

UVOD.....	2
1. NAROČILO VPENJALNE PRIPRAVE	3
1.1 Analiza delovnega postopka	3
1.2 Analiza vpenjanja	4
1.2.1 Število potrebnih vpetij	4
1.2.3 Podporna mesta	4
1.2.4 Pozicioniranje in določanje lege obdelovanca	5
2. PRERAČUN OPERACIJ 05,10, 25	8
2.2 PRERAČUN ZA OPERACIJO 05.....	9
2.3 PRERAČUN ZA OPERACIJO 10.....	13
2.4 PRERAČUN OPERACIJE 25	17
3. UPORABLJENA ORODJA	22
3.1 ORODJA ZA OPERACIJI 05.....	22
3.2 ORODJE ZA OPERACIJO 10.....	23
3.3 ORODJA ZA OPERACIJO 25.....	25
4. Konstruiranje vpenjalne priprave	27
4.1 Konstruiranje	28
4.2 Primerjava variant.....	28
4.3 Trdnostno dimenzioniranje vpenjalne priprave	28
4.4 Funkcijsko dimenzioniranje vpenjalne priprave:.....	29
5. POSAMEZNI SKLOPI VPENJALNE PRIPRAVE	29
5.1 Sklop sestave vpenjalnega dela	29
5.2 Faza sestave podpore 1.....	30
5.3 Faza sestave podpore 2.....	31
5.4 Faza sestave povezovalnega mostu	31
5.5 Faza izbire primerne plošče	32
6. DOLOČITEV POTREBNE VPENJALNIH SIL.....	34
6.1 Kontrola kritičnih elementov vpenjalne priprave:	35
6.1.1 Trdnostni preračun podpornih elementov.....	35
6.1.2 Trdnostni preračun vpenjalnih vijakov	36
7. NAVODILA ZA MONTAŽO, UPORABO, VZDRŽEVANJE IN SERVISIRANJE VPENJALNE PRIPRAVE:	36
7.1 Navodila za montažo in uporabo vpenjalne priprave:.....	37
7.2 Navodila za vzdrževanje in servisiranje vpenjalne priprave	39
8. STROŠKOVNA KALKILACIJA	40
8.1 Stroškovna kalkulacija vpenjalne priprave	40
8.2 Stroški obdelave.....	41
8.3 Skupni stroški	42
8.4 Končni sklep	42

UVOD

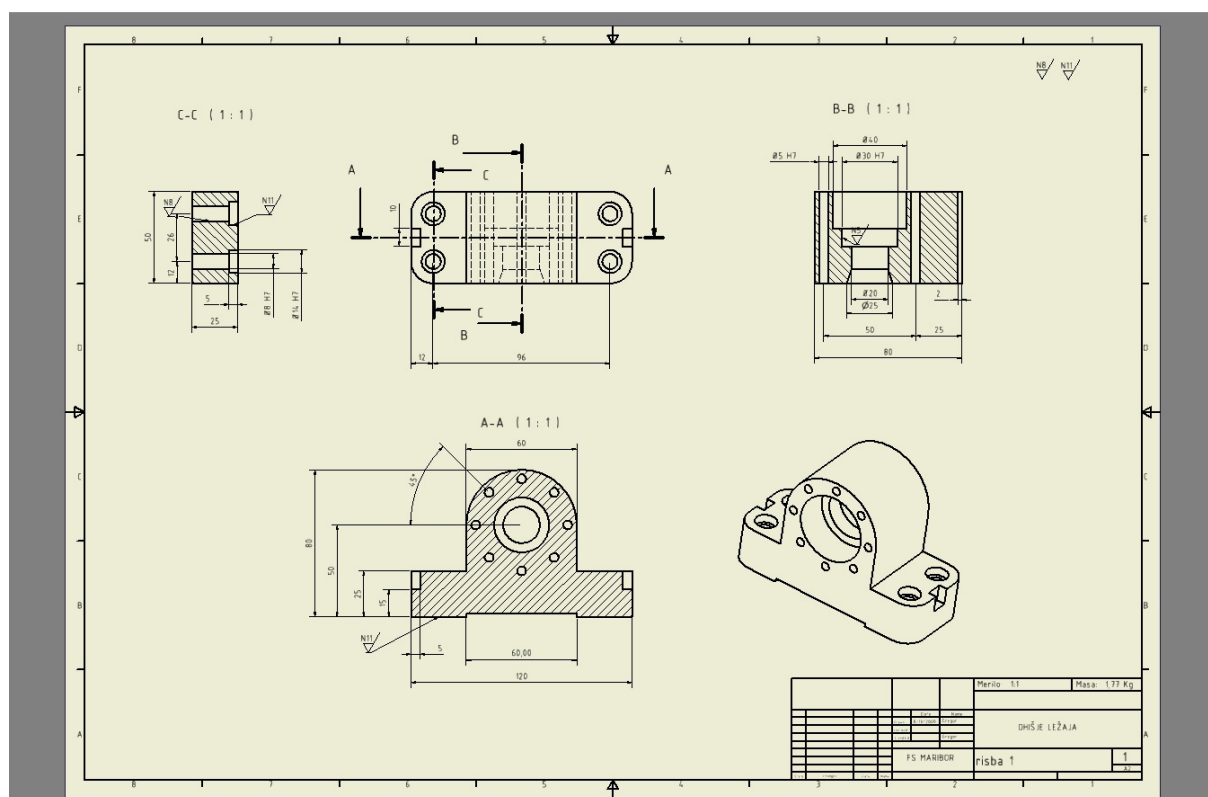
Programska naloga Orodja in priprave, nastala kot samostojno delo v okviru predmeta Orodja in priprave oz. je nadaljevanje programske naloge Tehnika odrezovanja, kjer smo predpisali in izračunali obdelovalne postopke, ter določili orodja. Ker pa vemo, da mora biti obdelovanec fiksno pritrjen pri sami obdelavi in je zato potrebna vpenjalna priprava smo se lotili konstruiranja vpenjalne priprave za naš obdelovanec.

Sama konstrukcija vpenjalne priprave je izdelana s pomočjo komponent, katere so dostopne na spletni strani www.halder.de. Ker pa seveda vpenjalne priprave ne moreš konstruirati, če ne veš na katerem stroju boš izvedel obdelavo, sem zato izbral NC-stroj HELLER BEA 1.

Zastavil pa sem si nalogo izdelati, čim cenejšo in preprosto vpenjalno pripravo. Odgovor na to naloga pa bom dobil na koncu, kjer bo tudi prikazana stroškovna kalkulacija.

1. NAROČILO VPENJALNE PRIPRAVE

Splošno naročilo vpenjalne priprave za izdelavo OHIŠJA LEŽAJA št. risbe 1. (slika 1)



Slika 1 Ohišje ležaja (št. risbe 1)

1.1 Analiza delovnega postopka

Obdelati je potrebno po risbi Št. 1

- Izvrtine $\Phi 8,4$ H7 (operacija 05)
- Povrtati izvrtino $\Phi 8,4$ H7, na 14,5H7 globine 5mm (operacija 10)
- Frezati luknjo iz $\Phi 20$ na $\Phi 40$ mm (operacija 25)

Kot obdelovanec imamo odlitek, ki je bil že prej obdelan in pripravljen za vpetje v to vpenjalno pripravo. Na osnovi tehnološkega postopka sem ugotovil, da najbolj ustreza stroj NC stroj Heller Bea 1. (slika 2)



Slika 2 NC stroj HELLER BEA 1

1.2 Analiza vpenjanja

1.2.1 Število potrebnih vpetij

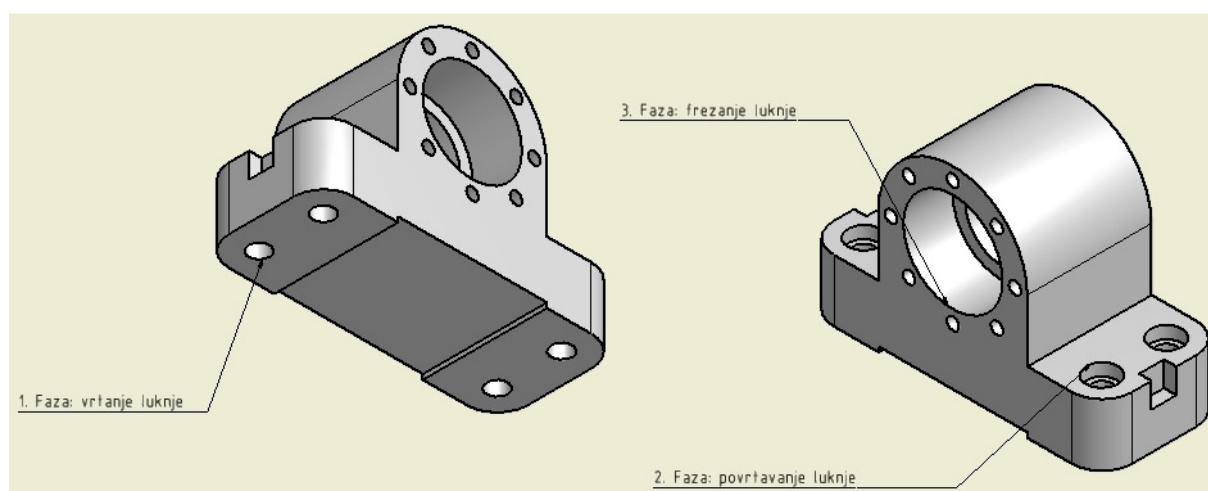
Zaradi zahtev po centričnosti in pravokotnosti moramo izdelati ustrezno vpenjalno pripravo. Priprava naj omogoča vpetje 2-dveh obdelovancev na enkrat. Obdelovanec mora biti vpet v delavnem prostoru na stroju, ki obsega naslednje mere:

$X_{os} = 630 \text{ mm}$

$Y_{os} = 630 \text{ mm}$

$Z_{os} = 500 \text{ mm}$

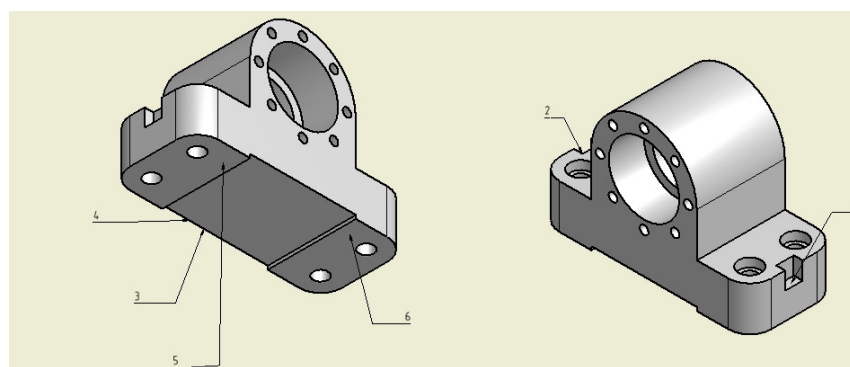
Na osnovi surovca sem določil naslednje faze obdelave:



Slika 3 Faze obdelave

Za vsako fazo obdelave sem s pomočjo spletnega kataloga <http://www.coromant.sandvik.com/si> izbral standardna orodja in preračunal parametre obdelave. Material našega obdelovanca je GG-26, na osnovi tega pa sem tudi izbral rezalno hitrost. Izračun pa je prikazan v naslednjem poglavju (poglavje 2)

1.2.3 Podporna mesta

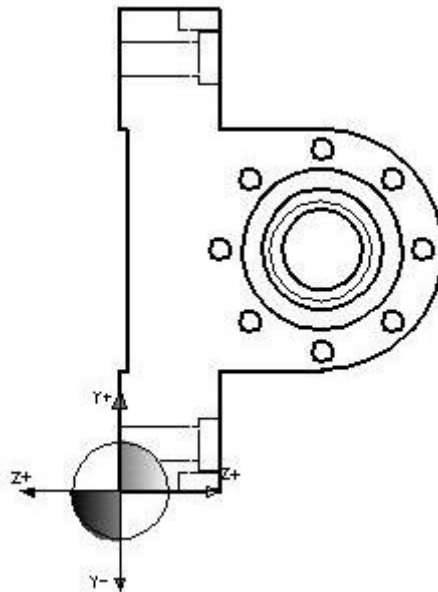


Slika 4 Prikaz vpenjalnih elementov

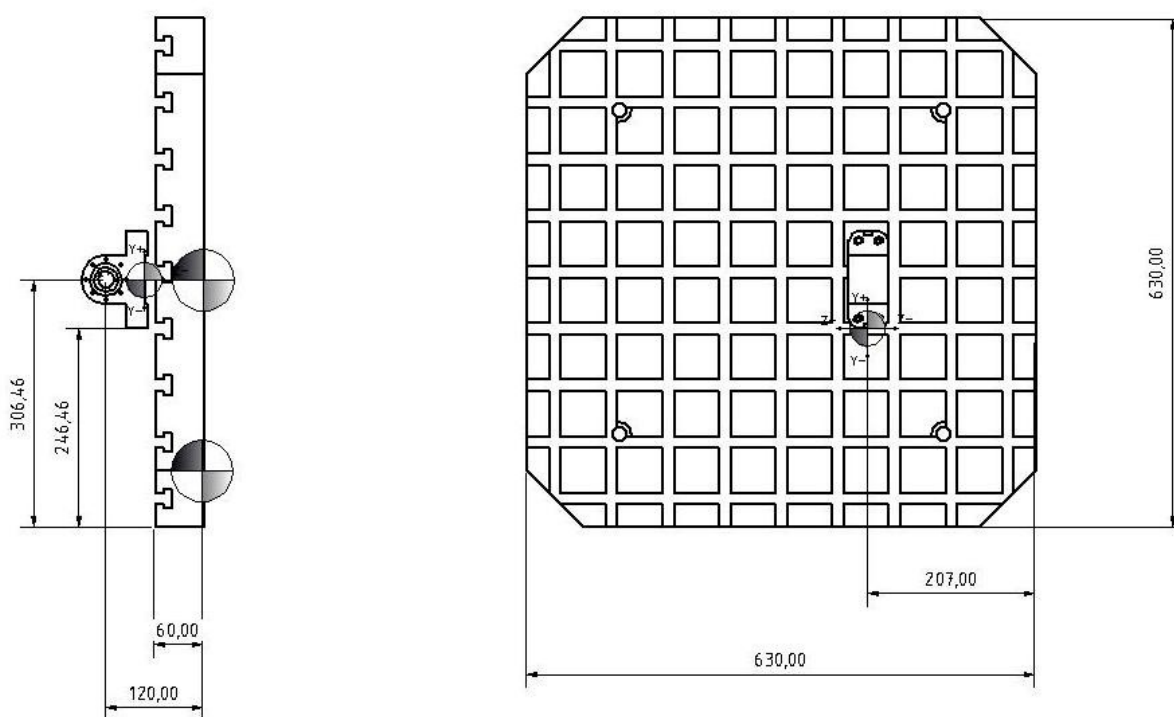
Ploskve 3,5,6 so osnovne podporne točke za izvedbo vpetja obdelovanca. V prvem koraku se obdelovanec vstavi v pripravo, kjer nalega na ploskev 3,5,6 in se potisne do naslona, kjer nalega ploskev 4. Potem pa z vijakom fiksiramo ploskev 1, nato pa še ploskev 2. Končno vpenjanje naj bo vpenjalno z dovolj veliko silo, da omogoči premagovanje vpenjalne sile med obdelavo.

1.2.4 Pozicioniranje in določanje lege obdelovanca

Obdelovanec pozicioniramo na vpenjalno pripravo in delavni prostor obdelovanca stroja na osnovi skice ničelnih točk.



Slika 5 Shematični prikaz vpetja OHŠJA LEŽAJA



Slika 5 Shematični prikaz uskladitve ničelnih točk

Pri pozicioniranju posameznih komponent moramo medsebojno uskladiti ničelne točke posameznih komponent. Medsebojna uskladitev prikazuje slika 5. Pozicioniranje izvedemo v treh korakih, kjer morajo biti posamezne ničelne točke medsebojno usklajene:

- Pozicioniranje obdelovanca na vpenjalno pripravo
- Pozicioniranje vpenjalne priprave na delavno paletu
- Pozicioniranje delovne palete na delavno mizo obdelovalnega stroja

Legenda oznak:

X_S – ničelna točka delovne mize v X osi
 Y_S – ničelna točka delovne mize v Y osi
 Z_S – ničelna točka delovne mize v Z osi

X_{VP} – ničelna točka vpenjalne priprave v X osi
 Y_{VP} – ničelna točka vpenjalne priprave v Y osi
 Z_{VP} – ničelna točka vpenjalne priprave v Z osi

X_0 – ničelna točka obdelovanca v X osi
 Y_0 – ničelna točka obdelovanca v Y osi
 Z_0 – ničelna točka obdelovanca v Z osi

Predpisana natančnost izdelave ni odvisna samo od pozicioniranja in postavljanja, ampak tudi od pravilnega vpenjanja obdelovanca.

Pri pozicioniranju obdelovancev v delavni prostor stroja upoštevamo in uskladimo ničelne točke posameznih komponent. Glede na izračune obdelovalne sile vpnemo obdelovanec z vpenjalnimi elementi s katerimi dosežemo potrebno silo vpenjanja. Sila vpenjanja ne sme biti niti prevelika zaradi deformacije niti premajhna, ker sile pri rezanju lahko premaknejo obdelovanec.

Pri namestitvi vpenjalnih elementov (pomožnih stebrov) upoštevamo med obdelavo, da ti ne ovirajo obdelave oz. ne pridejo v stik z orodjem.

Pri izbiri vpenjalnih elementov upoštevamo, da imamo v seriji 1100 obdelovancev. Pomembno je, da bomo u izbranimi elementi dosegli potrebno vpenjalno silo vpetja in, da vpetje čim bolj enostavno in hitro.

Za natančno pozicioniranje obdelovanca in posledično s tem kakovostno obdelavo moramo določiti naslednje ravnine in ploskve obdelovanca:

- **Osnovna ploskev obdelovanca:** to je postavitvena ploskev v končni obliki in določa njegov položaj. Namenjena je postavljanju obdelovanca v pripravi.
- **Pomožne ploskve obdelovanca:** to so ploskve, ki se uporabljajo za naslanjanje obdelovanca na naslonske elemente vpenjalne priprave.
- **Funkcijske ploskve:** na teh ploskvah se vrši obdelava.
- **Primerjalna ravnina:** je ravnina na katero se nanašajo mere izdelka pri konstruiranju
- **Nastavna ravnina:** to je ravnina po kateri se nastavi ravnina ali pozicionira orodje.

2. PRERAČUN OPERACIJ 05,10, 25

V tem poglavju je prikazan preračun posameznih operacij po spodnjem vrstnem redu:

- Delavniško risbo našega izdelka (naziv: **OHISJE_LEZAJA_OP**, Št.risbe:1)
- Delovni potek operacij za obdelavo našega izdelka ter operacij, ki jih bo izdelal drugi član skupine)
- Delovne risbe za operacije 05,10, 25
- Preračun, ki za posamezne operacije vključuje:
 - izbiro delovnih pogojev,
 - izračun rezalne sile F_c in moči rezanja P_c ,
 - preverjanje pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$,
 - izračun tehnoloških časov,
 - določitev potrebnega števila orodij,
- Seznam vseh uporabljenih orodij ter vpenjalnih elementov za orodje,
- Risbe izbranih orodij z njihovimi dimenzijami (iz elektronskih katalogov-splet),
- Strojni list za izbran delovni stroj (NC frezalni stroj HELLER BEA 1)

2.2 PRERAČUN ZA OPERACIJO 05

Preračun rezalne sile F_c in rezalne moči P_c za operacijo vrtanje lukenj $\Phi 8,4$ mm. Izračun tehnološkega časa vrtanja za en izdelek in celotno serijo izdelkov 1100 kosov.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca (po DIN): **siva litina GG-26**
- Kvaliteta obdelave: **N8**
- Stopnja obdelave iz tolerančne vrste ISO: **IT8**
- Rezalni material: Karbidna trdnina **K10**
- Predpostavljeni čas obstojnosti: **T=60min**
- Dopusna obraba proste ploskve: **0.2 mm**(na največji točke obrabe)

Izbira delovnih pogojev:

- Podajanje: **f=0.2 mm/vrt**
- Rezalna hitrost: **v_c=100 m/min**
- Koeficient: **k_{c1x1}=1140 N/mm²**
- Eksponent: **z=0,26**

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = k_{c1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-z} \cdot k_p \cdot k_{obr}$$

2.1

F_c [N]	glavna rezalna sila pri vrtanju v polno
$k_{c1x1}=1140$ N/mm ²	koeficient za izračun glavne rezalne sile pri vrtanju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$d=8,4$ mm	premer svedra
$\varphi=140^\circ$	kot pri vrhu svedra (spletni katalog http://www.coromant.sandvik.com/si)
$h=0,0939$ mm	debelina odrezka
$z=0,26$	eksponent za izračun glavne rezalne sile pri vrtanju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$k_p=1$	korekturni koeficient vrtanja pri vrtanju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)
$k_{obr}=1,25$	korekturni koeficient obrabe za sivo litino (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)

$$F_c = 1140 \cdot \frac{8,4}{\sin \frac{140}{2}} \cdot 0,0939^{1-0,26} \cdot 1 \cdot 1,25 = 2212,49 \text{ N}$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$$

2.2

h [mm]
f=0,2 mm/vrt
φ=140°

debelina odrezka
podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
kot pri vrhu svedra (spletni katalog
<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$h = \frac{0,2}{2} \cdot \sin \frac{140}{2} = 0,0939 \text{ mm}$$

Določitev števila vrtljajev n:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot d} \quad 2.3$$

n [min⁻¹]
v_c=100 m/min

število vrtljajev svedra
priporočena rezalna hitrost (učbenik Tehnika odrezovanja,
str 121)

d=8,4 mm

premer svedra (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{\pi \cdot 8,4} = 3789,40 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{dejansko število vrtljajev je } n = 3800 \text{ min}^{-1}$$

Določitev dejanske rezalne hitrosti v_{c,dej}:

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad 2.4$$

v_{c,dej} [m/min]
d=8,4 mm
n=3800 min⁻¹

dejanska rezalna hitrost
premer svedra (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)
dejansko število vrtljajev svedra

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot 8,4 \cdot 3800}{1000} = 100 \text{ m/min}$$

Izračun potrebne rezalne moči P:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_{c,dej}}{\eta} \quad 2.5$$

P_c [W oz. kW]
F_c=2212,49 N
v_{c,dej}=100 m/min
η=0,8

rezalna moč
glavna rezalna sila
dejanska rezalna hitrost
izkoristek delovnega stroja (strojni list)

$$P_c = \frac{2212,49 \cdot 100}{0,8 \cdot 60} = 4609,35 \text{ W} \approx 4,6 \text{ kW}$$

Preverjanje pogoja P_{EM}<P_{EM(instalirano)}:

P_{EM} = P_c = 4,6 kW rezalna moč oz. potrebna moč elektromotorja

$P_{EM(\text{instalirano})}=24 \text{ kW}$ instalirana moč oz. dejanska moč elektromotorja (strojni list)

$P_{EM}=4,6 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})}=24 \text{ kW} \rightarrow$ Pogoj je izpolnjen!

Izračun tehnološkega časa vrtanja izvrtine

$$t_{t1} = \frac{l+l_1+l_2}{f \cdot n} \cdot i \quad 2.6$$

t_{t1} [min]	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtnanju
$l=25 \text{ mm}$	globina izvrtine
$l_1=2,3 \text{ mm}$	pot naleta orodja
$l_2=2 \text{ mm}$	pot izteka orodja
$f=0,2 \text{ mm/vrt}$	podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
$n=3800 \text{ min}^{-1}$	število vrtljajev svedra
$i=1$	število rezov

$$t_{t1} = \frac{25 + 2,3 + 2}{0,2 \cdot 3800} \cdot 1 = 0,0385 \text{ min}$$

$$l_1 = \frac{d}{2} \cdot ctg \frac{\varphi}{2} + 1 \quad 2.7$$

l_1 [mm]	pot naleta orodja
$d=8,4 \text{ mm}$	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$\varphi=140^\circ$	kot pri vrhu svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)

$$l_1 = \frac{8,4}{2} \cdot ctg \frac{140}{2} + 1 = 2,3 \text{ mm}$$

$$t_{t1,sk} = \zeta \cdot t_{t1} \quad 2.8$$

$t_{t1,sk}$ [min]	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje
$\zeta=4$	število izvrtin
$t_{t1}=0,0385 \text{ min}$	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtnanju

$$t_{t1,sk} = 4 \cdot 0,0385 = 0,154 \text{ min}$$

$$t_{cel} = \zeta \cdot t_{t1,sk} \quad 2.9$$

t_{cel} [min]	tehnološki čas vrtanja izvrtin za celotno serijo
$\zeta=1100 \text{ kosov}$	število kosov v celotni seriji
$t_{t1,sk}=0,154 \text{ min}$	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje

$$t_{cel} = 1100 \cdot 0,154 = 169,4 \text{ min}$$

Določitev potrebnega števila orodij:

$$x = \frac{t_{cel}}{T}$$

2.10

x	potrebno število orodij (svedrov) za izdelavo vseh izvrtin v seriji
t _{cel} =169,4 min	celotni tehnološki čas vrtanja
T=60 min	predpostavljeni čas obstojnosti

$$x = \frac{169,4}{60} = 2,82 \rightarrow \text{Za izvedbo naročila potrebujemo vsaj 3 svedre!}$$

2.3 PRERAČUN ZA OPERACIJO 10

Preračun rezalne sile F_c in rezalne moči P_c za operacijo povrtavanja lukenj $\Phi 8,4$ mm na $\Phi 12,7$ mm. Izračun tehnološkega časa vrtnja za en izdelek in celotno serijo izdelkov 1100 kosov.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca (po DIN): **siva litina GG-26**
- Kvaliteta obdelave: **N8**
- Stopnja obdelave iz tolerančne vrste ISO: **IT8**
- Rezalni material: Karbidna trdnina **K10**
- Predpostavljeni čas obstojnosti: **T=60min**
- Dopusna obraba proste ploskve: **0.2 mm**(na največji točke obrabe)

Izbira delovnih pogojev:

- Podajanje: **f=0.2 mm/vrt**
- Rezalna hitrost: **v_c=100 m/min**
- Koeficient: **k_{c1x1}=1140 N/mm²**
- Eksponent: **z=0,26**

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = k_{c1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-z} \cdot k_{pš} \cdot k_{obr}$$

2.11

F_c [N]	glavna rezalna sila pri vrtnju v polno
$k_{c1x1}=1140$ N/mm ²	koeficient za izračun glavne rezalne sile pri vrtnju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$d=12,7$ mm	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$\varphi=180^\circ$	kot pri vrhu svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$h=0,1$ mm	debelina odrezka
$z=0,26$	eksponent za izračun glavne rezalne sile pri vrtnju v polno
$k_{pš}=1$	(učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$k_{obr}=1,25$	korekturni koeficient vrtnja pri širjenju izvrtine (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)
	korekturni koeficient obrabe za sivo litino (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)

$$F_c = 1140 \cdot \frac{12,7}{\sin \frac{180}{2}} \cdot 0,1^{1-0,26} \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 3128,54 \text{ N}$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$$

2.12

h [mm]

debelina odrezka

$$f=0,2 \text{ mm/vrt}$$

$$\varphi=180^\circ$$

podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
kot pri vrhu svedra (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$h = \frac{0,2}{2} \cdot \sin \frac{180}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Določitev števila vrtljajev n:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot d} \quad 2.13$$

n [min ⁻¹]	število vrtljajev svedra
v _c =100 m/min	priporočena rezalna hitrost(učbenik Tehnika odrezovanja, str 121)
d=12,7 mm	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{\pi \cdot 12,7} = 2506,37 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{dejansko število vrtljajev je } n = 2500 \text{ min}^{-1}$$

Določitev dejanske rezalne hitrosti v_{c,dej}:

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad 2.14$$

v _{c,dej} [m/min]	dejanska rezalna hitrost
d=12,7 mm	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
n=2500 min ⁻¹	dejansko število vrtljajev svedra

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot 12,7 \cdot 2500}{1000} = 100 \text{ m/min}$$

Izračun potrebne rezalne moči P:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_{c,dej}}{\eta} \quad 2.15$$

P _c [W oz. kW]	rezalna moč
F _c =3128,54 N	glavna rezalna sila
v _{c,dej} =100 m/min	dejanska rezalna hitrost
η=0,8	izkoristek delovnega stroja (strojni list)

$$P_c = \frac{3128,54 \cdot 100}{0,8 \cdot 60} = 6517,79 \text{ W} \approx 6,5 \text{ kW}$$

Preverjanje pogoja P_{EM}<P_{EM(instalirano)}:

P _{EM} = P _c = 6,5 kW	rezalna moč oz. potrebna moč elektromotorja
P _{EM(instalirano)} =24 kW	instalirana moč oz. dejanska moč elektromotorja (strojni list)

P_{EM}=6,5 kW < P_{EM(instalirano)}=24 kW →Pogoj je izpolnjen!

Izračun tehnološkega časa vrtanja izvrtine

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

2.16

t_{t1} [min]	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtanju
$l=5$ mm	globina izvrtine
$l_1=4,2$ mm	pot naleta orodja
$l_2=2,5$ mm	pot izteka orodja
$f=0,2$ mm/vrt	podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
$n=2500$ min ⁻¹	število vrtljajev svedra
$i=1$	število rezov

$$t_{t1} = \frac{5 + 4,2 + 2,5}{0,2 \cdot 2500} \cdot 1 = 0,0234 \text{ min}$$

$$l_1 = \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} + 1$$

2.17

l_1 [mm]	pot naleta orodja
$d=12,7$ mm	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$\varphi=180^\circ$	kot pri vrhu svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)

$$l_1 = \frac{12,7}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{180}{2} + 1 = 4,2 \text{ mm}$$

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

2.18

$t_{t1,sk}$ [min]	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje
$\zeta=4$	število izvrtin
$t_{t1}=0,0234$ min	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtanju

$$t_{t1,sk} = 4 \cdot 0,0234 = 0,0936 \text{ min}$$

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

2.19

t_{cel} [min]	tehnološki čas vrtanja izvrtin za celotno serijo
$\zeta=1100$ kosov	število kosov v celotni seriji
$t_{t1,sk}=0,0936$ min	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje

$$t_{cel} = 1100 \cdot 0,0936 = 102,96 \text{ min}$$

Določitev potrebnega števila orodij:

$$x = \frac{t_{cel}}{T}$$

2.20

x	potrebno število orodij (svedrov) za izdelavo vseh izvrtin v seriji
t _{cel} =102,96 min	celotni tehnološki čas vrtanja
T=60 min	predpostavljeni čas obstojnosti

$$x = \frac{102,96}{60} = 1,72 \rightarrow \text{Za izvedbo naročila potrebujemo vsaj 2 kompleta ploščic!}$$

Za sveder rabimo dve ploščici, tako moremo naročiti 4 ploščice !!!

2.4 PRERAČUN OPERACIJE 25

Operacija 25 je izdelava utora za ležaj, izdelan je z rezkarjem $\Phi 40$ z ploščicami iz karbidne trdnine. Kot v prejšnjih poglavjih sledi preračun tehnoloških časov rezkanja utora ter določitev potrebnega števila orodij za izvedbo naročila.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca (po DIN): **siva litina GG-26**
- Kvaliteta obdelave: **N5**
- Stopnja obdelave iz tolerančne vrste ISO: **IT10**
- Rezalni material: Karbidna trdnina **K10**
- Predpostavljeni čas obstojnosti: **T=60min**

Izbira delovnih pogojev:

- Podajanje na zob rezkala: **$f_z=0.05$ mm/vrt**
- Rezalna hitrost: **$v_c=70$ m/min**

Izračun rezalne sile $F_{c,sr}$:

$$f_{c,sr} = h_{sr}^{-z} \cdot k_{c1x1}$$

2.21

f_{sr} [N/mm ²]	srednja specifična rezalna sila
$h_{sr}=0,00061$ mm	srednja debelina odrezka
$z=0,26$	eksponent debeline odrezka (učbenik Tehnika odrezovanja, str 140)
$k_{c1x1}=1110$ N/mm ²	koeficient specifične rezalne sile (učbenik Tehnika odrezovanja, str 140)

$$f_{c,sr} = 0,00061^{-0,26} \cdot 1110 = 7605,66 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{sr} = \left(\frac{f_z}{\varphi_2 - \varphi_1} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot b}{d} \right)$$

2.22

h_{sr} [mm]	srednja debelina odrezka
$f_z=0,05$ mm/zob	podajanje na zob rezkala (učbenik Tehnika odrezovanja, str 148)
$\varphi_1=0$ rad	začetni kot
$\varphi_2=109,47$ rad	izstopni kot
$b=20$ mm	širina rezanja
$d=30$ mm	premer frezala

$$h_{sr} = \left(\frac{0,05}{109,47 - 0} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot 20}{30} \right) = 0,00061 \text{ mm}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{b+2 \cdot e}{d}$$

2.23

φ_1 [rad]	začetni kot
-------------------	-------------

b=20 mm širina rezanja
 e=5 mm ekscentričnost
 d=30 mm premer frezala (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$\cos\varphi_1 = \frac{20 + 2 \cdot 5}{30} = 1 \rightarrow \varphi_1 = 0$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{-(b-2 \cdot e)}{d}$$

2.24

φ_2 [rad] izstopni kot
 b=20 mm širina rezanja
 e=5 mm ekscentričnost
 d=30 mm premer frezala (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$\cos\varphi_2 = \frac{-(20 - 2 \cdot 5)}{30} = -\frac{1}{3} \rightarrow \varphi_2 = 109,47 \text{ rad}$$

$$e = b - d/2$$

2.25

e [mm] ekscentričnost
 b=20 mm širina rezanja
 d=30 mm premer frezala (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$e = 20 - 30/2 = 5 \text{ mm}$$

Določitev števila vrtljajev n:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

2.26

n [min⁻¹] število vrtljajev rezkarja
 v_c=70 m/min priporočena rezalna hitrost (učbenik Tehnika odrezovanja,
 str 142)
 d=30mm premer rezkarja (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$n = \frac{70 \cdot 1000}{\pi \cdot 30} = 742,72 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{dejansko število vrtljajev je } n = 800 \text{ min}^{-1}$$

Določitev dejanske rezalne hitrosti v_{c,dej}:

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

2.27

v_{c,dej} [m/min] dejanska rezalna hitrost
 n=800 min⁻¹ število vrtljajev rezkarja

d=30mm

premer rezkarja (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 800}{1000} = 75 \text{ m/min}$$

Izračun potrebne rezalne moči P_c :

$$P_c = \frac{a_p \cdot b \cdot f_{min} \cdot f_{c,sr}}{\eta}$$

2.28

P_c [W oz. kW]	rezalna moč
$a_p=5$ mm	globina rezanja
$b=20$ mm	širina rezanja
$f_{min}=148,7$ mm/vrt	podajalna hitrost
$f_{.sr}=7605,66$ N/mm ²	srednja specifična rezalna sila

$$P_c = \frac{20 \cdot 20 \cdot 148,7 \cdot 7605,66}{0,8} = 5654,8 \text{ W} \rightarrow 5,7 \text{ kW}$$

$$f_{min} = f_v \cdot n$$

2.29

f_{min} [mm/min]	podajalna hitrost
$f_v=0,186$ mm/vrt	podajanje
$n=800$ min ⁻¹	število vrtljajev rezkarja

$$f_{min} = 0,186 \cdot 800 = 148,7 \text{ mm/vrt}$$

$$f_v = f_z \cdot z_i$$

2.30

f_v [mm/vrt]	podajanje
$z_i=3,72$ zob	število zob v rezu
$f_z=0,05$ mm/zob	podajanje na zob rezkala

$$f_v = 0,05 \cdot 3,72 = 0,186 \text{ mm/vrt}$$

$$z_i = z \cdot \frac{\varphi}{2 \cdot \pi}$$

2.31

z_i [zob]	število zob v rezu
$z=0,26$	eksponent debeline odrezka
$\varphi=90$	

$$z_i = 0,26 \cdot \frac{90}{2 \cdot \pi} = 3,72 \text{ zob}$$

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

$P_{EM} = P_c = 5,7 \text{ kW}$ rezalna moč oz. potrebna moč elektromotorja
 $P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW}$ instalirana moč oz. dejanska moč elektromotorja (strojni list)

$P_{EM} = 5,7 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW} \rightarrow$ Pogoj je izpolnjen!

Izračun tehnoloških časov rezkanja:

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

2.32

t_{t1} [min]	tehnološki čas rezkanja ene utora
$l = 47,12 \text{ mm}$	dolžina obdelave utora
$d_{sr} = 15 \text{ mm}$	srednji premer utora
$l_1 = 7,5 \text{ mm}$	pot naleta orodja
$l_2 = 0 \text{ mm}$	pot izteka orodja
$f = 0,55 \text{ mm/vrt}$	podajanje
$n = 800 \text{ min}^{-1}$	število vrtljajev rezkarja
$i = 4$	število rezov

$$t_{t1} = \frac{47,12 + 7,5 + 0}{0,55 \cdot 800} \cdot 4 = 0,496 \text{ min}$$

$$l_1 = a_p \cdot (1 \div 2)$$

2.33

l_1 [mm]	pot naleta orodja
$a_p = 5 \text{ mm}$	globina reza

$$l_1 = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ mm}$$

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

2.34

t_{cel} [min]	tehnološki čas rezkanja utorov za celotno serijo
$\zeta = 1100 \text{ kosov}$	število kosov v celotni seriji
$t_{t1,sk} = 0,496 \text{ min}$	tehnološki čas rezkanja za štiri utore

$$t_{cel} = 1100 \cdot 0,496 = 546,2 \text{ min}$$

Določitev potrebnega števila orodij

$$x = \frac{t_{cel}}{T}$$

2.35

x	potrebno število orodij (rezkarjev) za izdelavo vseh izvrtin v seriji
$t_{cel} = 546,2 \text{ min}$	celotni tehnološki čas rezkanja

T=60 min

predpostavljeni čas obstojnosti

$$x = \frac{546,2}{60} = 9,10 \rightarrow \text{Za izvedbo naročila potrebujemo vsaj 9 rezkarjev!}$$

3. UPORABLJENA ORODJA

V tem poglavju je podana spisek vseh uporabljenih orodij ter vpenjalnih orodij, s pripadajočimi skicami ter stroški nabave.

3.1 ORODJA ZA OPERACIJI 05

Orodje je bilo izbrano v spletnem katalogu: <http://www.coromant.sandvik.com/si>

Uporabljeno rezalno orodje:

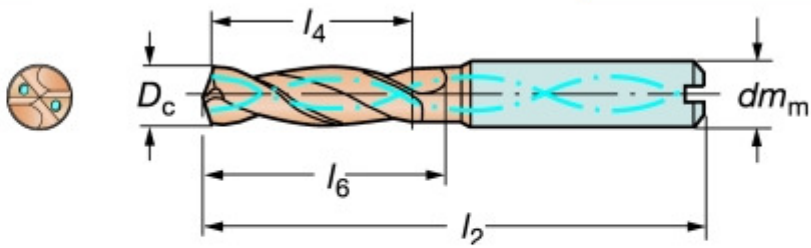
Izpis iz kataloga

Product R842-0840-50-A1A 1210 [Close](#)

Select information type **Catalogue drawing**

[Download 3D model](#)
[Download CAD drawing](#)
[View CAD drawing](#)
[Catalogue drawing](#)

Parameter	Value
Weight	0.073
Dc	8.4
dmm	10
l2	103
l4	44
l6	61
Kappa_r	70



[020674.jpg](#)
To download the drawing, right click on the link and select save.
For PC users only

Slika 6 Orodje za operacijo 05

Stroški za orodje:

- Število rezalnih orodij: 3
- Cena posameznega rezalnega orodja: 7,3€
- Skupna cena rezalnega orodja: 21,9€

Online Product Catalogue

Matching products

Selected Product

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Drillbody	R842-0840-50-A1A 1210	i	CoroDrill Delta-C	Select	Return

Matching products

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Adaptor	C4-391.19-10 075	i	CAPTO SHRINK FIT CHUCK	Select	Change

CuttingData Module

Slika 7 Seznam orodija za operacijo 05

Uporabljena vpenjalna orodja:

- C4-391.19-10 075: 95€
- Podaljšek : C4-LC2040-00075M: 30€

Skupni stroški znašajo tako:

$$21,9+95+30=146,9€$$

3.2 ORODJE ZA OPERACIJO 10

Tudi za operacijo 10 velja da sem rezalna orodja izbral iz spletnega kataloga : <http://www.coromant.sandvik.com/si>

Uporabljen orodja:

Izpis iz kataloga:

Product R416.22-0127L20-41 [Close](#)

Select information type **Catalogue drawing**

[Download CAD drawing](#)
[View CAD drawing](#)
[Catalogue drawing](#)

Parameter	Value
Weight	0.21
Dc	12.7
dmm	20
l1s	63
l2	113
l3s	53
l4	12.7
ItemWeight	0.2

[037645.jpg](#)
 To download the drawing, right click on the link and select save.
 For PC users only

Slika 8 Orodje za operacijo 10

Online Product Catalogue

Matching products

Selected Product

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Drillbody	R416.22-0127L20-41	i	COROMANT U PLUNGE DRILL HLDR	Select	Return

Matching products

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Insert	LCMX 02 02 04C-53 1020	i	INSERT COROMANT U	Select	Change
Adaptor	A1B27-40 20 080	i	delta/T-MAX U drill hold	Select	Change
Sparepart	Click on FIND to select spare parts ----->				Find

CuttingData Module

Slika 9 Seznam orodij za operacijo 10

Orodje: R416.22-0127L20-41: 100€

Orodja in priprave

Število rezalnih orodij: 4

Cena posameznega rezalnega orodja: 4,94€

Skupna cena rezalnega orodja: 19,76€

Adaptor: A1B27-40 20 080 : 89,5€

Skupni stroški orodja za operacijo 10:

$100 + 19,76 + 89,5 = 209,26€$

3.3 ORODJA ZA OPERACIJO 25

Pri tej operaciji je tudi orodje iz spletnega kataloga:

<http://www.coromant.sandvik.com/siž>

Uporabljena orodja:

Izpis iz kataloga:

i Product R390-040A40-45M

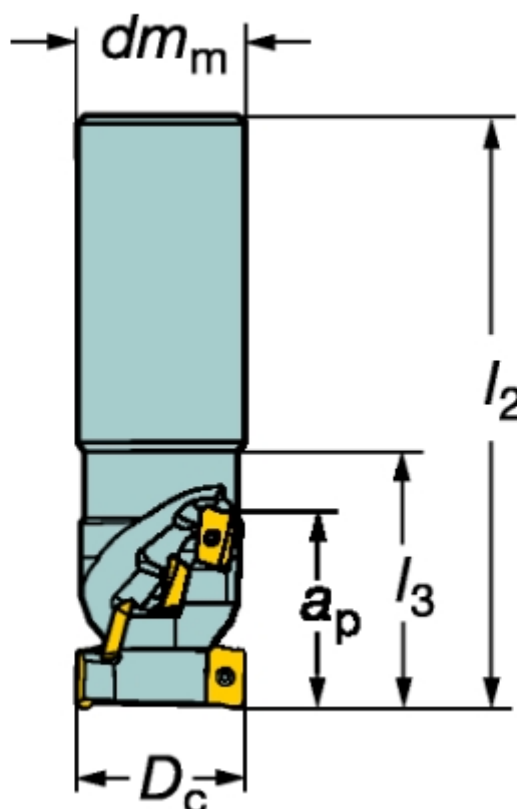
[Close](#)

Select information type

Catalogue drawing

[Download 3D model](#)
[Download CAD drawing](#)
[View CAD drawing](#)
[Catalogue drawing](#)

Parameter	Value
Weight	1.225
Zc	3
Dc	40
Zn	15
dmm	40
l2	131
l3	58
ap_max	45
Max_rpm	18900
Insert_Size	11
Kappa_r	90



Slika 10 Orodje za operacijo 25

Online Product Catalogue

Matching products

Selected Product

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark
Cutter body	R390-040A40-45M	i	L.E. MILLING CUTTER. F.INDEX.IN	Select Return

Matching products

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark
Insert	R390-11 T3 02E-KM H13A	i	INSERT COROMILL 390EM	Select Change

Slika 11 Seznam orodij za operacijo 25

Orodje: R390-040A40-45M: 146,9€

Število rezalnih ploščic na orodij: 15

Orodja in priprave

Potrebujemo pa 10 rezalnih robov: se pravi da nam zadošča en paket ploščic

Cena posameznega rezalnega orodja: 4,94€

Skupna cena rezalnega orodja: $15 \times 4,49 = 74,1\text{€}$

Podatka za vpenjalni trn pa nisem našel!

Skupni stroški orodja za operacijo 25:

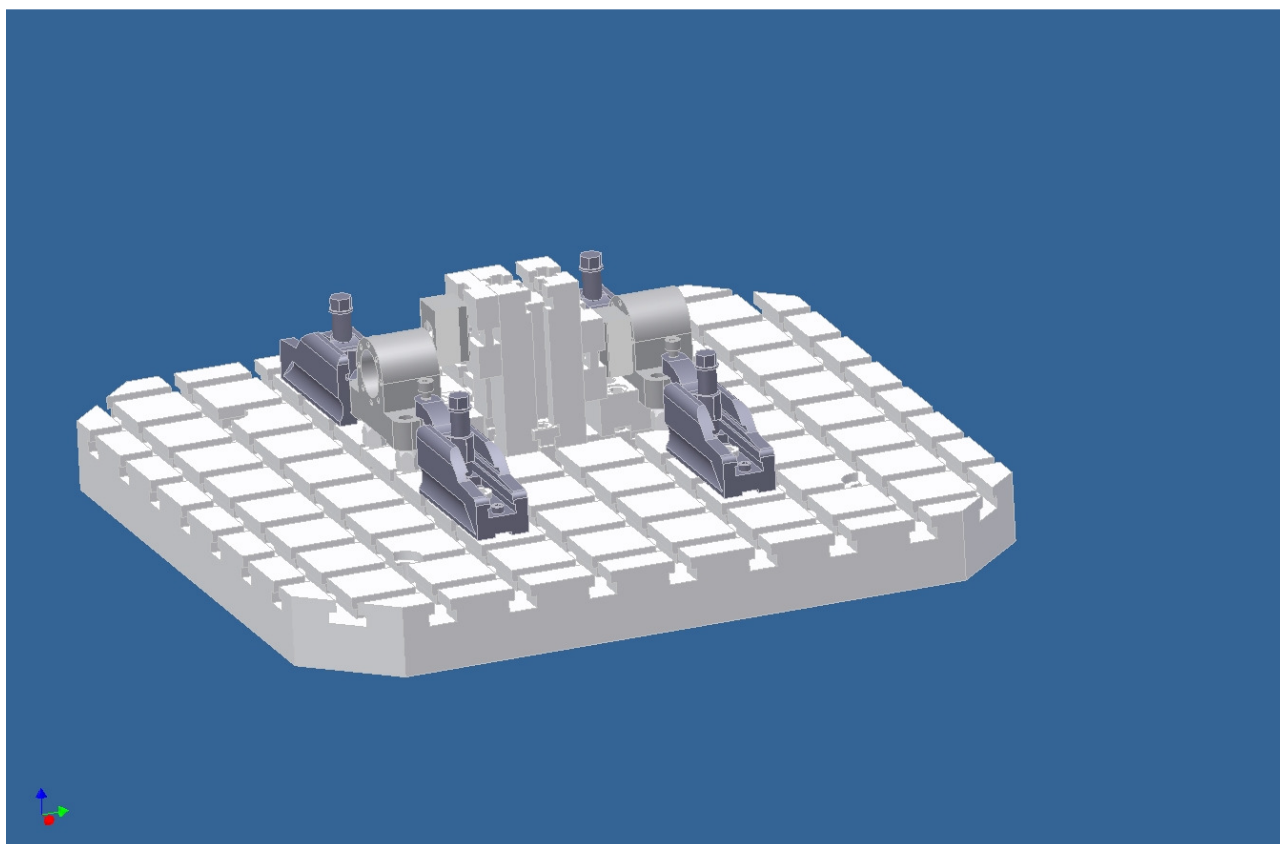
$146,9 + 74,1 = 221\text{€}$

4. Konstruiranje vpenjalne priprave

Konstruiranje se začne s namenom najti rešitev problema. Sama vpenjalna priprava mora ustrezati zahtevam delovanja, s stroškovnega vidika mora biti čim cenejša in časovnega izdelana v najkrajšem možnem času. To pa nam omogoča modularna gradnja vpenjalne priprave.

Proces konstruiranja za izdelavo novega produkta razdelimo na štiri faze:

- **Planiranje:** Začne se pri analizi obdelovalnega procesa. Analizirajo se tehnične in gospodarske zahteve vpenjalnih naprav: Faza planiranja se začne s seznamom vseh konstrukcijskih zahtev, v obliki kataloga zahtev, kar je shema nalog, ki je izhodišče za nadaljnji potek in osnova za kasnejšo ocenitev in ovrednotenje konstrukcijskih rešitev.
- **Snovanje:** Začne se z iskanjem rešitvenih principov za vse funkcije vpenjanja po katalogu zahtev. Možno je najti več principov. Ki tem ustrezajo. Na osnovi principov, ki določenim funkcijam vpenjanja ustrezajo, sestavimo ugodne variante rešitev in med njimi izberemo tisto ki je najbližje idealni rešitvi.
- **Skiciranje**
- **Izdelava**



Slika 12 Prikaz vpenjalne priprave

4.1 Konstruiranje

To je razvojni proces, pri katerem si sledita fazi skiciranja in izdelave. Razlikujemo različne načine konstruiranja, ki ustrezajo postavitvenim nalogam:

- **Nova konstrukcija:** ne navezuje se na nobeno že obstoječo konstrukcijo.
- **Prilagodljiva konstrukcija:** navezuje se na že obstoječo konstrukcijsko rešitev, ki pa se na osnovi določenih pogojev pretvori v drugo konstrukcijo.
- **Variantna konstrukcija:** omogoča izdelavo več podobnih konstrukcij, pri enakem osnovnem principu variirajo bistveni parametri.

4.2 Primerjava variant

Iz različnih variant moramo izbrati ugodno rešitev za konstrukcijo vpenjalne priprave. Vsaka varianta ima prednosti slabosti, zaradi česar vodi izbira rešitve h kompromisni odločitvi. Pri ovrednotenju vsake variante uporabljamo kriterije presoje. To so lahko natančnost, zanesljivost, čas vpenjanja, zahtevane sile vpenjanja, varnost pri delu, stroški vpenjalne priprave,...itn.

Prednost pri postavljanju kriterijev, dajemo takšnim ki jih lahko čim bolj objektivno določimo.

4.3 Trdnostno dimenzioniranje vpenjalne priprave

Pomeni določitev izmer, oblik in konstrukcije glede na sile in momente. Sprejem in prenašanje sil ter momentov se izvaja preko elementov, ki so obremenjeni z akcijskimi in reakcijskimi silami, elementi pa so obremenjeni z nateznimi, tlačnimi, upogibnimi, torzijskimi in strižnimi silami. Statične in dinamične obremenitve različnih oblik nastanejo v neenakih intervalih, različne so tudi sile v vsakem elementu.

Princip trdnostnega dimenzioniranja:

- **Sile naj delujejo na čim manj elementov na kratkih ročicah:** Izbrani material naj ima čim večji elastični modul, upogibne napetosti se naj spremenijo v tlačno-natezne, elementi pa naj bodo grajeni čim bolj togo.
- **Sile naj bodo na vseh elementih konstantne:** ne sme biti nočenih šibkih območij in predimenzioniranja, nihanja pri menjavanju velikosti in smeri sil pa naj bodo minimalna. Da dosežemo optimalni izkoristek materiala, moramo upoštevati, da je zaradi zunanje obremenitve povzročena napetost σ_{dop} enaka dopustni napetosti σ_{pred} . Tako pride po vsem preseku do konstantne porazdelitve sil.
- **Sile in momenti ne smejo ogroziti funkcijskega namena izdelka:** kritična elastična ali plastična sprememba oblike ne sme biti dosežena.
- **Elastične deformacije elementov morajo biti usklajene med seboj:** s tem zagotovimo varnost in zanesljivost. Prevelika deformacija enega od elementov lahko povzroči porušenje celotnega sistema.

Osnovo za dimenzioniranje vpenjalnih elementov in naprav pogojujejo rezalna sila F_s , podajalna sila F_v in pasivna sila F_p . Te tri sile predstavljajo komponente celotne odrezovalne sile pri odrezovalnem postopku.

Dimenzioniranje zahteva opredmetenje osnovnih geometrijskih izmer in oblik sestavnih ter vpenjalnih elementov iz česar sledi kontrola vseh obremenjenih delov in odkritje kritičnih točk.

4.4 Funkcijsko dimenzioniranje vpenjalne priprave:

S tovrstnim dimenzioniranjem zagotovimo funkcijske zahteve, posebej obdelovalne. Kakovost površine mora biti prilagojena konstrukciji. Obdelava zahteva konstruiranje, ki upošteva material, montažo in upravljanje z izdelkom.

Dimenzioniranje vpenjalne priprave glede na upravljanje

Obsega več zaporedno sledečih si dejavnosti, to zaporedje ne sme biti zamenljivo, da morebitne napake pri upravljanju ne vplivajo na potek dejavnosti. Da izberemo najgospodarnejšo rešitev, se posamezni elementi upravljanja konstruirajo tako., da se zanje porabita najmanjša sila in čas.

Dimenzioniranje glede na obdelavo

Potek glede na obdelavo, material in montažo. Za različne postopke izdelave surovcev imamo različne zahteve za konstruiranje.

Zahteve glede na obdelavo:

- Dovolj prostora okoli vpenjalne priprave
- Rotacijsko-simetrični obdelovanci potrebujejo za vpetje na čelni strani centrirano izvrtino
- Za vrtnanje poševne izvrtine mora biti površina obdelana vnaprej, da sveder ne zdrsne
- Pri vpenjanju obdelovancev za obdelavo na NC-strojih mora vpenjalna priprava zagotoviti veliko fleksibilnost vpenjanja.

5. POSAMEZNI SKLOPI VPENJALNE PRIPRAVE

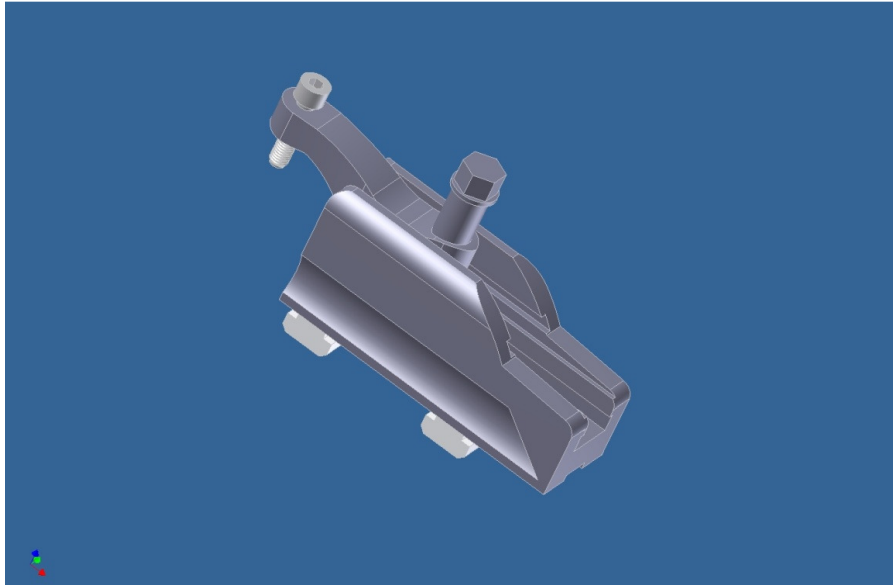
V tem poglavju so predstavljeni posamezni sklopi pri konstruiranju vpenjalne priprave. Vse komponente so bile vzete iz spletnega kataloga www.hallder.de

5.1 Sklop sestave vpenjalnega dela

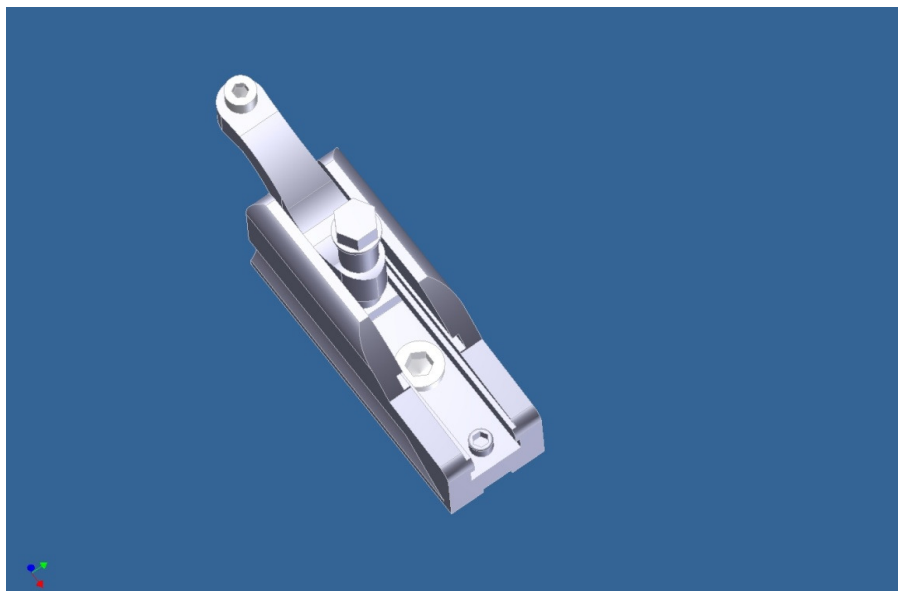
Tu si pripravimo vpenjalni del za vpenjalno pripravo. Uporabimo naslednje komponente:

ime	Standard komponente	Količina
Sklop vpenjala	EH 2369.012	1 kos
Vijak M12	EH 2270.122	2 kos
Utorni kamen	EH 2301. 715	2 kos
Vijak M8	EH 2270.194	1 kos

Sestavljeno skupaj prikazujeta naslednji sliki (slika12 in 13):



Slika 13 Sestava vpenjalnega dela1



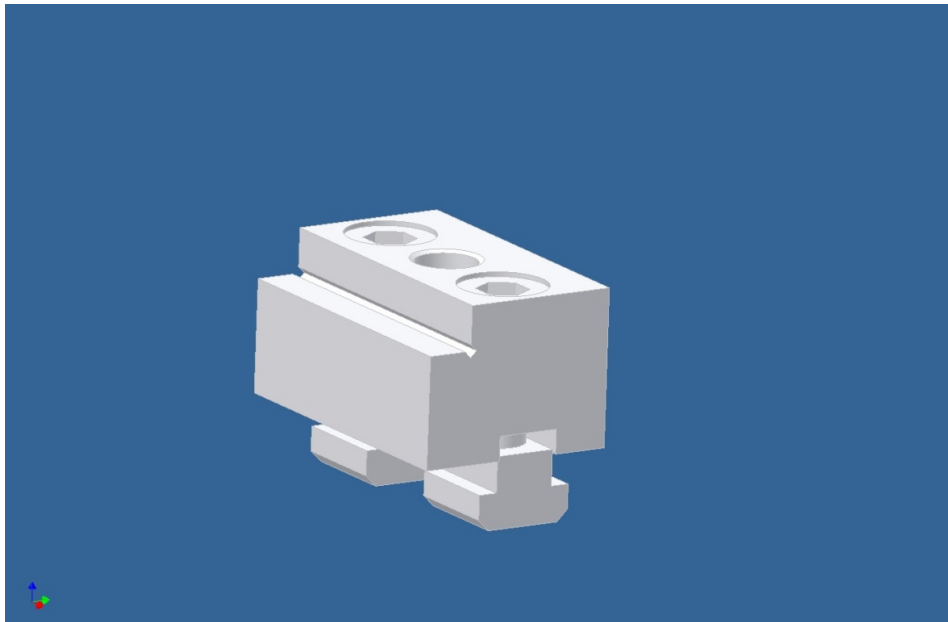
Slika 14 Sestava vpenjalnega dela 2

5.2 Faza sestave podpore 1

Priprava sklopa podpore. Za ta sklop so potrebni naslednji elementi:

Ime	Standard komponente	Količina
Prislonski element	EH 1490	1 kos
Vijak M12	EH 2270.122	2 kos
Uturni kamen	EH 2301.751	2 kos

Podpora je prikazana na sliki 14.



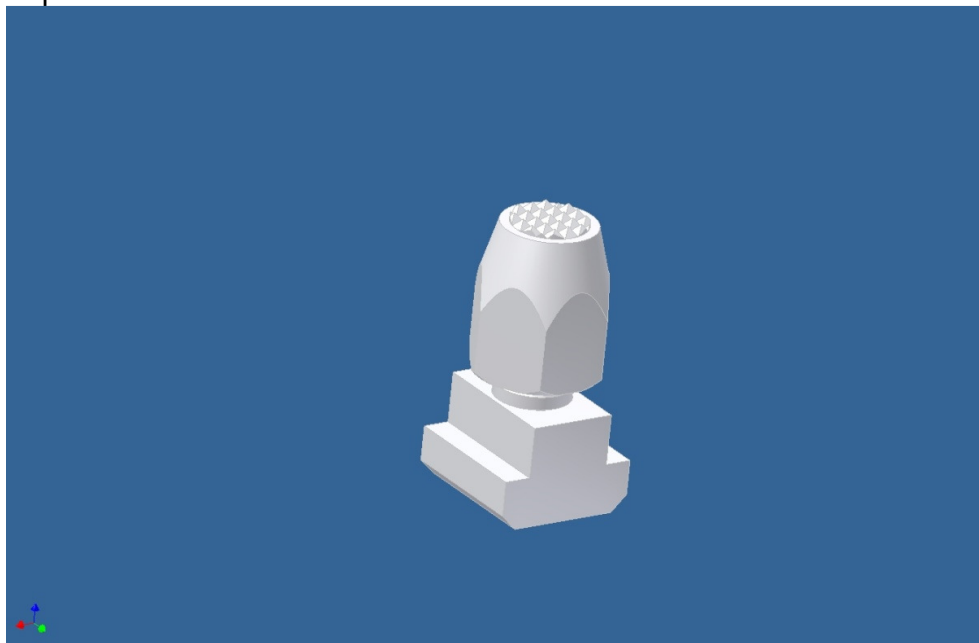
Slika 15 Podpora 1

5.3 Faza sestave podpore 2

Priprava sklopa podpore za vpenjalno pripravo. Uporabljene komponente:

Ime	Standard komponente	Količina
Podporni element	EH 2268.121	1 kos
Utorni kamen	EH 2301.751	1 kos

Prikaz podpore na sliki 15.



Slika 16 podpora 2

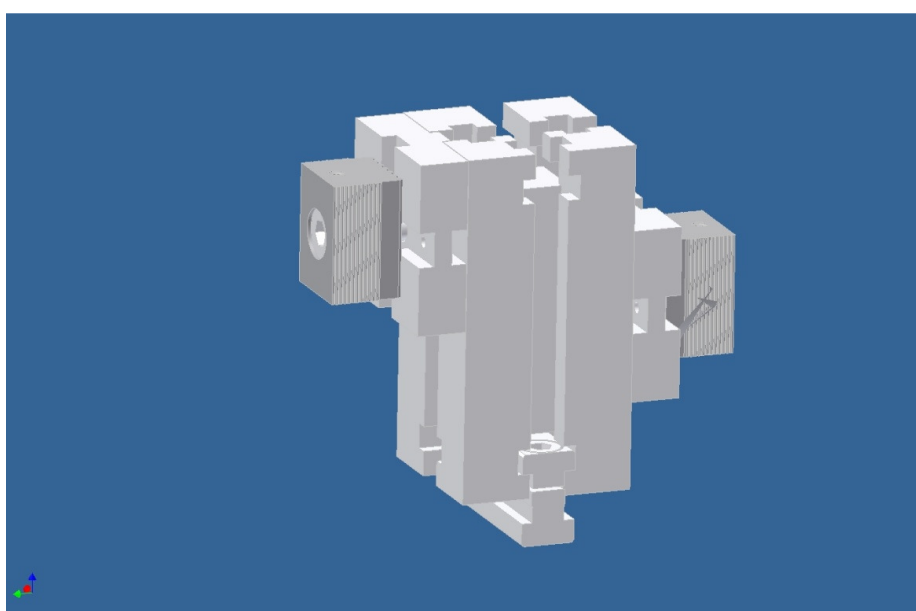
5.4 Faza sestave povezovalnega mostu

Zaradi velike sile pri rezkanju izvrtine $\Phi 40$ mm, se naredil povezovalni most, kateri povezuje oba obdelovanca na vpenjalni pripravi in nam služi, da se obdelovanec nebi prevrnil pri rezkanju izvrtine.

Pri tem sem uporabil naslednje komponente:

Ime	Standard komponente	Količina
Utorni kamen	EH 11311	1 kos
Steber	EH11102	1 kos
Podaljšek 1	EH 11117	2 kos
Podaljšek 2	EH 15832	2 kos
Vijak M12	EH 2270.126	2 kos

Sklop povezovalnega mosta je prikazan na sliki 16.

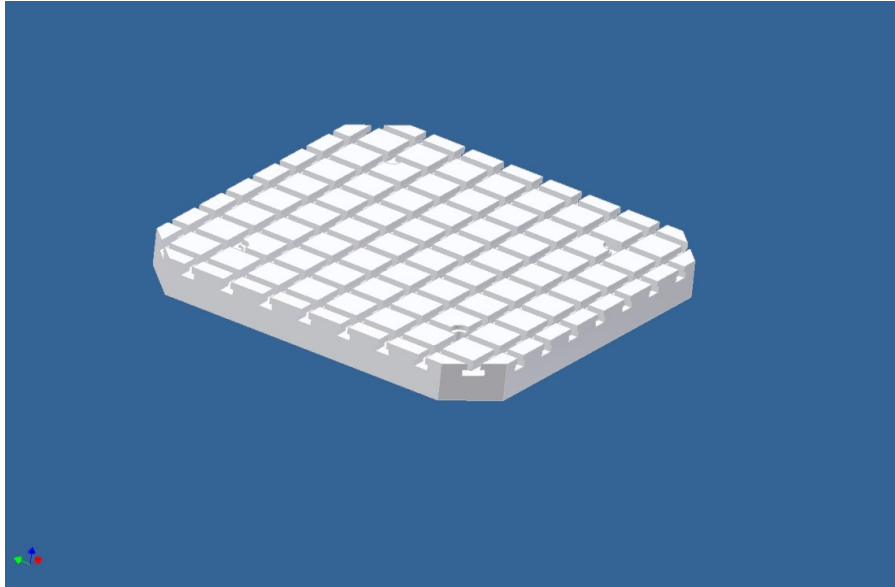


Slika 17 Povezovalni most

5.5 Faza izbire primerne plošče

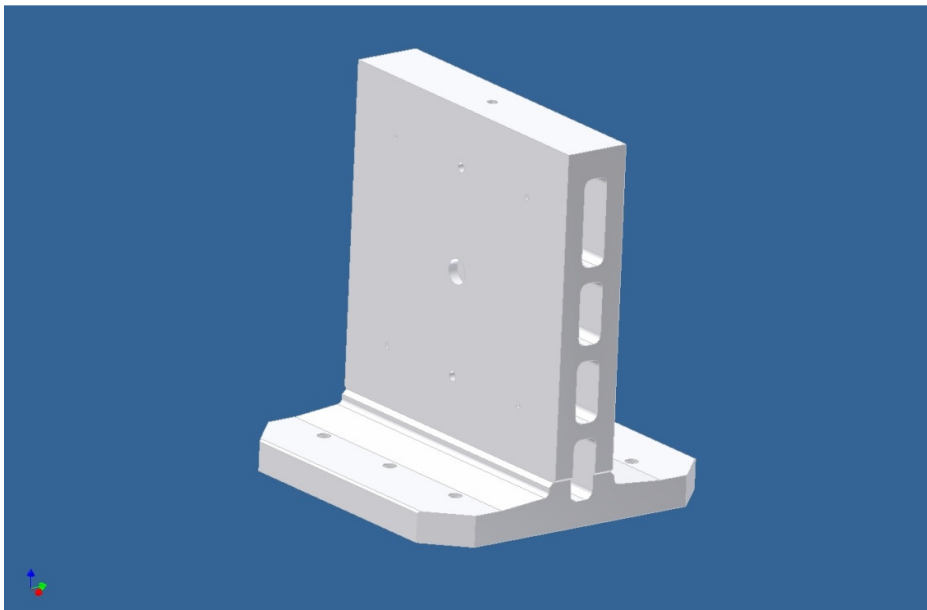
Seveda pa je treba vse komponente na koncu priviti na neko podlago. Zato sem izbral ploščo EH 11009.

Plošča je prikazana na naslednji sliki 17.



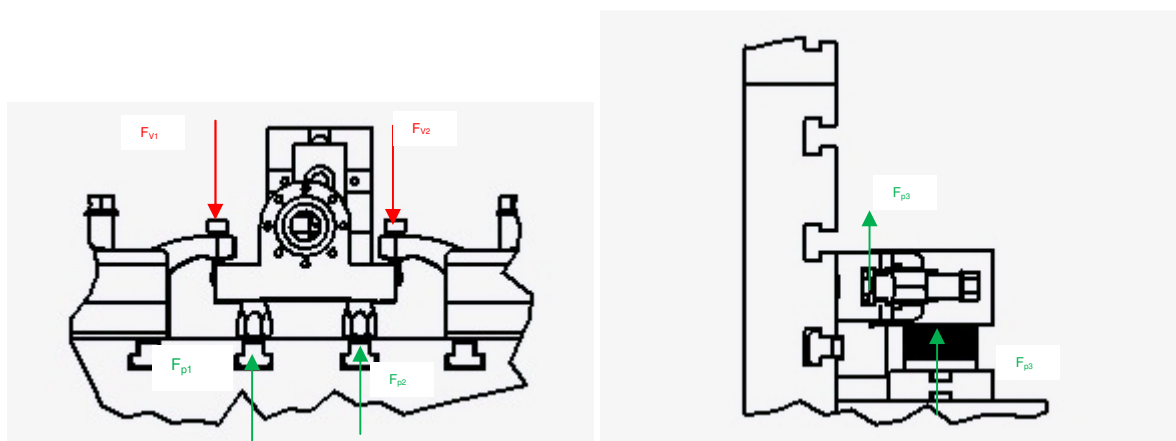
Slika 18 plošča

Na koncu pa moramo to ploščo pritrditi na stojalo. Stojalo sem izbral EH 1906.640. Prikazana je na naslednji sliki 18.



Slika 19 Stojalo za ploščo

6. DOLOČITEV POTREBNE VPENJALNIH SIL



Slika 20 Prikaz sil pri vpenjanju

Na prikazani sliki je mogoče videti razporeditev sil. Obdelovanec je položen na tri podpore, kjer se pojavijo reakcijske sile oz. sile v podporah F_{p1} , F_{p2} , F_{p3} . Te sile delujejo pravokotno na obdelovanec.

Smiselno je upoštevati tudi silo teže F_g , saj naš obdelovanec tehta 1,77kg. Spodaj je prikazan izračun sile teže obdelovanca:

$$F_g = m \cdot g = 1,77kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 17,36N \quad 36$$

Že omejene sile v podporah, so posledica delovanja vpenjalne sile. Te sile pa povzročijo pri stiku med obdelovancem in podporo sile lepenja F_{l1} , F_{l2} , F_{l3} . Sile lepenja so tiste, med obdelavo nasprotujejo rezalni sili F_c in tako preprečujejo premike obdelovanca med samo obdelavo.

Razstaviti je potrebno tudi silo F_c , to pa zaradi samega obdelovalnega postopka. Pri izračunu bomo upoštevali da je $F_c/5$. Ker ima frezalo pri razširjanju spodnjem delu 5 ploščic.

Analiza sil v x smeri lahko zapišemo:

$$\sum F_{ix} = 0 \rightarrow F_{l1} + F_{l2} + F_{l3} - \frac{F_c}{5} - F_g = 0 \quad 37$$

Če predpostavimo, da je $F_{l1} = F_{l2} = F_{l3} = F_l$ potem velja:

$$3 \cdot F_l - \frac{F_c}{5} - F_g = 0 \quad 38$$

$$F_l = \frac{F_c}{15} + \frac{F_g}{3} \quad 39$$

Silo lepenja izračunamo tako, da pomnožimo koeficient lepenja k_l in silo F_l , ki deluje normalno na površino:

$$F_l = k_l \cdot F_l = k_l \cdot F_{VP} \quad 40$$

Sedaj zapišemo lahko končno enačbo za izračun potrebne sile vpetja:

$$F_{VP} \geq \frac{1}{3 \cdot k_l} \cdot \left(\frac{F_c}{5} + F_g \right) \quad 41$$

$$F_{VP} \geq \frac{1}{3 \cdot 0,25} \cdot \left(\frac{7605,66}{5} + 17,36 \right) \quad 42$$

$$F_{VP} \geq 2051,32 \rightarrow 2060N \quad 43$$

F_{VP} – potrebna sila vpetja [N]

k_l – koef. lepenja (0,12 – 0,30)

F_c – glavna rezalna sila pri razširjanju izvrtine (enačba 2.21)

6.1 Kontrola kritičnih elementov vpenjalne priprave:

Glede na analizo obremenitev. Ki se pojavijo v tej vpenjalni pripravi, je bilo ugotovljeno, da smiselno kontrolirati podporne elemente in vpenjalne vijake.

6.1.1 Trdnostni preračun podpornih elementov

Podporni elementi so obremenjeni na tlak, kot posledica vpenjalne sile, zato sledi preračun:

$$-\sigma = \frac{F_{VP}}{A} \leq -\sigma_{dop} \quad 44$$

σ – tlačna napetost [N/mm²]

F_{VP} – sila vpetja [N]

A – površina nalega podpornega elementa [mm²]

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 13,8^2}{4} = 149,6 \text{ mm}^2 \quad 45$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{\vartheta} = \frac{750}{2} = 375 \text{ N/mm}^2 \quad 46$$

σ_{dop} – dopustna tlačna napetost [N/mm²]

R_e – napetost tečenja za GG-26 [N/mm²]

ϑ – upoštevana varnost

$$\sigma = \frac{2060}{149,6} = 13,77 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma \leq \sigma_{dop} \rightarrow$ Podporni elementi trdnostno zadoščajo!!!

6.1.2 Trdnostni preračun vpenjalnih vijakov

Vpenjalni vijaki so standardni vijaki z matričnim navojem M8, ker je konstrukcija izvedena tako, da silo vpenjanje prenašamo preko dveh vijakov, se le ta na posamezen vijak razpolovi. Vijaki v strojogradnji so trdnostnega razreda 12.9.

$$-\sigma = \frac{F_{VP}/2}{A} \leq -\sigma_{dop} \quad 47$$

σ – tlačna napetost [N/mm²]

$F_{VP}/2$ – sila vpetja na en vijak [N]

A_3 – prerez jedra navoja vijaka [mm²]

$$A_3 = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4,5^2}{4} = 15,9 \text{ mm}^2 \quad 48$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{\vartheta} = \frac{1040}{2} = 520 \text{ N/mm}^2 \quad 49$$

σ_{dop} – dopustna tlačna napetost [N/mm²]

R_e – napetost tečenja za vijak trdnostnega razreda 12.9 [N/mm²]

ϑ – upoštevana varnost

$$\sigma = \frac{2060/2}{15,9} = 129,56 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma \leq \sigma_{dop} \rightarrow$ Vijak trdnostno ustreza!!!

7. NAVODILA ZA MONTAŽO, UPORABO, VZDRŽEVANJE IN SERVISIRANJE VPENJALNE PRIPRAVE:

Če hočemo, da bo vpenjalna priprava uporabljena pravilno, moramo pri montaži, vzdrževanju ter servisiranju vpenjalne priprave upoštevati navodila.

7.1 Navodila za montažo in uporabo vpenjalne priprave:

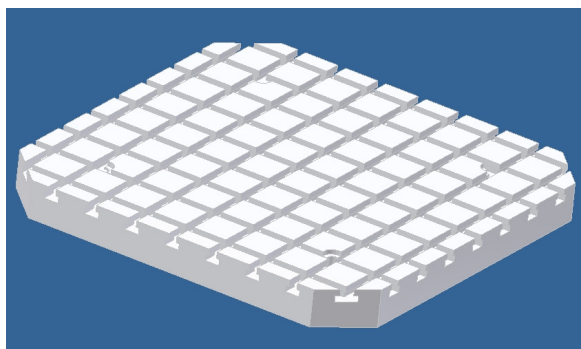
Montaža vpenjalne priprave na delavno paleto mora potekati po točno določenem vrstnem redu, saj lahko v nasprotnem primeru pride do težav pri montaži. V ta namen je potrebno upoštevati sledeča navodila za montažo vpenjalne priprave.

Ker so posamezni sklopi bili predstavljeni že v poglavju 5, tu samo navedemo vrstni red sestave.

Koraki montaže:

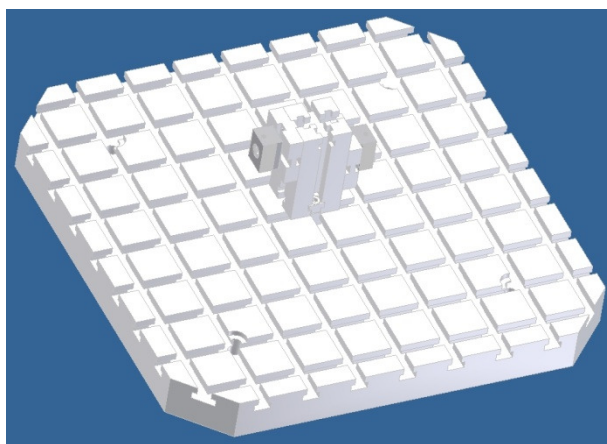
Na spodnjih slikah so prikazani koraki montaže in podana kratka navodila za montažo sklopov vpenjalne priprave. Posamezni koraki si sledijo od prvega do zadnjega.

Teh korakov se moramo držati, drugače ne moremo naslednjih elementov vstaviti v vpenjalno pripravo.



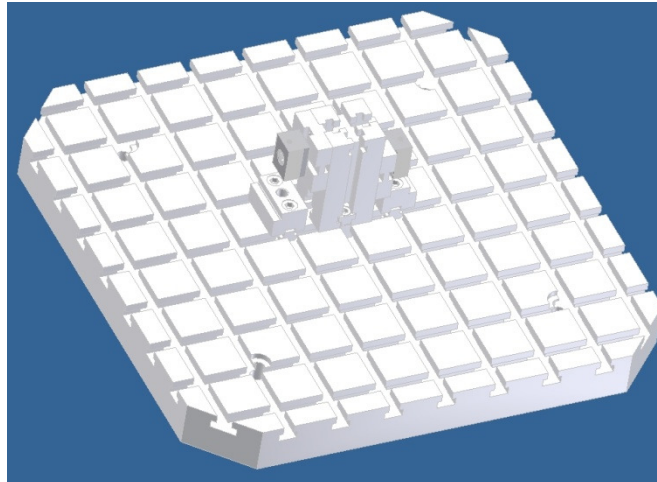
Slika 21 Prvi korak montaže

Prvi korak montaže je izbira pravilne delovne palete. (ostale podatke najdete v poglavju 5)



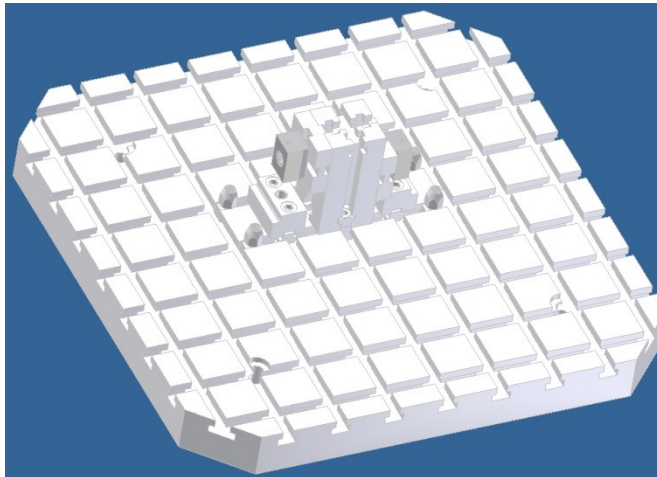
Slika 22 Drugi korak montaže

V drugem koraku pritrdimo pomožni steber, ki nam služi za naslon obdelovanca ter hkrati pri obdelavi preprečuje prevrnitev obdelovanca. (ostale podatke najdete v poglavju 5)



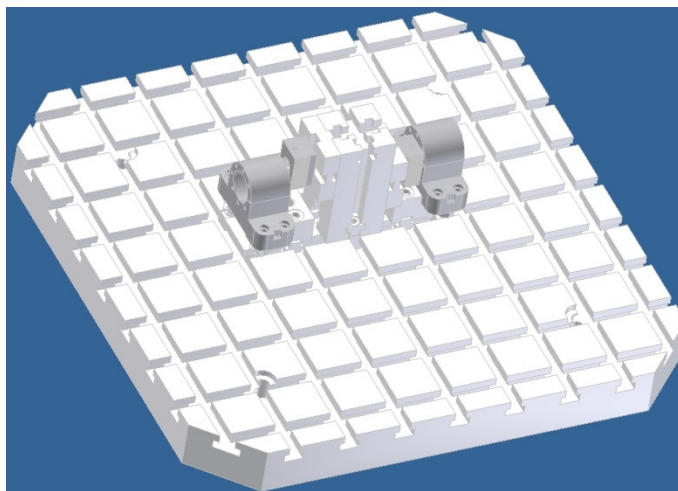
Slika 23 Tretji korak montaže

V tretjem koraku montiramo spodnji stranski prislon na obeh straneh stebra. (ostale podatke najdete v poglavju 5).



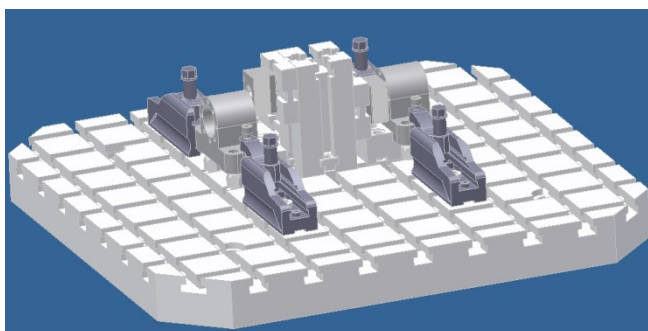
Slika 24 Četrti korak montaže

V četrtem koraku namestimo 4 podporne elemente. (ostale podatke najdete v poglavju 5).



Slika 25 Peti korak montaže

V petem koraku montaže namestimo obdelovanec, kateri se mora dotikati vseh mejnih elementov (paziti moramo da se nam lepo prilega), (ostale podatke najdete v poglavju 5).



Slika 26 Šesti korak montaže

V šestem koraku vstavimo vpenjalni del katerega pa moramo vstaviti tako da vijak M8 pride v sredino utora na obdelovancu. Na koncu pa še vijake pritrdim, tako da je obdelovanec na miru med samo obdelavo.

Navodila za uporabo:

Pomembno je, da upoštevamo pri uporabi vpenjalne priprave navodila za montažo. Če upoštevamo navodila za montažo, ki so prikazana na prejšnjih straneh, bo uporaba vpenjalne priprave pravilna.

Pomembno je povedati, da je montaža dolgotrajna, kot je bilo opisano na prejšnjih straneh.

S stališča pravilne uporabe in pravilnega delovanja vpenjalne priprave, je potrebno upoštevati še ustrezna navodila za vzdrževanje ter servisiranje vpenjalne priprave.

7.2 Navodila za vzdrževanje in servisiranje vpenjalne priprave

Če hočemo, da bo vpenjalna priprava služila svojemu namenu jo je potrebno vzdrževati in servisirati. Ob upoštevanju sledečih navodil:

Prva priprava vpenjalne priprave:

Pred prvim vpetjem obdelovanca v vpenjalno pripravo je potrebno tudi samo vpenjalno pripravo ustrezno pripraviti. Po sestavi vseh sklopov vpenjalne priprave in po vpetju obdelovanca je obvezno preveriti, če predpisani vrstni red montaže ustreza, ali pa ga je mogoče potrebno spremeniti. V kolikor je vrstni red montaže ugoden, je potrebno preveriti, če kakršnikoli sestavni element vpenjalne priprave odstopa od svojega položaja, preveriti pa je potrebno tudi, če je pozicija obdelovanca takšna, kot je bila prepisana.

Čiščenje celotne vpenjalne priprave po zaključku dela:

Ko končamo obdelavo na obdelovancu, je potrebno obdelovanec izpeti ter ga izpihati s komprimiranim zrakom, sledi pa še čiščenje same vpenjalne priprave. Vse podporne elemente in tudi vse elemente vpenjalne priprave je potrebno sčistiti z uporabo komprimiranega zraka. Po potrebi pa tudi razmastiti, saj imajo odrezki tudi

plast nečistoč svojo debelino in lahko povzročijo nenatančno pozicioniranje ter vpetje obdelovancev!

Vzdrževanje vpenjalne priprave v primeru skladiščenja:

Vzdrževanje pred skladiščem:

V primeru, da vpenjalne priprave ne bomo uporabljali dlje časa je potrebno izpihati s komprimiranim zrakom, vse dele razmastiti ter naoljiti gibljive dele komponente, nato pa še izvest vizualno kontrolo. Šele sedaj je vpenjalna priprava nared za skladiščenje.

Skladiščimo jo v primernem skladišču ter na trdi podlagi. Zagotoviti je potrebno okolje, ki ne bo škodljivo vplivalo na vpenjalno pripravo (npr. vpliv vlage, udarcev,... ipd)

Vzdrževanje po skladiščenju:

Ko vpenjalno pripravo prevzamemo iz skladišča, in je od začetka skladiščenja poteklo precej časa, je potrebno zopet izvesti vizualno kontrolo in tudi očistiti vpenjalno pripravo, ter po potrebi naoljiti gibljive dele vpenjalne priprave.

Servisiranje vpenjalne priprave:

Potrebno je izvesti mesečno ali pa vsakih 1000 ciklusih vpenjanja in izpenjanja kontrolo najbolj obremenjenih delov (npr. podpornih elementov, vpenjalnih vijakov,..itn.)

Zamenjava posameznih delov ob lomu ali ugotovljeni izrabljenosti po kontroli, kot so podporni elementi in vpenjalni vijaki.

Zamenjavo delov je potrebno narediti pa navodilih za montažo, upoštevati pa moramo, da zamenjamo zlomljeni del z enakim delom.

8. STROŠKOVNA KALKILACIJA

V tem poglavju je prikazana stroškovna kalkulacija stroškov vpenjalne priprave ter ter stroškov obdelave. Stroški so prikazani v skupni vrednosti, kakor tudi na enoto izdelka. Vse cene posameznih komponent vpenjalne priprave, kakor tudi orodja so bile pridobljene iz aktualnih katalogov podjetja SANDVIK in HALDER, ter odražajo cenovno dejansko stanje na tržišču orodij in vpenjalnih priprav.

8.1 Stroškovna kalkulacija vpenjalne priprave

Iz podjetja HALDER (zastopništvo v Hočah) sem pridobil naslednji informacijski cenik za vse potrebne komponente vpenjalne priprave.

To je prikazano v spodnji tabeli:

Orodja in priprave

Standard komponente	Količina	Merska enota	Cena/kos z DDV [€/kos]	Skupna vrednost z DDV
EH 1109	1	KOS	2747,2	2747,2
EH 2369,012	4	KOS	573,22	2292,88
EH 2270,122	8	KOS	18,62	148,96
EH 2301,751	8	KOS	11,76	94,08
EH 2270,194	4	KOS	17,16	68,64
EH 2268,121	4	KOS	11,28	45,12
EH 11311	1	KOS	69,57	69,57
EH 11102	1	KOS	15,84	15,84
EH 11117	2	KOS	36,59	73,18
EH 15832	2	KOS	25,98	51,96
EH 2270,126	2	KOS	18,48	36,96
			SKUPAJ	5644,39

Tabela 8.0.1 Stroški vpenjalne priprave

Ko seštejemo vse cene posameznih komponent vpenjalne priprave v zgornji tabeli, dobimo skupne stroške vpenjalne priprave v vrednosti 5644,36€. Preračunano to pomeni 5,131€ na posamezni kos (ob upoštevanju, da je v seriji N=1100 kosov).

8.2 Stroški obdelave

Tudi iz podjetja SANDVIK sem pridobil informacijski cenik za potrebe programske naloge Tehnika odrezovanja ter Orodja in priprave.

Vsa potrebna orodja in pripadajoče ceno so prikazane v tabeli spodaj:

Naziv artikla	Standard artikla	količina	Cena/kos z DDV €/kos	Skupna vrednost z DDV
Sveder Φ8,4	R842-0840-50-A1A-1210	3	7,3	21,9
Držalo svedra	C4-391.19-10 075	1	95	95
Podaljšek	C4-LC2040-00075M	1	30	30
Sveder Φ12,7	R416.22-0127L20-41	1	100	100
Rezalne ploščice	LCMX 02 02 04C-53 1020	4	4,94	19,76
Držalo	A1B27-40 20 080	1	89,5	89,5
Rezkar	R390-040A40-45M	1	146,9	149,6
Ploščica za rezkar	R390-11 T3 02E-KM H13A	15	4,94	74,1
			SKUPAJ	579,86

8.0.2 Cenik izbranih orodij

Tako dobimo skupne stroške obdelave vrednosti 579,86 €. Preračunano na enoto izdelka to pomeni 0,527€ na kos.

8.3 Skupni stroški

Sedaj lahko seštejemo stroške vpenjalne priprave ter stroške orodja in tako dobimo skupne stroške za proizvodnjo. Pri tem je potrebno upoštevati, da dobimo lastno ceno izdelka, brez upoštevanja stroškov energije, plače delavca,...ipd.

Skupni stroški so prikazani v naslednji tabeli:

Skupni stroški [€]	Skupni stroški na kos [€/kos]
6224,25 €	5,658€

8.3 skupni stroški

Torej, če upoštevamo faktor povečave ($K=1,25$), dobimo lastno ceno izdelka:

Lastna cena izdelka je tako: 7,072€

Treba je poudariti, da je faktor povečave bil izbran po lastni presoji in morda ne odraža dejanske lastne cene vpenjalne priprave. Lahko pa z veliko gotovostjo trdimo da se lastna cena giblje nekje v območju gornje cene.

8.4 Končni sklep

Če pogledamo stroškovno kalkulacijo, lahko vidimo, da lastna cena na enoto izdelka ni velika. Vendar bi bila lahko ta cena tudi nižja. To pa predvsem že zaradi izbire plošče, katera bi bila lahko manjša oz. bi na ploščo montirali več obdelovancev hkrati (npr. 4) in tako bolj racionalno izkoristili prostor na plošči vpenjalne priprave.

PRILOGE

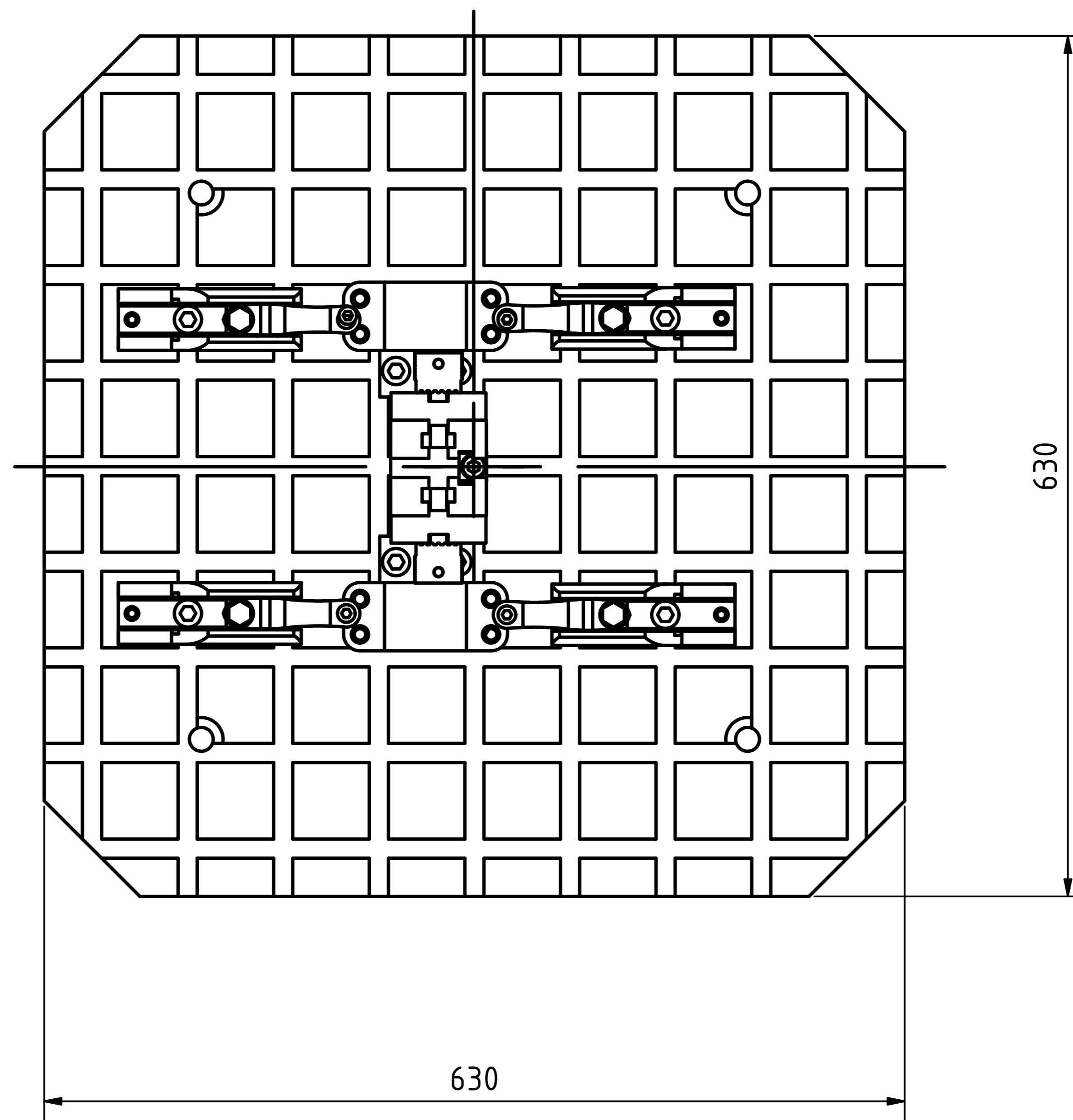
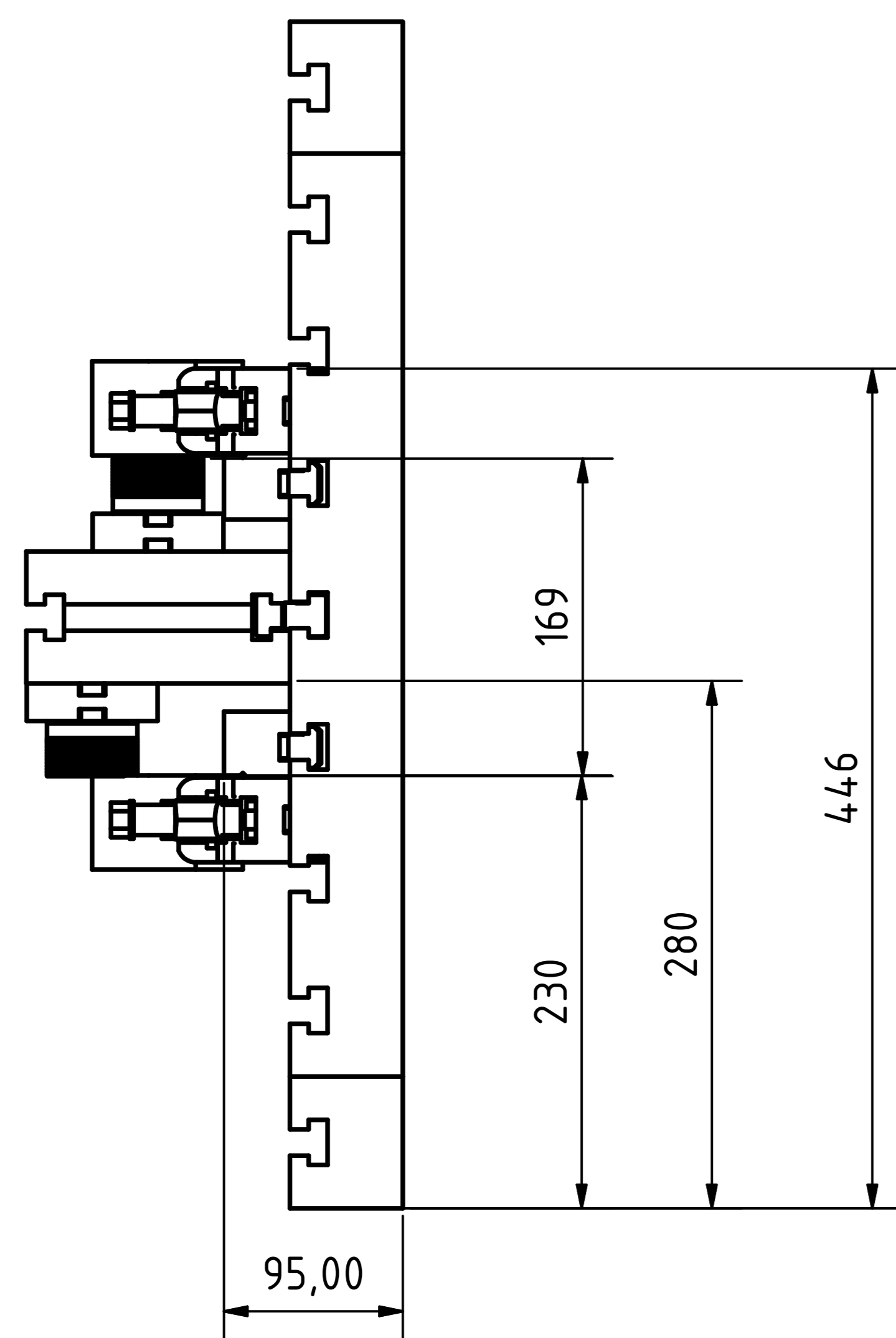
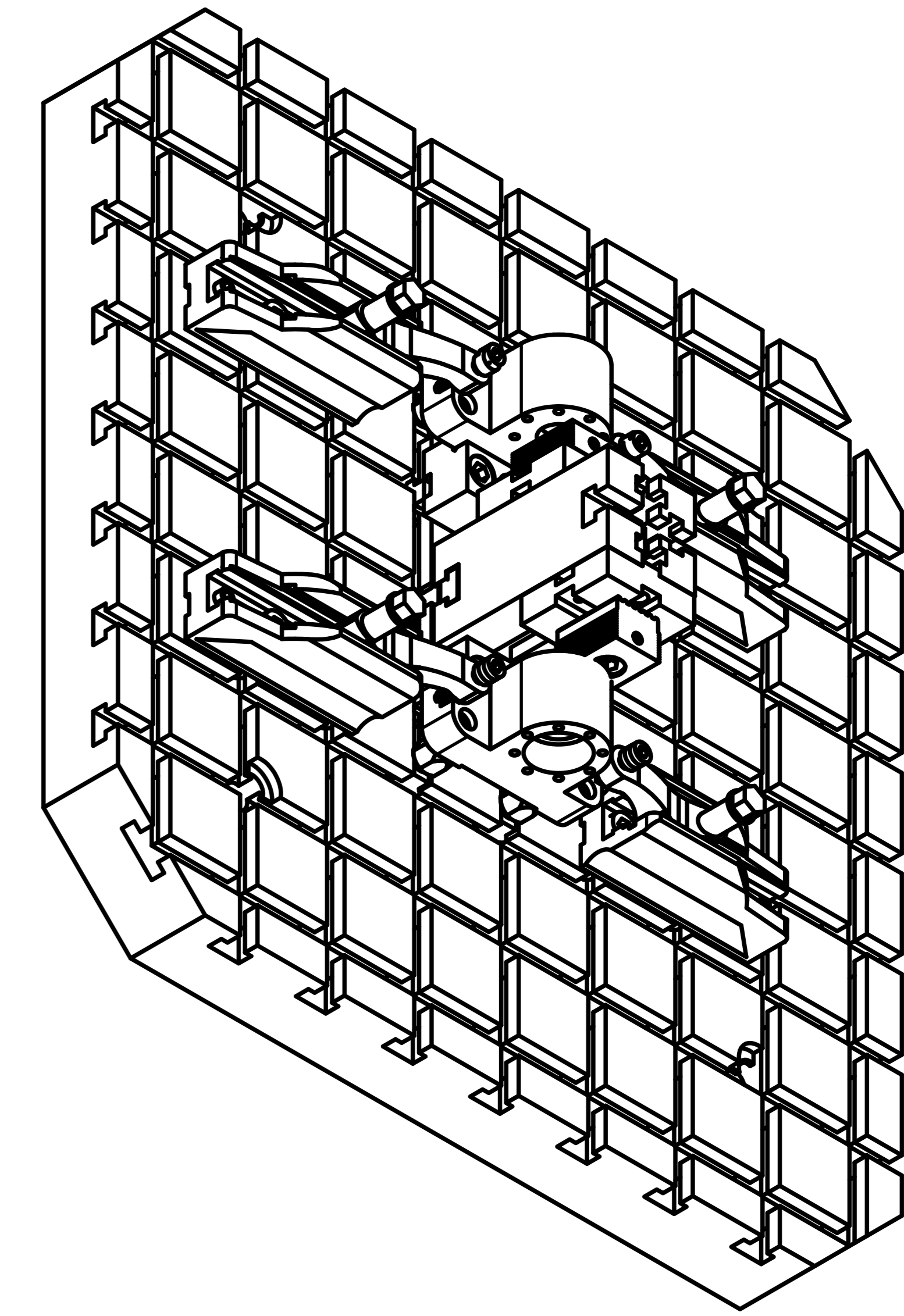
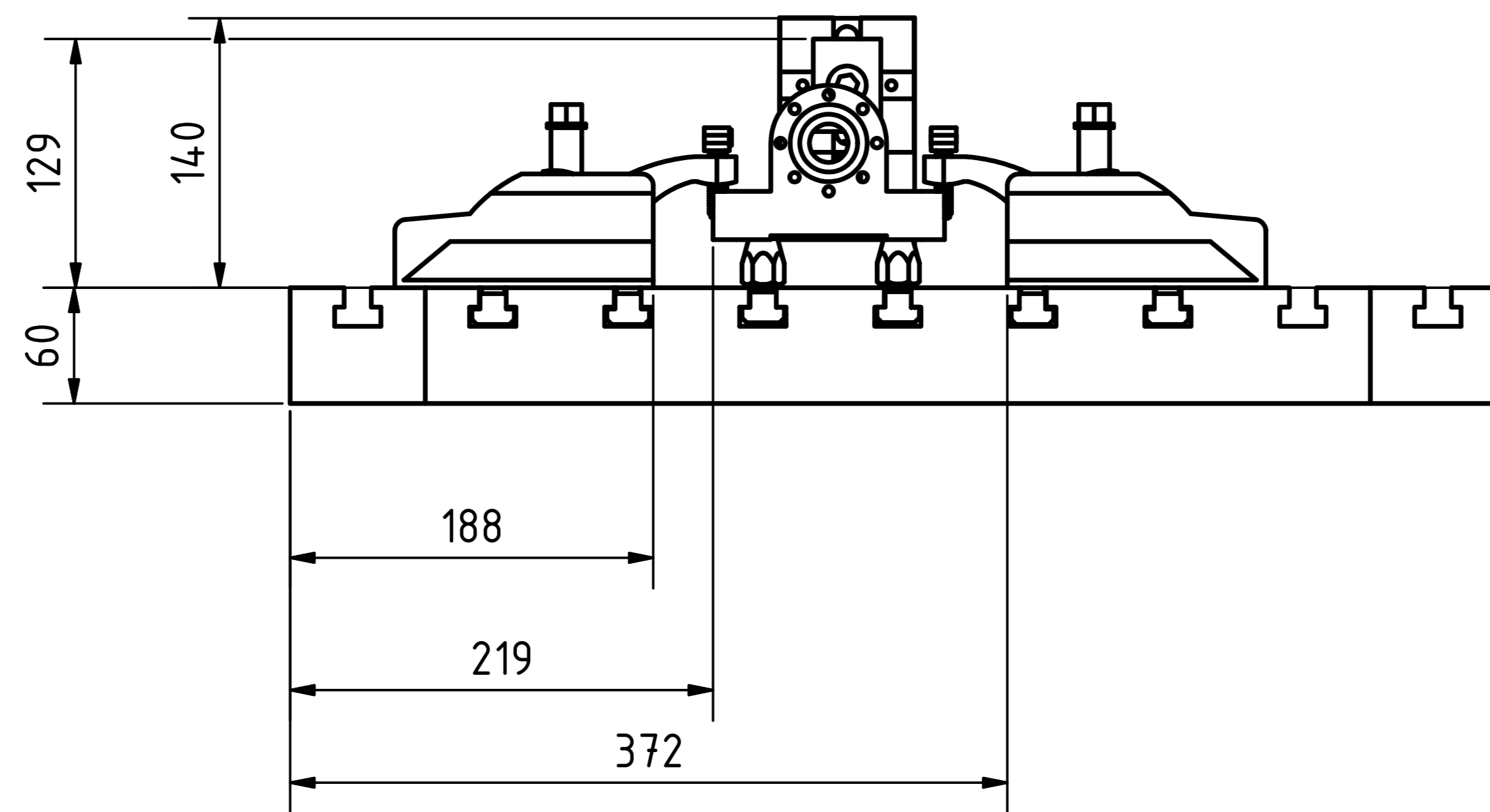


Table				
POZ	KOS	Naziv	Standard	MATERIAL
1	1	Ohišje ležaja		GG-26
2	1	Montažna plošča V70 HALDER	EH 1109	
3	4	Sklop vpenjala HALDER	EH 2369,012	
4	8	Vijak M12 HALDER	EH 2270,122	
5	8	Utorni kamen HALDER	EH 2301,751	
6	4	Vijak M8 HALDER	EH 2270,194	
7	4	Podporni element HALDER	EH 2268,121	
8	1	Utorni kamen HALDER	EH 11311	
9	1	Steber HALDER	EH 11102	
10	2	Podaljsek 1	EH 11117	
11	2	Podaljsek 2	EH 15832	
12	2	Vijak M12	EH 2270,126	

		Material: GG-26		Merilo: 1:1
		GG-26		
		Ohišje ležaja		
		sestavnica		1
				A2

State	Changes	Date	Name

UNIVERZA V MARIBORU
Fakulteta za strojništvo

Date: 8/26/2009
Name: Skerget G.

Checked:
Standard:



Laboratorij za odrezovanje

ORODJA IN PRIPRAVE

Programska naloga

Ime in priimek:

Vpisna številka:

Ime in priimek nosilca predmeta:

Študijski program:

Študijsko leto:

Gregor Škerget

93613953

red.prof.dr. Franci Čuš

VS Strojništvo- Proizvodno strojništvo:

obdelovalne tehnologije

2008/2009

UVOD.....	3
1. NAROČILO VPENJALNE PRIPRAVE	4
1.1 Analiza delovnega postopka	4
1.2 Analiza vpenjanja	5
1.2.1 Število potrebnih vpetij	5
1.2.3 Podporna mesta	5
1.2.4 Pozicioniranje in določanje lege obdelovanca	6
2. PRERAČUN OPERACIJ 05,10, 25	9
2.2 PRERAČUN ZA OPERACIJO 05.....	10
2.3 PRERAČUN ZA OPERACIJO 10.....	14
2.4 PRERAČUN OPERACIJE 25	18
3. UPORABLJENA ORODJA	23
3.1 ORODJA ZA OPERACIJI 05.....	23
3.2 ORODJE ZA OPERACIJO 10	24
3.3 ORODJA ZA OPERACIJO 25.....	26
4. Konstruiranje vpenjalne priprave	28
4.1 Konstruiranje	29
4.2 Primerjava variant.....	29
4.3 Trdnostno dimenzioniranje vpenjalne priprave	29
4.4 Funkcijsko dimenzioniranje vpenjalne priprave:.....	30
5. POSAMEZNI SKLOPI VPENJALNE PRIPRAVE	30
5.1 Sklop sestave vpenjalnega dela	30
5.2 Faza sestave podpore 1.....	31
5.3 Faza sestave podpore 2.....	32
5.4 Faza sestave povezovalnega mostu	32
5.5 Faza izbire primerne plošče	33
6. DOLOČITEV POTREBNE VPENJALNIH SIL	35
6.1 Kontrola kritičnih elementov vpenjalne priprave:	36
6.1.1 Trdnostni preračun podpornih elementov.....	36
6.1.2 Trdnostni preračun vpenjalnih vijakov	37
7. NAVODILA ZA MONTAŽO, UPORABO, VZDRŽEVANJE IN SERVISIRANJE VPENJALNE PRIPRAVE:	37
7.1 Navodila za montažo in uporabo vpenjalne priprave:.....	38
7.2 Navodila za vzdrževanje in servisiranje vpenjalne priprave	40
8. STROŠKOVNA KALKILACIJA	41
8.1 Stroškovna kalkulacija vpenjalne priprave	41
8.2 Stroški obdelave.....	42
8.3 Skupni stroški	43
8.4 Končni sklep	43
PRILOGE.....	44

UVOD

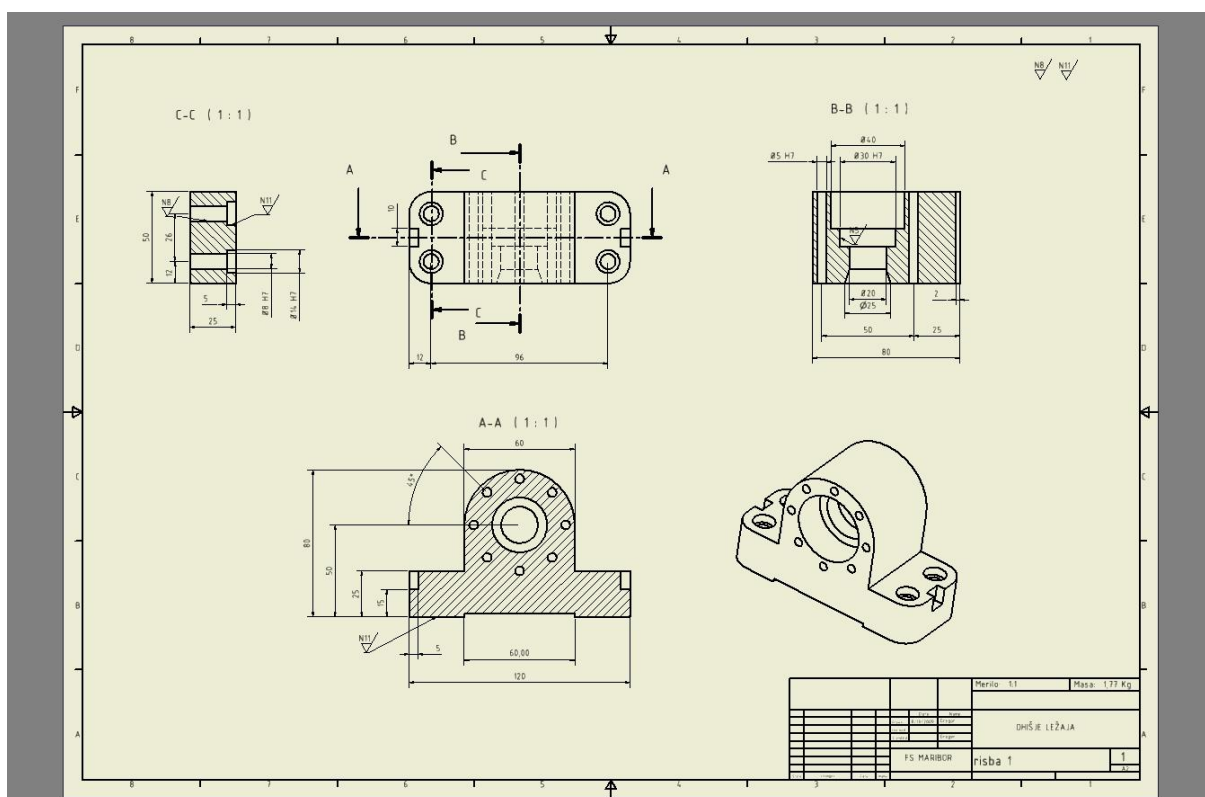
Programska naloga Orodja in priprave, nastala kot samostojno delo v okviru predmeta Orodja in priprave oz. je nadaljevanje programske naloge Tehnika odrezovanja, kjer smo predpisali in izračunali obdelovalne postopke, ter določili orodja. Ker pa vemo, da mora biti obdelovanec fiksno pritrjen pri sami obdelavi in je zato potrebna vpenjalna priprava smo se lotili konstruiranja vpenjalne priprave za naš obdelovanec.

Sama konstrukcija vpenjalne priprave je izdelana s pomočjo komponent, katere so dostopne na spletni strani www.halder.de. Ker pa seveda vpenjalne priprave ne moreš konstruirati, če ne veš na katerem stroju boš izvedel obdelavo, sem zato izbral NC-stroj HELLER BEA 1.

Zastavil pa sem si nalogo izdelati, čim cenejšo in preprosto vpenjalno pripravo. Odgovor na to naloga pa bom dobil na koncu, kjer bo tudi prikazana stroškovna kalkulacija.

1. NAROČILO VPENJALNE PRIPRAVE

Splošno naročilo vpenjalne priprave za izdelavo OHIŠJA LEŽAJA št. risbe 1. (slika 1)



Slika 1 Ohišje ležaja (št. risbe 1)

1.1 Analiza delovnega postopka

Obdelati je potrebno po risbi Št. 1

- Izvrtine $\Phi 8,4$ H7 (operacija 05)
- Povrtati izvrtino $\Phi 8,4$ H7, na 14,5H7 globine 5mm (operacija 10)
- Frezati luknjo iz $\Phi 20$ na $\Phi 40$ mm (operacija 25)

Kot obdelovanec imamo odlitek, ki je bil že prej obdelan in pripravljen za vpetje v to vpenjalno pripravo. Na osnovi tehnološkega postopka sem ugotovil, da najbolje ustreza stroj NC stroj Heller Bea 1. (slika 2)



Slika 2 NC stroj HELLER BEA 1

1.2 Analiza vpenjanja

1.2.1 Število potrebnih vpetij

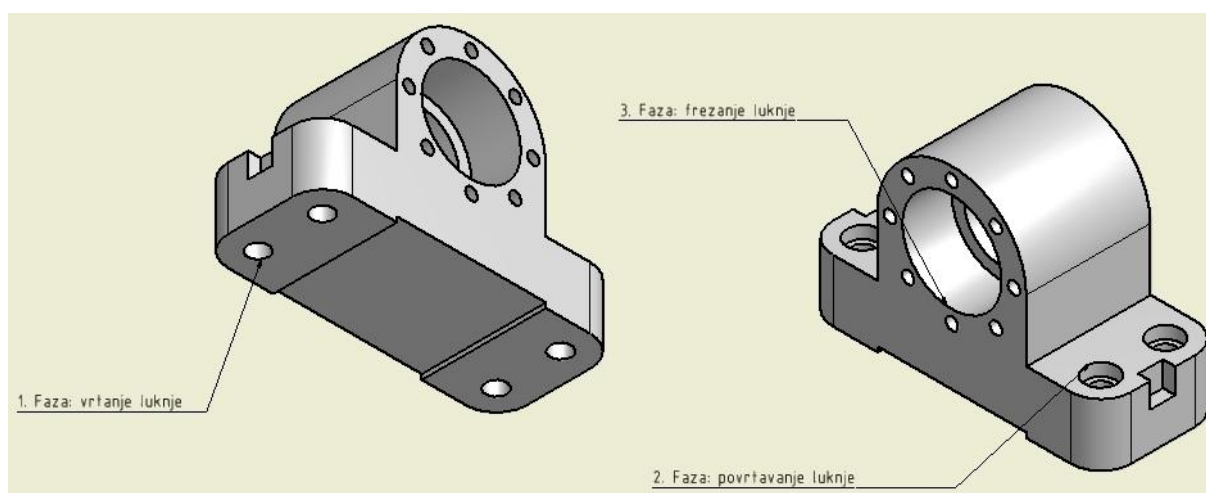
Zaradi zahtev po centričnosti in pravokotnosti moramo izdelati ustrezno vpenjalno pripravo. Priprava naj omogoča vpetje 2-dveh obdelovancev na enkrat. Obdelovanec mora biti vpet v delavnem prostoru na stroju, ki obsega naslednje mere:

$X_{os} = 630 \text{ mm}$

$Y_{os} = 630 \text{ mm}$

$Z_{os} = 500 \text{ mm}$

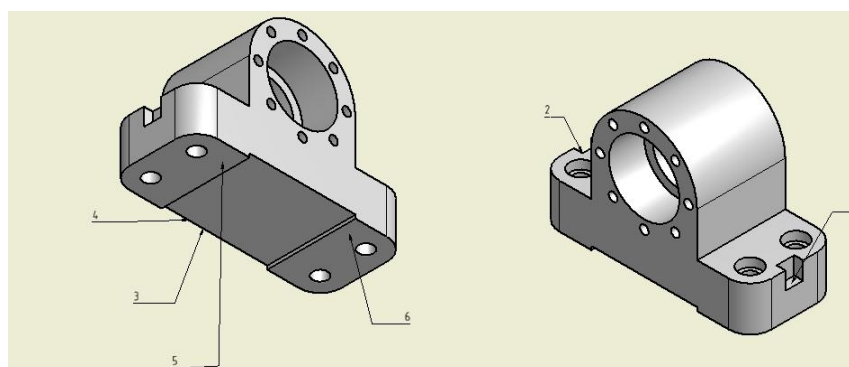
Na osnovi surovca sem določil naslednje faze obdelave:



Slika 3 Faze obdelave

Za vsako fazo obdelave sem s pomočjo spletnega kataloga <http://www.coromant.sandvik.com/si> izbral standardna orodja in preračunal parametre obdelave. Material našega obdelovanca je GG-26, na osnovi tega pa sem tudi izbral rezalno hitrost. Izračun pa je prikazan v naslednjem poglavju (poglavje 2)

1.2.3 Podporna mesta

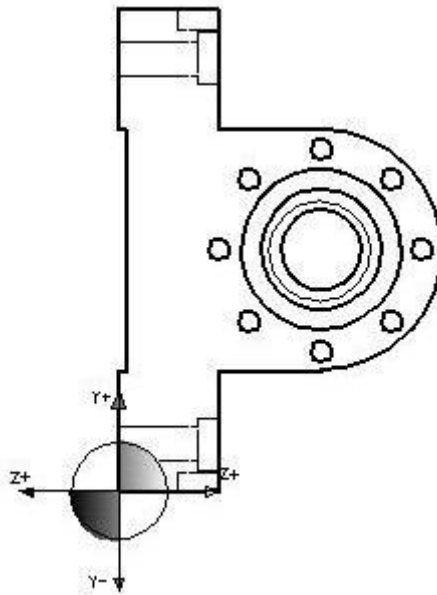


Slika 4 Prikaz vpenjalnih elementov

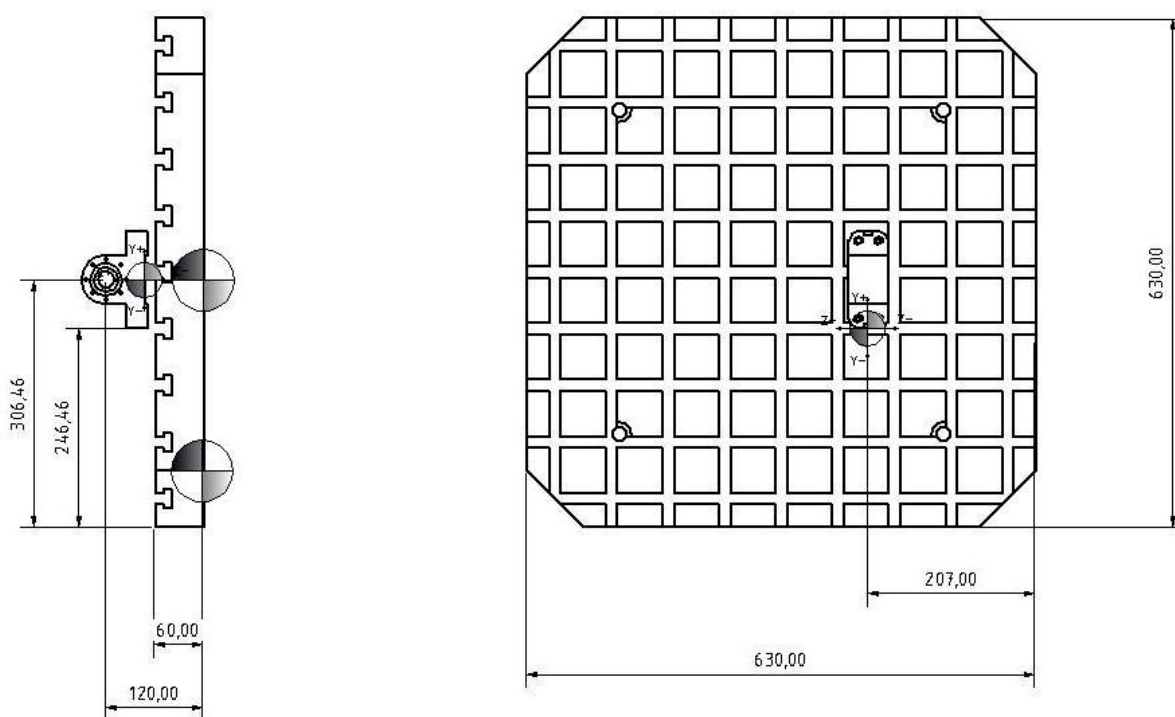
Ploskve 3,5,6 so osnovne podporne točke za izvedbo vpetja obdelovanca. V prvem koraku se obdelovanec vstavi v pripravo, kjer nalega na ploskev 3,5,6 in se potisne do naslona, kjer nalega ploskev 4. Potem pa z vijakom fiksiramo ploskev 1, nato pa še ploskev 2. Končno vpenjanje naj bo vpenjalno z dovolj veliko silo, da omogoči premagovanje vpenjalne sile med obdelavo.

1.2.4 Pozicioniranje in določanje lege obdelovanca

Obdelovanec pozicioniramo na vpenjalno pripravo in delavni prostor obdelovanca stroja na osnovi skice ničelnih točk.



Slika 5 Shematični prikaz vpetja OHŠJA LEŽAJA



Slika 5 Shematični prikaz uskladitve ničelnih točk

Pri pozicioniranju posameznih komponent moramo medsebojno uskladiti ničelne točke posameznih komponent. Medsebojna uskladitev prikazuje slika 5. Pozicioniranje izvedemo v treh korakih, kjer morajo biti posamezne ničelne točke medsebojno usklajene:

- Pozicioniranje obdelovanca na vpenjalno pripravo
- Pozicioniranje vpenjalne priprave na delavno paletu
- Pozicioniranje delovne palete na delavno mizo obdelovalnega stroja

Legenda oznak:

X_S – ničelna točka delovne mize v X osi
 Y_S – ničelna točka delovne mize v Y osi
 Z_S – ničelna točka delovne mize v Z osi

X_{VP} – ničelna točka vpenjalne priprave v X osi
 Y_{VP} – ničelna točka vpenjalne priprave v Y osi
 Z_{VP} – ničelna točka vpenjalne priprave v Z osi

X_0 – ničelna točka obdelovanca v X osi
 Y_0 – ničelna točka obdelovanca v Y osi
 Z_0 – ničelna točka obdelovanca v Z osi

Predpisana natančnost izdelave ni odvisna samo od pozicioniranja in postavljanja, ampak tudi od pravilnega vpenjanja obdelovanca.

Pri pozicioniranju obdelovancev v delavni prostor stroja upoštevamo in uskladimo ničelne točke posameznih komponent. Glede na izračune obdelovalne sile vpnemo obdelovanec z vpenjalnimi elementi s katerimi dosežemo potrebno silo vpenjanja. Sila vpenjanja ne sme biti niti prevelika zaradi deformacije niti premajhna, ker sile pri rezanju lahko premaknejo obdelovanec.

Pri namestitvi vpenjalnih elementov (pomožnih stebrov) upoštevamo med obdelavo, da ti ne ovirajo obdelave oz. ne pridejo v stik z orodjem.

Pri izbiri vpenjalnih elementov upoštevamo, da imamo v seriji 1100 obdelovancev. Pomembno je, da bomo u izbranimi elementi dosegli potrebno vpenjalno silo vpetja in, da vpetje čim bolj enostavno in hitro.

Za natančno pozicioniranje obdelovanca in posledično s tem kakovostno obdelavo moramo določiti naslednje ravnine in ploskve obdelovanca:

- **Osnovna ploskev obdelovanca:** to je postavitvena ploskev v končni obliki in določa njegov položaj. Namenjena je postavljanju obdelovanca v pripravi.
- **Pomožne ploskve obdelovanca:** to so ploskve, ki se uporabljajo za naslanjanje obdelovanca na naslonske elemente vpenjalne priprave.
- **Funkcijske ploskve:** na teh ploskvah se vrši obdelava.
- **Primerjalna ravnina:** je ravnina na katero se nanašajo mere izdelka pri konstruiranju
- **Nastavna ravnina:** to je ravnina po kateri se nastavi ravnina ali pozicionira orodje.

2. PRERAČUN OPERACIJ 05,10, 25

V tem poglavju je prikazan preračun posameznih operacij po spodnjem vrstnem redu:

- Delavniško risbo našega izdelka (naziv: **OHISJE_LEZAJA_OP**, Št.risbe:1)
- Delovni potek operacij za obdelavo našega izdelka ter operacij, ki jih bo izdelal drugi član skupine)
- Delovne risbe za operacije 05,10, 25
- Preračun, ki za posamezne operacije vključuje:
 - izbiro delovnih pogojev,
 - izračun rezalne sile F_c in moči rezanja P_c ,
 - preverjanje pogoja $P_{EM} < P_{EM(\text{instalirano})}$,
 - izračun tehnoloških časov,
 - določitev potrebnega števila orodij,
- Seznam vseh uporabljenih orodij ter vpenjalnih elementov za orodje,
- Risbe izbranih orodij z njihovimi dimenzijami (iz elektronskih katalogov-splet),
- Strojni list za izbran delovni stroj (NC frezalni stroj HELLER BEA 1)

2.2 PRERAČUN ZA OPERACIJO 05

Preračun rezalne sile F_c in rezalne moči P_c za operacijo vrtanje lukenj $\Phi 8,4$ mm. Izračun tehnološkega časa vrtanja za en izdelek in celotno serijo izdelkov 1100 kosov.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca (po DIN): **siva litina GG-26**
- Kvaliteta obdelave: **N8**
- Stopnja obdelave iz tolerančne vrste ISO: **IT8**
- Rezalni material: Karbidna trdnina **K10**
- Predpostavljeni čas obstojnosti: **T=60min**
- Dopusna obraba proste ploskve: **0.2 mm**(na največji točke obrabe)

Izbira delovnih pogojev:

- Podajanje: **f=0.2 mm/vrt**
- Rezalna hitrost: **v_c=100 m/min**
- Koeficient: **k_{c1x1}=1140 N/mm²**
- Eksponent: **z=0,26**

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = k_{c1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-z} \cdot k_p \cdot k_{obr}$$

2.1

F_c [N]	glavna rezalna sila pri vrtanju v polno
$k_{c1x1}=1140 \text{ N/mm}^2$	koeficient za izračun glavne rezalne sile pri vrtanju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$d=8,4 \text{ mm}$	premer svedra
$\varphi=140^\circ$	kot pri vrhu svedra (spletni katalog http://www.coromant.sandvik.com/si)
$h= 0,0939 \text{ mm}$	debelina odrezka
$z=0,26$	eksponent za izračun glavne rezalne sile pri vrtanju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$k_p=1$	korekturni koeficient vrtanja pri vrtanju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)
$k_{obr}=1,25$	korekturni koeficient obrabe za sivo litino (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)

$$F_c = 1140 \cdot \frac{8,4}{\sin \frac{140}{2}} \cdot 0,0939^{1-0,26} \cdot 1 \cdot 1,25 = 2212,49 \text{ N}$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$$

2.2

h [mm] debelina odrezka
 $f=0,2$ mm/vrt podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
 $\varphi=140^\circ$ kot pri vrhu svedra (spletni katalog
<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$h = \frac{0,2}{2} \cdot \sin \frac{140}{2} = 0,0939 \text{ mm}$$

Določitev števila vrtljajev n :

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot d \cdot 2.3}$$

n [min^{-1}] število vrtljajev svedra
 $v_c=100$ m/min priporočena rezalna hitrost (učbenik Tehnika odrezovanja, str 121)
 $d=8,4$ mm premer svedra (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{\pi \cdot 8,4} = 3789,40 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{dejansko število vrtljajev je } n = 3800 \text{ min}^{-1}$$

Določitev dejanske rezalne hitrosti $v_{c,dej}$:

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \cdot 2.4$$

$v_{c,dej}$ [m/min] dejanska rezalna hitrost
 $d=8,4$ mm premer svedra (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)
 $n=3800$ min^{-1} dejansko število vrtljajev svedra

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot 8,4 \cdot 3800}{1000} = 100 \text{ m/min}$$

Izračun potrebne rezalne moči P :

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_{c,dej}}{\eta} \cdot 2.5$$

P_c [W oz. kW] rezalna moč
 $F_c=2212,49$ N glavna rezalna sila
 $v_{c,dej}=100$ m/min dejanska rezalna hitrost
 $\eta=0,8$ izkoristek delovnega stroja (strojni list)

$$P_c = \frac{2212,49 \cdot 100}{0,8 \cdot 60} = 4609,35 \text{ W} \approx 4,6 \text{ kW}$$

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

$P_{EM} = P_c = 4,6 \text{ kW}$ rezalna moč oz. potrebna moč elektromotorja

$P_{EM(\text{instalirano})}=24 \text{ kW}$ instalirana moč oz. dejanska moč elektromotorja (strojni list)

$P_{EM}=4,6 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})}=24 \text{ kW} \rightarrow$ Pogoj je izpolnjen!

Izračun tehnološkega časa vrtanja izvrtine

$$t_{t1} = \frac{l+l_1+l_2}{f \cdot n} \cdot i \quad 2.6$$

t_{t1} [min]	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtnanju
$l=25 \text{ mm}$	globina izvrtine
$l_1=2,3 \text{ mm}$	pot naleta orodja
$l_2=2 \text{ mm}$	pot izteka orodja
$f=0,2 \text{ mm/vrt}$	podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
$n=3800 \text{ min}^{-1}$	število vrtljajev svedra
$i=1$	število rezov

$$t_{t1} = \frac{25 + 2,3 + 2}{0,2 \cdot 3800} \cdot 1 = 0,0385 \text{ min}$$

$$l_1 = \frac{d}{2} \cdot ctg \frac{\varphi}{2} + 1 \quad 2.7$$

l_1 [mm]	pot naleta orodja
$d=8,4 \text{ mm}$	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$\varphi=140^\circ$	kot pri vrhu svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)

$$l_1 = \frac{8,4}{2} \cdot ctg \frac{140}{2} + 1 = 2,3 \text{ mm}$$

$$t_{t1,sk} = \zeta \cdot t_{t1} \quad 2.8$$

$t_{t1,sk}$ [min]	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje
$\zeta=4$	število izvrtin
$t_{t1}=0,0385 \text{ min}$	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtnanju

$$t_{t1,sk} = 4 \cdot 0,0385 = 0,154 \text{ min}$$

$$t_{cel} = \zeta \cdot t_{t1,sk} \quad 2.9$$

t_{cel} [min]	tehnološki čas vrtanja izvrtin za celotno serijo
$\zeta=1100 \text{ kosov}$	število kosov v celotni seriji
$t_{t1,sk}=0,154 \text{ min}$	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje

$$t_{cel} = 1100 \cdot 0,154 = 169,4 \text{ min}$$

Določitev potrebnega števila orodij:

$$x = \frac{t_{cel}}{T}$$

2.10

x	potrebno število orodij (svedrov) za izdelavo vseh izvrtin v seriji
t _{cel} =169,4 min	celotni tehnološki čas vrtanja
T=60 min	predpostavljeni čas obstojnosti

$$x = \frac{169,4}{60} = 2,82 \rightarrow \text{Za izvedbo naročila potrebujemo vsaj 3 svedre!}$$

2.3 PRERAČUN ZA OPERACIJO 10

Preračun rezalne sile F_c in rezalne moči P_c za operacijo povrtavanja lukenj $\Phi 8,4$ mm na $\Phi 12,7$ mm. Izračun tehnološkega časa vrtnja za en izdelek in celotno serijo izdelkov 1100 kosov.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca (po DIN): **siva litina GG-26**
- Kvaliteta obdelave: **N8**
- Stopnja obdelave iz tolerančne vrste ISO: **IT8**
- Rezalni material: Karbidna trdnina **K10**
- Predpostavljeni čas obstojnosti: **T=60min**
- Dopusna obraba proste ploskve: **0.2 mm**(na največji točke obrabe)

Izbira delovnih pogojev:

- Podajanje: **f=0.2 mm/vrt**
- Rezalna hitrost: **v_c=100 m/min**
- Koeficient: **k_{c1x1}=1140 N/mm²**
- Eksponent: **z=0,26**

Izračun rezalne sile F_c :

$$F_c = k_{c1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-z} \cdot k_{pš} \cdot k_{obr}$$

2.11

F_c [N]	glavna rezalna sila pri vrtnju v polno
$k_{c1x1}=1140 \text{ N/mm}^2$	koeficient za izračun glavne rezalne sile pri vrtnju v polno (učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$d=12,7 \text{ mm}$	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$\varphi=180^\circ$	kot pri vrhu svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$h=0,1 \text{ mm}$	debelina odrezka
$z=0,26$	eksponent za izračun glavne rezalne sile pri vrtnju v polno
$k_{pš}=1$	(učbenik Tehnika odrezovanja, str 96)
$k_{obr}=1,25$	korekturni koeficient vrtnja pri širjenju izvrtine (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)
	korekturni koeficient obrabe za sivo litino (učbenik Tehnika odrezovanja, str 122)

$$F_c = 1140 \cdot \frac{12,7}{\sin \frac{180}{2}} \cdot 0,1^{1-0,26} \cdot 0,95 \cdot 1,25 = 3128,54 \text{ N}$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$$

2.12

h [mm]

debelina odrezka

$$f=0,2 \text{ mm/vrt}$$

$$\varphi=180^\circ$$

podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
kot pri vrhu svedra (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$h = \frac{0,2}{2} \cdot \sin \frac{180}{2} = 0,1 \text{ mm}$$

Določitev števila vrtljajev n:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot d} \quad 2.13$$

n [min ⁻¹]	število vrtljajev svedra
v _c =100 m/min	priporočena rezalna hitrost(učbenik Tehnika odrezovanja, str 121)
d=12,7 mm	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{\pi \cdot 12,7} = 2506,37 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{dejansko število vrtljajev je } n = 2500 \text{ min}^{-1}$$

Določitev dejanske rezalne hitrosti v_{c,dej}:

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad 2.14$$

v _{c,dej} [m/min]	dejanska rezalna hitrost
d=12,7 mm	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
n=2500 min ⁻¹	dejansko število vrtljajev svedra

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot 12,7 \cdot 2500}{1000} = 100 \text{ m/min}$$

Izračun potrebne rezalne moči P:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_{c,dej}}{\eta} \quad 2.15$$

P _c [W oz. kW]	rezalna moč
F _c =3128,54 N	glavna rezalna sila
v _{c,dej} =100 m/min	dejanska rezalna hitrost
η=0,8	izkoristek delovnega stroja (strojni list)

$$P_c = \frac{3128,54 \cdot 100}{0,8 \cdot 60} = 6517,79 \text{ W} \approx 6,5 \text{ kW}$$

Preverjanje pogoja P_{EM}<P_{EM(instalirano)}:

P _{EM} = P _c = 6,5 kW	rezalna moč oz. potrebna moč elektromotorja
P _{EM(instalirano)} =24 kW	instalirana moč oz. dejanska moč elektromotorja (strojni list)

P_{EM}=6,5 kW < P_{EM(instalirano)}=24 kW →Pogoj je izpolnjen!

Izračun tehnološkega časa vrtanja izvrtine

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

2.16

t_{t1} [min]	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtanju
$l=5$ mm	globina izvrtine
$l_1=4,2$ mm	pot naleta orodja
$l_2=2,5$ mm	pot izteka orodja
$f=0,2$ mm/vrt	podajanje (učbenik Tehnika odrezovanja, str 123)
$n=2500$ min ⁻¹	število vrtljajev svedra
$i=1$	število rezov

$$t_{t1} = \frac{5 + 4,2 + 2,5}{0,2 \cdot 2500} \cdot 1 = 0,0234 \text{ min}$$

$$l_1 = \frac{d}{2} \cdot \text{ctg} \frac{\varphi}{2} + 1$$

2.17

l_1 [mm]	pot naleta orodja
$d=12,7$ mm	premer svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)
$\varphi=180^\circ$	kot pri vrhu svedra (http://www.coromant.sandvik.com/si)

$$l_1 = \frac{12,7}{2} \cdot \text{ctg} \frac{180}{2} + 1 = 4,2 \text{ mm}$$

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

2.18

$t_{t1,sk}$ [min]	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje
$\zeta=4$	število izvrtin
$t_{t1}=0,0234$ min	tehnološki čas vrtanja ene izvrtine pri polnem vrtanju

$$t_{t1,sk} = 4 \cdot 0,0234 = 0,0936 \text{ min}$$

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

2.19

t_{cel} [min]	tehnološki čas vrtanja izvrtin za celotno serijo
$\zeta=1100$ kosov	število kosov v celotni seriji
$t_{t1,sk}=0,0936$ min	tehnološki čas vrtanja za štiri luknje

$$t_{cel} = 1100 \cdot 0,0936 = 102,96 \text{ min}$$

Določitev potrebnega števila orodij:

$$x = \frac{t_{cel}}{T}$$

2.20

x	potrebno število orodij (svedrov) za izdelavo vseh izvrtin v seriji
$t_{cel}=102,96$ min	celotni tehnološki čas vrtanja
T=60 min	predpostavljeni čas obstojnosti

$$x = \frac{102,96}{60} = 1,72 \rightarrow \text{Za izvedbo naročila potrebujemo vsaj 2 kompleta ploščic!}$$

Za sveder rabimo dve ploščici, tako moremo naročiti 4 ploščice !!!

2.4 PRERAČUN OPERACIJE 25

Operacija 25 je izdelava utora za ležaj, izdelan je z rezkarjem $\Phi 40$ z ploščicami iz karbidne trdnine. Kot v prejšnjih poglavjih sledi preračun tehnoloških časov rezkanja utora ter določitev potrebnega števila orodij za izvedbo naročila.

Osnovne informacije o obdelavi:

- Material obdelovanca (po DIN): **siva litina GG-26**
- Kvaliteta obdelave: **N5**
- Stopnja obdelave iz tolerančne vrste ISO: **IT10**
- Rezalni material: Karbidna trdnina **K10**
- Predpostavljeni čas obstojnosti: **T=60min**

Izbira delovnih pogojev:

- Podajanje na zob rezkala: **$f_z=0.05$ mm/vrt**
- Rezalna hitrost: **$v_c=70$ m/min**

Izračun rezalne sile $F_{c,sr}$:

$$f_{c,sr} = h_{sr}^{-z} \cdot k_{c1x1}$$

2.21

f_{sr} [N/mm ²]	srednja specifična rezalna sila
$h_{sr}=0,00061$ mm	srednja debelina odrezka
$z=0,26$	eksponent debeline odrezka (učbenik Tehnika odrezovanja, str 140)
$k_{c1x1}=1110$ N/mm ²	koeficient specifične rezalne sile (učbenik Tehnika odrezovanja, str 140)

$$f_{c,sr} = 0,00061^{-0,26} \cdot 1110 = 7605,66 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{sr} = \left(\frac{f_z}{\varphi_2 - \varphi_1} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot b}{d} \right)$$

2.22

h_{sr} [mm]	srednja debelina odrezka
$f_z=0,05$ mm/zob	podajanje na zob rezkala (učbenik Tehnika odrezovanja, str 148)
$\varphi_1=0$ rad	začetni kot
$\varphi_2=109,47$ rad	izstopni kot
$b=20$ mm	širina rezanja
$d=30$ mm	premer frezala

$$h_{sr} = \left(\frac{0,05}{109,47 - 0} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot 20}{30} \right) = 0,00061 \text{ mm}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{b+2 \cdot e}{d}$$

2.23

φ_1 [rad]	začetni kot
-------------------	-------------

b=20 mm širina rezanja
 e=5 mm ekscentričnost
 d=30 mm premer frezala (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$\cos\varphi_1 = \frac{20 + 2 \cdot 5}{30} = 1 \rightarrow \varphi_1 = 0$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{-(b-2 \cdot e)}{d}$$

2.24

φ_2 [rad] izstopni kot
 b=20 mm širina rezanja
 e=5 mm ekscentričnost
 d=30 mm premer frezala (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$\cos\varphi_2 = \frac{-(20 - 2 \cdot 5)}{30} = -\frac{1}{3} \rightarrow \varphi_2 = 109,47 \text{ rad}$$

$$e = b - \frac{d}{2}$$

2.25

e [mm] ekscentričnost
 b=20 mm širina rezanja
 d=30 mm premer frezala (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$e = 20 - \frac{30}{2} = 5 \text{ mm}$$

Določitev števila vrtljajev n:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

2.26

n [min⁻¹] število vrtljajev rezkarja
 v_c=70 m/min priporočena rezalna hitrost (učbenik Tehnika odrezovanja,
 str 142)
 d=30mm premer rezkarja (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$n = \frac{70 \cdot 1000}{\pi \cdot 30} = 742,72 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{dejansko število vrtljajev je } n = 800 \text{ min}^{-1}$$

Določitev dejanske rezalne hitrosti v_{c,dej}:

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

2.27

v_{c,dej} [m/min] dejanska rezalna hitrost
 n=800 min⁻¹ število vrtljajev rezkarja

d=30mm

premer rezkarja (<http://www.coromant.sandvik.com/si>)

$$v_{c,dej} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 800}{1000} = 75 \text{ m/min}$$

Izračun potrebne rezalne moči P_c :

$$P_c = \frac{a_p \cdot b \cdot f_{min} \cdot f_{c,sr}}{\eta}$$

2.28

P_c [W oz. kW]	rezalna moč
$a_p=5$ mm	globina rezanja
$b=20$ mm	širina rezanja
$f_{min}=148,7$ mm/vrt	podajalna hitrost
$f_{.sr}=7605,66$ N/mm ²	srednja specifična rezalna sila

$$P_c = \frac{20 \cdot 20 \cdot 148,7 \cdot 7605,66}{0,8} = 5654,8 \text{ W} \rightarrow 5,7 \text{ kW}$$

$$f_{min} = f_v \cdot n$$

2.29

f_{min} [mm/min]	podajalna hitrost
$f_v=0,186$ mm/vrt	podajanje
$n=800$ min ⁻¹	število vrtljajev rezkarja

$$f_{min} = 0,186 \cdot 800 = 148,7 \text{ mm/vrt}$$

$$f_v = f_z \cdot z_i$$

2.30

f_v [mm/vrt]	podajanje
$z_i=3,72$ zob	število zob v rezu
$f_z=0,05$ mm/zob	podajanje na zob rezkala

$$f_v = 0,05 \cdot 3,72 = 0,186 \text{ mm/vrt}$$

$$z_i = z \cdot \frac{\varphi}{2 \cdot \pi}$$

2.31

z_i [zob]	število zob v rezu
$z=0,26$	eksponent debeline odrezka
$\varphi=90$	

$$z_i = 0,26 \cdot \frac{90}{2 \cdot \pi} = 3,72 \text{ zob}$$

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

$P_{EM} = P_c = 5,7 \text{ kW}$ rezalna moč oz. potrebna moč elektromotorja
 $P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW}$ instalirana moč oz. dejanska moč elektromotorja (strojni list)

$P_{EM} = 5,7 \text{ kW} < P_{EM(\text{instalirano})} = 24 \text{ kW} \rightarrow$ Pogoj je izpolnjen!

Izračun tehnoloških časov rezkanja:

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

2.32

t_{t1} [min]	tehnološki čas rezkanja ene utora
$l = 47,12 \text{ mm}$	dolžina obdelave utora
$d_{sr} = 15 \text{ mm}$	srednji premer utora
$l_1 = 7,5 \text{ mm}$	pot naleta orodja
$l_2 = 0 \text{ mm}$	pot izteka orodja
$f = 0,55 \text{ mm/vrt}$	podajanje
$n = 800 \text{ min}^{-1}$	število vrtljajev rezkarja
$i = 4$	število rezov

$$t_{t1} = \frac{47,12 + 7,5 + 0}{0,55 \cdot 800} \cdot 4 = 0,496 \text{ min}$$

$$l_1 = a_p \cdot (1 \div 2)$$

2.33

l_1 [mm]	pot naleta orodja
$a_p = 5 \text{ mm}$	globina reza

$$l_1 = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ mm}$$

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

2.34

t_{cel} [min]	tehnološki čas rezkanja utorov za celotno serijo
$\zeta = 1100 \text{ kosov}$	število kosov v celotni seriji
$t_{t1,sk} = 0,496 \text{ min}$	tehnološki čas rezkanja za štiri utore

$$t_{cel} = 1100 \cdot 0,496 = 546,2 \text{ min}$$

Določitev potrebnega števila orodij

$$x = \frac{t_{cel}}{T}$$

2.35

x	potrebno število orodij (rezkarjev) za izdelavo vseh izvrtin v seriji
$t_{cel} = 546,2 \text{ min}$	celotni tehnološki čas rezkanja

T=60 min

predpostavljeni čas obstojnosti

$$x = \frac{546,2}{60} = 9,10 \rightarrow \text{Za izvedbo naročila potrebujemo vsaj 9 rezkarjev!}$$

3. UPORABLJENA ORODJA

V tem poglavju je podana spisek vseh uporabljenih orodij ter vpenjalnih orodij, s pripadajočimi skicami ter stroški nabave.

3.1 ORODJA ZA OPERACIJI 05

Orodje je bilo izbrano v spletnem katalogu: <http://www.coromant.sandvik.com/si>

Uporabljeno rezalno orodje:

Izpis iz kataloga

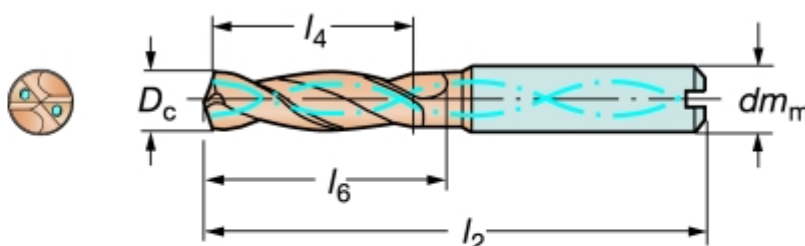
i Product R842-0840-50-A1A 1210 [Close](#)

Select information type

Catalogue drawing

[Download 3D model](#)
[Download CAD drawing](#)
[View CAD drawing](#)
[Catalogue drawing](#)

Parameter	Value
Weight	0.073
Dc	8.4
dmm	10
l2	103
l4	44
l6	61
Kappa_r	70



[020674.jpg](#)

To download the drawing, right click on the link and select save.
 For PC users only

Slika 6 Orodje za operacijo 05

Stroški za orodje:

- Število rezalnih orodij: 3
- Cena posameznega rezalnega orodja: 7,3€
- Skupna cena rezalnega orodja: 21,9€

Online Product Catalogue

Matching products

Selected Product

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Drillbody	R842-0840-50-A1A 1210	i	CoroDrill Delta-C	Select	Return

Matching products

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Adaptor	C4-391.19-10 075	i	CAPTO SHRINK FIT CHUCK	Select	Change

CuttingData Module

Slika 7 Seznam orodija za operacijo 05

Uporabljena vpenjalna orodja:

- C4-391.19-10 075: 95€
- Podaljsek : C4-LC2040-00075M: 30€

Skupni stroški znašajo tako:

$$21,9+95+30=146,9\text{€}$$

3.2 ORODJE ZA OPERACIJO 10

Tudi za operacijo 10 velja da sem rezalna orodja izbral iz spletnega kataloga : <http://www.coromant.sandvik.com/si>

Uporabljeni orodja:

Izpis iz kataloga:

Product R416.22-0127L20-41 [Close](#)

Select information type **Catalogue drawing**

[Download CAD drawing](#)
[View CAD drawing](#)
[Catalogue drawing](#)

Parameter	Value
Weight	0.21
Dc	12.7
dmm	20
l1s	63
l2	113
l3s	53
l4	12.7
ItemWeight	0.2

[037645.jpg](#)
 To download the drawing, right click on the link and select save.
 For PC users only

Slika 8 Orodje za operacijo 10

Online Product Catalogue

Matching products

Selected Product

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Drillbody	R416.22-0127L20-41	i	COROMANT U PLUNGE DRILL HLDR	Select	Return

Matching products

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Insert	LCMX 02 02 04C-53 1020	i	INSERT COROMANT U	Select	Change
Adaptor	A1B27-40 20 080	i	delta/T-MAX U drill hold	Select	Change
Sparepart	Click on FIND to select spare parts ---->				Find

CuttingData Module

Slika 9 Seznam orodij za operacijo 10

Orodje: R416.22-0127L20-41: 100€

Orodja in priprave

Število rezalnih orodij: 4

Cena posameznega rezalnega orodja: 4,94€

Skupna cena rezalnega orodja: 19,76€

Adaptor: A1B27-40 20 080 : 89,5€

Skupni stroški orodja za operacijo 10:

$100 + 19,76 + 89,5 = 209,26€$

3.3 ORODJA ZA OPERACIJO 25

Pri tej operaciji je tudi orodje iz spletnega kataloga:

<http://www.coromant.sandvik.com/siž>

Uporabljena orodja:

Izpis iz kataloga:

i Product R390-040A40-45M

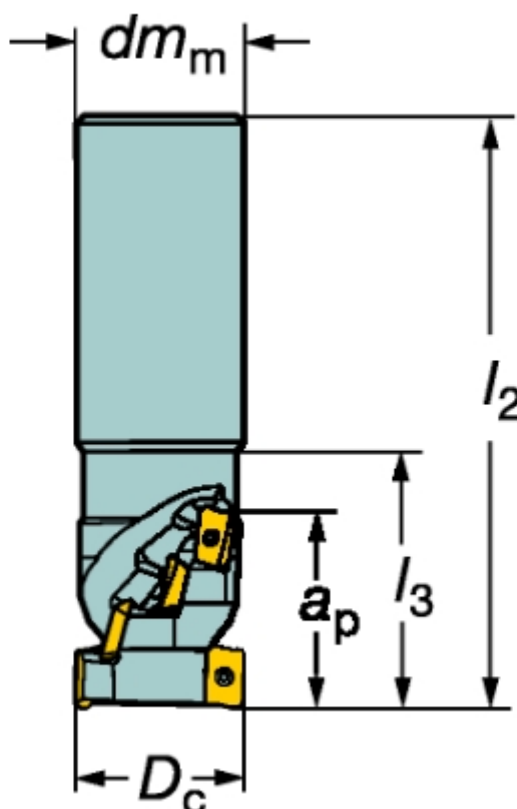
[Close](#)

Select information type

Catalogue drawing

[Download 3D model](#)
[Download CAD drawing](#)
[View CAD drawing](#)
[Catalogue drawing](#)

Parameter	Value
Weight	1.225
Zc	3
Dc	40
Zn	15
dmm	40
l2	131
l3	58
ap_max	45
Max_rpm	18900
Insert_Size	11
Kappa_r	90



Slika 10 Orodje za operacijo 25

Online Product Catalogue

Matching products

Selected Product

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Cutter body	R390-040A40-45M	i	L.E. MILLING CUTTER F.INDEX.IN	Select	Return

Matching products

Tool type	Ordering code	Info	Description	Add Bookmark	
Insert	R390-11 T3 02E-KM H13A	i	INSERT COROMILL 390EM	Select	Change

Slika 11 Seznam orodij za operacijo 25

Orodje: R390-040A40-45M: 146,9€

Število rezalnih ploščic na orodij: 15

Orodja in priprave

Potrebujemo pa 10 rezalnih robov: se pravi da nam zadošča en paket ploščic

Cena posameznega rezalnega orodja: 4,94€

Skupna cena rezalnega orodja: $15 \times 4,49 = 74,1\text{€}$

Podatka za vpenjalni trn pa nisem našel!

Skupni stroški orodja za operacijo 25:

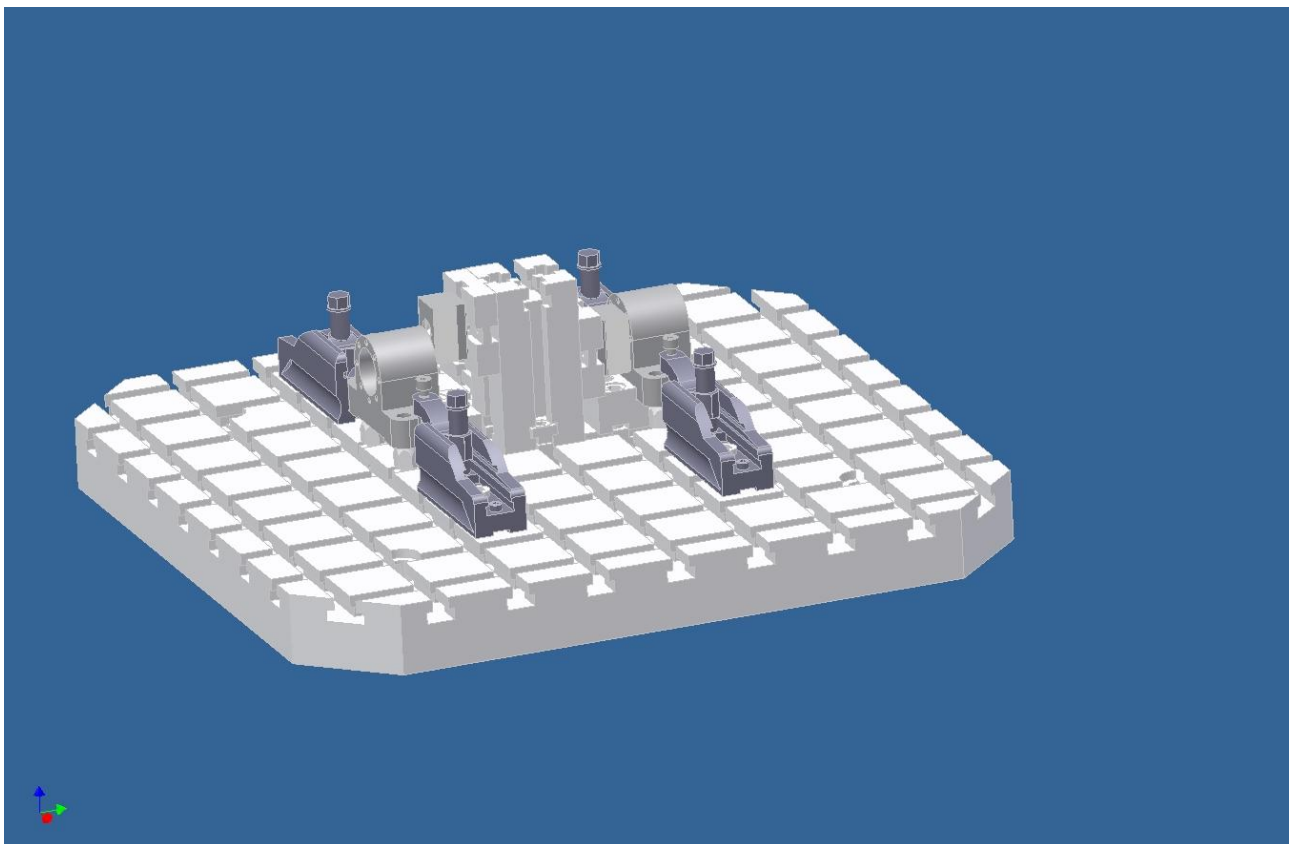
$146,9 + 74,1 = 221\text{€}$

4. Konstruiranje vpenjalne priprave

Konstruiranje se začne s namenom najti rešitev problema. Sama vpenjalna priprava mora ustrezati zahtevam delovanja, s stroškovnega vidika mora biti čim cenejša in časovnega izdelana v najkrajšem možnem času. To pa nam omogoča modularna gradnja vpenjalne priprave.

Proces konstruiranja za izdelavo novega produkta razdelimo na štiri faze:

- **Planiranje:** Začne se pri analizi obdelovalnega procesa. Analizirajo se tehnične in gospodarske zahteve vpenjalnih naprav: Faza planiranja se začne s seznamom vseh konstrukcijskih zahtev, v obliki kataloga zahtev, kar je shema nalog, ki je izhodišče za nadaljnji potek in osnova za kasnejšo ocenitev in ovrednotenje konstrukcijskih rešitev.
- **Snovanje:** Začne se z iskanjem rešitvenih principov za vse funkcije vpenjanja po katalogu zahtev. Možno je najti več principov. Ki tem ustrezajo. Na osnovi principov, ki določenim funkcijam vpenjanja ustrezajo, sestavimo ugodne variante rešitev in med njimi izberemo tisto ki je najbližje idealni rešitvi.
- **Skiciranje**
- **Izdelava**



Slika 12 Prikaz vpenjalne priprave

4.1 Konstruiranje

To je razvojni proces, pri katerem si sledita fazi skiciranja in izdelave. Razlikujemo različne načine konstruiranja, ki ustrezajo postavitvenim nalogam:

- **Nova konstrukcija:** ne navezuje se na nobeno že obstoječo konstrukcijo.
- **Prilagodljiva konstrukcija:** navezuje se na že obstoječo konstrukcijsko rešitev, ki pa se na osnovi določenih pogojev pretvori v drugo konstrukcijo.
- **Variantna konstrukcija:** omogoča izdelavo več podobnih konstrukcij, pri enakem osnovnem principu variirajo bistveni parametri.

4.2 Primerjava variant

Iz različnih variant moramo izbrati ugodno rešitev za konstrukcijo vpenjalne priprave. Vsaka varianta ima prednosti slabosti, zaradi česar vodi izbira rešitve h kompromisni odločitvi. Pri ovrednotenju vsake variante uporabljamo kriterije presoje. To so lahko natančnost, zanesljivost, čas vpenjanja, zahtevane sile vpenjanja, varnost pri delu, stroški vpenjalne priprave,...itn.

Prednost pri postavljanju kriterijev, dajemo takšnim ki jih lahko čim bolj objektivno določimo.

4.3 Trdnostno dimenzioniranje vpenjalne priprave

Pomeni določitev izmer, oblik in konstrukcije glede na sile in momente. Sprejem in prenašanje sil ter momentov se izvaja preko elementov, ki so obremenjeni z akcijskimi in reakcijskimi silami, elementi pa so obremenjeni z nateznimi, tlačnimi, upogibnimi, torzijskimi in strižnimi silami. Statične in dinamične obremenitve različnih oblik nastanejo v neenakih intervalih, različne so tudi sile v vsakem elementu.

Princip trdnostnega dimenzioniranja:

- **Sile naj delujejo na čim manj elementov na kratkih ročicah:** Izbrani material naj ima čim večji elastični modul, upogibne napetosti se naj spremenijo v tlačno-natezne, elementi pa naj bodo grajeni čim bolj togo.
- **Sile naj bodo na vseh elementih konstantne:** ne sme biti nočenih šibkih območij in predimenzioniranja, nihanja pri menjavanju velikosti in smeri sil pa naj bodo minimalna. Da dosežemo optimalni izkoristek materiala, moramo upoštevati, da je zaradi zunanje obremenitve povzročena napetost σ_{dop} enaka dopustni napetosti σ_{pred} . Tako pride po vsem preseku do konstantne porazdelitve sil.
- **Sile in momenti ne smejo ogrozati funkcijskega namena izdelka:** kritična elastična ali plastična sprememba oblike ne sme biti dosežena.
- **Elastične deformacije elementov morajo biti usklajene med seboj:** s tem zagotovimo varnost in zanesljivost. Prevelika deformacija enega od elementov lahko povzroči porušenje celotnega sistema.

Osnovo za dimenzioniranje vpenjalnih elementov in naprav pogojujejo rezalna sila F_s , podajalna sila F_v in pasivna sila F_p . Te tri sile predstavljajo komponente celotne odrezovalne sile pri odrezovalnem postopku.

Dimenzioniranje zahteva opredmetenje osnovnih geometrijskih izmer in oblik sestavnih ter vpenjalnih elementov iz česar sledi kontrola vseh obremenjenih delov in odkritje kritičnih točk.

4.4 Funkcijsko dimenzioniranje vpenjalne priprave:

S tovrstnim dimenzioniranjem zagotovimo funkcijske zahteve, posebej obdelovalne. Kakovost površine mora biti prilagojena konstrukciji. Obdelava zahteva konstruiranje, ki upošteva material, montažo in upravljanje z izdelkom.

Dimenzioniranje vpenjalne priprave glede na upravljanje

Obsega več zaporedno sledečih si dejavnosti, to zaporedje ne sme biti zamenljivo, da morebitne napake pri upravljanju ne vplivajo na potek dejavnosti. Da izberemo najgospodarnejšo rešitev, se posamezni elementi upravljanja konstruirajo tako., da se zanje porabita najmanjša sila in čas.

Dimenzioniranje glede na obdelavo

Potek glede na obdelavo, material in montažo. Za različne postopke izdelave surovcev imamo različne zahteve za konstruiranje.

Zahteve glede na obdelavo:

- Dovolj prostora okoli vpenjalne priprave
- Rotacijsko-simetrični obdelovanci potrebujejo za vpetje na čelni strani centrirano izvrtino
- Za vrtnanje poševne izvrtine mora biti površina obdelana vnaprej, da sveder ne zdrsne
- Pri vpenjanju obdelovancev za obdelavo na NC-strojih mora vpenjalna priprava zagotoviti veliko fleksibilnost vpenjanja.

5. POSAMEZNI SKLOPI VPENJALNE PRIPRAVE

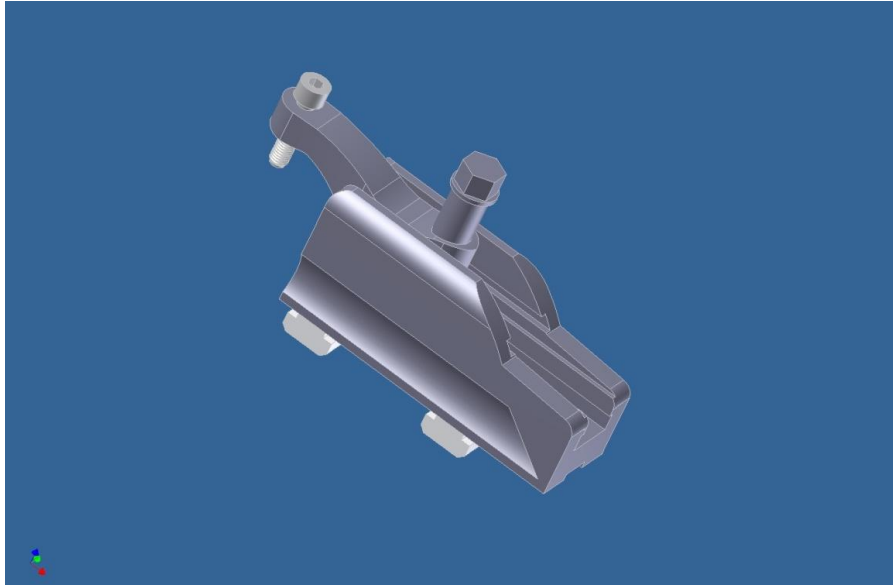
V tem poglavju so predstavljeni posamezni sklopi pri konstruiranju vpenjalne priprave. Vse komponente so bile vzete iz spletnega kataloga www.halder.de

5.1 Sklop sestave vpenjalnega dela

Tu si pripravimo vpenjalni del za vpenjalno pripravo. Uporabimo naslednje komponente:

ime	Standard komponente	Količina
Sklop vpenjala	EH 2369.012	1 kos
Vijak M12	EH 2270.122	2 kos
Utorni kamen	EH 2301. 715	2 kos
Vijak M8	EH 2270.194	1 kos

Sestavljeno skupaj prikazujeta naslednji sliki (slika12 in 13):



Slika 13 Sestava vpenjalnega dela1



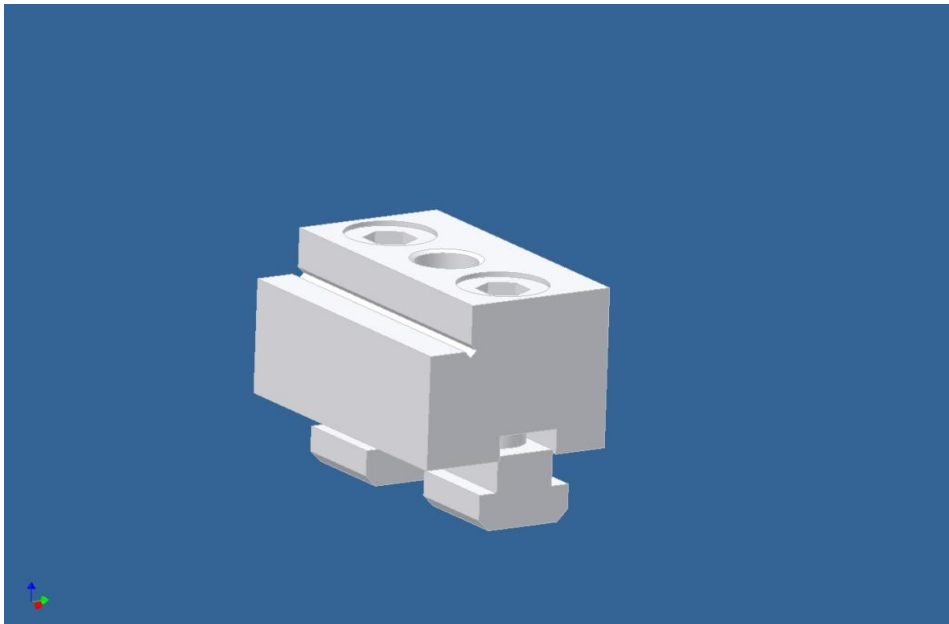
Slika 14 Sestava vpenjalnega dela 2

5.2 Faza sestave podpore 1

Priprava sklopa podpore. Za ta sklop so potrebni naslednji elementi:

Ime	Standard komponente	Količina
Prislonski element	EH 1490	1 kos
Vijak M12	EH 2270.122	2 kos
Uturni kamen	EH 2301.751	2 kos

Podpora je prikazana na sliki 14.



Slika 15 Podpora 1

5.3 Faza sestave podpore 2

Priprava sklopa podpore za vpenjalno pripravo. Uporabljene komponente:

Ime	Standard komponente	Količina
Podporni element	EH 2268.121	1 kos
Utorni kamen	EH 2301.751	1 kos

Prikaz podpore na sliki 15.



Slika 16 podpora 2

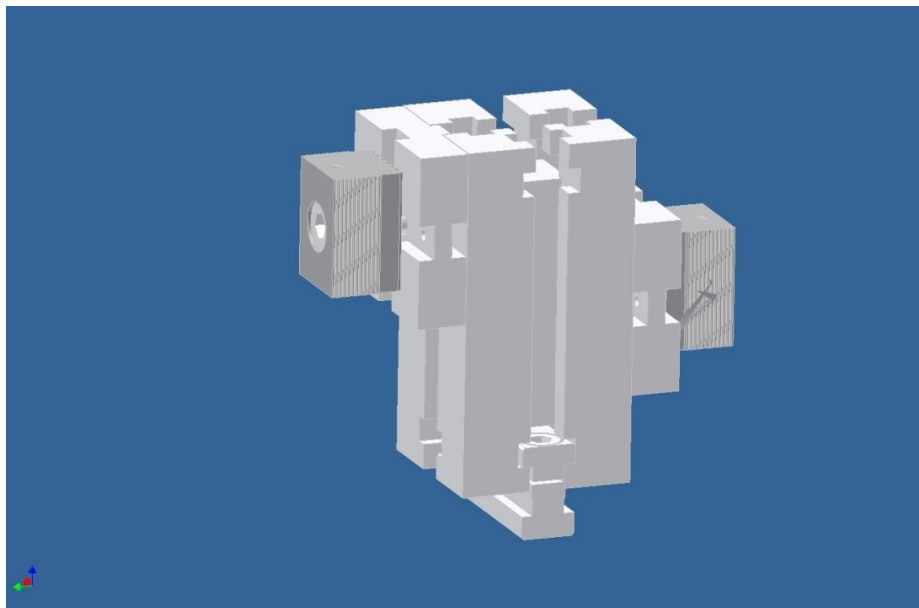
5.4 Faza sestave povezovalnega mostu

Zaradi velike sile pri rezkanju izvrtine $\Phi 40$ mm, se naredil povezovalni most, kateri povezuje oba obdelovanca na vpenjalni pripravi in nam služi, da se obdelovanec nebi prevrnil pri rezkanju izvrtine.

Pri tem sem uporabil naslednje komponente:

Ime	Standard komponente	Količina
Utorni kamen	EH 11311	1 kos
Steber	EH11102	1 kos
Podaljšek 1	EH 11117	2 kos
Podaljšek 2	EH 15832	2 kos
Vijak M12	EH 2270.126	2 kos

Sklop povezovalnega mosta je prikazan na sliki 16.

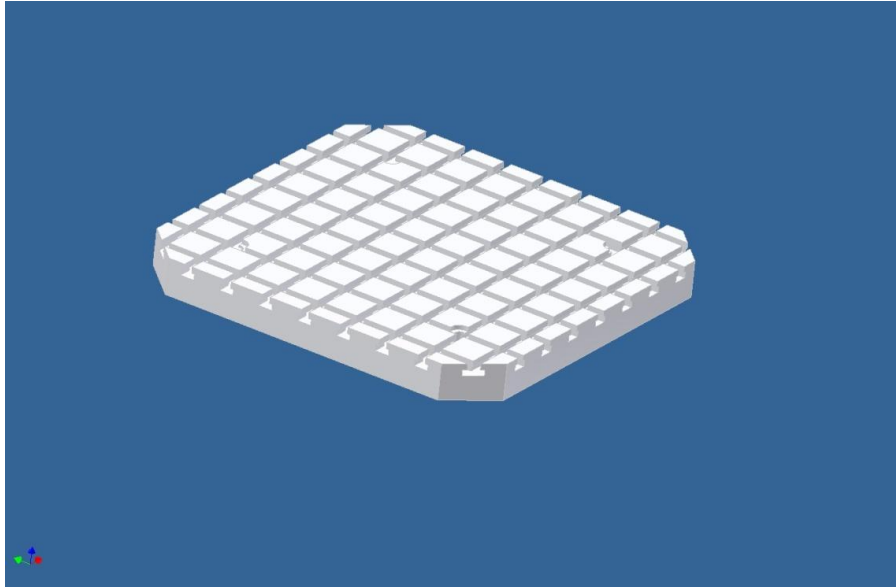


Slika 17 Povezovalni most

5.5 Faza izbire primerne plošče

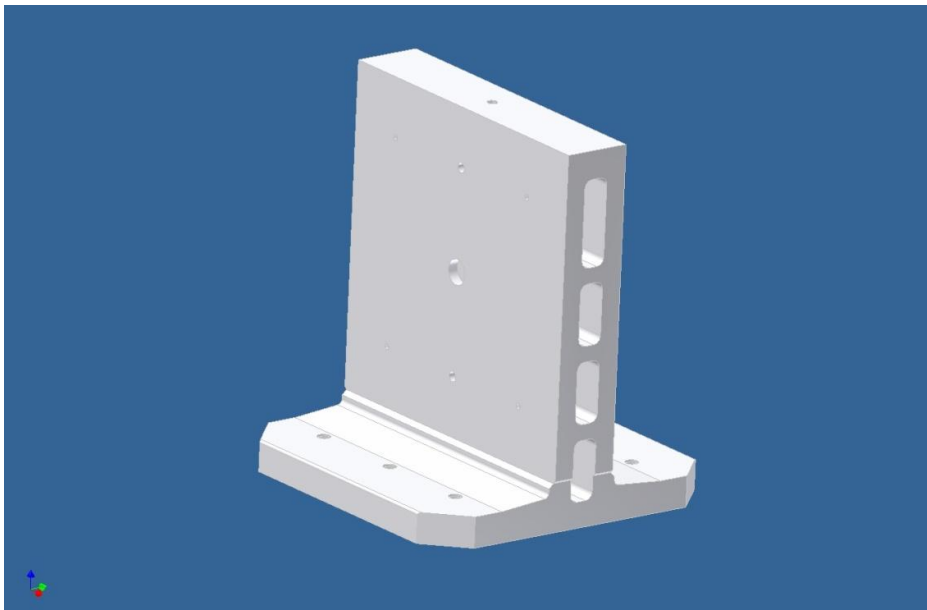
Seveda pa je treba vse komponente na koncu priviti na neko podlago. Zato sem izbral ploščo EH 11009.

Plošča je prikazana na naslednji sliki 17.



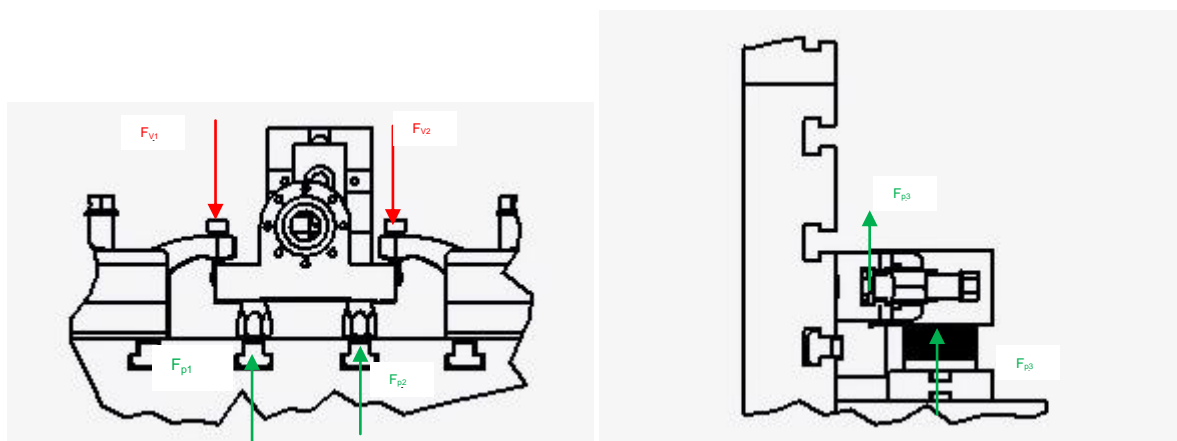
Slika 18 plošča

Na koncu pa moramo to ploščo pritrditi na stojalo. Stojalo sem izbral EH 1906.640. Prikazana je na naslednji sliki 18.



Slika 19 Stojalo za ploščo

6. DOLOČITEV POTREBNE VPENJALNIH SIL



Slika 20 Prikaz sil pri vpenjanju

Na prikazani sliki je mogoče videti razporeditev sil. Obdelovanec je položen na tri podpore, kjer se pojavijo reakcijske sile oz. sile v podporah F_{p1} , F_{p2} , F_{p3} . Te sile delujejo pravokotno na obdelovanec.

Smiselno je upoštevati tudi silo teže F_g , saj naš obdelovanec tehta 1,77kg. Spodaj je prikazan izračun sile teže obdelovanca:

$$F_g = m \cdot g = 1,77kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 17,36N \quad 36$$

Že omejene sile v podporah, so posledica delovanja vpenjalne sile. Te sile pa povzročijo pri stiku med obdelovancem in podporo sile lepenja F_{l1} , F_{l2} , F_{l3} . Sile lepenja so tiste, med obdelavo nasprotujejo rezalni sili F_c in tako preprečujejo premike obdelovanca med samo obdelavo.

Razstaviti je potrebno tudi silo F_c , to pa zaradi samega obdelovalnega postopka. Pri izračunu bomo upoštevali da je $F_c/5$. Ker ima frezalo pri razširjanju spodnjem delu 5 ploščic.

Analiza sil v x smeri lahko zapišemo:

$$\sum F_{ix} = 0 \rightarrow F_{l1} + F_{l2} + F_{l3} - \frac{F_c}{5} - F_g = 0 \quad 37$$

Če predpostavimo, da je $F_{l1} = F_{l2} = F_{l3} = F_l$ potem velja:

$$3 \cdot F_l - \frac{F_c}{5} - F_g = 0 \quad 38$$

$$F_l = \frac{F_c}{15} + \frac{F_g}{3} \quad 39$$

Silo lepenja izračunamo tako, da pomnožimo koeficient lepenja k_l in silo F_l , ki deluje normalno na površino:

$$F_l = k_l \cdot F_{\perp} = k_l \cdot F_{VP} \quad 40$$

Sedaj zapišemo lahko končno enačbo za izračun potrebne sile vpetja:

$$F_{VP} \geq \frac{1}{3 \cdot k_l} \cdot \left(\frac{F_c}{5} + F_g \right) \quad 41$$

$$F_{VP} \geq \frac{1}{3 \cdot 0,25} \cdot \left(\frac{7605,66}{5} + 17,36 \right) \quad 42$$

$$F_{VP} \geq 2051,32 \rightarrow 2060N \quad 43$$

F_{VP} – potrebna sila vpetja [N]

k_l – koef. lepenja (0,12 – 0,30)

F_c – glavna rezalna sila pri razširjanju izvrtine (enačba 2.21)

6.1 Kontrola kritičnih elementov vpenjalne priprave:

Glede na analizo obremenitev. Ki se pojavijo v tej vpenjalni pripravi, je bilo ugotovljeno, da smiselno kontrolirati podporne elemente in vpenjalne vijake.

6.1.1 Trdnostni preračun podpornih elementov

Podporni elementi so obremenjeni na tlak, kot posledica vpenjalne sile, zato sledi preračun:

$$-\sigma = \frac{F_{VP}}{A} \leq -\sigma_{dop} \quad 44$$

σ – tlačna napetost [N/mm²]

F_{VP} – sila vpetja [N]

A – površina nalega podpornega elementa [mm²]

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 13,8^2}{4} = 149,6 \text{ mm}^2 \quad 45$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{\vartheta} = \frac{750}{2} = 375 \text{ N/mm}^2 \quad 46$$

σ_{dop} – dopustna tlačna napetost [N/mm²]

R_e – napetost tečenja za GG-26 [N/mm²]

ϑ – upoštevana varnost

$$\sigma = \frac{2060}{149,6} = 13,77 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma \leq \sigma_{dop} \rightarrow$ Podporni elementi trdnostno zadoščajo!!!

6.1.2 Trdnostni preračun vpenjalnih vijakov

Vpenjalni vijaki so standardni vijaki z matričnim navojem M8, ker je konstrukcija izvedena tako, da silo vpenjanje prenašamo preko dveh vijakov, se le ta na posamezen vijak razpolovi. Vijaki v strojogradnji so trdnostnega razreda 12.9.

$$-\sigma = \frac{F_{VP}/2}{A} \leq -\sigma_{dop} \quad 47$$

σ – tlačna napetost [N/mm²]

$F_{VP}/2$ – sila vpetja na en vijak [N]

A_3 – prerez jedra navoja vijaka [mm²]

$$A_3 = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4,5^2}{4} = 15,9 \text{ mm}^2 \quad 48$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{\vartheta} = \frac{1040}{2} = 520 \text{ N/mm}^2 \quad 49$$

σ_{dop} – dopustna tlačna napetost [N/mm²]

R_e – napetost tečenja za vijak trdnostnega razreda 12.9 [N/mm²]

ϑ – upoštevana varnost

$$\sigma = \frac{2060/2}{15,9} = 129,56 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma \leq \sigma_{dop} \rightarrow$ Vijak trdnostno ustreza!!!

7. NAVODILA ZA MONTAŽO, UPORABO, VZDRŽEVANJE IN SERVISIRANJE VPENJALNE PRIPRAVE:

Če hočemo, da bo vpenjalna priprava uporabljena pravilno, moramo pri montaži, vzdrževanju ter servisiranju vpenjalne priprave upoštevati navodila.

7.1 Navodila za montažo in uporabo vpenjalne priprave:

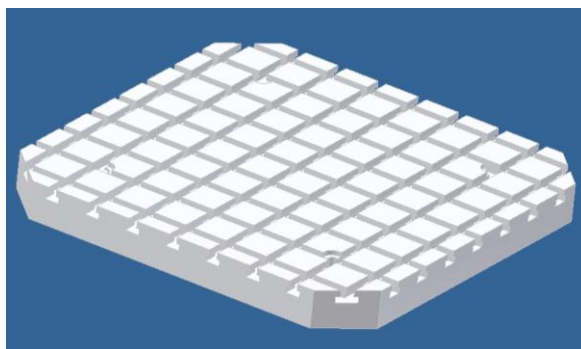
Montaža vpenjalne priprave na delavno paleto mora potekati po točno določenem vrstnem redu, saj lahko v nasprotnem primeru pride do težav pri montaži. V ta namen je potrebno upoštevati sledeča navodila za montažo vpenjalne priprave.

Ker so posamezni sklopi bili predstavljeni že v poglavju 5, tu samo navedemo vrstni red sestave.

Koraki montaže:

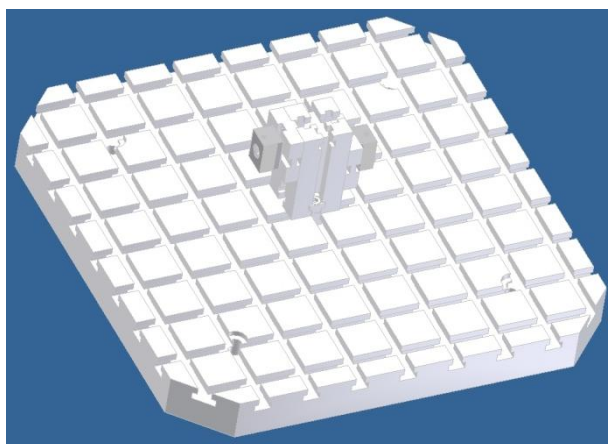
Na spodnjih slikah so prikazani koraki montaže in podana kratka navodila za montažo sklopov vpenjalne priprave. Posamezni koraki si sledijo od prvega do zadnjega.

Teh korakov se moramo držati, drugače ne moremo naslednjih elementov vstaviti v vpenjalno pripravo.



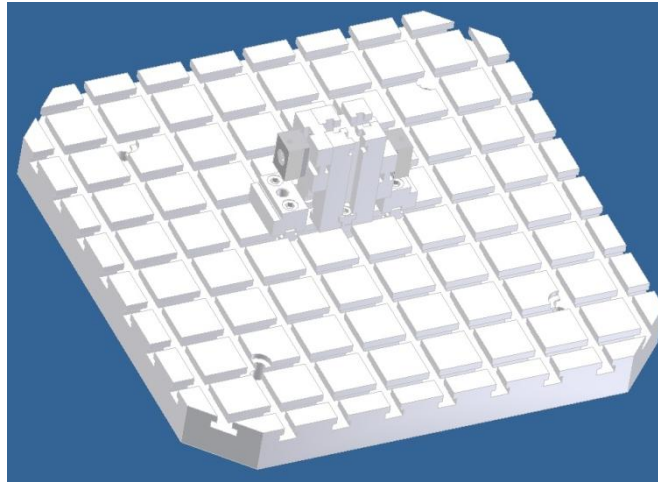
Slika 21 Prvi korak montaže

Prvi korak montaže je izbira pravilne delovne palete. (ostale podatke najdete v poglavju 5)



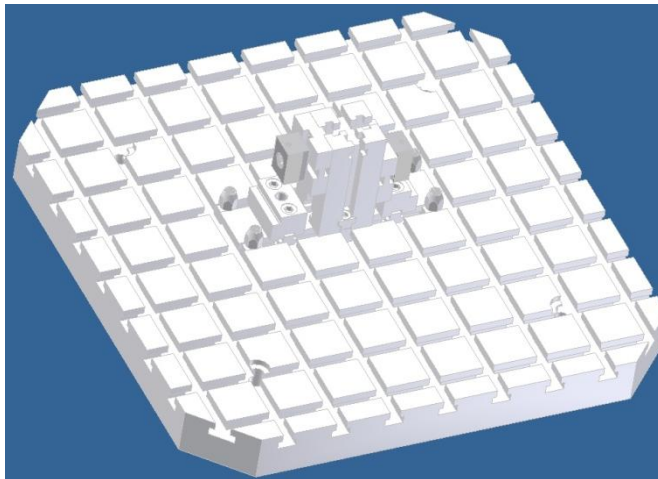
Slika 22 Drugi korak montaže

V drugem koraku pritrdimo pomožni steber, ki nam služi za naslon obdelovanca ter hkrati pri obdelavi preprečuje prevrnitev obdelovanca. (ostale podatke najdete v poglavju 5)



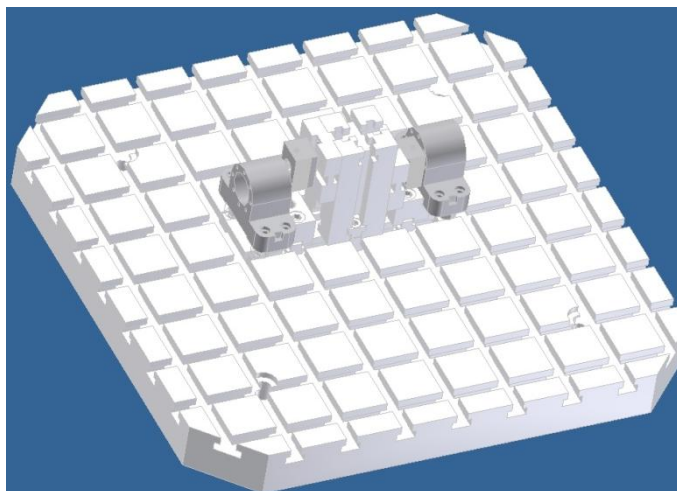
Slika 23 Tretji korak montaže

V tretjem koraku montiramo spodnji stranski prislon na obeh straneh stebra. (ostale podatke najdete v poglavju 5).



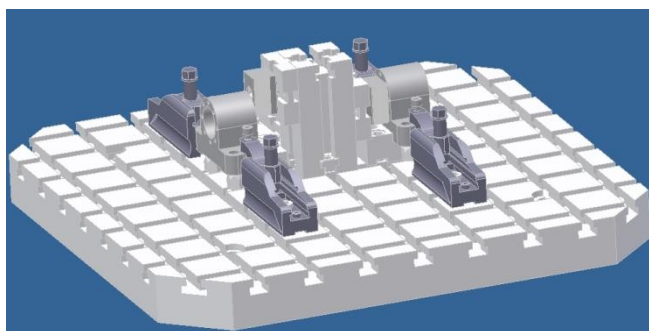
Slika 24 Četrti korak montaže

V četrtem koraku namestimo 4 podporne elemente. (ostale podatke najdete v poglavju 5).



Slika 25 Peti korak montaže

V petem koraku montaže namestimo obdelovanec, kateri se mora dotikati vseh mejnih elementov (paziti moramo da se nam lepo prilega), (ostale podatke najdete v poglavju 5).



Slika 26 Šesti korak montaže

V šestem koraku vstavimo vpenjalni del katerega pa moramo vstaviti tako da vijak M8 pride v sredino utora na obdelovancu. Na koncu pa še vijake pritrdim, tako da je obdelovanec na miru med samo obdelavo.

Navodila za uporabo:

Pomembno je, da upoštevamo pri uporabi vpenjalne priprave navodila za montažo. Če upoštevamo navodila za montažo, ki so prikazana na prejšnjih straneh, bo uporaba vpenjalne priprave pravilna.

Pomembno je povedati, da je montaža dolgotrajna, kot je bilo opisano na prejšnjih straneh.

S stališča pravilne uporabe in pravilnega delovanja vpenjalne priprave, je potrebno upoštevati še ustrezna navodila za vzdrževanje ter servisiranje vpenjalne priprave.

7.2 Navodila za vzdrževanje in servisiranje vpenjalne priprave

Če hočemo, da bo vpenjalna priprava služila svojemu namenu jo je potrebno vzdrževati in servisirati. Ob upoštevanju sledečih navodil:

Prva priprava vpenjalne priprave:

Pred prvim vpetjem obdelovanca v vpenjalno pripravo je potrebno tudi samo vpenjalno pripravo ustrezno pripraviti. Po sestavi vseh sklopov vpenjalne priprave in po vpetju obdelovanca je obvezno preveriti, če predpisani vrstni red montaže ustreza, ali pa ga je mogoče potrebno spremeniti. V kolikor je vrstni red montaže ugoden, je potrebno preveriti, če kakršnikoli sestavni element vpenjalne priprave odstopa od svojega položaja, preveriti pa je potrebno tudi, če je pozicija obdelovanca takšna, kot je bila prepisana.

Čiščenje celotne vpenjalne priprave po zaključku dela:

Ko končamo obdelavo na obdelovancu, je potrebno obdelovanec izpeti ter ga izpihati s komprimiranim zrakom, sledi pa še čiščenje same vpenjalne priprave. Vse podporne elemente in tudi vse elemente vpenjalne priprave je potrebno sčistiti z uporabo komprimiranega zraka. Po potrebi pa tudi razmastiti, saj imajo odrezki tudi

plast nečistoč svojo debelino in lahko povzročijo nenatančno pozicioniranje ter vpetje obdelovancev!

Vzdrževanje vpenjalne priprave v primeru skladiščenja:

Vzdrževanje pred skladiščem:

V primeru, da vpenjalne priprave ne bomo uporabljali dlje časa je potrebno izpihati s komprimiranim zrakom, vse dele razmastiti ter naoljiti gibljive dele komponente, nato pa še izvest vizualno kontrolo. Šele sedaj je vpenjalna priprava nared za skladiščenje.

Skladiščimo jo v primernem skladišču ter na trdi podlagi. Zagotoviti je potrebno okolje, ki ne bo škodljivo vplivalo na vpenjalno pripravo (npr. vpliv vlage, udarcev,... ipd)

Vzdrževanje po skladiščenju:

Ko vpenjalno pripravo prevzamemo iz skladišča, in je od začetka skladiščenja poteklo precej časa, je potrebno zopet izvesti vizualno kontrolo in tudi očistiti vpenjalno pripravo, ter po potrebi naoljiti gibljive dele vpenjalne priprave.

Servisiranje vpenjalne priprave:

Potrebno je izvesti mesečno ali pa vsakih 1000 ciklusih vpenjanja in izpenjanja kontrolo najbolj obremenjenih delov (npr. podpornih elementov, vpenjalnih vijakov,..itn.)

Zamenjava posameznih delov ob lomu ali ugotovljeni izrabljenosti po kontroli, kot so podporni elementi in vpenjalni vijaki.

Zamenjavo delov je potrebno narediti pa navodilih za montažo, upoštevati pa moramo, da zamenjamo zlomljeni del z enakim delom.

8. STROŠKOVNA KALKILACIJA

V tem poglavju je prikazana stroškovna kalkulacija stroškov vpenjalne priprave ter ter stroškov obdelave. Stroški so prikazani v skupni vrednosti, kakor tudi na enoto izdelka. Vse cene posameznih komponent vpenjalne priprave, kakor tudi orodja so bile pridobljene iz aktualnih katalogov podjetja SANDVIK in HALDER, ter odražajo cenovno dejansko stanje na tržišču orodij in vpenjalnih priprav.

8.1 Stroškovna kalkulacija vpenjalne priprave

Iz podjetja HALDER (zastopništvo v Hočah) sem pridobil naslednji informacijski cenik za vse potrebne komponente vpenjalne priprave.

To je prikazano v spodnji tabeli:

Orodja in priprave

Standard komponente	Količina	Merska enota	Cena/kos z DDV [€/kos]	Skupna vrednost z DDV
EH 1109	1	KOS	2747,2	2747,2
EH 2369,012	4	KOS	573,22	2292,88
EH 2270,122	8	KOS	18,62	148,96
EH 2301,751	8	KOS	11,76	94,08
EH 2270,194	4	KOS	17,16	68,64
EH 2268,121	4	KOS	11,28	45,12
EH 11311	1	KOS	69,57	69,57
EH 11102	1	KOS	15,84	15,84
EH 11117	2	KOS	36,59	73,18
EH 15832	2	KOS	25,98	51,96
EH 2270,126	2	KOS	18,48	36,96
			SKUPAJ	5644,39

Tabela 8.0.1 Stroški vpenjalne priprave

Ko seštejemo vse cene posameznih komponent vpenjalne priprave v zgornji tabeli, dobimo skupne stroške vpenjalne priprave v vrednosti 5644,36€. Preračunano to pomeni 5,131€ na posamezni kos (ob upoštevanju, da je v seriji N=1100 kosov).

8.2 Stroški obdelave

Tudi iz podjetja SANDVIK sem pridobil informacijski cenik za potrebe programske naloge Tehnika odrezovanja ter Orodja in priprave.

Vsa potrebna orodja in pripadajoče ceno so prikazane v tabeli spodaj:

Naziv artikla	Standard artikla	količina	Cena/kos z DDV €/kos	Skupna vrednost z DDV
Sveder Φ8,4	R842-0840-50-A1A-1210	3	7,3	21,9
Držalo svedra	C4-391.19-10 075	1	95	95
Podaljšek	C4-LC2040-00075M	1	30	30
Sveder Φ12,7	R416.22-0127L20-41	1	100	100
Rezne ploščice	LCMX 02 02 04C-53 1020	4	4,94	19,76
Držalo	A1B27-40 20 080	1	89,5	89,5
Rezkar	R390-040A40-45M	1	146,9	149,6
Ploščica za rezkar	R390-11 T3 02E-KM H13A	15	4,94	74,1
			SKUPAJ	579,86

8.0.2 Cenik izbranih orodij

Tako dobimo skupne stroške obdelave vrednosti 579,86 €. Preračunano na enoto izdelka to pomeni 0,527€ na kos.

8.3 Skupni stroški

Sedaj lahko seštejemo stroške vpenjalne priprave ter stroške orodja in tako dobimo skupne stroške za proizvodnjo. Pri tem je potrebno upoštevati, da dobimo lastno ceno izdelka, brez upoštevanja stroškov energije, plače delavca,...ipd.

Skupni stroški so prikazani v naslednji tabeli:

Skupni stroški [€]	Skupni stroški na kos [€/kos]
6224,25 €	5,658€

8.3 skupni stroški

Torej, če upoštevamo faktor povečave ($K=1,25$), dobimo lastno ceno izdelka: Lastna cena izdelka je tako: 7,072€

Treba je poudariti, da je faktor povečave bil izbran po lastni presoji in morda ne odraža dejanske lastne cene vpenjalne priprave. Lahko pa z veliko gotovostjo trdimo da se lastna cena giblje nekje v območju gornje cene.

8.4 Končni sklep

Če pogledamo stroškovno kalkulacijo, lahko vidimo, da lastna cena na enoto izdelka ni velika. Vendar bi bila lahko ta cena tudi nižja. To pa predvsem že zaradi izbire plošče, katera bi bila lahko manjša oz. bi na ploščo montirali več obdelovancev hkrati (npr. 4) in tako bolj racionalno izkoristili prostor na plošči vpenjalne priprave.

PRILOGE

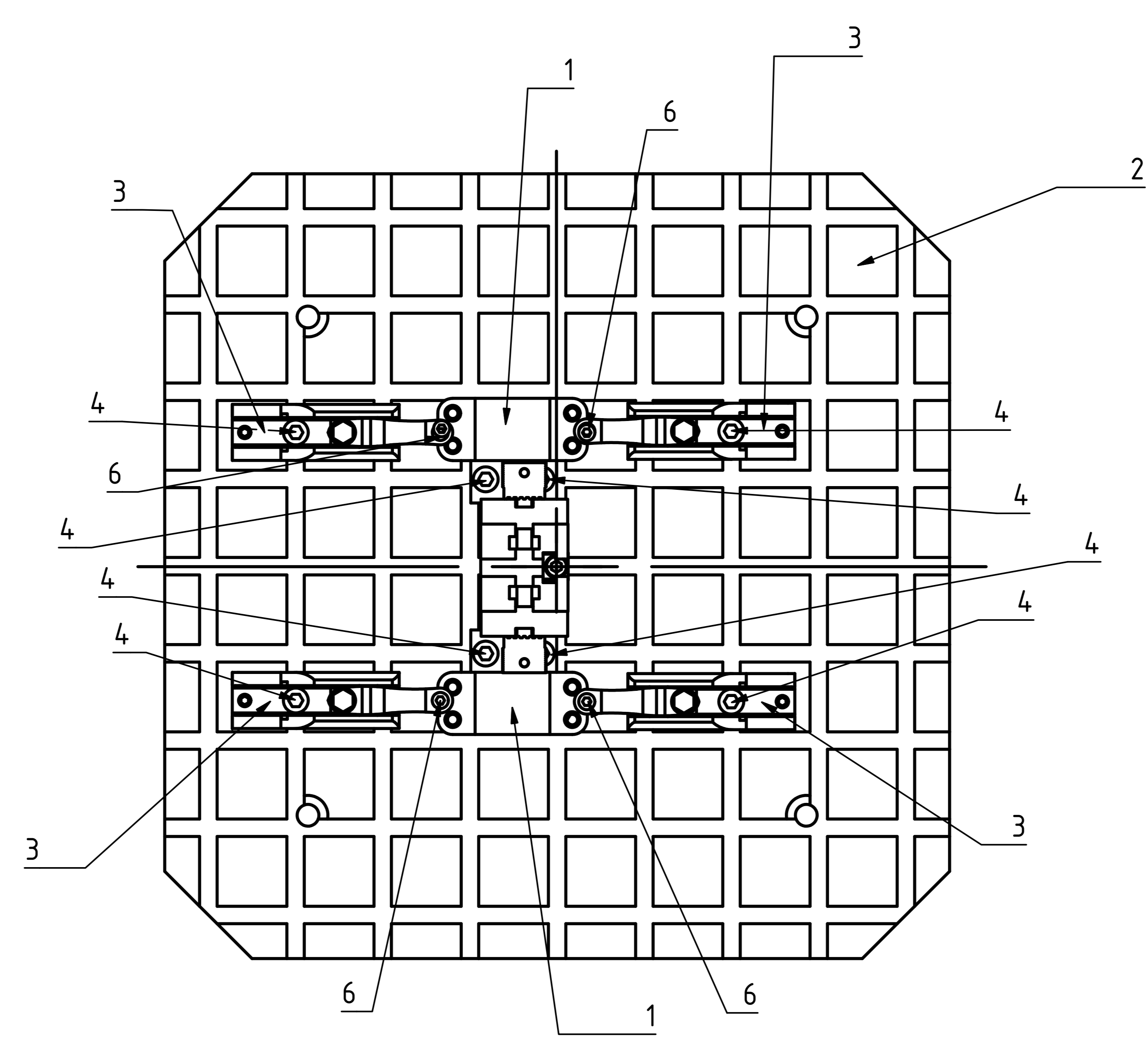
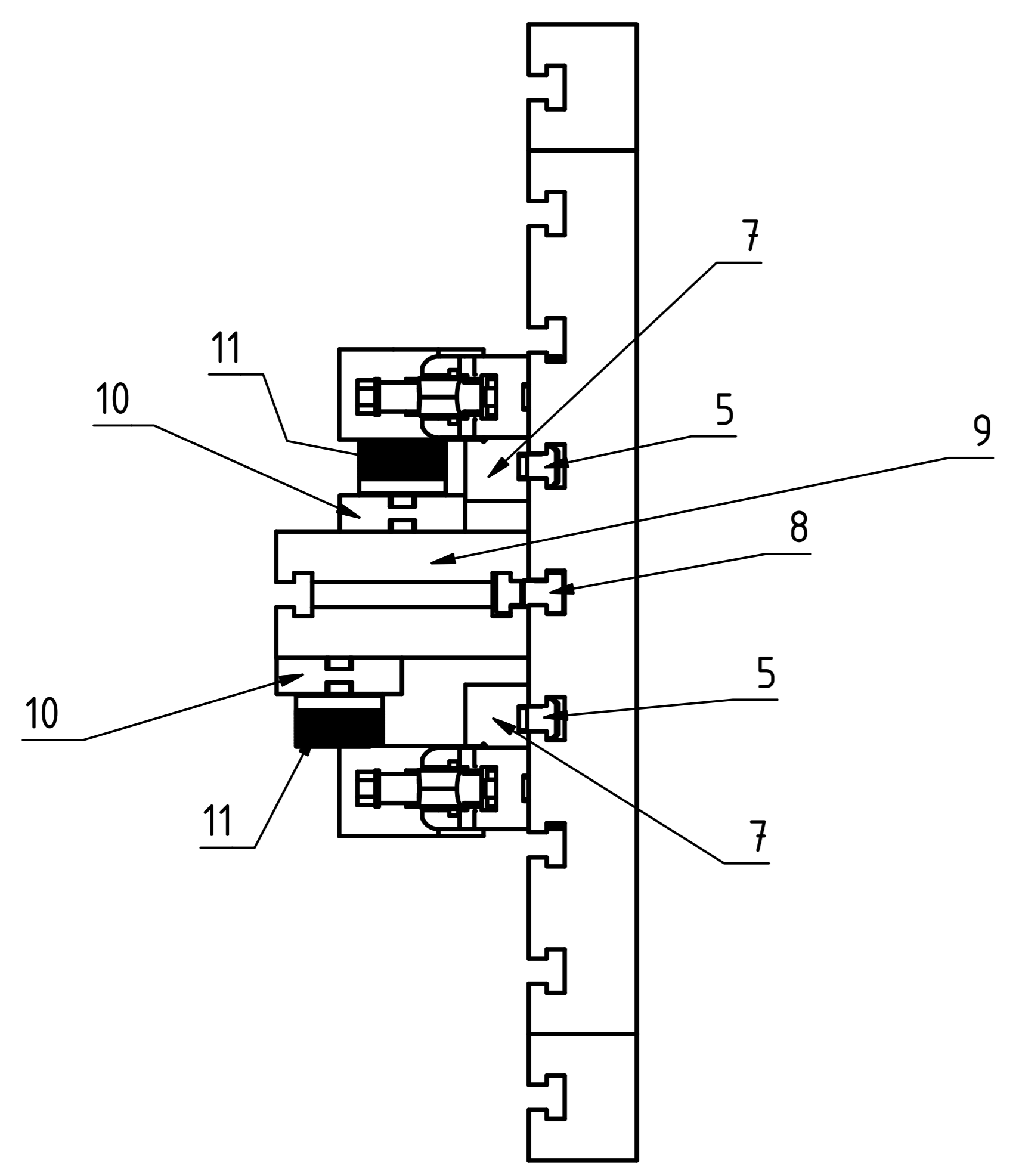
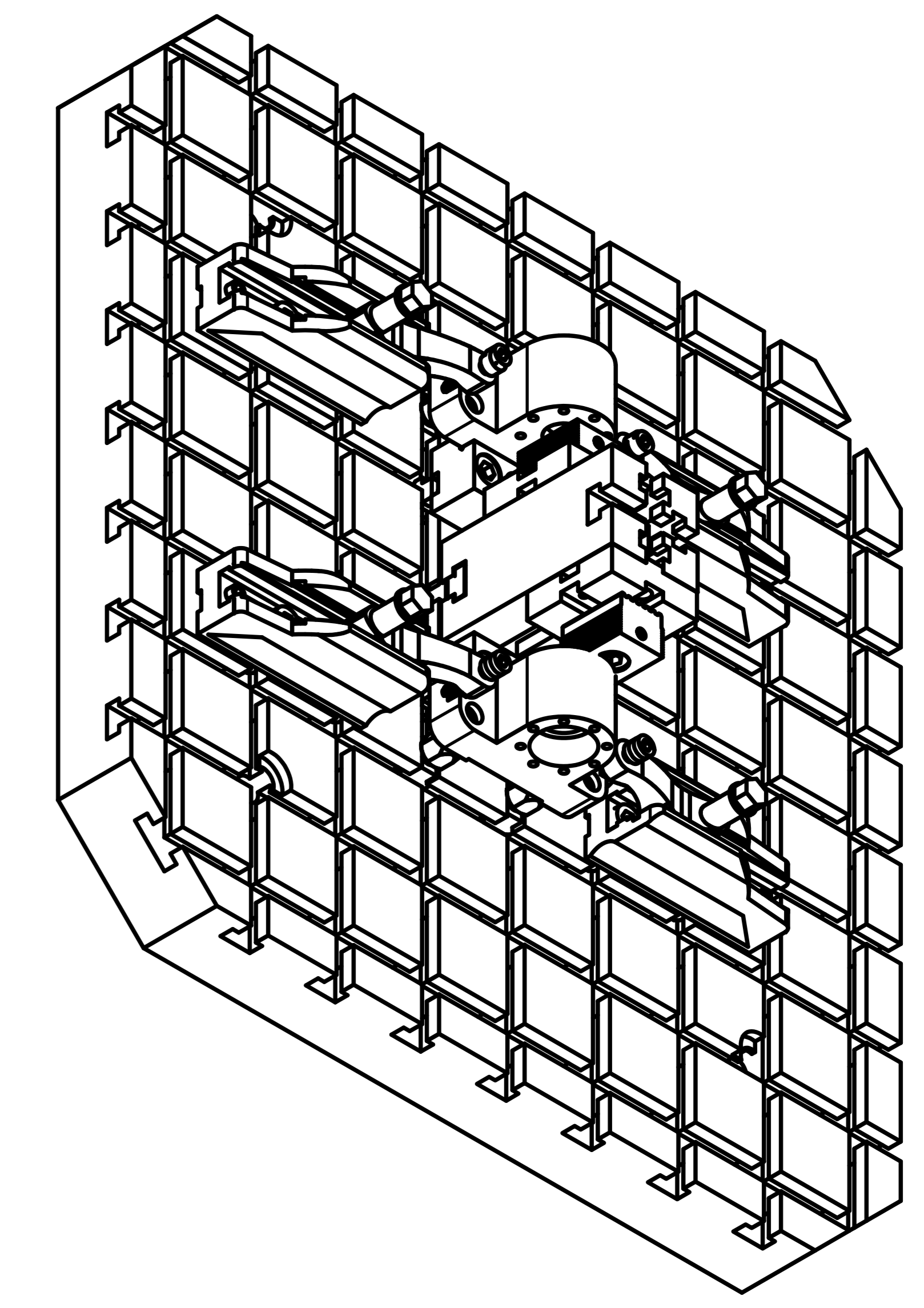
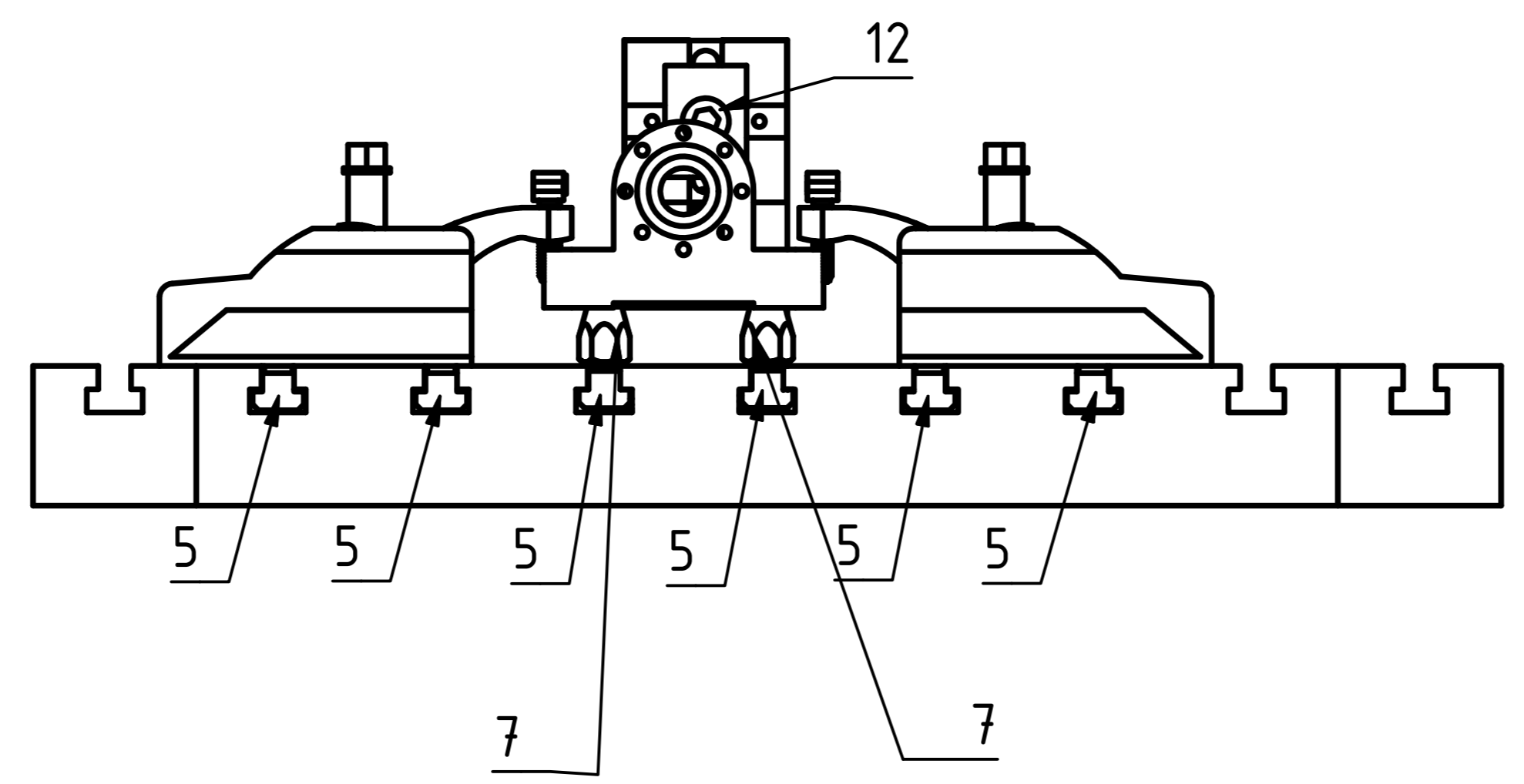
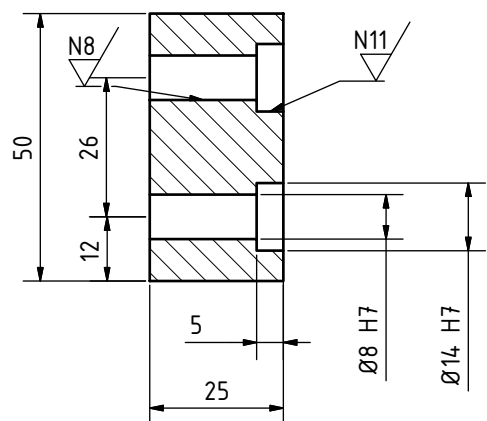


Table				
POZ	KOS	Naziv	Standard	MATERIAL
1	1	Ohišje ležaja		GG-26
2	1	Montažna plošča V70 HALDER	EH 1109	
3	4	Sklop vpenjala HALDER	EH 2369,012	
4	8	Vijak M12 HALDER	EH 2270,122	
5	8	Utorni kamen HALDER	EH 2301,751	
6	4	Vijak M8 HALDER	EH 2270,194	
7	4	Podporni element HALDER	EH 2268,121	
8	1	Utorni kamen HALDER	EH 11311	
9	1	Steber HALDER	EH 11102	
10	2	Podaljsek 1	EH 11117	
11	2	Podaljsek 2	EH 15832	
12	2	Vijak M12	EH 2270,126	

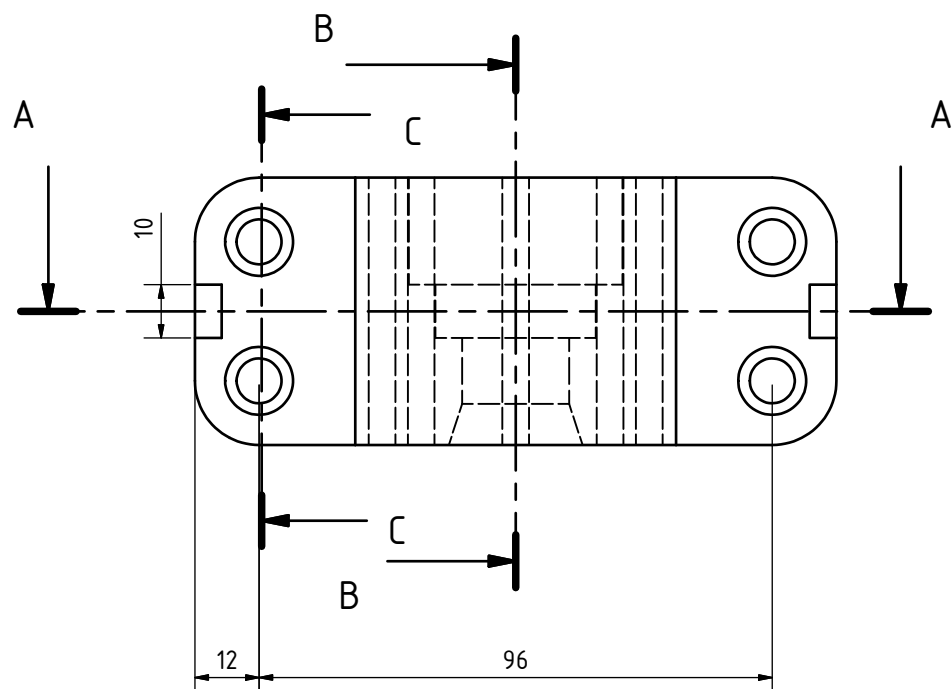
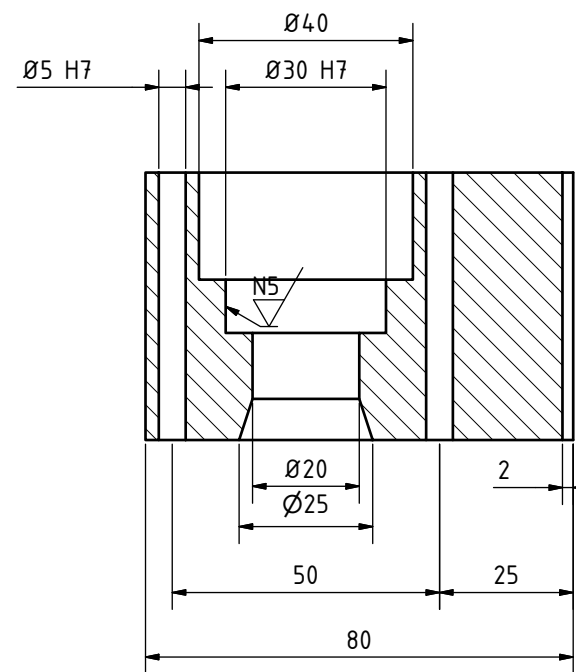
Material:		Merilo: 1:1	
GG-26		Ohišje ležaja	
UNIVERZA V MARIBORU Fakulteta za strojništvo		risba s kosovnico	
Date: 8/26/2009 Name: Skerget G.		1 A2	

N8 / N11

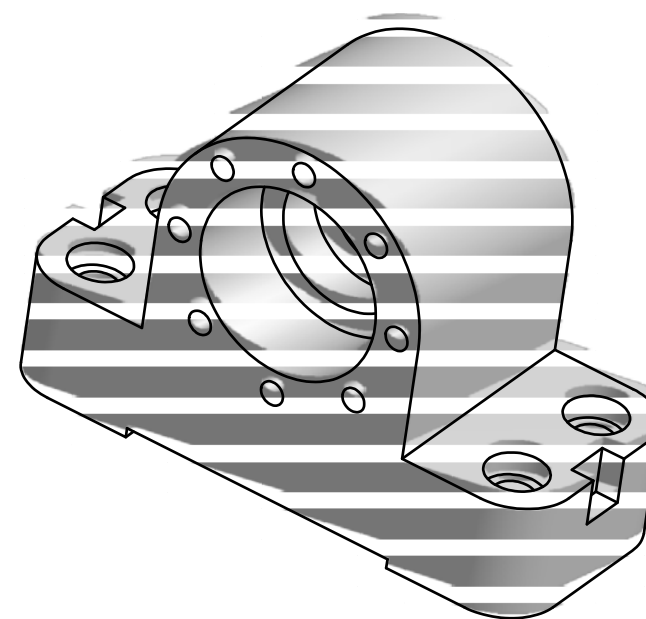
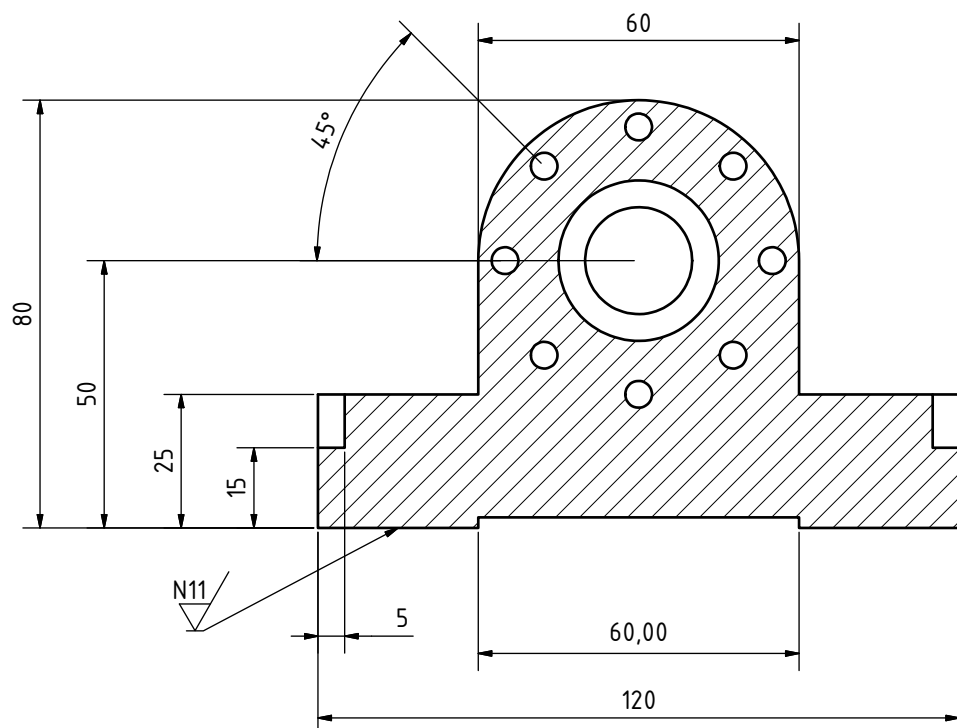
C-C (1:1)



B-B (1:1)



A-A (1:1)



		Merilo: 1:1		Masa: 1,77 Kg	
		OHIŠJE LEŽAJA			
		FS MARIBOR		risba 1	
				1 A2	
State	Changes	Date	Name		

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

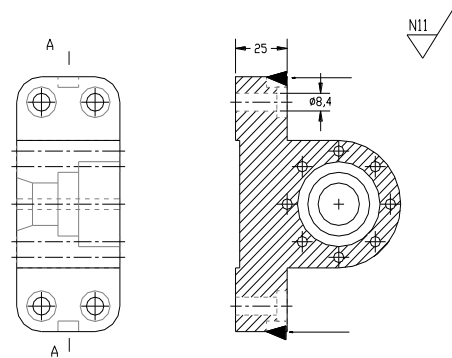
v_c =rezalna hitrost [m/min]
 n =vrtlina hitrost obdelov./orodja [min^{-1}]
 f =podajanje [mm/vrt]
 v_r =podajalna hitrost [mm/min]

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_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 luknje $\Phi 8,4$	sveder	R842-0840-50-A1A 1210	Vpenjalni trn	C4-391.19-10 075	K10	100	3800	0,2			25			1	0,03 85
2				Podaljšek	C4-LC2040-00075M											
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

Znaki obdelave:



Obdelovalni časi	t_{pz} =	t_1 =			
	t_p =	t_N =			
	t_t =0,0385	Z_N =1100			
Priprave	Naziv	Številka			
	Vpenjalna priprava				
Merila	Pomično merilo 0-150 mm				
Material	GG-26	Trdnost	200	N/mm^2	
Dim.surovca	Odlitek	Teža	1,775	kg	
Tehnolog	Škerget G.	Stroškovno mesto	Delovno mesto		
Pregledal					
Izdelano dne	27.7.2009				
Stroj	Naziv	24 kw			
	NC frezalni stroj				
	Tip in številka	Operacija	List 1		
	HELLER BEA 1	05	Listov 1		
Številka del. risbe		Kod. št.izdelka	DELOVNA RISBA		
			k delovnemu poteku		
			FS		
			MARIBOR		
Merilo	Naziv izdelka				
	OHIŠJE LEŽAJA				

Št.	Znaki	Pomen			Opombe
1		smer vpenjanja	5		cent. vpen. zunaj
2		nal.-prilež.ploskev	6		centriranje od zno.
3		nal.-prilež.prizma	7		centriranje od zun.
4		cent. vpen. znotraj	8		aretiranje
			9		opora, lineta

STROJNI LIST		Naziv NC FREZALNI STROJ- HELLER			Tip BEA1		
FS Maribor		Inv. št.		Nabavna cena		Kvalitet. stop.	
						Tovarn. št.	
						Prip. skupini	
Proizvajalec				Leto izdelave			
Dobavitelj				letno dobave			
						Strošk. m.	
						Mesto namest.	
Dolžina	5520mm	Vrsta pogona	Vrsta toka	Oznaka in dimenzije jermena			
Širina	4040mm	ELEKTROMOTOR	Napetost	V			
Višina	mm		Frekvenca	Hz			
Teža	kg		Skupna moč	24kW			
Motor za pogon		Tip motorja in številka	Izvedba	Priključna moč [kW]	Število vrtljajev	Zamenjan-popravljen, dne	
Karakteristika stroja				Posebna oprema			
DELOVNO OBMOČJE							
X-os 630 mm							
Y-os 500 mm							
Z-os 630 mm							
Maksimalna teža obdelovanca 500kg							
MERE:				Mere postavitve			
Dolžina mize: 500 mm				Fotografija			
Širina mize: 500 mm							
ORODNI MAGACIN:							
Število orodij 40 kosov							
KRMILJE:							
Tip krmilja uni-Pro CNC							
Programski jezik NC 80-c							
PODAJANJE:							
Delovno podajanje: 10000 mm/min							
Hitri hod : 15000 mm/min							
Podatki o vrtljajih, stopnjevanju in pomikih (vzdolžnih, prečnih, vertikalnih)							
GLAVNI POGON:							
Sila pomika po X in Y osi 12500 N							
Sila pomika po Z osi 20000 N							
GLAVNO VRETENO:							
Maksimalni moment: 750 Nm							
Območje vrtljajev: x...4000 min ⁻¹							
Planska vzdrževalna dela		Dne, opravil		Stroški		Izredni posegi	
Pripombe					Kapaciteta		
					Izdelano dne		27.7.2009
					Tehnolog		Škerget Gregor