

# Idejno konstrukcijsko rješenje stezne naprave za brušenje poklopca motora automobila

---

**Hanžek, Karlo**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:471475>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-13**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Karlo Hanžek**

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Tomislav Staroveški, dipl. ing.

Doc. dr. sc. Miho Klaić, mag. ing.

Student:

Karlo Hanžek

Zagreb, 2022.

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

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Tomislavu Staroveškom i komentoru doc. dr. sc. Mihi Klaiću na pristupačnosti, stručnim savjetima te podijeljenom znanju tijekom izrade završnog rada.

Također se zahvaljujem asistentima katedre za alatne strojeve Dori Bagarić i Jošku Ištuk na ukazanoj pomoći tijekom izrade završnog rada.

Zahvaljujem se svojim roditeljima i prijateljima na podršci tijekom preddiplomskog dijela studija.

Karlo Hanžek



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
 Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
 proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
 materijala i mehatronika i robotika



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

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Karlo Hanžek** JMBAG: 0035221836

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Idejno konstrukcijsko rješenje stezne naprave za brušenje poklopca motora automobila**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Design of engine bonnet clamping device for robot sanding application**

### Opis zadatka:

Na Katerdi za alatine strojeve u tijeku je projekt u sklopu kojeg je, među ostalim, potrebno razviti odgovarajući ispitni postav za nadzor procesa brušenja primjenom industrijskih robota. Za potrebe izvođenja eksperimenata odabrani su odgovarajući uzorci složenijih geometrijskih značajki, odnosno poklopci motora automobila koje je potrebno brusiti industrijskim robotom različitim strategijama i parametrima obrade.

### Stoga je u radu potrebno:

1. Osmisliti idejno konstrukcijsko rješenje stezne naprave za prihvat poklopca motora automobila (ispitnih uzoraka). Stezna naprava treba omogućiti jednostavnu i brzu izmjenu ispitnih uzoraka, pri čemu je potrebno osigurati ponovljivost položaja i orijentacije uzoraka kod stezanja. Predloženo konstrukcijsko rješenje treba se zasnivati na standardnim aluminijskim profilima.
2. Odabrati sve potrebne standardne ili kupovne elemente stezne naprave.
3. Izraditi odgovarajući 3D model stezne naprave.
4. Izraditi sklopne i radioničke nacрте stezne naprave.
5. Dati zaključke rada.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

### Zadatak zadao:

30. 11. 2021.

### Zadatak zadao:

Doc. dr. sc. Tomislav Staroveški

Dr. sc. Miho Klaić

### Datum predaje rada:

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

### Predvideni 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. Branko Bauer

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	II
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY .....	VII
1. UVOD.....	1
2. INDUSTRIJSKI ROBOT .....	2
2.1. Razvoj robota kroz povijest [1].....	2
2.2. Porednosti i nedostaci robota [3] .....	3
2.3. ABB IRB6660-205/1.9 [4].....	4
2.4. ABB IRBP A-500 [5].....	6
3. BRUŠENJE .....	8
3.1. Općenito o brušenju .....	8
3.2. Alat.....	9
3.3. Mirka AIROS 350CV77 .....	10
4. NAPRAVA ZA STEZANJE .....	11
4.1. Općenito .....	11
4.2. Stezaljka .....	13
4.3. Vakumska stezaljka [14].....	13
5. NADZOR POSTUPKA BRUŠENJA.....	14
5.1. Mjerenje odstupanja - Fotogrametrija.....	14
5.2. Mjerenje sila – senzor sila KISTLER 9257B [18].....	14
6. KONSTRUKCIJA NAPRAVE .....	16
6.1. Projektiranje stezne naprave .....	17
7. ZAKLJUČAK.....	26
LITERATURA.....	27
PRILOZI.....	28

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Industrijski robot Unimate [2] .....	2
Slika 2.	Zglobovi robota [4] .....	4
Slika 3.	Doseg robota IRB6660-205/1.9 [4] .....	5
Slika 4.	Radni prostor ABB pozicionera [5] .....	7
Slika 5.	Podijela postupka brušenja [7] .....	8
Slika 6.	Površina alata [7] .....	9
Slika 7.	Robotska brusilica Mirka AIROS 350CV77 [10] .....	10
Slika 8.	Jednostavna stezna naprava [12] .....	11
Slika 9.	Stupnjevi slobode gibanja slobodnog tijela [13] .....	12
Slika 10.	Fotogrametrijski sustav [17] .....	14
Slika 11.	KISTLER 9257B [18] .....	15
Slika 12.	Dimenzije senzora KISTLER 9257B [18] .....	15
Slika 13.	Gornja strana poklopca motora .....	16
Slika 14.	Donja strana poklopca motora .....	16
Slika 15.	Standardna robotska prirubnica promjera 450 mm .....	17
Slika 16.	Spoj prirubnice i ploče .....	17
Slika 17.	Sklop ploče i cijevi .....	18
Slika 18.	Sklop gornje ploče i cijevi .....	19
Slika 19.	Sklop sa senzorom sile .....	19
Slika 20.	Sklop međuploče i senzora sile .....	20
Slika 21.	Sklop sa bazom .....	21
Slika 22.	Sklop aluminijskih profila na bazi .....	22
Slika 23.	Raspored elemenata za centriranje po konstrukciji .....	22
Slika 24.	Sklop elementa za centriranje .....	23
Slika 25.	Vakumska sisaljka .....	24
Slika 26.	Raspored vakumskih sisaljki na konstrukciji .....	24
Slika 27.	Gotova konstrukcija sa poklopcem motora .....	25

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Verzije robota IRB 6660 .....	4
Tablica 2. Maksimalan doseg robota IRB6660-205/1.9.....	5
Tablica 3. Modeli IRBP-A .....	6
Tablica 4. Dimenzije IRBP-A .....	7



**POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

21044-A-0310	STEZNA NAPRAVA
21044-A-0311	SKLOP POSTOLJA
21044-A-0303	POSTOLJE
21044-P-03031	DONJA PLOČA
21044-P-03032	CIJEV
21044-P-0310	GORNJA PLOČA
21044-P-0312	MEĐUPLOČA
21044-A-0312	SKLOP CIJEVI
21044-P-0304	BAZA
21044-A-0320	POZICIONER
21044-P-0307	PLOČICA
21044-P-0306	CENTRIRAČ
21044-A-0340	SKLOP STEZALJKE

## **SAŽETAK**

Tema ovog završnog rada je projektiranje idejnog konstrukcijskog rješenja stezne naprave za prihvat poklopca motora automobila u procesu brušenja industrijskim robotom. Da bi se naprava mogla konstruirati potrebno je poznavati sve elemente sustava za koji je ta naprava potrebna. Stoga je u teorijskom dijelu ovog rada opisano što je to industrijski robot, koje su mu prednosti i nedostaci. Opisani su konkretni roboti tvrtke ABB koji se koriste za ovaj proces. Zatim je objašnjen postupak brušenja te ukratko opisan alat kojim se brusi. Nakon toga je definirana stezna naprava, njena primjena i opisani su senzori koji su prisutni u aplikaciji. U procesu projektiranja opisan je detaljan postupak konstruiranja i objašnjeni su svi potrebni dijelovi. Na kraju je iznesen zaključak.

Ključne riječi:

naprava za stezanje, industrijski robot, brušenje

## **SUMMARY**

The topic of this final thesis is the design of the conceptual construction solution of the clamping device for holding the car engine cover in the grinding process with an industrial robot. In order to construct the device, it is necessary to know all the elements of the system for which the device is needed. Therefore, the theoretical part of this paper describes what an industrial robot is, what are its advantages and disadvantages. Specific ABB robots used for this process are described. Then the grinding procedure is explained and the tool used for grinding is briefly described. After that, the clamping device is defined, its application and the sensors present in the application are described. In the design process, a detailed construction procedure is described and all necessary parts are explained. At the end, a conclusion was presented.

Key words:

clamping device, industrial robot, grinding

## **1. UVOD**

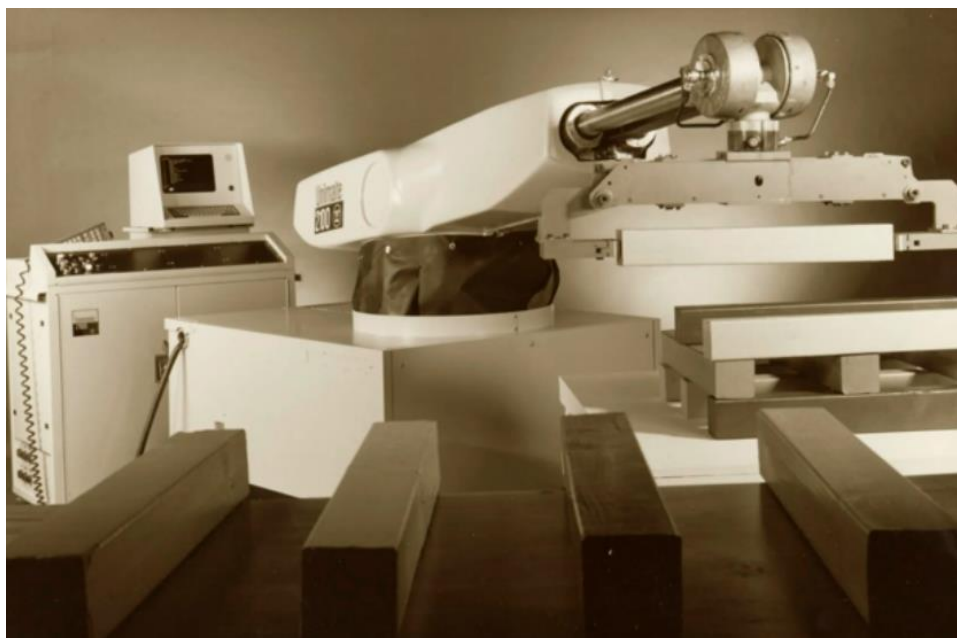
U sklopu projekta koji se odvija na Katedri za alatne strojeve, Fakulteta strojarstva i brodogradnje, potrebno je osmisliti i razviti ispitni postav za nadzor procesa brušenja. Brušenje se izvodi industrijskim robotima različitim strategijama i parametrima obrade. Da bi proces bio moguć, tj. da bi ispitni uzorak bio na odgovarajućoj poziciji, potrebna je stezna naprava. Sama stezna naprava treba omogućiti jednostavu i brzu izmjenu ispitnih uzoraka, pri čemu je potrebno osigurati ponovljivost položaja i orijentacije uzoraka kod svakog stezanja. Upotreba standardnih aluminijskih profila osigurava jednostavnu i brzu izradu, te ako je potrebno naknadnu izmjenu same konstrukcije bez potrebe za izradom novih dijelova. Nadzor stezne naprave, deformacija i pomak u prostoru, očitavat će se optičkom mjernom metodom, a mjerenja sila sa posebnim senzorom. Radi toga je potrebno steznu napravu projektirati tako da se skeniranje može obavljati kontinuirano u svakom trenutku obrade i u svakoj poziciji ispitnog uzorka.

## 2. INDUSTRIJSKI ROBOT

Industrijski robot je mehanički uređaj koji je programiran za izvođenje različitih operacija velikim radnim tempom sa ponovljivošću, te mogućnošću lakog reprogramiranja [1].

### 2.1. Razvoj robota kroz povijest [1]

Počeci robota sežu dalje od 1950-ih, kada je George Devol razvio prvog industrijskog robota. Uređaj nazvan Unimate, težak dvije tone. Samostalno je prebacivao predmete s jednog mjesta na drugo.



Slika 1. Industrijski robot Unimate [2]

Od tada, s razvojem senzora, elektronike i softvera, sposobnosti industrijskih robota značajno su porasle te su oni mogli obavljati složene operacije kao što su zavarivanje, bojanje, montaža, kontrola i pakiranje, a sve to sa velikom brzinom i točnošću. Komercijalno korištenje robota je počelo 1960-ih na montažnim linijama što je potaknulo daljnje istraživanje i tehnički razvoj jer su se pokazali kao jako vrijedan alat za smanjenje teškog ljudskog fizičkog rada i povećanje proizvodnosti. Tijekom kasnih 1960-ih i ranih 1970-ih povećanjem automatizacije proizvodnje sve se više fokus sa rukovanja teških predmeta prebacuje na rukovanje materijalom i na precizan rad robota. To je rezultiralo

razvojem manjih električnih robota koji su posjedovali napredne kontrole, mikroprocesore i senzore za lakšu orijentaciju. Tvrtnice su same počele razvijati vlastite robote specifičnosti svojih potreba te je tako 1967. razvijen robot za bojanje raspršivanjem što je dovelo do tvrtke ABB. Do kasnih 1970-ih, roboti su počeli preuzimati opasne poslove kao što je rad na visokim temperaturama u čeličanama time je sigurnost ljudi u pogonima povećana. Sredinom 1980-ih automobilske tvrtke su puno ulagale u tvrtke za proizvodnju robota. Inženjeri su tada postavili temelje današnjeg industrijskog robota, ugradnjom naprednih senzora i sustava strojnog vida. Primjenom preciznih senzora niza različitih veličina industrijski roboti su mogli otkrivati i pratiti proizvodne komponente na montažnim linijama, nalik ljudima, što je revolucioniralo njihovu interakciju s okruženjem. Od ranih 2000-ih, napredkom softvera je potaknut razvoj industrijskih robota. Strojno učenje i umjetna inteligencija koja je u nastajanju pomiču granicu mogućnosti robota. Sada mogu donositi odluke, učiti bez usmjeravanja od strane ljudi. Većina industrijskih robota koji se danas koriste u industriji opremljeni su velikom količinom naprednih senzora koje koriste za prilagodbu i bolje izvršavanje zadataka.

## **2.2. Porednosti i nedostaci robota [3]**

Prednost industrijskih robota je što rad čine sigurnijim za ljude. Uklanjanjem radnika iz radnog okruženja gdje vladaju velike vrućine ili hladnoće, gdje je loša kvaliteta zraka ili je potrebno rukovati sa otrovnim ili opasnim materijalima. Oni smanjuju rizik od nastajanja ozljeda podizanjem teških tereta ili konstantnim ponavljanjem istog pokreta. Roboti rade stvari bolje i brže nego ljudi, dosljedni su u radu. Učinkovitiji su i produktivniji jer im nije potrebna pauza, nego samo pravilno održavanje. Dugoročno gledano, roboti su jeftiniji od radnika što smanjuje troškove proizvodnje.

Glavni nedostatak su veliki početni troškovi za nabavu. Popravci su skupi kada dođe do kvara, te su potrebni ljudi koji se bave konstantnim održavanjem.

### 2.3. ABB IRB6660-205/1.9 [4]

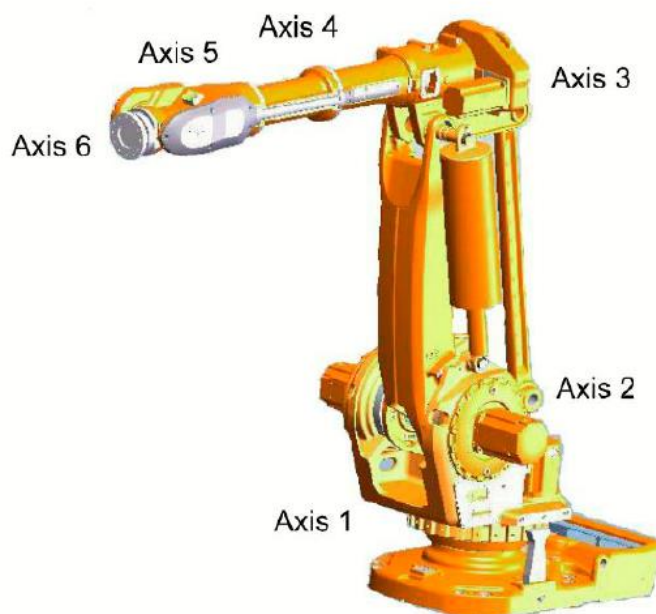
IRB6660 je industrijski robot velike nosivosti i dobrih karakteristika. Baziran je na IRB6600 obitelji robota koje karakterizira veliki zakretni moment u zglabovima, modularna konstrukcija za lako servisiranje i velika dostupnost. IRB6660 je odličan fleksibilan alat u automatiziranoj proizvodnji. Postoje tri verzije ovog robota koje su navedene u Tablici 1. kao i osnovne informacije o pojedinom.

**Tablica 1. Verzije robota IRB 6660**

Verzija robota	Kapacitet rukovanja (kg)	Doseg (m)	Masa (kg)
IRB 6660-130/3.1	130	3.1	1910
IRB 6660-100/3.3	100	3.3	1950
IRB 6660-205/1.9	205	1,9	1730

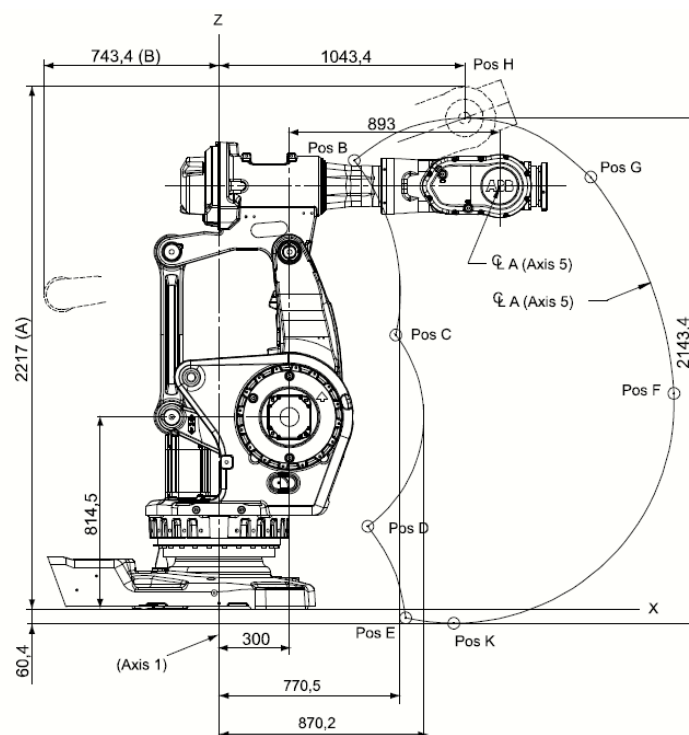
O ovom radu za brušenje koristi se IRB6660-205/1.9 koji se primjenjuje u strojnoj obradi. Maksimalno dopušteno ubrzanje je manje nego kod ostalih, a krutost je povećana.

Robot posjeduje šest zglobova prikazanih na slici 2 koji mu omogućavaju šest stupnjeva slobode gibanja.



**Slika 2. Zglobovi robota [4]**

Osnovne dimenzije robota sa maksimalnim dosegom robota su prikazane na Slici 3. i opisane u Tablici 3.



Slika 3. Doseg robota IRB6660-205/1.9 [4]

Tablica 2. Maksimalan doseg robota IRB6660-205/1.9

Pozicija	Udaljenost od X	Udaljenost od Z	Kut zgloba 2	Kut zgloba 3
A	1193	1794,5	0	0
B	575	1903,2	-42	-20
C	751,5	1162,7	-42	28
D	632,2	351,1	50	120
E	793,3	-37,9	85	120
F	1932,4	914,8	85	15
G	1579,6	1833	50	-20
H	1043,4	2083,2	0	-20
K	997,3	-60,4	85	107,4



## 2.4. ABB IRBP A-500 [5]

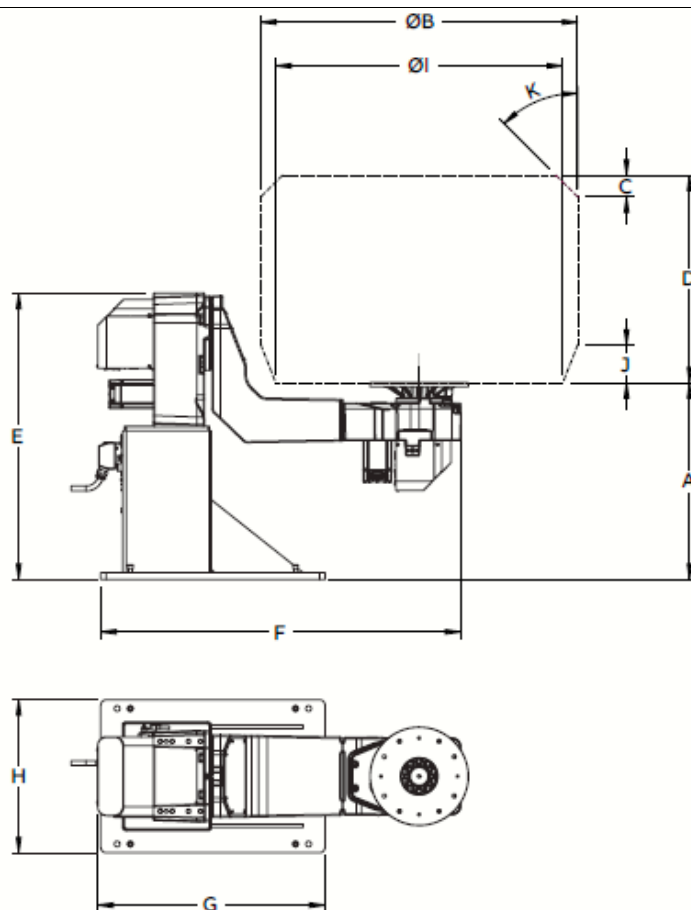
ABB pozicioneri optimizirani su za rukovanje radnim komadima u elektrolučnom zavarivanju i drugim primjenama u industriji. Sve osi mogu se potpuno koordinirati s robotom tijekom programiranja kao i tijekom rada. Ovaj pozicioner prikladan je za izratke koji se moraju okretati oko dvije osi za optimalan procesni položaj. IRBP A dolazi u tri modela sa po nekoliko podvrsta. Modeli sa osnovnim informacijama su navedeni u Tablici 4.

**Tablica 3. Modeli IRBP-A**

<b>Model</b>	<b>Max nosivost (kg)</b>	<b>Max okretni momenat (Nm)</b>	<b>Ponavljajuća točnost na r=500</b>	<b>Max okterna brzina zgloba 1 (°/s)</b>	<b>Max okterna brzina zgloba 2 (°/s)</b>
<b>IRBP A-250</b>	250	350	+/-0.05	150	180
<b>IRBP A-500</b>	500	650	+/-0.05	90	150
<b>IRBP A-750</b>	750	900	+/-0.05	90	150

Modularni dizajn, nekoliko teških pokretnih dijelova i minimalni zahtjevi za održavanjem čine pozicioner lakim za servisiranje. Dinamički prilagodljivi softver u kombinaciji s pogonima velike brzine omogućuje brze promjene i visoku produktivnost. Robusno su dizajnirani kako bi osigurali izvrsnu stabilnost i pružili dobru zaštitu za teške proizvodne uvjete. Svi pozicioneri mogu se kombinirati s bilo kojim šesteroosnim ABB robotom osim sa IRB 120.

Pozicioner je konstruiran da bude velike nosivosti i kompaktan, za maksimalno iskorištenje raspoloživog prostora. Radni prostor sa osnovnim dimanzijama je prikazan na Slici 4. te naveden u Tablici 5.



Slika 4. Radni prostor ABB pozicionera [5]

Tablica 4. Dimenzije IRBP-A

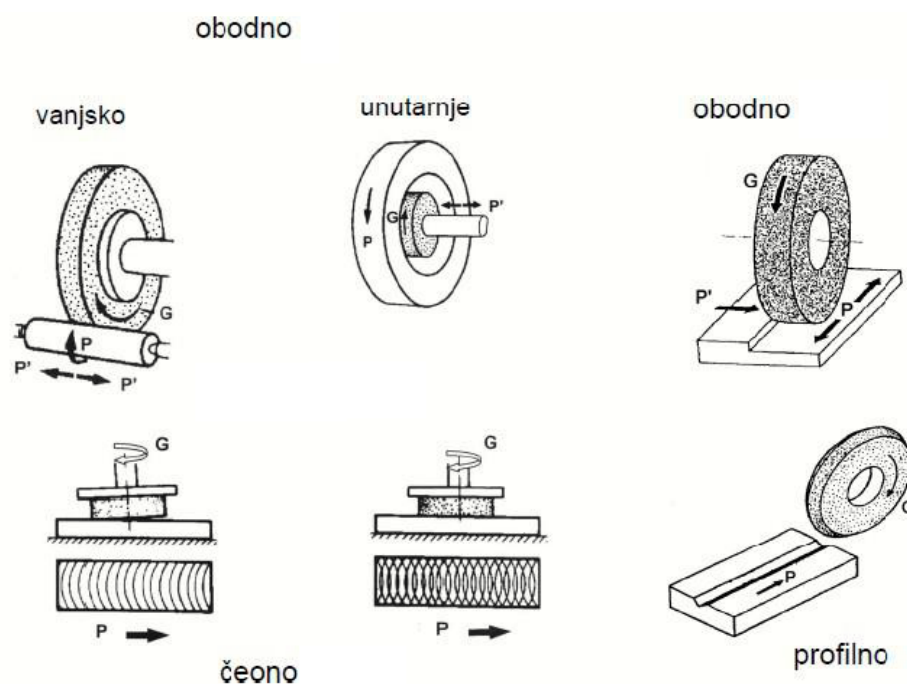
Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
<b>IRBP A-250</b>	900	1180	0	900	1210	1293	910	440	1000	173	0°
<b>IRBP A-500/1000 &amp; IRBP A-750/1000</b>	700	1000	100	950	1110	1457	1026	700	1000	0	45°
	800	1000	0	950	1210	1457	1026	700	1000	0	45°
	900	1000	0	950	1310	1457	1026	700	1000	0	45°
<b>IRBP A-500/1450 &amp; IRBP A-750/1450</b>	700	1450	250	950	1110	1682	1026	700	1450	0	45°
	800	1450	0	950	1210	1682	1026	700	1450	0	45°
	900	1450	0	950	1310	1682	1026	700	1450	0	45°

U sklopu ovog završnog rada koristi se IRBP A-500 D1000-H700.

### 3. BRUŠENJE

#### 3.1. Općenito o brušenju

Brušenje je postupak završnog oblikovanja procesom odvajanja čestica. Brušenjem se ostvaruju točne tolerancije, kvaliteta površine izratka ili potreban oblik reznog alata velike tvrdoće. Postupak se obavlja sa brusnim alatom određene geometrije koji se sastoji od puno sitnih geometrijski nedefiniranih čestica (brusnih zrna) koje su vezivom povezani u cjelinu. Brušenje se najčešće obavlja na alatnom stroju, koji se naziva brusilica [6]. Brušenje se dijeli prema više kriterija, pa tako se može razlikovati prema kinematici na istosmjerno i protusmjerno. Zatim prema položaju alata dijeli se na čeono i obodno. I na kraju, prema obliku obrađene površine, može biti okruglo (vanjsko i unutarnje), ravno i brušenje složenih površina koje se naziva profilno [7]. Podijela postupka je prikazana na Slici 5.



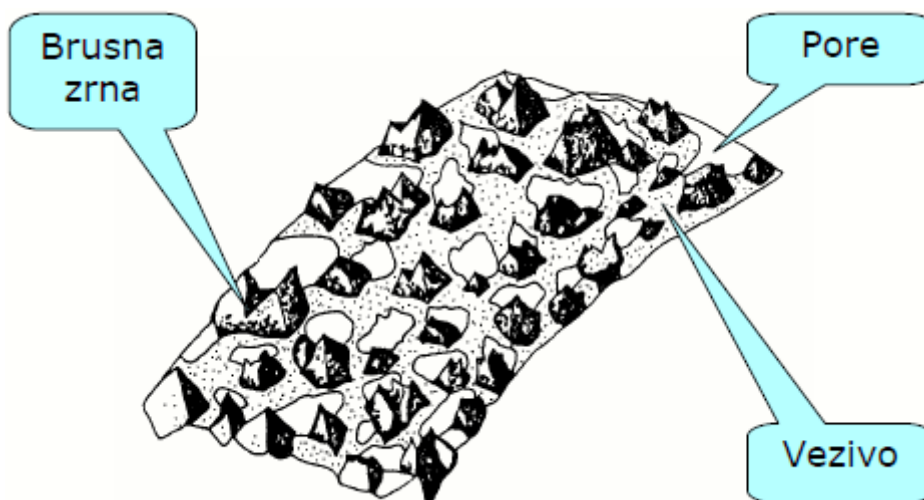
Slika 5. Podijela postupka brušenja [7]

Da bi se izradak mogao napraviti potrebno je prijašnjim obradama ostaviti dodatak materijala od 0,1 mm do 0,2 mm [8]. Obrada generira toplinu koja zagrijava sam obradak i alat, te ju po potrebi treba odvoditi rashladnim tekućinama koje ujedno odnose odvojenu česticu. Radi

složenosti geometrije površine obratka, u ovom slučaju poklopca motora automobila, odabrano je brušenje sa robotskom rukom, konkretno ABB IRB6660-205/1.9 koji ostvaruje pomoćno gibanje, tj. vođenje alata. Korišteni alat u ovom slučaju je Mirka AIROS 350CV77 mm.

### 3.2. Alat

Struktura površine brusa koja sudjeluje u obradi se sastoji od brusnih zrna, veziva i pora kao što je prikazano na slici 6. Brusna zrna su neujednačena, nejednoliko su raspoređena te su nedefinirane geometrije. Često su i negativnog prednjeg kuta koji varira do  $-45^\circ$  [7].



Slika 6. Površina alata [7]

Brusna zrna su izrađena od korunda ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), silicijevog karbida ( $\text{SiC}$ ), kubičnog bornitrida (CBN) i polikristaličnog dijamanta (PCD). Korund se koristi za obradu niskolegiranih, legiranih i visokolegiranih čelika. Zeleni silicijev karbid se koristi za obradu krutih materijala, keramike stakla i sivog lijeva. Crni silicijev karbid se koristi za obradu obojenih metala, sivog i temper lijeva, keramike i stakla. CBN je korišten za obradu željeznih materijala, čelika Ni i Co legura, a PCD za ostale materijale.[7]

### 3.3. Mirka AIROS 350CV77

Kao što je navedeno koristi se alat finske tvrtke koja je vodeća u svijetu kod tehnologija završne površinske obrade, te nudi širok spektar inovativnih rješenja [9].

Mirka AIROS je automatska, orbitalna brusilica za industrijske robote. Njeno glavno gibanje je ekscentrična rotacija. Upotrebljava se kod intenzivnog brušenja s velikim radnim opterećenjem, gdje su preciznost i minimalni zahtjevi za održavanjem ključni. Kompatibilna je sa većinom robotskih ruku zbog svoje prirubnice za mehaničko spajanje izvedene po ISO 9409-1 standardu. Motor bez četkica koji joj daje gibanje, iznimno je siguran za mokro brušenje i radi sa konstantnim brojem okretaja u minuti koji se može konfigurirati [10]. Ovaj model ima brusni uložak promjera 77 mm, te je sam alat potrebno povezati sa sustavom odvođenja čestica obrade, tj. sustavom usisavanja [10]. Slika 7. prikazuje Mirka AIROS 350CV77 brusilicu.

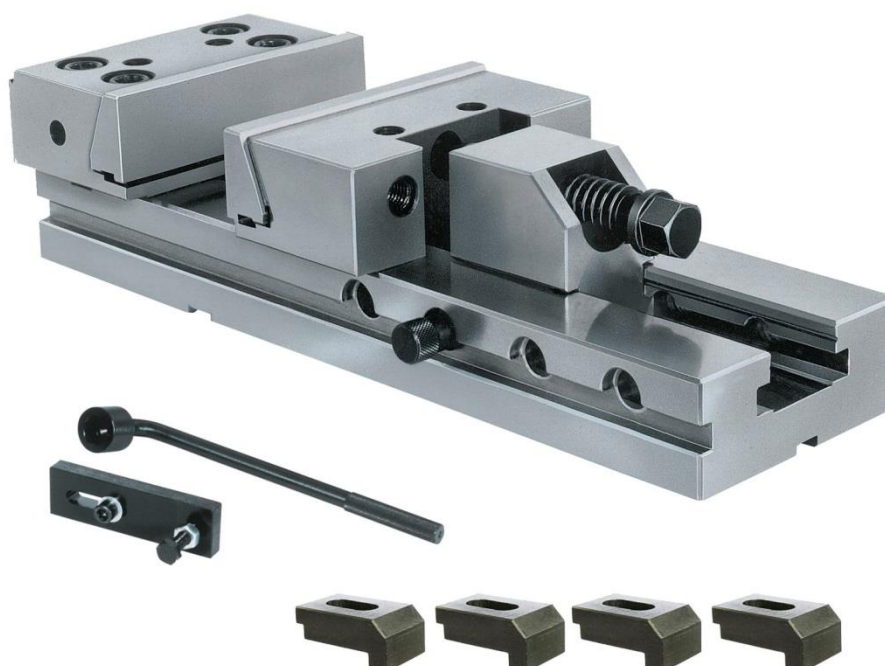


Slika 7. Robotska brusilica Mirka AIROS 350CV77 [10]

## 4. NAPRAVA ZA STEZANJE

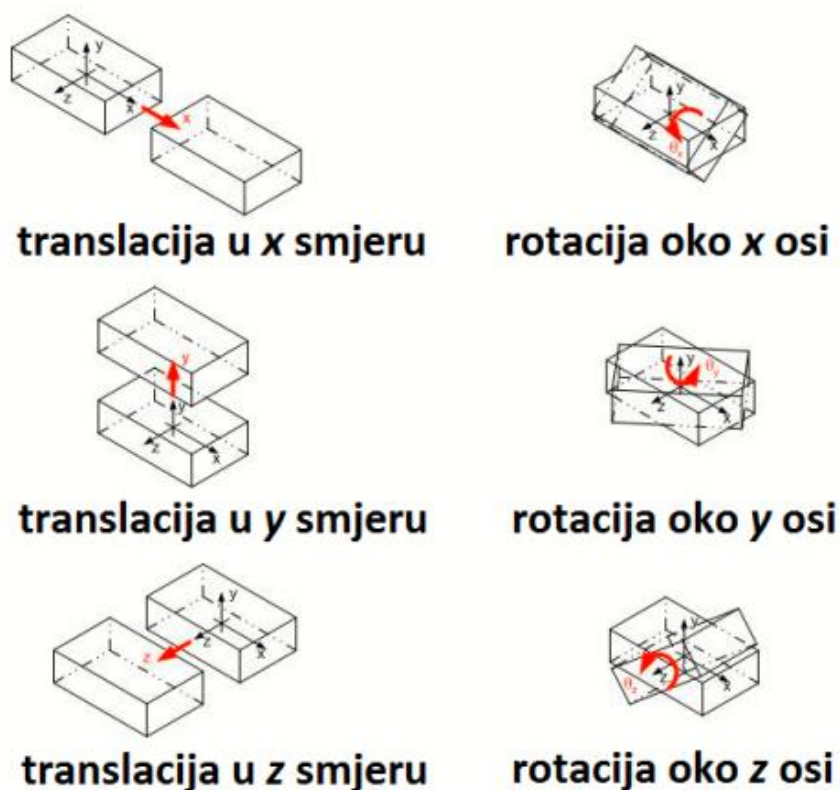
### 4.1. Općenito

Naprava je uređaj za prihvat, postavljanje, stezanje i podupiranje obradka prilikom obrade [11]. Slika 8. prikazuje jednostavnu napravu za stezanje. To je u većini slučajeva specijalni uređaj koji je potrebno konstruirati i izraditi radi specifičnosti oblika izratka. Osnovni elementi od kojih se naprava sastoji su tijelo, oslonci, podupirači i stezaljke. Tijelo stezne naprave je glavni element na koje se postavljaju svi ostali elementi i ono održava prostorne odnose između ostalih elemenata. Oslonci su fiksni elementi koji se koriste za baziranje obratka i ograničavaju mu stupnjeve slobode gibanja. Podupirači se koriste da podupru obradak ako se očekuju znatne deformacije samog obratka uslijed sila stezanja i sila rezanja. Stezaljke su dio mehanizma koji osigurava mirovanje obratka usprkos djelovanju vanjskih sila obrade [11].



Slika 8. Jednostavna stezna naprava [12]

Slobodno tijelo u prostoru ima 6 stupnjeva slobode gibanja, tri stupnja odpadaju na kretanje uzduž tri osi koordinatnog sustava, a tri na rotaciju oko tih osi što je prikazano na Slici 9.



**Slika 9. Stupnjevi slobode gibanja slobodnog tijela [13]**

Naprava osigurava točan i jednoznačan položaj obratka i sprječava njegovo pomicanje prilikom obrade. Brzo, sigurno i jednostavno steže obradak. Pruža visoku točnost mjera i oblika što u konačnici rezultira smanjenjem neispravnih proizvoda. Omogućuje automatiziranu proizvodnju ili proizvodnju oslobođenu teškog fizičkog rada.

U ovom radu potrebna je specijalna stezna naprava zbog složene geometrije obratka.

## 4.2. Stezaljka

Stezaljka je element koji ostvaruje funkciju fizičkog stezanja ili ako je riječ o robotskoj ruci, prihvatu za rukovanje sa predmetima u stvarnom svijetu. Postoje različite vrste i modeli osmišljene za različite materijale i oblike, a dijele se na:

- Hidrauličke stezaljke
- Pneumatske stezaljke
- Vakuum stezaljke
- Magnetske stezaljke
- Elektromehaničke stezaljke

U ovom radu predmet stezanja je poklopac motora, te je kao najbolje rješenje radi svoje jednostavnosti i mogućnosti prihvata odabrana vakumska stezaljka.

## 4.3. Vakumska stezaljka [14]

Zbog svoje fleksibilnosti, vakuumske stezaljke postaju sve češće u industriji. Mogućnost fizičkog oštećenja radnog komada je minimalizirana zahvaljujući gumenom vrhu koji prijanja na površinu obratka. One mogu podizati i držati predmete izrađene od različitih vrsta materijala poput stakla, keramike, metala, drva, itd. Rade na principu razlike između vakuma i atmosferskog tlaka koja se ostvaruje vakum pumpom ili drugim napravama za generiranje vakuma.



## 5. NADZOR POSTUPKA BRUŠENJA

### 5.1. Mjerenje odstupanja - Fotogrametrija

Fotogrametrija je znanost i tehnologija određivanja oblika, veličine ili položaja objekata snimanjem, mjerenjem i tumačenjem fotografskih slika [15]. Tijekom 3D skeniranja objekt koji se mjeri digitalizira se po cijeloj površini te se na taj način dobiva informacija o cijeloj površini objekta. Fotogrametrijom se bilježe samo 3D koordinate točaka koje predstavljaju objekt.

GOM-ov fotogrametrijski sustav (slika 10), sastoji se od kamere koja snima objekt, mjerne letve, kodiranih i nekodiranih referentnih markera, upravljačke jedinice i programskog paketa. Postoje dvije glavne vrste markera, kodirane i nekodirane. Markeri su magnetizirani ili se mogu zalijepiti za predmete. Prilikom fotografiranja objekata potrebno je uključiti što više markera u svaku sliku kako bi se poboljšala točnost mjerenja [16].



Slika 10. Fotogrametrijski sustav [17]

### 5.2. Mjerenje sila – senzor sila KISTLER 9257B [18]

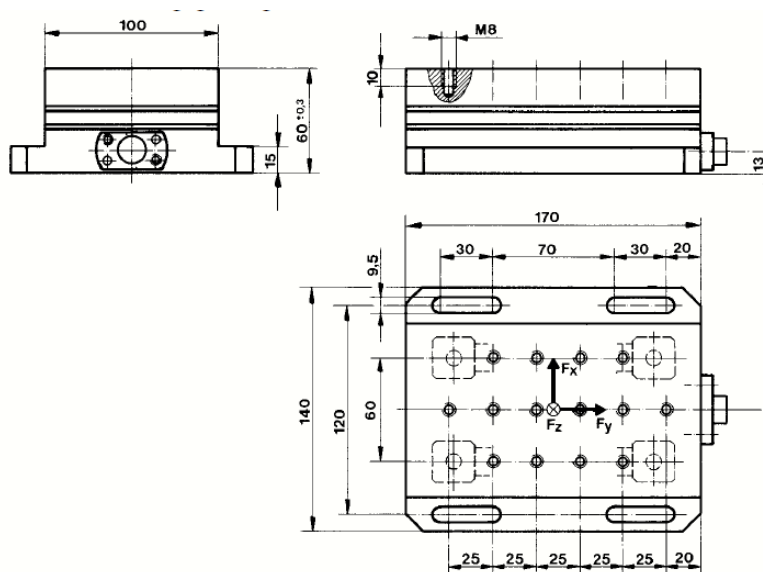
KISTLER 9257B je trokomponentni kvarcni dinamometar za mjerenje ortogonalnih komponenta sila u smjerovima x, y i z, (slika 11). Senzor ima veliku krutost stoga mjerenje ostvaruje praktički bez relativnog pomaka. Njegova visoka razlučivost omogućuje mjerenje malih dinamičkih promjena sila. Primjenjuje se kod mjerenja sila rezanja kod tokarenja,

glodanja, brušenja i ostalih strojnih operacija. Sastoji se od četiri senzora sile smještena između dviju ploča. Svaki se od tih senzora sastoji od tri para piezoelektričnih elemenata, jedan par za mjerenje sile u smjeru osi z, drugi par za mjerenje smicanja u smjeru osi x, te treći par za mjerenje smicanja u smjeru osi y.



Slika 11. KISTLER 9257B [18]

U ispitni postav senzor se spaja vijcima M8. Konstrukcija samih ureznih navoja i utora za spajanje je prikazana sa Slici 12.



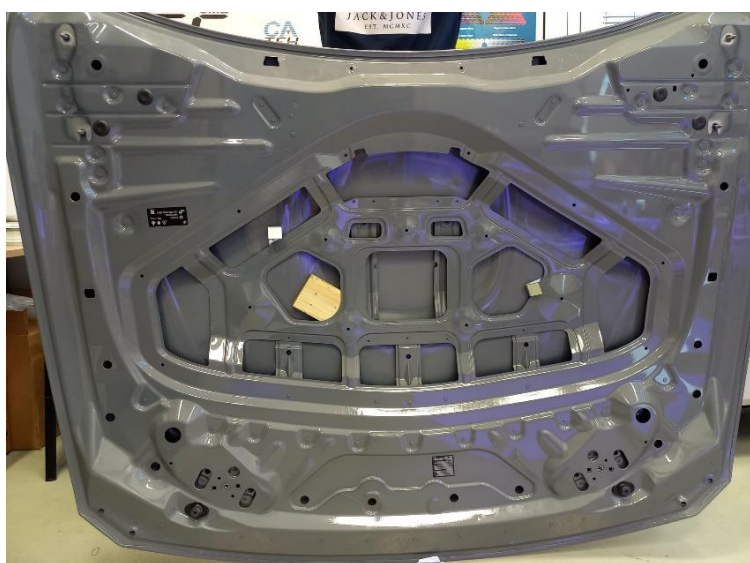
Slika 12. Dimenzije senzora KISTLER 9257B [18]

## 6. KONSTRUKCIJA NAPRAVE

Radni komad koji se obrađuje je poklopac motora automobila. Ovakva vrsta pozicija je u većini slučajeva vrlo zahtjevne geometrije sa puno neravnina, rupa i rebara koje joj daju potrebnu krutost sa što manjom masom i dobrim aerodinamičkim svojstvima. Konkretni poklopac za koju je izrađena naprava je od aluminija. Slike 13 i 14 prikazuju poklopac motora sa gornje i donje strane.



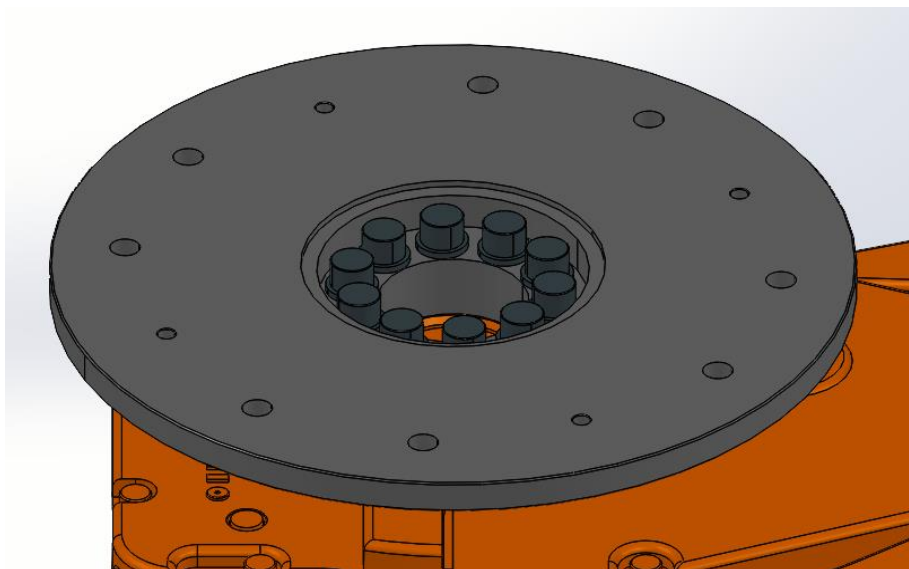
**Slika 13. Gornja strana poklopca motora**



**Slika 14. Donja strana poklopca motora**

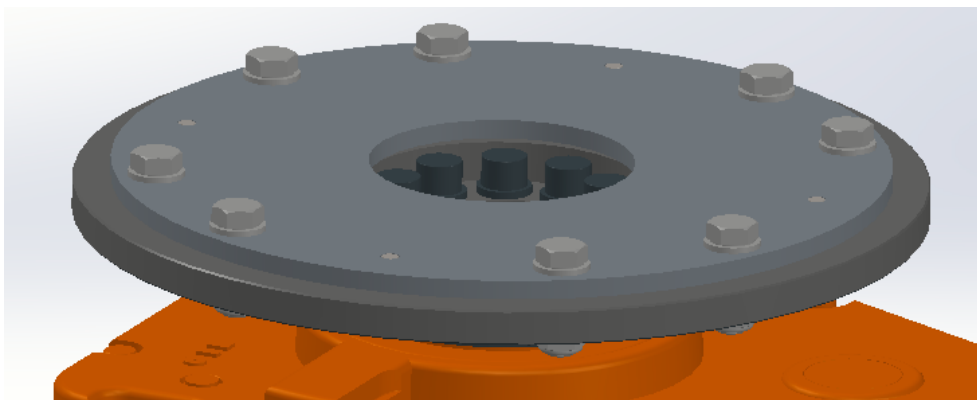
### 6.1. Projektiranje stezne naprave

Steznu napravo je potrebno konstruirati tako da se ona može postaviti na robotski pozicioner ABB IRBP A-500. Na tom pozicioneru nalazi se prirubnica preko koje je moguće spajanje. Slika 15 prikazuje standardnu robotsku prirubnicu promjera  $d = 450$  mm za koju je potrebno konstruirati prihvat stezne naprave.



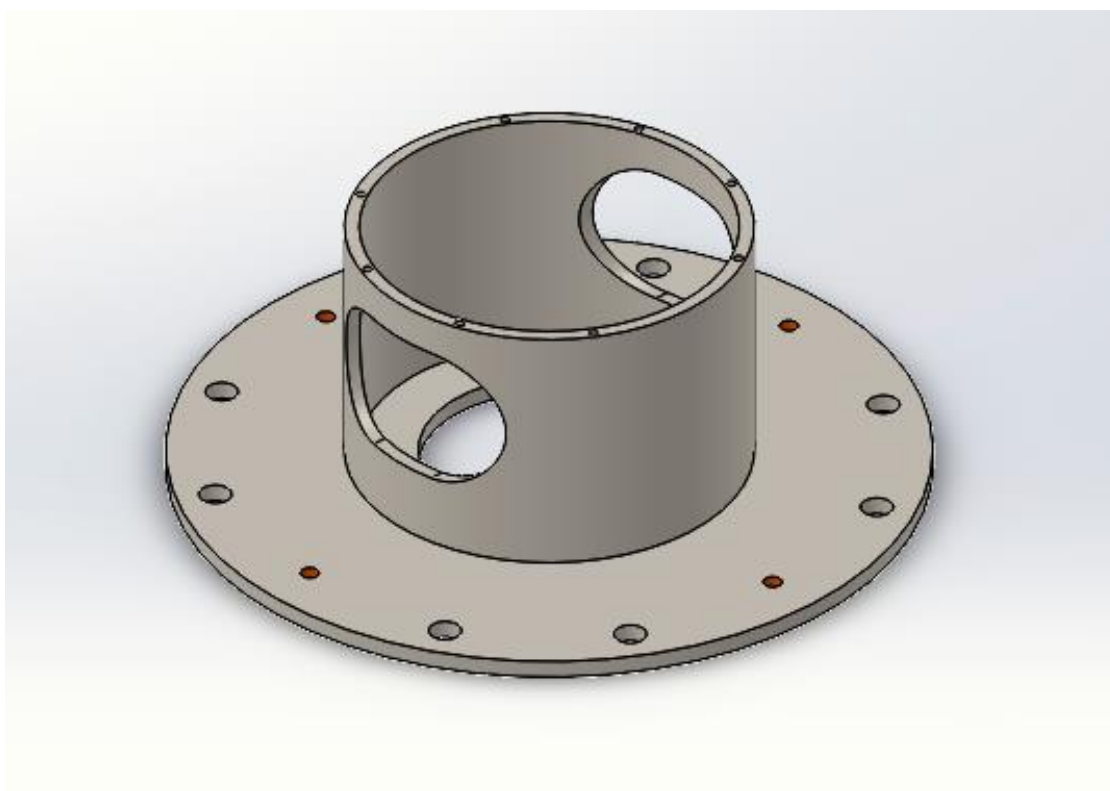
Slika 15. Standardna robotska prirubnica promjera 450 mm

Na prirubnici se nalaze četiri provrta promjera  $d = 10$  mm i osam provrta promjera  $d = 17,5$  mm. Prema njihovom rasporedu i veličinama dimenzionirana je kompatibilna okrugla ploča promjera  $d = 410$  mm, debljine 10 mm. Ona se točno pozicionira na prirubnicu sa četiri tiple promjera  $d=10$  duljine  $l = 20$  mm, izrađenih prema normi DIN 7 i spaja rastavljivim spojem sa osam vijaka M16 x 50 mm norme DIN933, te osam sigurnosnih matica M16 norme DIN 982 i šesnaest podloški  $\phi = 17$  prema DIN 125 A. Slika 16. prikazuje spoj prirubnice i ploče.



Slika 16. Spoj prirubnice i ploče

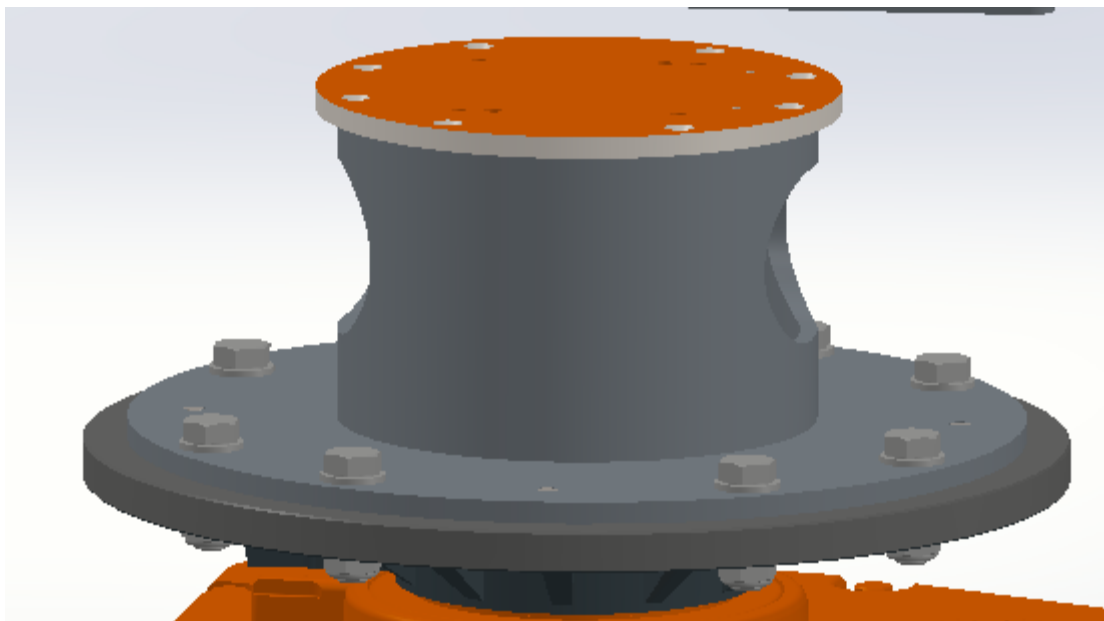
Na tu ploču stavljena je okrugla cijev vanjskog promjera 219,1 mm, debljine stijenke 8 mm i duljine 143 mm. Ona je centrirana zbog rotacijskog kretanja pozicionera i zavarena kutnim zavarom širine  $a = 8$  mm. Odabrana je cijev jer je potrebno napraviti mjesto za elemente sustava za vakuumsko stezanje, koji će se smjestiti unutar cijevi. Time je sustav fizički zaštićen od bilo kakvih neženjenih fizičkih kontakata u smislu bilo kakvog oštećenja, a njemu se može pristupiti preko otvora koji su konstruirani na cijevi. Slika 17 prikazuje sklop ploče i cijevi.



**Slika 17. Sklop ploče i cijevi**

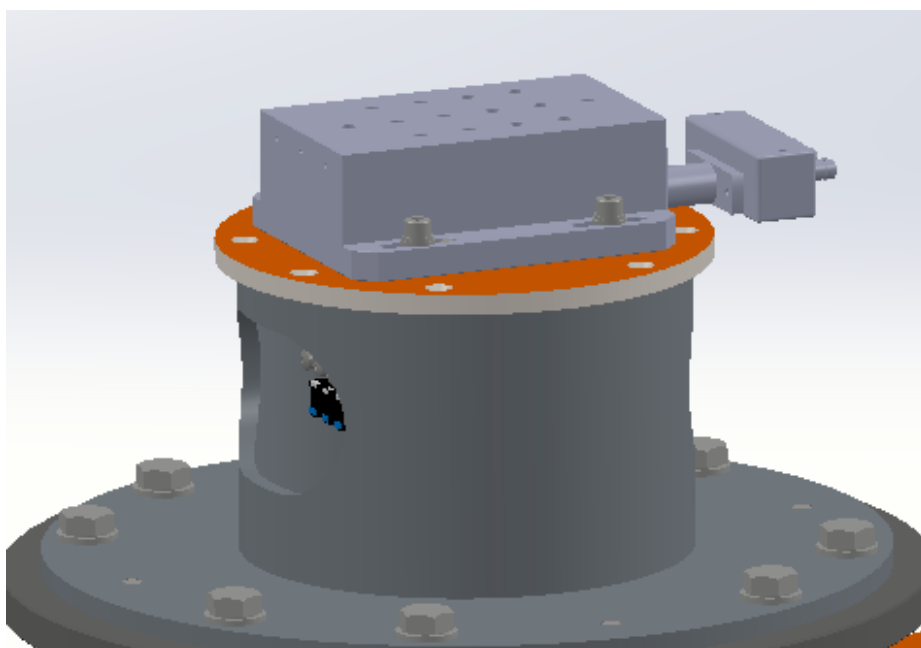
Zbog danjeg sklapanja, na cijevi su poredana osam uvrta s navojem M6 dubine 18 mm radi stezanja gornje ploče na nju. Za gornju ploču odabrana je okrugla ploča promjera  $d = 240$  mm i debljine 10 mm. Na gornjoj ploči su napravljeni kompatibilni provrti promjera  $d = 6,6$  mm prema uvrta s navojem na cijevi, te su napravljeni upusti provrta da bi glave vijaka bile ispod površine ploče. Vijci su M6 x 20 prema normi DIN 7991. Na ploči su napravljena dva provrta s navojem M5 preko kojih se na donjoj strani ploče, tj. u cijevi može vijcima učvrstiti sustav pneumatike. Zatim su na ploči napravljena četiri provrta s navojem M8 i dvije

dosjedne rupe promjera  $d = 8$  mm radi pozicioniranja i stezanja senzora sile KISTLER 9257B na ploču. Slika 18 prikazuje sklop gornje ploče i cijevi.



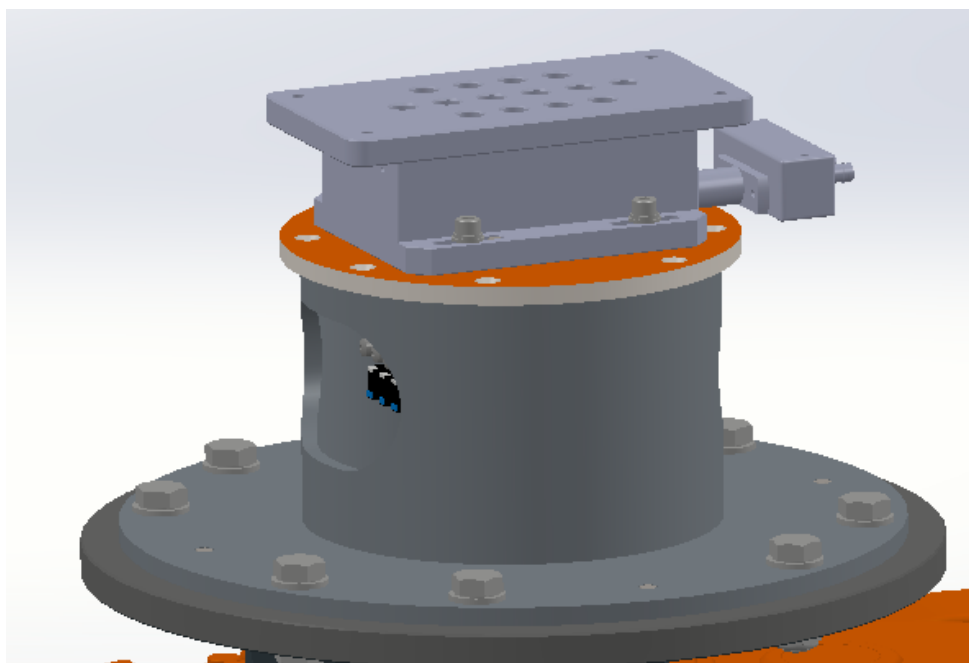
**Slika 18. Sklop gornje ploče i cijevi**

Senzor sile KISTLER 9257B je na ploči pozicioniran pomoću dvije tiple promjera  $d = 8$  mm norme DIN 7 i spojen sa četiri vijka DIN 912 M8x1.25x30 sa odgovarajućim podloškama DIN 125 A  $d = 8,4$ . Slika 19 prikazuje sklop sa senzorom sile.



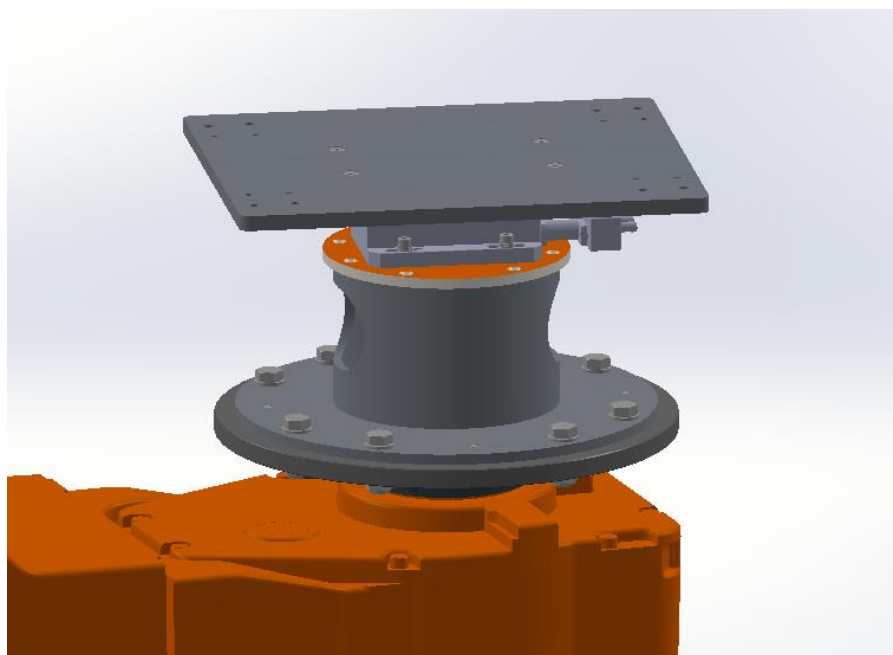
**Slika 19. Sklop sa senzorom sile**

Na senzor sile je zatim konstruirana međuploča debljine 15 mm. Na njoj se nalazi četrnaest provrta promjera  $d = 8,5$ , te su ti provrti prošireni na promjer  $d = 14$  mm i upušteni na dubinu 8 mm. Ti provrti služe kako bi se međuploča vijcima DIN 912 M8 x 1,25 x 16 povezala sa senzorom sile i kako vijci ne bi virili izvan same ploče, nego kako bi oni sjeli ispod površine. Na ploči se isto tako nalaze i četiri uvrtna navoja M8 smještene u kutevima. Oni služe za danju jednostavnu i brzu montažu sklopa. Općenito ta međuploča je tu kako bi se olakšalo rastavljanje sklopa od senzora npr. ako bi bilo potrebno raditi neke preinake ili podešavanja, sklop bi se rastavio da bi se izbjeglo moguće oštećenje senzora. Slika 20 prikazuje sklop međuploče i senzora sile.



**Slika 20. Sklop međuploče i senzora sile**

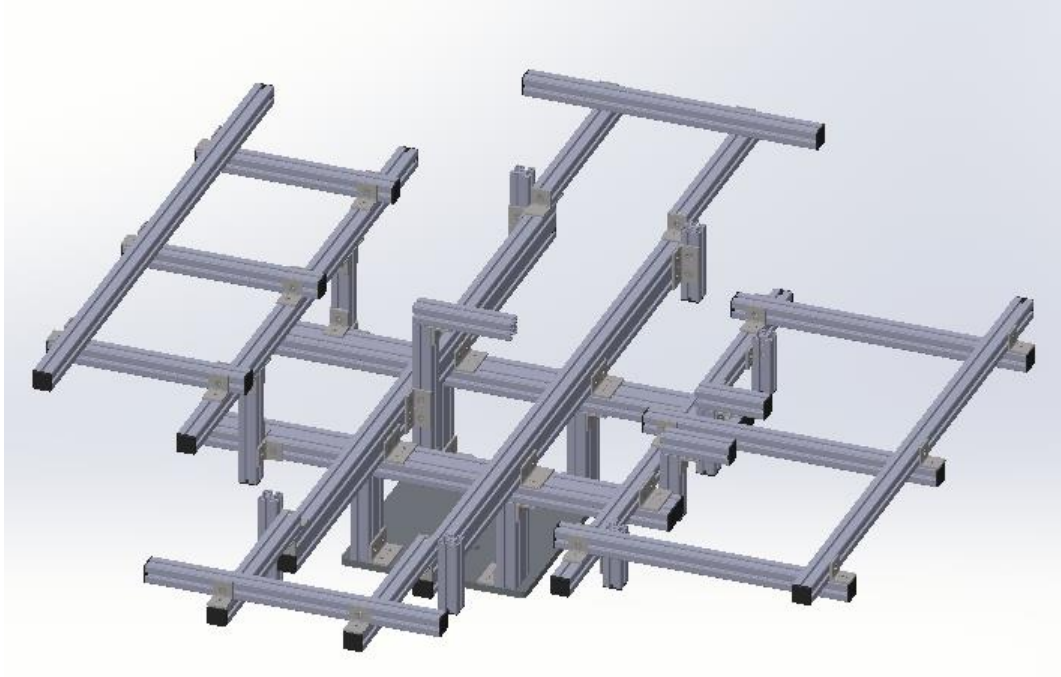
Na taj senzor postavljena je četverokutna baza dimenzija 460 mm x 380 mm, debljine 15mm. Ona je sa međupločom povezana sa četiri vijka DIN 7991 M8 x 30. Za to povezivanje, na bazi se nalaze četiri rupe promjera  $d = 9$  mm koje su upuštene kako bi vijci bili ispod površine. Na bazi se nalaze po dva dosjedna provrta promjera  $d = 9$  mm i dvije navojne rupe M8 u svakom kutu ploče. Ukupno osam dosjednih rupa i osam navojnih rupa koje služe za spajanje standardnih aluminijskih profila na nju. Slika 21 prikazuje sklop sa bazom.



**Slika 21. Sklop sa bazom**

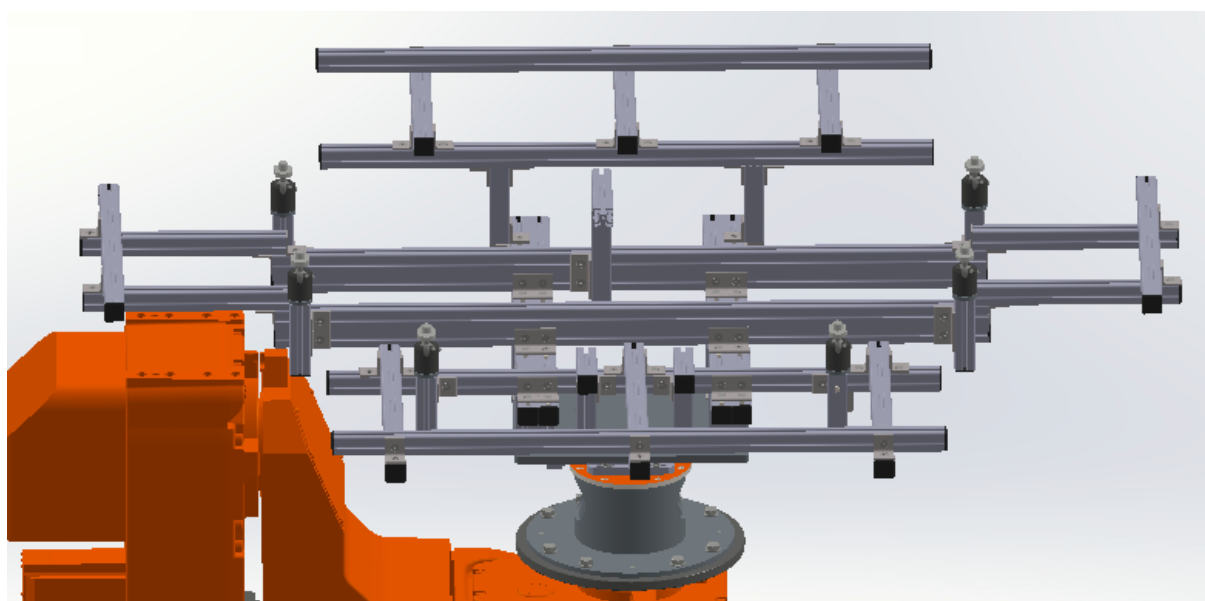
Na bazu su zatim postavljeni aluminijski profili. Radi krutosti konstrukcije odabrani su profili 80x40, te profili 40x40. Bazni profili 80x40 koji se direktno spajaju na bazu osigurani su tiplama promjera  $d = 9$  mm i vijcima DIN 7991 M8 x 16 preko gotovih kutnika za spajanje. Na njih se dalje spajaju ostali profili koji su međusobno razmješteni tako da najbolje prate oblik poklopca motora. Zajedno su povezani gotovim kutnim rješenjem za spajanje koje je kompatibilno sa tim profilom i jednostavno je za montažu. Profili se po potrebi mogu razmještati i prilagođavati drugim dimenzijama poklopca motora. Prilagodba se radi jednostavnim odpuštanjem gotovih kutnih rješenja za spajanje, razmještanjem profila na željenu poziciju, te ponovnim stezanjem istih. Naprava je dizajnirana tako da bude univerzalna. Sama konstrukcija profila mora biti veća, tj duža i šira nego hauba. Ovaj zahtjev uvjetuje potreba za konstantnim nadzorom procesa fotogrametrijskom metodom. Ona funkcionira tako da snima kodirane ili nekodirane markere koji u svakom trenutku moraju biti vidljivi optičkom snimaču. Marker se u teoriji mogu postaviti na obradak, ali je to tehnološki neprihvatljivo, pa se ti markeri postavljaju na izdanke koji su postavljeni tako da vire izvan konture poklopca motora. Slika 22 prikazuje sklop aluminijskih profila na bazi.





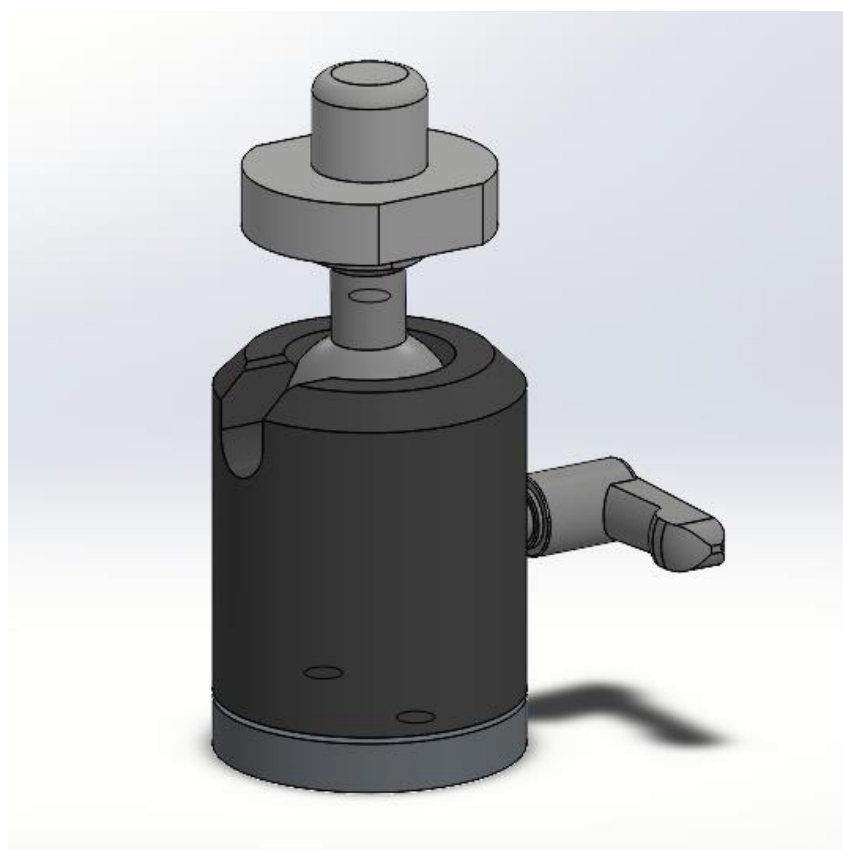
**Slika 22. Sklop aluminijskih profila na bazi**

Da bi se pokopac motora pozicionirao na pravom mjestu, postavljeni su elementi za centriranje. Ukupno ih ima šest. Oni su postavljeni na krajeve vertikalnih aluminijskih profila koji se po potrebi mogu razmještati po konstrukciji. Slika 23 prikazuje raspored elemenata za centriranje po konstrukciji.



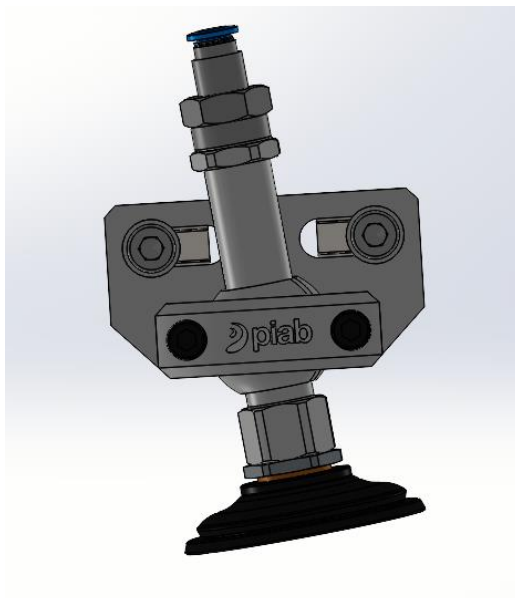
**Slika 23. Raspored elemenata za centriranje po konstrukciji**

Element za centriranje je sklop od nekoliko dijelova. Prvi dio je pločica promjera  $d = 49$  mm, debljine 8 mm koja se vijcima M6 spaja sa aluminijskim profilom. Na nju je postavljen sferni zglob GN 784-49-M8-B-1-ELS, on je tu zbog prilagodbe elementa na različite pozicije i kuteve površina poklopca motora. Na zglob se preko navoja M8 postavlja plastični centrirač koji dolazi u kontak sa poklopcem motora. On je plastičan iz razloga da se poklopac motora ne ošteti prilikom postavljanja i skidanja sa naprave. Slika 24 prikazuje sklop elementa za centriranje.



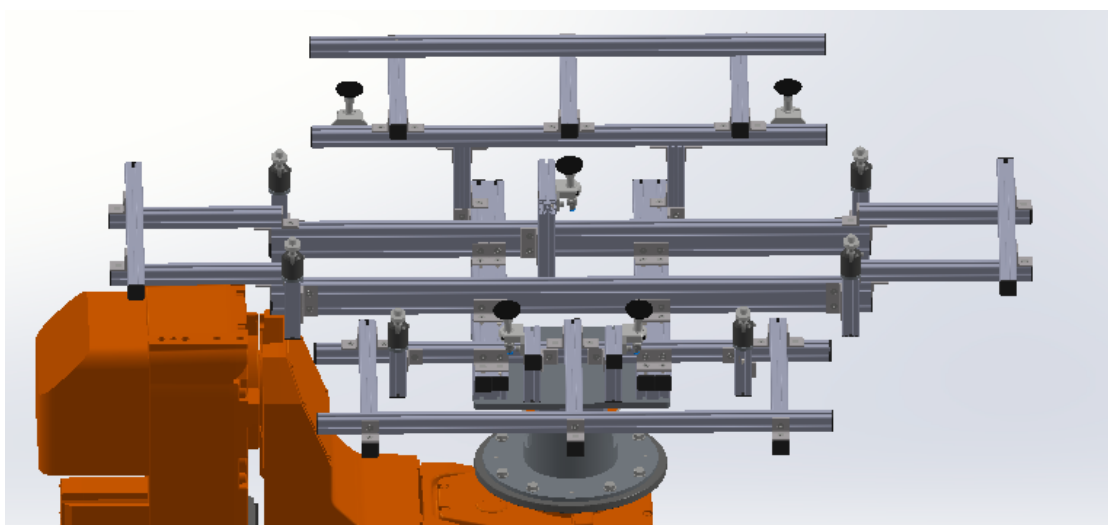
**Slika 24. Sklop elementa za centriranje**

Za samo stezanje poklopca motora kao najbolje rješenje koriste se vakumske sisaljke FSCM.P.18.80.G38F.G38M. Slika 25. prikazuje vakumske sisaljke sa sfernim zglobovima.



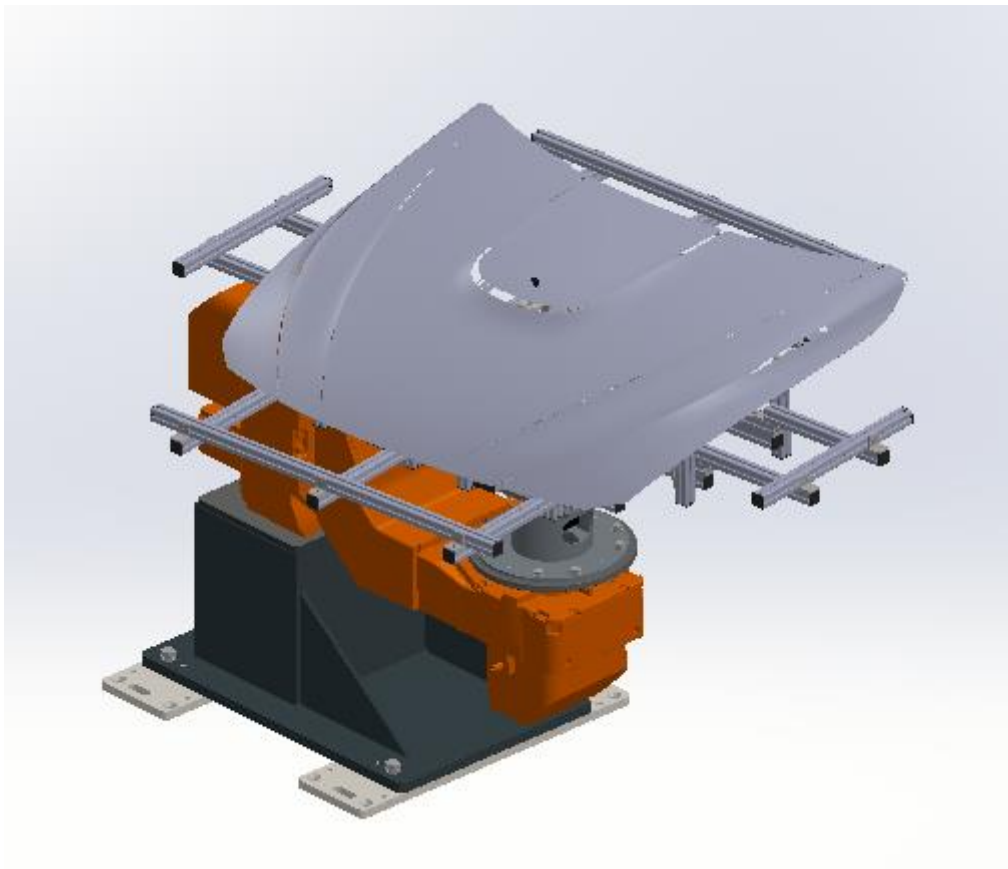
**Slika 25. Vakumska sisaljka**

One se također nalaze na sfernim zglobovima radi lakog pozicioniranja i namještanja prema površinama poklopca motora. Ukupno ih je na konstrukciji pet i raspoređene su tako da najbolje prijanjaju uz ravne površine na kojima se može ostvariti dobro prijanjanje. Slika 26. prikazuje raspored vakumskih sisaljki na konstrukciji.



**Slika 26. Raspored vakumskih sisaljki na konstrukciji**

Gotova konstrukcija sa postavljenim modelom poklopca motora je prikazana na Slici 27.



**Slika 27. Gotova konstrukcija sa poklopcem motora**

## 7. ZAKLJUČAK

Ovaj završni rad je rezultirao idejnim konstrukcijskim rješenjem stezne naprave za prihvat poklopca motora. Poklopac motora je u većini slučajeva vrlo zahtjevne geometrije sa puno neravnina, rupa i rebara koje mu daju potrebnu krutost sa što manjom masom i dobrim aerodinamičkim svojstvima. Konstrukcija nekog dijela ili cijelog sklopa je dug i zahtjevan posao. Da bi konstruirani dio ili sklop bio funkcionalan potrebno je poznavati sve dijelove sustava za koji je ta naprava potrebna. Konkretno potrebno je poznavati okretni pozicioner te njegovu prirubnicu na koju se ona montira. Sam poklopac motora je potrebno dobro analizirati i odrediti gdje i kako će on doći u kontakt sa napravom, a da pri tome on ostane neoštećen. Zatim u samu napravu je ugrađen senzor sila, za koji je isto potrebno konstruirati odgovarajući prihvat. Svi dijelovi sustava su uzeti u obzir te je konstruirana naprava. Ona se temelji na standardnim aluminijskim profilima koji su povezani kutnicima, brzim i jednostavnim rješenjem s kojim se konstrukciju lako može promijeniti, univerzalna je. Profili su stavljeni na čelično postolje koje garantira krutost. Elementi za centriranje sa plastičnim vrhom osiguravaju poziciju poklopca na napravi, a vakuumske sisaljke odgovarajuće stezanje. Upotrebjeno je dosta standardnih dijelova i rješenja radi jednostavnosti, ali je bilo potrebno konstruirati i dijelove koji će najbolje obavljati zadanu ulogu, npr. cijev koja štiti pneumatski sustav, baza koja dobro prijanja na senzor sila.

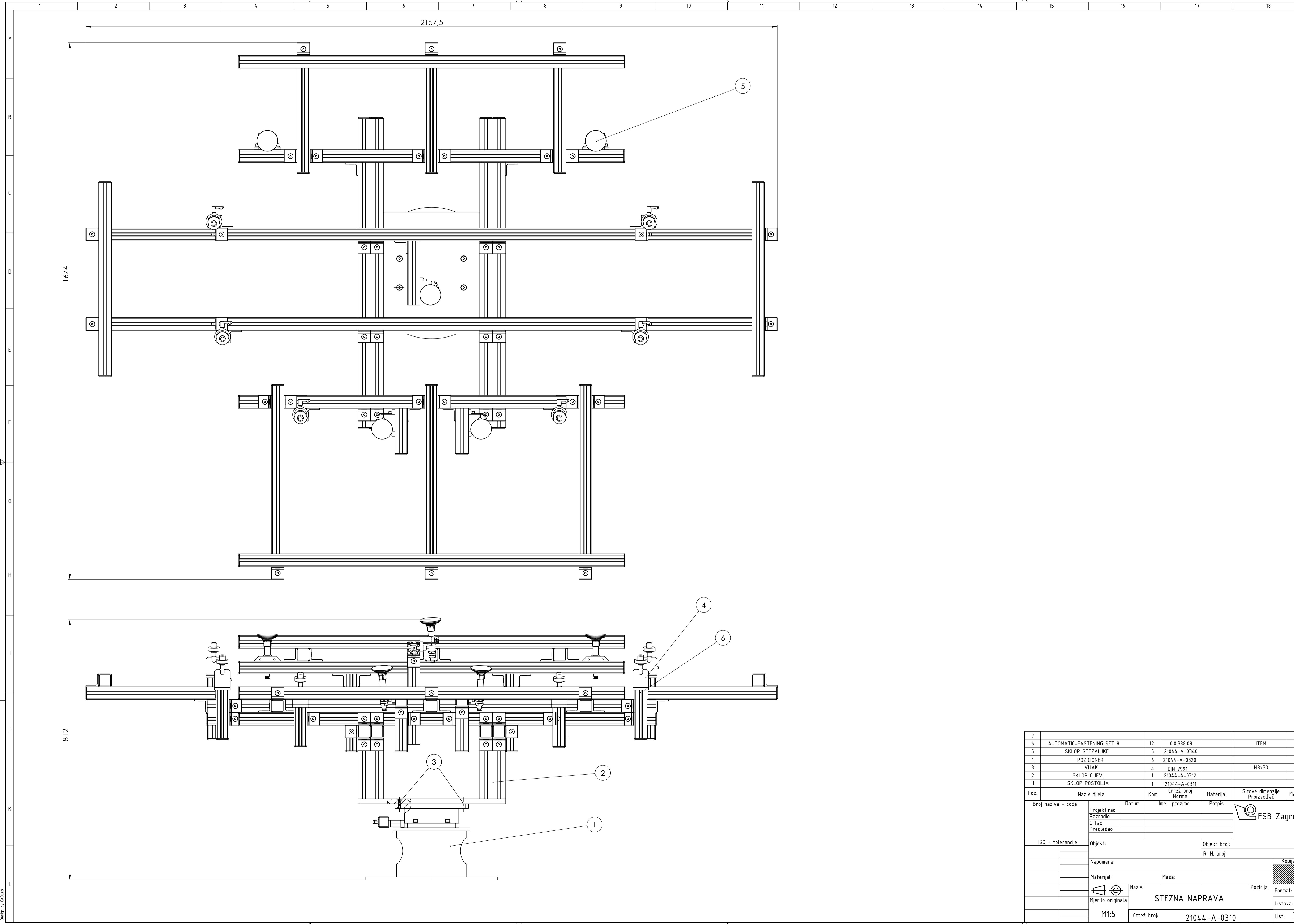
Po montaži naprave, potrebno ju je podesiti prema CAD modelu, zbog danje automatizacije procesa, te po potrebi dodati dodatna ojačanja radi krutosti.

## LITERATURA

- [1] Povijest industrijskih robota, <https://www.wevolver.com/article/a-history-of-industrial-robots> , rujan 2022
- [2] <https://spectrum.ieee.org/george-devol-a-life-devoted-to-invention-and-robots> , rujan 2022
- [3] <http://www.indramat-us.com/industrial-robots-pros-and-cons/> , rujan 2022
- [4] <https://library.e.abb.com/public/91504b95a1734759a3e5b3eb5fc20560/3HAC028207%20PS%20IRB%206660-en.pdf> , rujan 2022
- [5] [https://library.e.abb.com/public/fed2591c8edc41c19f1b61deb0ce15e5/IRBP-A\\_datasheet\\_ROB10080EN\\_RevB.pdf](https://library.e.abb.com/public/fed2591c8edc41c19f1b61deb0ce15e5/IRBP-A_datasheet_ROB10080EN_RevB.pdf) , rujan 2022
- [6] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=9858> , rujan 2022
- [7] Postupci završne obrade, Prof.dr.sc. D.Ciglar, predavanje PDF
- [8] Brušenje, dr.sc. S. Škorić, predavanje PDF
- [9] <https://www.mirka.com/en/company/about-us>, rujan 2022
- [10] <https://www.mirka.com/en/p/MIA3502012>, rujan 2022
- [11] Alati i naprave, Prof.dr.sc. D.Ciglar, predavanje PDF
- [12] [https://www.google.com/search?q=strojni+%C5%A1kripac&tbm=isch&ved=2ahUKEwiPjOjfrvv3AhWyZPEDHS0jCl4Q2-cCegQIABAA&oq=%C5%A0KRIPAC+STR&gs\\_lcp=CgNpbWcQARgAMgYIABAEAg6BAgjECc6BQgAEIAEOgQIABBDOgQIABAYUOcBWOAKYKoRaABwAHgAgAFOiAH8ApIBATWYAQCgAQGqAQotnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=voCOYo-1G7LJxc8Prcao8AU#imgc=UibNilVbGJ7TaM](https://www.google.com/search?q=strojni+%C5%A1kripac&tbm=isch&ved=2ahUKEwiPjOjfrvv3AhWyZPEDHS0jCl4Q2-cCegQIABAA&oq=%C5%A0KRIPAC+STR&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgYIABAEAg6BAgjECc6BQgAEIAEOgQIABBDOgQIABAYUOcBWOAKYKoRaABwAHgAgAFOiAH8ApIBATWYAQCgAQGqAQotnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=voCOYo-1G7LJxc8Prcao8AU#imgc=UibNilVbGJ7TaM) , rujan 2022
- [13] [https://www.fer.unizg.hr/download/repository/Fizika\\_1\\_predavanja\\_6.pdf](https://www.fer.unizg.hr/download/repository/Fizika_1_predavanja_6.pdf) , rujan 2022
- [14] <https://www.pfa-inc.com/what-is-a-vacuum-gripper/> , rujan 2022
- [15] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=20257> , rujan 2022
- [16] <https://www.gom.com/en/topics/photogrammetry> , rujan 2022
- [17] GOM, Basic training, Acquisition Basic Training, Photogrammetry, 2020.
- [18] <https://www.kistler.com/files/document/000-151e.pdf?callee=frontend> , rujan 2022

## **PRILOZI**

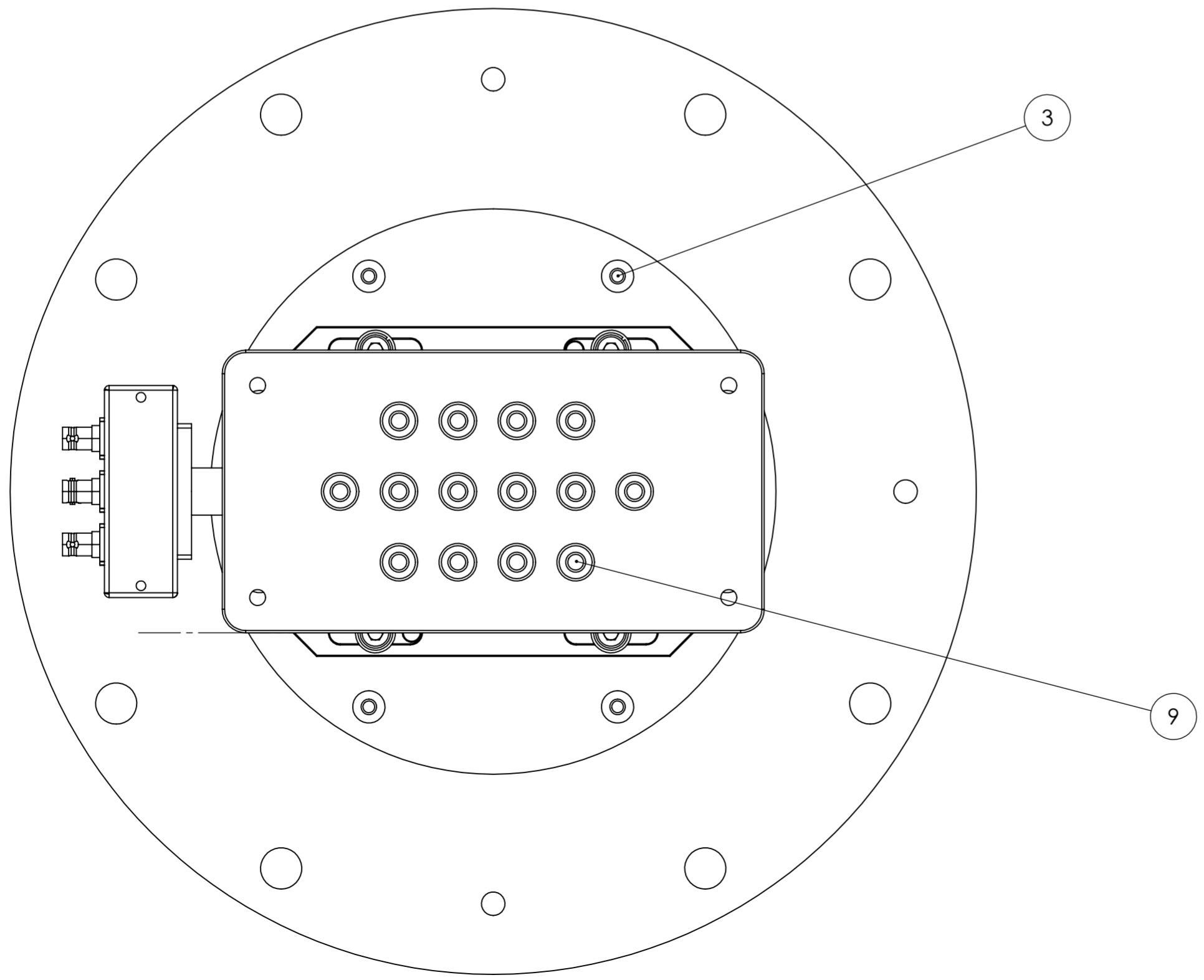
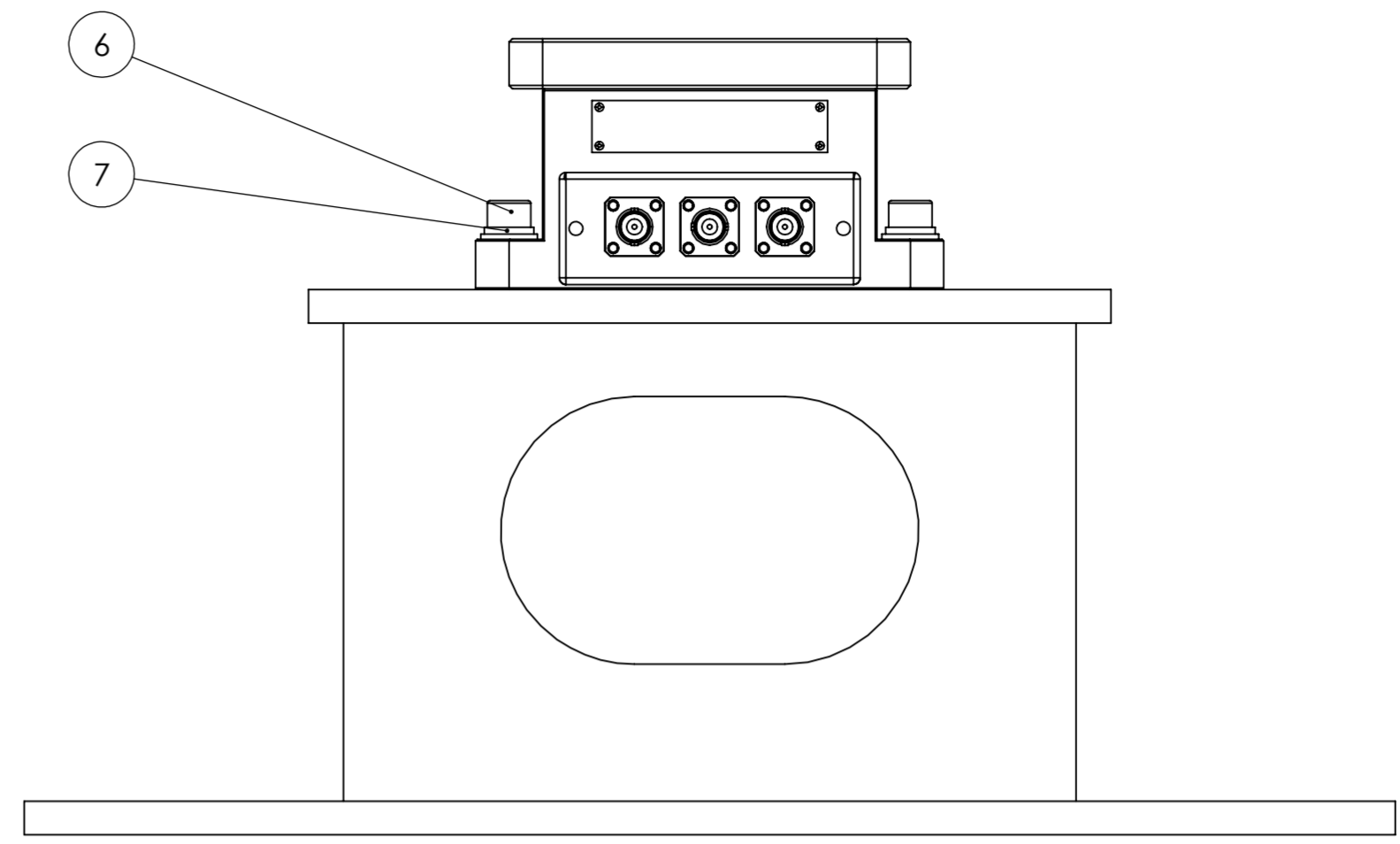
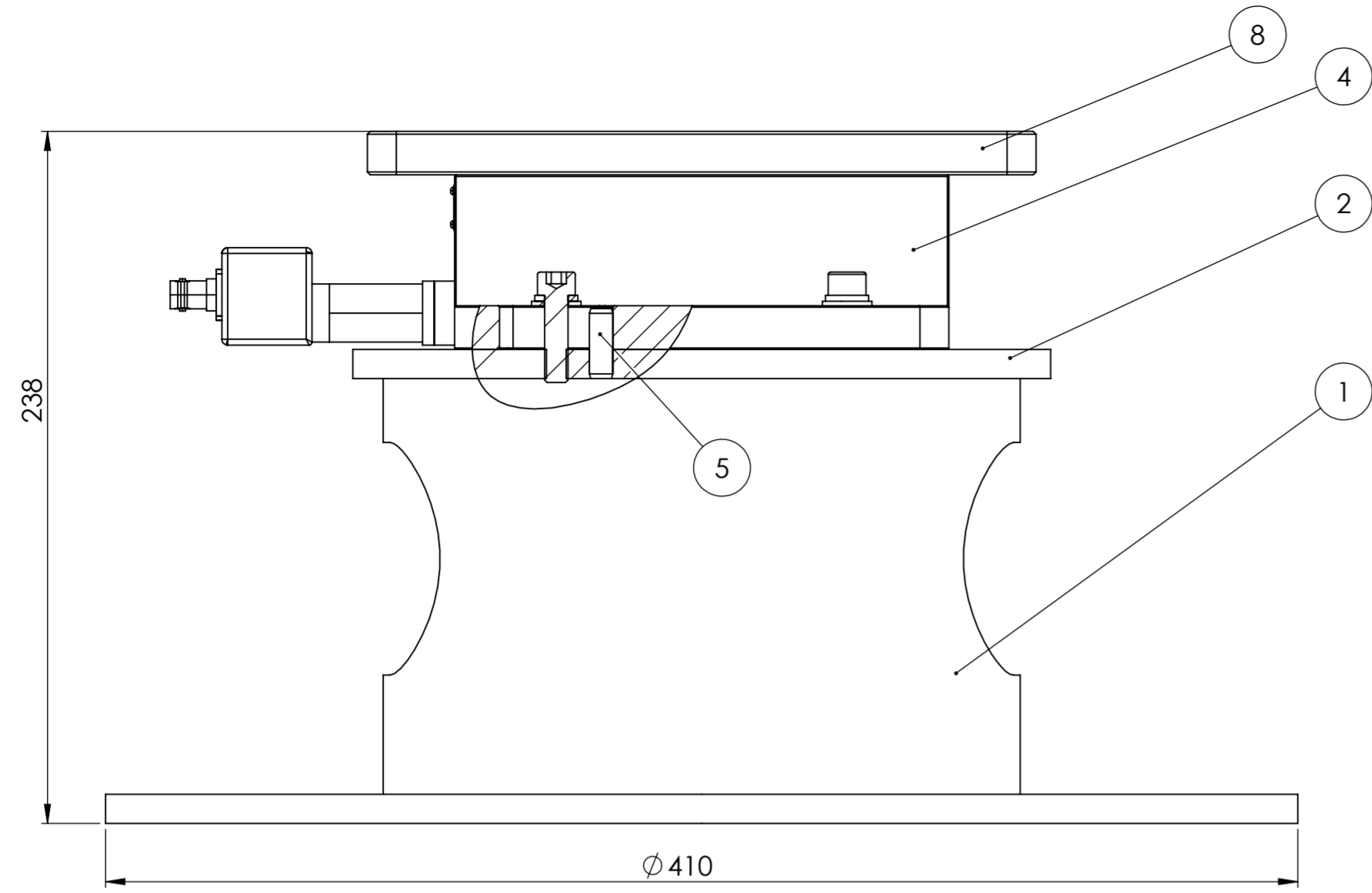
### **I. Tehnička dokumentacija**



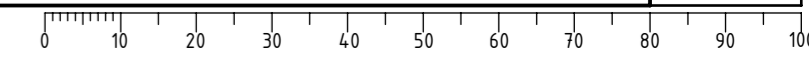
7						
6	AUTOMATIC-FASTENING SET B	12	0.0388.08			ITEM
5	SKLOP STEZALJKE	5	21044-A-0340			
4	POZICIONER	6	21044-A-0320			
3	VIJAK	4	DIN 7991			M8x30
2	SKLOP CIJEVI	1	21044-A-0312			
1	SKLOP POSTOLJA	1	21044-A-0311			
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code	Projektirao Razradio Crtao Pregledao	Datum	Ime i prezime	Potpis		
ISO - tolerancije	Objekt:	Objekt broj:		R. N. broj:		
	Napomena:	Materijal:		Masa:	Kopija	
	Mjerilo originala	Naziv:	Pozicija:		Format: A1	
	M1:5	STEZNA NAPRAVA		Listova: 1		
		Crtež broj:	21044-A-0310		List: 1	

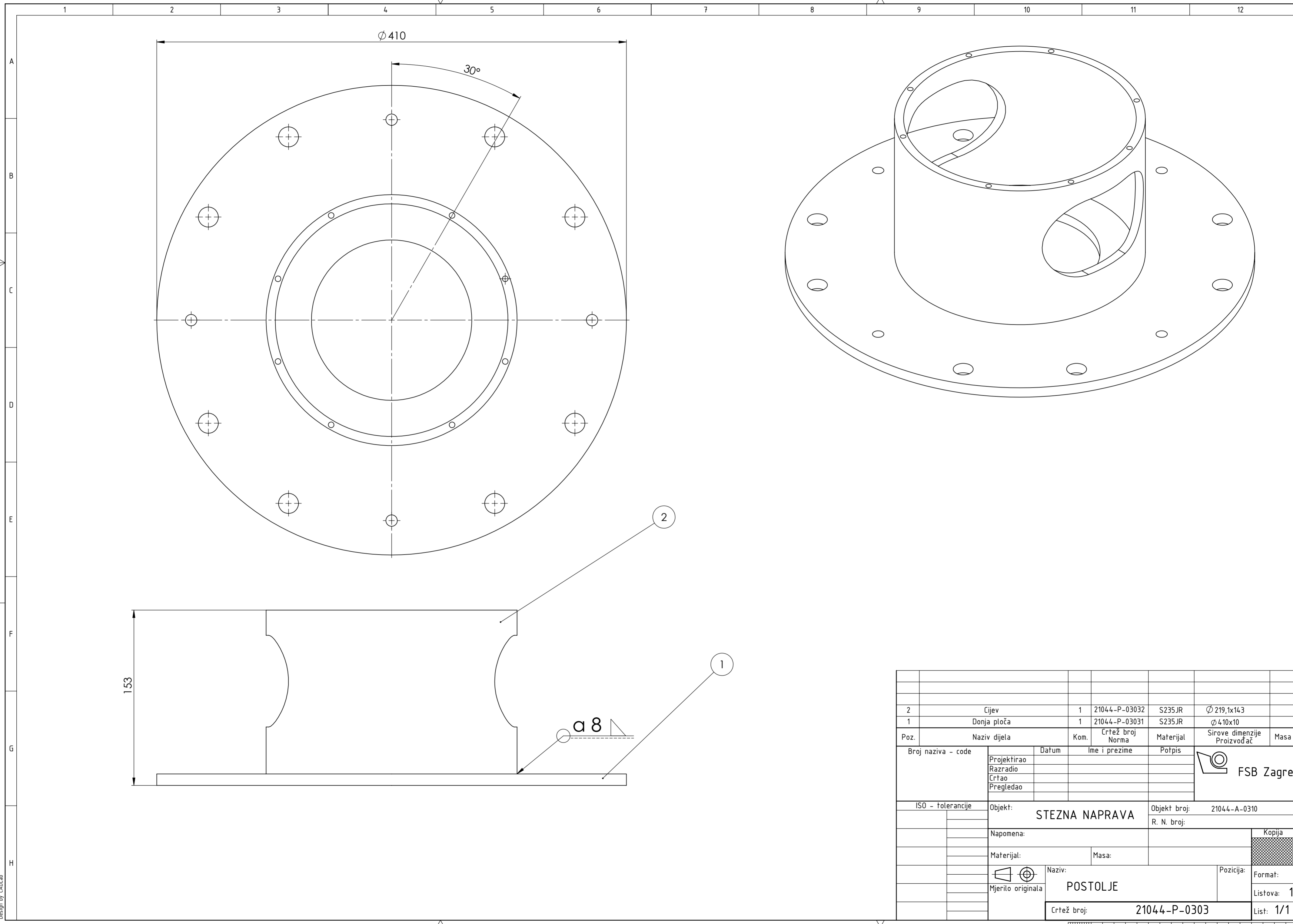
Dizajnirao: CADLab



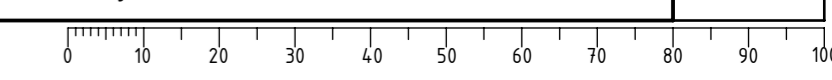


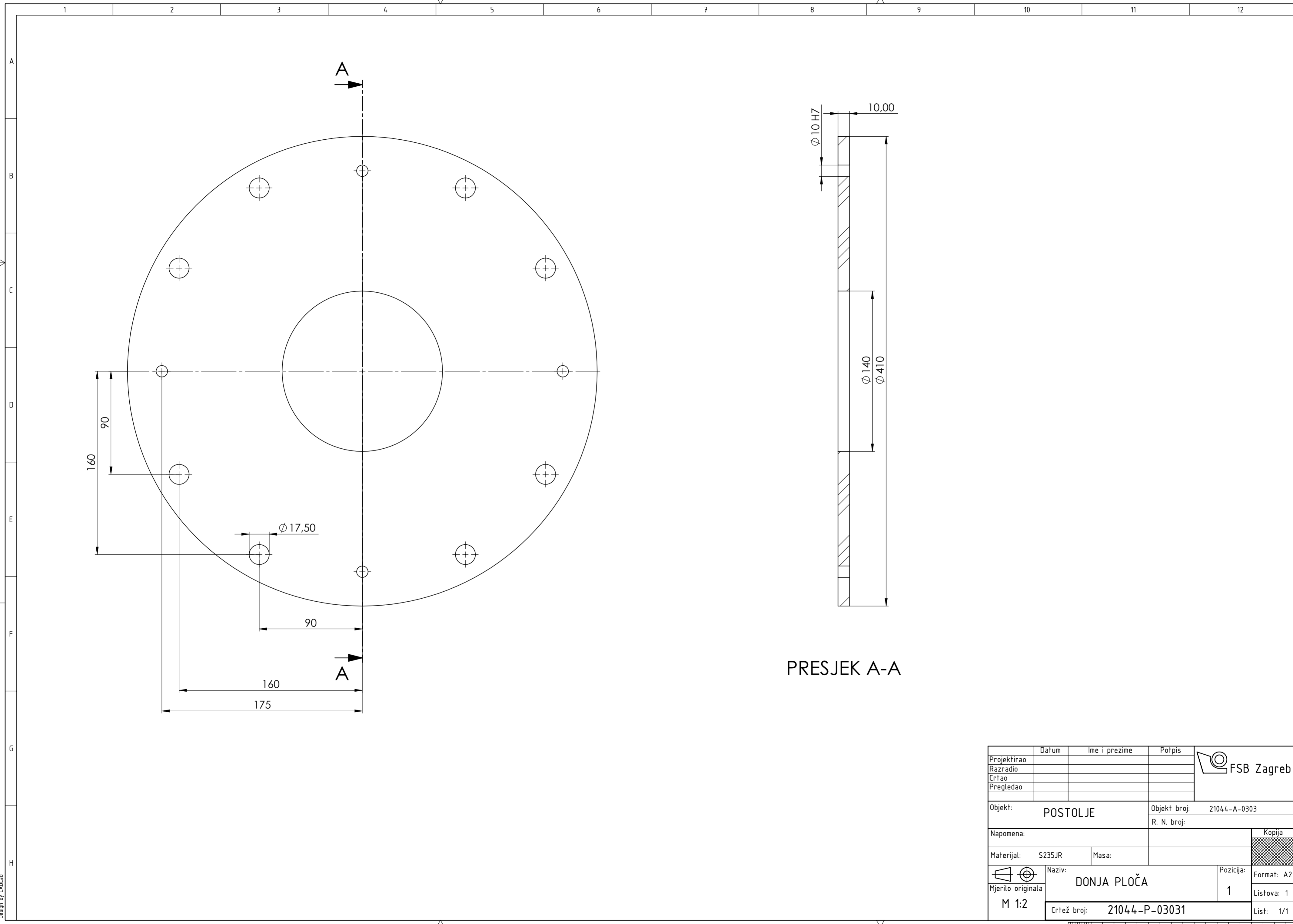
9	VIJAK	14	DIN 912		M8x1,25x16	
8	MEĐUPLOČA	1	21044-P-0312	S235JR	230x120x15	
7	PODLOŠKA	4	DIN 125 A		Ø 8,4	
6	VIJAK	4	DIN 912		M8x1,25x30	
5	TIPLA	2	DIN 7		Ø 8x20	
4	KESTLER 9257B	1			KISTLER	
3	VIJAK	8	DIN 7991		M6x20	
2	GORNJA PLOČA	1	21044-P-0310	S235JR	Ø 240x10	
1	POSTOLJE	1	21044-A-0303		Ø 410x153	
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao						
Razradio						
Crtao						
Pregledao						
ISO - tolerancije		Objekt: <b>STEZNA NAPRAVA</b>		Objekt broj: 21044-A-0310		
				R. N. broj:		
Napomena:						Kopija
Materijal:		Masa:				
Mjerilo originala		Naziv: <b>SKLOP POSTOLJA</b>		Pozicija: 1	Format: A2	
M1:2		Crtež broj: 21044-A-0311		Listova: 1		List: 1





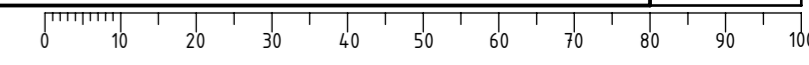
2	Cijev	1	21044-P-03032	S235JR	Ø 219,1x143	
1	Donja ploča	1	21044-P-03031	S235JR	Ø 410x10	
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao						
Razradio						
Crtao						
Pregledao						
ISO - tolerancije		Objekt: <b>STEZNA NAPRAVA</b>		Objekt broj: 21044-A-0310		
				R. N. broj:		
Napomena:						Kopija
Materijal:		Masa:				
Mjerilo originala		Naziv: <b>POSTOLJE</b>		Pozicija:		Format:
		Crtež broj: <b>21044-P-0303</b>				Listova: <b>1</b>
						List: <b>1/1</b>



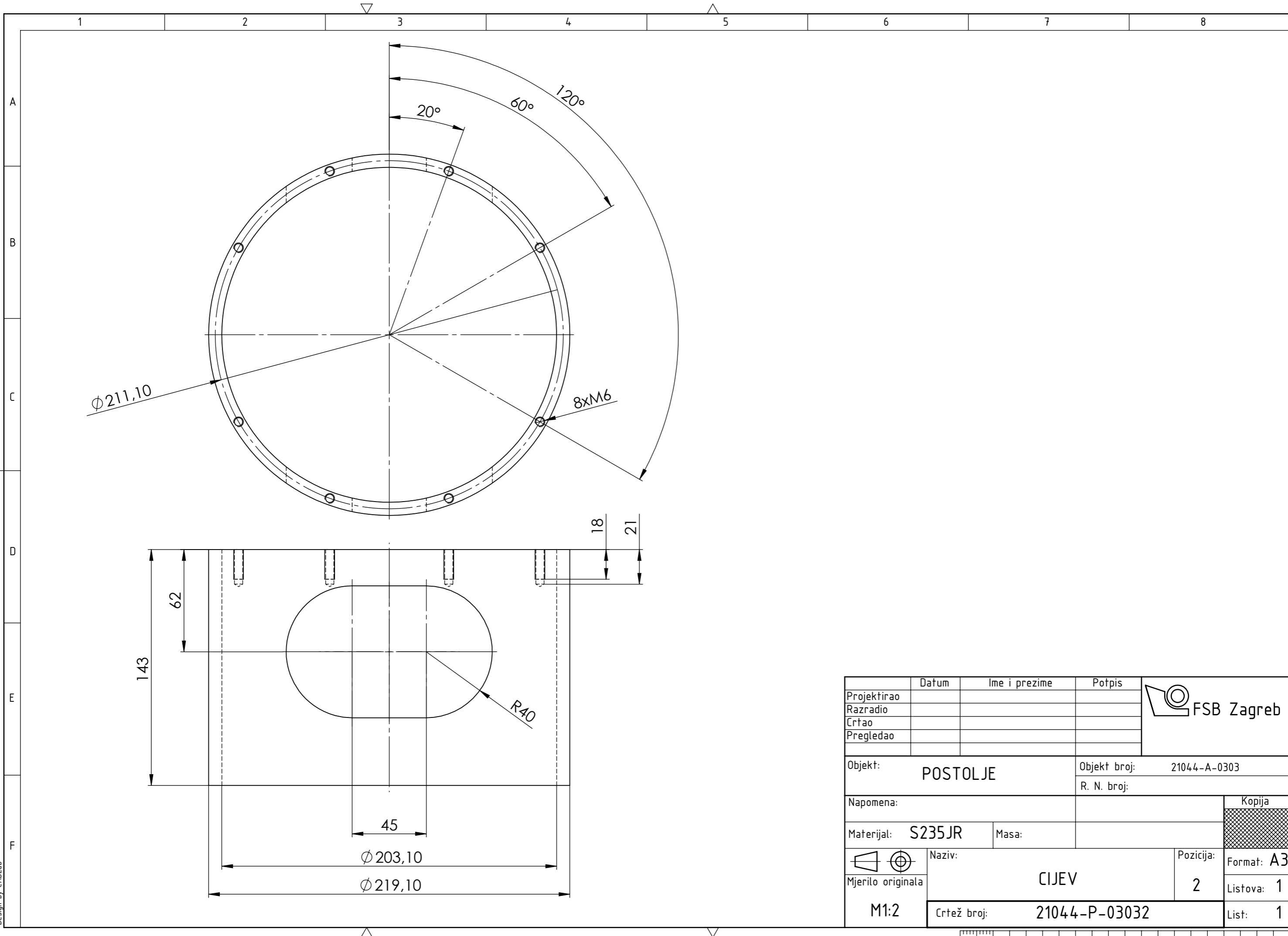


PRESJEK A-A

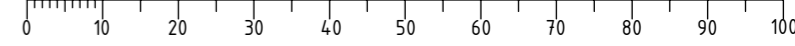
Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt:	POSTOLJE		Objekt broj:	21044-A-0303
Napomena:			R. N. broj:	
Materijal:	S235JR	Masa:		Kopija
Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	Format: A2
M 1:2	DONJA PLOČA		1	Listova: 1
Crtež broj:			21044-P-03031	List: 1/1



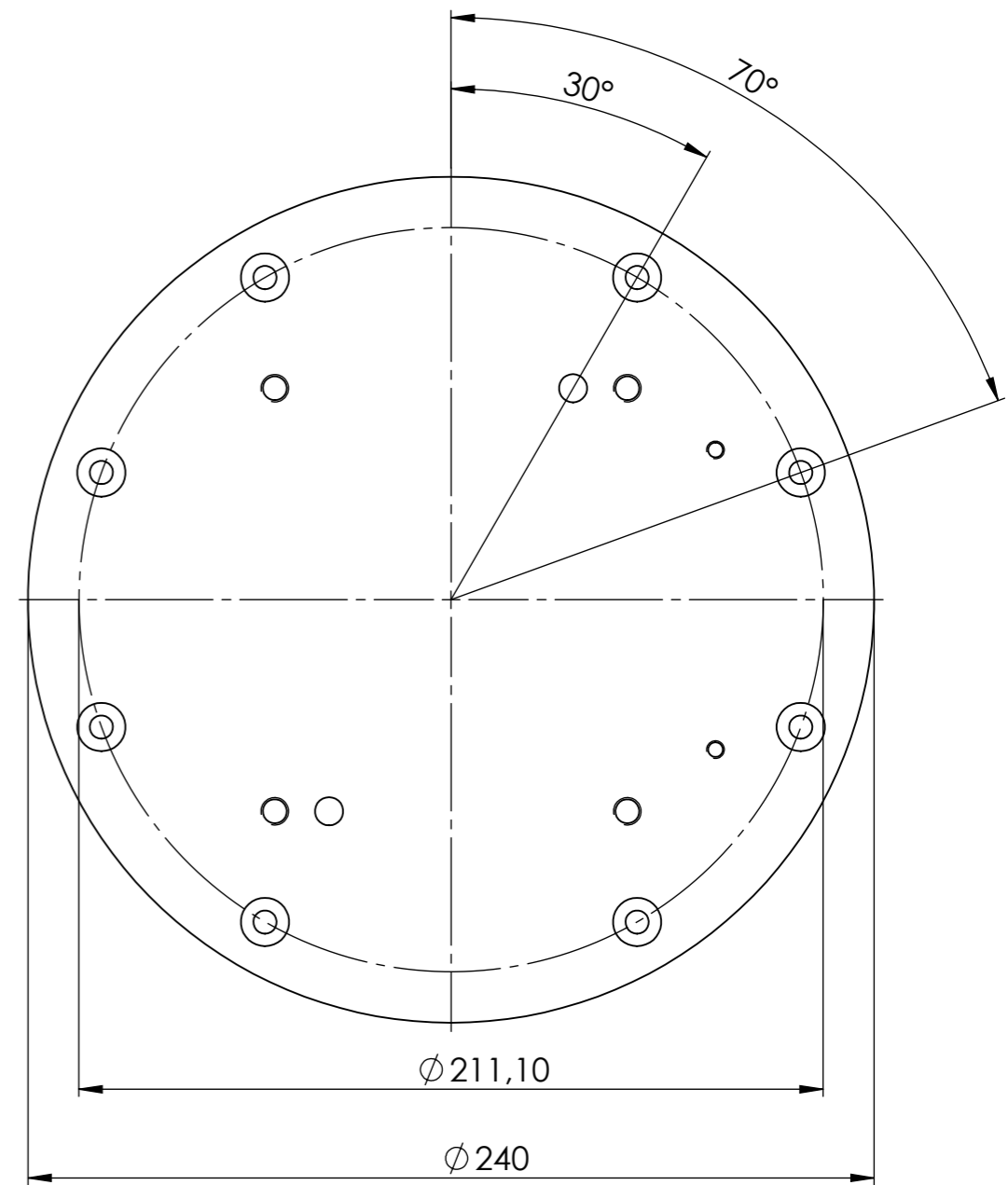
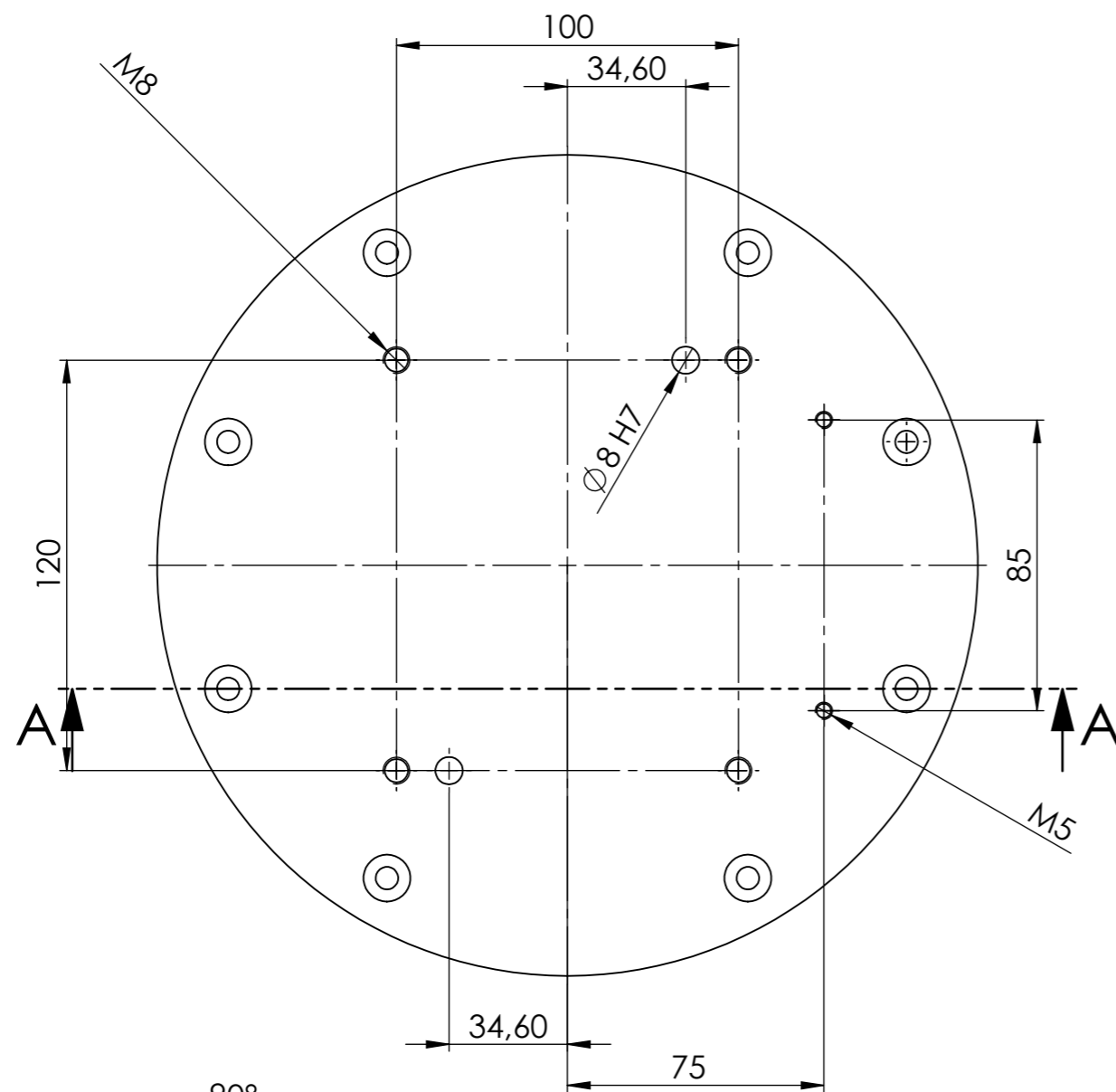
Design by CADLab



Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt: <b>POSTOLJE</b>		Objekt broj: 21044-A-0303		
		R. N. broj:		
Napomena:				Kopija
Materijal: <b>S235JR</b>		Masa:		
	Naziv: <b>CIJEV</b>		Pozicija: <b>2</b>	Format: <b>A3</b>
Mjerilo originala			Listova: <b>1</b>	
<b>M1:2</b>	Crtež broj: <b>21044-P-03032</b>		List: <b>1</b>	



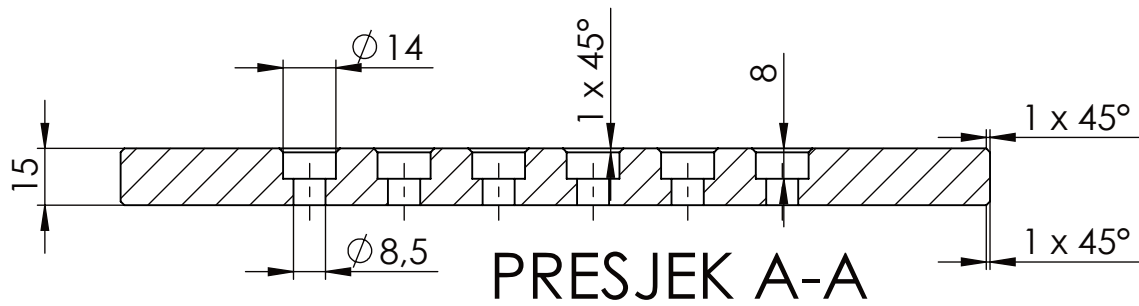
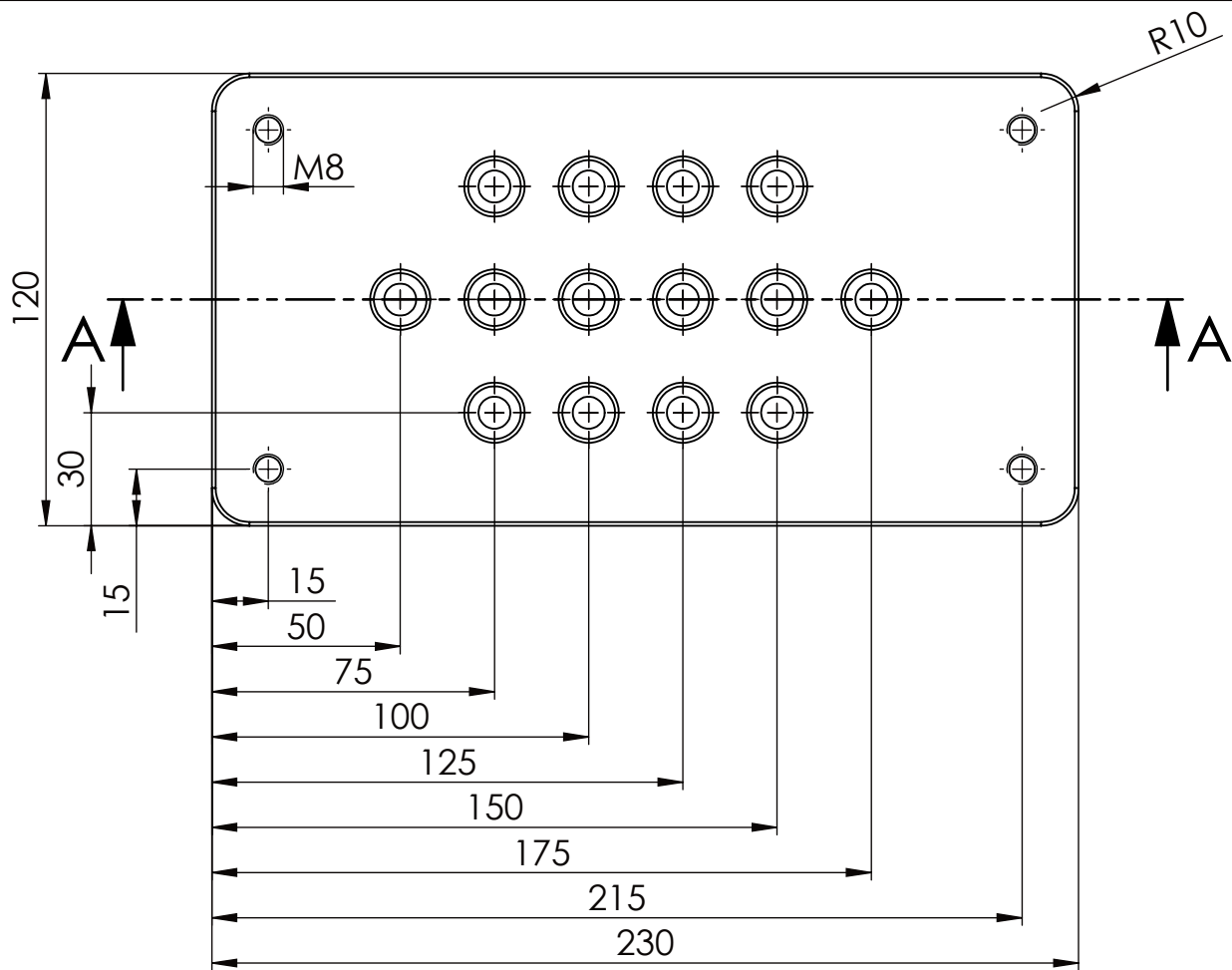
Design by CADLab



PRESJEK A-A

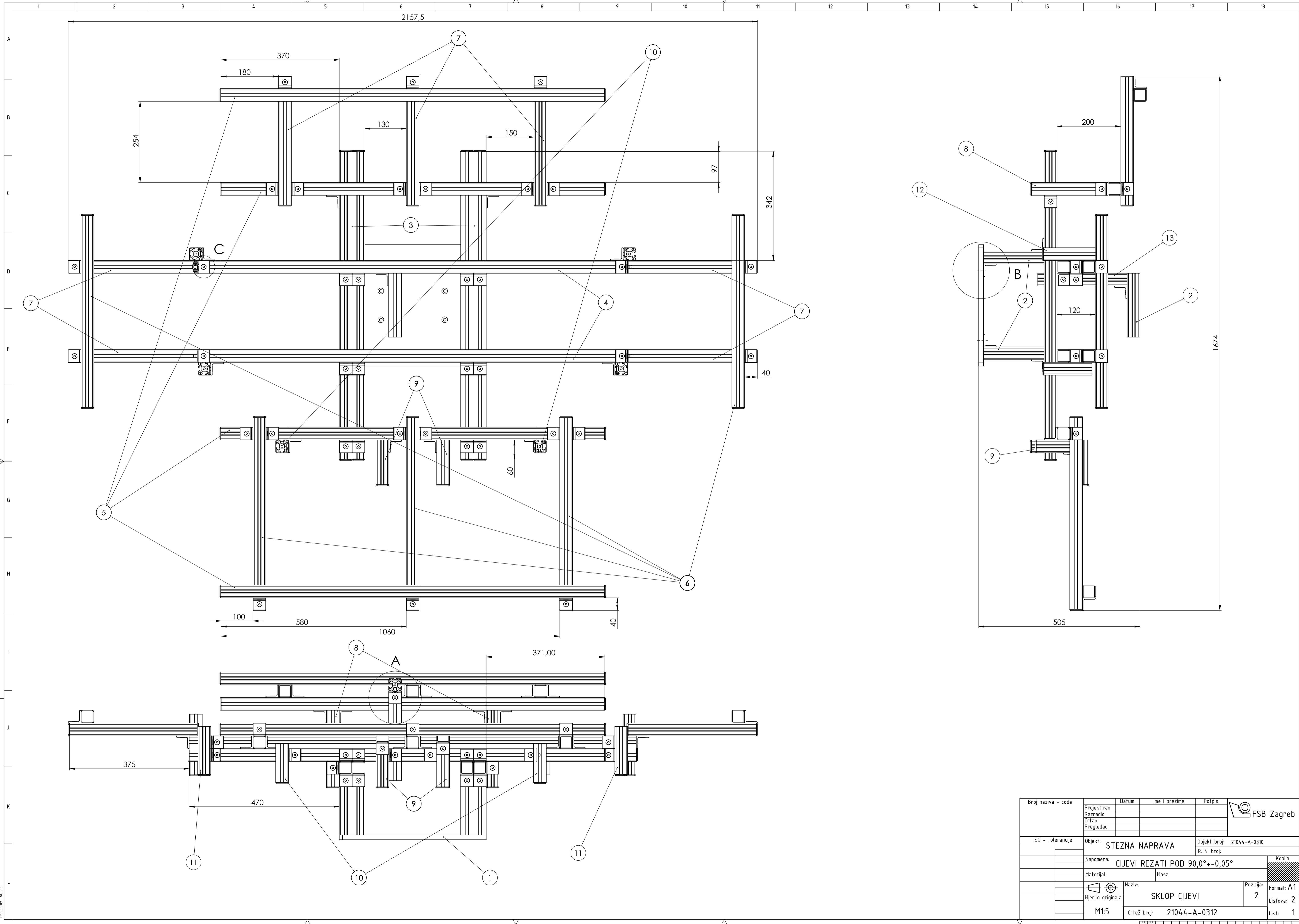
Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt:	SKLOP POSTOLJA		Objekt broj:	21044-A-0311
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal:		Masa:		
	Naziv:		Pozicija:	Format: A3
Mjerilo originala	GORNJA PLOČA		2	Listova: 1
M1:2	Crtež broj:		21044-P-0310	List: 1

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

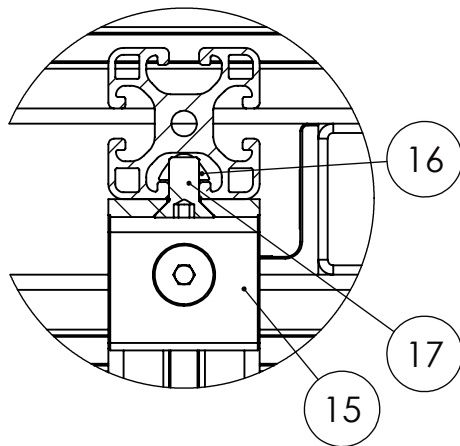


PRESJEK A-A

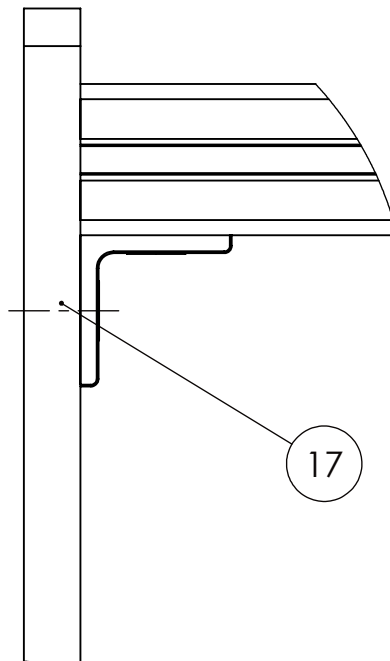
	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao				
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt: SKLOP POSTOLJA			Objekt broj: 21044-A-0311	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal:		Masa:		
		Naziv: MEĐUPLOČA		Pozicija: 8
Mjerilo originala				Format: A4
M1:2				Listova: 1
		Crtež broj: 21044-P-0312		List: 1



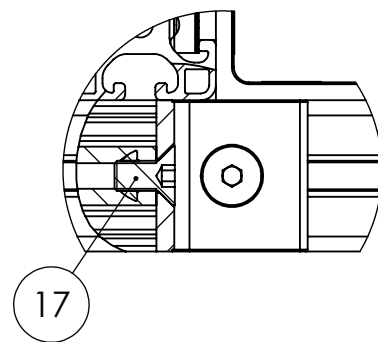
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
	Razradio				
	Crtao				
	Pregledao				
ISO - tolerancije	Objekt:	STEZNA NAPRAVA		Objekt broj: 21044-A-0310	
	Napomena:	CIJEVI REZATI POD 90,0° ± 0,05°		R. N. broj:	Kopija
	Materijal:	Masa:			
	Mjerilo originala	Naziv:	SKLOP CIJEVI	Pozicija: 2	Format: A1
	M1:5	Crtež broj:	21044-A-0312	Listova: 2	List: 1



DETALJ A




DETALJ B

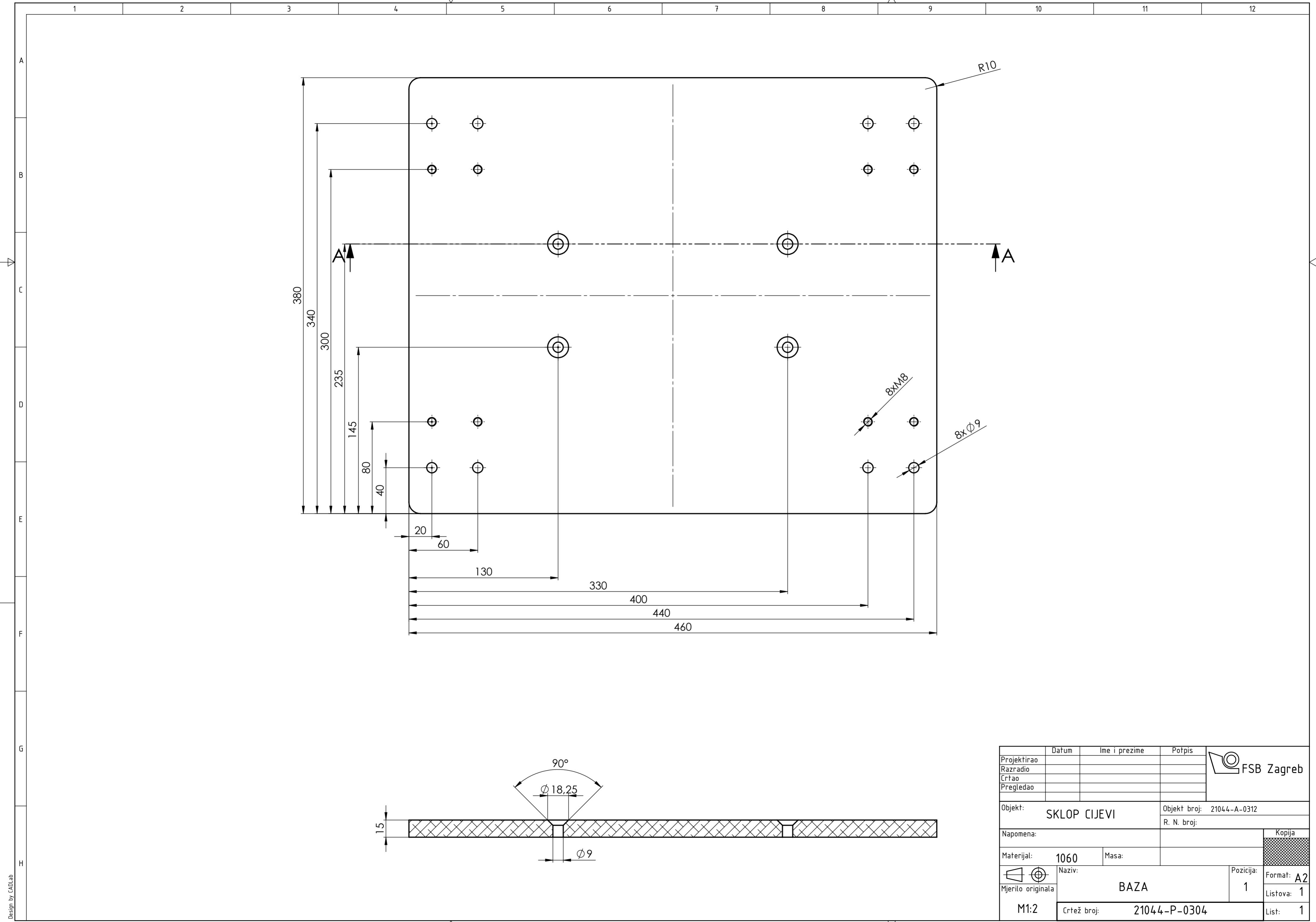


DETALJ C

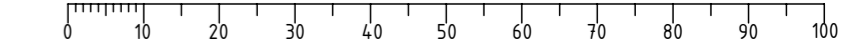
17	VIJAK	170	DIN 7991		M8x16	
16	T-Slot Nut V 8 St M8	146	0.0.480.48		ITEM	
15	Angle Bracket 8 40 right-angled	81	0.0.665.53		ITEM	
14	Profile 8 40x40	1	Profile 8 40x40		200	
13	Profile 8 40x40	1	Profile 8 40x40		280	
12	Profile 8 40x40	2	Profile 8 40x40		190	
11	Profile 8 40x40	2	Profile 8 40x40		150	
10	Profile 8 40x40	2	Profile 8 40x40		120	
9	Profile 8 40x40	4	Profile 8 40x40		140	
8	Profile 8 40x40	2	Profile 8 40x40		240	
7	Profile 8 40x40	7	Profile 8 40x40		400	
6	Profile 8 40x40	5	Profile 8 40x40		600	
5	Profile 8 40x40	4	Profile 8 40x40		1200	
4	Profile 8 80x40	2	Profile 8 80x40		1400	
3	Profile 8 80x40	2	Profile 8 80x40		960	
2	Profile 8 80x40	4	Profile 8 80x40		190	
1	Baza	1	21044-P-0304	1060	460x380x15	

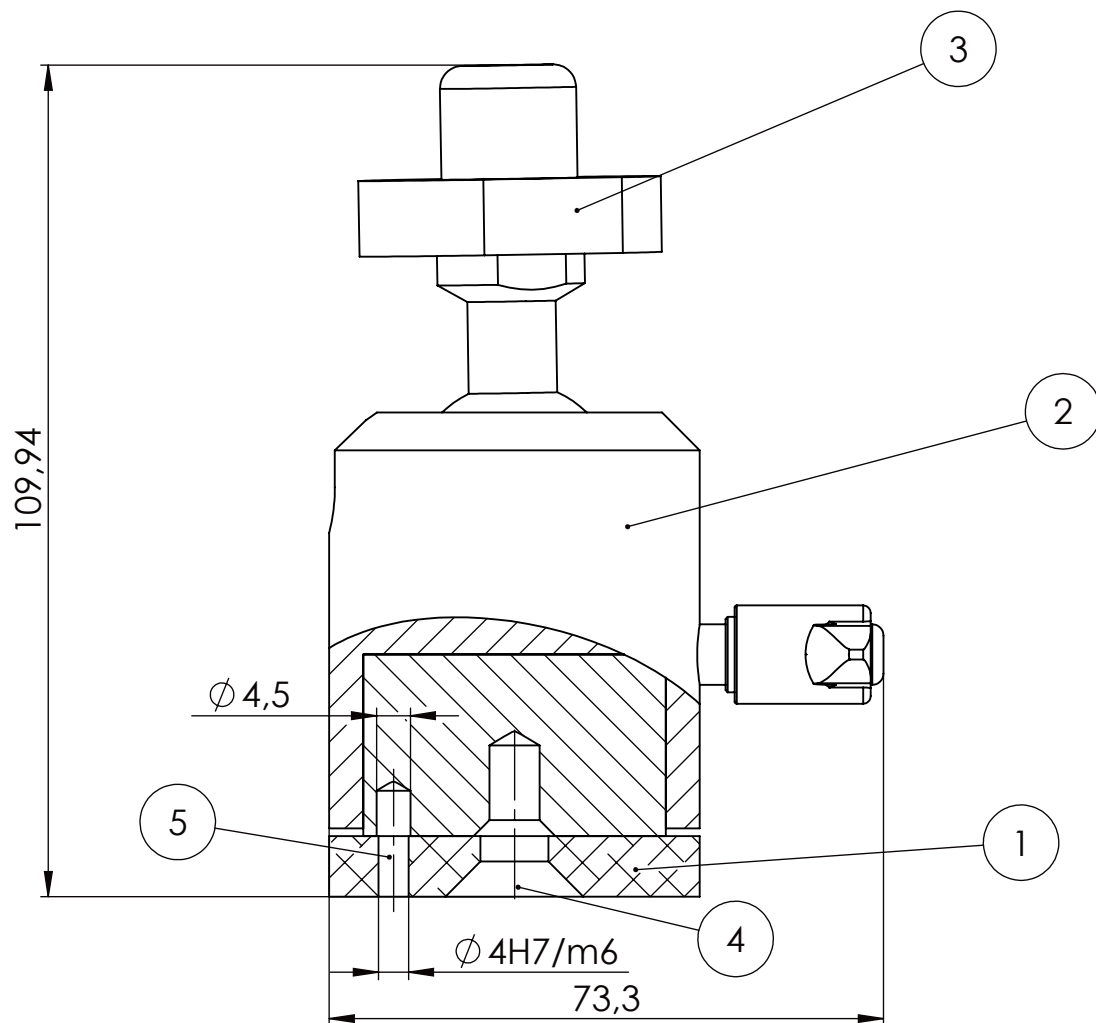
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
	Datum	Ime i prezime		Potpis		
	Projektirao					
	Razradio					
	Crtao					
	Pregledao					
Objekt:			<b>STEZNA NAPRAVA</b>		Objekt broj: 21044-A-0310	
					R. N. broj:	
Napomena: CIJEVI REZATI POD 90,0° ± 0,05°					Kopija	
Materijal:			Masa:			
		Naziv:			Pozicija:	
Mjerilo originala		SKLOP CIJEVI			2	
M1:5		Crtež broj: 21044-A-0312			Format: A4	Listova: 2
					List: 2	


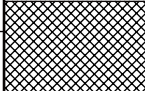




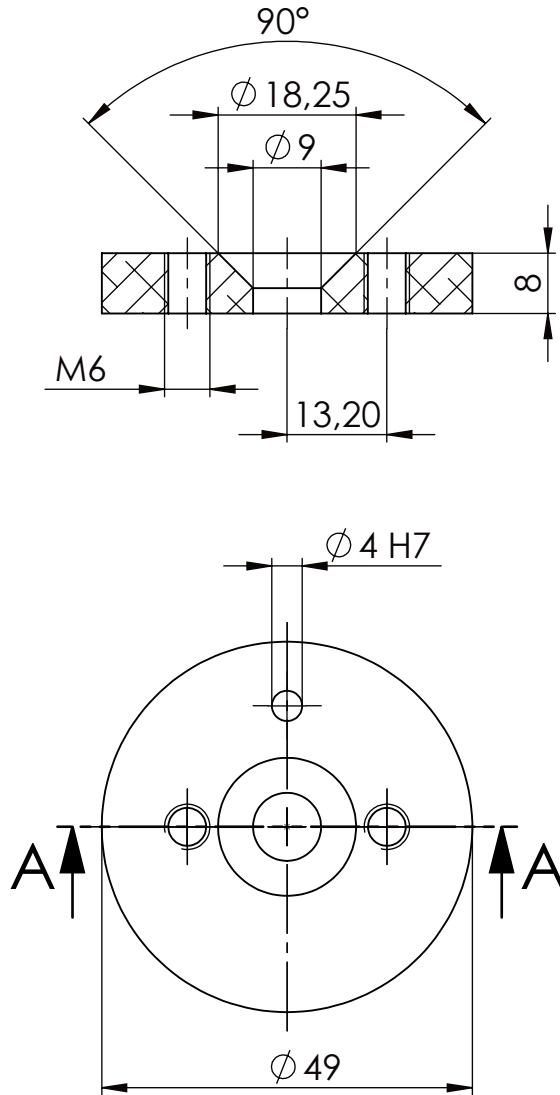
Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt:		SKLOP CIJEVI		Objekt broj: 21044-A-0312
				R. N. broj:
Napomena:				Kopija
Materijal:	1060	Masa:		
Mjerilo originala	Naziv: BAZA		Pozicija: 1	Format: A2
M1:2	Crtež broj: 21044-P-0304		Listova: 1	List: 1


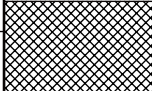




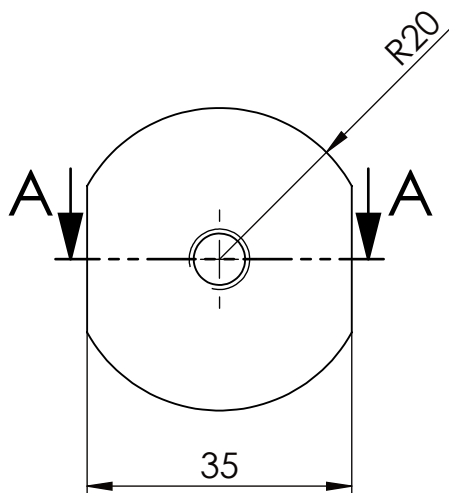
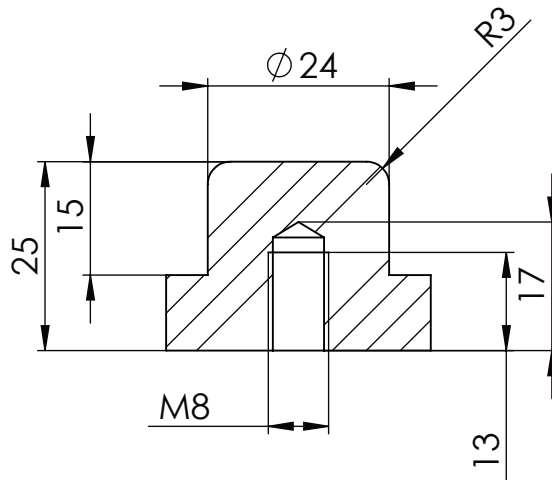
6						
5	TIPLA	1	DIN 7		$\phi$ 4x16	
4	VIJAK	1	DIN 7991		M8x20	
3	CENTRIRAČ	1	21044-P-0306	UHMW	$\phi$ 40x25	
2	Swivel ball joints	1	GN 784-49-M8-B-1-ELS		GN 784	
1	PLOČICA	1	21044-P-0307	1060	$\phi$ 49x8	
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
		Datum	Ime i prezime		Potpis	
		Projektirao				
		Razradio				
		Crtao				
		Pregledao				
ISO - tolerancije		Objekt: <b>STEZNA NAPRAVA</b>			Objekt broj: 21044-A-0310	
$\phi$ 4H7/m6					R. N. broj:	
+0,012						
+0,008						
		Napomena:				Kopija
		Materijal:		Masa:		
		Naziv:			Pozicija:	Format: <b>A4</b>
		Mjerilo originala			<b>4</b>	Listova: <b>1</b>
		<b>M1:1</b>			List: <b>1</b>	
		Crtež broj: <b>21044-A-0320</b>				

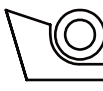
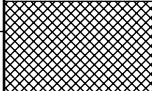
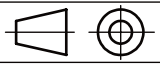
# PRESJEK A-A

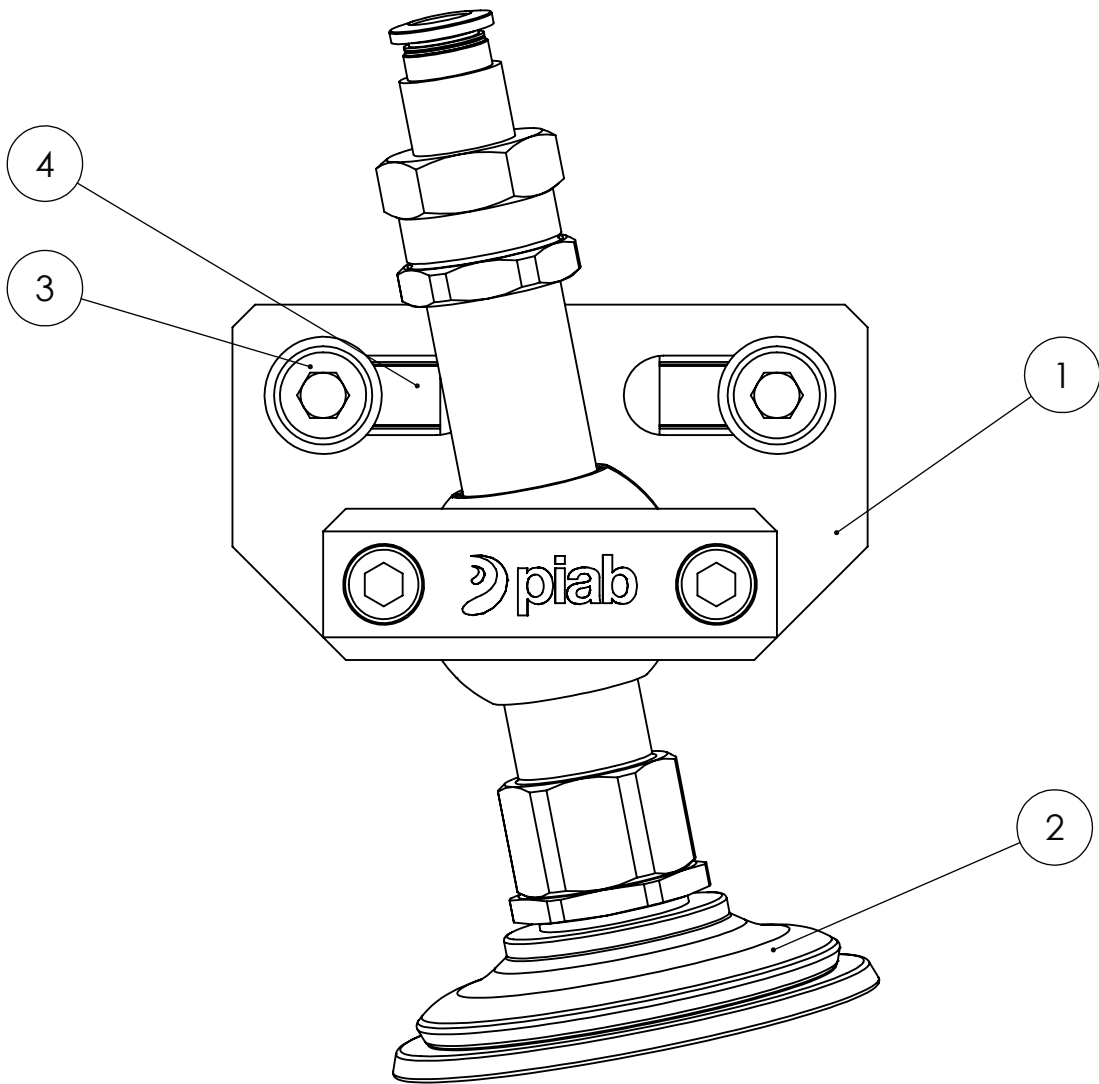



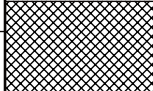
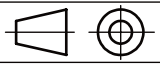
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
Projektirao				
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt: <b>POZICIONER</b>			Objekt broj: 21044-A-0320	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal: <b>1060</b>			Masa:	
Naziv: <b>PLOČICA</b>			Pozicija: <b>1</b>	
Mjerilo originala				Format: <b>A4</b>
<b>M1:1</b>			Crtež broj: <b>21044-P-0307</b>	Listova: <b>1</b>
				List: <b>1</b>

# PRESJEK A-A



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
Projektirao				
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt:		<b>POZICIONER</b>		Objekt broj: 21044-A-0320
				R. N. broj:
Napomena:				Kopija
Materijal: <b>UHMW</b>		Masa:		
 Mjerilo originala <b>M 1:1</b>	Naziv: <b>CENTRIRAČ</b>		Pozicija: <b>3</b>	
Crtež broj: <b>21044-P-0306</b>			Format: <b>A4</b>	Listova: <b>1</b>
			List: <b>1</b>	



4	T-komad	2	T-Slot Nut V 8 St M8	ITEM		
3	Vijak	2	DIN 912	M8x22		
2	Stezaljka	1	S.PAB60NP60.G38M.01	PIAB		
1	Nosač stezaljke	1	FSCM.P.18.80.G38F.G38M	PIAB		
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao						
Razradio						
Crtao						
Pregledao						
Objekt:			STEZNA NAPRAVA		Objekt broj: 21044-A-0310	
					R. N. broj:	
Napomena:					Kopija	
Materijal:			Masa:			
		Naziv:				
Mjerilo originala		SKLOP STEZALJKE			Format: A4	
M1:1		Crtež broj: 21044-A-0340			Listova: 1	
					List: 1/1	