ$

Izračun specifične rezalne sile:

$$k_{c1} = k_{c1x1} \cdot h^{-z} = k_{c1x1} \cdot (f_1 \cdot \sin\kappa)^{-z} = 1499 \cdot (0,07 \cdot \sin 95^\circ)^{-0,708} = 9877N/mm^2$$

$$k_{c2} = k_{c1x1} \cdot h^{-z} = k_{c1x1} \cdot (f_2 \cdot \sin\kappa)^{-z} = 1499 \cdot (0,3 \cdot \sin 95^\circ)^{-0,708} = 3525N/mm^2$$

- $k_{c1,2}$: specifična rezalna sila
- h : debelina odrezka [$f \cdot \sin\kappa$]

Iz razmerja $\frac{a}{f} = 10$ izhaja, da je $a = 10 \cdot f$ in $A = a \cdot f = 10 \cdot f \cdot f = 10 \cdot f^2$

Tako je $A_{\max_{1,2}}=A_{1,2}=10f_{1,2}^2$

$$A_1 = 10 \cdot f_1^2 = 10 \cdot 0,07^2 = 0,049mm^2$$

$$A_2 = 10 \cdot f_2^2 = 10 \cdot 0,3^2 = 0,9mm^2$$

$A_{1,2}$: prerez odrezka za prvo in drugo podajanje (f_1, f_2)

$f_{1,2}$: prvo in drugo podajanje

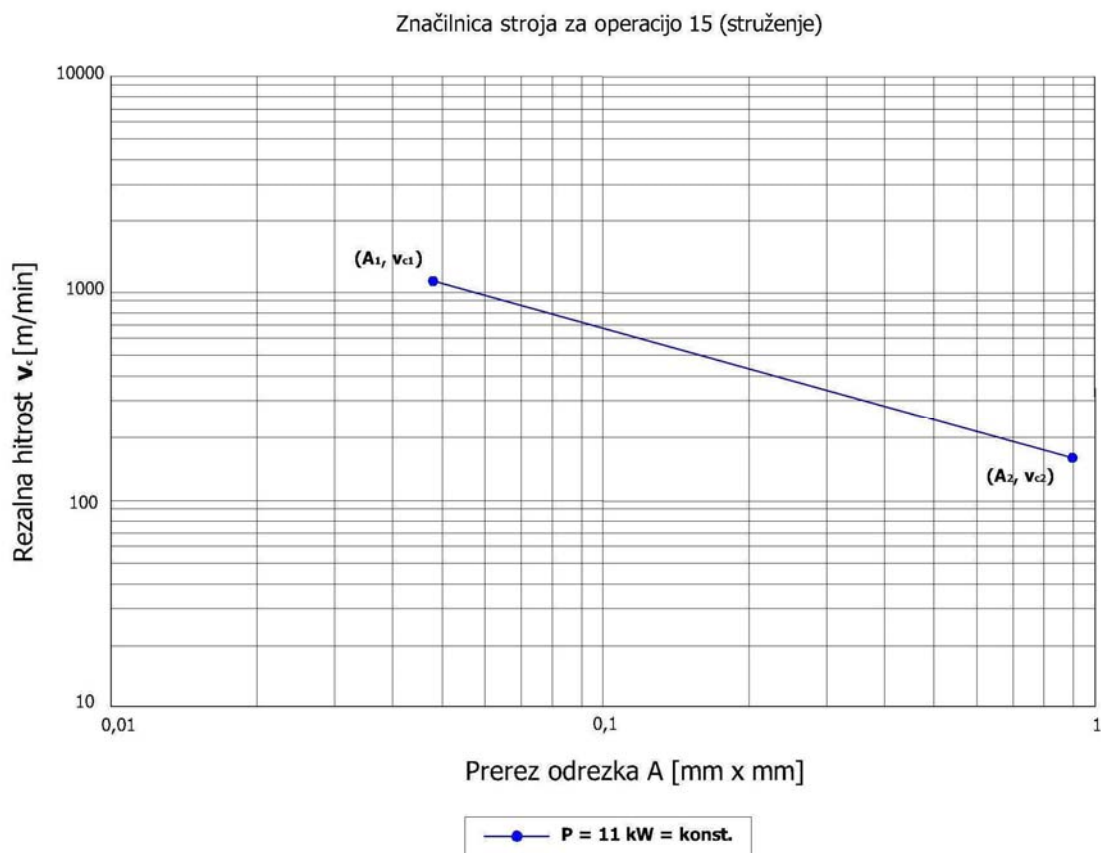
Izračun ustreznih rezalnih hitrosti:

$$v_{c1} = \frac{P_B \cdot \mu}{k_{c1} \cdot a_1 \cdot f_1} = \frac{11000 \cdot 0,8}{9877 \cdot 0,7 \cdot 0,07} = 18,18 \frac{m}{s} = 1091m/min$$

$$v_{c2} = \frac{P_B \cdot \mu}{k_{c2} \cdot a_2 \cdot f_2} = \frac{11000 \cdot 0,8}{3525 \cdot 3 \cdot 0,3} = 2,77 \frac{m}{s} = 166,4m/min$$

- P_B : bruto rezalna moč [W]

- $a_{1,2}: a/f = 10 \rightarrow a = 10f$



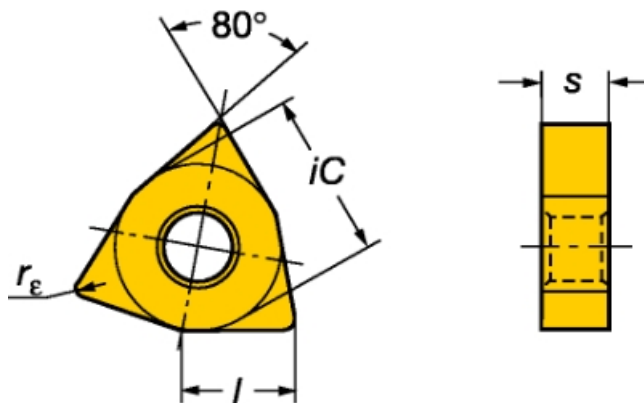
Če sta vrednosti za v_c in A izbrani tako, da je njuno presečišče pod premico, tedaj imenska moč ni izkoriščena.

Nasprotno pa je, če je presečišče izbranih vrednosti za v_c in A nad premico, stroj preobremenjen.

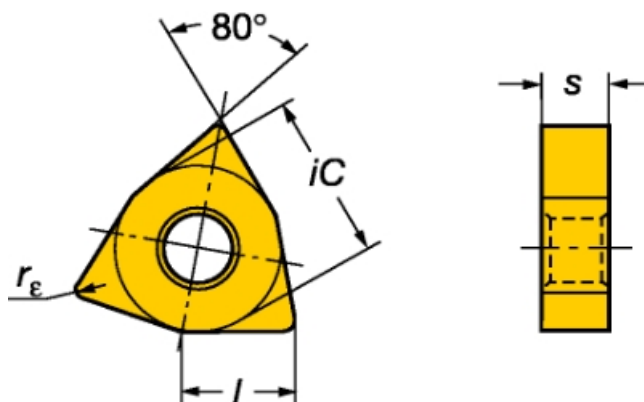
7. RISBE IZBRANIH ORODIJ

V tem poglavju so zbrane risbe/skice orodja, izbrane iz raznih elektronskih katalogov (Sandvik Coroguide, Dormer Selector,...)

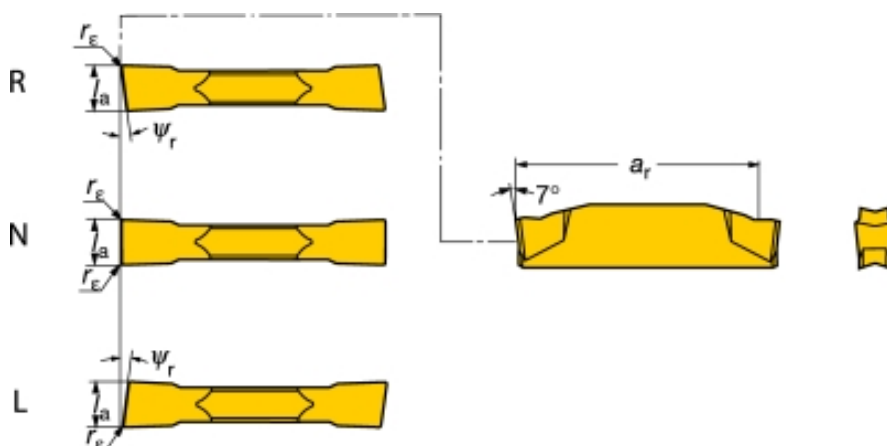
7.1.Rezalna ploščica WNMG 080408-PM 4225 Sandvik



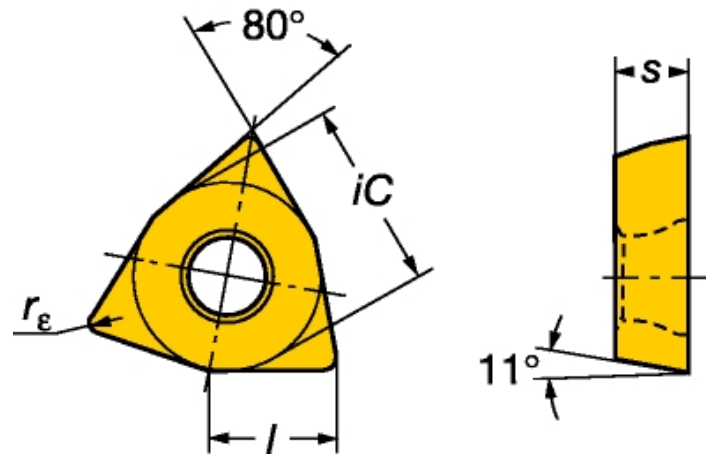
7.2.Rezalna ploščica WNMG 080404-PF 4225 Sandvik



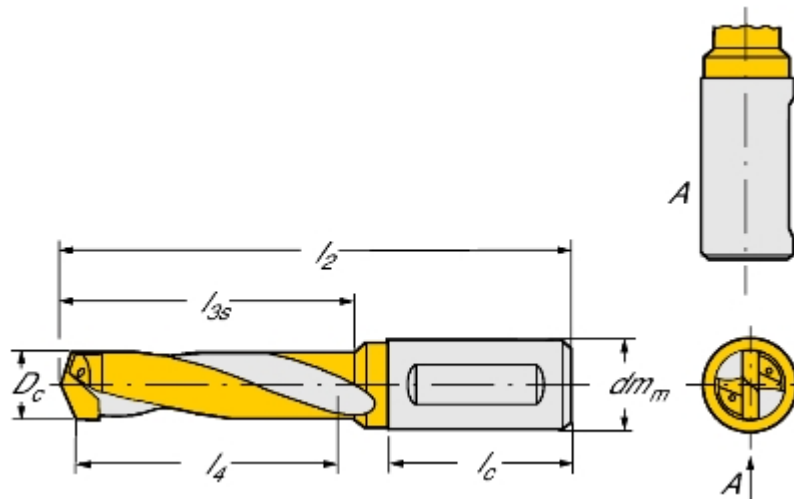
7.3.Rezalna ploščica L123E2-0200-0502-CM 1125 Sandvik



7.4. Rezalna ploščica WPMT 02 01 04-PF 4225 Sandvik



7.5. Sveder $\phi 30$ R411.5-30034D P20 Sandvik

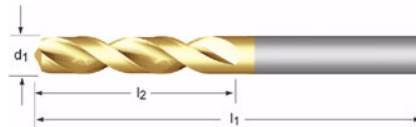


7.6.Sveder $\phi 5$ Dormer A5205.0 ADX A520**DORMER Product Selector**

Data sheet

ADX**A520****DORMER**

ADX Stub Drill

**Entered Application Details**

| | | | |
|-----------------------|------------|----------------------|--------------|
| Drill diameter d1: | 5 mm | Tolerance | H12 |
| Drilling depth T: | 9 mm | Additional length L: | 0 mm |
| Regrinding allowance: | 0 mm | Type of hole: | through hole |
| Direction of cut: | right hand | Machining Type: | Emulsion |

Chosen Material Group

1.2 Structural, Case carburizing, S355JO

Tool recommendation

| | |
|--------------------|----------------|
| Order no.: | A5205.0 |
| d1: | 5.00 |
| Material: | HSS TiN |
| Designation: | ADX Stub Drill |
| Tolerance: | H9 |
| Price/piece []: | Request |
| l1: overall length | 62.00 |
| l2: flute length | 26.00 |
| d2: shank diameter | |
| pecking: | No |

Cutting Data

| | |
|----------------------------|-------|
| vc: cutting speed [m/min]: | 42.0 |
| RPM: rpm [1/min]: | 2693 |
| feed: feed [mm/rev.]: | 0.225 |
| vf: feed rate [mm/min]: | 606 |
| M: torque [Nm]: | 1.43 |
| P: Power [kW]: | 0.464 |
| No. of holes: | 2020 |
| Time / hole [s]: | 0.891 |
| Cost / hole []: | |

7.7.Navojni sveder Dormer M6 J1104.5X1.0

DORMER Product Selector

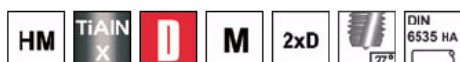
Data sheet



J110

DORMER

Thread Milling Cutter



Entered Application Details

| | | | |
|-----------------|--------|-------------------|-----------------|
| Type of thread: | M | Method: | Internal thread |
| Thread: | 6 | Direction of cut: | right hand |
| Pitch: | 1.00 | Machining Type: | Emulsion |
| Tolerance: | 6H | | |
| Depth thread: | 6.5 mm | | Climb milling |

Chosen Material Group

1.2 Structural, Case carburizing, S355JO

Tool recommendation

| | |
|---------------------|-----------------------|
| order no.: | J1104.5X1.0 |
| Material: | Carbide TiAlN-X |
| Designation: | Thread Milling Cutter |
| Price/piece []: | Request |
| l1: overall length: | 57 |
| l2: flute length: | 13 |
| d2: shank diameter: | 6 |
| z: No. of teeth: | 3 |

Cutting Data

| | |
|----------------------------|-------|
| vc: cutting speed [m/min]: | 57.0 |
| RPM: rpm [1/min]: | 4000 |
| fz: feed [mm/z]: | 0.015 |
| vf: feed rate [mm/min]: | 180 |
| P: Power [kW]: | 0.111 |
| Tap. hole [mm]: | 5.00 |
| No. of threaded holes: | 753 |
| Time / cut [s]: | 11.9 |
| Cost / cut []: | |

7.8.Rezkar Dormer S0078.0

DORMER Product Selector

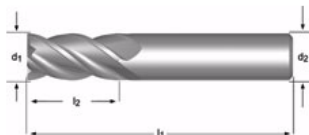
Data sheet



S007

DORMER

End Mill

**Entered Application Details**

cutting diameter d1: 8.00
 Ap = 10.00 mm
 Ae = 3.50 mm

Machining Type:

Shank Cutter Finishing
 Climb milling
 Emulsion

Chosen Material Group

1.2 Structural, Case carburizing, S355JO

Tool recommendation

order no.: S0078.0
 d1: 8.00
 Material: Carbide Bright
 Designation: End Mill
 Price/piece []: Request
 cutting diameter d1: 8
 overall length l1: 63
 flute length l2: 19
 shank diameter d2: 8
 No. of teeth z: 4

Cutting Data

vc: cutting speed [m/min]: 71.0
 RPM: rpm [1/min]: 2825
 fz: feed [mm/z]: 0.014
 vf: feed rate [mm/min]: 163
 P: Power [kW]: 0.544
 L: Cutting length [m]: 4.88
 Time / cut [s]: 369
 Cost / cut []:
 Ap [mm]: 10.00
 Ae [mm]: 3.50

8. PRILOGE

V prilogah se nahajajo delovni potek, vse potrebne delovne risbe, strojni listi in delavniška risba izdelka

9. VIRI

Čuš Franci. Postopki odrezavanja: učbenik. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2009

Kraut Bojan. Krautov strojniški priročnik, 14. Slovenska izdaja / izdajo pripravila Jože Puhar, Jože Stropnik. Ljubljana, Littera picta, 2003

www.sandvik.com

www.google.com

www.index-werke.de

www.dormertools.com

www.bts-company.com

www.gspzborovice.cz/EN/hss-circular-saw-blades-for-metal-according-din-1838-b/

www.msclindustrial.co.uk/cgi/insrhm

Elektronski katalog Dormer selector, 2009

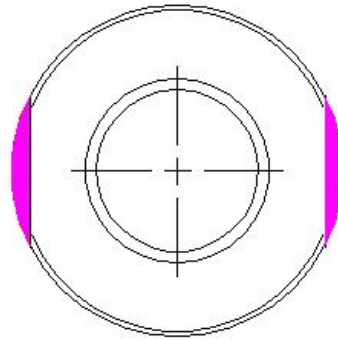
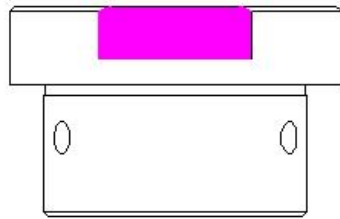
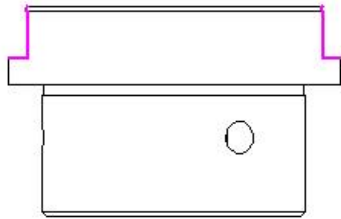
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_t' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

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

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_t' |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|------------------|-------|----------|-----------|-------|-----------|----|-----------|---|---|-----------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Frezanje robov | Rezkar | Dormer S0078.0 | Držalo | Index werke W62221.4108 | K10 | 71 | 282 5 | 0.05 6 | | 0.01 4 | 10 | 28.8 6 | | | 0.6 24 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | | |
|---------------------|-----------------|---|-----------------------|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_t = | |
| | t_p = | t_N = | |
| | t_t = | $Z_N=50$ | |
| Priprave | Naziv | Številka | |
| | | | |
| Merila | Pomično merilo | | |
| | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost | 550 N/mm ² |
| Dim.surovca | φ66x42 | Teža | kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | Delovno mesto |
| Pregledal | Uroš Župerl | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | | |
| Stroj | Naziv | NC frezalni stroj | |
| | Tip in številka | HELLER, tip BEA 1 | |
| Številka del. risbe | Kod. št.izdelka | Operacija | List 1 |
| | | 45 | Listov 1 |
| 088-1 | | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR | |
| Merilo | Naziv izdelka | | |
| | Matica | | |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ←▶→ | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊕ | opora, lineta | |

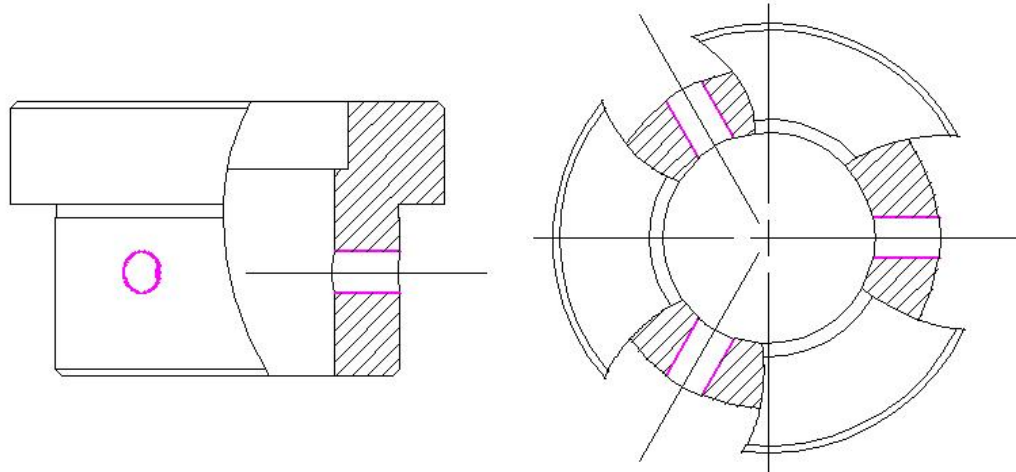
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_t' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

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

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_t' |
|------|----------------------|-------------------|-------------|----------------|--------------|------------------|-------|----------|-----|-------|-------|-----|---|---|---|----------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Vrezovanje navoja M6 | Navojni sveder M6 | J1104.5X1.0 | VDI držalo | Holec 319430 | K10 TiAN-X | 57 | 302 4 | 1.5 | | | 6.5 | | | 3 | 0.3 6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_t = |
| | t_p = | t_N = |
| | $t_t=0.36$ | $Z_N=50$ |
| Priprave | Naziv | Številka |
| | Vpenjalne čeljusti mehke | TO_PN_02 |
| Merila | Pomično merilo 0-150 | Mitutoyo 500-731-10 |
| | Navojni kaliber M6 | |
| Material | St52-3U | Trdnost 550 N/mm ² |
| Dim.surovca | φ66x42 | Teža kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto |
| Pregledal | Uroš Župerl | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | Delovno mesto |
| Stroj | Naziv NC frezalni stroj | |
| | Tip in številka HELLER, tip BEA 1 | |
| | Operacija 40 | List 1 Listov 1 |
| Številka del. risbe 088-1 | | Kod. št.izdelka |
| Merilo | Naziv izdelka Matica | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ←▶→ | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊕ | opora, lineta | |

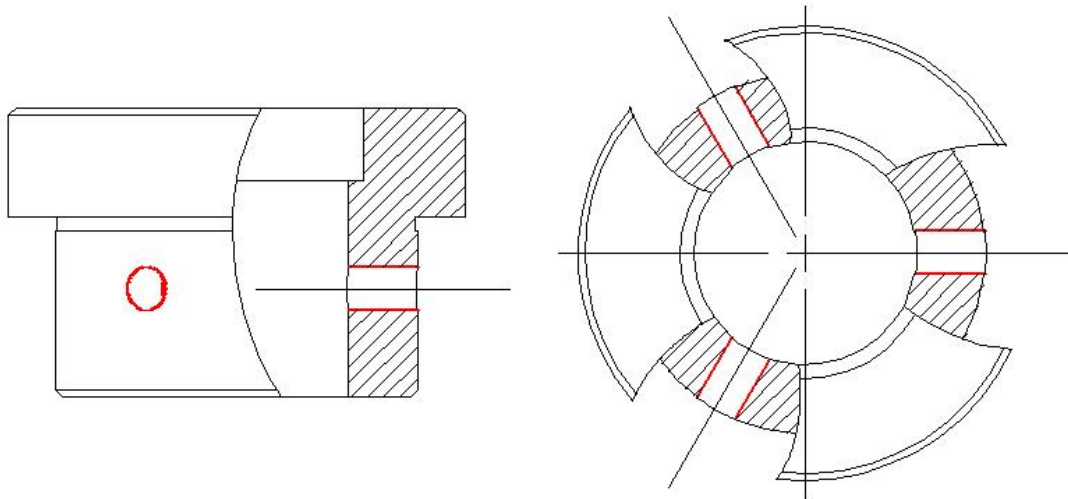
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_t' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

t_1 =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 [kos]

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_t' |
|------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|-------|----------|-----------|-------|-------|-----|-----|---|---|-----------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Vrtanje $\phi 5$ | Sveder $\phi 5$ | A5205.0 ADX A520 Dorner | Držalo | Index werke W1300025 | HSS TiN | 42 | 267 3 | 0,22 5 | | | 8.5 | 8.5 | | 3 | 0,0 42 |
| | | | | Stročnica | Index werke 94280.2105 | | | | | | | | | | | |
| | | | | Ključ za stročnice | Index werke 490219.0251 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | | |
|------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_1 = | |
| | t_p = | t_N = | |
| | $t_t'=0.042$ | $Z_N=50$ | |
| Priprave | Naziv | Številka | |
| | Vpenjalne čeljusti trde | | |
| Merila | Pomično merilo 0-150 | Mitutoyo 500-731-10 | |
| | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost | 550 N/mm ² |
| Dim.surovca | $\phi 66 \times 42$ | Teža | kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | Delovno mesto |
| Pregledal | Uroš Župerl | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | | |
| Stroj | Naziv | | |
| | NC frezalni stroj | | |
| | Tip in številka | Operacija | List 1 |
| | HELLER, tip BEA 1 | 35 | Listov 1 |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ←▶→ | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊕ | opora, lineta | |

| | | |
|---------------------|-----------------|--|
| Številka del. risbe | Kod. št.izdelka | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |
| 088-1 | | |
| Merilo | Naziv izdelka | |
| | Matica | |

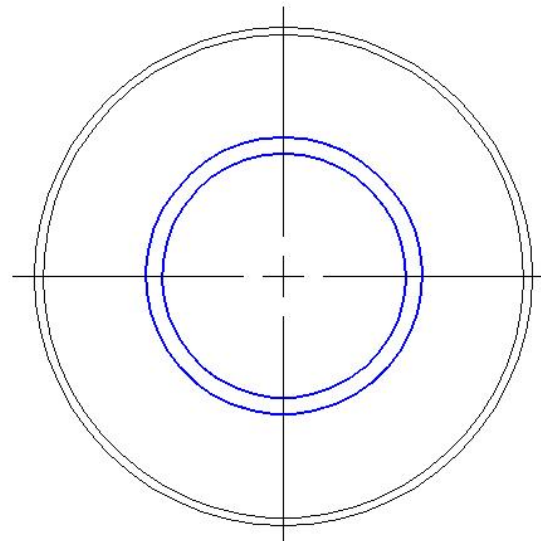
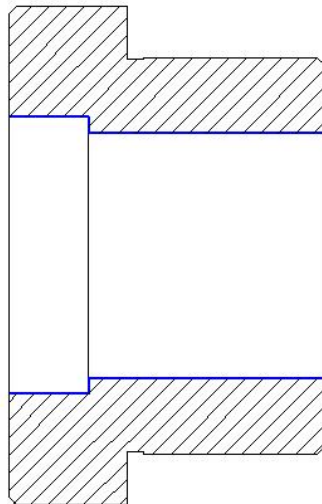
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_t' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

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

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_t' |
|------|--------------------------|------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|------------------|-------|------|------|-------|-------|---------|----|---|---|--------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Notranje grobo struženje | Rezalna ploščica | WPMT 02 01 04-PF 4225 Sandvik | Stružni nož | A06F-SWLPR 02 Sandvik | K20 | 415 | 4000 | 0.06 | | | 1.5-2.5 | 40 | | 1 | 0.177 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | | |
|------------------|-------------------------|-------------------------------|--|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_t = | |
| | t_p = | t_N = | |
| | t_t =0.177 | Z_N =5000 | |
| Priprave | Naziv | Številka | |
| | Vpenjalne čeljusti trde | | |
| Merila | Pomično merilo | | |
| | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost 550 N/mm ² | |
| Dim.surovca | φ66x42 | Teža kg | |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | |
| Pregledal | Uroš Župerl | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | Delovno mesto | |
| Stroj | Naziv | NC frezalni stroj | |
| | Tip in številka | HELLER, tip BEA 1 | |
| | Operacija | List 1 | |
| | 30 | Listov 1 | |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | ◻ | aretiranje | |
| 4 | →◀▶← | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊕ | opora, lineta | |

| | | |
|---------------------|-----------------|--|
| Številka del. risbe | Kod. št.izdelka | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |
| 088-1 | | |
| Merilo | Naziv izdelka | |
| | Matica | |

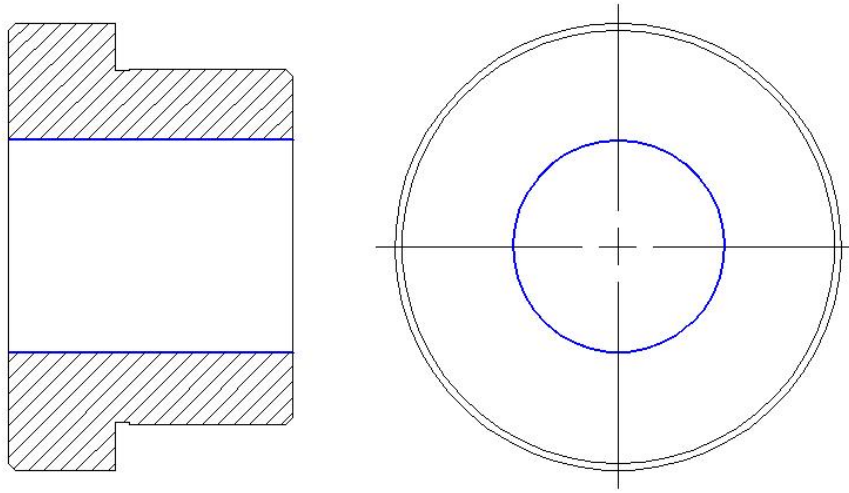
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_1' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

t_1 =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 [kos]

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_1' |
|------|-------------------|------------------|------------------------------|----------------|-----------------------------|------------------|-------|------------|------|-------|-------|----|---|---|---|-----------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Vrtanje $\phi 30$ | Sveder $\phi 30$ | R411.5-30034D P20 Sandvik | držalo | 391.27-32 50 075 Sandvik | P20 | 78 | 827. 61 | 0,25 | | | 40 | | 0 | 3 | 0.1 93 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | | |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_1 = | |
| | t_p = | t_N = | |
| | t_1 = | $Z_N=50$ | |
| Priprave | Naziv | Številka | |
| | Vpenjalne čeljusti mehke | TO_PN_03 | |
| Merila | Pomično merilo 0-150 | Mitutoyo 500-731-10 | |
| | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost | 550 N/mm ² |
| Dim.surovca | $\phi 66 \times 42$ | Teža | kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | Delovno mesto |
| Pregledal | Uroš Župerl | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | | |
| Stroj Stružnica Traub | Naziv Stružnica | | |
| | Tip in številka TNA300 | Operacija 25 | List 1 Listov 1 |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ←▶→ | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊕ | opora, lineta | |

| | | |
|------------------------------|-------------------------|--|
| Številka del. risbe 088-1 | Kod. št.izdelka | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |
| Merilo | Naziv izdelka Matica | |

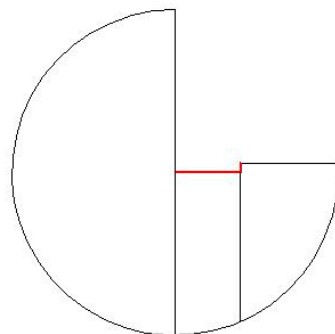
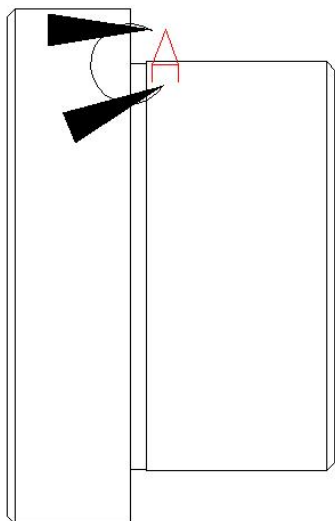
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_t '=tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno 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 [kos]

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_t |
|------|---------------------|------------------|----------------------------------|----------------|------------------------|------------------|-------|------|------|-------|-------|------|---|---|---|-------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Struženje utorov R1 | Rezilna ploščica | Sandvik L123E2-0200-0502-CM 1125 | Utorni nož | RF123E15-2020B Sandvik | KT20 | 250 | 1591 | 0,05 | | | 0.25 | 4 | | | 0.05 |
| | | | | VDI držalo | Index werke W1300042 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



Detajl A

| | | | | |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------|-----------------|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_1 = | | |
| | t_p = | t_N = | | |
| | t_t =0.05 | Z_N =50 | | |
| Priprave | Naziv | Številka | | |
| | Vpenjalne čeljusti mehke | TO_PN_03 | | |
| Merila | Pomično merilo 0-150 | Mitutoyo 500-731-10 | | |
| | | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost | 550 | N/mm^2 |
| Dim.surovca | $\phi 66 \times 42$ | Teža | | kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | Delovno mesto | |
| Pregledal | Uroš Župerl | | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | | | |
| Stroj Stružnica Traub | Naziv Stružnica | Operacija 20 | | |
| | Tip in številka TNA300 | | | |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | → ▶ ◀ ← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|---------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀ ▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶ ◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ← ▶ → | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊥ | opora, lineta | |

| | | |
|---------------------|-----------------|--|
| Številka del. risbe | Kod. št.izdelka | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |
| 088-1 | | |
| Merilo | Naziv izdelka | |
| | Matica | |

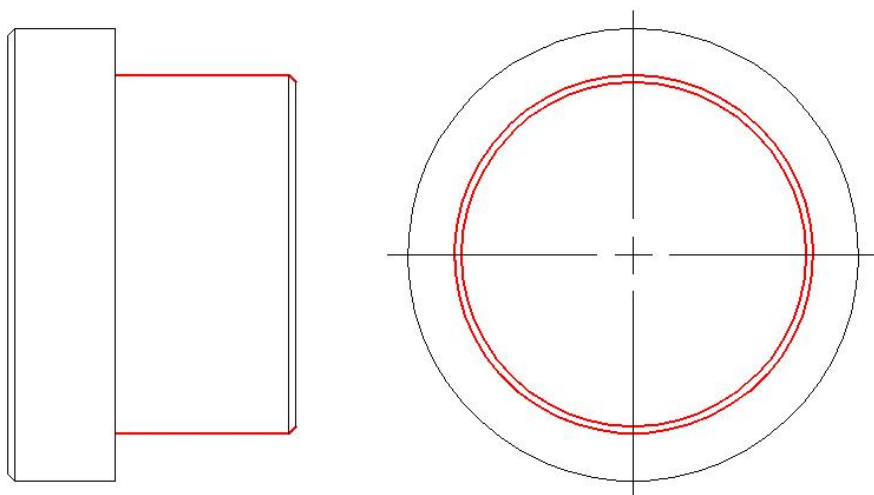
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_t' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

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

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_t' |
|------|-----------------------|------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|------------------|-------|------|-----|-------|-------|---|----|---|---|--------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Obodno fino struženje | Rezalna ploščica | WNMG 080404-PF 4225 Sandvik | Stružni nož | MWLN2020K 08 Sandvik | P20 | 314 | 1850 | 0,1 | | | 3 | 25 | 0 | 1 | 0,162 |
| | | | | VDI držalo | Index werke W1300042 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



| | | | |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_t = | |
| | $t_p=0,1$ | t_n = | |
| | $t_t=0,162$ | $Z_N=50$ | |
| Priprave | Naziv | Številka | |
| | Vpenjalne čeljusti mehke | TO_PN_03 | |
| Merila | Pomično merilo 0-150 | Mitutoyo 500-731-10 | |
| | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost | 550 N/mm ² |
| Dim.surovca | φ66x42 | Teža | kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | Delovno mesto |
| Pregledal | Uroš Župerl | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | | |
| Stroj Stružnica Traub | Naziv Stružnica | | |
| | Tip in številka TNA300 | | Operacija 15 |
| | | List 1 | |
| | | Listov 1 | |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe Čeljusti morajo prijemati obdelovanec na dolžini maksimalno 5 mm |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ←▶→ | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊕ | opora, lineta | |

| | | |
|---------------------|-----------------|--|
| Številka del. risbe | Kod. št.izdelka | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |
| 088-1 | | |
| Merilo | Naziv izdelka | |
| | Matica | |

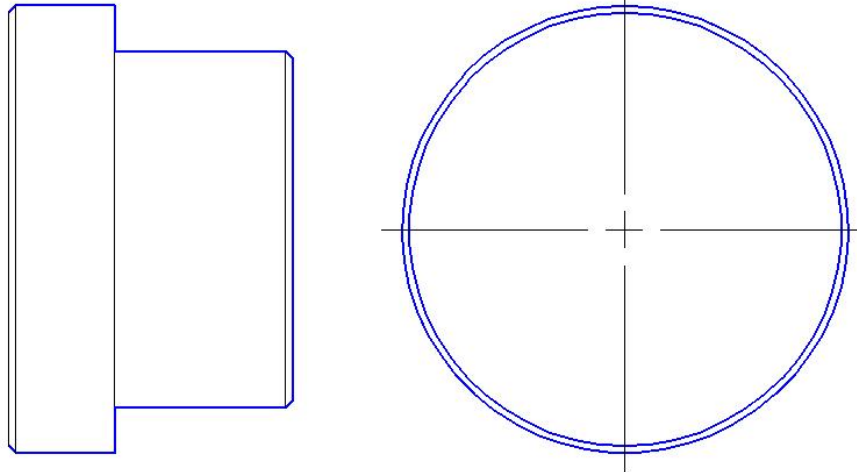
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_1' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

t_1 =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 [kos]

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_1' |
|------|--|------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|------------------|-------|-------|------|-------|-------|---------|---|---|---|--------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Čelna poravnava in grobo obodno struženje L=40mm | Rezalna ploščica | WNMG 080408-PM 4225 Sandvik | Stružni nož | MWLN R 2020K 08 Sandvik | P20 | 340 | 171 | 0,25 | | | 1.5-3.5 | | | 1 | 0,13 |
| | | | | VDI držalo | Index werke W1300042 | | | 7-200 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4-400 | | | | | | | | |



| | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_1 = | |
| | t_p = | t_N = | |
| | $t_1=0,13$ | $Z_N=50$ | |
| Priprave | Naziv | Številka | |
| | Vpenjalne čeljusti trde | | |
| Merila | Pomično merilo | | |
| | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost | 550 N/mm ² |
| Dim.surovca | φ66x42 | Teža | kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | Delovno mesto |
| Pregledal | Uroš Župerl | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | | |
| Stroj Stružnica Traub | Naziv Stružnica | | |
| | Tip in številka TNA300 | Operacija | List 1 |
| | | 10 | Listov 1 |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ←▶ | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊥ | opora, lineta | |

| | | |
|---------------------|-----------------|--|
| Številka del. risbe | Kod. št.izdelka | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |
| 088-1 | | |
| Merilo | Naziv izdelka | |
| | Matica | |

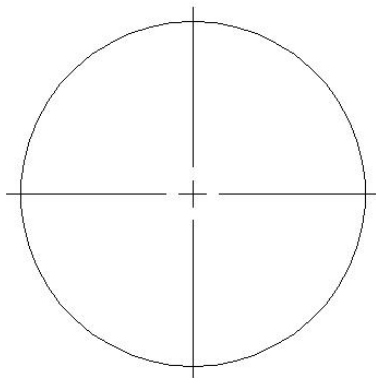
L=vzdolžna pot orodja [mm]
 B=pot orodja v širino [mm]
 i=število zapovrstnih rezov
 a=globina rezanja [mm]

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

f_z =podajanje na rezila [mm/zob]
 t_t' =tehnološki čas za fazo [min]
 t_{pz} =pripravljalno zaključni čas stroj[min]
 t_p =pomožni čas [min]

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

| Faza | Postopek dela | Rezilno orodje | | Pomožno orodje | | Rezalni material | v_c | n | f | v_r | f_z | a | L | B | i | t_t' |
|------|---------------|------------------------|------------|----------------|----------|------------------|-------|----|---|-------|-----------|----|----|---|---|----------|
| | | Naziv | Številka | Naziv | Številka | | | | | | | | | | | |
| 1 | Žaganje | Krožna žaga 250x4mm | DIN 1838 B | | | HSS | 34 | 20 | 6 | 120 | 0.07 5 | 42 | 66 | 2 | 1 | 0.6 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |




| | | | |
|----------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Obdelovalni časi | t_{pz} = | t_t = | |
| | t_p = | t_N = | |
| | t_t = | $Z_N=50$ | |
| Priprave | Naziv | Številka | |
| | | | |
| Merila | Tračno merilo | | |
| | | | |
| Material | St52-3U | Trdnost | 550 N/mm ² |
| Dim.surovca | φ66x42 | Teža | kg |
| Tehnolog | Andraž Hlastec | Stroškovno mesto | Delovno mesto |
| Pregledal | Uroš Župerl | | |
| Izdelano dne | 25.5.2009 | | |
| Stroj Krožna žaga | Naziv | | |
| | Tip in številka | | |
| | SUPER TECHNICS 350 SA | Operacija | List 1 |
| | | 05 | Listov 1 |

| Št. | Znaki | Pomen | 5 | →▶◀← | cent. vpen. zunaj | Opombe |
|-----|-------|---------------------|---|------|---------------------|--------|
| 1 | △ | smer vpenjanja | 6 | ◀▶ | centriranje od zno. | |
| 2 | ┌┐ | nal.-prilež.ploskev | 7 | ▶◀ | centriranje od zun. | |
| 3 | ∇ | nal.-prilež.prizma | 8 | □ | aretiranje | |
| 4 | ←▶▶→ | cent. vpen. znotraj | 9 | ⊕ | opora, lineta | |

| | | |
|---------------------|-----------------|--|
| Številka del. risbe | Kod. št.izdelka | DELOVNA RISBA k delovnemu poteku FS MARIBOR |
| 088-1 | | |
| Merilo | Naziv izdelka | |
| | Matica | |

| DELOVNI POTEK | Naziv izdelka | | Tehnolog | A.Hlastec | List | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------|---|-------------------------|
| | Matica | | Izdelano dne | | 1 | | |
| FS Maribor | Številka delavniške risbe | | Pregledal | Župerl | Listov | | |
| | 088-1 | | Popravit | Župerl | 1 | | |
| Material St 52-3 U | Kodna številka izdelka TO | | Število kosov v seriji 50 | | Rok izdelave od do | | |
| Natezna trdnost 550 N/mm ² | Dimenzije surovca $\phi 66 \times 42$ | | Teža surovca [kg] | | Teža izdelka [kg] | | |
| Toplotna obdelava / | Predhodna obdelava / | | | | 0.46 | | |
| Št. oper. | Opis operacije | Stroškovno mesto [številka] | Skupina stroja [številka] | Pomožna sredstva izdelave [naziv, številka] | Plačilna skupina [številka] | Pripravlj. zaklj. čas [min] t_{pz} | Norma [min] t_1 |
| 05 | Žaganje na dolžino 42mm | | | | | | |
| 10 | Čelna poravnava in grobo obodno struženje L=40mm | | | | | | |
| 15 | Obodno fino struženje $\phi 50$, L=25mm | | | | | | |
| 20 | Struženje utora 2 x 0.25mm | | | | | | |
| 25 | Vrtanje $\phi 30$ L=40mm | | | | | | |
| 30 | Notranje grobo struženje | | | | | | |
| 35 | Vrtanje $\phi 5$ | | | | | | |
| 40 | Vrezavanje navoja M6 | | | | | | |
| 45 | Frezanje robov | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | |
| 85 | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|--------------|---|---------------------|-------------------|-----------------------------|
| STROJNI LIST | | Naziv: Stružnica Traub | | | Tip: Traub TNA300 | | |
| FS Maribor | | Inv. št. | | Nabavna cena | | Kvalitet. stop. | |
| Proizvajalec | | TRAUB Drehmaschinen GmbH & Co. KG | | | Leto izdelave | | Tovarn. št. |
| Dobavitelj | | | | | letu dobave | | Prip. skupini |
| Dolžina | | 3713 mm | Vrsta pogona | | Vrsta toka | | Oznaka in dimenzije jermena |
| Širina | | 1620 mm | Elektromotor | | Napetost | | 410 V |
| Višina | | 1800 mm | | | Frekvenca | | 50 Hz |
| Teža | | 3500 kg | | | Skupna moč | | 22 kW |
| Motor za pogon | | Tip motorja in številka | | Izvedba | Priključna moč [kW] | Število vrtljajev | Zamenjan-popravljen, dne |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Karakteristika stroja | | | | Posebna oprema | | | |
| Delovno območje: | | | |  | | | |
| X-os (največji premer struženja): 275 mm | | | | | | | |
| Z-os (največja dolžina struženja): 450 mm | | | | | | | |
| Število orodij / vsako mesto je gnano: 12 | | | | | | | |
| Krmilje: Traub TX8i | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Podatki o vrtljajih, stopnjevanju in pomikih (vzdolžnih, prečnih, vertikalnih) | | | | | | | |
| Moč glavnega pogona: 11kW | | | | | | | |
| Največji vrtjaji: I stopnja: 4000 min ⁻¹ , II stopnja: 5600 min ⁻¹ | | | | | | | |
| Hitri hod X-os: 15 m/min, Z-os: 18 m/min | | | | | | | |
| Moč pri gnanih orodjih: 4 kW | | | | | | | |
| Največji obrati pri sklopki gnanih orodij: 4000 min ⁻¹ | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Planska vzdrževalna dela | | Dne, opravil | | Stroški | | Izredni posegi | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Pripombe | | | | | | Kapaciteta | |
| | | | | | | Izdelano dne | |
| | | | | | | 25.5.2009 | |
| | | | | | | Tehnolog | |
| | | | | | | Andraž Hlastec | |

| | | | | | | |
|--|---------|-----------------------------------|------------|---|-------------------|--------------------------|
| STROJNI LIST | | Naziv: NC frezalni stroj - HELLER | | | Tip: BEA 1 | |
| FS Maribor | | Inv. št. | | Nabavna cena | | Kvalitet. stop. |
| Proizvajalec | | | | Leto izdelave | | Tovarn. št. |
| Dobavitelj | | | | letu dobave | | Prip. skupini |
| | | | | | | Strošk. m. |
| 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 | | |
| Delovno območje: | | | | Mere postavitve | | Fotografija |
| X-os: 630 mm | | | |  | | |
| Y-os: 500mm | | | | | | |
| Z-os: 630 mm | | | | | | |
| Maksimalna teža obdelovanca: 500kg | | | | | | |
| Mere: | | | | | | |
| Dolžina mize: 500mm | | | | | | |
| Širina mize: 500mm | | | | | | |
| Orodni magacin: | | | | | | |
| Število orodij: 40 kosov | | | | | | |
| Krmilje: | | | | | | |
| Tip krmilja: uni-Pro CNC | | | | | | |
| Programski jezik: NC 80-c | | | | | | |
| Podajanje: | | | | | | |
| Delovno podajanje: 10000mm/min | | | | | | |
| Hitri hod: 15000 mm/min | | | | | | |
| Podatki o vrtljajih, stopnjevanju in pomikih (vzdolžnih, prečnih, vertikalnih) | | | | | | |
| Glavni pogon: | | | | | | |
| Sila pomika po X in Y osi: 12500N | | | | | | |
| Sila pomika po Z osi: 20000N | | | | | | |
| Glavno vreteno: | | | | | | |
| Maksimalni moment: 750Nm | | | | | | |
| Območje vrtljajev: x...4000 min ⁻¹ | | | | | | |
| | | | | | | |
| Planska vzdrževalna dela | | Dne, opravil | Stroški | Izredni posegi | Stroški | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Pripombe | | | | | Kapaciteta | |
| | | | | | Izdelano dne | 25.5.2009 |
| | | | | | Tehnolog | Andraž Hlastec |

| | | | | | | | |
|--|--|---|--------------|---|-----------------------------|--------------------------|---------|
| STROJNI LIST | | Naziv: Krožna žaga Thomas SUPER TECHNICS 350 SA | | | Tip: SUPER TECHNICS 350 SA | | |
| FS Maribor | | Inv. št. | | Nabavna cena | | Kvalitet. stop. | |
| Proizvajalec | | Thomas | | Leto izdelave | | Tovarn. št. | |
| Dobavitelj | | | | letno dobave | | Prip. skupini | |
| Dolžina | | mm | Vrsta pogona | Vrsta toka | Oznaka in dimenzije jermena | | |
| Širina | | mm | | Napetost | | | |
| Višina | | mm | | Frekvenca | | | |
| Teža | | 320 kg | | Skupna moč | 2,4 kW | | |
| Motor za pogon | | Tip motorja in številka | Izvedba | Priključna moč [kW] | Število vrtljajev | Zamenjan-popravljen, dne | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Karakteristika stroja | | | | Posebna oprema | | | |
| Največji obdelanec: 160x90 mm | | | |  | | | |
| Najmanjši premer žaganja: 13 mm | | | | | | | |
| Dimenzije žaginega lista: 250x4 mm | | | | | | | |
| Višina delovne mize: 900mm | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Podatki o vrtljajih, stopnjevanju in pomikih (vzdolžnih, prečnih, vertikalnih) | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Planska vzdrževalna dela | | | | Dne, opravil | Stroški | Izredni posegi | Stroški |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Pripombe | | | | | Kapaciteta | | |
| | | | | | Izdelano dne | 25.5.2009 | |
| | | | | | Tehnolog | Andraž Hlastec | |