

# Hidraulična preša 100 t s prihvatom za savijanje cijevi

---

**Haramija, Dominik**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:720838>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-20**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Dominik Haramija**

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Dragan Žeželj, dipl. ing.

Student:

Dominik Haramija

Zagreb, 2022.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Ovom prilikom zahvaljujem svima koji su utemeljili put stjecanju znanja tijekom preddiplomskog studija, posebno mentoru prof. dr. sc. Draganu Žeželju na velikoj pomoći te korisnim savjetima prilikom izrade završnog rada.

Srdačno zahvaljujem mojoj obitelji i djevojci na podršci tijekom studiranja te djelatnicima tvrtke Komet d.o.o., posebno ing. Josipu Štefiću na suradnji.

Dominik Haramija



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:

Procesno-energetski, konstrukcijski, inženjersko modeliranje i računalne simulacije i brodstrojarski

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 22 – 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 22 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Dominik Haramija** JMBAG: **0035216785**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Hidraulička preša 100 t s prihvatom za savijanje cijevi**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Hydraulic press 100 t with the pipe bending capability**

Opis zadatka:

Prema specifikaciji naručitelja potrebno je konstruirati hidrauličku prešu najvećeg opterećenja 100 t s primarnim zadatkom savijanja na hladno segmenata ravnih cijevi na kut između savijenih krakova u rasponu od 165° do 175°. Cijevi mogu biti duljine u rasponu od 2.000 do 5.500 mm, a nazivnog promjera u rasponu od NO65 do NO150.

Potrebno je načiniti konstrukcijsko rješenje preše najvećeg opterećenja 100 t. Tijekom izrade koncepta uređaja u obzir uzeti sljedeće:

- preša je višenamjenska, ali je primarni zadatak savijanje cijevi pa treba imati mogućnost prihvata određenih alata, oslonaca i/ili graničnika,
- svi dodaci za savijanje cijevi moraju biti pričvršćeni na radne površine,
- za pogon uređaja treba koristiti električnu energiju,
- gdje je moguće treba koristiti komercijalno dobavljive dijelove i sklopove,
- uređaj mora biti siguran za uporabu od strane za to osposobljene osobe.

Vrijednosti potrebne za proračun i odabir pojedinih komponenti usvojiti iz postojećih rješenja sličnih sustava, iskustvenih vrijednosti te u dogovoru s mentorom.

Računalni model odabranog rješenja uređaja izraditi u 3D CAD sustavu, cjelovito konstrukcijsko rješenje prikazati sklopnim crtežom, a dijelove odabrane u dogovoru s mentorom razraditi do razine radioničkih.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu, norme kao i eventualnu pomoć.

Zadatak zadan:

30. 11. 2021.

Zadatak zadao:

Izv. prof. dr. sc. Dragan Žeželj

Datum predaje rada:

1. rok: 24. 2. 2022.
2. rok (izvanredni): 6. 7. 2022.
3. rok: 22. 9. 2022.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 28. 2. – 4. 3. 2022.
2. rok (izvanredni): 8. 7. 2022.
3. rok: 26. 9. – 30. 9. 2022.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Vladimir Soldo

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	V
POPIS OZNAKA .....	VI
SAŽETAK.....	VIII
SUMMARY .....	IX
1. UVOD.....	1
2. ANALIZA TRŽIŠTA I POSTOJEĆIH RJEŠENJA.....	2
2.1. Analiza tržišta .....	2
2.2. Analiza postojećih rješenja .....	2
3. KONCEPTI.....	6
3.1. „Koncept 1“.....	6
3.2. „Koncept 2“ .....	7
3.3. „Koncept 3“.....	8
3.3. Vrednovanje koncepata.....	9
4. PRORAČUN .....	10
4.1. Proračun čvrstoće stupa preše .....	10
4.2. Proračun zatika radnog stola .....	14
4.3. Provjera pritiska između čahure i stupa .....	17
4.4. Proračun zavara čahure i stupa.....	18
4.5. Proračun progiba gornje ploče .....	19
4.6. Provjera zavara stupa i gornjeg dijela preše.....	21
4.7. Proračun cilindra hidraulične preše.....	22

5. ZAKLJUČAK.....	23
LITERATURA.....	24
PRILOZI.....	25

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Hidraulična preša s pomičnim postoljem .....	2
Slika 2.	Hidraulična preša s pomičnim okvirom .....	2
Slika 3.	Hidraulična preša „C“ oblika .....	3
Slika 4.	Hidraulična preša s stupovima od „U“ profila .....	3
Slika 4.	Hidraulična preša s stupovima od punog debelog lima.....	4
Slika 6.	Rješenje stabilnosti hidraulične preše .....	5
Slika 7.	Nacrt „C“ preše .....	6
Slika 8.	Bokocrt „C“ preše .....	6
Slika 9.	Nacrt „koncepta 2“ .....	7
Slika 10.	Nacrt „koncepta 3“ .....	8
Slika 11.	Bokocrt „koncepta 3“ .....	8
Slika 12.	Puni profil stupa .....	10
Slika 13.	Prikaz sile cilindra i sila stupova .....	11
Slika 14.	Prikaz zatika, čahura, stupa i ploče radnog stola.....	15
Slika 15.	Čahura uprešana u stup pravokutnog profila.....	17
Slika 16.	Prikaz progiba na pojednostavljenoj slici ploče .....	19
Slika 17.	Dimenzije poprečnog presjeka gornje ploče .....	20



---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Vrednovanje koncepata ..... 9

---

**POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

HP-2022-00	Hidraulična preša
HP-2022-01	Podsklop kotača
HP-2022-01A	Ležaj
HP-2022-01B	Kotač
HP-2022-01C	Matica
HP-2022-01D	Lim
HP-2022-01E	Ukruta
HP-2022-02	Podsklop zavarene konstrukcije 1
HP-2022-02A	Gornja ploča 1
HP-2022-02B,03B	Čahura
HP-2022-02C	Stup
HP-2022-02D	Donja ploča 2
HP-2022-02E	Gornja ploča 2
HP-2022-02F	Donja ploča 1
HP-2022-03	Podsklop zavarene konstrukcije 2
HP-2022-03A	Ploča radnog stola
HP-2022-06	Zubna letva
HP-2022-13	Vratilo
HP-2022-14	Klizni ležaj
HP-2022-16	Odstojnik
HP-2022-17	Šipka
HP-2022-18	Zupčanik
HP-2022-20	Gornja ploča 3
HP-2022-21	Gornja ploča 4
HP-2022-24	Zatik

**POPIS OZNAKA**

Oznaka	Jedinica	Opis
$A_{zav\check{c}}$	mm	Debljina zavara čahure i stupa
$a_1$	mm	Dimenzija stupa 2 (šupljeg profila)
$A_{cil}$	mm <sup>2</sup>	Površina poprečnog presjeka cilindra
$A_{\check{c}l}$	mm <sup>2</sup>	Projekcija površine dodira čahure i stupa
$A_{s1k}$	mm <sup>2</sup>	Površina kritičnog presjeka stupa 1 (punog profila)
$A_{s2}$	mm <sup>2</sup>	Površina poprečnog presjeka stupa
$A_{s2k}$	mm <sup>2</sup>	Površina kritičnog presjeka stupa 2
$A_z$	mm <sup>2</sup>	Površina poprečnog presjeka zatika
$A_{zavp}$	mm <sup>2</sup>	Površina zavara ploče i stupa
$a_{zrp}$	mm	Debljina zavara ploče i stupa
$b$	mm	Debljina stupa od punog profila
$b_1$	mm	Dimenzija stupa 2 (šupljeg profila)
$b_{\check{c}}$	mm	Duljina čahure
$b_p$	mm	Širina ploče
$d_{cil}$	mm	Promjer cilindra
$d_z$	mm	Promjer zatika
$D_{zu}$	mm	Unutarnji promjer zavara
$D_{zv}$	mm	Vanjski promjer zavara
$d_{v\check{c}}$	mm	Promjer čahure
$d_z$	mm	Promjer zatika
$F_2$	N	Sila u stupu preše 2
$F_3$	N	Sila u stupu preše 3
$F_4$	N	Sila u stupu preše 4
$F_c$	mm	Radna sila u cilindru
$g$	m/s <sup>2</sup>	Gravitacijsko ubrzanje
$h_p$	mm	Visina ploče
$I_x$	mm <sup>3</sup>	Moment tromosti
$l_p$	mm	Proračunska duljina ploče
$l_z$	mm	Duljina zavara ploče i stupa
$m$	kg	Masa proporcionalna pritisku hidraulične preše

$m_{s1}$	kg	Volumen punog stupa
$p_{dop}$	N/mm <sup>2</sup>	Dopušteni pritisak
$p_p$	N/mm <sup>2</sup>	Tlak uljne pumpe
$p_z$	N/mm <sup>2</sup>	Pritisak između čahure i stupa
$S_p$	-	Sigurnost zavora ploče i stupa
$S_{zč}$	-	Sigurnost zavora čahure i stupa
$t_1$	mm	Debljina stupa 2 (šupljeg profila)
$V_{s1}$	mm <sup>3</sup>	Volumen punog stupa
$x_2$	mm	Duljina između središta čahure radnog stola i desnog kraja čahure stupa
$z$	mm	Širina stupa od punog profila
$\delta_p$	mm	Progib ploče
$\delta_{pdop}$	mm	Dopušteni progib ploče
$\rho_{s1}$	kg/m <sup>3</sup>	Gustoća čelika
$\sigma_{dop}$	N/mm <sup>2</sup>	Dopušteno naprezanje u stupu preše
$\sigma_{dop}$	N/mm <sup>2</sup>	Dopušteno naprezanje na savijanje zatika
$\sigma_f$	N/mm <sup>2</sup>	Naprezanje na savijanje zatika
$\sigma_s$	N/mm <sup>2</sup>	Vlačno naprezanje u jednom stupu hidraulične preše
$\tau_z$	N/mm <sup>2</sup>	Smično naprezanje u zatiku
$\tau_{zavč}$	N/mm <sup>2</sup>	Smično naprezanje zavora čahure
$\tau_{zavč}$	N/mm <sup>2</sup>	Dopušteno smično naprezanje zavora čahure
$\tau_{zavp}$	N/mm <sup>2</sup>	Smično naprezanje zavora ploče i stupa
$\tau_{dop}$	N/mm <sup>2</sup>	Dopušteno naprezanje u zatiku

**SAŽETAK**

Tema ovog završnog rada je konstruiranje hidraulične preše jačine pritiska od 100 tona s prihvatom za savijanje cijevi uz zadržavanje multifunkcionalnosti. Analizom tržišta opisanom u ovom završnom radu dobiva se šira slika postojećih hidrauličnih preša. Opisani su 3 koncepti od kojih smo vrednovanjem odabrali najbolji koji ulazi u daljnji proračun. U proračun ulaze kritični dijelovi hidraulične preše s ciljem smanjenjem mase cijelog uređaja. Izradom 3D modela i tehničke dokumentacije hidraulična preša je spremna za proizvodnju.

Ključne riječi: hidraulična preša, hidraulični cilindar, zatik, čahura, hidraulični mehanizam

---

**SUMMARY**

The subject of this undergraduate thesis is constructing a hydraulic press with force of 100 tons designed with an attachment used to bend pipes while the hydraulic press remains functional. Market analysis described in this thesis provides us with an understanding of existing hydraulic presses. Three concepts are described for the design of the hydraulic press and after extensive evaluation, one concept was chosen and further analysed. The mathematical analysis revolves around critical parts of the hydraulic press with the goal of lowering its overall mass. By creating a 3D model and technical documentation, the hydraulic press is already to be produced.

Key words: hydraulic press, hydraulic cylinder, pin, bushing, hydraulic mechanism

## **1. UVOD**

Tvrtke da bi bile konkurentne na tržištu moraju težiti većoj efikasnosti proizvodnje u gotovo svemu pa tako i kod konstrukcija hidrauličnih preša teži se za većom snagom pritiska preše uz manju masu cijelog uređaja koja omogućava lakše rukovanje tijekom izrade i samu cijenu izrade, te se također teži postići viša brzina uređaja za smanjenje vremena potrebnog za obavljanje istog posla.

Ideja rada proizašla je tijekom prakse u tvrtki Komet Prelog gdje je potrebna jedna hidraulična preša snage pritiska od 100 tona. Preša bi bila multifunkcionalna za razne poslove kod izrade trafokotlova. Najviše će se koristiti za savijanje cijevi. Uz pomoć analize tržišta, izradom i vrednovanjem koncepta i proračuna odabranog koncepta, izradit će se 3D model i tehnička dokumentacija potrebna za izradu hidraulične preše jačine pritiska 100 tona.

## 2. ANALIZA TRŽIŠTA I POSTOJEĆIH RJEŠENJA

### 2.1. Analiza tržišta

Hidraulične preše većinom koriste tvrtke koje se bave obradom metala, za uprešavanje, isprešavanje dijelova, savijanje dijelova, ravnanje dijelova nakon zavarivanja, itd.

### 2.2. Analiza postojećih rješenja

Danas na tržištu postoji puno vrsta hidrauličnih preša. Neke od vrsta su: hidraulična preša s pomičnim postoljem (Slika 1.), s pomičnim okvirom (Slika 2.), s „C“ okvirom (Slika 3.), s stupovima (Slika 4. i slika 5.).



Slika 1. Hidraulična preša s pomičnim postoljem



Slika 2. Hidraulična preša s pomičnim okvirom



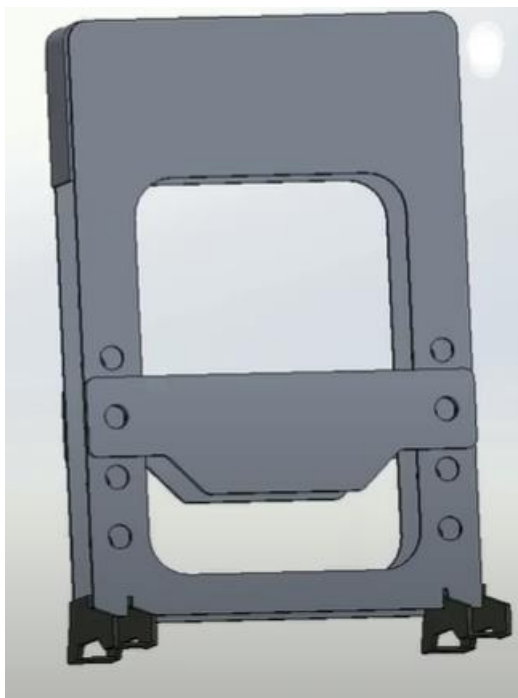


**Slika 3. Hidraulična preša „C“ oblika**



**Slika 4. Hidraulična preša s stupovima od „U“ profila**

Stupovi se izrađuju od „U“ profila (**Slika 4.**) koji se naruče i odrežu po želji pa bi se stupovi zavarili za gornji dio preše na kojoj je smješten cilindar. Stupovi se također izrađuju i iz kutijastih profila ili punog debelog lima (**Slika 5.**).



**Slika 5. Hidraulična preša s stupovima od punog debelog lima**

Radni stol na koji se stavlja predmet na hidrauličnoj preši, na manjim prešama zavaruje se za stupove, no na 100 tonskim prešama većinom se ugrađuju debeli zatici koji prolaze radni stol i stupove. Zavaruje se čahura za stup u koji se stavlja zatic te se ostvaruje labavi dosjed između čahure i zatika zbog lakše promjene visine radnog stola koji se pomoću viličara lako digne i spusti na potrebnu visinu. Zbog zračnosti koje imaju zatici konstrukcija je statički određena i lako se proračuna. Za donji dio hidraulične preše zavareni su ili vijcima pričvršćeni profili kao na **Slici 6.** zbog toga da se preša ne prevrne.



**Slika 6. Rješenje stabilnosti hidraulične preše**

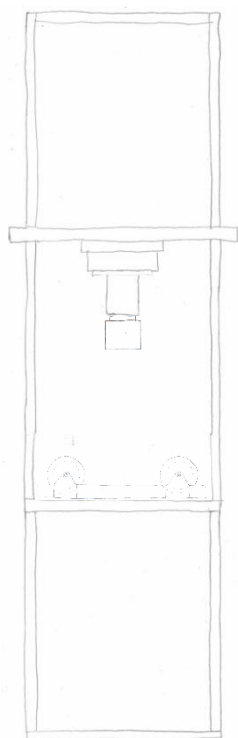
Postoje preše koje rade na komprimirani zrak, njima nije potreban dovod struje. Koriste se kod lako zapaljivog okruženja. Hidrauličnoj preši na ručni pogon također nije potrebna struja, ali je spora kod korištenja, stoga nije praktična za tvrtke.

Može se odabrati hidraulični sustav koji će cilindar moći pokretati u jednom smjeru ili oba smjera. Kod 100 tonskih preša odabire se dvoradni cilindar zbog same težine cilindra i bržeg vraćanja cilindra u početni položaj jer cilindar radi uz pomoć sustava hidraulike u oba smjera bez potrebe ljudske snage.

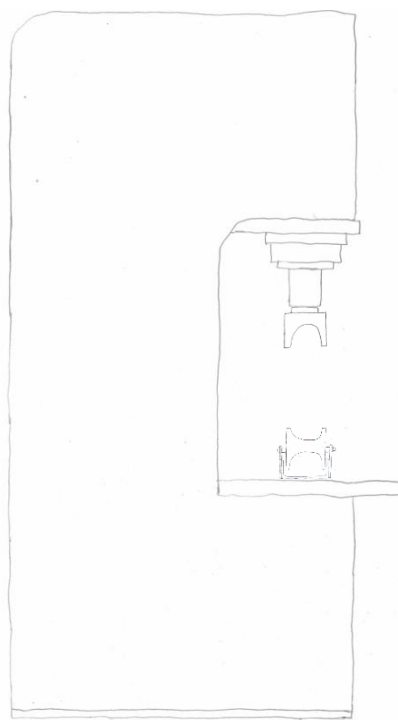
### 3. KONCEPTI

Zbog velikog izbora hidrauličnih preša na tržištu i poznatog načina funkcioniranja i činjenice da zadatak nije razvoj novog proizvoda već proračun konkretnog, funkcijska dekompozicija nije potrebna.

#### 3.1. „Koncept 1“



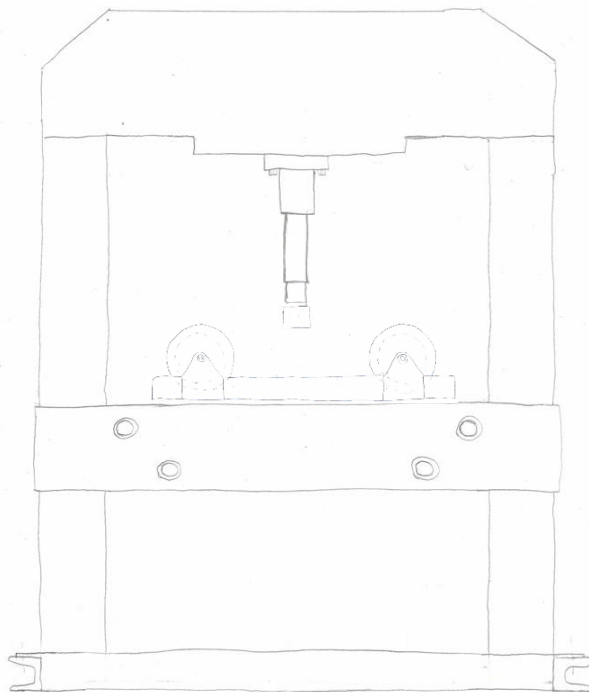
Slika 7. Nacrt „C“ preše



Slika 8. Bokocrt „C“ preše

Prvi koncept je hidraulična preša „C“ okvira. Pogonjena je hidrauličnim sustavom, rukuje se pomoću tipki za gibanje cilindra u 2 smjera (gore-dolje). Sustav pomoću električne energije pogoni pumpu u hidrauličkom sustavu koja stvara pritisak te se pomoću ventila otvara dovod ulja koje pokreće cilindar te tako izvršava željeni rad. U slučaju kada trebamo savijati cijevi, postave se odgovarajući valjci za svaku dimenziju cijevi kao što je prikazano na slici, te na cilindar poseban alat koji služi za bolju raspodjelu pritiska da ne bi došlo do oštećenja kod savijanja cijevi.

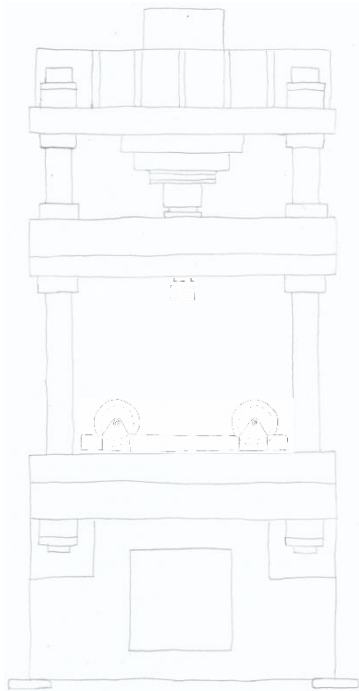
### 3.2. „Koncept 2“



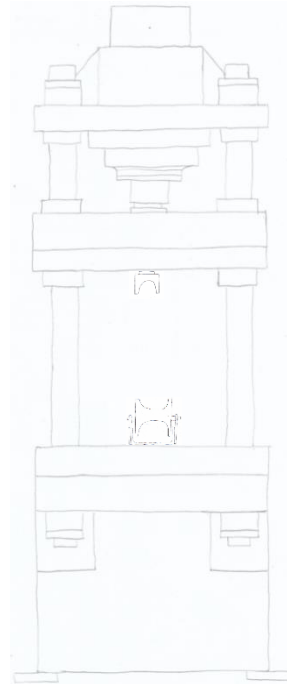
**Slika 9. Nacrt „koncepta 2“**

„Koncept 2“ sastoji se od hidrauličnog sustava vrlo sličnog kao kod „koncepta 1“. Hidraulični sustav smješten je na gornjem desnom dijelu preše zbog uštede prostora te da budu kraće cijevi jer su skupe zbog visokog tlaka kojeg moraju izdržati. Preša se sastoji od 4 stupa, 2 su s lijeve te 2 s desne strane. Podloga na koju se obično stavlja predmet šuplja je zbog multifunkcionalnosti preše. Također će biti i valjci postavljeni kao što je prikazano na slici i na cilindru poseban alat za savijanje cijevi. Ti valjci su uklonjivi zbog zadržavanja multifunkcionalnosti preše te zbog savijanja različitih dimenzija cijevi, alat je lako zamjenjiv. Biti će postavljena zubna letva i zupčanik kojim ćemo ručno premještati cilindar lijevo-desno zbog bolje multifunkcionalnosti preše.

### 3.3. „Koncept 3“



**Slika 10. Nacrt „koncepta 3“**



**Slika 11. Bokocrt „koncepta 3“**

Treći koncept također ima hidraulični sustav kao prva dva koncepta. Ovom konceptu stupovi služe kao vodilice jer se debela ploča koja je spojena s cilindrom pomiče gore-dolje po vodilicama te ploča pritišće obradak, a ne cilindar direktno. Valjci će biti smješteni unutar preše kao što je prikazano na slici, te poseban alat na gornjem dijelu kod savijanja cijevi. Valjci se moraju lako maknuti. Ova preša povoljna je za obratke kod kojih je važna jednolika raspodjela pritiska po cijeloj površini.

### 3.4. Vrednovanje koncepata

Za potrebne vrednovanja koncepata uvedeni su težinski faktori koji određuju koji kriteriji su bitniji tvrtki, a koji manje bitni. Težinski faktor kreće se od 0 do 1, 0 je najmanje bitan faktor, a 1 je najviše bitan. Ocjenjivanje je provedeno ocjenama od 1 do 5, 1 znači da ne zadovoljava, a 5 da najviše zadovoljava. Na kraju, množenjem svake ocjene s faktorom te zbrajanjem svih ocjena pojedinog koncepta, dobivamo broj koji uspoređujemo s ostalim konceptima. Koncept s najviše bodova ulazi u daljnji proračun.

**Tablica 1. Vrednovanje koncepata**

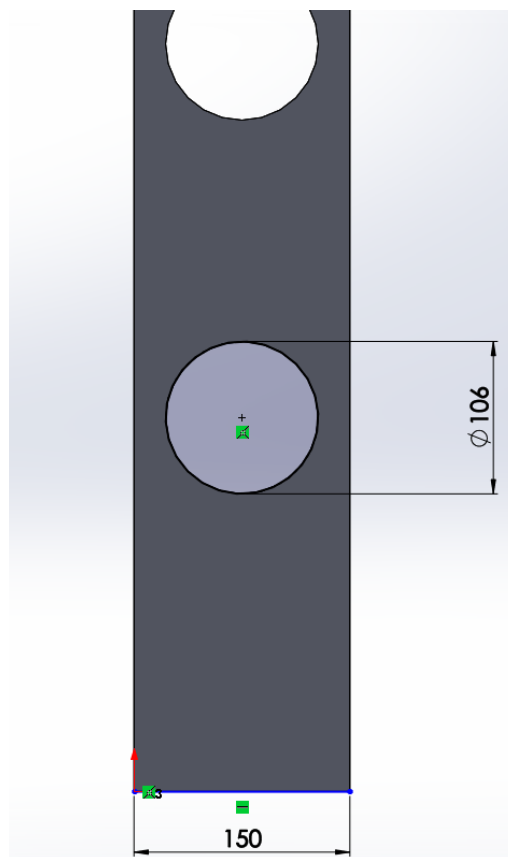
	Težinski faktor	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Masa	1	2	5	3
Mali broj nestandardnih dijelova	0,9	4	4	2
Jednostavnost smještaja obratka	0,7	5	4	3
Brzina rada	1	5	5	4
Raspon dimenzija cijevi za savijanje	1	2	5	3
Cjelokupna dimenzija preše	0,7	3	4	4
Dimenzije unutar radnog prostora	1	2	4	4
Multifunkcionalnost	1	2	5	4
$\Sigma$		22,2	33,2	24,7

Uspoređujući sumu ocjena svakog koncepta, „Koncept 2“ će se dalje proračunavati.

## 4. Proračun

### 4.1. Proračun čvrstoće stupa preše

Analizom dimenzija i materijala gotovih poluproizvoda te na temelju okvirnog proračuna odabire se dimenzija stupa. Stupovi preše biti će izrađeni od čelika S235JR. Zbog veće multifunkcionalnosti hidraulične preše u stupove se buše rupe za zatike za namještanje visine radnog stola. Proračun debljine stupa i zatika dobio se iteracijom jer dimenzija stupa ovisi o dimenziji zatika i obratno.



Slika 12. Puni profil stupa

Odabrane su sljedeće dimenzije:

Širina stupa:  $z = 150$  mm

Debljina stupa:  $b = 50$  mm

Promjer zatika:  $d_z = 90$  mm

Promjer čahure:  $d_\xi = 106$  mm



Sila koju cilindar može prenijeti na prešu mora biti jednaka teretu mase 100 tona.

Stoga proizlazi da je radna sila u cilindru:

$$F_c = m \cdot g$$

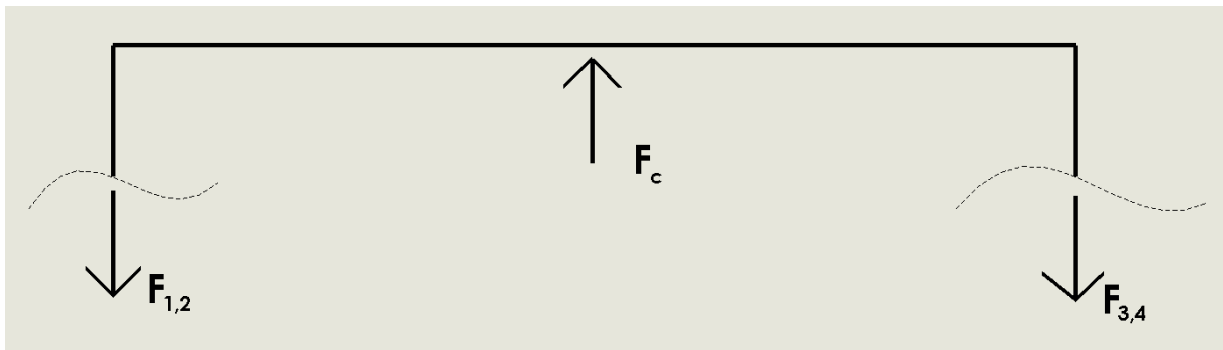
$$m = 100\,000 \text{ kg}$$

$$g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

$$F_c = 100\,000 \cdot 10$$

$$F_c = 1\,000\,000 \text{ N}$$

Suma sila po vertikalnoj osi.



**Slika 13. Prikaz sile cilindra i sila stupova**

Suma sila po vertikalnoj osi mora biti jednaka nuli.

$$\sum F_z = 0$$

$$F_c - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 = 0$$

Pretpostavka je da svaki stup preše nosi približno jednako opterećenje, stoga proizlazi  $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$ .

$$F_c = 4 \cdot F_1$$

$$F_1 = \frac{1\,000\,000}{4} = 250\,000 \text{ N}$$

Naprezanje u kritičnim presjecima stupa:

$$F_1 = 250\,000 \text{ N} - \text{sila u jednom stupu}$$

$A_{s1}$  – površina kritičnog presjeka

$$A_{s1} = z \cdot b - (d_{\xi} \cdot b) = 150 \cdot 50 - (106 \cdot 50) = 2200 \text{ mm}^2$$

Vlačno naprezanje u svakom stupu hidraulične preše:

$$\sigma_s = \frac{F_1}{A_s} = \frac{250\,000}{2200} = 113,64 \text{ N/mm}^2$$

Dopušteno naprezanje u stupu:

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{S_1}$$

$$S_1 = 1,5$$

$$\sigma_{dop} = \frac{225}{1,5}$$

$$\sigma_{dop} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s < \sigma_{dop}$$

$$113,64 \text{ N/mm}^2 < 150 \text{ N/mm}^2$$

Zadovoljava!

Bolje rješenje bi bilo staviti šuplji profil oblika pravokutnika, tj. šavnu cijev oblika pravokutnika jer će se za manju masu čelika dobiti jednako dobro konstrukcijsko rješenje. Naprezanje će na odrez u čahuri biti manje zbog toga jer će odrez djelovati na četiri mjesta umjesto na dva.

Odabran je pravokutni profil po normi EN10219 sljedećih dimenzija.

$$a_1 = 140 \text{ mm}$$

$$b_1 = 80 \text{ mm}$$

$$t_1 = 14,2 \text{ mm}$$

$$A_{s2} = 5\,230 \text{ mm}^2$$

Naprezanje u kritičnim presjecima stupa:

$$F_1 = 250\,000 \text{ N} \text{ – sila u jednom stupu}$$

$A_{s2}$  – površina kritičnog presjeka

$A_{\check{c}1}$  – projekcija površine dodira čahure i stupa

$$A_{\check{c}1} = 2 \cdot d_{\check{c}} \cdot t_1 = 2 \cdot 106 \cdot 14,2 = 3\,010,4 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2k} = A_{s2} - A_{\check{c}1} = 5\,230 - 3\,010,4 = 2\,219,6 \text{ mm}^2$$

Vlačno naprezanje u svakom stupu hidraulične preše:

$$\sigma_s = \frac{F_1}{A_{sk}} = \frac{250\,000}{2\,219,6} = 112,63 \text{ N/mm}^2$$

Dopušteno naprezanje u stupu:

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{S}$$

$$S = 1,5$$

$$\sigma_{dop} = \frac{225}{1,5}$$

$$\sigma_{dop} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s < \sigma_{dop}$$

$$112,63 \text{ N/mm}^2 < 150 \text{ N/mm}^2$$

Zadovoljava!

Stoga možemo izračunati koliko kilograma čelika smo uštedjeli upotrijebivši pravokutni profil umjesto punog profila. Duljina stupa je  $l_s = 2\,200 \text{ mm}$ .

$A_{s1} = 7500 \text{ mm}^2$  – površina punog stupa

$V_{s1}$  – volumen punog stupa

$m_{s1}$  – masa punog stupa

Gustoća čelika  $7850 \text{ kg/m}^3$

$$V_{s1} = A_{s1} \cdot l_s = 0,0075 \cdot 2,2 = 0,0165 \text{ m}^3$$

$$m_{s1} = V_{s1} \cdot \rho_{s1} = 0,0165 \cdot 7\,850 = 129,53 \text{ kg}$$

$A_{s2} = 5\,230 \text{ mm}^2$  – površina šupljeg profila

$V_{s2}$  – volumen šupljeg profila

$m_{s2}$  – masa šupljeg profila

$$V_{s2} = A_{s2} \cdot l_s = 0,00530 \cdot 2,2 = 0,011506 \text{ m}^3$$

$$m_{s2} = V_{s2} \cdot \rho_{s2} = 0,011506 \cdot 7850 = 90,32 \text{ kg}$$

Razlika masa stupova:

$$m_{s1} - m_{s2} = 129,53 - 90,32 = 39,21 \text{ kg}$$

Ukupna razlika masa sva 4 stupa:

$$(m_{s1} - m_{s2}) \cdot 4 = 156,84 \text{ kg}$$

## 4.2. Proračun zatika radnog stola

Zatik će biti izrađen od materijala 25CrMo4.

Između čahure i zatika će biti labavi spoj zbog lakšeg umetanja. Preša će imati ukupno 2 zatika. Svaki zatik prolaziti će kroz radni stol s prednje i zadnje strane, 2 stupa i 2 čahure uprešane u stup.

Sila  $F_1 = 250\,000 \text{ N}$  koja djeluje u stupu jednaka je i u zatiku.

Stoga slijedi proračun prema literaturi [1].

Prvo slijedi provjera pritiska:

$p_{1dop}$  - dopušteni tlak u zatiku od materijala 25CrMo4 i labavog dosjeda

$$p_{1dop} = 30 \text{ N/mm}^2 [1]$$

$p_{2dop}$  - dopušteni tlak u čahuri od materijala C45E i labavog dosjeda

$$p_{2dop} = 30 \text{ N/mm}^2 [1]$$

$b_{\check{c}}$  – duljina čahure

$$b_{\check{c}} = 95 \text{ mm}$$

$d_z$  – promjer zatika

$$d_z = 90 \text{ mm}$$

Tlak u zatiku i čahuri:

$$p_z = \frac{F_1}{b_{\check{c}} \cdot d_z}$$

$$p_z = \frac{250\,000}{95 \cdot 90}$$

$$p_z = 29,24 \text{ N/mm}^2$$

$$p_z < p_{dop2}$$

$$29,24 \text{ N/mm}^2 < 30 \text{ N/mm}^2$$

Zadovoljava!

Provjera naprezanja na odrez zatika:

$\tau_z$  – smično naprezanje u zatiku

$A_z$  – površina oprečnog presjeka zatika

$$A_z = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} = \frac{90^2 \cdot \pi}{4} = 6\,361,73 \text{ mm}^2$$

$$\tau_z = \frac{F_1}{A_z}$$

$$\tau_z = \frac{250\,000}{6\,361,73}$$

$$\tau_z = 39,30 \text{ N/mm}^2$$

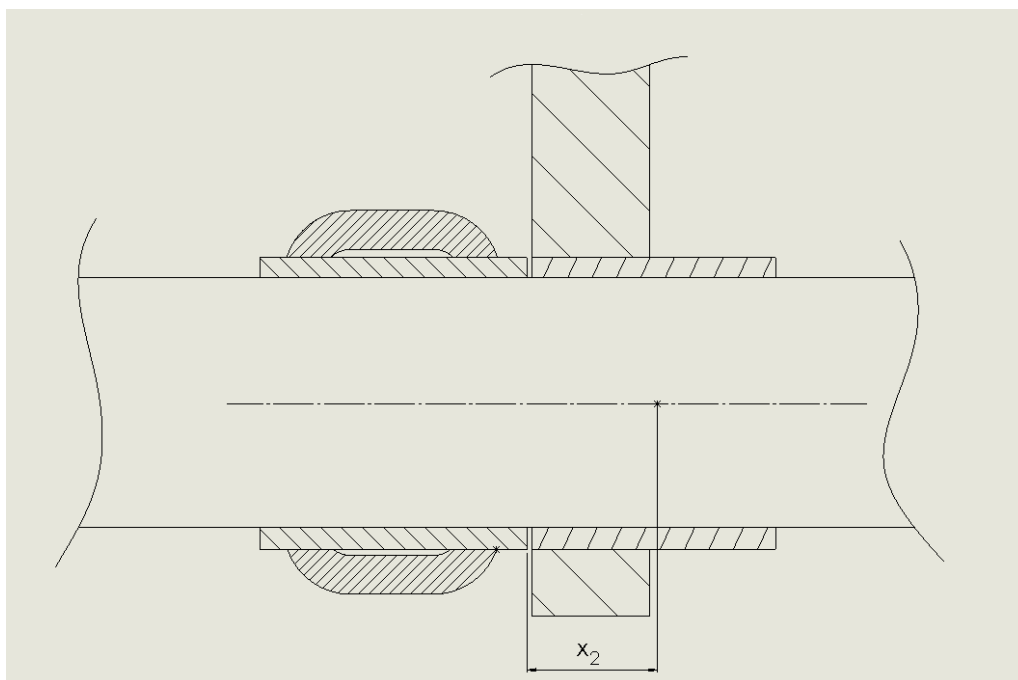
$$\tau_{\text{dop}} = 102 \text{ N/mm}^2 [1]$$

$$\tau_z < \tau_{\text{dop}}$$

$$39,30 \text{ N/mm}^2 < 102 \text{ N/mm}^2$$

Zatik zadovoljava!

Provjera naprezanja uslijed savijanja zatika:



**Slika 14. Prikaz zatika, čahura, stupa i ploče radnog stola**

$x_2$  – duljina između središta čahure radnog stola i desnog kraja čahure stupa

$$x_2 = 2 \text{ mm}$$

$$x_2 = \frac{b_{\xi}}{2} + x_1$$

$$x_2 = \frac{95}{2} + 2 = 49,5 \text{ mm}$$

$x_1$  – razmak između jedne i druge čahure

Razmak  $x_1$  postoji jer nije uvijek idealan slučaj da se radni stol napravi da je jedna čahura tik do druge čahure zbog tolerancija u proizvodnji radnog stola.

$$\sigma_f = \frac{F \cdot x_2}{0,1 \cdot d^3}$$

$$\sigma_f = \frac{250\,000 \cdot 49,5}{0,1 \cdot 90^3}$$

$$\sigma_f = 160 \text{ N/mm}^2$$

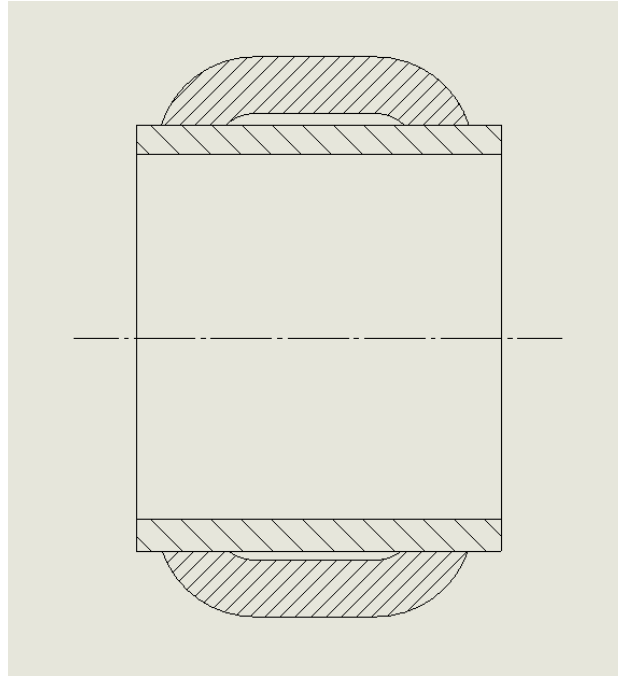
$$\sigma_f < \sigma_{fdop}$$

$$169,75 \text{ N/mm}^2 < 180 \text{ N/mm}^2 [1]$$

Zatik zadovoljava!

### 4.3. Provjera pritiska između čahure i stupa

Treba provjeriti pritisak između čahure i stupa.



**Slika 15. Čahura uprešana u stup pravokutnog profila**

Slijedi proračun prema literaturi [1].

Slijedi provjera pritiska, dosjed između čahure i stupa je prvi čvrsti dosjed:

$p_{1sdop}$  - dopušteni tlak u stupu od materijala S235JR i čvrstog dosjeda

$$p_{1sdop} = 98 \text{ N/mm}^2 [1]$$

$p_{2dop}$  - dopušteni tlak u čahuri od materijala C45E i čvrstog dosjeda

$$p_{2dop} = 104 \text{ N/mm}^2 [1]$$

Pošto pritisak u stupu može manje izdržati, mora se uzeti dopuštena vrijednost tlaka stupa u proračunu.

Pritisak u stupu preše i čahuri:

$A_{\check{c}1}$  - projekcija površine dodira čahure i stupa

$$A_{\check{c}1} = 2 \cdot d_2 \cdot t_1 = 2 \cdot 106 \cdot 14,2 = 3010,4 \text{ mm}^2$$

$$p_z = \frac{F_1}{A_{\check{c}1}}$$

$$p_z = \frac{250\,000}{3\,010,4}$$

$$p_z = 83,05 \text{ N/mm}^2$$

$$p_z < p_{dop2}$$

$$83,05 \text{ N/mm}^2 < 98 \text{ N/mm}^2$$

Zadovoljava!

Čahura će se i zavariti zavarom debljine 5 mm, zbog toga da se slučajno ne ispreša čahura od stupa prilikom umetanja zatika.

#### 4.4. Proračun zavara čahure i stupa

Zavar je debljine 5 mm.

$A_{zav\check{c}}$  – debljina zavara čahure i stupa

$D_{zv}$  – vanjski promjer zavara

$$D_{zv} = 116 \text{ mm}$$

$D_{zu}$  – unutarnji promjer čahure

$$D_{zu} = 106 \text{ mm}$$

$$A_{zav\check{c}} = \frac{\pi \cdot (D_{zv}^2 - D_{zu}^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (116^2 - 106^2)}{4} = 1743,58 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{zav\check{c}} = \frac{F_1}{A_{zav\check{c}}} = \frac{250\,000}{1743,58} = 143,38 \text{ N/mm}^2$$

Sigurnost je jednaka:

$\tau_{dop}$  – dopušteno smično naprezanje zavara

$$\tau_{dop} = 170 \text{ N/mm}^2 [2]$$

$$S_{z\check{c}} = \frac{\tau_{dop}}{\tau_{zav\check{c}}} = \frac{170}{143,38} = 1,19$$

Zavar zadovoljava!



Čahura zadovoljava na proračun dopuštenog pritiska između čahure i stupa. Zadovoljava naprezanje na smik te naprezanje zavara između čahure i stupa. Možemo zaključiti da će čahura sigurno izdržati puno opterećenje hidraulične preše.

#### 4.5. Proračun progiba gornje ploče:

Svaka od gornje dvije ploče povezuje dva stupa. Prednja ploča povezuje prednji lijevi i prednji desni stup te zadnja ploča povezuje zadnji lijevi i zadnji desni stup.

S obzirom da je duljina između središta zatika 1550 mm jer tvrtka zahtjeva toliki razmak između zatika, pločama treba proračunati progib i usporediti s dopuštenom vrijednosti progiba.

Dimenzije ploče:

$b_p$  – širina ploče

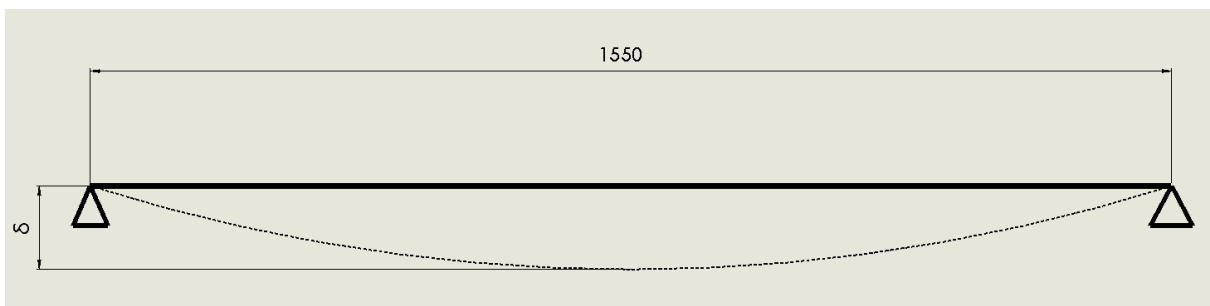
$b_p = 30 \text{ mm}$

$h_p$  – visina ploče

$h_p = 320 \text{ mm}$

$l_p$  – proračunska duljina ploče

$l_p = 1550 \text{ mm}$



Slika 16. Prikaz progiba na pojednostavljenoj slici ploče

$\delta_{pdop}$  - dopušteni progib ploče

$$\delta_{pdop} = \frac{l}{400} \dots \frac{l}{600} \quad [3]$$

Odabrana formula za dopušteni progib uzeta je kod proračuna granika iako ovo nije granik, te je uzeta vrijednost za najveću sigurnost:

$$\delta_{pdop} = \frac{l}{600} = \frac{1550}{600} = 2,58 \text{ mm}$$

Formula za progib u slučaju kada je sila na jednakoj udaljenosti od oba ruba:

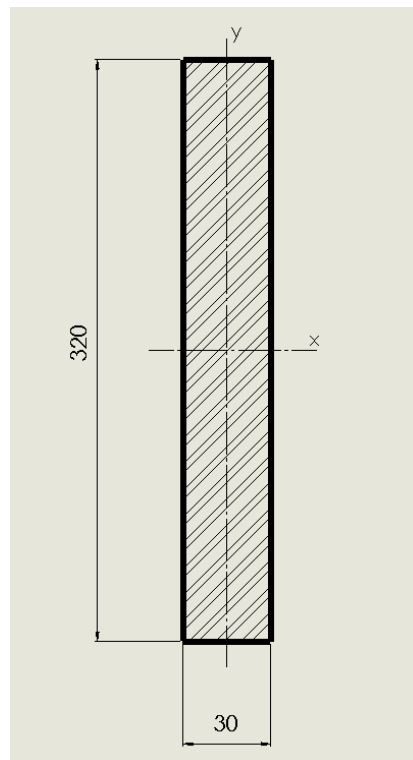
$$\delta_p = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} = \frac{250\,000 \cdot 1550^3}{48 \cdot 210\,000 \cdot 81\,920\,000} = 2,25 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{30 \cdot 320^3}{12} = 81\,920\,000 \text{ mm}^4$$

$$\delta_p < \delta_{pdop}$$

$$2,25 \text{ mm} < 2,58 \text{ mm}$$

Progib zadovoljava!



**Slika 17. Dimenzije poprečnog presjeka gornje ploče**

$$\delta_p < \delta_{pdop}$$

$$2,25 \text{ mm} < 2,58 \text{ mm}$$

Progib zadovoljava!

Jednakih dimenzija biti će i ploče koje su dio radnog stola, zbog jednakog proračuna.

#### 4.6. Provjera zavara stupa i gornjeg dijela preše

Zavar je smično opterećen. Kako bi smo dobili debljinu zavara „a“, uvrštavamo u sljedeću jednadžbu poznate vrijednosti. Svaki stup zavaren je za gornju ploču s 2 kutna zavara iste debljine i duljine.

Općenita jednadžba za smično naprezanje zavara.

$$\tau_{zav} = \frac{F_1}{A_{zav}}$$

$\tau_{dop}$  – dopušteno smično naprezanje u zavaru

$$\tau_{dop} = 170 \text{ N/mm}^2 \text{ [2]}$$

$A_{zav}$  – površina zavara

$$A_{zav} = a_z \cdot 2 \cdot l_z = a_{min} \cdot 2 \cdot l_z$$

$a_z$  – debljina zavara

$$a_z = \frac{t_1}{\sqrt{2}} = \frac{14,2}{\sqrt{2}} = 10,04 \text{ mm}$$

Odabrano  $a_z = 10 \text{ mm}$ .

Debljina zavara ograničena je debljinom stupa hidraulične preše  $t_1 = 14,2 \text{ mm}$ . Dopuštenu debljinu zavara dobijemo tako što debljinu stupa podijelimo s korijenom iz dva.

Jednadžba naprezanja zavara za konkretni zavar čiju debljinu moramo odrediti:

$$\tau_{dop} = \frac{F_1}{a_z \cdot 2 \cdot l_z}$$

$$170 = \frac{250\,000}{10 \cdot 2 \cdot l_z}$$

$$l_z = 73,53 \text{ mm}$$

Duljina zavora odabrana je  $l_z = 200 \text{ mm}$

Naprezanje u zavaru odabrane debljine:

$$\tau_{zav1} = \frac{F_1}{a \cdot l}$$

$$\tau_{zav1} = \frac{250000}{10 \cdot 200 \cdot 2}$$

$$\tau_{zav1} = 62,5 \text{ N/mm}^2$$

Sigurnost je jednaka:

$$S = \frac{\tau_{dop}}{\tau_{zav1}} = \frac{170}{62,5} = 2,72$$

Zavar zadovoljava!

#### 4.7. Proračun cilindra hidraulične preše

Tlak koji daje uljna pumpa stalan je i iznosi 200 bara. Što je jednako tlaku  $20 \text{ N/mm}^2$ .

$$p_p = 20 \text{ N/mm}^2$$

Jednadžba tlaka:

$$p_p = \frac{F_1}{A_{cil}}$$

Površina cilindra na koju djeluje tlak:

$$A_{cil} = \frac{d_{cil}^2 \cdot \pi}{4}$$

Jednadžba za potreban promjer cilindra:

$$d_{cil} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_1}{\pi \cdot p_p}}$$

$$d_{cil} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000000}{\pi \cdot 20}}$$

$$d_{cil} = 252,31 \text{ mm}$$

Odabran je promjer cilindra  $d_{cil} = 255 \text{ mm}$ .

---

## **5. ZAKLJUČAK**

Hidraulična preša koristit će se prvenstveno u tvrtkama koje se bave raznim vrstama obrade metala, izrade uređaja, strojeva, za savijanje cijevi uz odgovarajući alat. Za postizanje bolje multifunkcionalnosti napravljen je i dodatni ručni mehanizam koji pomiče cilindar lijevo-desno. Za rad savijanja cijevi, vijcima će se učvrstiti na radni stol i na cilindar potrebni dodaci za pravilno savijanje cijevi. Za lako pomicanje zaslužni su kotači koji nose sklop cilindra, ručno kolo, zupčanik, zubna letva, te ostali potrebni dijelovi.

---

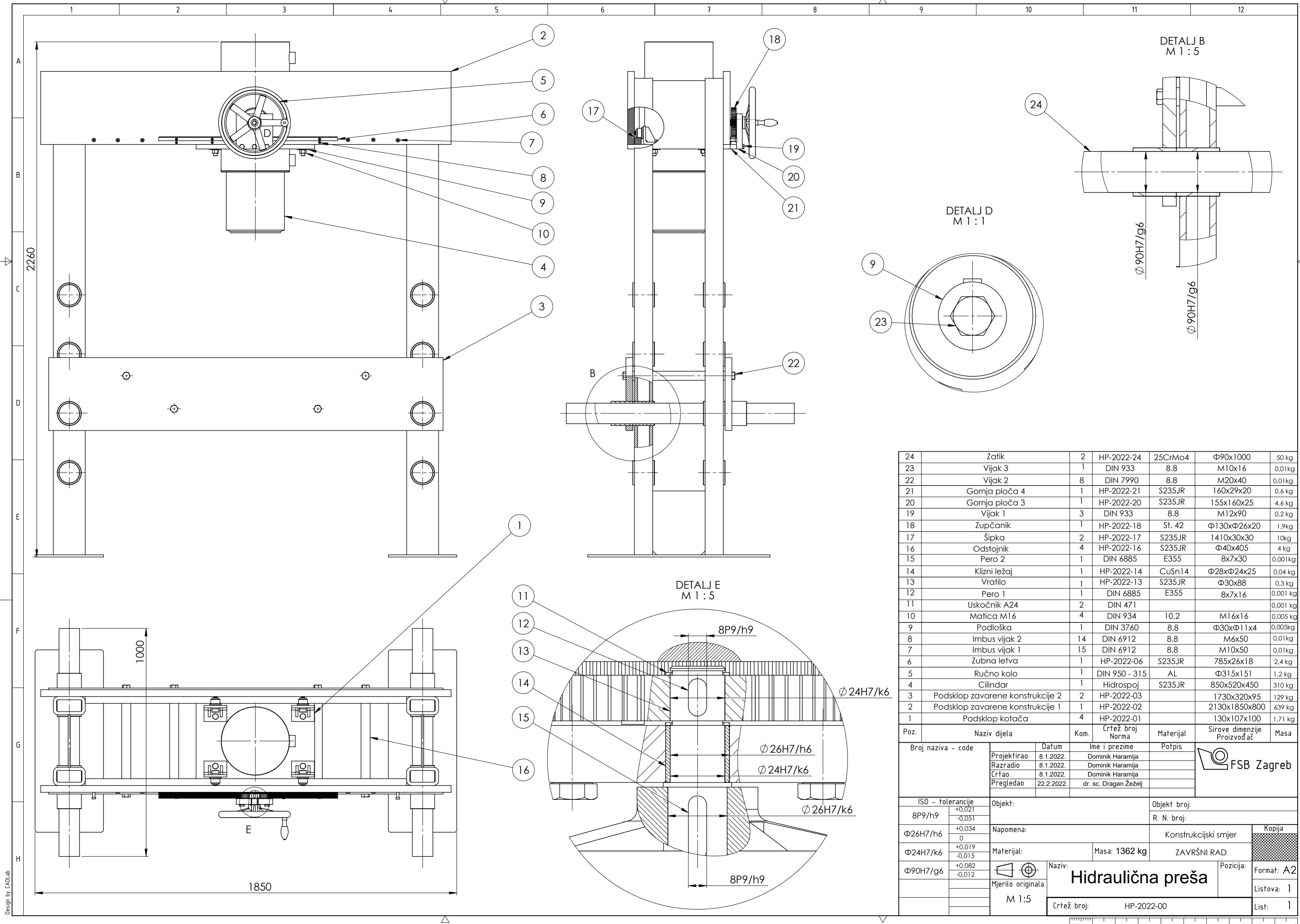
## **LITERATURA**

- [1] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [2] Kranjčević N.: Elementi strojeva, skripta, 2012.
- [3] Herold, Šćap, Hoić: Prenosila i dizala
- [4] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [5] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.

---

**PRILOZI**

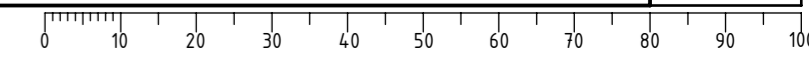
- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija



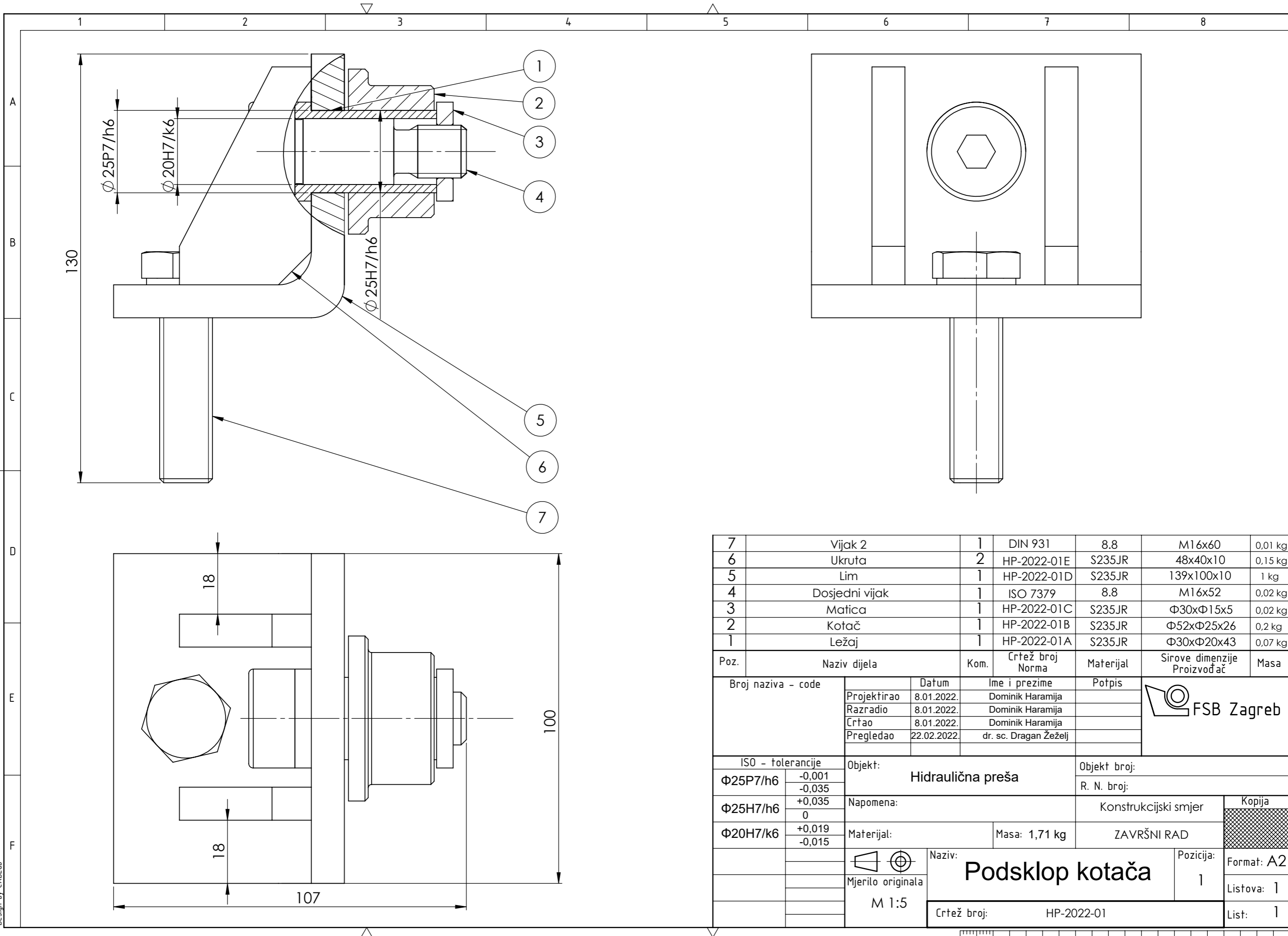
24	Zatik	2	HP-2022-24	25CrMo4	Φ90x1000	50 kg
23	Vijak 3	1	DIN 933	8.8	M10x16	0,01kg
22	Vijak 2	8	DIN 7990	8.8	M20x40	0,01kg
21	Gornja ploča 4	1	HP-2022-21	S235JR	160x29x20	0,6 kg
20	Gornja ploča 3	1	HP-2022-20	S235JR	155x160x25	4,6 kg
19	Vijak 1	3	DIN 933	8.8	M12x90	0,2 kg
18	Župčanik	1	HP-2022-18	St. 42	Φ130xΦ26x20	1,9kg
17	Šipka	2	HP-2022-17	S235JR	1410x30x30	10kg
16	Odstojnik	4	HP-2022-16	S235JR	Φ40x405	4 kg
15	Pero 2	1	DIN 6885	E355	8x7x30	0,001kg
14	Klizni ležaj	1	HP-2022-14	CuSn14	Φ28xΦ24x25	0,04 kg
13	Vratilo	1	HP-2022-13	S235JR	Φ30x88	0,3 kg
12	Pero 1	1	DIN 6885	E355	8x7x16	0,001 kg
11	Uskočnik A24	2	DIN 471			0,001 kg
10	Matica M16	4	DIN 934	10.2	M16x16	0,005 kg
9	Podloška	1	DIN 3760	8.8	Φ30xΦ11x4	0,005kg
8	Imbus vijak 2	14	DIN 6912	8.8	M6x50	0,01kg
7	Imbus vijak 1	15	DIN 6912	8.8	M10x50	0,01kg
6	Zubna letva	1	HP-2022-06	S235JR	785x26x18	2,4 kg
5	Ručno kolo	1	DIN 950 - 315	AL	Φ315x151	1,2 kg
4	Cilindar	1	Hidrospoj	S235JR	850x520x450	310 kg
3	Podsklop zavarene konstrukcije 2	2	HP-2022-03		1730x320x95	129 kg
2	Podsklop zavarene konstrukcije 1	1	HP-2022-02		2130x1850x800	639 kg
1	Podsklop kotača	4	HP-2022-01		130x107x100	1,71 kg

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum		Ime i prezime		Potpis
Projektirao		8.1.2022.		Dominik Haramija		
Razradio		8.1.2022.		Dominik Haramija		
Crtao		8.1.2022.		Dominik Haramija		
Pregledao		22.2.2022.		dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
8P9/h9		+0,021 -0,051		R. N. broj:		
Φ26H7/h6		+0,034 0		Napomena:		Kopija
Φ24H7/k6		+0,019 -0,015		Materijal:		Konstrukcijski smjer <b>ZAVRŠNI RAD</b>
Φ90H7/g6		+0,082 -0,012		Mjerno originala		
		M 1:5		Naziv:		Format: A2
				Mjerno originala		Listova: 1
				Crtež broj: HP-2022-00		List: 1

Design by CADlab





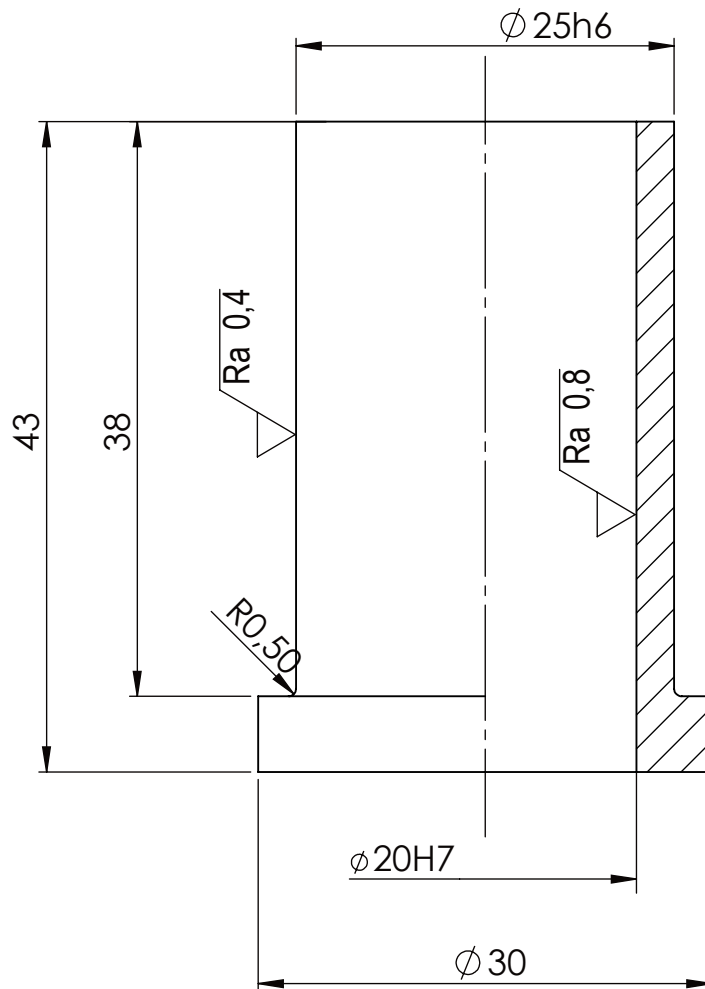


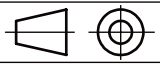
7	Vijak 2	1	DIN 931	8.8	M16x60	0,01 kg
6	Ukruta	2	HP-2022-01E	S235JR	48x40x10	0,15 kg
5	Lim	1	HP-2022-01D	S235JR	139x100x10	1 kg
4	Dosjedni vijak	1	ISO 7379	8.8	M16x52	0,02 kg
3	Matica	1	HP-2022-01C	S235JR	Φ30xΦ15x5	0,02 kg
2	Kotač	1	HP-2022-01B	S235JR	Φ52xΦ25x26	0,2 kg
1	Ležaj	1	HP-2022-01A	S235JR	Φ30xΦ20x43	0,07 kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime		Potpis	
Projektirao		8.01.2022.	Dominik Haramija			
Razradio		8.01.2022.	Dominik Haramija			
Crtao		8.01.2022.	Dominik Haramija			
Pregledao		22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj			
ISO - tolerancije		Objekt: Hidraulična preša		Objekt broj:		
Φ25P7/h6	-0,001 -0,035			R. N. broj:		
Φ25H7/h6	+0,035 0	Napomena:		Konstrukcijski smjer		Kopija
Φ20H7/k6	+0,019 -0,015	Materijal:		Masa: 1,71 kg	ZAVRŠNI RAD	
				Naziv: Podsklop kotača		Pozicija: 1
		Mjerilo originala				Format: A2
		M 1:5		Crtež broj: HP-2022-01		Listova: 1
						List: 1



Design by CADlab

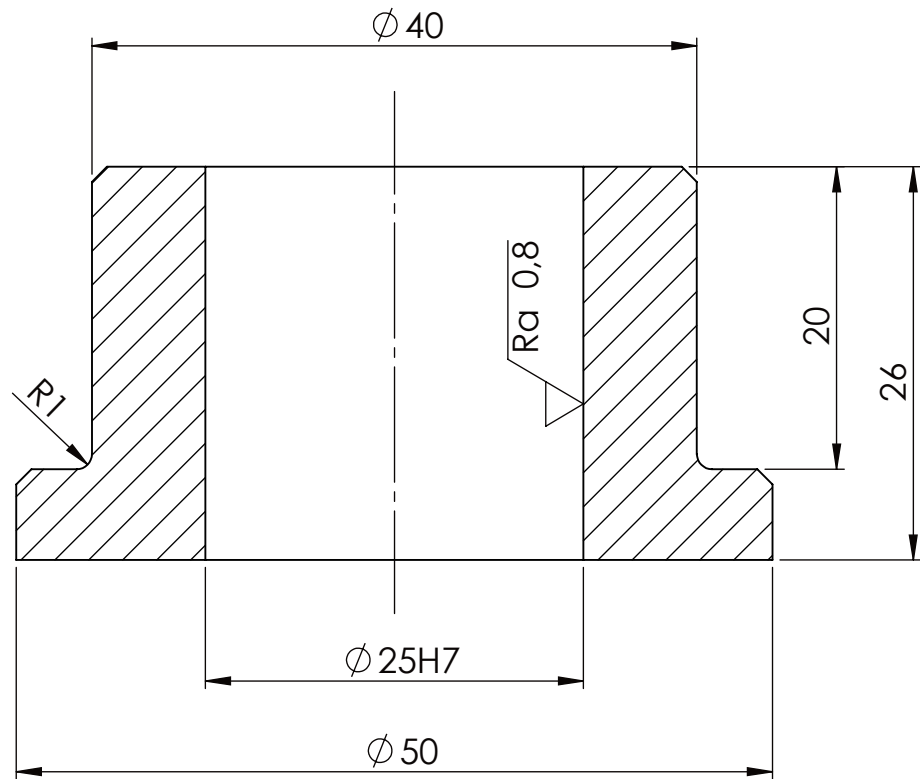
$\sqrt{\text{Ra } 6,3}$  (  $\sqrt{\text{Ra } 0,8}$  ,  $\sqrt{\text{Ra } 0,4}$  )



Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
		Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt: Podsklop kotača		Objekt broj:		
Φ20H7	+0,021 0			R. N. broj:		
Φ25h6	0 -0,013	Napomena:		Konstruktivski smjer	Kopija	
		Materijal: S235JR	Masa: 0,07 kg	ZAVRŠNI RAD		
			Naziv: <b>Ležaj</b>		Pozicija: 1	
		Mjerilo originala			Format: A4	
		M 2:1	Crtež broj: HP-2022-01A		Listova: 1	
					List: 1	

Design by CADLab

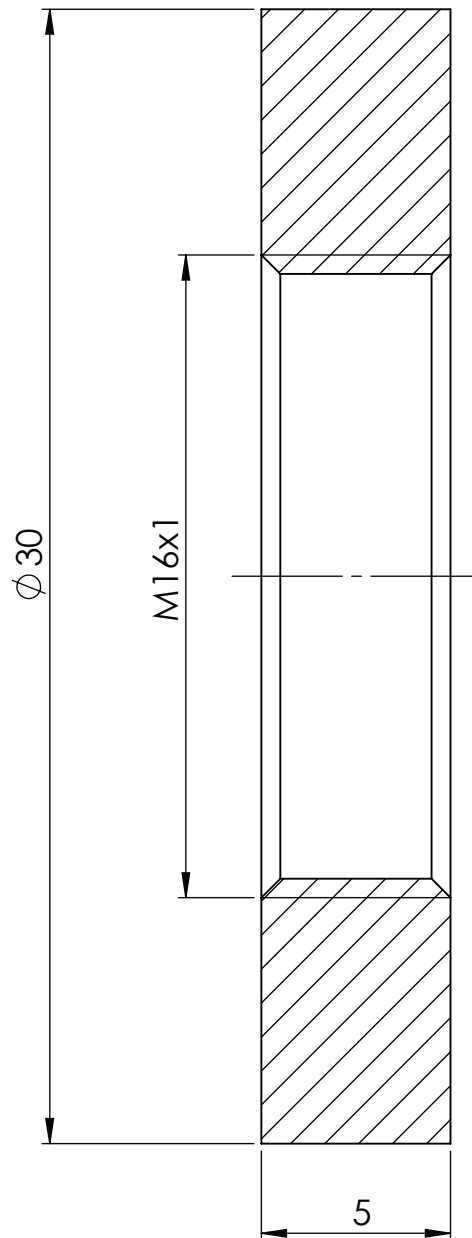
$\sqrt{Ra\ 6,3}$  (  $\sqrt{Ra\ 0,8}$  )



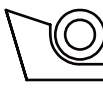
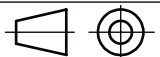
Napomena: Sva nekotirana skošenja su 1x45°

Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
	Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija			
	Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija			
	Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj			
ISO - tolerancije	Objekt: <b>Podsklop kotača</b>			Objekt broj:		
$\Phi 25H7$	+0,021 0				R. N. broj:	
	Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija	
	Materijal: S235JR	Masa: 0,2 kg	ZAVRŠNI RAD			
	  Naziv:			Pozicija:		Format: A4
	Mjerilo originala			<b>Kotač</b>		Listova: 1
	M 2:1					Crtež broj: HP-2022-01B

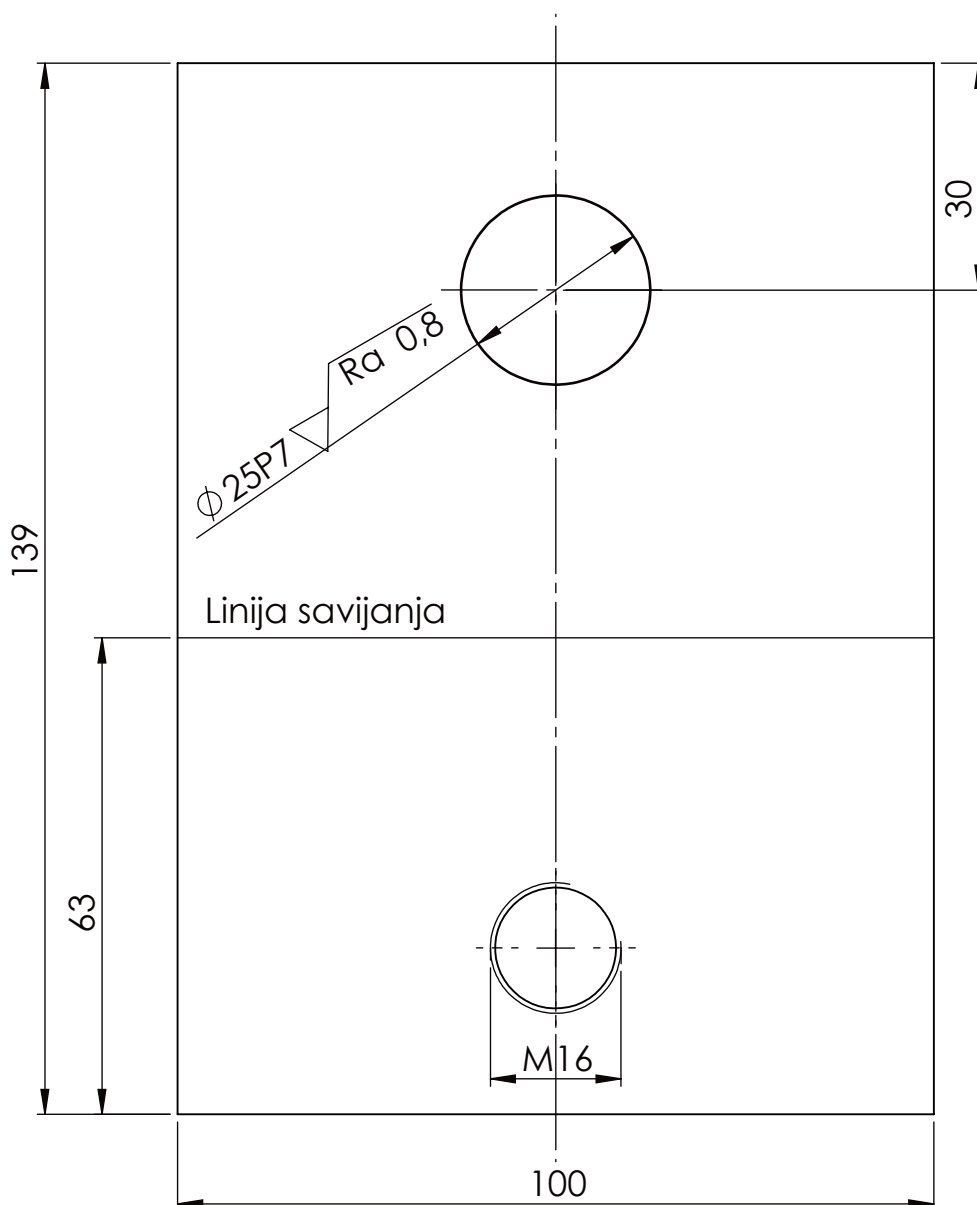
Ra 12,5



Napomena: Sva nekotirana skošenja su 1x45°.

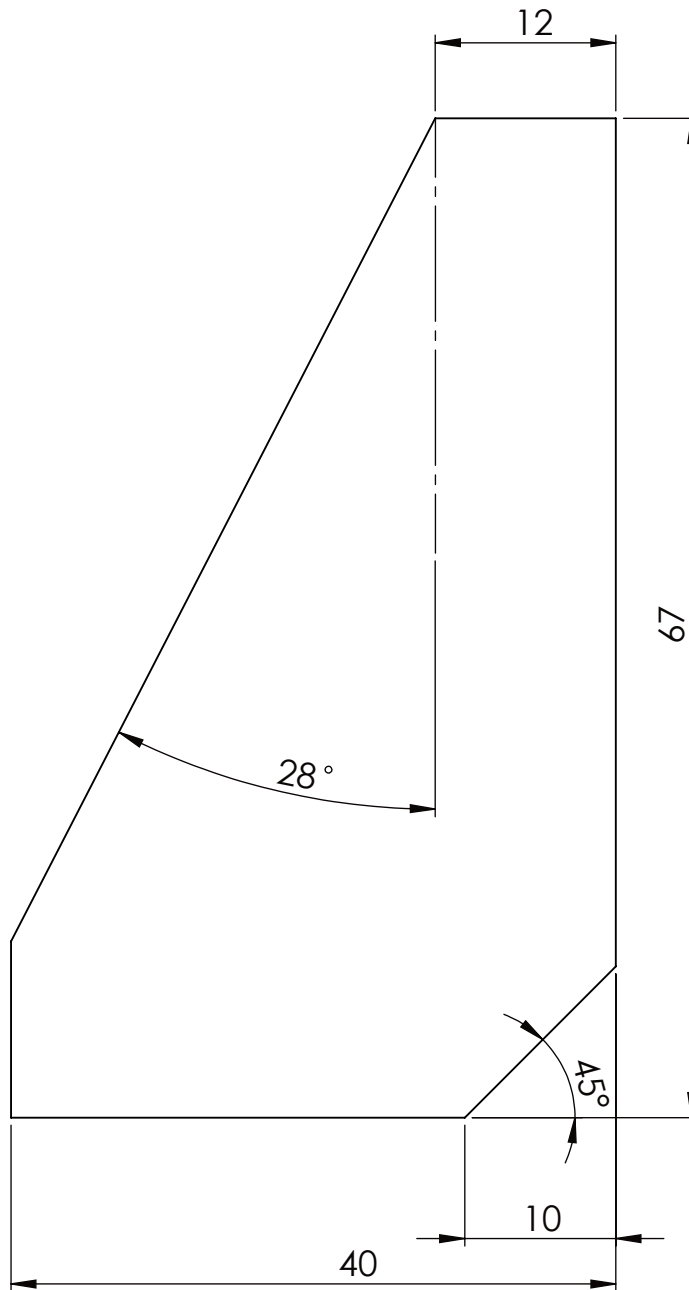
	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt:		<b>Podsklop kotača</b>		Objekt broj:
				R. N. broj:
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 0,02 kg	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv:		Pozicija:	
Mjerilo originala	<b>Matica</b>		3	Listova: 1
M 2:1	Crtež broj: HP-2022-01C			List: 1

Ra 12,5

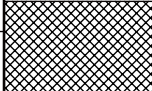
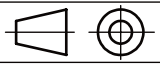


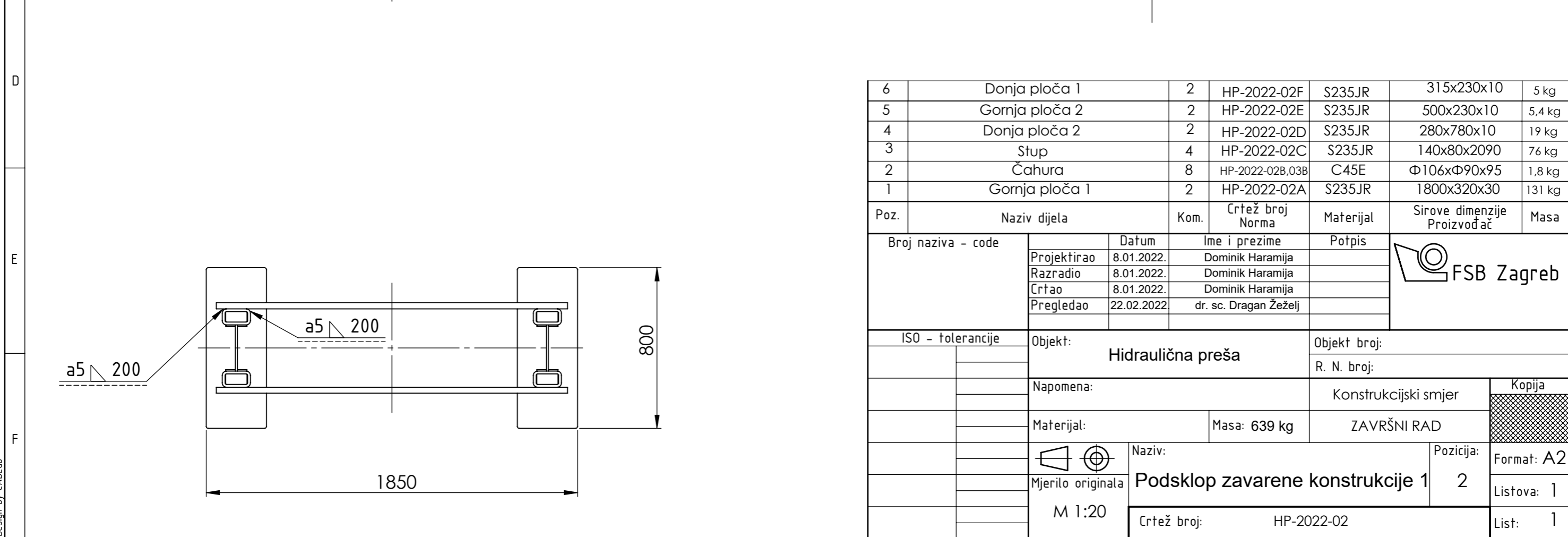
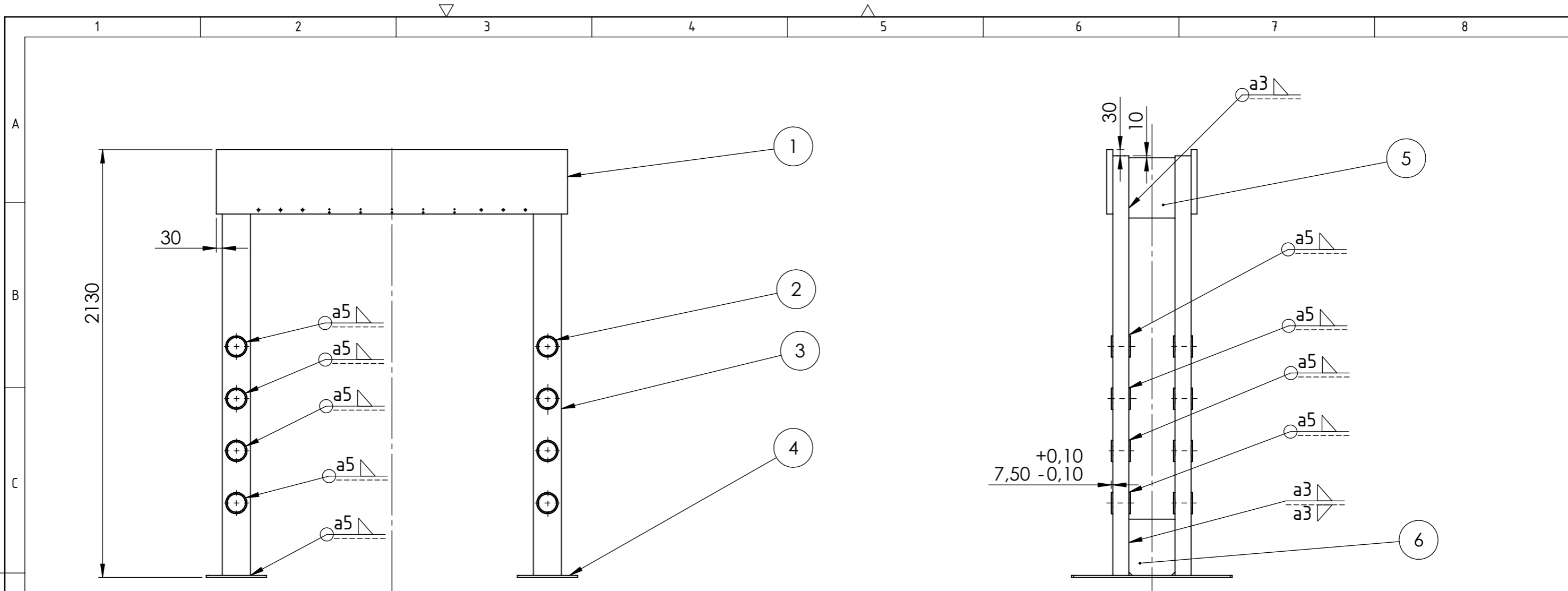
Napomena: Debljina lima je  $t=10\text{mm}$ .

Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
	Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
	Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
	Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije	Objekt: <b>Podsklop kotača</b>			Objekt broj:	
$\Phi 25P7$	-0,014				R. N. broj:
	-0,035	Napomena:			Konstrukcijski smjer
		Materijal: S235JR	Masa: 1 kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv: <b>Lim</b>		Pozicija: 5	
		Mjerilo originala			Format: A4
		M 1:2	Crtež broj: HP-2022-01D		Listova: 1
					List: 1



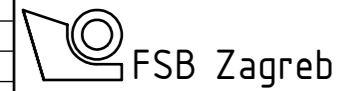
Napomena: Debljina ukrute je t=10mm.

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt:		Podsklop kotača		Objekt broj:
				R. N. broj:
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 0,15 kg	ZAVRŠNI RAD	
 Mjerilo originala M 1:2	Naziv:		Pozicija:	
		<b>Ukruta</b>		6
		Crtež broj:	HP-2022-01E	Format: A4
				Listova: 1
				List: 1



6	Donja ploča 1	2	HP-2022-02F	S235JR	315x230x10	5 kg
5	Gornja ploča 2	2	HP-2022-02E	S235JR	500x230x10	5,4 kg
4	Donja ploča 2	2	HP-2022-02D	S235JR	280x780x10	19 kg
3	Stup	4	HP-2022-02C	S235JR	140x80x2090	76 kg
2	Čahura	8	HP-2022-02B,03B	C45E	Φ106xΦ90x95	1,8 kg
1	Gornja ploča 1	2	HP-2022-02A	S235JR	1800x320x30	131 kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa

Broj naziva - code	Projektirao	8.01.2022.	Ime i prezime		Potpis
	Razradio	8.01.2022.	Dominik Haramija		
	Crtao	8.01.2022.	Dominik Haramija		
	Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt: Hidraulična preša			Objekt broj:
					R. N. broj:
		Napomena:			Konstrukcijski smjer
		Materijal:			Masa: 639 kg
		Naziv:			Pozicija:
Mjerilo originala		Podsklop zavarene konstrukcije 1			2
M 1:20		Crtež broj:			HP-2022-02



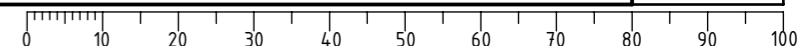
Kopija

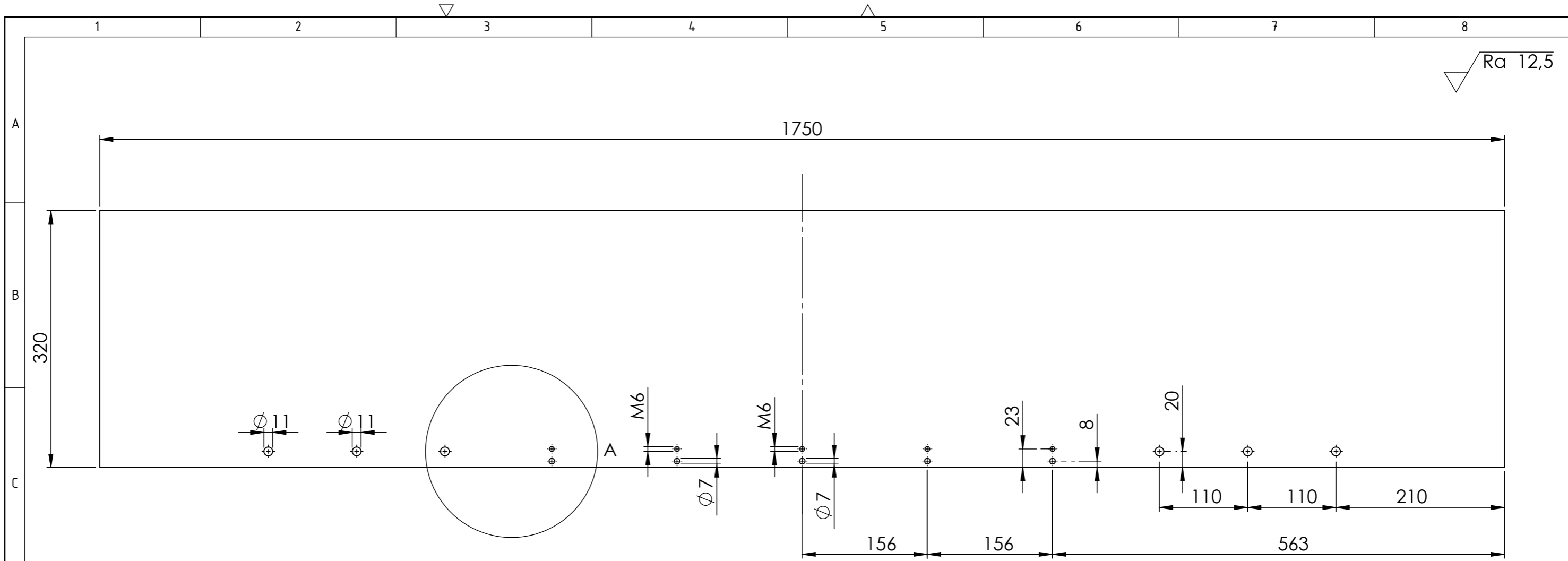
ZAVRŠNI RAD

Format: A2

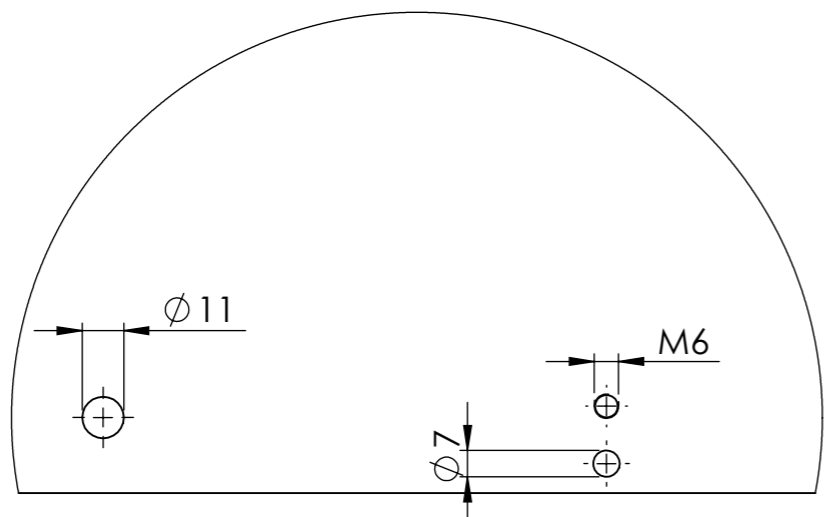
Listova: 1

List: 1



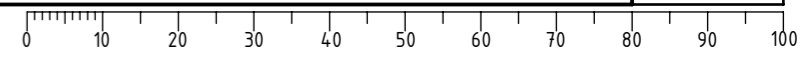


DETAIL A  
SCALE 1 : 2



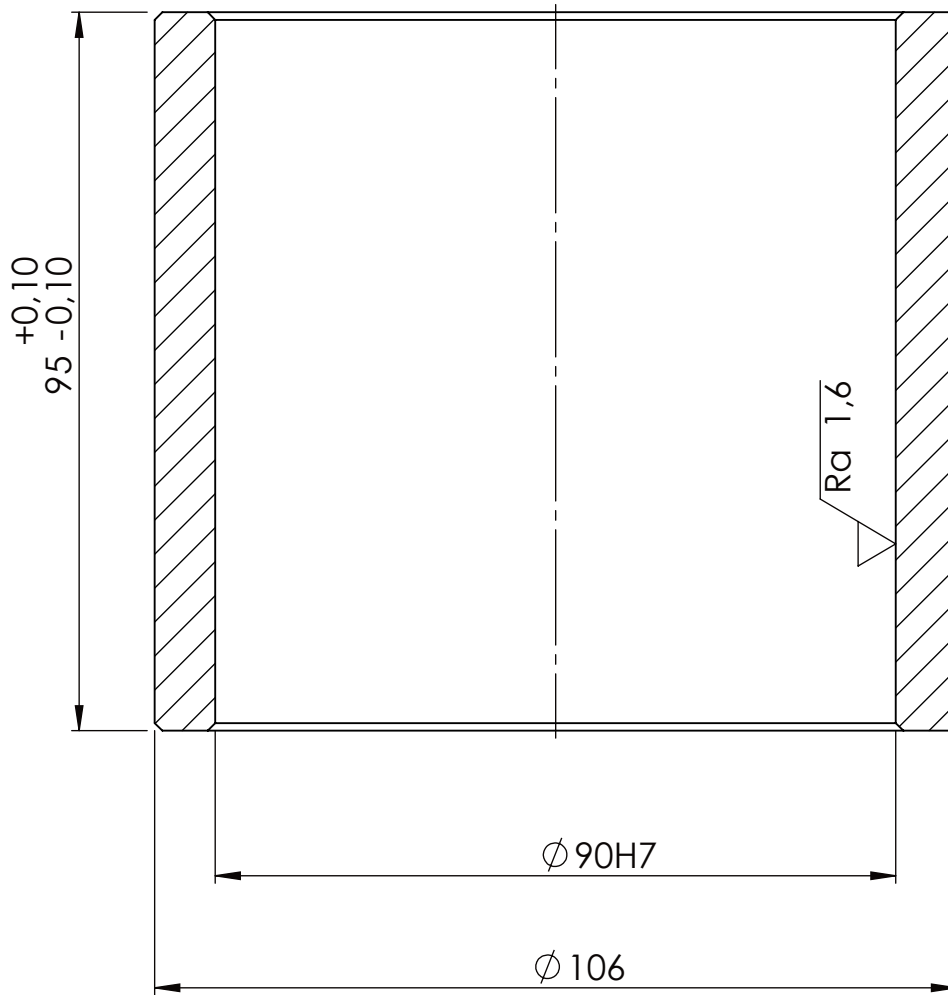
Napomena: Debljina ploče je t = 30mm.

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt: Podsklop zavarene konstrukcije 1			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 131 kg	ZAVRŠNI RAD	
	Mjerilo originala	Naziv: <b>Gornja ploča 1</b>		Pozicija: 1
M 1:5		Crtež broj: HP-2022-02A		Format: A3
				Listova: 1
				List: 1





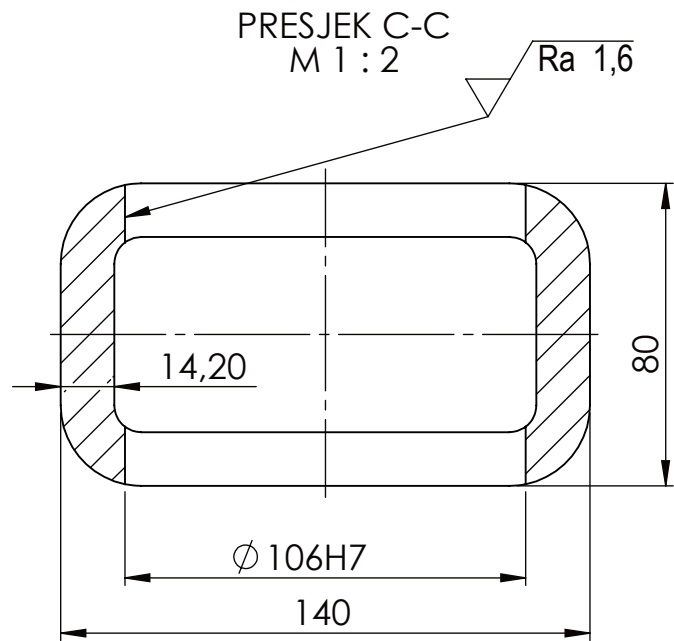
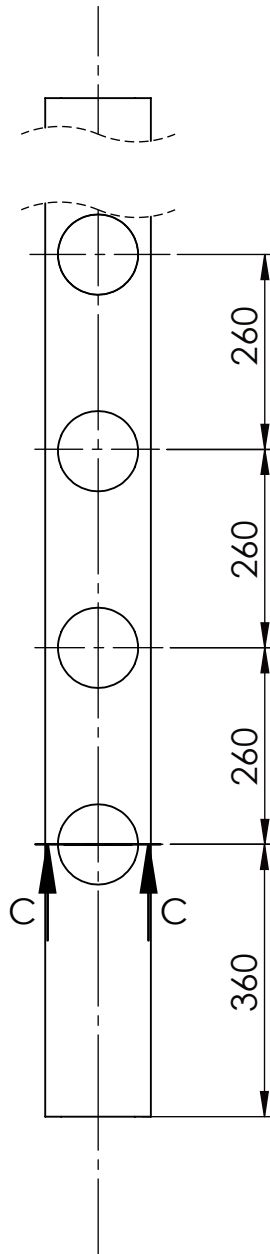
$\sqrt{Ra\ 12,5}$  (  $\sqrt{Ra\ 1,6}$  )

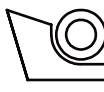
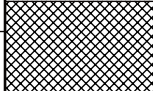



Napomena: Sva nekotirana skošenja su 1x45°.

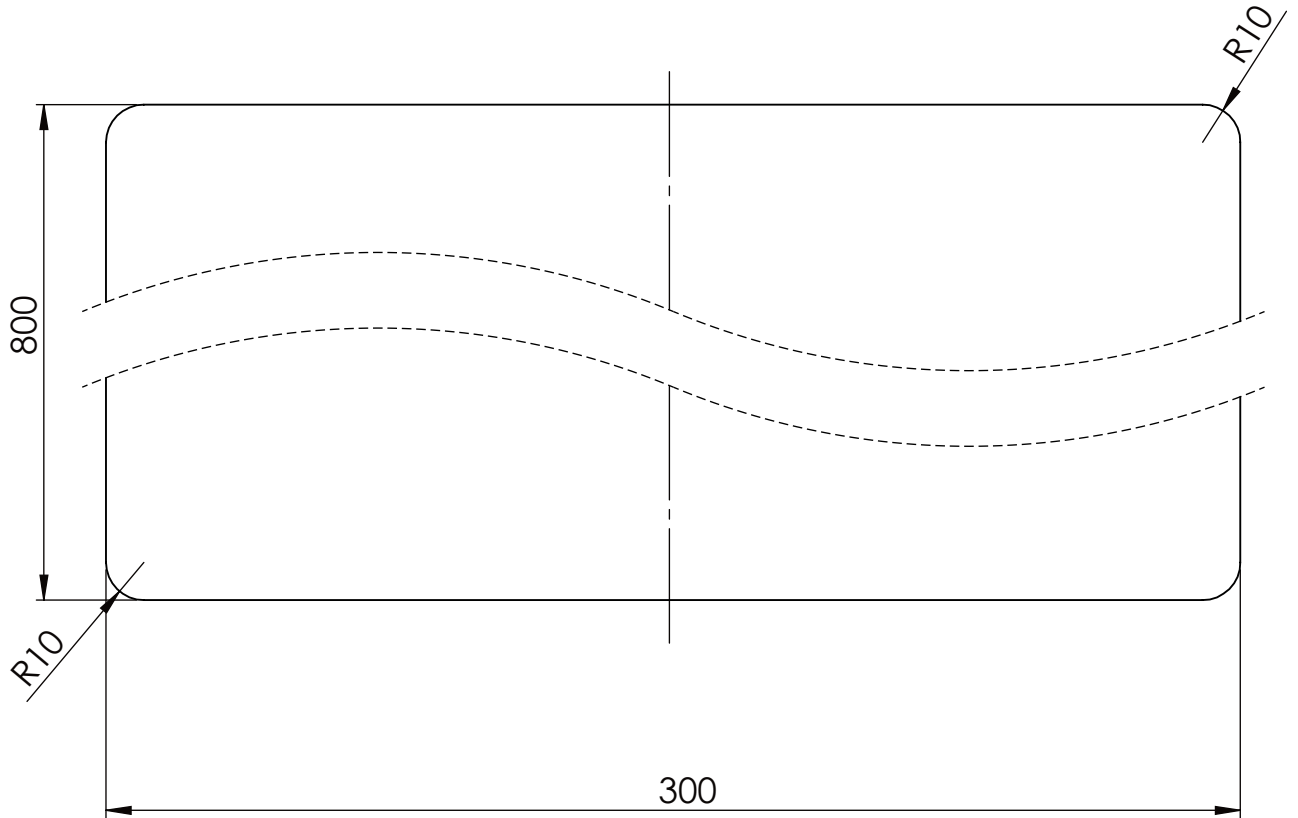
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
Φ90H7	+0,035 0	Podsklop zavarene konstrukcije 1 i 2			R. N. broj:	
		Napomena:			Konstrukcijski smjer	Kopija
		Materijal: S235JR	Masa: 1,8 kg	ZAVRŠNI RAD		
			Naziv:		Pozicija:	Format: A4
		Mjerilo originala	Čahura		2	Listova: 1
		M 1:2	Crtež broj:			List: 1
			HP-2022-02B,03B			

▽ Ra 12,5 ( ▽ Ra 1,6 )


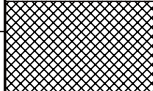
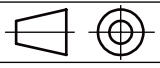


Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
		Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
Φ106H7	+0,035 0	Podsklop zavarene konstrukcije 1		R. N. broj:		
		Napomena:		Konstrukcijski smjer	Kopija	
		Materijal: S235JR	Masa: 76 kg	ZAVRŠNI RAD		
			Naziv:		Pozicija:	
		Mjerilo originala	<b>Stup</b>		3	
		M 1:10				
		Crtež broj: HP-2022-02C			Format: A4	
					Listova: 1	
					List: 1	

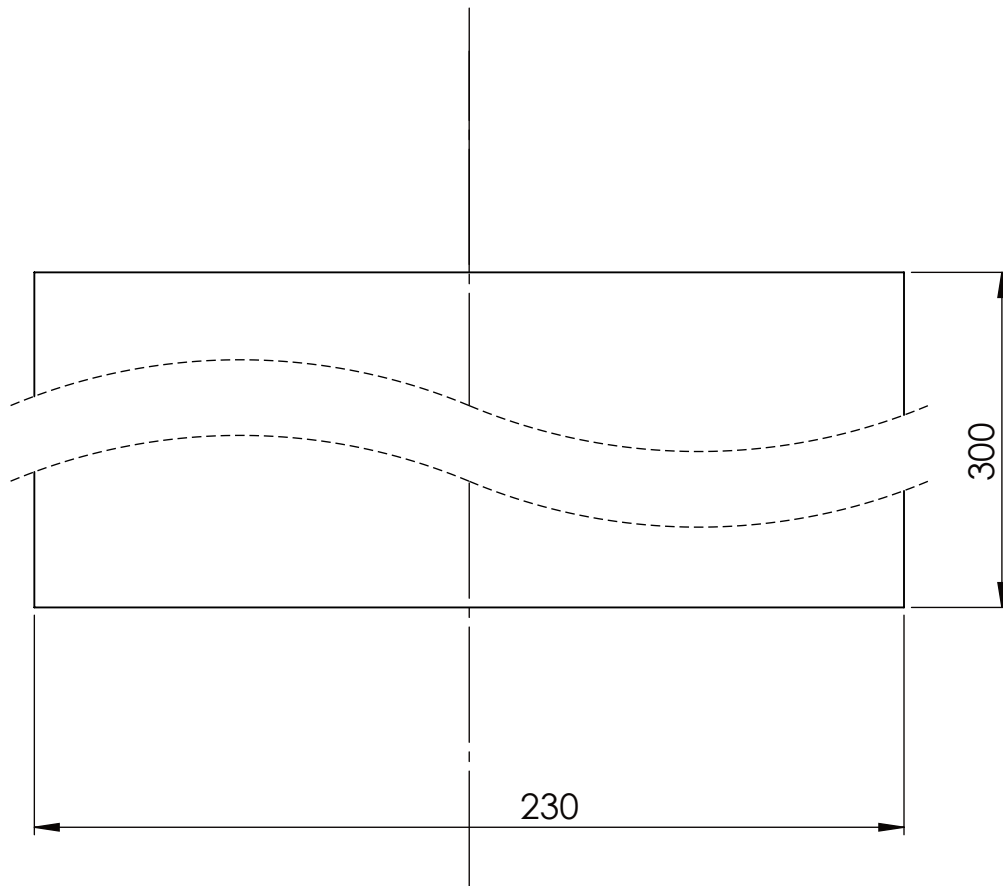
 Ra 12,5



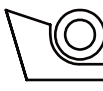
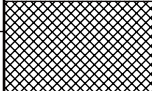
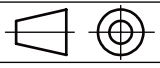
Napomena: Debljina ploče je  $t=10\text{mm}$ .


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt: Podsklop zavarene konstrukcije 1			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 19 kg	ZAVRŠNI RAD	
 Mjerilo originala M 1:2	Naziv: <b>Donja ploča 2</b>		Pozicija: 4	Format: A4
	Crtež broj: HP-2022-02D			Listova: 1
			List: 1	

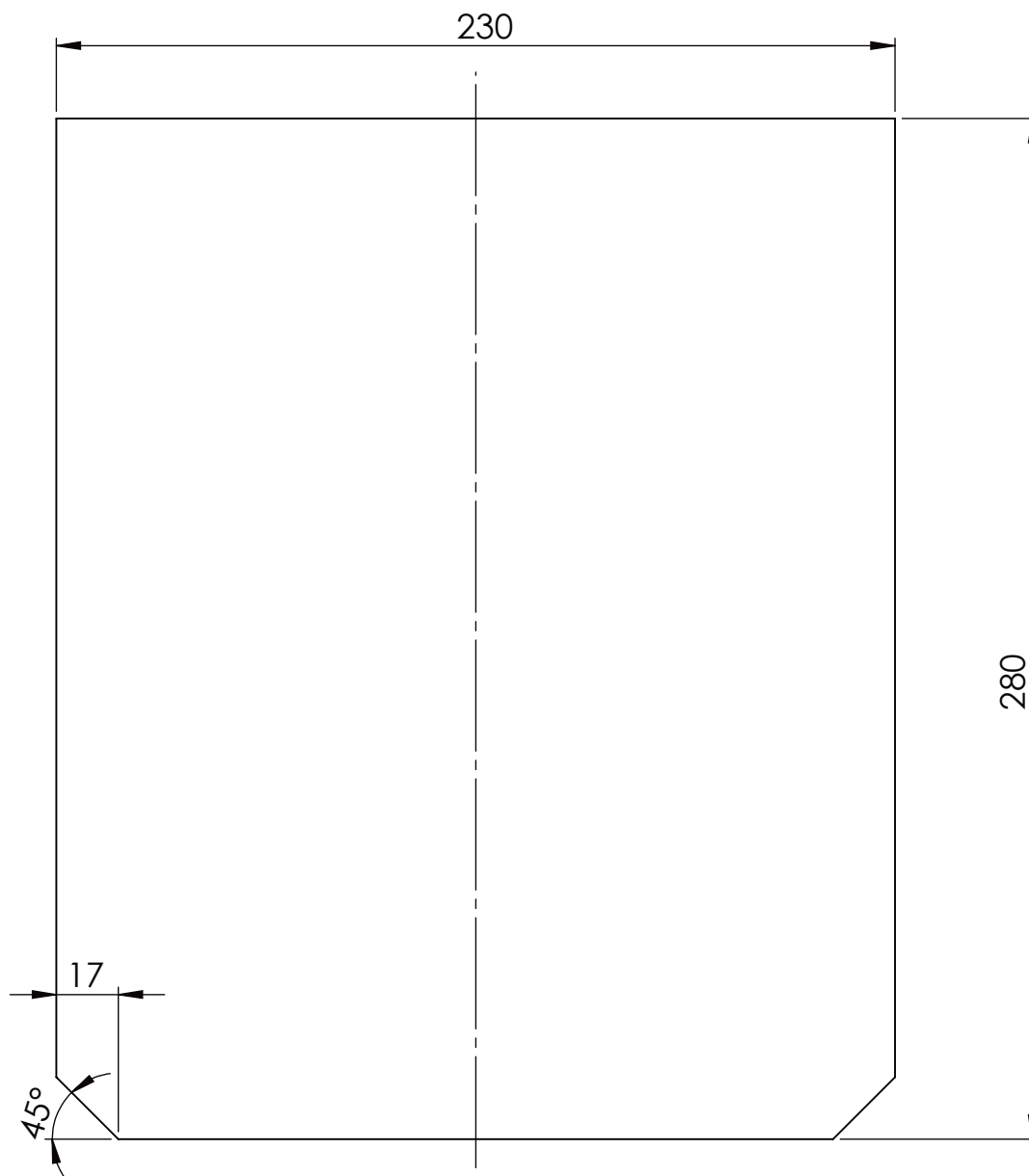
Ra 12,5



Napomena: Debljina ploče je  $t=10\text{mm}$ .

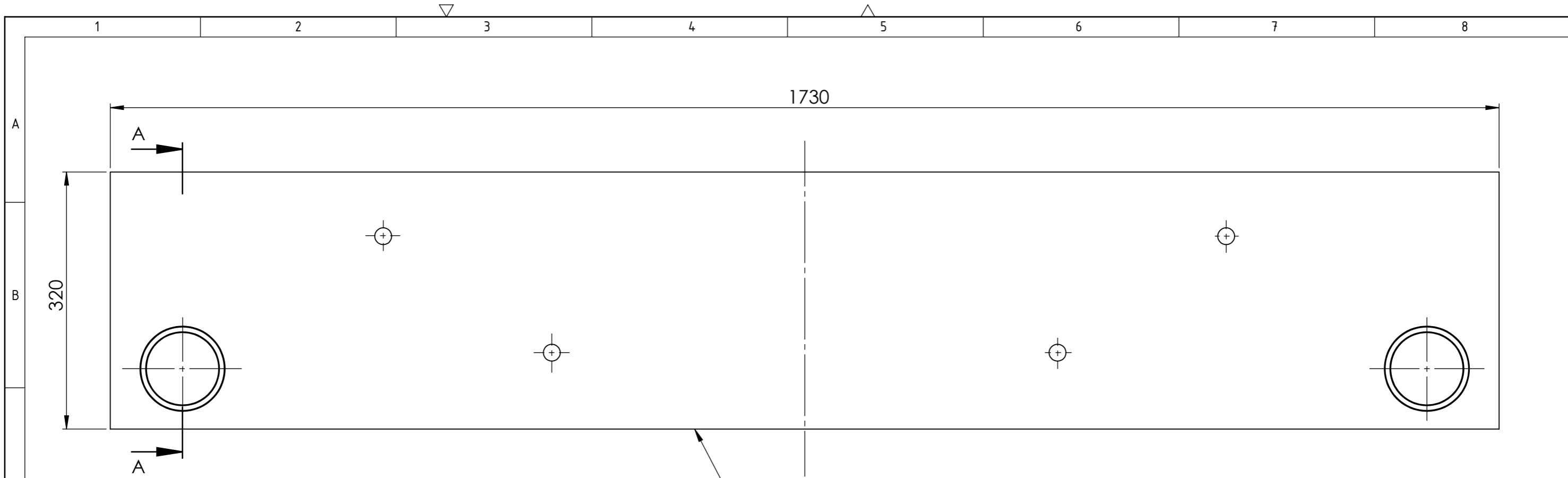
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt:		Objekt broj:		
Podsklop zavarene konstrukcije 1		R. N. broj:		
Napomena:		Konstruktivski smjer	Kopija	
Materijal: S235JR	Masa: 5,4 kg	ZAVRŠNI RAD		
 Mjerilo originala <b>M 1:2</b>	Naziv:			
<b>Gornja ploča 2</b>		5		Format: A4
		Crtež broj: HP-2022-02E		Listova: 1
				List: 1

 Ra 12,5

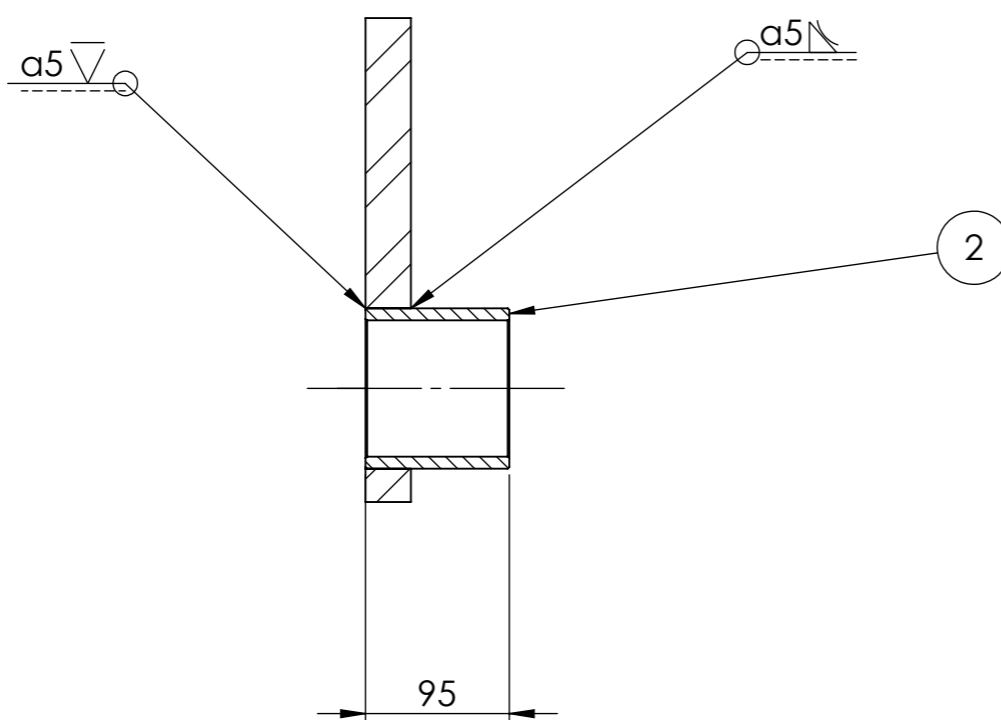


Napomena: Debljina ploče je  $t = 10$  mm.

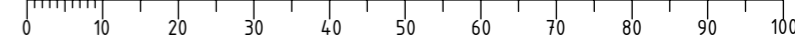
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt:		Objekt broj:		
Podsklop zavarene konstrukcije 1		R. N. broj:		
Napomena:		Konstrukcijski smjer	Kopija	
Materijal: S235JR	Masa: 5 kg	ZAVRŠNI RAD		
 Mjerilo originala	Naziv:			
M 1:2	<b>Donja ploča 1</b>		6	Format: A4
	Crtež broj: HP-2022-02F			Listova: 1
				List: 1



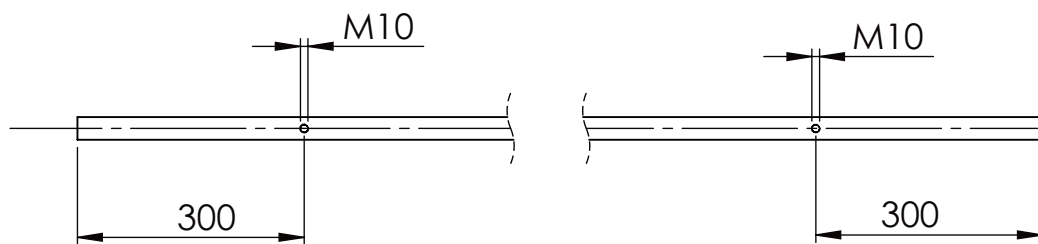
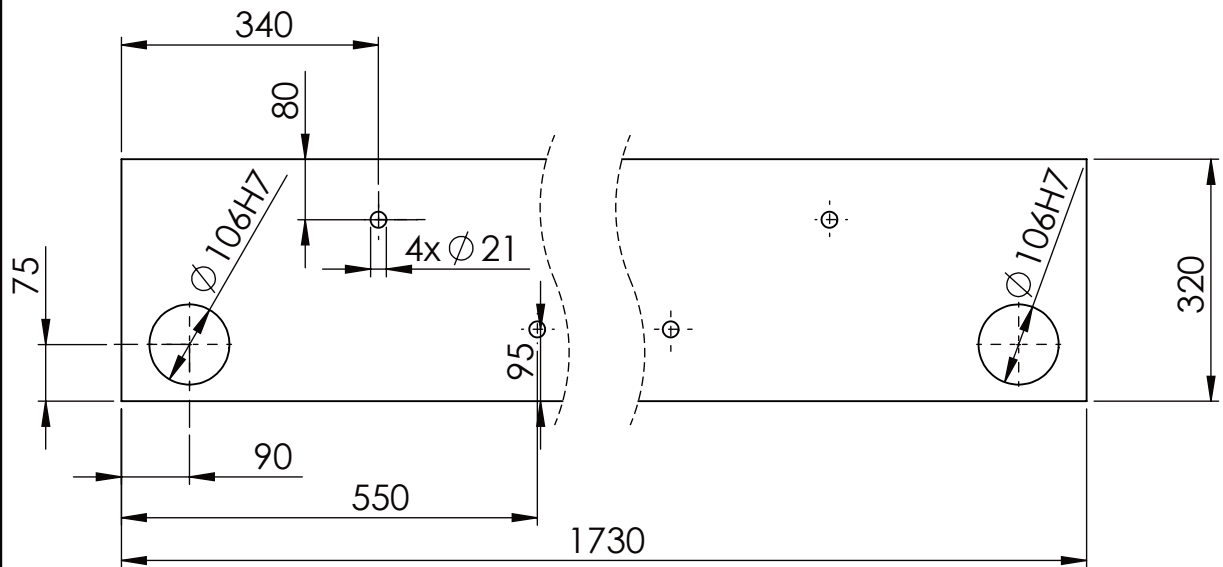
PRESJEK A-A




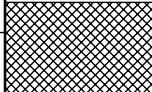
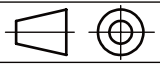
2	Čahura	2	HP-2022-02B,03B	C45E	Φ106xΦ90x95	1,8 kg
1	Ploča radnog stola	1	HP-2022-03A	S235JR	785x20x30	125 kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		8.1.2022.	Dominik Haramija			
Razradio		8.1.2022.	Dominik Haramija			
Crtao		8.1.2022.	Dominik Haramija			
Pregledao		22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj			
ISO - tolerancije		Objekt: Hidraulična preša			Objekt broj:	
					R. N. broj:	
		Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
		Materijal:			Masa: 129kg	ZAVRŠNI RAD
		Mjerilo originala			Naziv: Podsklop zavarene konstrukcije 2	Pozicija: 3
		M 1:5			Crtež broj: HP-2022-03	
					Format: A3	Listova: 1
					List: 1	



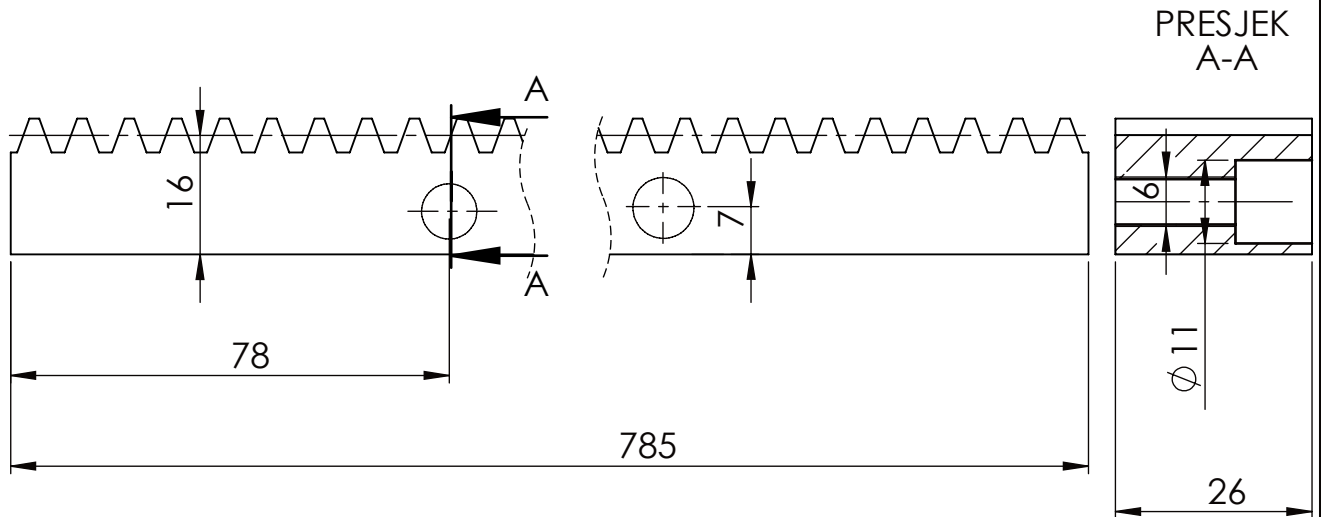
Ra 12,5



Napomena: Ploča je debljine  $t = 30\text{mm}$ .  
 Navoj M10 je dubine 20 mm,  
 a dubina provrta navoja je 28 mm.

Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
	Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
	Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
	Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
Φ106H7	0,035 0	Podsklop zavarene konstrukcije 2			R. N. broj:
	Napomena:			Konstrukcijski smjer	Kopija
	Materijal: S235JR	Masa: 125 kg	ZAVRŠNI RAD		
	Naziv:			Pozicija:	
				<b>Ploča radnog stola</b>	
	Mjerilo originala			1	Format: A4
	M 1:10			Crtež broj:	Listova: 1
				HP-2022-03A	List: 1

$\sqrt{Ra\ 12,5}$

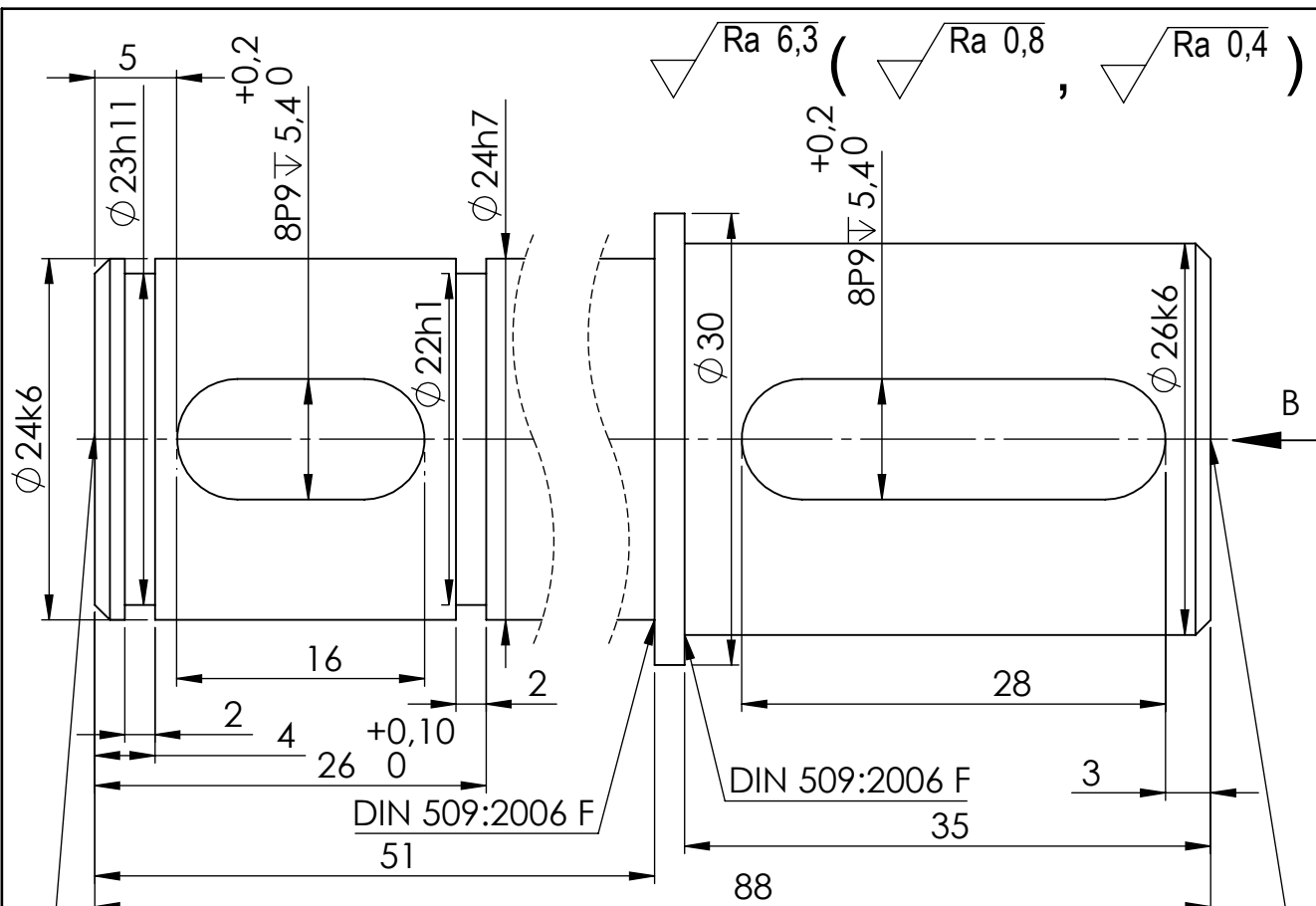


Napomena: Broj rupa je 5.  
Dubina upusta je 10 mm.  
Razmak između rupa je 156 mm.

modul	$m$	2,5 mm
pomak profila	$x_2 m$	0 mm
mjereni broj zubi	$z_w$	9
broj zubi zupčanika u zahvatu	$z_1$	18
razmak osi vratila	$a \pm A$	250+- 0,036 mm
kut zahvatne linije	$\alpha$	20°

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt:		Hidraulična preša		Objekt broj:
				R. N. broj:
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 2,4 kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv:		
Mjerilo originala		Zubna letva		6
M 1:2		Crtež broj:		Format: A4
		HP-2022-06		Listova: 1
				List: 1

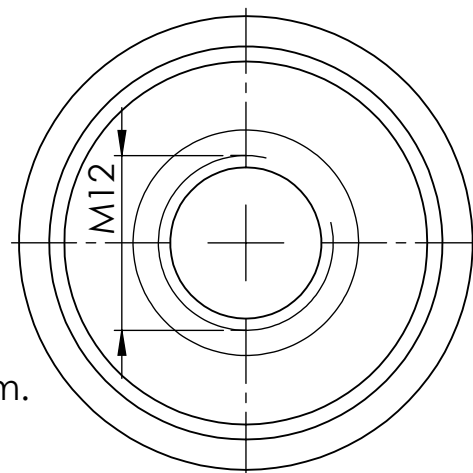




središnji uvr DIN332-2 - D

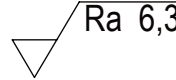


središnji uvr  
DIN 332 - A3

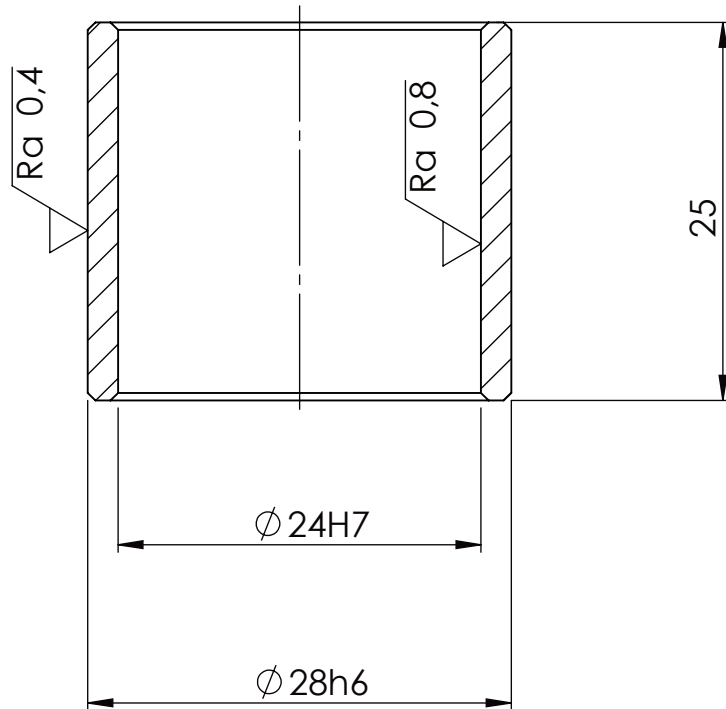
POGLED B



Napomena: Sva nekotirana skošenja su 1x45.  
Duljina navoja M12 je 16 mm.  
Dubina provrta u navoju je 20 mm.  
Navoj M12 skošen je 1x45°.

Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao		19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio		19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao		19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao		22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt: Hidraulična preša		Objekt broj:	
$\Phi 24h6$	0 -0,013			R. N. broj:	
$\Phi 26k6$	+0,015 +0,002	Napomena:		Konstrukcijski smjer	Kopija
$\Phi 23h11$	0 -0,130	Materijal: S235JR	Masa: 0,3 kg	ZAVRŠNI RAD	
8P9	-0,015 -0,051	Naziv: <b>Vratilo</b>		Pozicija: 13	
		Mjerilo originala			Listova: 1
		M 2:1	Crtež broj: HP-2022-13		List: 1

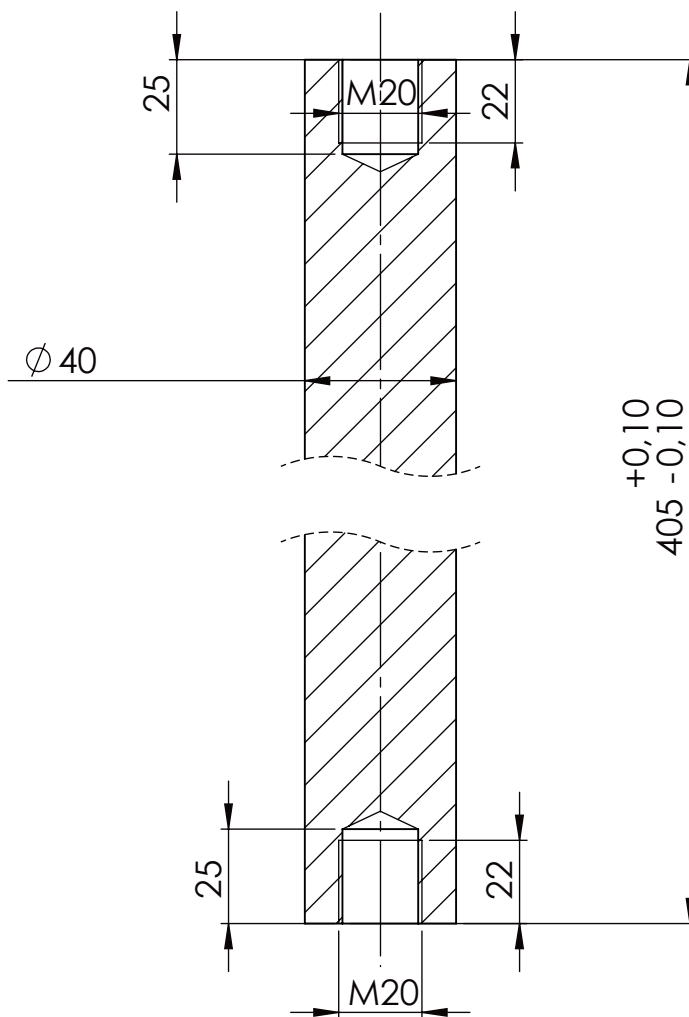
 Ra 6,3 (
  Ra 0,8 ,
  Ra 0,4 )

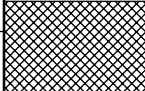
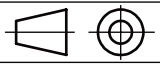


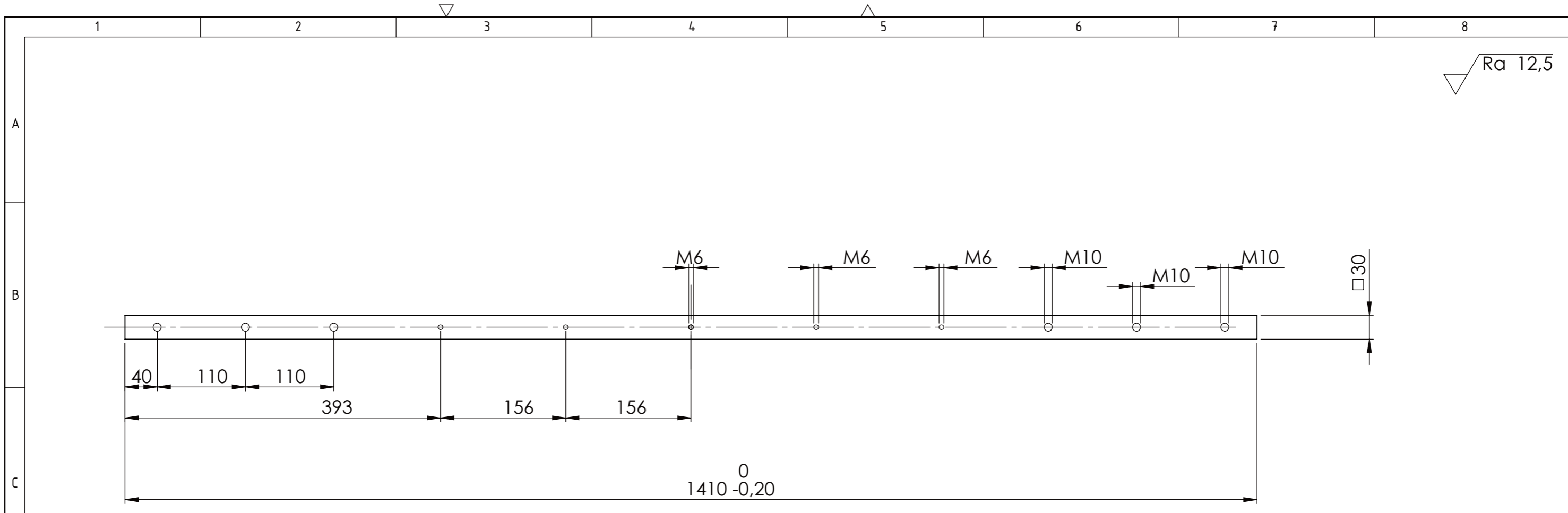
Napomena: Sva nekotirana skošenja su 0,5x45°.

Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
Φ24H7	+0,021 0	Hidraulična preša		R. N. broj:		
Φ28h6	0 -0,013	Napomena:		Konstrukcijski smjer	Kopija	
		Materijal: CuSn14	Masa: 0,04 kg	ZAVRŠNI RAD		
			Naziv:		Pozicija:	
		Mjerilo originala	Klizni ležaj		14	
		M 2:1	Crtež broj: HP-2022-14		Format: A4	
					Listova: 1	
					List: 1	

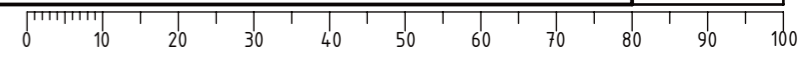
Ra 12,5



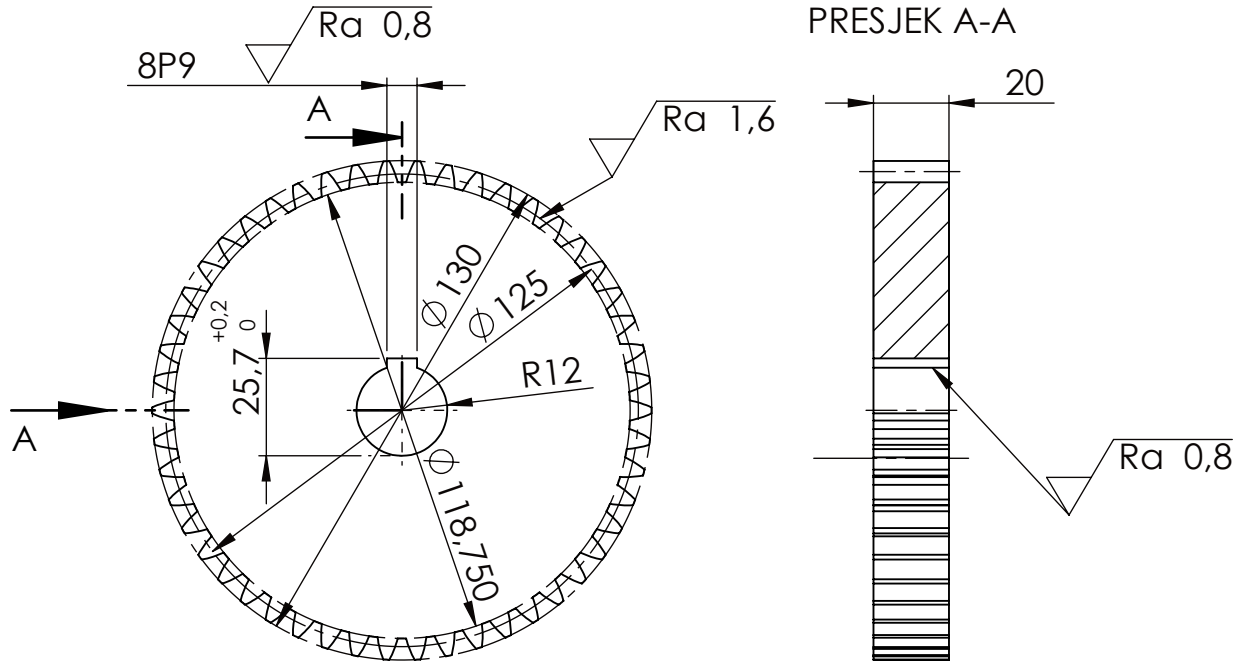
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt:		Hidraulična preša		Objekt broj:
				R. N. broj:
Napomena:			Konstrukcijski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 4 kg	ZAVRŠNI RAD	
 Mjerilo originala M 1:2	Naziv:		Pozicija:	
		<b>Odstojnik</b>		16
		Crtež broj:	HP-2022-16	Format: A4
				Listova: 1
				List: 1



	Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija			
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija			
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija			
Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj			
Objekt:		Hidraulična preša		Objekt broj:	
				R. N. broj:	
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija	
Materijal: S235JR		Masa: 10 kg	ZAVRŠNI RAD		
			Naziv:		Format: A4
Mjerilo originala			Šipka		17
M 1:5			Crtež broj:	HP-2022-17	Listova: 1
					List: 1



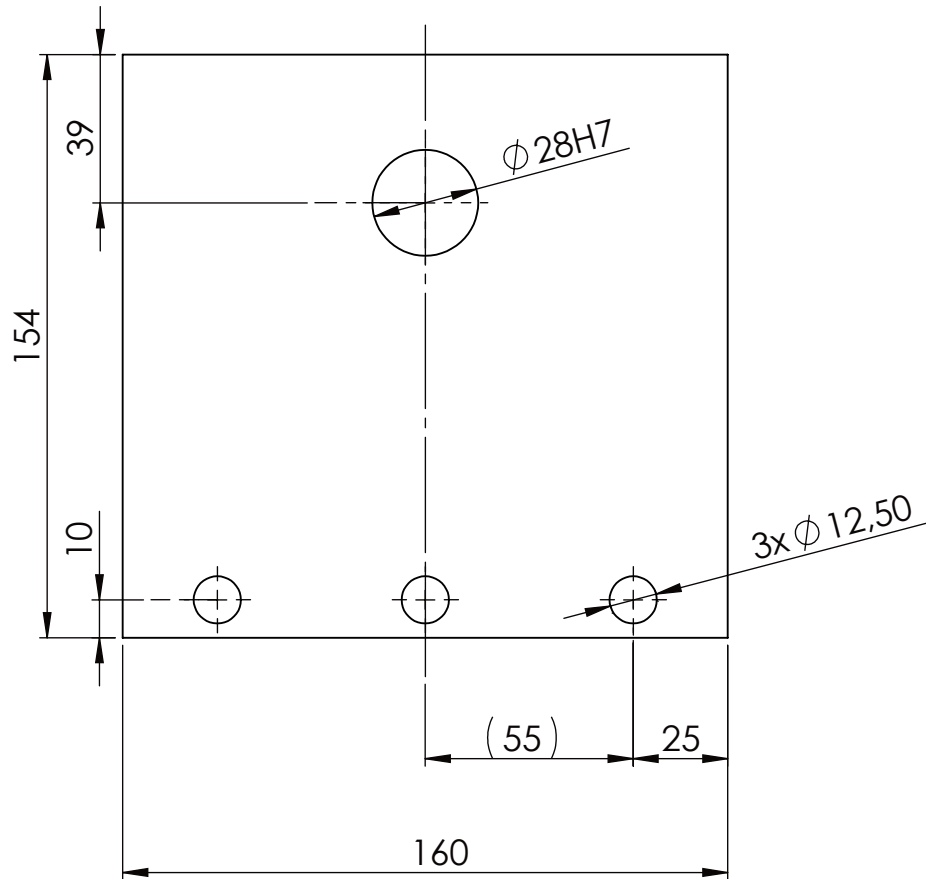
▽ Ra 3,2 ( ▽ Ra 1,6 , ▽ Ra 0,8 )



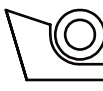
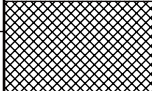
broj zubi	$z_1$	50
modul	$m$	2,5 mm
standardni profil	-	HRN M.C1.031
promjer diobene kružnice	$d_1$	125 mm
pomak profila	$x \cdot m$	0 mm
promjer temeljne kružnice	$db_1$	117,462 mm
kvaliteta	-	S"8fe4 HRN M.C1.031
promjer kinematske kružnice	$d_{w1}$	125 mm
razmak osi vratila	$a \pm A$	125+- 0,1 mm
kut zahvatne linije	$\alpha_w$	20°
kružna zračnost	$j$	0,378 mm
broj okretaja	$n_1$	2850 min-1

Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija	
	Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija	
	Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija	
	Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj	
ISO - tolerancije	Objekt:	Hidraulična preša		Objekt broj:
Φ24H7	+0,021 0			R. N. broj:
8P9	-0,022 -0,074	Napomena:	Konstrukcijski smjer	
		Materijal: S235JR	Masa: 1,9 kg	ZAVRŠNI RAD
			Naziv:	Pozicija:
			Zupčanik	
		Mjerilo originala	Crtež broj: HP-2022-18	
		M 1:2	List: 1	

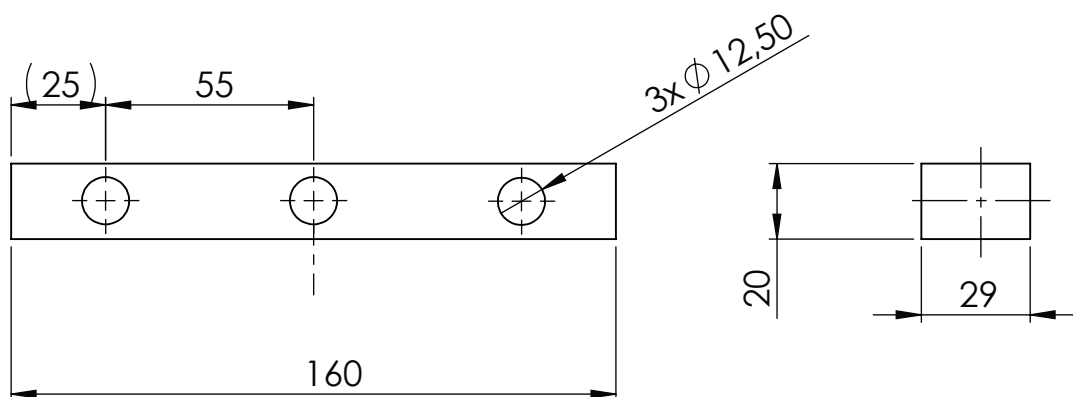
▽ Ra 12,5 ( (▽ Ra 0,8) )

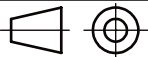


Napomena: Debljina ploče je  $t = 25\text{mm}$ .

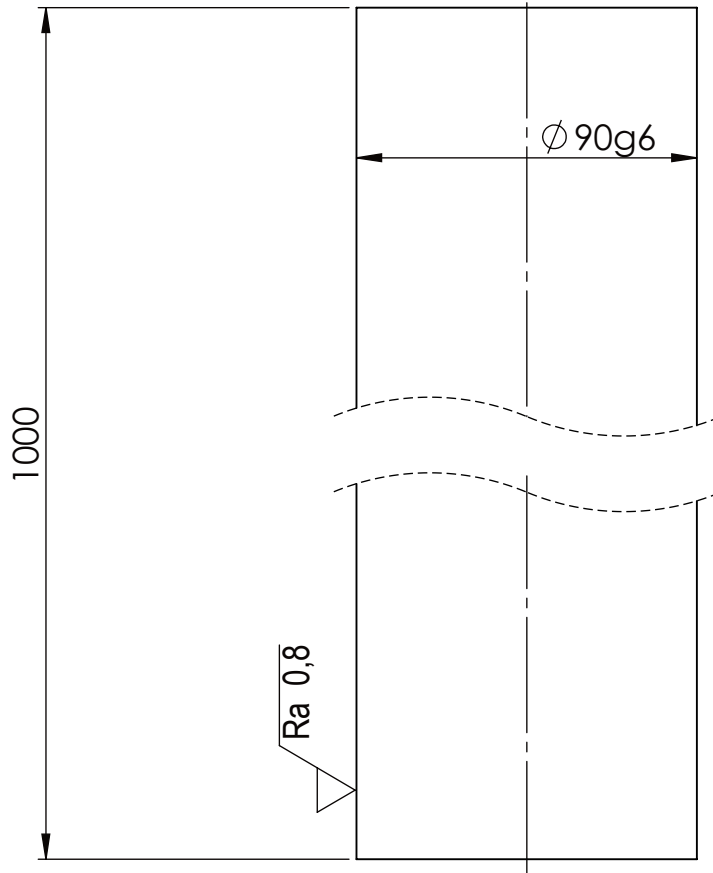
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
	Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija			
	Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija			
	Pregledao	22.2.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj			
ISO - tolerancije	Objekt: Hidraulična preša			Objekt broj:		
$\Phi 24H7$	+0,021 0				R. N. broj:	
	Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija	
	Materijal: S235JR	Masa: 4,6 kg	ZAVRŠNI RAD			
	Naziv: Gornja ploča 3			Pozicija: 20		
	Mjerilo originala				Format: A4	
	M 2:1	Crtež broj: HP-2022-20			Listova: 1	
					List: 1	

Ra 12,5



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
Pregledao	22.2.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
Objekt:		Hidraulična preša		Objekt broj:
				R. N. broj:
Napomena:			Konstrukcijski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 0,6 kg	ZAVRŠNI RAD	
 Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	
M 1:2		<b>Gornja ploča 4</b>		Format: A4
		Crtež broj:	HP-2022-21	Listova: 1
				List: 1

√ Ra 6,3 ( √ Ra 0,8 )



Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
		Projektirao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Razradio	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Crtao	19.01.2021.	Dominik Haramija		
		Pregledao	22.02.2022.	dr. sc. Dragan Žeželj		
ISO - tolerancije		Objekt: <b>Hidraulična preša</b>		Objekt broj:		
<b><math>\phi 90m6</math></b>	-0,012			R. N. broj:		
	-0,034					
		Napomena:		Konstruktivski smjer	Kopija	
		Materijal: 25CrMo4	Masa: 50 kg	ZAVRŠNI RAD		
			Naziv: <b>Zatik</b>		Pozicija: 24	
		Mjerilo originala			Format: A4	
		M 1:2	Crtež broj: HP-2022-24		Listova: 1	
					List: 1	

Design by CADLab