

Idejno konstrukcijsko rješenje nadogradnje vertikalne tokarilice numerički upravljanim posmičnim prigonima

Poštek, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2025

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:235:161777>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Karlo Poštek

Zagreb, 2025.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

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

Student:

Karlo Poštek

Zagreb, 2025.

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

Zahvaljujem svome mentoru dr.sc. Tomislavu Staroveškom, dipl.ing. na uloženom vremenu, trudu i udijeljenim savjetima prilikom izrade ovog rada.

Također bih se želio zahvaliti gospodinu Tomislavu Gotiću, vlasniku tvrtke Fripol d.o.o., na pruženoj prilici za rad na ovom završnom radu.

Karlo Poštek



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 / 25 – 06 / 1	
Ur.broj: 15 – 25 –	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Karlo Poštek** JMBAG: **0035239101**
Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Idejno konstrukcijsko rješenje nadogradnje vertikalne tokarilice numerički upravljanim posmičnim prigonima**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Design concept for a vertical lathe retrofit with CNC feed drives**

Opis zadatka:

Na Katedri za alatne strojeve planira se projekt revitalizacije vertikalne tokarilice (tip 109, njemačkog proizvođača Schiess Moweg GmbH). Predmetni stroj je starije generacije i nije opremljen numeričkim upravljanjem. Međutim, kako se radi o stroju većih gabarita čiji su prigoni u dobrom općem stanju (bez vidljivih znakova trošenja), nadogradnja stroja sustavom numeričkog upravljanja (CNC) značila bi značajne uštede u odnosu na nabavu novog stroja sličnih karakteristika. U tom smislu je nadogradnja posmičnih prigona nezaobilazan korak u pripremi projekta nadogradnje.

Stoga je u radu potrebno:

1. Napraviti detaljan uvid u zatečeno stanje stroja te identificirati i opisati elemente posmičnih prigona.
2. Na osnovi izvršenog uvida i postojeće dokumentacije izraditi 3D CAD model stroja u CAD softveru po vlastitom izboru. Kod izrade CAD modela posebnu pažnju je potrebno posvetiti elementima posmičnih prigona.
3. Predložiti idejno kontrakcijsko rješenje kojim bi se posmični prigoni mogli prilagoditi za nadogradnju sustavom numeričkog upravljanja. Prijedlog treba biti izveden na način koji zadržava mogućnost ručnog upravljanja strojem, te treba sadržavati i prijedlog izbora odgovarajućih pogonskih motora.
4. Izraditi sklopne i radioničke crteže svih pozicija predloženih u prethodnom koraku.
5. Dati zaključke rada.

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

Zadatak zadan:

30. 11. 2024.

Zadatak zadao:

Izv. prof. dr. sc. Tomislav Staroveški

Datum predaje rada:

1. rok: 20. i 21. 2. 2025.
2. rok: 10. i 11. 7. 2025.
3. rok: 18. i 19. 9. 2025.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 24. 2. – 28. 2. 2025.
2. rok: 15. 7. – 18. 7. 2025.
3. rok: 22. 9. – 26. 9. 2025.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Damir Godec

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK.....	VII
SUMMARY	VIII
1. UVOD.....	1
2. TOKARENJE I TOKARILICE	2
2.1. Tokarenje	3
2.2. Tokarilica	4
2.3. Podjela tokarilica.....	5
2.3.1. Vertikalne tokarilice.....	5
2.3.2. Podjela prema stupnju automatizacije i integracije.....	5
3. UVID U ZATEČENO STANJE STROJA SCHIESS MOWEG.....	8
3.1. Dijelovi stroja Schiess Moweg	9
3.1.1. Trapezno navojno vreteno.....	9
3.1.2. Vodicice.....	9
3.1.3. Glavni, poprečni i vertikalni suport	10
3.1.4. Sklop za ručno pokretanje posmičnih prigona.....	11
3.1.5. Radni stol	12
3.1.6. Revolverska glava.....	13
4. IDEJNO KONSTRUKCIJSKO RJEŠENJE.....	14
4.1. Opis idejno konstrukcijskog rješenja	15
4.2. Temeljne ploče prigona X i Z osi.....	17
4.3. Prihvatna ploča.....	17
4.4. Prirubnica motora.....	18

4.5. Ukruta.....	18
4.6. Servomotor.....	19
4.7. Remenski prijenos.....	20
4.7.1. Remenice.....	20
4.7.2. Remen	20
4.8. Stezna čahura	21
4.9. Vodilice.....	21
4.10. Zaštitna ploča	21
4.11. Sigurnosna brava.....	22
5. ZAKLJUČAK.....	24
LITERATURA.....	25
PRILOZI.....	26

POPIS SLIKA

Slika 1.	Podjela postupaka obrade odvajanjem prema normi DIN 8580 [2]	2
Slika 2.	Gibanja kod tokarenja [3]	3
Slika 3.	Osnovni dijelovi klasične tokarilice [4]	4
Slika 4.	Vertikalna tokarilica s označenim osima [6]	5
Slika 5.	Podjela prema stupnju automatizacije i integracije [7]	6
Slika 6.	Schiess Moweg tip 109.....	8
Slika 7.	Trapezno navojno vreteno predmetnog stroja	9
Slika 8.	Vodilice predmetnog stroja	10
Slika 9.	Suporti predmetnog stroja	11
Slika 10.	Sklopovi za pokretanje i kućište reduktora	12
Slika 11.	Radni stol.....	12
Slika 12.	Revolverska glava	13
Slika 13.	Idejno konstrukcijsko rješenje.....	14
Slika 14.	Tlocrt idejno konstrukcijskog rješenja	14
Slika 15.	Idejno konstrukcijsko rješenje.....	15
Slika 16.	Kućište reduktora nakon obrade.....	16
Slika 17.	Spojke gonjenih vratila prigona X osi (lijevo) i Z osi (desno).....	16
Slika 18.	Temeljna ploča prigona Z osi (1)	17
Slika 19.	Prihvatna ploča (3)	17
Slika 20.	Prirubnica motora (5)	18
Slika 21.	Ukruta (4)	18
Slika 22.	Servomotor [11]	19
Slika 23.	Stezna čahura [15]	21
Slika 24.	Zaštitna ploča	22
Slika 25.	Sigurnosna brava [16]	22
Slika 26.	3D model predmetnog stroja	23

POPIS TABLICA

Tablica 1. Podaci pogonskog servomotora [12].....	19
Tablica 2. Podaci remenica [13].....	20
Tablica 3. Podaci remena prigona Z osi [14]	20
Tablica 4. Podaci remena prigona X osi [14].....	20

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

KP-ZR-2425-000	Idejno konstrukcijsko rješenje
KP-ZR-2425-001	Temeljna ploča prigona X osi
KP-ZR-2425-002	Temeljna ploča prigona Z osi
KP-ZR-2425-003	Vanjska ukruta
KP-ZR-2425-004	Prihvatna ploča
KP-ZR-2425-005	Prirubnica motora
KP-ZR-2425-006	Spojka gonjenog vratila prigona X osi
KP-ZR-2425-007	Spojka gonjenog vratila prigona Z osi
KP-ZR-2425-008	Kućište reduktora
KP-ZR-2425-009	Vodilica
KP-ZR-2425-010	Zaštitna ploča
KP-ZR-2425-011	Ručka

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
CNC	-	Computer numerical control
CAD	-	Computer-aided design
SHIP	-	Sredstvo za hlađenje i pranje
v_c	m/min	Glavna brzina rezanja
f	mm/min	Posmak
a_p	mm	Dubina rezanja

SAŽETAK

U ovom završnom radu dani su rezultati uvida u zatečeno stanje stroja koje je provedeno u svrhu pripreme projekta revitalizacije vertikalne tokarilice proizvođača Schiess Moweg GmbH, tip 109. Na samom početku rada dan je kratki opis obrade odvajanjem čestica, tokarenja i tokarilica. Također, u svrhu približavanja i boljeg razumijevanja predmetne tematike dana je podjela alatnih strojeva prema stupnju automatizacije i integracije. U eksperimentalnom dijelu opisani su elementi predmetnog stroja s uvidom u elemente posmičnih prigona. Predloženo je idejno konstrukcijsko rješenje nadogradnje vertikalne tokarilice numerički upravljanim posmičnim prigonima. Na samom kraju izrađen je 3D model stroja u programskom paketu Dassault Systems, Solidworks.

Ključne riječi: vertikalna tokarilica, posmični prigoni

SUMMARY

In this final thesis, the results of an assessment of the existing condition of the machine, conducted as part of the preparation for the revitalization project of a vertical lathe manufactured by Schiess Moweg GmbH, model 109, are presented. At the beginning of the thesis, a brief description of machining by material removal, turning, and lathes is provided. Additionally, to facilitate a better understanding of the topic, an overview of the classification of machine tools based on the level of automation and integration is given. In the experimental section, the components of the machine are described, with a focus on the feed drive elements. A conceptual design solution for upgrading the vertical lathe with numerically controlled feed drives is proposed, with a description of its components. Finally, a 3D model of the machine was created using Dassault Systems SolidWorks software package.

Key words: vertical lathe, feed drives

1. UVOD

Na Katedri za alatne strojeve planira se projekt revitalizacije vertikalne tokarilice (tip 109, njemačkog proizvođača Schiess Moweg GmbH). Radi se o predmetnom stroju starije generacije koji nije opremljen numeričkim upravljanjem. Kako se radi o stroju većih gabarita čiji su prigoni u dobrom općem stanju, bez vidljivih znakova trošenja, nadogradnja stroja sustavom numeričkog upravljanja (CNC) značila bi značajne uštede u odnosu na nabavu novog stroja sličnih karakteristika.

U teorijskom dijelu ovog završnog rada ukratko je opisana obrada odvajanjem čestica, postupak tokarenja, tokarilice te njihove podjele.

U eksperimentalnom dijelu ovog završnog rada dan je uvid u stečeno stanje predmetnog stroja te su opisani elementi posmičnih prigona. Predloženo je konstrukcijsko rješenje kojim bi se posmični prigoni mogli prilagoditi za nadogradnju sustavom numeričkog upravljanja. Također, na osnovi izvršenog uvida, izrađen je 3D CAD model stroja u programskom paketu Dassault Systems, SolidWorks.

2. TOKARENJE I TOKARILICE

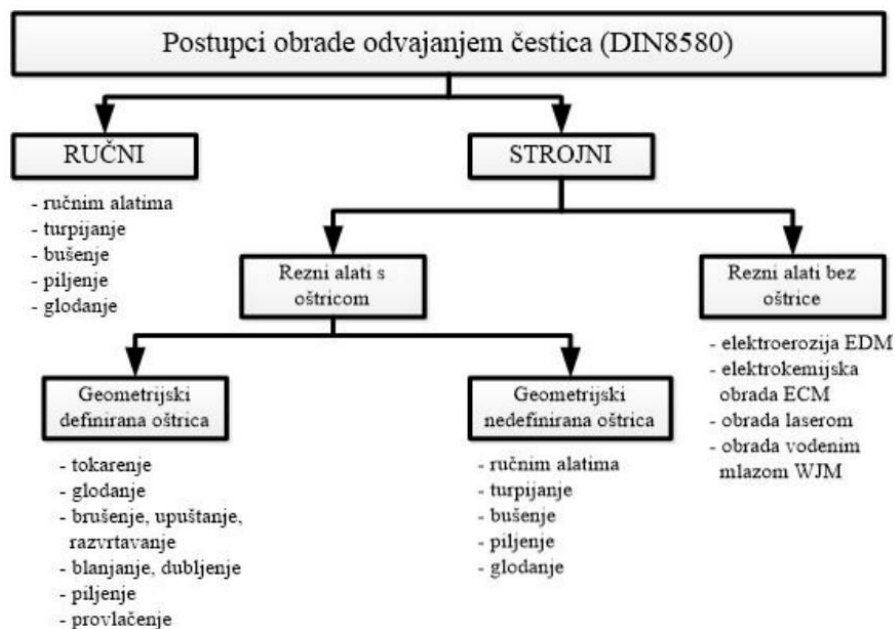
Obrada odvajanjem čestica je postupak proizvodnje u kojem se odvajanjem materijala dodaje vrijednost proizvodu. Neke od prednosti ovog postupka jesu:

- Najbolji i jedini način formiranja oštih rubova, ravnih površina te unutarnjih i vanjskih profila
- Mogu se obrađivati svi materijali različitih tvrdoća
- Omogućuje postizanje tražene točnosti dimenzija, uskih tolerancija i dobre kvalitete obrađene površine
- Moguće su obrade u širokom rasponu dimenzija
- Uzrokuje vrlo malo promjene u materijalu obratka.

Nedostatci obrade odvajanjem čestica su sljedeći:

- Generiranje odvojenih čestica
- Mikroklima je pod jakim utjecajem obradnih procesa (toplina, buka, SHIP)
- Veliki udio pomoćnih i pripremnih vremena [1].

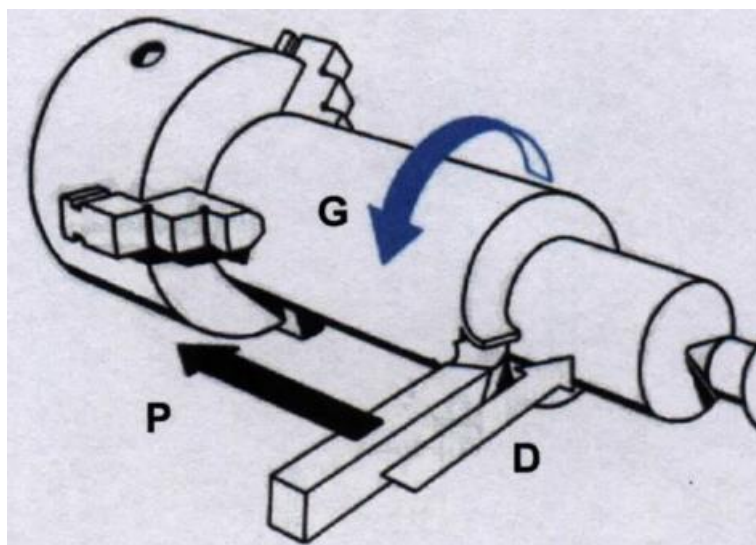
Na slici 1. prikazana je podjela postupaka obrade odvajanjem prema normi DIN 8580.



Slika 1. Podjela postupaka obrade odvajanjem prema normi DIN 8580 [2]

2.1. Tokarenje

Tokarenje je postupak obrade odvajanjem materijala s pomoću kojeg se proizvode rotacijsko simetrični dijelovi. Glavno gibanje (G) izvršava obradak koji je stegnut u steznu napravu, amerikaner, dok alat izvršava pomoćna gibanja koja omogućuju skidanje slojeva materijala u svrhu postizanja željenog oblika. Pomoćna gibanja sastoje se od posmičnog gibanja (P) koje služi za održavanje kontakta između alata i obratka, dostavnog gibanja (D) s pomoću kojeg se zauzima dubina rezanja i povratnog gibanja koji vraća alat u brzom hodu. Na slici 2. prikazana su gibanja koja se javljaju kod tokarenja [3].



Slika 2. Gibanja kod tokarenja [3]

Parametri kod tokarenja povezani su sa smjerovima navedenih gibanja, a ti parametri su sljedeći:

- Brzina rezanja v_c je brzina kojom se alat giba kroz obradak i orijentirana je u smjeru glavnog gibanja.
- Posmak f je relativno gibanje alata prema obratku te je okomit na vektor glavne brzine rezanja i orijentiran je u smjeru posmičnog gibanja.
- Dubina rezanja a_p vezana je uz dostavno gibanje [3].

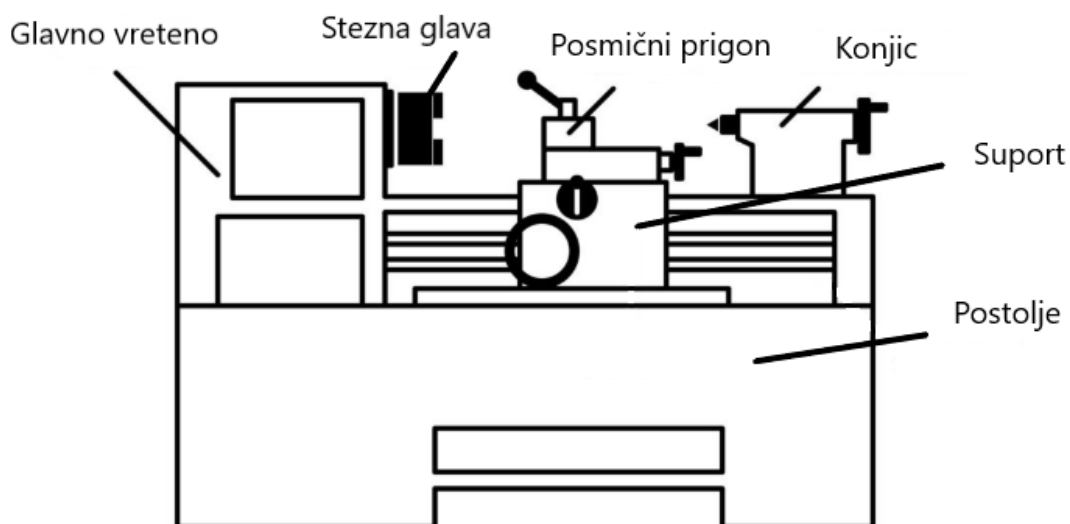
Tokarenje se može podijeliti prema kinematici (uzdužno, poprečno, uzdužno i poprečno), prema položaju tokarene površine (unutarnje i vanjsko) te prema kvaliteti (grubo i fino) [3].

2.2. Tokarilica

Tokarilica je alatni stroj koji se koristi za obradu rotirajućih dijelova uklanjanjem materijala pomoću reznih alata. Osim tokarenja, tokarilice omogućuju izvođenje dodatnih operacija poput bušenja, narezivanja i urezivanja navoja, profiliranja, upuštanja te razvrtanja [4].

Osnovni dijelovi tokarilice uključuju glavno vreteno, steznu glavu, suport, postolje, posmične prigone i konjic. Navedeni dijelovi su prikazani na slici 3. te su objašnjeni u nastavku:

- Glavno vreteno – služi za rotaciju obratka
- Stezna glava – služi za držanje i pozicioniranje obratka
- Suport – omogućuje vođenje reznih alata i njihovo pozicioniranje
- Postolje – predstavlja čvrstu bazu stroja koja osigurava stabilnost tijekom rada te na sebi nosi ostale dijelove
- Posmični prigoni – omogućuju pomicanje alata u različitim smjerovima kako bi se ostvarila željena obrada
- Konjic – nalazi se na suprotnoj strani glavnog vretena i služi kao potpora kod obrade dugih obradaka [4].



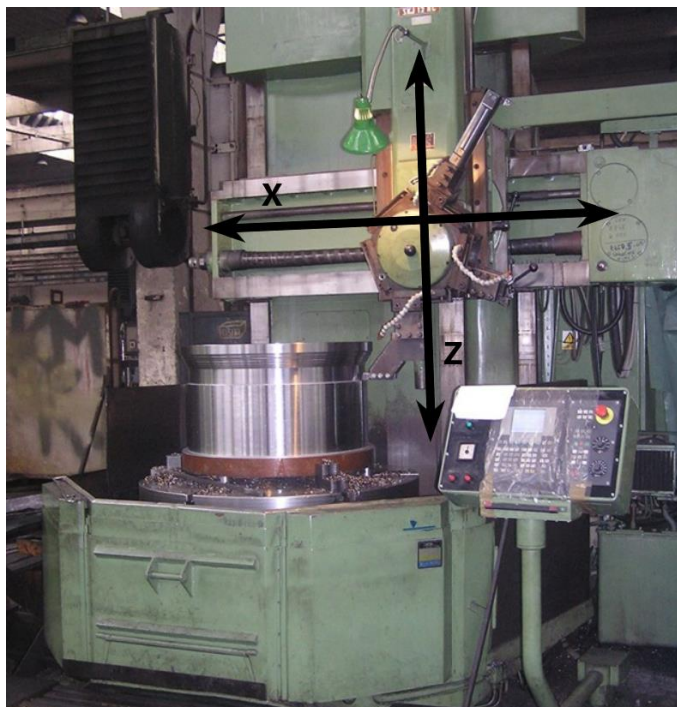
Slika 3. Osnovni dijelovi klasične tokarilice [4]

2.3. Podjela tokarilica

Tokarilice mogu biti izvedene tako da os glavnog vretena zajedno sa obratkom bude paralelna s krevetom tokarilice te se u tom slučaju radi o horizontalnim tokarilicama. Također, tokarilice mogu biti izvedene da os glavnog vretena i obratka bude okomita na krevet tokarilice pa se u tom slučaju radi o vertikalnim tokarilicama [5].

2.3.1. Vertikalne tokarilice

Vertikalne tokarilice su alatni strojevi kod kojih je vratilo glavnog vretena postavljeno okomito na horizontalnu ravninu. Koriste se za obradu dijelova velikih promjera i velikih masa. Na slici 4. prikazana je vertikalna tokarilica s označenim osima [3].

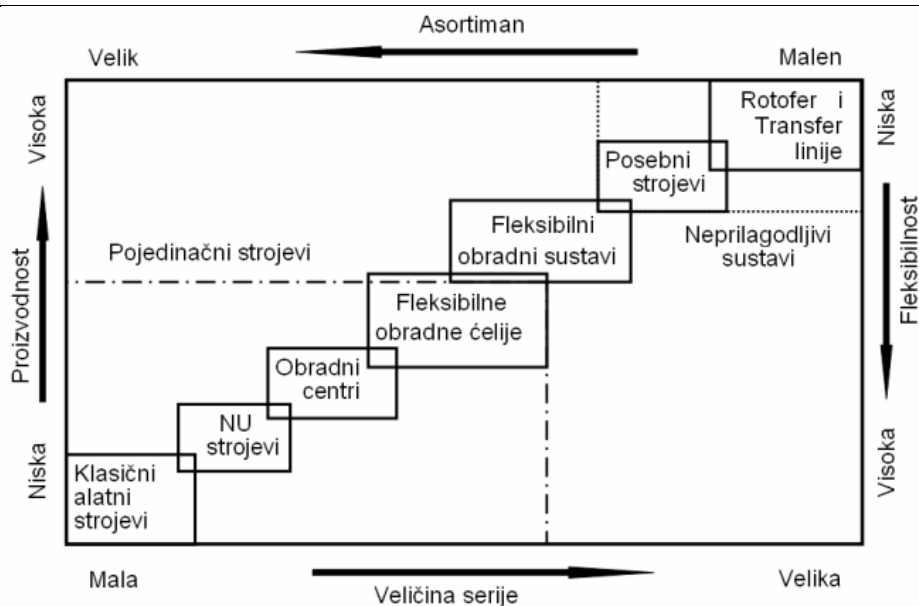


Slika 4. Vertikalna tokarilica s označenim osima [6]

Vertikalne tokarilice mogu biti jednostupne i dvostupne izvedbe. Jednostupne tokarilice imaju jedan vertikalni suport na kojem se nalazi revolverska glava koja može imati pet različitih reznih alata. Dvostupne tokarilice imaju dva vertikalna suporta na kojima se nalazi po jedna revolverska glava pa su iz tog razloga dvostupne tokarilice efikasnije [3].

2.3.2. Podjela prema stupnju automatizacije i integracije

Jedna od podjela tokarilica i alatnih strojeva općenito je prema stupnju automatizacije i integracije koja je prikazana na slici 5.



Slika 5. Podjela prema stupnju automatizacije i integracije [7]

Klasični alatni strojevi koriste se za oblikovanje, obradu i završnu obradu materijala, a njima upravlja operater ručno ili uz pomoć jednostavne mehanizacije. Pogodni su za manje serije i pojedinačnu proizvodnju zbog svoje visoke fleksibilnosti, no ograničenije im je smanjena produktivnost te preciznost izrade. Dodavanjem numeričkog upravljanja na klasični alatni stroj dobiju se numerički upravljani alatni strojevi (NUAS). To su automatizirani strojevi koji koriste programske naredbe za izvođenje obrade materijala te omogućuju visoku preciznost, ponovljivost i produktivnost. Koriste se u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji jer zahtijevaju intenzivno ručno posluživanje. Dodavanjem automatske izmjene alata i spremišta alata na numerički upravljanje alatne strojeve dobiju se obradni centri. Obradni centri su samostojeci NUAS koji se koriste u maloj i srednjoserijskoj proizvodnji uz često mijenjanje asortimana. Omogućuju višestraničnu i različitu višeoperacijsku obradu u jednom stezanju obratka. Obradni centri mogu biti tokarski, glodači ili brusni i to u horizontalnim i vertikalnim izvedbama te višenamjenski koji kombiniraju više različitih operacija. Tokarskih obradnih centra imaju spremište alata u revolverkoj glavi koja može imati pogonske alate za već navedenu višeoperacijsku obradu. Dodavanjem automatske izmjene obradaka i njihovo spremište uz sustav za pranje, sušenje, hlađenje i mjerenje obradaka te sustav za nadzor alata dobiju se fleksibilne obradne ćelije. Fleksibilne obradne ćelije koriste se u srednjoserijskoj proizvodnji te omogućuju autonoman rad u tri smjene, vikendima i praznicima. Automatska izmjena obradaka kod tokarskih obradnih ćelija može biti izvedena tako da šipkasti materijal prolazi kroz glavno vreteno ili da se postavi robot ili manipulator koji mijenja izratke s

pripremcima. Fleksibilni obradni sustavi su automatizirani i autonomni proizvodni sustavi koji omogućuju istovremenu obradu više različitih proizvoda uz minimalne promjene u procesu proizvodnje. Oni kombiniraju više obradnih centara i obradnih ćelija, robote, automatizirane transportne sustave te sustav za nadzor alata kako bi se postigla visoka efikasnost, preciznost i prilagodljivost u proizvodnji. Rotofer i transfer linije su neprilagodljivi proizvodni procesi koji se koriste u velikoserijskoj proizvodnji i imaju izrazito visoku produktivnost [7].

3. UVID U ZATEČENO STANJE STROJA SCHIESS MOWEG

U svrhu pripreme projekta revitalizacije izvršen je uvid u elemente posmičnih prigona predmetnog stroja proizvođača Schiess Moweg GmbH, tip 109 koji je prikazan na slici 6. Predloženo je idejno konstrukcijsko rješenje nadogradnje posmičnih prigona i prijedlog izbora pogonskih motora.



Slika 6. Schiess Moweg tip 109

3.1. Dijelovi stroja Schiess Moweg

U ovom potpoglavlju opisani su elementni jednostupne vertikalne tokarilice sa slike 6, s posebnim naglaskom na elemente posmičnih prigona.

Elementi posmičnih prigona predmetnog stroja koji su opisani u nastavku su sljedeći:

- Navojno trapezno vreteno
- Vodilice
- Sklop za ručno pokretanje posmičnih prigona
- Glavni, vertikalni i poprečni suport [8]

3.1.1. Trapezno navojno vreteno

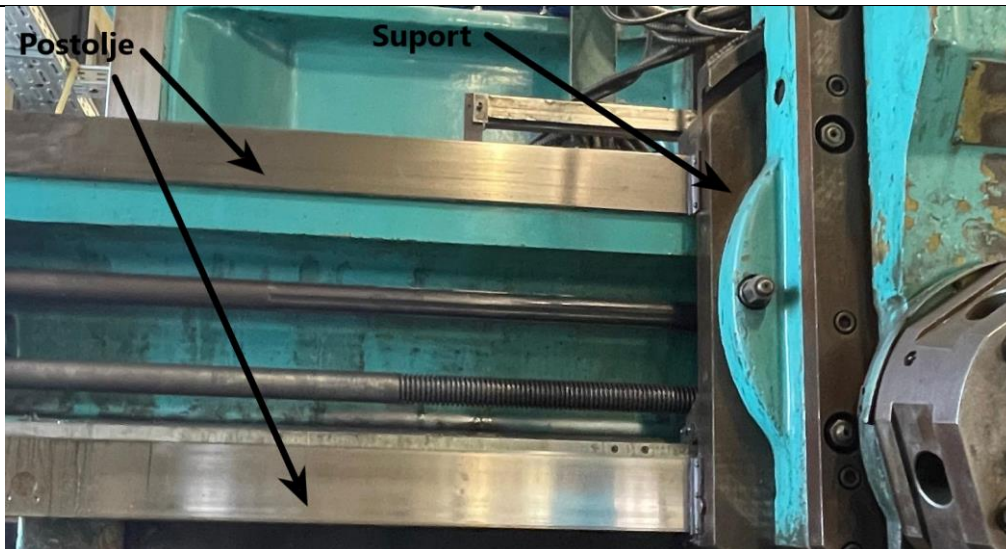
Trapezna navojna vretena koriste se u strojevima i postrojenjima za prijenos snage i gibanja. Translacijsko gibanje ostvaruje matica koja pretvara rotaciju navojnog vretena u translacijsko gibanje elementa koje se nalazi u sklopu matice. Na slici 7. prikazano je trapezno navojno vreteno predmetnog stroja [9].



Slika 7. Trapezno navojno vreteno predmetnog stroja

3.1.2. Vodilice

Vodilice su elementi alatnih strojeva kojima je zadaća povezivanje nepokretnih i pokretnih dijelova obradnog stroja te osiguravaju precizno i stabilno vođenje suportnih sklopova tijekom obrade. Vodilice su sklop koji se sastoji od nepokretnog postolja i klizača koji se nalazi na suportu. Postolje se sastoji od dijela koji služi za nošenje supporta te dijela koji služi za vođenje supporta. Predmetni stroj ima ravne vodilice koje imaju pravokutni oblik te omogućuju linearno kretanje. Vodilice predmetnog stroja prikazane su na slici 8 [10].

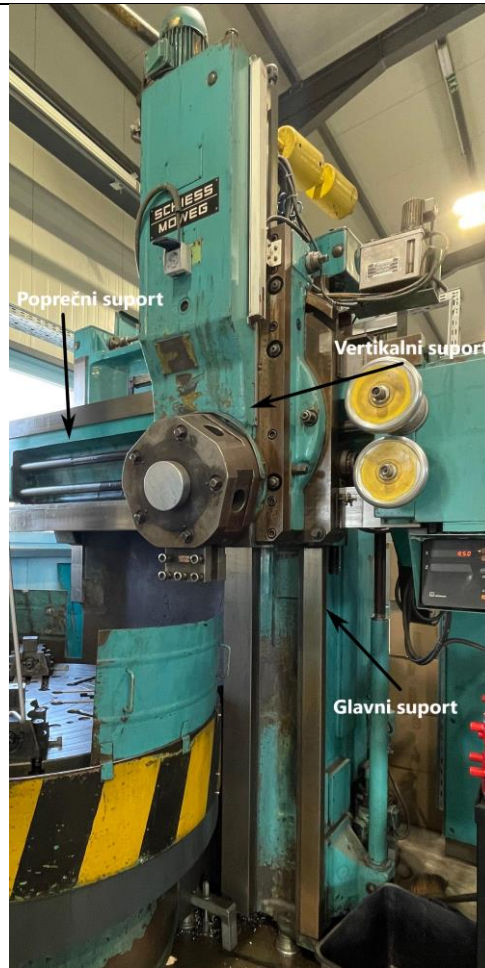


Slika 8. Vodilice predmetnog stroja

3.1.3. Glavni, poprečni i vertikalni suport

Suport je mehanički sklop koji omogućuje vođenje i pozicioniranje alata tijekom obrade te osigurava stabilnost i preciznost tijekom obrade. Sastoji se od tri dijela koji su prikazani na slici 9. te su opisani u nastavku:

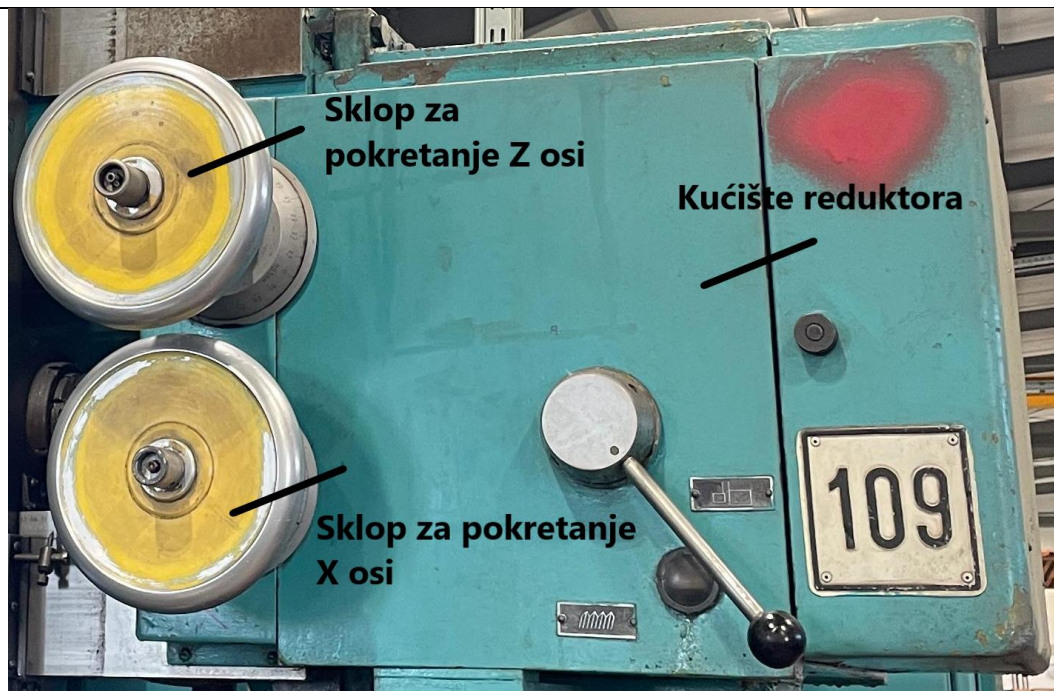
- Glavni suport – služi kao osnovna noseća konstrukcija za poprečni i vertikalni suport te se kreće duž vodilica postolja i omogućuje aksijalno kretanje alata u odnosu na obradak.
- Poprečni suport – kreće se duž vodilica na glavnom suportu. Omogućuje radijalno kretanje alata prema središtu obratka, to jest kreće se po X-osi. Ključan je za kontrolu dubine rezanja i fino podešavanje pozicije alata.
- Vertikalni suport – montiran je na poprečnom suportu i vodi se po njegovim vodilicama. Omogućuje aksijalno kretanje alata s pomoću čega se prilagođava visina reznog alata [8].



Slika 9. Suporti predmetnog stroja

3.1.4. Sklop za ručno pokretanje posmičnih prigona

Sklop za ručno pokretanje nalazi se na kućištu reduktora s kojom je povezano vratilima. Na predmetnom stroju nalaze se dva sklopa za ručno pokretanje, jedan služi za pozicioniranje X osi, a drugi za pozicioniranje Z osi. Pokretanje se vrši okretanjem ručnog kola s pomoću obje ruke te se okretni moment preko spojke prenosi na vratilo koje ulazi u reduktor. Na slici 10. prikazani su sklopovi za ručno pokretanje s označenim osima upravljanja i reduktor.



Slika 10. Sklopovi za pokretanje i kučište reduktora

3.1.5. Radni stol

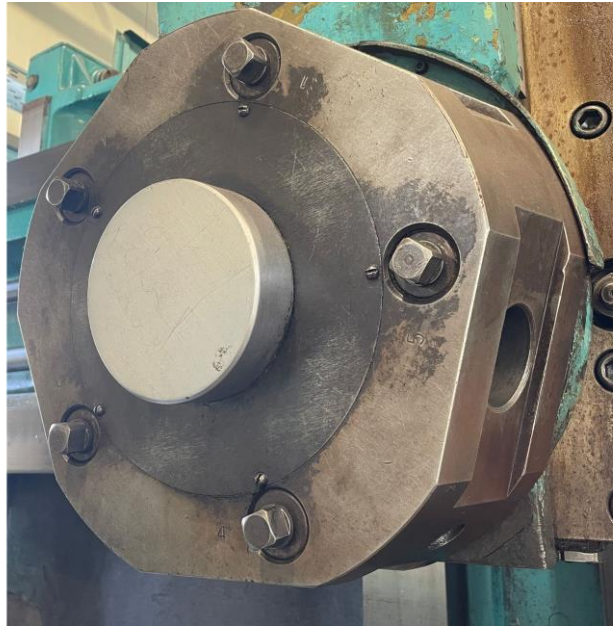
Radni stol služi za pričvršćivanje i rotiranje obradaka velikih promjera i masa te omogućuje precizno i stabilno tokarenje i regulaciju brzine vrtnje za različite vrste materijala i operacija. Na slici 11. prikazan je radni stol predmetnog stola.



Slika 11. Radni stol

3.1.6. *Revolverska glava*

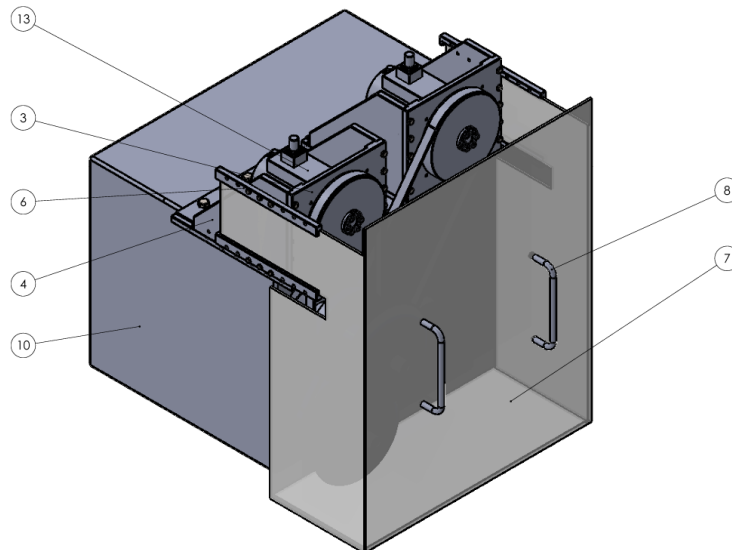
Revolverska glava nalazi se na vertikalnom suportu te služi za prihvat držača i izmjenu alata . Revolverska glava predmetnog stroja može primiti 5 držača alata, no njihova automatska izmjena nije moguća, već se izmjena alata koji vrši obradu obavlja ručno. Na slici 12. nalazi se revolverska glava predmetnog stroja.



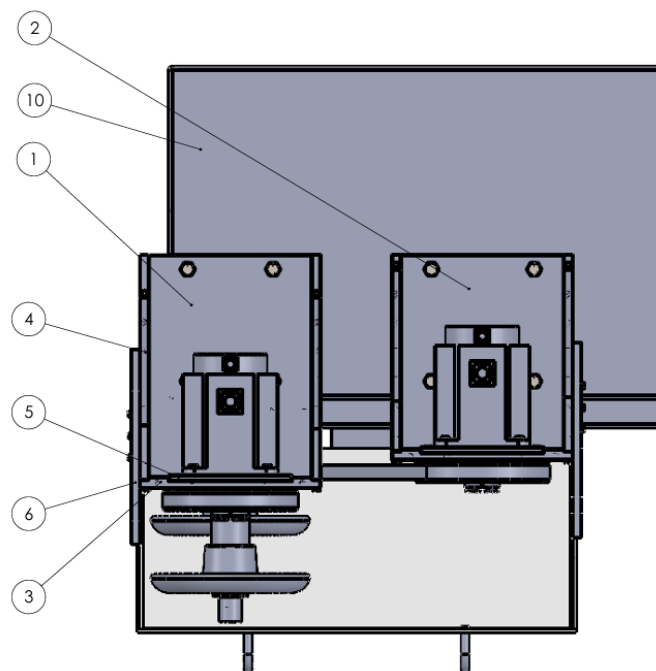
Slika 12. Revolverska glava

4. IDEJNO KONSTRUKCIJSKO RJEŠENJE

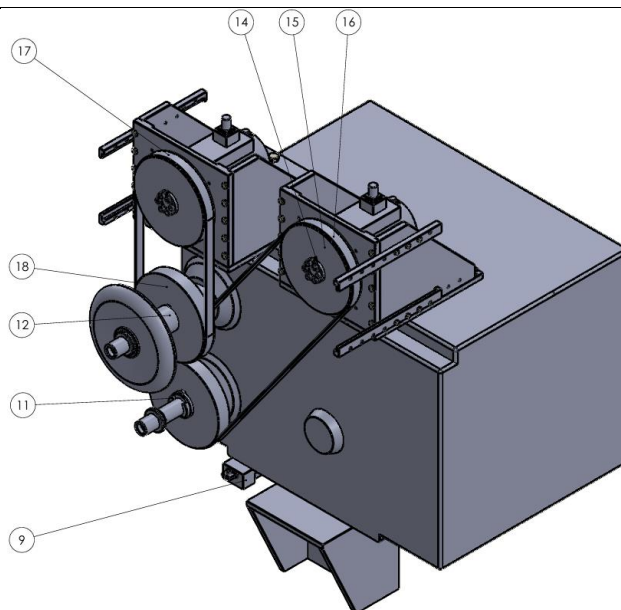
U ovom poglavlju opisan je prijedlog idejno konstrukcijskog rješenja nadogradnje posmičnih prigona s opisom dijelova koji su potrebni za izvedbu rješenja. Na početku na slikama 13., 14. i 15. prikazano je idejno konstrukcijsko rješenje namontirano na kućište reduktora s označenim pozicijama. Na samom kraju prikazan je 3D model stroja s idealnim konstrukcijskim rješenjem koji je modeliran u programsku paketu Solidworks.



Slika 13. Idejno konstrukcijsko rješenje



Slika 14. Tlocrt idejno konstrukcijskog rješenja

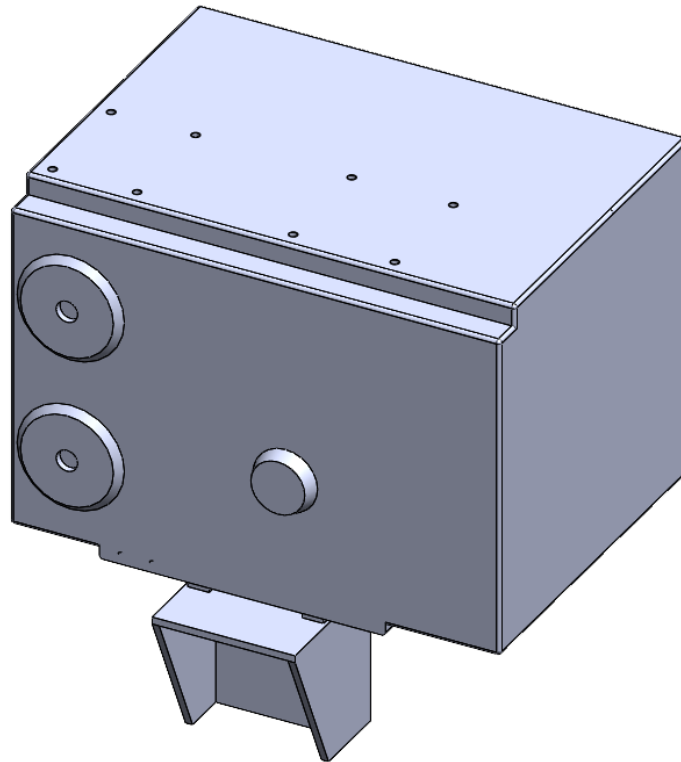


Slika 15. Idejno konstrukcijsko rješenje

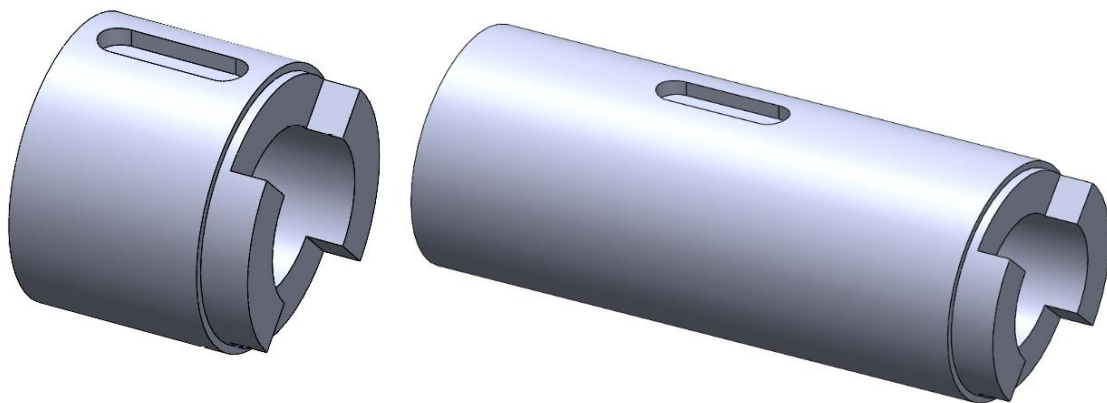
4.1. Opis idejno konstrukcijskog rješenja

Temeljne ploče prigona X i Z osi (1 i 2) vijcima se spajaju na kućište reduktora (10). Na temeljne ploče (1) spajaju se prihvatna ploča (3) i ukruta (4). Ukruta spaja temeljnu i prihvatnu ploču u svrhu povećanja krutosti konstrukcije. Na ukrutama su izrađeni navojni provrti koji služe za povezivanje ukrute (4) i vodilica (6), koje služe za vođenje zaštitne ploče (7). Prihvatna ploča (3) ima utor u koji dolazi prirubnica motora (5). Prirubnica motora vijcima je spojena s motorom (13). Na vratilu motora nalazi se stezna čahura (14) koja služi za pričvršćenje i centriranje pogonske remenice (15). Pomoću remena (16) prenosi se snaga s pogonske remenice na gonjenu remenicu. Gonjena remenica (18) povezana je perom na spojku gonjenog vratila (11).

Da bi se idejno konstrukcijsko rješenje moglo izvesti, potrebno je doraditi kućište reduktora (9) i spojke gonjenih vratila prigona X i Z osi (11 i 12). Na gornjoj strani kućišta reduktora potrebno je izraditi osam navojnih uvrta za spojeve s temeljnim pločama prigona X i Z osi te na donjoj strani kućišta dva navojna uvrta za spoj sa sigurnosnom bravom (9). Na slici 16. prikazano je kućište reduktora nakon obrade. Spojke gonjenih vratila prigona X i Z osi potrebno je tokariti cilindričnu površinu na manji promjer te izraditi utor za pero. Spojke gonjenih vratila prigona X i Z osi prikazane su na slici 17.



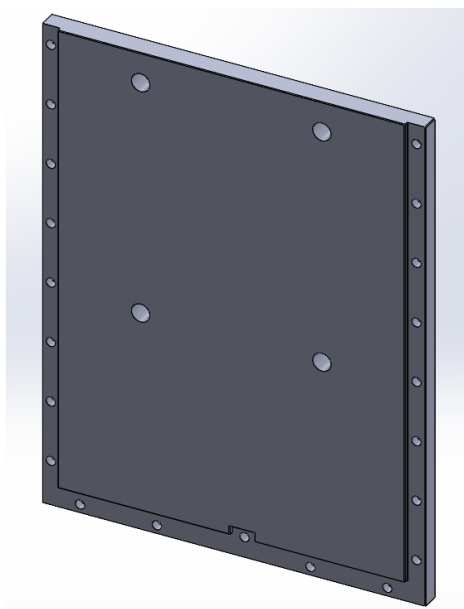
Slika 16. Kućište reduktora nakon obrade



Slika 17. Spojke gonjenih vratila prigona X osi (lijevo) i Z osi (desno)

4.2. Temeljne ploče prigona X i Z osi

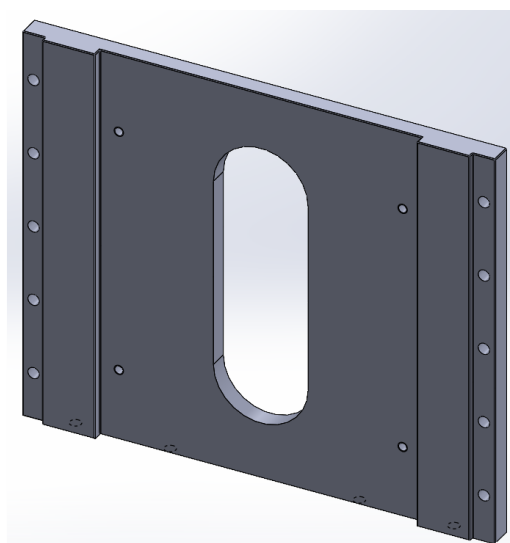
Temeljne ploče prigona X i Z osi (1 i 2) nalaze se na kućištu reduktora (10) te su spojene s prihvatnom pločom (3) i ukрутama (4). Temeljne ploče za prigon X osi i Z osi razlikuju se po duljini, no sve ostale dimenzije su jednake. Na slici 18. prikazana je temeljna ploča prigona Z osi.



Slika 18. Temeljna ploča prigona Z osi (1)

4.3. Prihvatna ploča

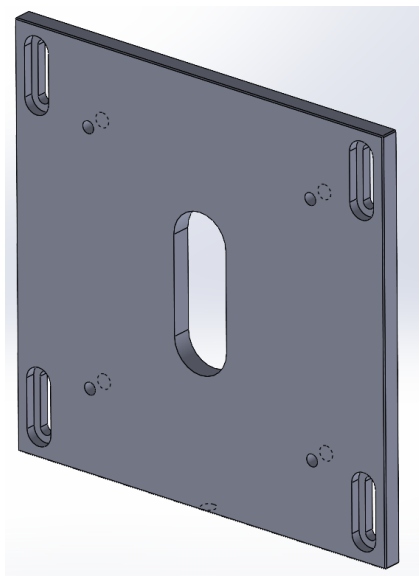
Prihvatna ploča (3) montira se na temeljnu ploču prigona X i Z osi (1 i 2) te se na njoj nalazi prirubnica motora (5). Na sebi ima izrađen utor koji služi za vertikalno vođenje prirubnice motora. Na slici 19. prikazana je prihvatna ploča.



Slika 19. Prihvatna ploča (3)

4.4. Prirubnica motora

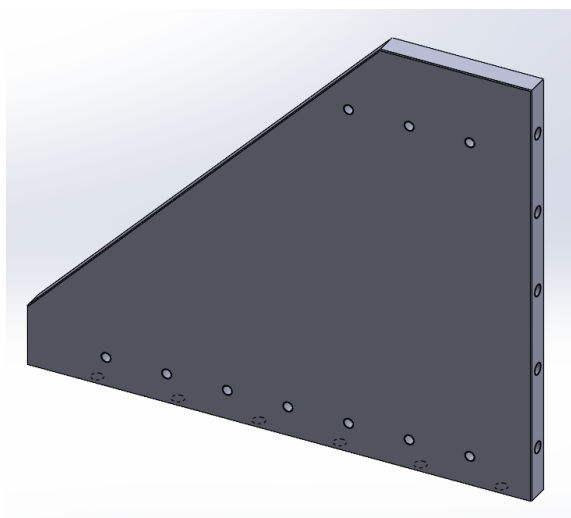
Prirubnica motora (5) nalazi se na prihvatnoj ploči (3) i povezana je sa servomotorom (13). Prirubnica motora služi za natezanje remena tako da se s pomoću vijka pomiče vertikalno po utoru prihvatne ploče. Na slici 20. prikazana je prirubnica motora.



Slika 20. Prirubnica motora (5)

4.5. Ukruta

Ukruta (4) služi za ukrućivanje prihvatne ploče (3). Ukrute koje se nalaze na vanjskoj strani na sebi imaju navojne provrte s pomoću kojih se spajaju s vodilicama (6). Na slici 21. prikazana je ukruta.



Slika 21. Ukruta (4)

4.6. Servomotor

Za pogonski motor odabran je sinkroni servomotor snage 1,5 kW. Odabrani servomotor je tip EMG – 15AFD24 koji u sebi ima 20 bit-ni apsolutni enkoder. U tablici 1. dani su podaci o servomotoru, a na slici 22. prikazan je odabrani servomotor.

Tablica 1. Podaci pogonskog servomotora [11]

Nazivna snaga	1900 W
Nazivni moment	7,16 Nm
Nazivna jakost struje	8,2 A
Napon	200 V
Maksimalna učestalost vrtnje	2000 min ⁻¹



Slika 22. Servomotor [11]

4.7. Remenski prijenos

Remenski prijenos služi za prijenos snage sa servomotora na gonjene elemente prigona X i Z osi te je izveden u prijenosnom omjeru 1:1. Odabran je remenski prijenos sa zupčastim remenom kako bi se osigurao prijenos snage bez proklizavanja. Profil zuba je HTD 8M koji ima korak od 8 mm.

4.7.1. Remenice

S obzirom da je prijenosni omjer 1:1, podaci o veličini remenice prikazani su u tablici 2. Oznaka remenice je 72-8M-20.

Tablica 2. Podaci remenica [12]

Radni promjer	183,15 mm
Vanjski promjer	192 mm
Debljina	28 mm
Broj zubi	72

4.7.2. Remen

Podaci za remen koji pogoni remenicu Z osi dani su u tablici 3., a podaci za remen koji pogoni remenicu X osi dani su u tablici 4.

Tablica 3. Podaci remena prigona Z osi [13]

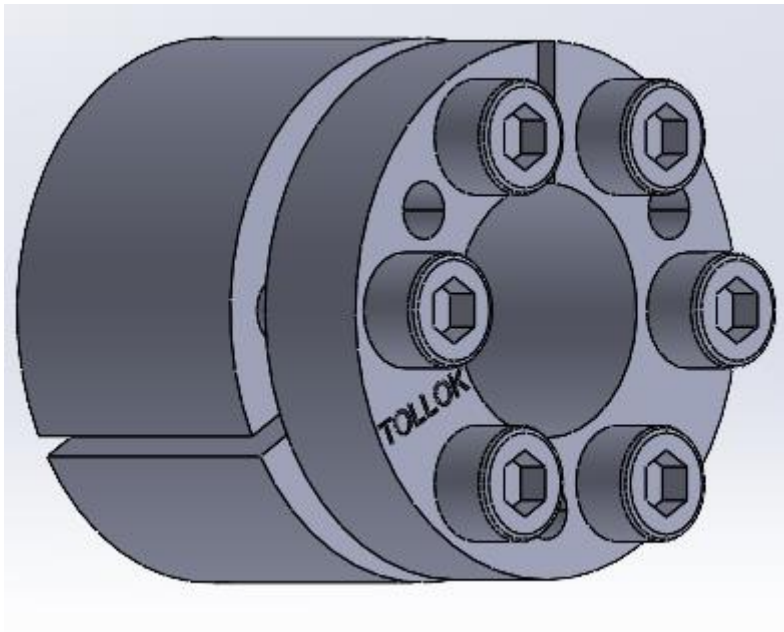
Oznaka	08M-0896-20
Broj zubi	112
Duljina	896 mm
Širina	20 mm

Tablica 4. Podaci remena prigona X osi [13]

Oznaka	08M-1552-20
Broj zubi	194
Duljia	1552 mm
Širina	20 m

4.8. Stezna čahura

Stezna čahura (14) je strojni element koji služi za pričvršćavanje remenice na vratilo. Odabrani model stezne čahure je tip TLK 130 koji je samocentrirajući te ima jednostavno postavljanje i skidanje. Na slici 23. prikazana je odabrana stezna čahura [14].



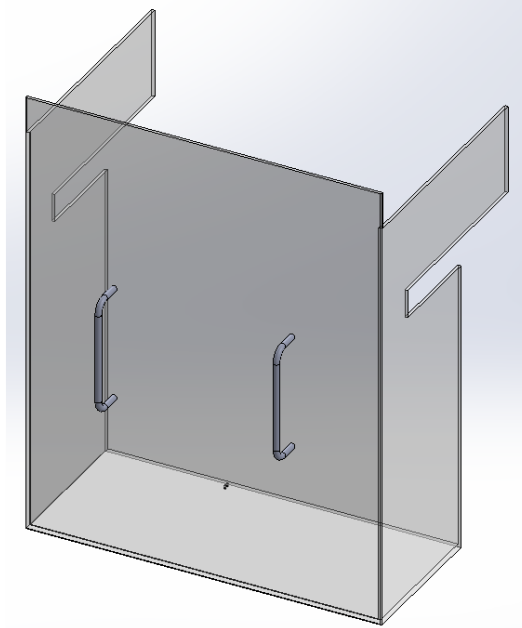
Slika 23. Stezna čahura [15]

4.9. Vodilice

Vodilice (6) su povezane s ukutom vijčanim spojem, a služe za vođenje zaštitne ploče. Sastavljene su od dvije pločice koje osiguravaju kretanje zaštitne ploče naprijed nazad, a sprečavaju pomicanje lijevo desno.

4.10. Zaštitna ploča

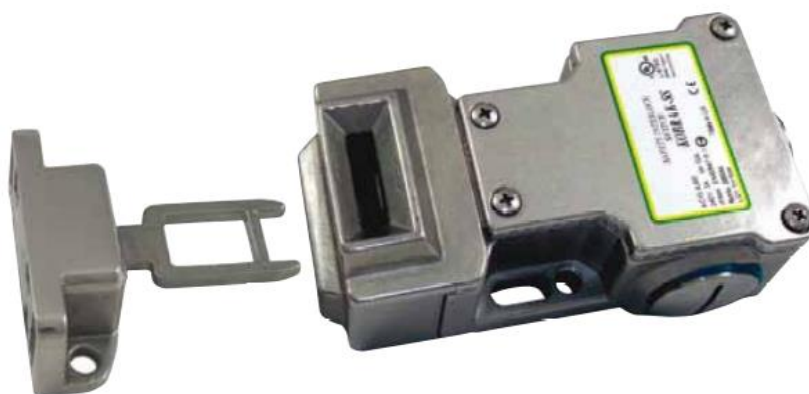
Zaštitna ploča (7) onemogućuje kontakt s dijelovima koji se rotiraju za vrijeme rada stroja u autoatskom načinu rada te se može skinuti kada je stroj gotov s radom ili ako se želi ručno upravljati strojem. Ima dvije ručke za lakše postavljanje i skidanje iz vodilica (6). Na slici 24. prikazana je zaštitna ploča.



Slika 24. Zaštitna ploča

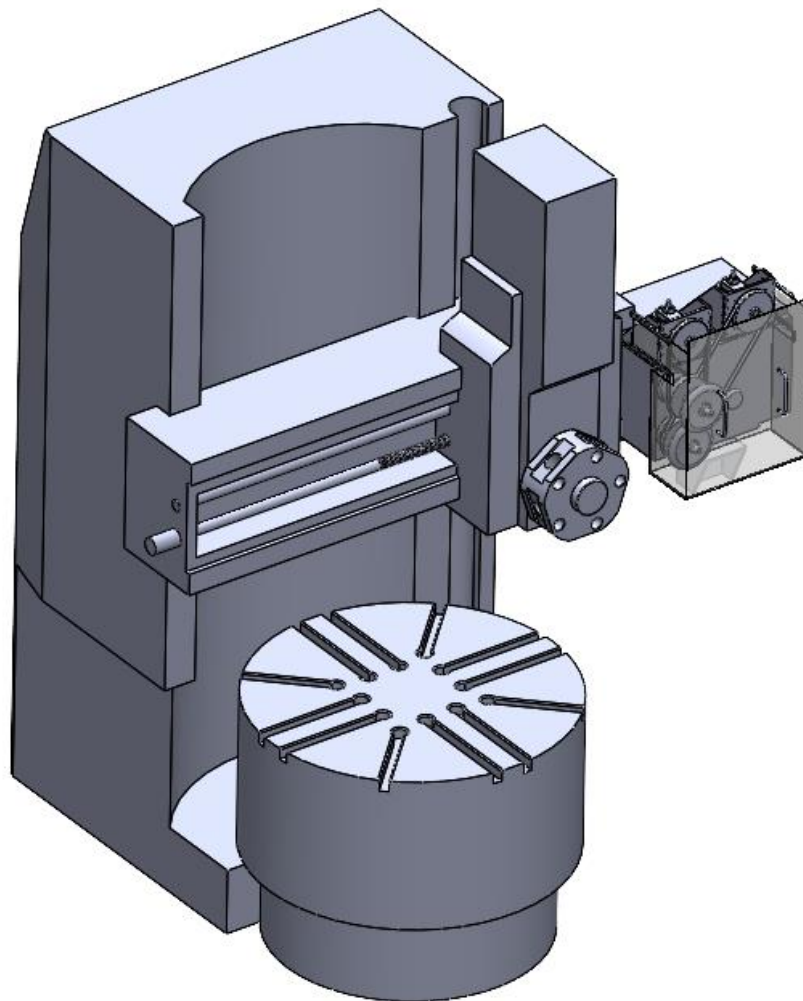
4.11. Sigurnosna brava

Sigurnosna brava (9) (eng. *Safety interlock*) služi za osiguranje sigurnosti radnika prilikom rada stroja. Sigurnosna brava sastoji se od dva dijela. Jedan dio je kućište brave, koje se nalazi na kućištu reduktora, a drugi dio je ključ, koji se nalazi na zaštitnoj ploči. Funkcionira na način kada ključ uđe u kućište brave, brava se zaključa i obrada s pomoću numerički upravljanih osi je omogućena te za vrijeme obrade nije moguće izvaditi ključ van iz brave, odnosno zaštitna ploča (7) ne može se maknuti. Na slici 25. prikazana je sigurnosna brava.



Slika 25. Sigurnosna brava [16]

Na slici 26 prikazan je 3D model predmetnog stroja s predloženim idejnim konstrukcijskim rješenjem.



Slika 26. 3D model predmetnog stroja

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je predložiti idejno konstrukcijsko rješenje nadogradnje vertikalne tokarilice numerički upravljanim posmičnim prigonima uz zadržavanje mogućnosti ručnog upravljanja. Izvršen je uvid u stanje stroja i ustanovljeno je da je stroj u dobrom općem stanju što je pretpostavka za bilo kakve daljnje zahvate. Razmatrano je nekoliko rješenja pri čemu je u obzir uzeta sigurnost operatera, složenost zahvata i troškovi nadogradnje, a naposljetku je odlučeno predložiti rješenje koje je detaljnije prikazano u radu. Najveći problem na koji se naišlo za vrijeme izrade idejno konstrukcijskog rješenja bio je gdje postaviti temeljne ploče, no izradom obje opcije došlo se do zaključka da je najbolje i najpovoljnije postaviti ih na kućište reduktora jer je potrebno manje operacija na stroju, a i ukupan broj dijelova je manji. U sljedećim koracima predlaže se provođenje projekta revitalizacije vertikalne tokarilice proizvođača Schiess Moweg GmbH, tip 109.

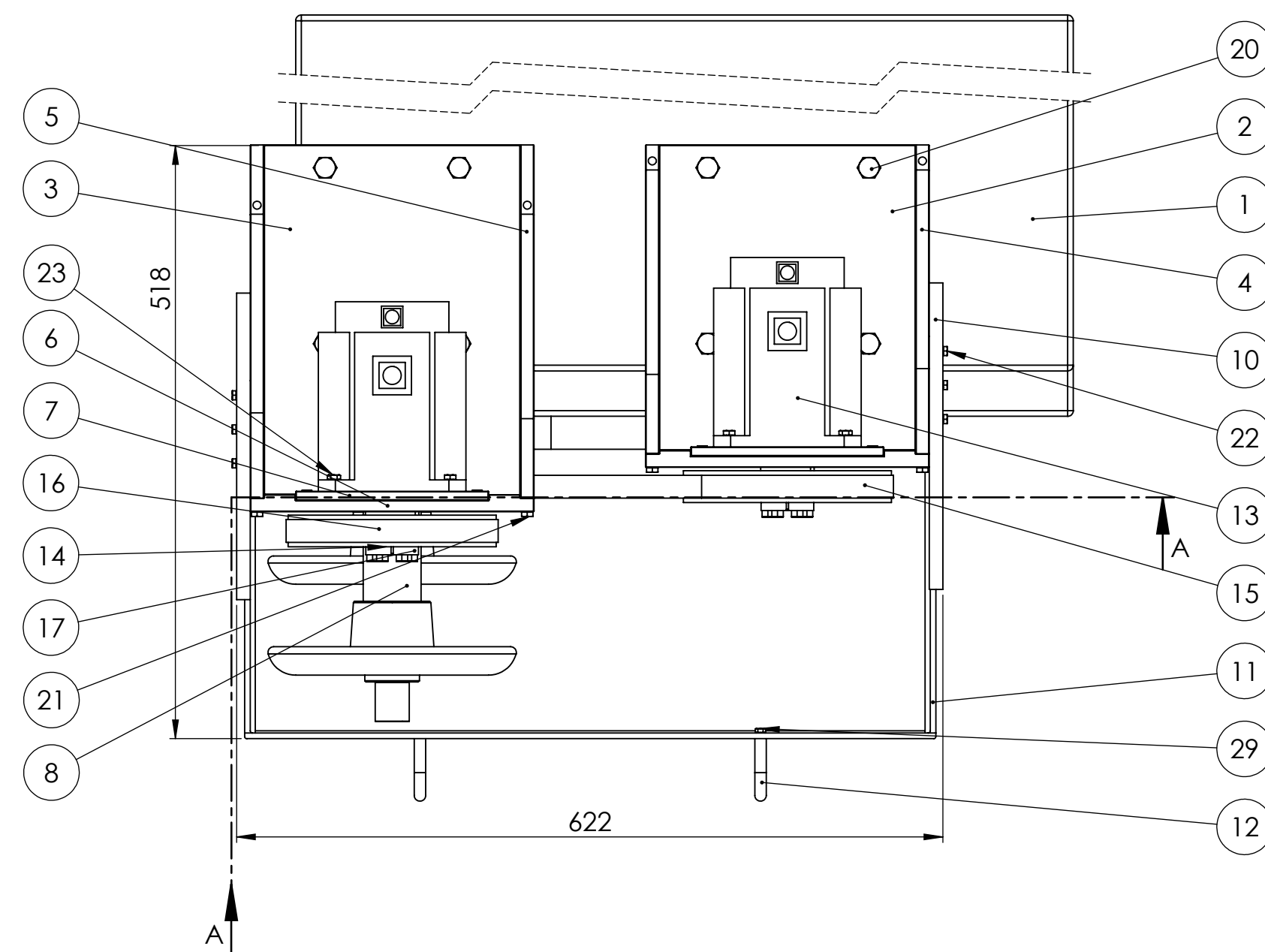
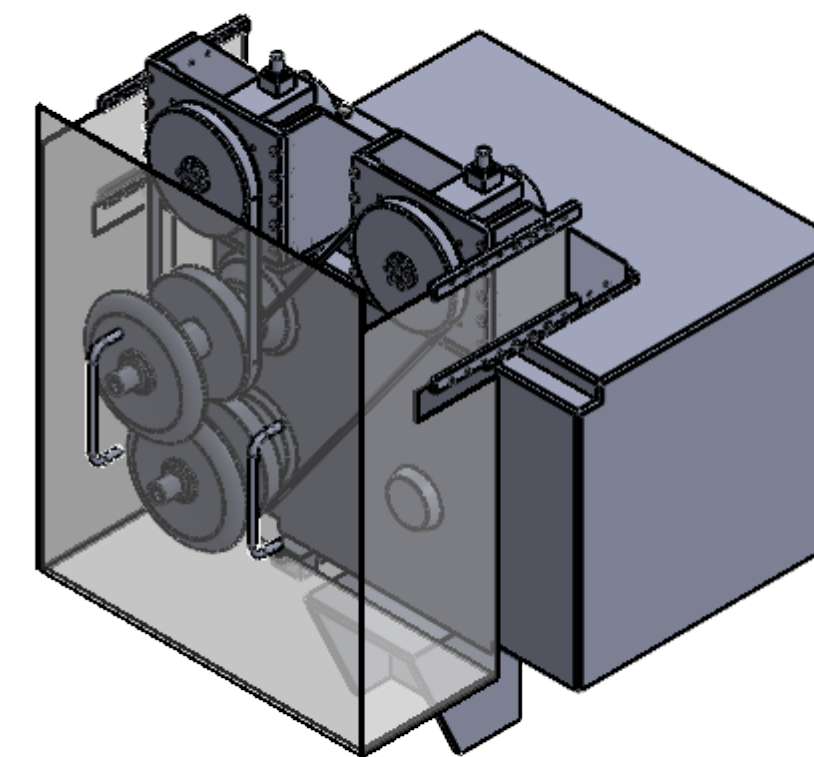
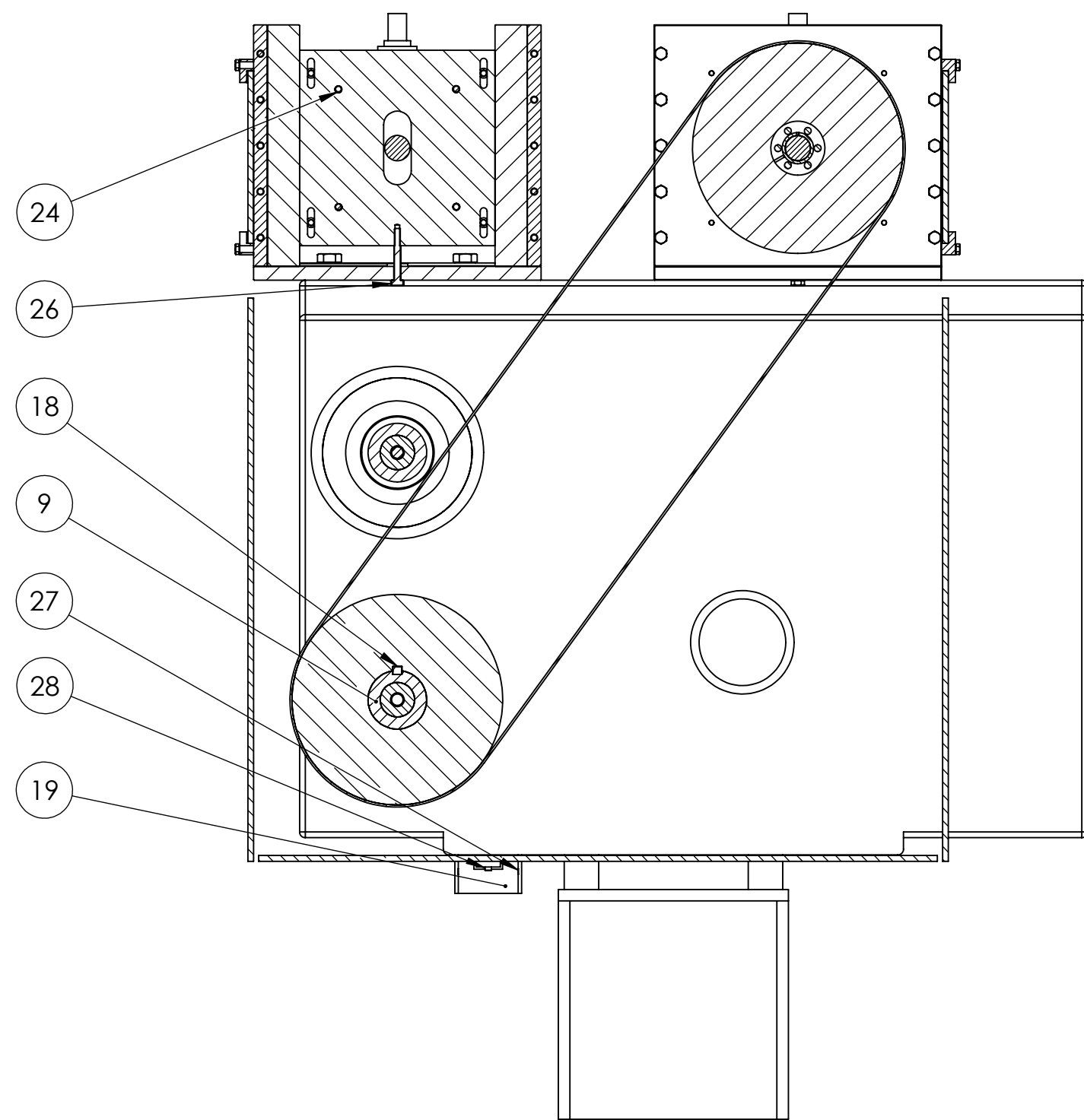
LITERATURA

- [1] Klaić, M.: Predavanja iz kolegija Postupci obrade odvajanjem, Katedra za alatne strojeve, Fakultet strojarstva i brodogradnje
- [2] Ciglar, D.: Predavanja iz kolegija Obradni strojevi, Katedra za alatne strojeve, Fakultet strojarstva i brodogradnje
- [3] Slade, I.: Skripta iz predmeta Obrada materijala II, I. Tehnička škola Tesla, Zagreb
- [4] https://www.nakamura-tome.com/machine_articles/about-lathe/ (pristupljeno 13.02.2025)
- [5] <https://www.unitedprecisionservices.com/horizontal-lathes/> (pristupljeno 13.02.2025)
- [6] http://www.strojna-obrada.hr/hr/kapaciteti/tokarenje/cnc_vertikalne_tokarilice_karuseli/default.aspx (pristupljeno 13.02.2025.)
- [7] <https://www.enciklopedija.hr/clanak/alatni-strojevi> (pristupljeno 13.02.2025.)
- [8] <https://www.lathes.co.uk/webster-bennett-d-dh-m-eh/> (pristupljeno 13.02.2025.)
- [9] <https://norelem.co.uk/en/> (pristupljeno 13.02.2025.)
- [10] <https://hr.shengfaalu.com/news/what-are-the-types-of-guide-rails-65992751.html> (pristupljeno 13.02.2025.)
- [11] <https://www.estuneurope.eu/servo-motors/> (pristupljeno 08.02.2025.)
- [12] <https://www.haberkorn.com/hr/hr> (pristupljeno 08.02.2025.)
- [13] <https://www.tyma.eu/products/timing-belts/drive/htd/> (pristupljeno 08.02.2025.)
- [14] <https://www.rexnord.com/products-services/process-motion-control/pt-drive-components/locking-clamping-devices/locking-devices> (pristupljeno 08.02.2025.)
- [15] https://www.rexnord.com/contentitems/techlibrary/documents/pt2-001m_a4_catalog (pristupljeno 08.02.2025.)
- [16] <https://sea.omega.com/th/pptst/KP-K-SS-SERIES.html> (pristupljeno 08.02.2025.)

PRILOZI

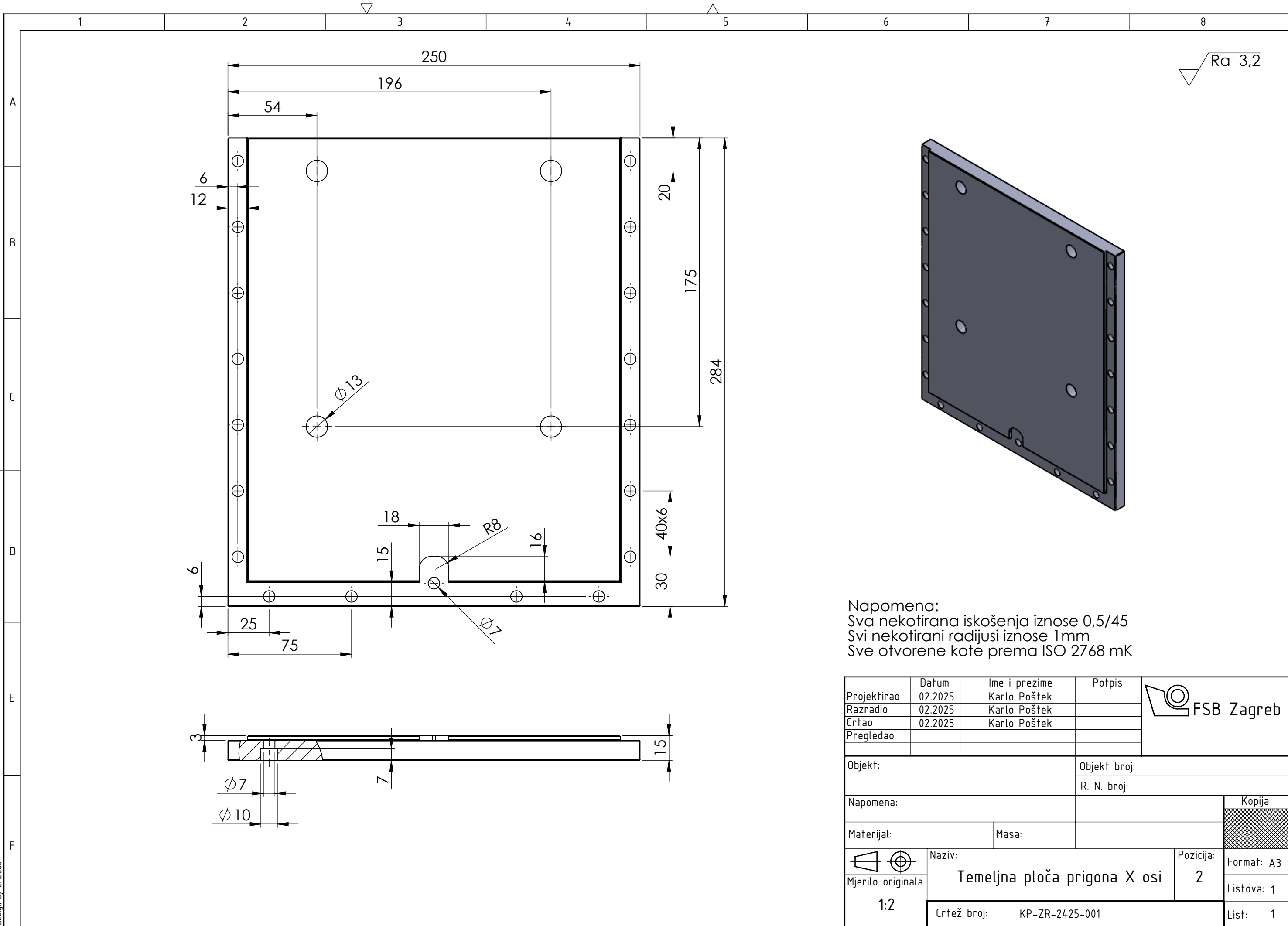
I. Tehnička dokumentacija

Presjek: A - A



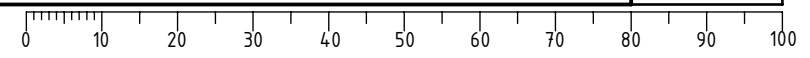
29	Vijak M5	4	ISO 4018	8,8	M5x16	
28	Imbus vijak M3	2	ISO 4762	8,8	M3x10	
27	Imbus vijak M5	2	ISO 4762	8,8	M5x20	
26	Vijak M6	2	ISO 4018	8,8	M6x40	
25	Imbus vijak M6	32	ISO 4762	8,8	M6x20	
24	Imbus vijak M5	8	ISO 4762	8,8	M5x12	
23	Vijak M6	8	ISO 4018	8,8	M6x16	
22	Vijak M5	12	ISO 4018	8,8	M5x20	
21	Vijak M6	20	ISO 4018	8,8	M6x25	
20	Vijak M12	8	ISO 4018	8,8	M12x35	
19	Brava za sigurnosnu blokadu	1	14.0108			
18	Pero	2	DIN 6885	E335	14x9x25	
17	Tolok	2	TLK 130	Čelik	∅ 47 / ∅ 22x45	
16	Remen Z osi	1	HTD 8M	Neopren	896x20	
15	Remen X osi	1	HTD 8M	Neopren	152x20	
14	Remenica	4	72-8M-20	Čelik	∅ 192x28	
13	Servomotor	2	EMG-15AFD24			
12	Ručka	2	KP-ZR-2425-011	C45	∅ 5x190	
11	Zaštitna ploča	1	KP-ZR-2425-010	Polikarbonat	609x750x5	
10	Vodilica	4	KP-ZR-2425-009	C45	270x20x12	
9	Spojka gonjenog vratila prigona X osi	1	KP-ZR-2425-006	C45	∅ 50x45	
8	Spojka gonjenog vratila prigona Z osi	1	KP-ZR-2425-007	C45	∅ 50x125	
7	Prirubnica motora	2	KP-ZR-2425-005	C45	170x170x8	
6	Prihvata ploča	2	KP-ZR-2425-004	C45	250x510x15	
5	Unutarnja ukruta	2	KP-ZR-2425-003	C45	250x510x12	
4	Vanjska ukruta	2	KP-ZR-2425-003	C45	250x210x12	
3	Temeljna ploča prigona Z osi	1	KP-ZR-2425-002	C45	323x250x15	
2	Temeljna ploča prigona X osi	1	KP-ZR-2425-001	C45	284x250x15	
1	Kućište reduktora	1	KP-ZR-2425-008		675x500x500	

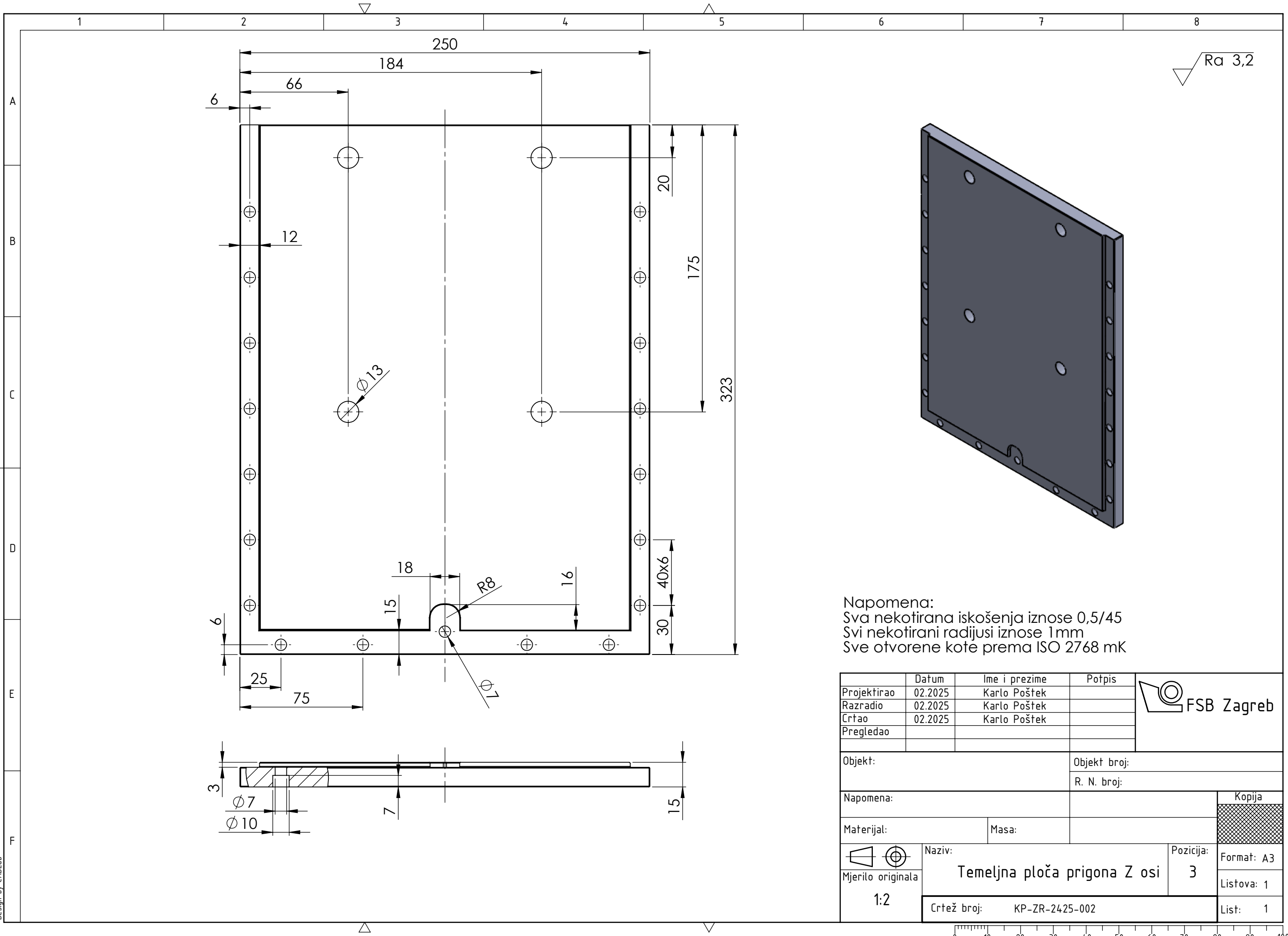
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		02.2025	Karlo Poštek			
Razradio		02.2025	Karlo Poštek			
Crtao		02.2025	Karlo Poštek			
Pregledao						
ISO - tolerancije		Objekt:	Objekt broj:			
				R. N. broj:		
Napomena:				Kopija		
Materijal:		Masa:				
Mjerilo originala		Naziv: Idejno konstrukcijsko rješenje		Pozicija: Format: A2		
		Crtež broj: KP-ZR-2425-000		Listova: 1		
				List: 1		



Napomena:
 Sva nekotirana iskošenja iznose 0,5/45
 Svi nekotirani radijusi iznose 1mm
 Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

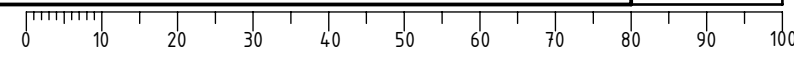
Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:				Kopija
Materijal:		Masa:		
Naziv:		Pozicija:		
		Temeljna ploča prigona X osi		Format: A3
Mjerilo originala		2		Listova: 1
1:2		Crtež broj: KP-ZR-2425-001		List: 1





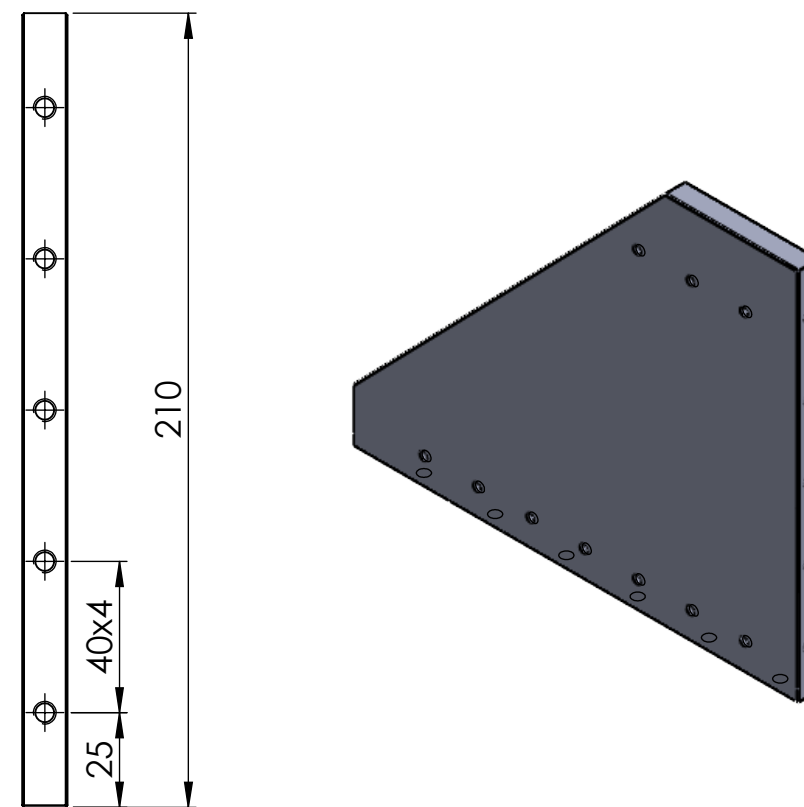
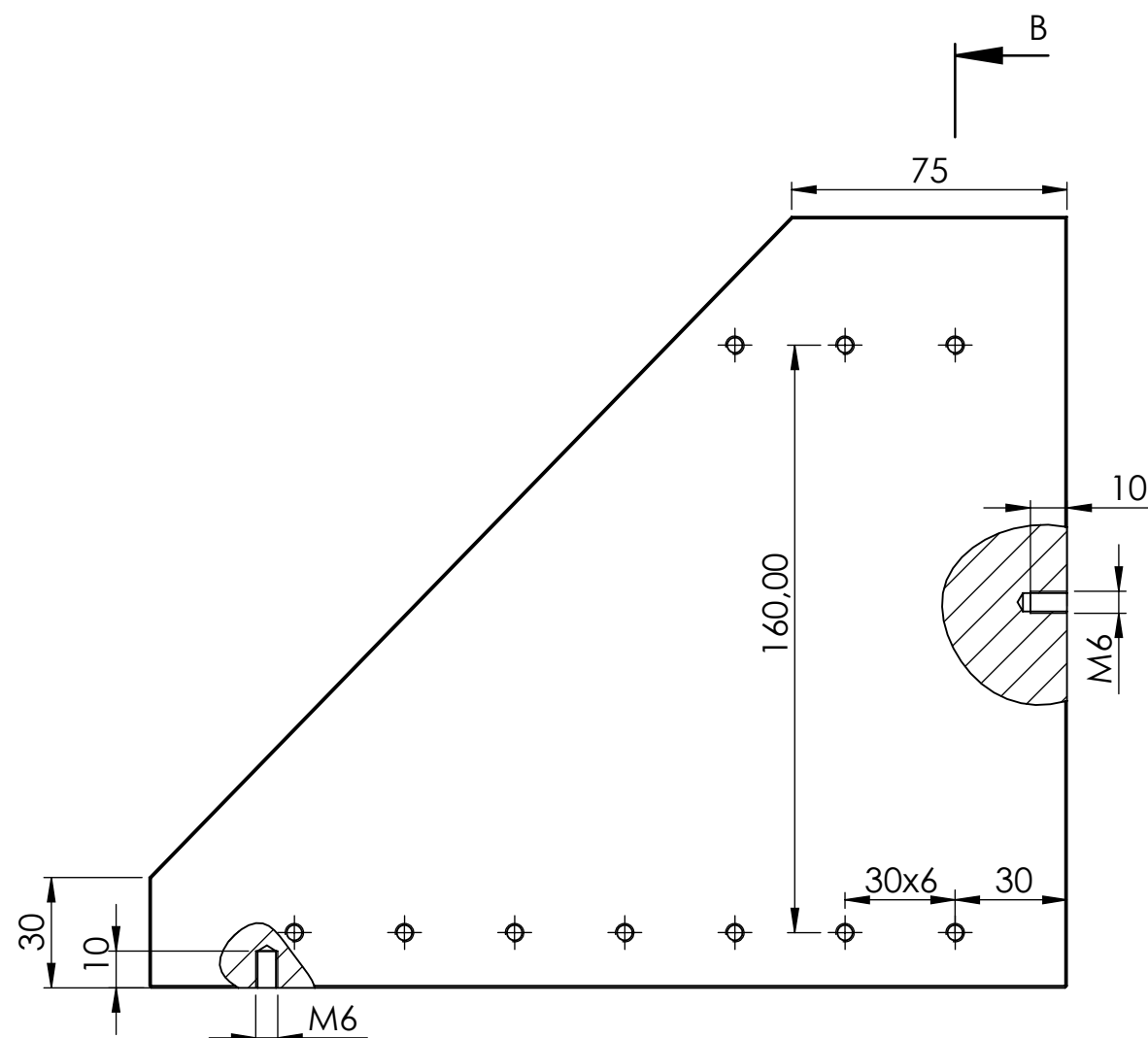
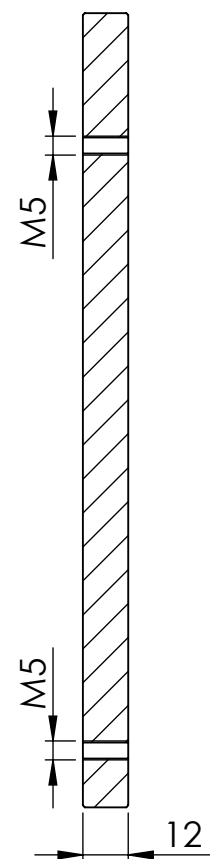
Napomena:
 Sva nekotirana iskošenja iznose 0,5/45
 Svi nekotirani radijusi iznose 1mm
 Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:				Kopija
Materijal:		Masa:		
 Mjerilo originala 1:2	Naziv: Temeljna ploča prigona Z osi		Pozicija: 3	Format: A3
	Crtež broj: KP-ZR-2425-002			Listova: 1
				List: 1

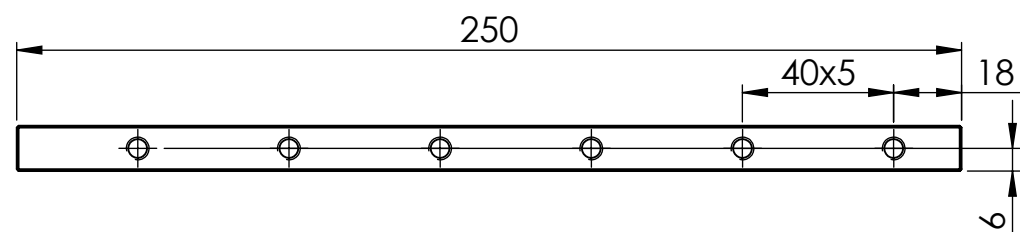


Ra 3,2

Presjek: B - B



Napomena:
Sva nekotirana iskošenja iznose 0,5/45
Unutarnja ukruta ima iste dimenzije, ali bez navojnih rupa za spoj s vodilicama (Poz. 5)
Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

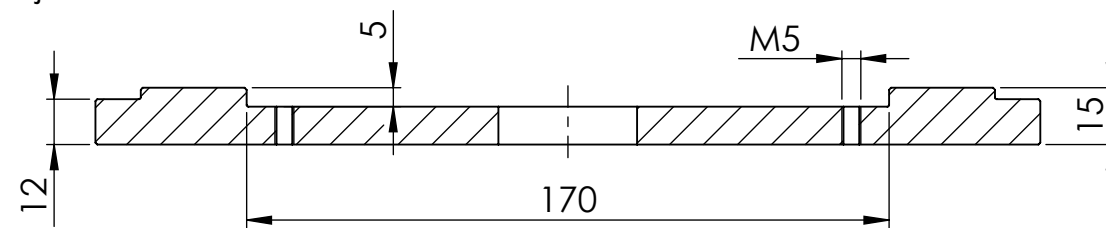


	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal:		Masa:		
	Naziv:			Pozicija:
	Vanjska ukruta			4
Mjerilo originala	Crtež broj: KP-ZR-2425-003			Format: A3
1:2				Listova: 1
				List: 1

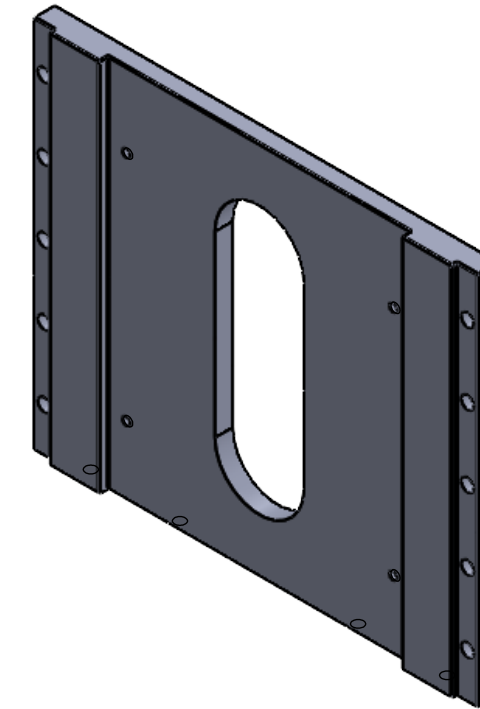
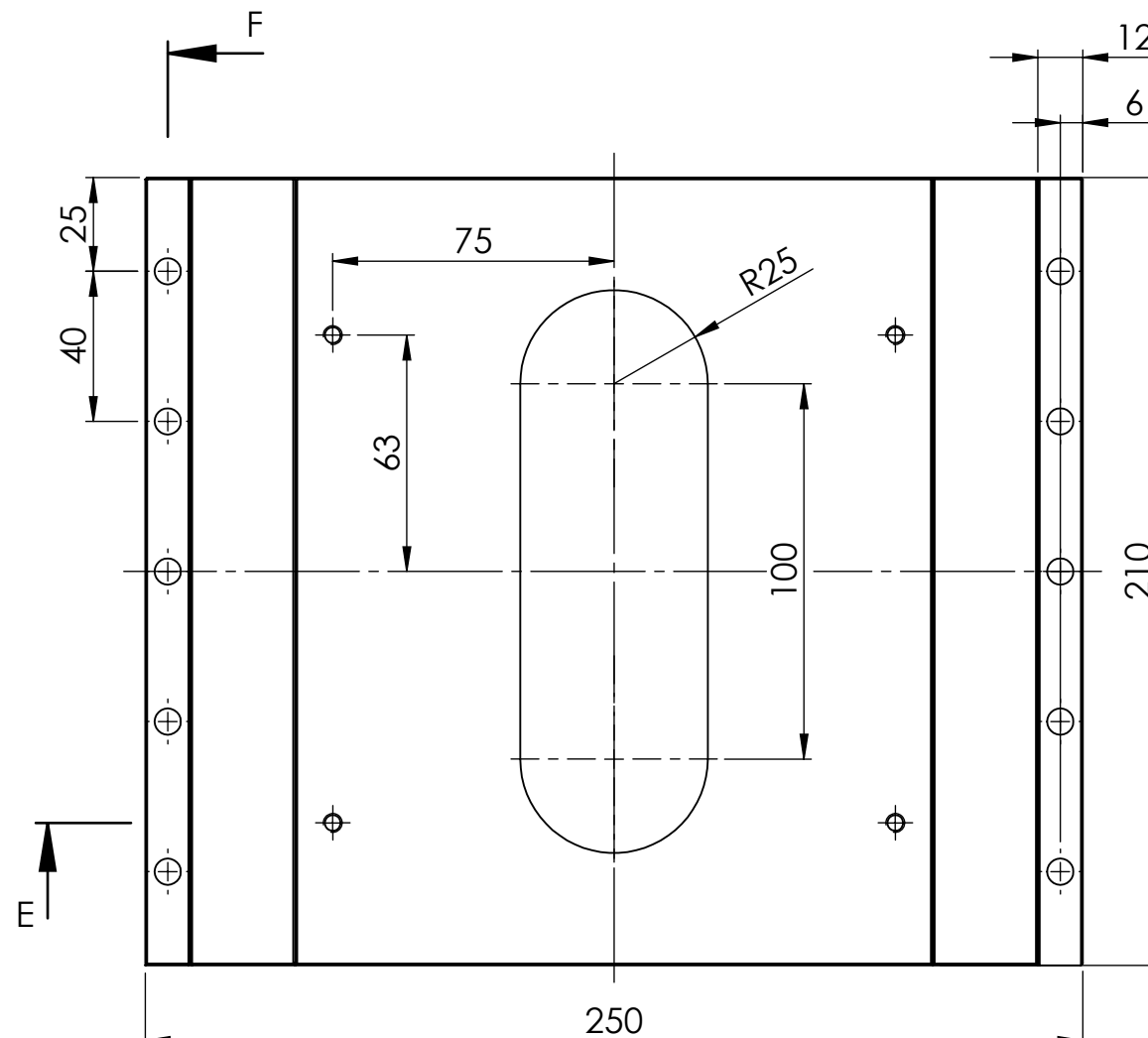
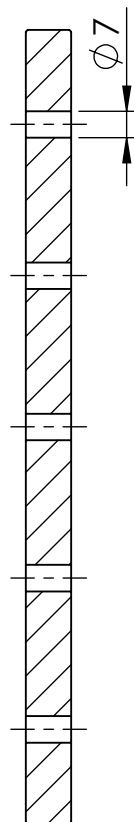
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Ra 3,2

Presjek: E - E



Presjek: F - F

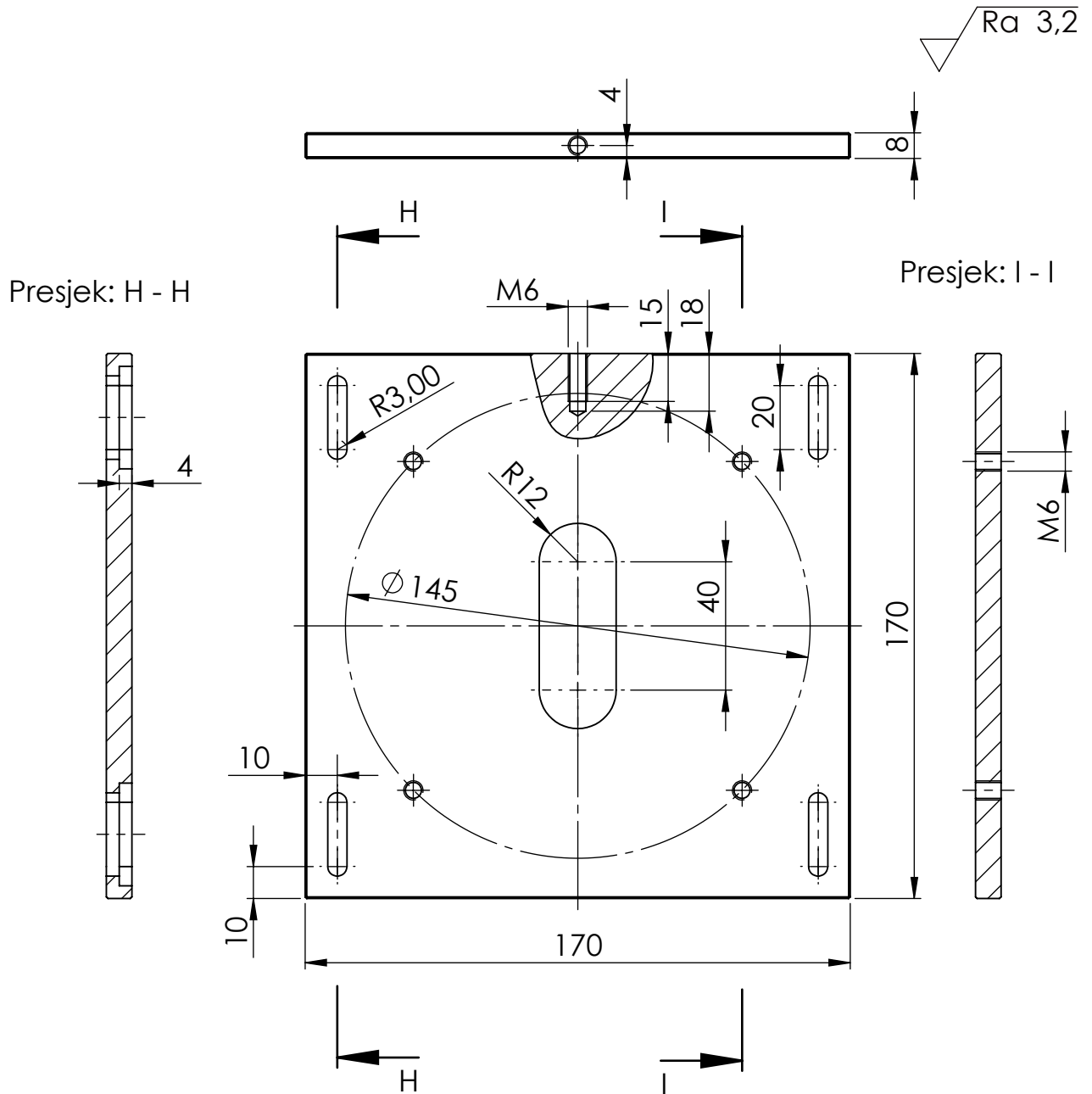


Napomena:


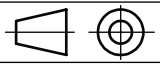
Sva nekotirana iskošenja iznose 0,5/45
Sva nekotirana zaobljenja iznose 1mm
Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal:		Masa:		
 Mjerilo originala 1:2	Naziv:		Pozicija:	Format: A3
	Prihvatna ploča		6	Listova: 1
	Crtež broj:	KP-ZR-2425-004		List: 1

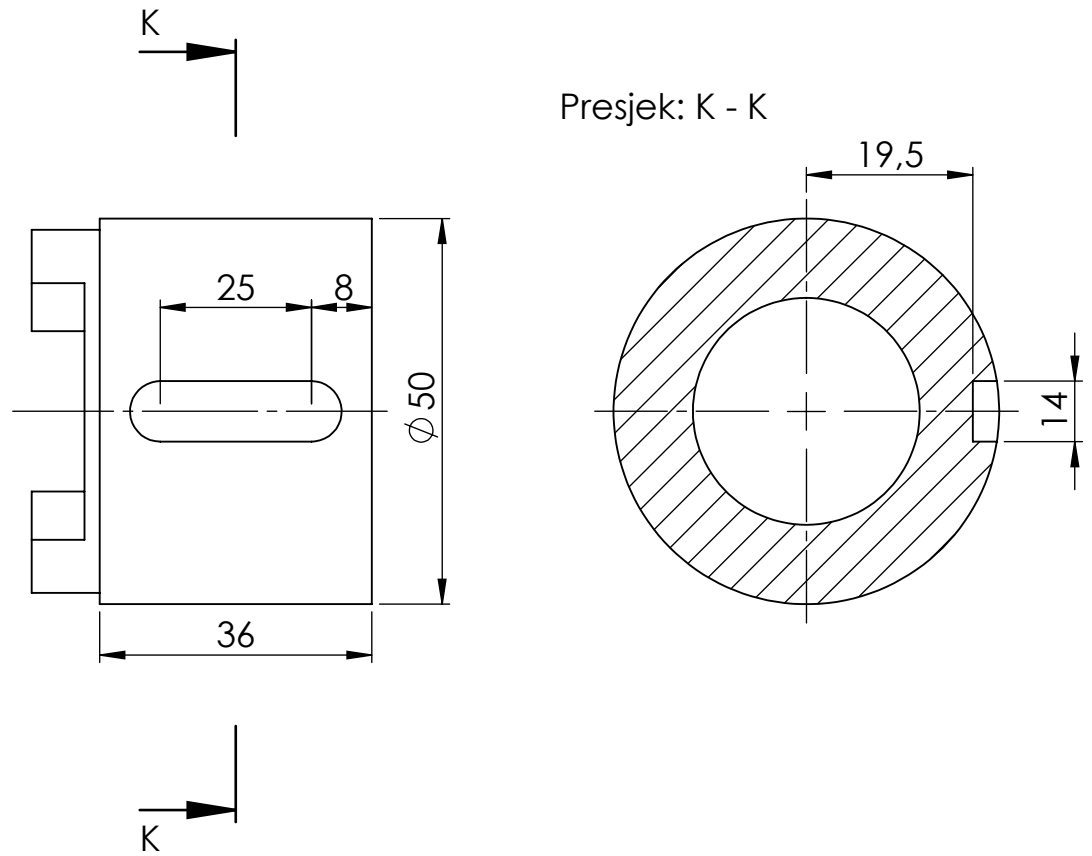
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100




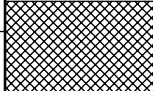
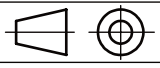
Napomena:
Sva nekotirana skošenja su $0,5/45^\circ$
Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Kopija	
Materijal:			Masa:	
		Naziv:		Pozicija:
Mjerilo originala		Prirubnica motora		7
1:2		Crtež broj: KP-ZR-2425-005		Format: A4
				Listova: 1
				List: 1

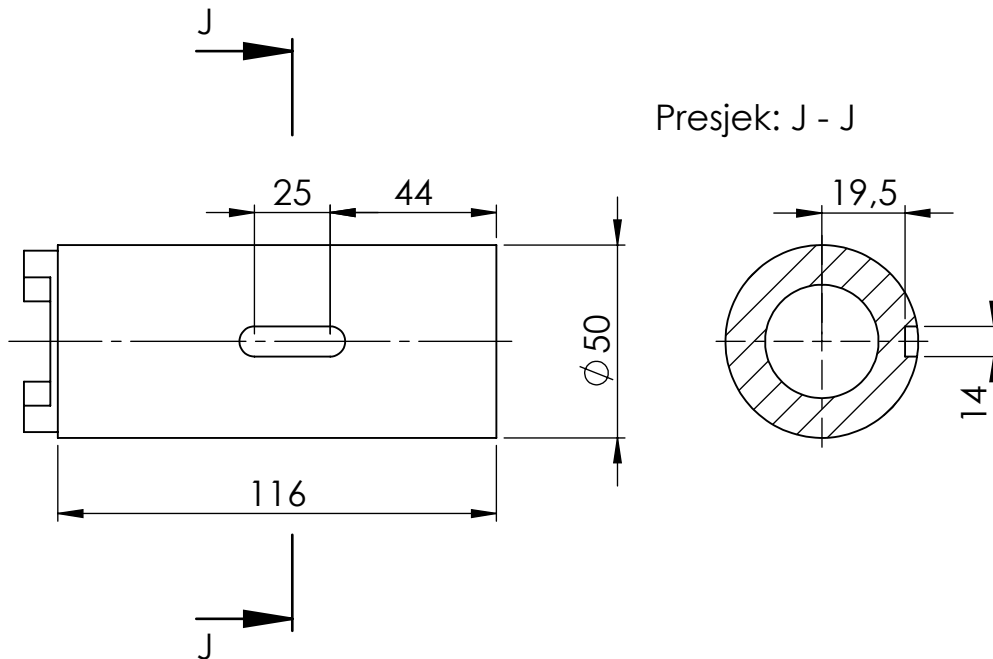
Ra 3,2



Napomena:
Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

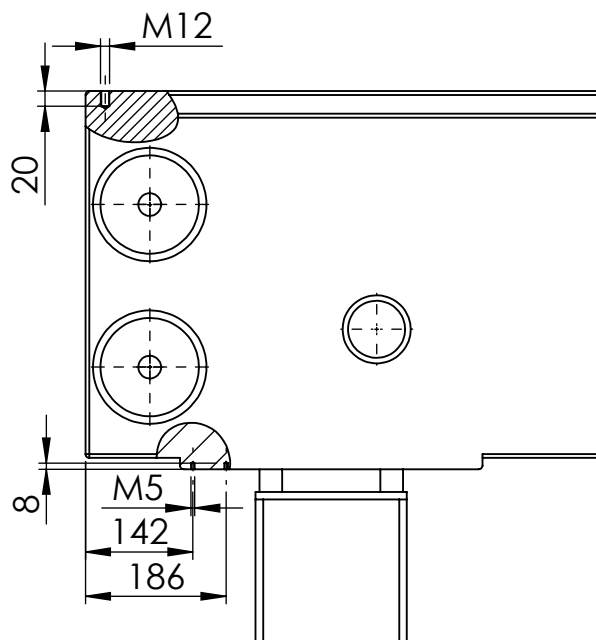
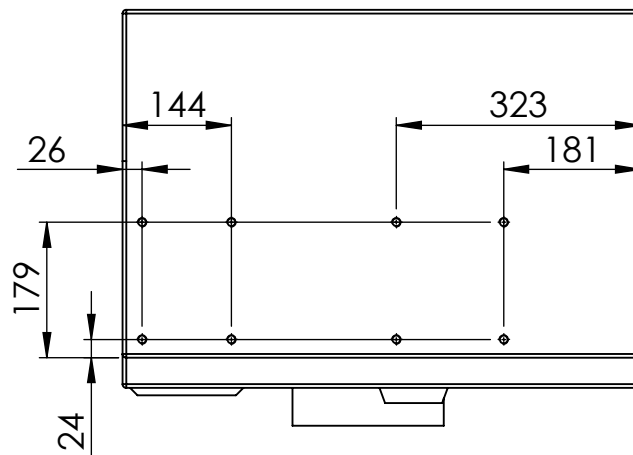
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:			Kopija	
Materijal:		Masa:		
 Mjerilo originala 1:1	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
	Spojka gonjenog vratila prigona X osi		9	Listova: 1
Crtež broj: KP-ZR-2425-006			List: 1	

Ra 3,2

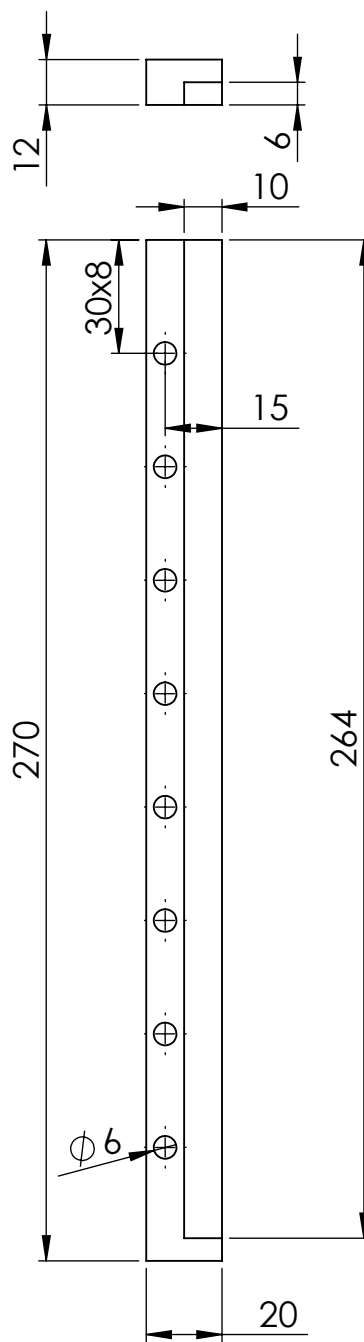


Napomena:
Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal:			Masa:	
	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
	Spojka gonjenog vratila prigona Z osi		8	Listova: 1
Mjerilo originala	Crtež broj:		KP-ZR-2425-007	List: 1
1:2				

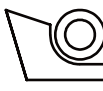
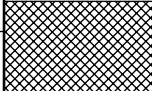
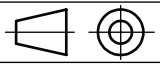


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
				
Materijal:		Masa:		
 Mjerilo originala 1:10	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
	Kućište reduktora		1	Listova: 1
Crtež broj: KP-ZR-2425-008				List: 1

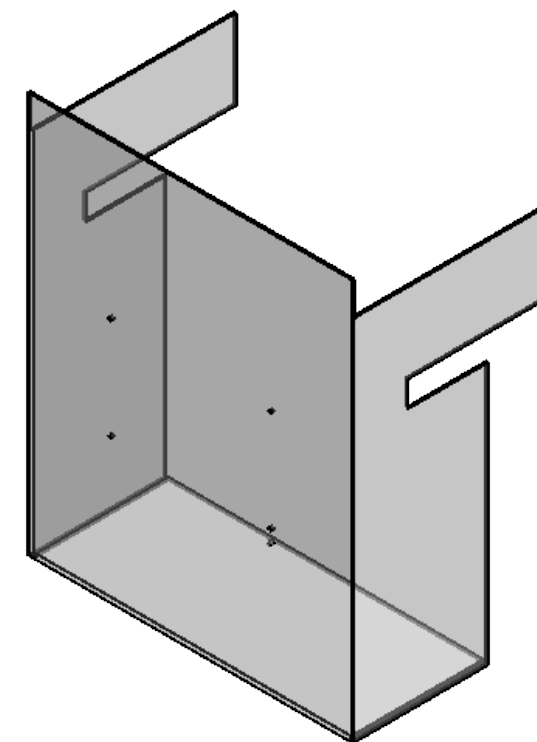
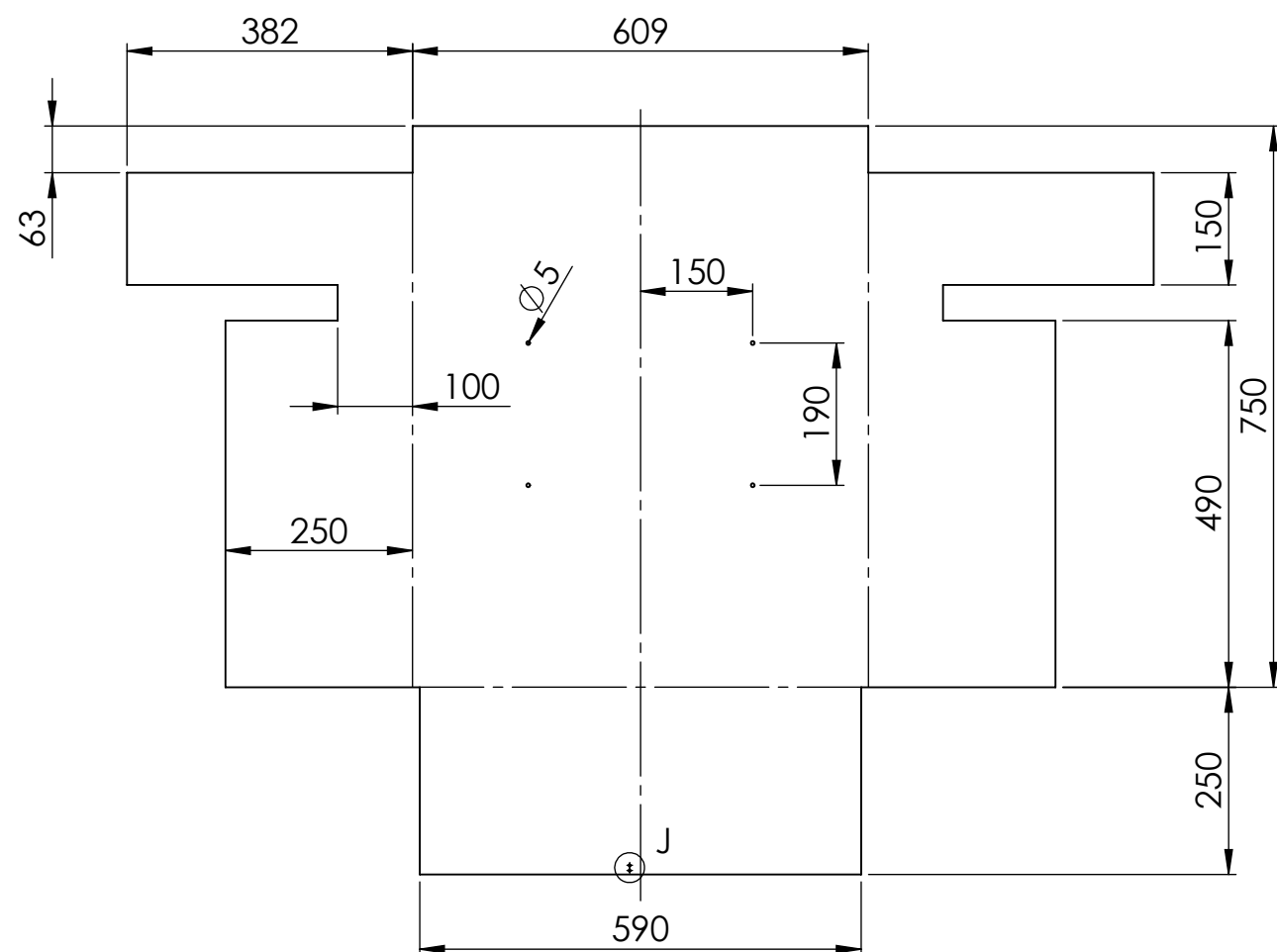


Ra 3,2

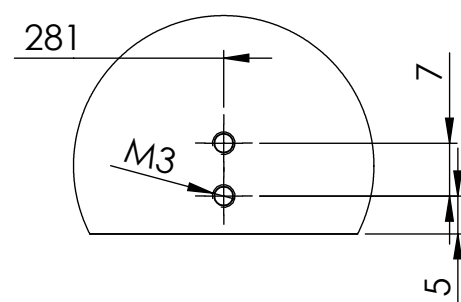
Napomena:
Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK

	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:			Kopija	
Materijal:		Masa:		
 Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
	Vodilica		10	Listova: 1
1:2	Crtež broj: KP-ZR-2425-009		List: 1	

Ra 3,2

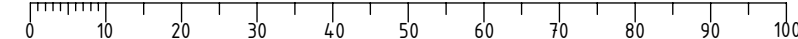


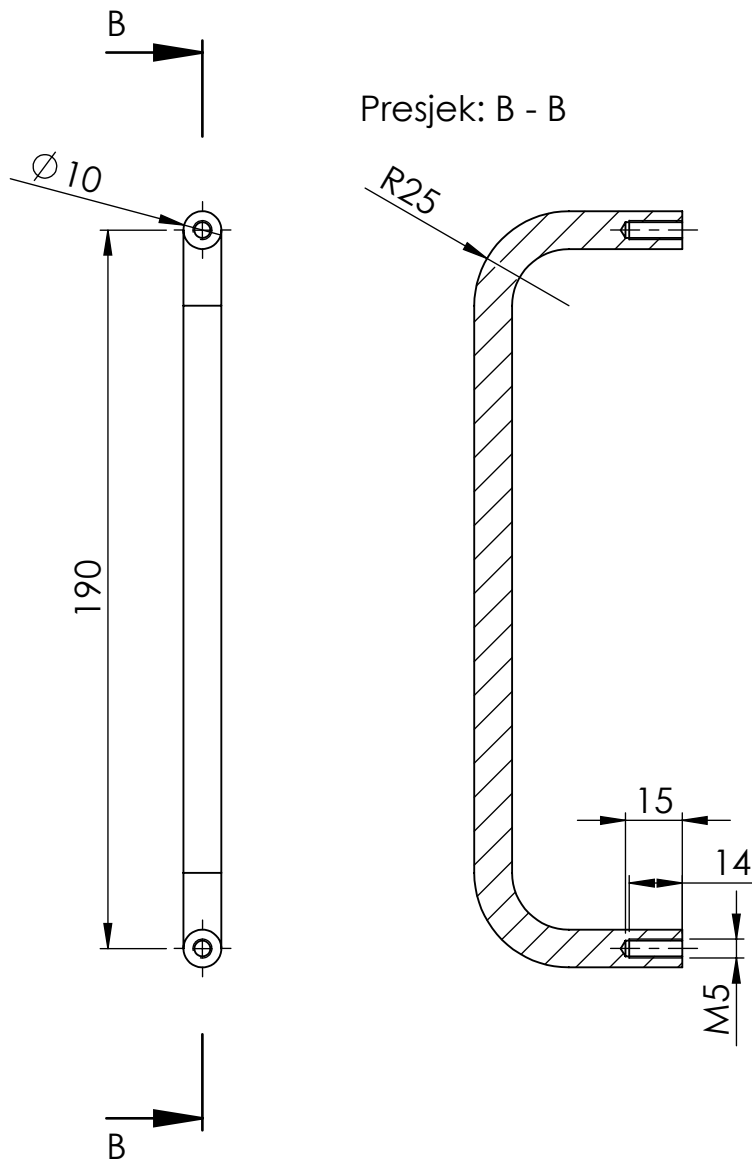
Detalj J:

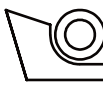
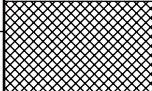
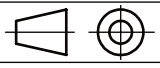


Napomena:
Sve otvorene kote prema ISO 2768 mK
Sva nekotirana zaobljenja iznose 5mm

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal:		Masa:		
	Naziv:		Pozicija:	Format: A3
Mjerilo originala	Zaštitna ploča		11	Listova: 1
1:10	Crtež broj: KP-ZR-2024-2025-010		List: 1	





	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	02.2025	Karlo Poštek		
Razradio	02.2025	Karlo Poštek		
Crtao	02.2025	Karlo Poštek		
Pregledao				
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:				Kopija
Materijal:			Masa:	
		Naziv:		
Mjerilo originala		Ručka		12
1:1		Crtež broj: KP-ZR-2425-011		Format: A4
				Listova: 1
				List: 1