

Uređaj za brušenje rubova staklenih ploča

Begović, Toni

Master's thesis / Diplomski rad

2014

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:519060>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-09**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Toni Begović

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

prof. dr. sc. Neven Pavković, dipl. ing.

Student:

Toni Begović

Zagreb, 2014.

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

Zahvaljujem se svom mentoru, prof. dr. sc. Nevenu Pavkoviću za ukazano povjerenje, te za brojne savjete i strpljenje tijekom izrade ovog rada.

Zahvaliti i svojoj obitelji za veliku podršku i pomoć tijekom studija, te također za mnogo strpljenja do završetka izrade ovog diplomskog rada.

Toni Begović



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodostrojarški i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu | |
| Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: | |
| Ur.broj: | |

DIPLOMSKI ZADATAK

Student:

Mat. br.:

Naslov rada na
hrvatskom jeziku:

Naslov rada na
engleskom jeziku:

Opis zadatka:

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datumi obrane:

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Zvonimir Guzović

SADRŽAJ

| | |
|---|------|
| SADRŽAJ | I |
| POPIS SLIKA | III |
| POPIS TABLICA..... | V |
| POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE | VI |
| POPIS OZNAKA | VIII |
| SAŽETAK..... | IX |
| SUMMARY | X |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. Općenito o materijalu i tehnologiji obrade | 2 |
| 2.1. O materijalu..... | 2 |
| 2.1.1. Svojstva..... | 2 |
| 2.1.1.1. Mehanička svojstva..... | 3 |
| 2.1.1.2. Optička svojstva..... | 5 |
| 2.1.2. Primjena | 5 |
| 2.2. Brušenje staklenih rubova..... | 6 |
| 2.2.1. Obratci debljine 3 – 10 mm | 8 |
| 2.2.2. Obratci debljine 12 – 20 mm | 8 |
| 3. Analiza tržišta | 9 |
| 3.1. Stol – horizontalni..... | 10 |
| 3.1.1. Sulak BBT 03 UNI..... | 10 |
| 3.2. Stol – vertikalni..... | 10 |
| 3.2.1. BTS 02 BETA | 10 |
| 3.2.2. Jordon Glass DJ252D | 11 |
| 3.2.3. SELIM SE5M | 12 |
| 3.2.4. FOLGA FA9-325 | 13 |
| 3.2.5. ZXM BT252E | 14 |
| 3.3. Revolucijska glava | 15 |
| 3.3.1. Xinology G-SEB-2100..... | 15 |
| 3.3.2. GEM GSBM20 | 17 |
| 3.3.3. ZXM BT20M | 17 |
| 3.3.4. ZXM ZYD13 | 18 |
| 4. FUNKCIJSKO MODELIRANJE PROIZVODA..... | 20 |
| 5. MORFOLOŠKA MATRICA | 21 |
| 6. KONCEPTI..... | 24 |
| 6.1. Koncept 1 | 24 |
| 6.2. Koncept 2 | 25 |
| 6.3. Koncept 3 | 27 |
| 6.4. Vrednovanje koncepata..... | 29 |
| 6.5. Detaljna razrada odabranog koncepta | 30 |
| 6.5.1. Okretno postolje..... | 30 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.5.2. | Pogon i uležištenje sklopa brusne glave | 32 |
| 6.5.3. | Izvedba radijalnog pomaka sklopa brusne glave | 32 |
| 6.5.4. | Izvedba sustava kutnog zakreta brusnog diska | 33 |
| 6.5.5. | Izvedba vertikalnog pomaka brusnog diska..... | 34 |
| 7. | PRORAČUN | 35 |
| 7.1. | Obradak..... | 35 |
| 7.1.1. | Geometrijske karakteristike obratka | 35 |
| 7.1.2. | Opterećenje obratka | 35 |
| 7.2. | Brusni disk | 35 |
| 7.2.1. | Montiranje na vratilo..... | 36 |
| 7.3. | Elektromotor za brusni disk | 37 |
| 7.4. | Ležaj vratila za brusni disk | 38 |
| 7.5. | Elektromotor za okretno postolje..... | 38 |
| 7.6. | Ležaj okretnog postolja..... | 38 |
| 7.7. | Kotači sklopa okretnog postolja..... | 39 |
| 8. | ZAVRŠNI PROIZVOD..... | 41 |
| 9. | ZAKLJUČAK..... | 48 |
| | LITERATURA..... | 49 |
| | PRILOZI..... | 50 |

POPIS SLIKA

| | | |
|----------|---|----|
| Slika 1 | Različiti tipovi obrade staklenih rubova..... | 1 |
| Slika 2 | Razdvajanje ravnine atoma [1]..... | 4 |
| Slika 3 | Ovisnost dopuštenog pritiska o dubini greške [1]..... | 4 |
| Slika 4 | Oblici obrade staklenih rubova..... | 6 |
| Slika 5 | Izvedbe brusnih kola za staklo [2]..... | 7 |
| Slika 6 | Shematski prikaz različitih izvedbi brusnih kotača [3]..... | 7 |
| Slika 7 | Sulak BBT 03 UNI..... | 10 |
| Slika 8 | BTS 02 BETA..... | 11 |
| Slika 9 | Jordon Glass DJ252D..... | 12 |
| Slika 10 | SELIM SE5M..... | 13 |
| Slika 11 | FOLGA FA9-325..... | 14 |
| Slika 12 | ZXM BT252E..... | 15 |
| Slika 13 | Xinology G-SEB-2100..... | 16 |
| Slika 14 | GEM GSBM20..... | 17 |
| Slika 15 | ZXM BT20M..... | 18 |
| Slika 16 | ZXM ZYD13..... | 19 |
| Slika 17 | Funkcijska dekompozicija proizvoda..... | 20 |
| Slika 18 | Koncept 1 (bočni pogled)..... | 24 |
| Slika 19 | Koncept 1 (pogled odozgo)..... | 25 |
| Slika 20 | Koncept 1 (zglob za promjenu kuta)..... | 25 |
| Slika 21 | Koncept 2 (pogled sa strane)..... | 26 |
| Slika 22 | Koncept 2 (prednji pogled)..... | 27 |
| Slika 23 | Koncept 3 (pogled sa strane)..... | 28 |
| Slika 24 | Koncept 3 (pogled odozgo)..... | 28 |
| Slika 25 | Koncept 3 (nosač brusne glave)..... | 29 |
| Slika 26 | Okretni stol s direktnim pogonom..... | 31 |
| Slika 27 | Princip rada momentnog motora..... | 31 |
| Slika 28 | Izvedba stola za pomak u smjeru obrade..... | 32 |
| Slika 29 | Izvedba radijalnog pomaka sklopa brusne glave..... | 33 |
| Slika 30 | Rješenje kutnog zakreta sklopa brusnog diska..... | 33 |
| Slika 31 | Izvedba vertikalnog pomaka brusnog diska..... | 34 |
| Slika 32 | Oznake dimenzija brusnih diskova..... | 36 |
| Slika 33 | Spajanje brusnog diska s vratilom..... | 36 |
| Slika 34 | Odabrana matica za pritezanje..... | 37 |
| Slika 35 | Elektromotor 1FK7040-5AK71-1EA3..... | 37 |
| Slika 36 | Odabrani torzijski motor 1FW3150-1BH62-5AH0..... | 38 |
| Slika 37 | Specifikacije ležaja 510/900 M..... | 39 |
| Slika 38 | Specifikacije kotača W4X..... | 39 |
| Slika 39 | Svornjak MJC4A..... | 40 |
| Slika 40 | Matica MB4SS..... | 40 |
| Slika 41 | Izgled završnog proizvoda..... | 41 |
| Slika 42 | Brusna glava..... | 42 |
| Slika 43 | Pomaci brusnog diska..... | 43 |
| Slika 44 | Okretno postolje..... | 44 |
| Slika 45 | Oslonac..... | 45 |

| | | |
|----------|---|----|
| Slika 46 | Sklop nosača okretnog postolja..... | 46 |
| Slika 47 | Sklopljeno okretno postolje..... | 46 |
| Slika 48 | Sustav za centriranje i graničnici..... | 47 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1: Pregled važnijih svojstava nekih vrsta stakla..... | 3 |
| Tablica 2: Usporedni prikaz specifikacija uređaja | 9 |
| Tablica 3: Dodatne specifikacije uređaja DJ252D | 12 |
| Tablica 4: Dodatne specifikacije uređaja SE5M | 13 |
| Tablica 5: Dodatne specifikacije uređaja FA9-325 | 14 |
| Tablica 6: Dodatne specifikacije uređaja BT252E..... | 15 |
| Tablica 7: Dodatne specifikacije uređaja G-SEB-2100 | 17 |
| Tablica 8: Dodatne specifikacije uređaja GSBM20 | 17 |
| Tablica 9: Dodatne specifikacije uređaja BT20M..... | 18 |
| Tablica 10: Dodatne specifikacije uređaja ZYD13 | 19 |
| Tablica 11: Pughova matrica vrednovanja rješenja..... | 30 |
| Tablica 12: Dimenzije brusnih diskova..... | 36 |
| Tablica 13 Specifikacije svornjaka MJC4A..... | 40 |

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

| | |
|--------------------------|---|
| 2014-DIPL-00-00-00-00-00 | Uređaj za brušenje rubova staklenih ploča |
| 2014-DIPL-01-00-00-00-00 | Kućište |
| 2014-DIPL-02-00-00-00-00 | Brusna glava |
| 2014-DIPL-01-01-00-00-00 | Radni stol |
| 2014-DIPL-01-02-00-00-00 | Sklop za centriranje |
| 2014-DIPL-01-03-00-00-00 | Spojnicu sklopa za centriranje |
| 2014-DIPL-01-04-00-00-00 | Sklop okretnog postolja |
| 2014-DIPL-01-05-00-00-00 | Graničnik |
| 2014-DIPL-02-01-00-00-00 | Nosač brusne glave |
| 2014-DIPL-02-02-00-00-00 | Vreteno |
| 2014-DIPL-02-03-00-00-00 | Klizna staza |
| 2014-DIPL-02-04-00-00-00 | Poklopac kliznog ležaja |
| 2014-DIPL-02-05-00-00-00 | Matica |
| 2014-DIPL-02-06-00-00-00 | Klizna vodilica |
| 2014-DIPL-02-07-00-00-00 | Glavina za brusni disk |
| 2014-DIPL-02-08-00-00-00 | Vreteno za brusni disk |
| 2014-DIPL-02-09-00-00-00 | Okretna čeljust |
| 2014-DIPL-02-10-00-00-00 | Okretna vilica |
| 2014-DIPL-02-11-00-00-00 | Poklopac nosača brusne glave |
| 2014-DIPL-01-02-01-00-00 | Nosač sklopa za centriranje |
| 2014-DIPL-01-02-02-00-00 | Osovina sklopa za centriranje |
| 2014-DIPL-01-02-03-00-00 | Čeljust sklopa za centriranje |
| 2014-DIPL-01-02-04-00-00 | Svornjak sklopa za centriranje |
| 2014-DIPL-01-02-05-00-00 | Oslonac sklopa za centriranje |
| 2014-DIPL-01-02-06-00-00 | Poklopac svornjaka sklopa za centriranje |
| 2014-DIPL-01-04-01-00-00 | Sklop nosača elektromotora |
| 2014-DIPL-01-04-02-00-00 | Okretno postolje |
| 2014-DIPL-01-05-01-00-00 | Vreteno graničnika |
| 2014-DIPL-01-05-02-00-00 | Pločica graničnika |
| 2014-DIPL-01-04-01-01-00 | Nosač elektromotora |

| | |
|--------------------------|----------------------------|
| 2014-DIPL-01-04-01-02-00 | Okvir nosača elektromotora |
| 2014-DIPL-01-04-01-03-00 | Rebro nosača elektromotora |
| 2014-DIPL-01-04-01-04-00 | Donji nosač elektromotora |
| 2014-DIPL-01-04-02-01-00 | Podloga okretnog postolja |
| 2014-DIPL-01-04-02-02-00 | Glavina |
| 2014-DIPL-01-04-02-03-00 | Oslonac |
| 2014-DIPL-01-04-02-03-01 | Puškica – donja |
| 2014-DIPL-01-04-02-03-02 | Puškica – gornja |
| 2014-DIPL-01-04-02-03-03 | Gumeni oslonac |

POPIS OZNAKA

| Oznaka | Jedinica | Opis |
|-----------------|-----------------|--|
| a_O | m | duljina stranice kvadratnog obratka |
| F_O | N | sila težine obratka |
| g | m/s^2 | gravitacijsko ubrzanje |
| I_{z1} | kgm^2 | moment tromosti kružnog obratka |
| I_{z2} | kgm^2 | moment tromosti kvadratnog obratka |
| I_{zEM} | kgm^2 | potreban moment tromosti elektromotora |
| I_{zOP} | kgm^2 | moment tromosti okretnog postolja |
| m_O | kg | masa obratka |
| m_{OP} | kg | masa okretnog postolja |
| r_O | m | polumjer kružnog obratka |
| r_{OP} | m | polumjer okretnog postolja |
| V_{O1} | m^3 | volumen kružnog obratka |
| V_{O2} | m^3 | volumen kvadratnog obratka |
| δ_{max} | m | maksimalna debljina obratka |
| ε_O | rad/s^2 | kutno ubrzanje obratka |
| ρ_{staklo} | kg/m^3 | gustoća stakla |

SAŽETAK

U ovom radu obrađivati će se razvoj i konstruiranje uređaja za obradu staklenih rubova. Pri razvoju ovog proizvoda posebna pažnja pridavala se što većoj automatizaciji i rasponu obrade, bilo da se tiče oblika ili debljine obradaka. Također, naglasak je stavljen na modularizaciju elemeneta, te zaštitu operatera tijekom eksploatacije, kako bi se dobio cjelovit proizvod spreman na industrijsku primjenu.

Ključne riječi: staklo, brušenje, stroj

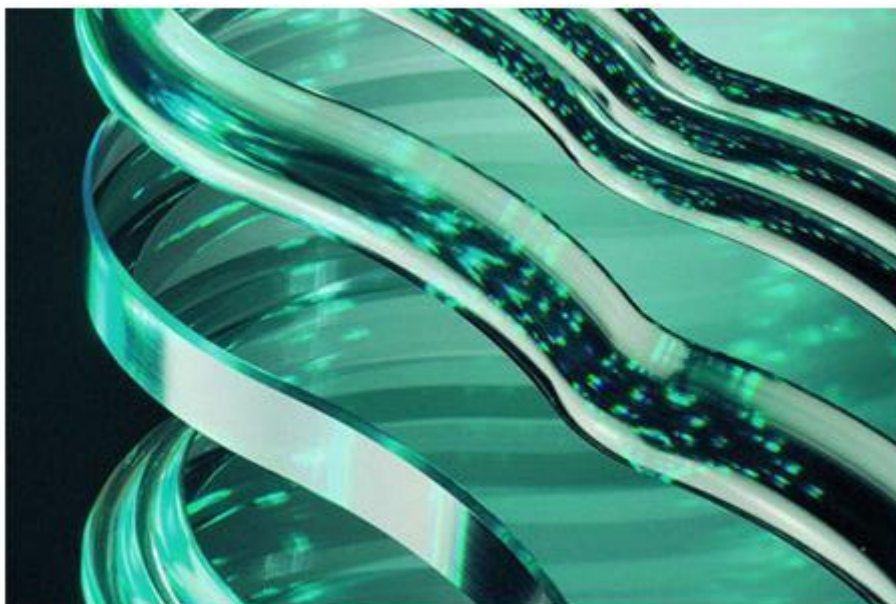
SUMMARY

This thesis will be dealing with development and design of a machine used for grinding glass edges (edging). During the development of this machine, great care has been given to extending automation abilities, as well as machining spectrum, considering the shape but also the thickness of the processed part. Also, the emphasis has been put on modular design, and handling safety. All of these design elements combined make for a machine ready for industrial exploitation.

Key words: glass, grinding, machine

1. UVOD

Pri obradi staklenih poluproizvoda velik dio obradaka dolazi u oblicima ploča različitih oblika i dimenzija. Najčešće, staklene ploče se režu na manje komade iz većih pločevina, prije svoje eksploatacije u građevinarstvu, strojarstvu ili umjetnosti. No, staklene ploče nakon rezanja zadržavaju oštre rubove, što ih čini neprikladnima za daljnju manipulaciju. Stoga se prije ugradnje ili korištenja rubove staklenih ploča treba obraditi brušenjem, kako ne bi predstavljale sigurnosni rizik za radnike koji njima upravljaju, ali i krajnje korisnike.



Slika 1 Različiti tipovi obrade staklenih rubova

Uz element sigurnosti, staklo se često koristi i u estetske svrhe, stoga je potrebno ukloniti nepovoljne grube rubove dobivene samim rezanjem.

2. Općenito o materijalu i tehnologiji obrade

2.1. O materijalu

Staklo je amorfna (nekristalne strukture) krutina koja pokazuje svojstva staklene transformacije; dakle povrativog procesa u kojem amorfni materijal može prelaziti iz tvrdog i krhkog stanja u rastaljeno, plastično stanje. Staklo je u najvećem broju izvedbi krhko i prozirno. Najpoznatija vrsta stakla sastoji se od 75% silicijevog dioksida (SiO_2), natrijevog oksida (Na_2O) iz natrijevog karbonata (Na_2CO_3), te vapna (CaO), kao i još nekoliko aditiva manje zastupljenosti.

2.1.1. Svojstva

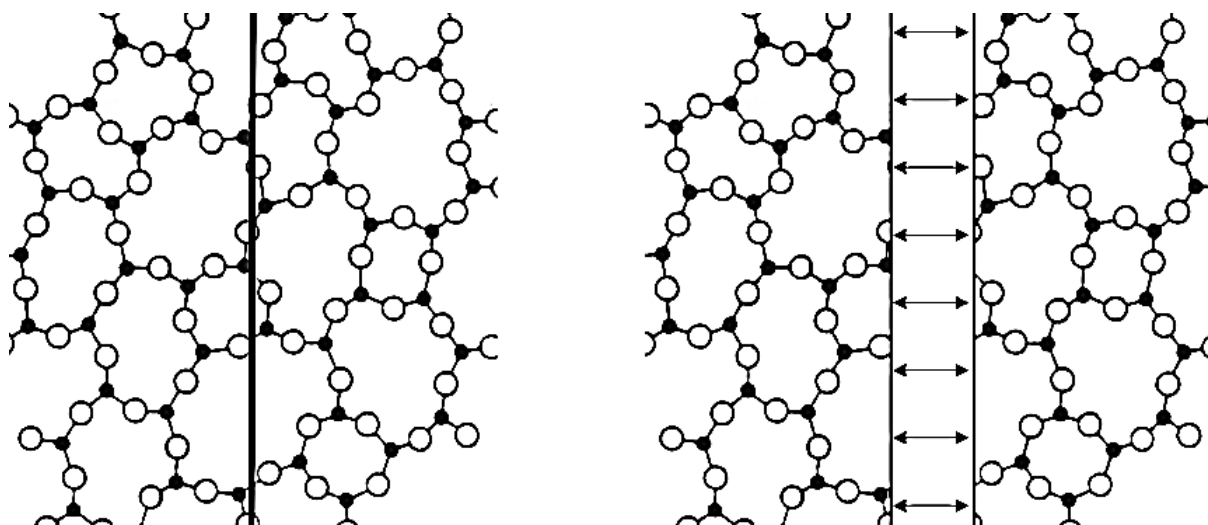
Unatoč svojoj krhkosti, staklo je izvanredno izdržljiv i dugotrajan materijal. Tijekom proizvodnje staklo se može lijevati, oblikovati, ekstrudirati i ukalupljivati u oblike u spektru od ploča do kompliciranih oblika. Završni proizvod je krhak i sklon pucanju ukoliko ga se ne zaštiti procesom laminacije ili nekih drugih specijalnim postupkom. Staklo erodira vrlo polako, te je postojano na djelovanje vode. Staklo je kemijski inertno, te kao takvo idealan materijal za izradu spremnika za hranu i kemikalije.

Tablica 1: Pregled važnijih svojstava nekih vrsta stakla

| Svojstvo | | Borosilikatno staklo | Staklena vuna | Optičko staklo | | Germanij staklo |
|---|---|---|---|--|------------------|------------------|
| Težinski sastav [%] | 74 SiO ₂ 13 Na ₂ O 10.5 CaO 1.3 Al ₂ O ₃ 0.3 K ₂ O 0.2 SO ₃ 0.2 MgO 0.01 TiO ₂ 0.04 Fe ₂ O ₃ | 81 SiO ₂ 12.5 B ₂ O ₃ 4 Na ₂ O 2.2 Al ₂ O ₃ 0.02 CaO 0.06 K ₂ O | 63 SiO ₂ 16 Na ₂ O 8 CaO 3.3 B ₂ O ₃ 5 Al ₂ O ₃ 3.5 MgO 0.8 K ₂ O 0.3 Fe ₂ O ₃ 0.2 SO ₃ | 41.2 SiO ₂ 34.1 PbO 12.4 BaO 6.3 ZnO 3.0 K ₂ O 2.5 CaO 0.35 Sb ₂ O ₃ 0.2 As ₂ O ₃ | SiO ₂ | GeO ₂ |
| Temperatura promjene stanja, T _g [°C] | 573 | 536 | 551 | ~540 | 1 140 | 526±27 |
| Gustoća pri 20 °C [kg/m ³] | 2 520 | 2 235 | 2 550 | 3 860 | 2 203 | 3 650 |
| Modul elastičnosti pri 20 °C [GPa] | 72 | 65 | 75 | 67 | 72 | 43,3 |
| Modul smicanja pri 20 °C [GPa] | 29,8 | 28,2 | | 26,8 | 31,3 | |
| Temperatura tališta [°C] | 1 040 | 1 070 | | | 1 715 | 1 115 |
| Toplinski kapacitet pri 20 °C [J/molK] | 49 | 50 | 50 | 51 | 44 | 52 |
| Površinska napetost pri 1 300 °C [mJ/m ²] | 315 | 370 | 290 | | | |

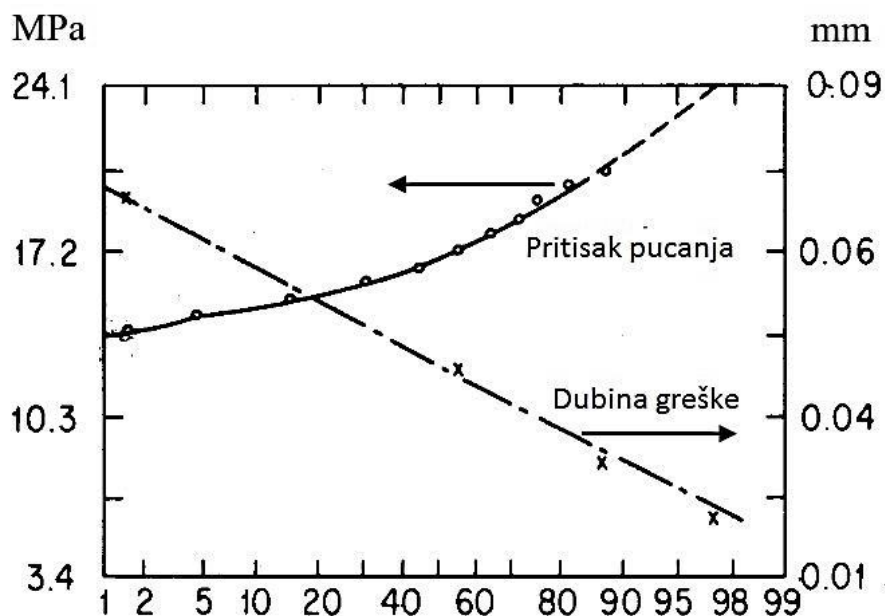
2.1.1.1. Mehanička svojstva

Većina staklenih materijala sastoji se od jakih kovalentnih veza (Si-O veza u teoriji podnosi naprezanja od 17 GPa). Ova vrijednost dobiva se kao iznos energije potrebne za razdvajanje pojedine ravnine atoma [Slika 2].



Slika 2 Razdvajanje ravnine atoma [1]

No, u praksi, čvrstoća staklenih elemenata uvelike ovisi o stanju površine (ogrebotinama, mjehurićima, nehomogenostima, uključinama te zasebnim fazama) [Slika 3]. Staklo nakon proizvodnje ima nominalnu dopuštenu čvrstoću od oko 70 MPa, dok proračunska čvrstoća često ne prelazi 7 MPa. Veće čvrstoće postižu se na elementima manjeg poprečnog presjeka (poput staklenih vlakana).



Slika 3 Ovisnost dopuštenog pritiska o dubini greške [1]

Čista, glatka površina iznimno je važna za visoka opterećenja staklenog elementa. Greške djeluju kao koncentracije naprezanja, te smanjuju čvrstoću.

2.1.1.2. Optička svojstva

Staklo je u širokoj primjeni poglavito zbog primjene kao prozirnog materijala, za razliku od materijala s kristalnom strukturom. Pojedini kristali u kristalnoj rešetki mogu provoditi svjetlost i biti providni, no granice kristalnih zrna odbijaju ili raspršuju svjetlost. Staklo nema unutarnjih strukturnih razgraničenja usporedivih sa kristalnom rešetkom, te stoga ne raspršuje svjetlost poput kristalnih materijala. Površina stakla je često glatka zbog toga što tijekom formiranja molekula u superohlađenom fluidu one nisu prisiljene složiti se u kristalnu strukturu, te mogu slijediti tok površinske napetosti. To rezultira mikroskopski glatkom površinom. Ova svojstva, koja daju staklu prozirnost mogu se zadržati i u slučajevima kada staklo apsorbira dio svjetlosti (primjerice, ukoliko se radi o obojenom staklu).

Staklo posjeduje svojstvo refrakcije, refleksije i provodnosti svjetlosti prema zakonima geometrijske optike, bez rasipanja. Koristi se u proizvodnji leća i prozora. Obično staklo ima koeficijent refrakcije svjetlosti od oko 1,5. Taj iznos se može smanjiti dodavanjem materijala niske gustoće u sastav, poput borona; ili povećati dodavanjem materijala veće gustoće, kao što je olovni oksid. U modernim varijantama za povećanje indeksa refrakcije dodaju se manje otrovni oksidi, poput cirkonijevog, titanijevog ili barijevog oksida. Takva visokolegirana stakla uzrokuju kromatskije rasipanje svjetlosti.

Prema Fresnelovim jednadžbama, reflektivnost staklene ploče iznosi oko 4% po površini (pri normalnom stanju zraka), dok je provodnost jednog elementa (dvije površine) oko 90%. Stakla legirana germanijevim oksidom imaju povećan indeks provodnosti svjetlosti, te se koriste u optoelektronici, poglavito za izradu optičkih vlakana.

2.1.2. Primjena

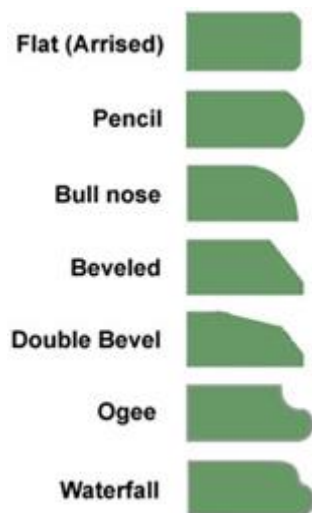
Općenito, staklo iskazuje svojstvo prozirnosti. Zbog tog svojstva proizlaze najčešće primjene stakla kao tehničkog materijala. Jedna od najčešćih upotreba stakla je kao svjetlopropusnog elementa u građevinarstvu. Staklo je istovremeno reflektivno i refraktivno u odnosu na svjetlost, što su svojstva koja se mogu modelirati i poboljšati rezanjem i poliranjem kako bi se dobile optičke leće, prizme, te optički kablovi za brz prijenos podataka putem svjetlosti. Ukoliko se ekstrudira kao stakleno vlakno, staklo se može koristiti kao izolator, te učvršćujući element za umetanje u plastičnu matricu, čime se dobiva kompozit poznatiji pod svojim trgovačkim nazivom, fiberglas.

Staklo je odavno korišteno u ljudskoj povijesti, što dokazuju i brojni artefakti pronađeni na arheološkim nalazištima diljem svijeta. Zbog svoje dobre oblikovljivosti, a i

sterilnosti, staklo se tradicionalno koristilo za posude: kao zdjele, vaze, boce, čaše, itd. Staklo također nalazi i svoju veliku primjenu u umjetnosti, te u svakodnevnom životu.

2.2. Brušenje staklenih rubova

Tipovi obrade staklenih rubova [Slika 4] ovise o namjeni staklene ploče, o estetici, te o mogućnostima uređaja za obradu.

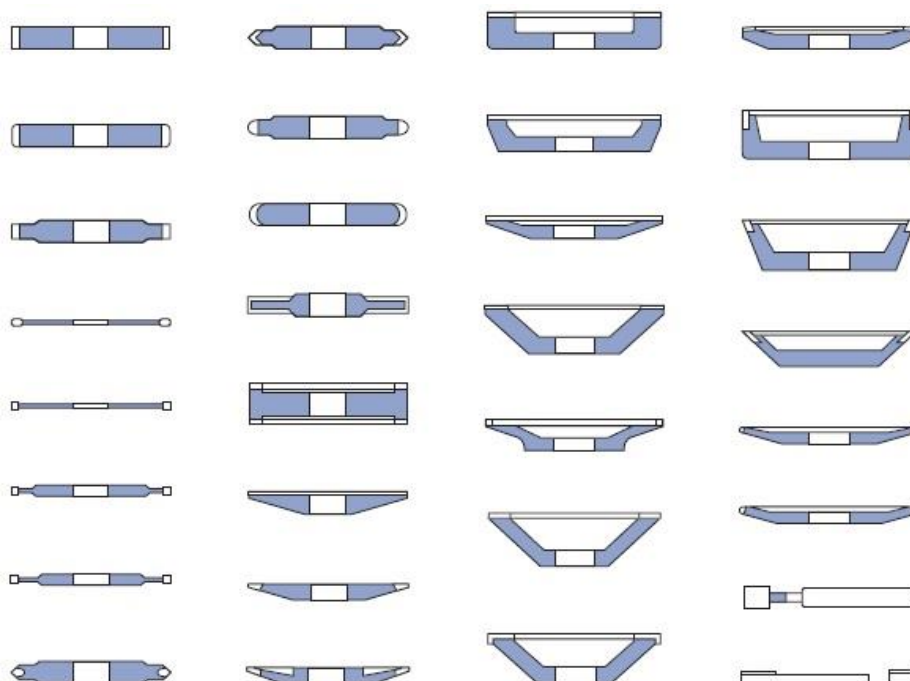


Slika 4 Oblici obrade staklenih rubova

Najčešće se na uređaju za obradu rubova, ovisno o željenom završnom obliku, mijenjaju brusne glave [Slika 5]. Brusne glave su izvedene najčešće sa čeličnim tijelom, dok je brusni vijenac načinjen od dijamantne prašine ili silicijevog karbida sa sinteriranim metalom kao vezivnim sredstvom. Tvrdća običnog stakla iznosi između 338 i 478 HV. Materijal brusne glave za obradu stakla mora biti niže vlačne čvrstoće.



Slika 5 Izvedbe brusnih kola za staklo [2]



Slika 6 Shematski prikaz različitih izvedbi brusnih kotača [3]

U daljnjem tekstu navode se tipični postupci obrade staklenih rubova za različite grupe debljina obradaka.

2.2.1. Obratci debljine 3 – 10 mm

Za obradu ravnog ruba sa običnim skošenjem:

- Prolaz grubim kolom 2 mm višim od visine obratka, skidanje 1 – 2 mm pri brzini od 4 000 – 5 000 °/min.
- Prolaz diskom srednje ili fine hrapavosti pri čemu se skida 0,2 – 0,3 mm brzinom 4 000 – 5 000 °/min.
- Poliranje brzinom 3 500 °/min.

2.2.2. Obratci debljine 12 – 20 mm

Za obradu ravnog ruba sa običnim skošenjem:

- Prolaz grubim kolom 2 mm višim od visine obratka, skidanje 2 – 2,5 mm pri brzini od 4 000 – 5 000 °/min.
- Prolaz diskom srednje hrapavosti, skidanje 0,5 mm pri 4 000 – 5 000 °/min.
- Prolaz diskom fine hrapavosti pri čemu se skida 0,2 – 0,4 mm brzinom 4 000 – 5 000 °/min.
- Poliranje brzinom 3 500 °/min.

3. Analiza tržišta

Pregledom proizvoda trenutno dostupnih na tržištu utvrđeno je da se oni pojavljuju u tri osnovna tipa (izvedbe): vertikalna i horizontalna postolja s nepomičnom glavom, te kao horizontalna postolja s pomičnom glavom.

[Tablica 2] prikazuje usporedbu različitih tipova i vrsta uređaja za obradu staklenih rubova.

Tablica 2: Usporedni prikaz specifikacija uređaja

| | Naziv | Ravni profili | | Kružni profili | | Debljina [mm] | Kut nagiba brusne glave |
|---------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|----------|---------------|-------------------------|
| | | min [mm] | max [mm] | min [mm] | max [mm] | | |
| HOR. | Sulak BBT 01 START | 70 x 70 | | 300 | | 3 – 12 | |
| | Sulak BBT 02N | 150 x | | | | | |
| | Sulak BBT 03 UNI | 150 | | | | | 0° – 6° |
| VERTIKALNE | SELIM SE5M | | | | | | |
| | FOLGA FA9-325B | 100 x | 3 000 x 3 000 | | | 3 – 19 | |
| | FOLGA FDM532P | 100 | | | | | |
| | FOLGA FA12E | 30 x 30 | | | | 3 – 50 | |
| | FOLGA FA9-325A | 100 x | 3 000 | | | 3 – 19 | 0° – 45° |
| | FOLGA FA9325 | 100 | | | | | |
| | Sulak BTS 01 START | 150 x | | 300 | | 3 – 12 | 0° – 6° |
| | Sulak BTS 02 BETA | 200 x | | | | | |
| | Jordon Glass DJ252D | 150 x | | | | | 0° – 60° |
| | ZXM BT11.325E | 80 x 80 | | | | | 0° – 45° |
| ZXM BT10.325P | 50 | | | | | | |
| ZXM BT252E | 25 | | | | | | |
| REVOLUCIJSKE | Xinology G-SEB-1800 | | | 110 | 2 100 | 3 – 25 | 3° – 20° |
| | Xinology G-SEB-2100 | | | | | | |
| | Xinology G-SEB-S | | | 500 | 1 600 | | |
| | GEM GSBM20 | | | 100 | 2 000 | 3 – 30 | 5° – 20° |
| | ZXM BT20M | | | | 1 300 | | 0° – 15° |
| | ZXM ZYD13 | | | 400 | 1 400 | | 0° – 45° |

3.1. Stol – horizontalni

3.1.1. Sulak BBT 03 UNI

Uređaj BBT 03 UNI češke tvrtke Sulak [Slika 7] služi za obradu rubova staklenih obradaka pravokutnog i kružnog oblika. Brusna glava je disk na dijamantnoj bazi, dok se hlađenje izvodi pomoću mlaza vode. Ovaj uređaj može se koristiti za obratke debljine između 3 i 12 mm. Rubovi se mogu obrađivati kao C profili, trapezoidni profili, ili ravni; ovisno o obliku brusnog diska.



Slika 7 Sulak BBT 03 UNI

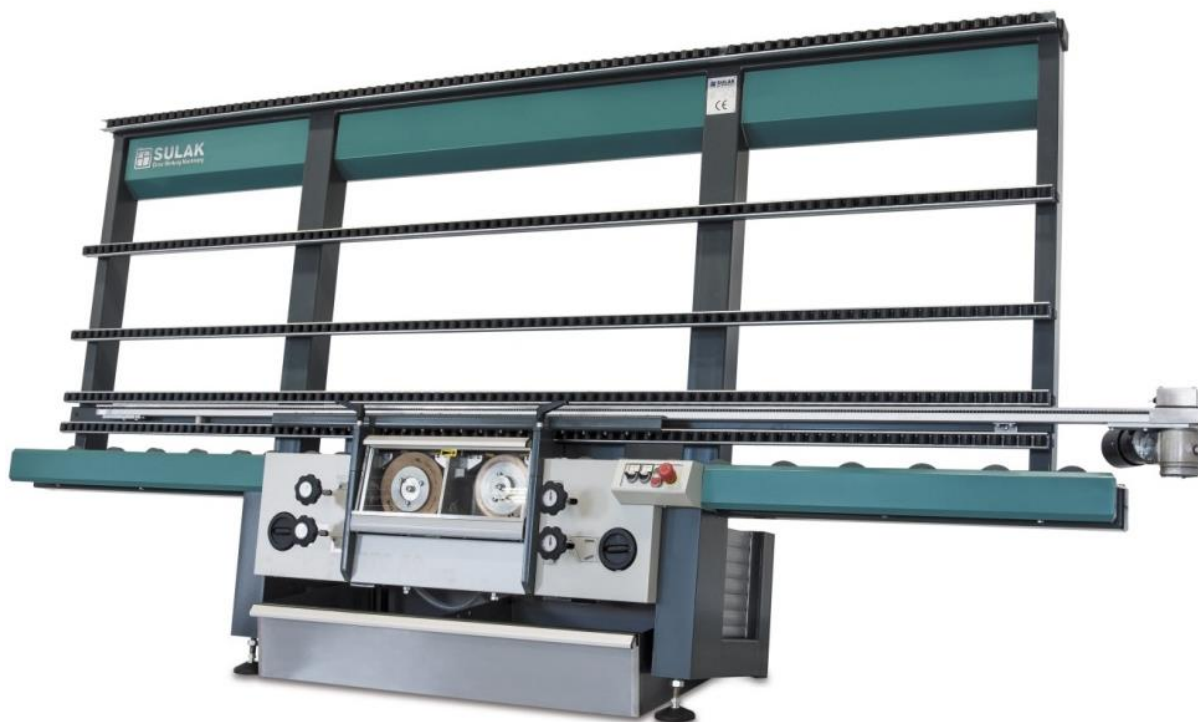
Rukovanje uređajem je vrlo jednostavno i ne zahtijeva posebnu edukaciju. Od ostalih specifikacija uređaja potrebno je istaknuti da je kućište pocinčano, potrošnja električne energije iznosi 1,6 kW, te da je uređaj mobilan.

3.2. Stol – vertikalni

3.2.1. BTS 02 BETA

Uređaj BTS 02 Beta proizvođača Sulak [Slika 8] služi za obradu staklenih rubova u vertikalnoj poziciji. Može se koristiti za brušenje i poliranje staklenih površina pravokutnih i kružnih obradaka. Obrada se vrši pomoću dijamantne brusne glave, dok je hlađenje izvedeno

pomoću mlaza vode. Ovim uređajem mogu se obrađivati obratci debljine između 3 i 20 mm. Rubovi se mogu obrađivati kao C profili, trapezoidni ili ravni, ovisno o vrsti brusnog diska koji se koristi.



Slika 8 BTS 02 BETA

Upravljanje uređajem je vrlo jednostavno i ne zahtijeva mnogo iskustva. Od ostalih prednosti ovog uređaja treba istaknuti da se brušenje i poliranje može raditi u jednom prolazu, da je ovakva tehnologija ekonomski vrlo prihvatljiva (minimalni trošak po 1 m ispoliranog staklenog ruba), potrošnja energije je 3,3 kW, te da je uređaj mobilan.

3.2.2. *Jordon Glass DJ252D*

Uređaj DJ252D [Slika 9] sadrži 9 vretena koji osiguravaju mogućnost skošenja rubova pod 45°, pa sve do 60° s vrlo finim finišem površine.

DJ252D se odlikuje jednostavnošću rukovanja i održavanja. Brzina obrade može se podesiti motovarijatorom. Debljina stakla odabire se preko kotača povezanog sa servomotorom; kotači se automatski podešavaju sa promjenom odabrane debljine. Zasebni kotač upravlja prvim redom sfernih kotača kako bi se dobio željeni kut skošenja. Svako vreteno opremljeno je vlastitim ampermetrom, što omogućava korisniku preciznu kontrolu nad kontaktom sa staklom. Zasebni odjeljak od nehrđajućeg čelika odvaja sloj cerijevog filca od ostalih kotača za poliranje.



Slika 9 Jordon Glass DJ252D

Ulazne i izlazne ruke su opremljene zasebnim zupčastim reduktorima čime se dobiva mogućnost podizanja i spuštanja svake od tih ruku odvojeno. To je naročito korisno u situacijama gdje korisnik želi podesiti završnu debljinu stakla bez da mora namještati svako vreteno za sebe, ili za dobivanje skošenja na velikim i teškim pločama, debljine 19 mm.

Neke dodatne specifikacije prikazuje [Tablica 5].

Tablica 3: Dodatne specifikacije uređaja DJ252D

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Posmak obratka | 0,73 – 3,67 m/min |
| Snaga uređaja | 20,3 kW |
| Dimenzije uređaja | 7 500 x 1 200 x 2 530 mm |
| Masa uređaja | 3 500 kg |

3.2.3. SELIM SE5M

Model SE5M tvrtke SELIM je uređaj za brušenje ravnih rubova staklenih ploča. Posjeduje 5 vretena i može obrađivati rubove kao ravne, ili sa skošenjem. Obrada započinje prvim dijamantrnim diskom, zatim se nastavlja sa dva opcionalna diska za skošenje, te naposljetku sa posljednja dva diska za poliranje, od kojih je drugi impregniran cerijem za postizanje visokog sjaja.



Slika 10 SELIM SE5M

Mehanizam pokretanja obratka vrši se preko zupčastog remenja koji osiguravaju preciznost pokretanja te dug životni vijek. Prednja i zadnja tračnica se također automatski podmazuju. Mehanički beskoračni reduktor služi za promjenu brzine kretanja obratka, a diskovi za skošenje mogu se pomjeriti ovisno o debljini staklene ploče. Neke dodatne karakteristike uređaja prikazuje [Tablica 4].

Tablica 4: Dodatne specifikacije uređaja SE5M

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Snaga | prema zahtjevu kupca |
| Brzina kretanja obratka | 0,5 – 3 m/min |
| Ukupna masa | 2 000 kg |
| Duljina | 6 500 mm |
| Širina | 1 200 mm |
| Visina | 2 500 mm |

3.2.4. FOLGA FA9-325

Model FA9-325 tvrtke FOLGA [Slika 11] odlikuje se obradom od ravnih rubova, do skošenja od 45°. Rezanje, brušenje i poliranje se mogu obaviti u jednom prolazu glave. Brzina se može fino pomjeriti beskoračnim regulatorom. Tračnice za obradak se mogu prilagoditi ovisno o debljini obrađenog komada.



Slika 11 FOLGA FA9-325

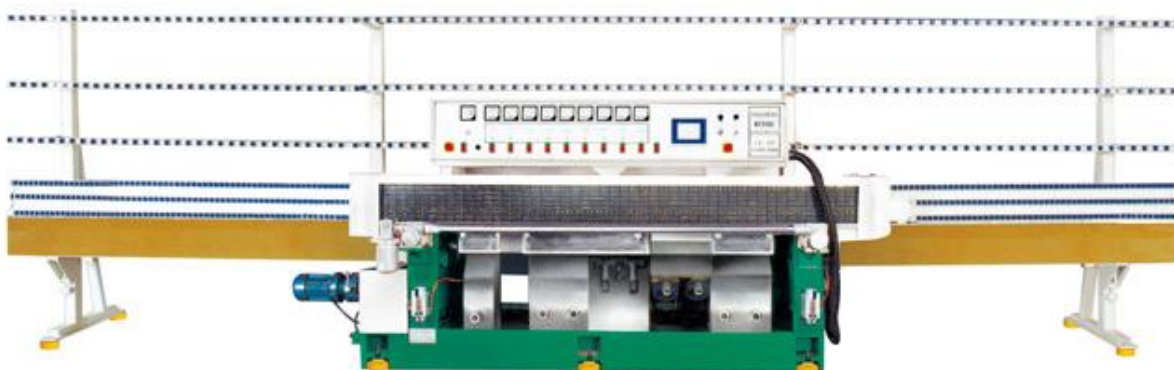
Neke detaljnije specifikacije uređaja prikazuje [Tablica 5].

Tablica 5: Dodatne specifikacije uređaja FA9-325

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Brzina kretanja obratka | 0,5 – 3 m/min |
| Max. moguće skošenje | 2,5 mm |
| Max. obradivi pojas | 3 mm |
| Snaga uređaja | 19 kW |
| Masa uređaja | 3 200 kg |
| Dimenzije uređaja | 6 700 x 1 000 x 2 500 mm |

3.2.5. ZXM BT252E

Uređaj BT252E tvrtke ZXM može obrađivati rubove (brušenje i poliranje), sa mogućnošću skošenja rubova. Stabilno gibanje obratka osigurava prijenos bez lanca koji se sastoji od tri ležaja na vodilicama od žarenog čelika. Kontrolni sustav (automatski ili ručni) sastoji se od PLC-a tvrtke Mitsubishi, na kojem se radni parametri namještaju preko grafičkog sučelja. Posmak je elektronički podesiv, dok pogonske motore za obradak pogone elektromotori ABB tipa.



Slika 12 ZXMT252E

Tablica 6: Dodatne specifikacije uređaja BT252E

| | |
|----------------|--------------------------|
| Masa uređaja | 5 700 kg |
| Posmak obratka | 0,1 – 3,8 m/min |
| Ukupna snaga | 19,85 kW |
| Dimenzije | 8 000 x 1 200 x 2 000 mm |

3.3. Revolucijska glava

3.3.1. Xinology G-SEB-2100

Modeli iz serije G-SEB tvrtke Xinology, pa tako i model G-SEB-2100 [Slika 13] koriste se za obradu staklenih rubova kružnog, ovalnog ili nepravilnog oblika. U slučaju korištenja odgovarajuće brusne glave može raditi skošenja, ravne rubove, pencil-oblike, Ogee, waterfall, itd.



Slika 13 Xinology G-SEB-2100

Ovaj uređaj pokriva puni krug od 360° radnog prostora. Ruka radnog dijela može se raširiti za pokrivanje obradaka do 2100 mm. Kućište je izvedeno kao lijevano. Mogu se obrađivati obratci i minimalne veličine do 110 mm. Brzina vrtnje radne ruke može se bez koraka mijenjati tijekom rada stroja. Kružni oblici mogu se obrađivati automatski. Brzina vrtnje radne glave je također varijabilna, u dvije brzine vrtnje. Naknadne specifikacije uređaja G-SEB-2100 prikazuje [Tablica 7].

Tablica 7: Dodatne specifikacije uređaja G-SEB-2100

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Brzina vrtnje okretnog postolja | 0 – 6,5 °/min |
| Ukupna snaga | 2,9 kW |
| Ukupna masa | 1 200 kg |
| Dimenzije | 1 800 x 1 900 x 2 100 mm |

3.3.2. GEM GSBM20

Uređaj GSBM20 tvrtke GEM [Slika 14] služi za obradu (brušenje i poliranje) vanjskih rubova staklenih obradaka. Izmjenom brusne glave mogu se postići različiti profili ruba (ravni, ravni sa skošenjem, OG rub, itd.). Visina vretena je lako podesiva. Uz pomoć pneumatskog cilindra automatski se mogu obrađivati kružni oblici. Okretno postolje i pužni reduktor instalirani su u podnožju uređaja, dok brzinu vrtnje određuje beskoračni regulator.

**Slika 14 GEM GSBM20**

Neke dodatne karakteristike prikazuje [Tablica 8].

Tablica 8: Dodatne specifikacije uređaja GSBM20

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Masa uređaja | 500 kg |
| Snaga uređaja | 2,8 kW |
| Dimenzije uređaja | 1 500 x 1 500 x 1 600 mm |

3.3.3. ZXM BT20M

Uređaj BT20M [Slika 15] može brusiti i polirati vanjski rub predformiranog stakla. Promjenom brusnih ploča različitih oblika mogu se dobiti različiti oblici obrade rubova. Omogućeno je lako mijenjanje visine vretena. Pneumatski cilindar omogućava mogućnost automatske obrade kružnih oblika.



Slika 15 ZXM BT20M

Neke dodatne karakteristike uređaja prikazuje [Tablica 9].

Tablica 9: Dodatne specifikacije uređaja BT20M

| | |
|---|--------------------------|
| Brzina vrtnje okretnog postolja (velikog) | 0,2 – 2,5 °/min |
| Brzine vrtnje okretnog postolja (malog) | 1,2 – 6 °/min |
| Ukupna snaga uređaja | 2,2 kW |
| Dimenzije uređaja | 1 500 x 1 500 x 1 600 mm |

3.3.4. ZXM ZYD13

Uređaj ZYD13 [Slika 16] pogodan je za brušenje i poliranje unutarnjih i vanjskih rubova staklenih površina. Izmjenom brusnih kola mogu se dobiti različiti oblici obrađenog ruba. Omogućena je laka promjena visine vretena. Pneumatski cilindar omogućava mogućnost automatske obrade okruglih oblika. Ovaj uređaj također ima mogućnost rotacije od 90° na vertikalnoj ravnini, što je naročito pogodno za obradu vertikalnih rubova savijenog stakla (staklenih korita).

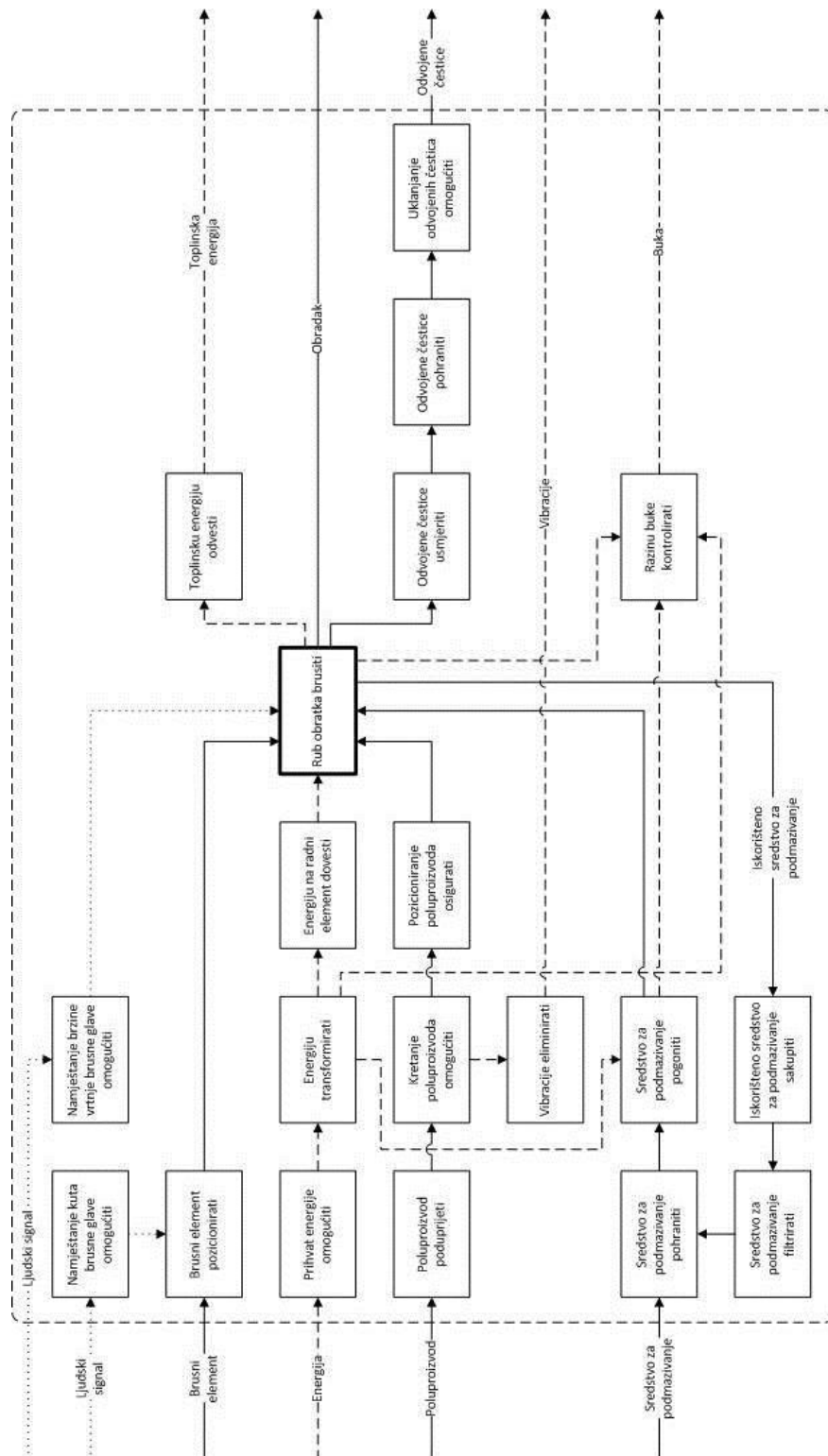


Slika 16 ZXM ZYD13

Tablica 10: Dodatne specifikacije uređaja ZYD13



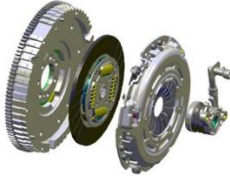






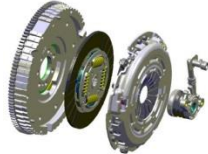



| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Brzina vrtnje okretnog postolja | 0,5 – 4,5 °/min |
| Ukupna snaga | 2,2 kW |
| Dimenzije | 1 500 x 1 500 x 1 600 mm |
| Masa | 500 kg |
| Max. veličina skošenja | 40 mm |















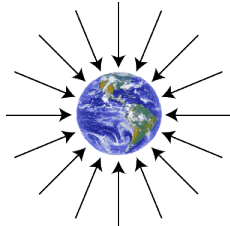
4. FUNKCIJSKO MODELIRANJE PROIZVODA





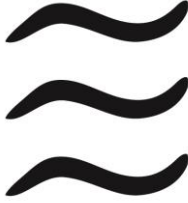
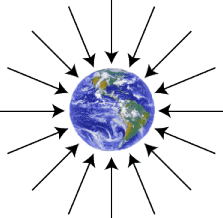

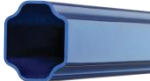





Slika 17 Funkcijska dekompozicija proizvoda

5. MORFOLOŠKA MATRICA

| | | | | | |
|----|--|---|--|--|---|
| 1. | Namještanje kuta brusne glave omogućiti | Ručno  | | | |
| 2. | Namještanje brzine vrtnje brusne glave omogućiti | Ručno  | Spojka  | Mjenjač  | |
| 3. | Brusni element pozicionirati | Vijci  | Oblikom  | Klinom  | Uskočnikom  |
| 4. | Prihvat energije omogućiti | Elektromotor  | | Spojka  | |
| 5. | Energiju transformirati | Elektromotor  | Reduktor  | Multiplikator  | |

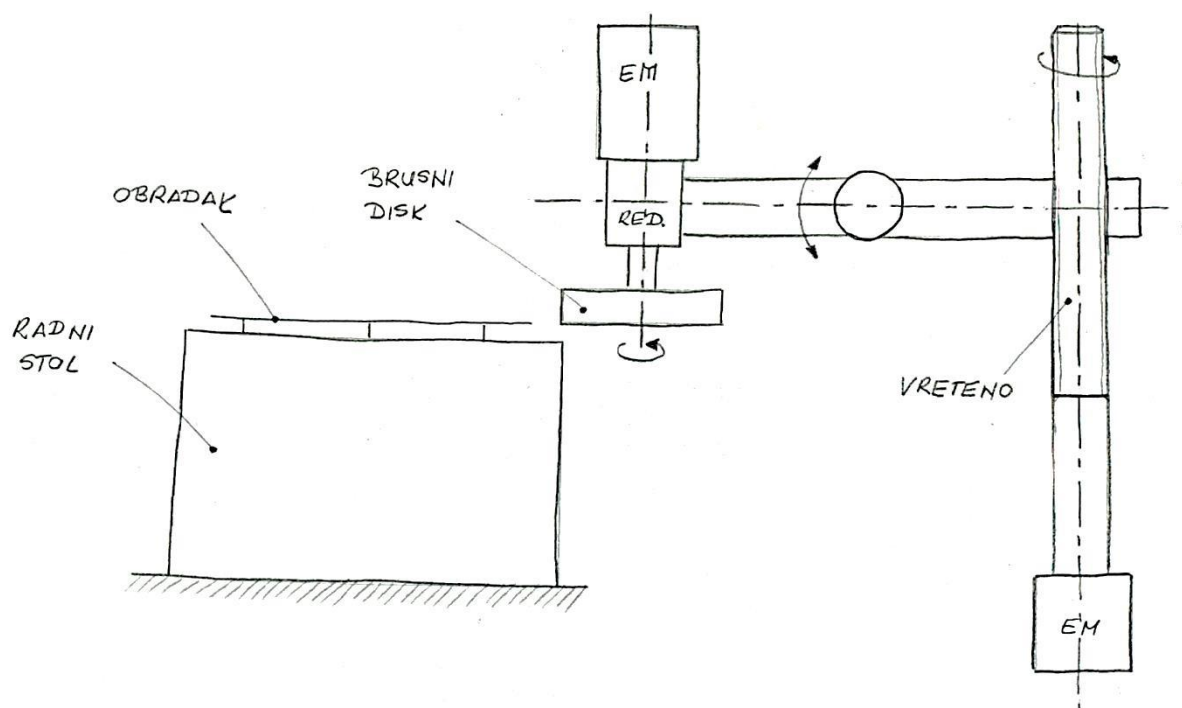
| | | | | | |
|-----|--|---|---|---|---|
| 6. | Proizvod poduprijeti (oslonci) | Metalni  | Drveni  | Polimerni  | Gumeni  |
| 7. | Kretanje poluproizvoda omogućiti | Ručno  | Linearni elementi  | Klizni elementi  | |
| 8. | Pozicioniranje poluproizvoda omogućiti | Graničnici  | | Vodilice  | |
| 9. | Vibracije eliminirati | Oslonci s oprugama  | | Gumeni oslonci  | |
| 10. | Sredstvo za podmazivanje pohraniti | Plastični spremnik  | | Metalni spremnik  | |
| 11. | Sredstvo za podmazivanje pogoniti | Hidraulička pumpa  | | Gravitacija  | |

| | | | | |
|-----|--|---|---|---|
| 12. | Rub obratka brusiti | <p>Brusni disk</p>  | <p>Brusni remen</p>  | |
| 13. | Toplinsku energiju odvesti | <p>Emulzija</p>  | <p>Voda</p>  | <p>Zrak</p>  |
| 14. | Odvojene čestice usmjeriti | <p>Gravitacija</p>  | <p>Zrak</p>  | <p>Oblik</p>  |
| 15. | Odvojene čestice pohraniti | <p>Plastični spremnik</p>  | | <p>Metalni spremnik</p>  |
| 16. | Uklanjanje odvojenih čestica omogućiti | <p>Ručno</p>  | | |

6. KONCEPTI

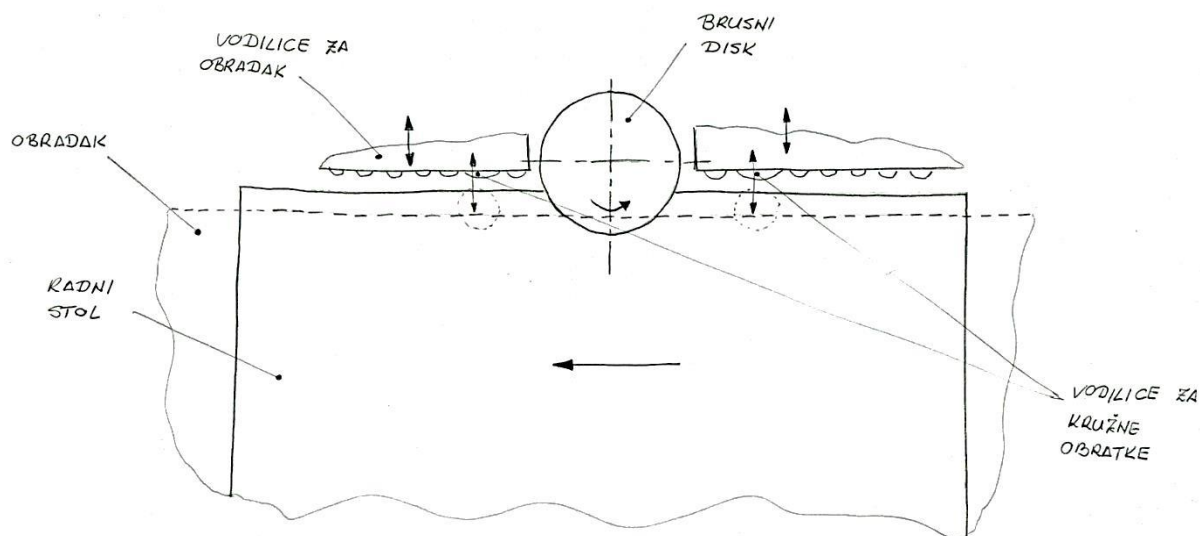
6.1. Koncept 1

Koncept 1 zamišljen je kao horizontalni stol na koji se postavlja obradak. Brusna glava može se pomicati na svom vretenu vertikalno, te preko zgloba rotacijski [Slika 18]. Stoga ukupno brusna glava ima dva stupnja slobode gibanja. Vreteno je izvedeno kao pogonski član, dok kontrolu gibanja vrše vodilice sa svake strane vretena, pričvršćene za kućište stroja.



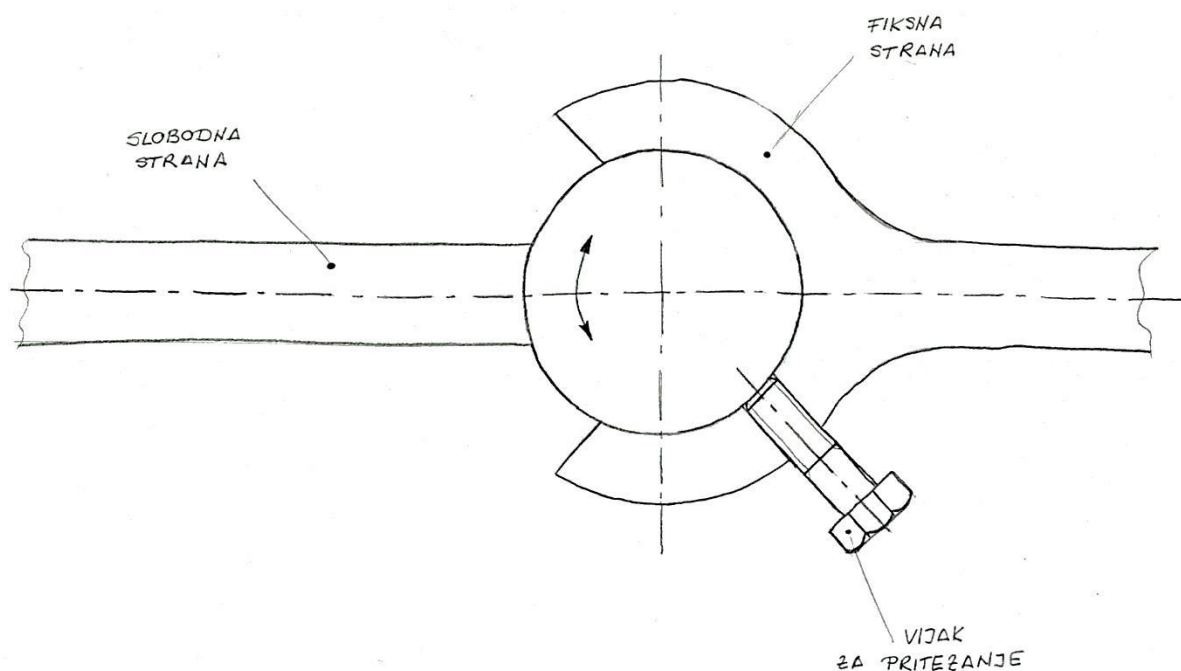
Slika 18 Koncept 1 (bočni pogled)

Pozicioniranje tijekom kretanja obratka omogućeno je pomoću prilagodljivog reda gumenih kotača, od kojih se dva mogu simetrično izvući za pozicioniranje kružnih ploča [Slika 19]. Samo kretanje obratka je ručno, kao i okretanje stranica; no, može se i automatizirati pogonom pojedinih kotača vodilice.



Slika 19 Koncept 1 (pogled odozgo)

Kut nagiba brusne glave može se podesiti zglobov [Slika 20] s jednim stupnjem slobode gibanja (rotacijskim). Željeni kut nagiba koči se pomoću reda vijaka za pritezanje zgloba slobodne strane zgloba. Čeljust fiksne strane izvedena je tako da dopušta zakretanje slobodne strane za sveukupno $90^\circ (\pm 45^\circ)$.

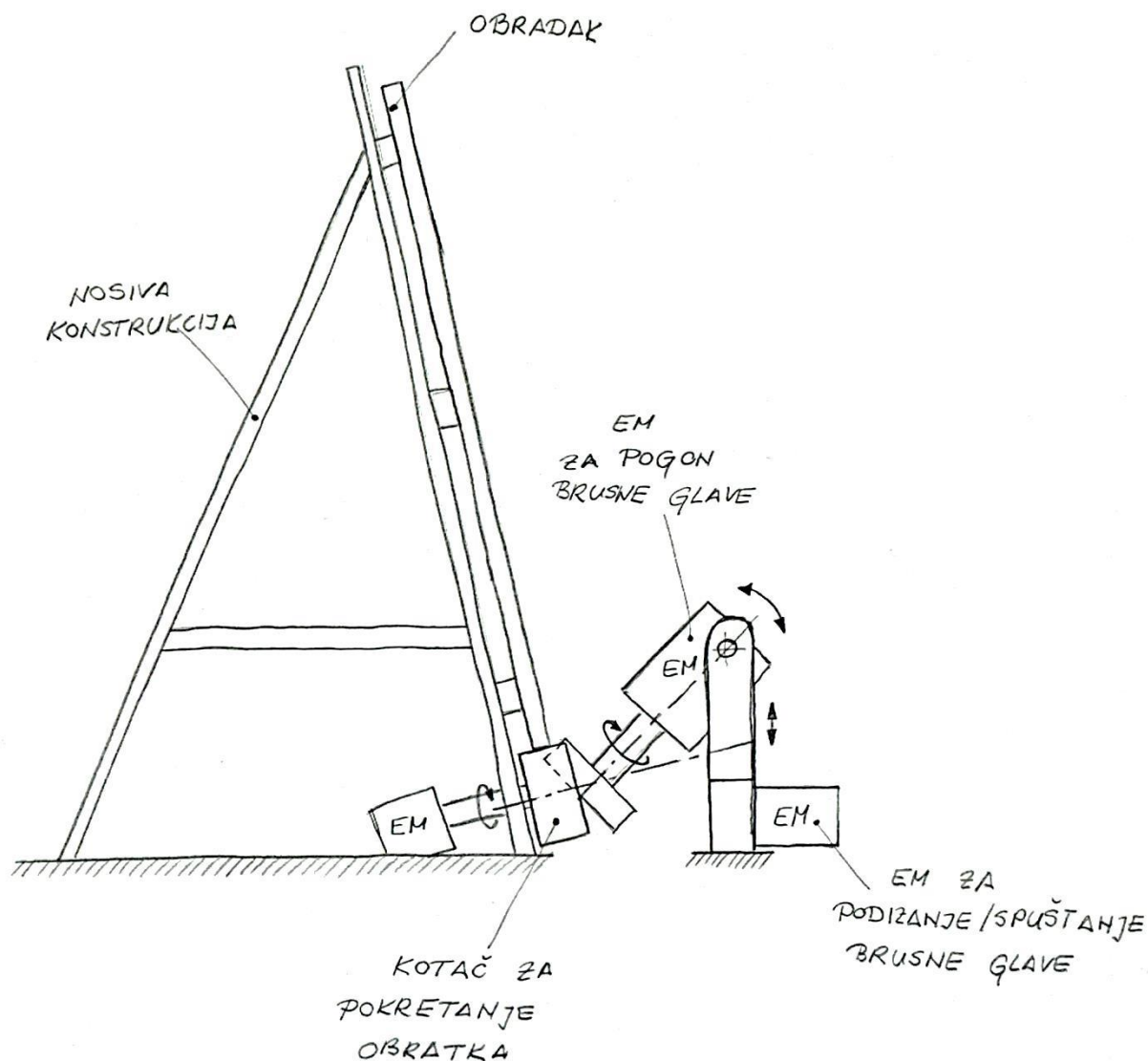


Slika 20 Koncept 1 (zglob za promjenu kuta)

6.2. Koncept 2

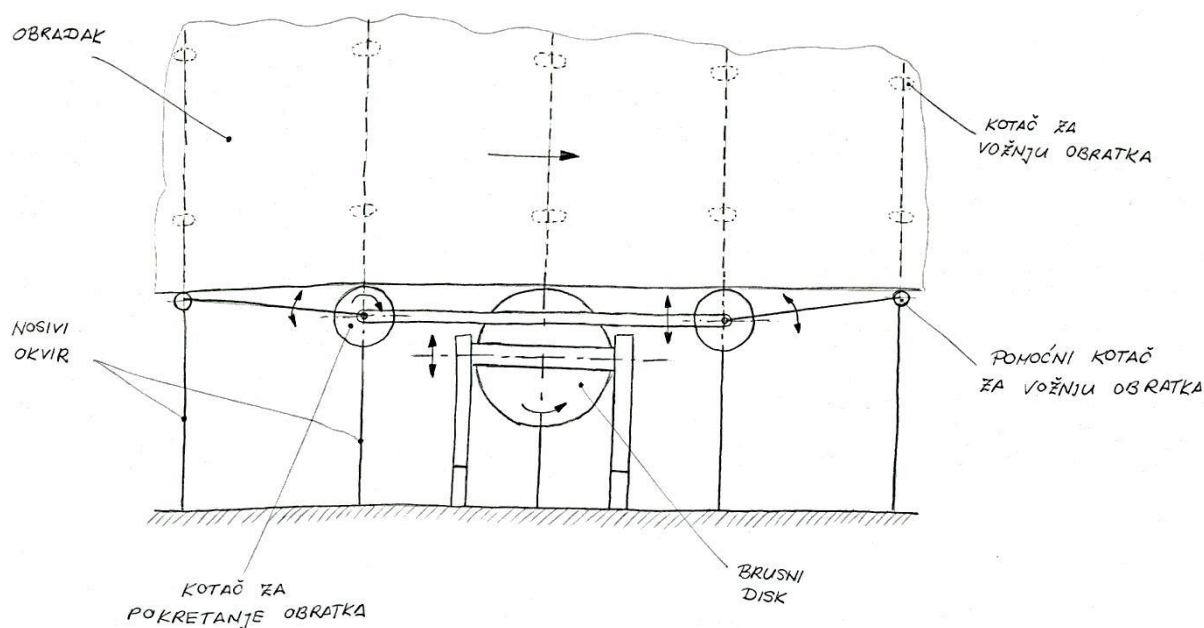
Koncept 2 je približno vertikalni stol koji djeluje kao okvirni nosač na koji se naslanja obradak. Sam obradak je s donje strane poduprt kotačima koji služe za pozicioniranje, oslanjanje i pokretanje obratka. Brusna glava se može kutno pomicati u odnosu na obradak,

tako da se uz pomoć ravnog diska za brušenje može napraviti i skošenje od max. 45° na obje strane u odnosu na gornju ravninu obratka (staklene ploče).



Slika 21 Koncept 2 (pogled sa strane)

Kretanje (vožnja) obratka duž okvirnog nosača vrši se uz pomoć prvog od dva kotača za kretanje. U slučaju da su kotači za kretanje postavljeni na istom pravcu kao i pomoćni kotači za vožnju, staklena ploča će se kretati u pravcu preko brusne glave. Takve postavke omogućuju obradu ravnih pravokutnih ploča. Za obradu kružnih oblika potrebno je kotače za kretanje izdignuti kako bi se na njima okretalao kružna staklena ploča.

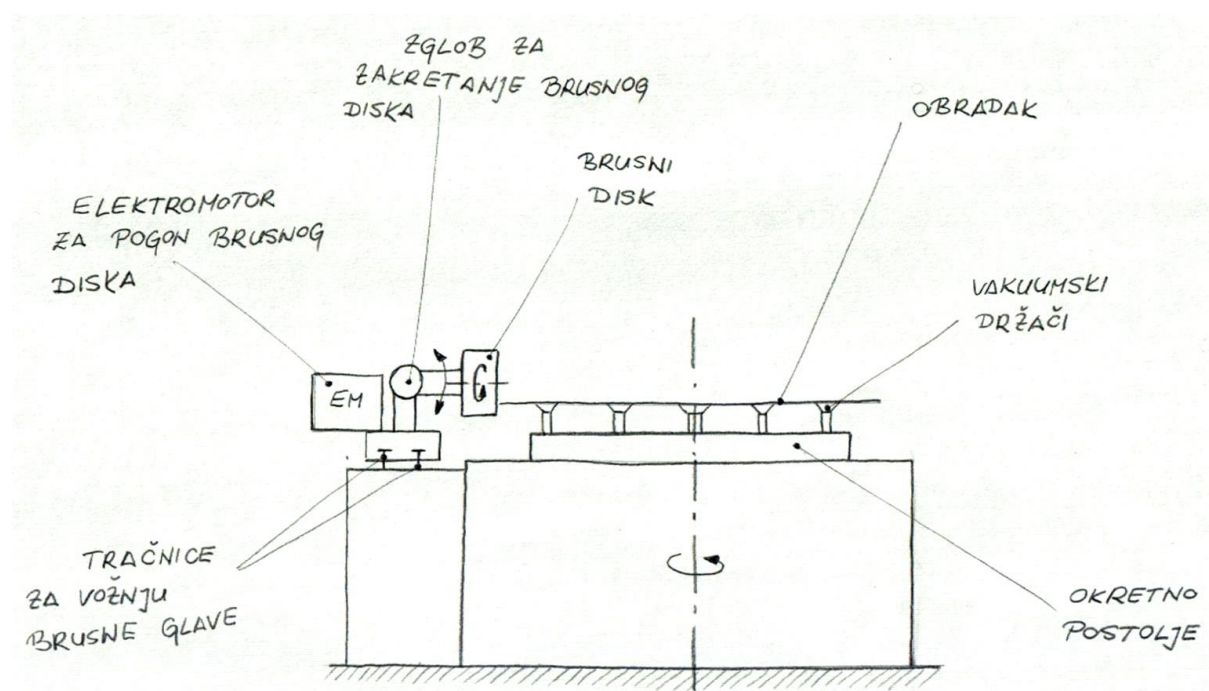


Slika 22 Koncept 2 (prednji pogled)

Tijekom kretanja staklena ploča oslonjena je na kotače montirane na okvirni nosač, koji ju podupiru na stražnjoj strani. Sklop brusnog diska može se također pomicati na vretenu u vertikalnoj osi.

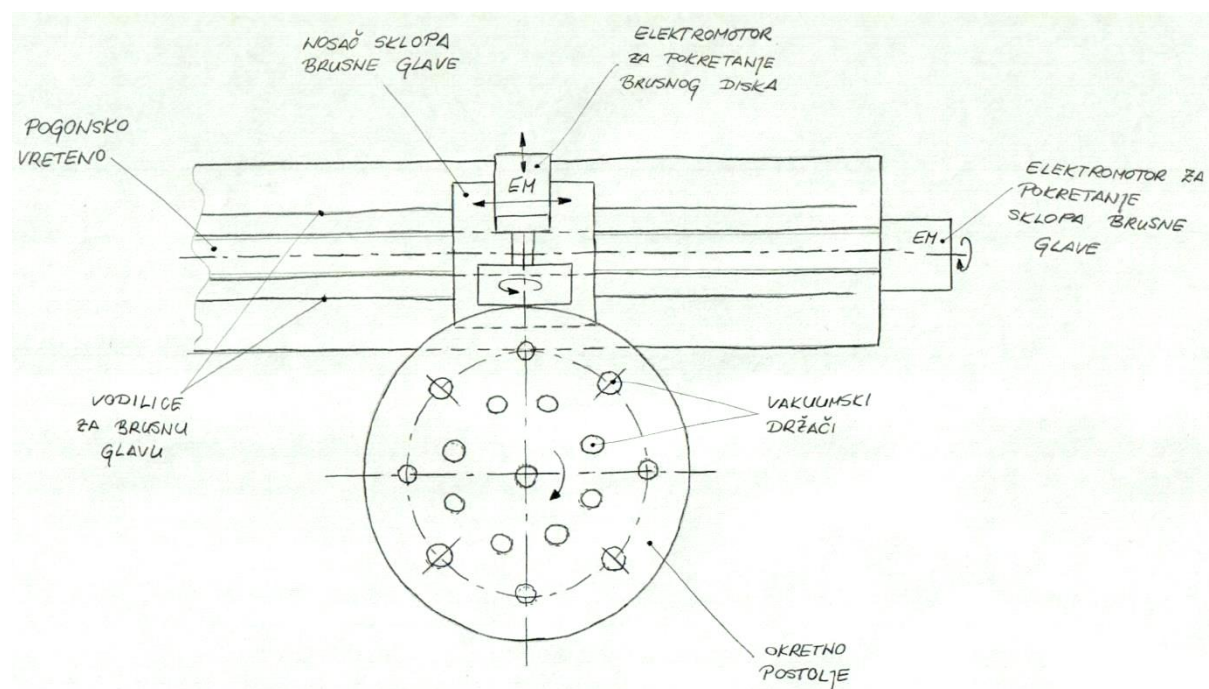
6.3. Koncept 3

Koncept 3 [Slika 23] zamišljen je kao hibrid dviju analiziranih izvedbi: prve varijante sa pomičnim obratkom, a nepomičnom brusnom glavom; te druge varijante sa statičnim obratkom i rotirajućom brusnom glavom. U ovom slučaju obradak se postavlja na radni stol, gdje se pričvršćuje vakuumskim držačima. U slučaju pravokutnog oblika stol se zakreće tako da rub staklene ploče odgovara paralelno sa vodilicama brusne glave. Zatim se brusna glava pomiče po svojim vodilicama i brusi cijeli zadani rub. Nakon tog koraka, okretno postolje se zakreće za 90° i brusna glava ponavlja cijeli radni korak. Cjelokupni sklop brusne glave se pokreće na vodilicama preko pogonskog vretena koje je pak pogonjeno elektromotorom.



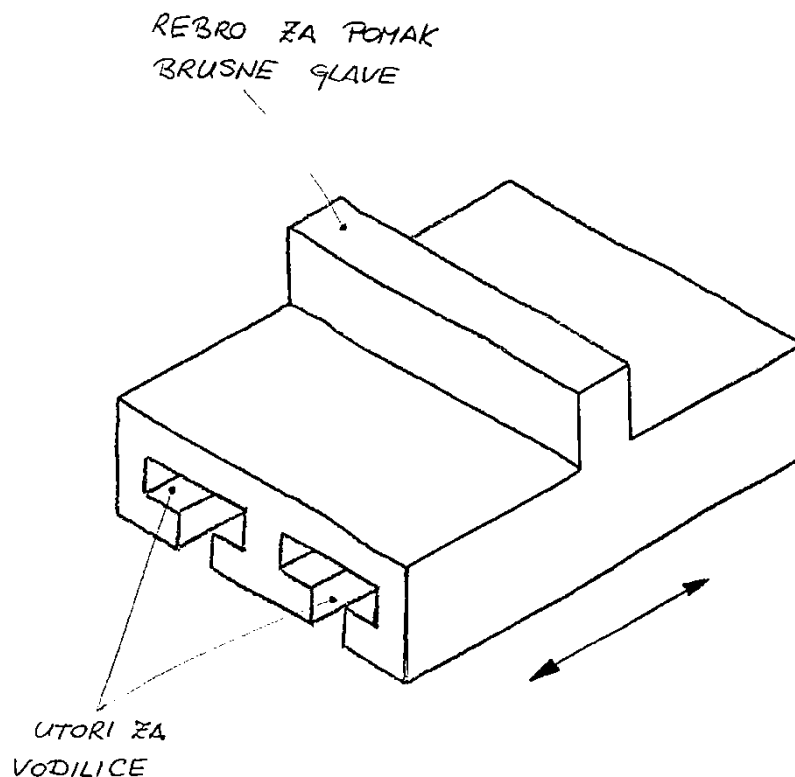
Slika 23 Koncept 3 (pogled sa strane)

U slučaju kružnog oblika obratka [Slika 24], brusna glava miruje, dok se okretno postolje rotira puni krug kako bi se obradio rub. Brusna glava je također zgloбно vezana za postolje, tako da se može rotirati za $90^\circ (\pm 45^\circ)$. Samo okretno postolje pogonjeno je preko planetarnog prijenosnika ili nekog sličnog prigranskog rješenja.



Slika 24 Koncept 3 (pogled odozgo)

Kako bi se postiglo obrađivanje različitih promjera i veličina staklenih ploča, brusna glava se može pomicati duž rebra prema ili od obratka. Brusna glava se za rebro steže ekscentrom ili nekim drugim sličnim prikladnim mehanizmom.



Slika 25 Koncept 3 (nosač brusne glave)

6.4. Vrednovanje koncepata

Za potrebe vrednovanja koncepata koristi se Pughova matrica. Postupak izabiranja koncepta započinje dodjeljivanjem težinskih faktora pojedinim kriterijima vrednovanja. Suma težinskih faktora mora iznositi 1. Dalje, odabiremo referentno rješenje. U ovom slučaju to će biti koncept 1. U odnosu na referentno rješenje odabiremo jesu li ostala dva bolja (+), lošija (-) ili jednaka (+/-). Zatim zbrajanjem i množenjem s težinskim faktorima dobijemo najbolje od tri ponuđena rješenja.

Tablica 11: Pughova matrica vrednovanja rješenja

| Kriterij | Težinski faktor | Koncept 1 | Koncept 2 | Koncept 3 |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Kompliciranost izvedbe | 0,08 | R | +/- | - |
| Jednostavnost upravljanja | 0,09 | R | +/- | + |
| Broj elemenata | 0,08 | R | +/- | - |
| Dimenzije stroja | 0,06 | R | - | + |
| Proizvodna fleksibilnost | 0,1 | R | +/- | + |
| Broj operatera | 0,09 | R | +/- | +/- |
| Broj pogonskih uređaja | 0,08 | R | +/- | +/- |
| Sigurnost | 0,1 | R | + | + |
| Cijena | 0,08 | R | +/- | +/- |
| Brzina ciklusa | 0,06 | R | +/- | + |
| Dimenzije obradaka | 0,1 | R | + | +/- |
| Održavanje | 0,08 | R | - | +/- |
| $\Sigma+$ (bez težinskih faktora) | | R | 2 | 5 |
| $\Sigma-$ (bez težinskih faktora) | | R | 2 | 2 |
| Σ (bez težinskih faktora) | | R | 0 | 3 |
| Σ | 1 | R | +0,06 | +0,25 |

Vrednovanjem prema ovom postupku došli smo do zaključka da je najpovoljnije rješenje upravo koncept 3. U nastavku ovog rada, koncept 3 biti će temelj za daljnju konstrukcijsku razradu i detaljiziranje.

6.5. Detaljna razrada odabranog koncepta

Što se tiče odabranog koncepta (pod rednim brojem 3), u detaljnoj razradi obraditi će se podsustavi kao što su:

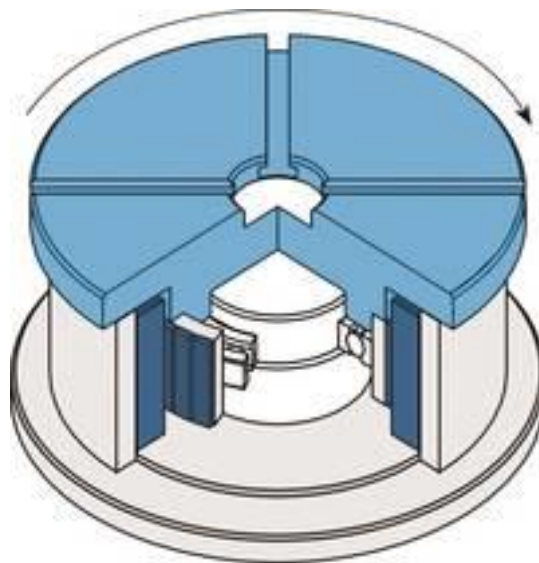
- Pogon (i prigon) okretnog postolja
- Pogon i uležištenje sklopa brusne glave
- Izvedba radijalnog pomaka sklopa brusne glave
- Izvedba sustava kutnog zakreta brusnog diska
- Izvedba vertikalnog pomaka brusnog diska

6.5.1. Okretno postolje

Na okretnom postolju zahtijeva se relativno mala brzina vrtnje, visoka preciznost (kako se ne bi izgubila paralelnost tijekom okretanja pravokutnih obradaka), te također, vrlo maleno opterećenje u vidu težine obratka. Inercijske sile su zanemarive uslijed male brzine vrtnje.

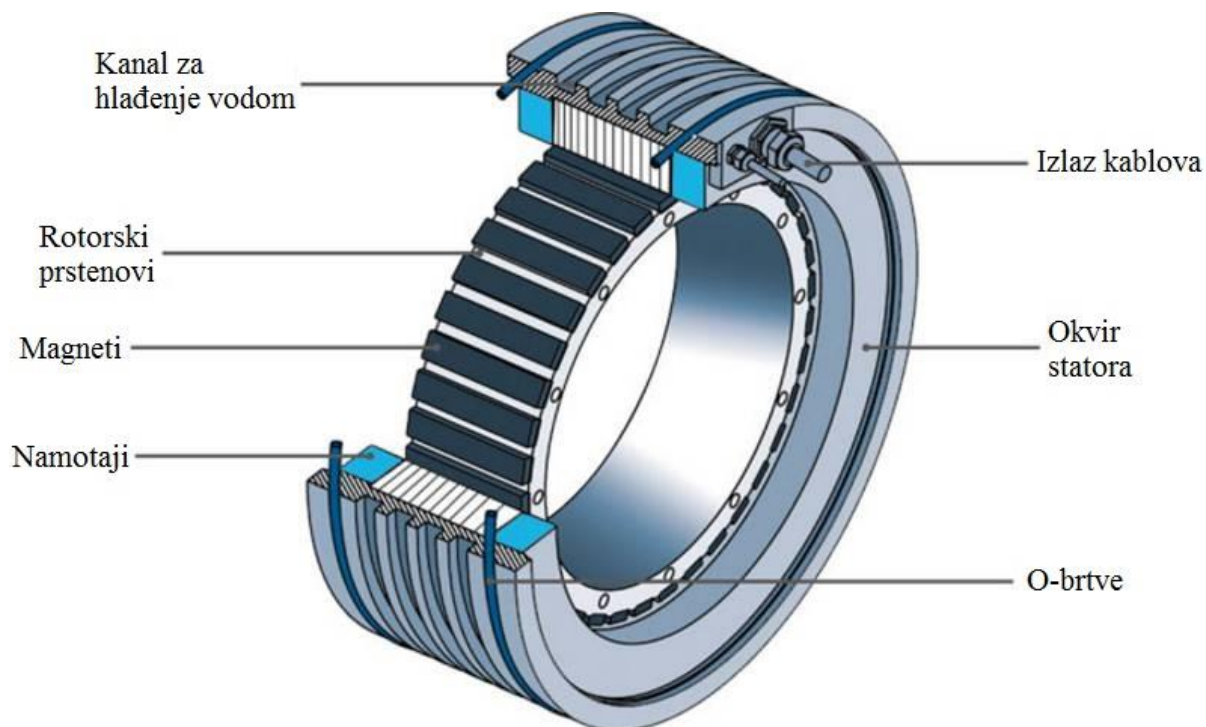
Za takve početne zahtjeve pogodan je direktni pogon momentnim motorom [Slika 26], čime se eliminiraju gubici mehaničkog prigona i zasebnog elektromotora. Za razliku od elektromotora sa četkicama, ovakvo rješenje nema kontakta između rotorskog i statorskog

dijela. Prednosti takve izvedbe su manje trošenje, manji mehanički gubici, te dulji životni vijek.



Slika 26 Okretni stol s direktnim pogonom

Momentni motori mogu proizvesti dosta visoke iznose momenta, dok su s druge strane ograničeni maksimalnom brzinom vrtnje, što ujedno odgovara i zahtjevima uređaja koji se konstruira u ovom radu. Ovakve izvedbe motora proizvode momentno opterećenje čak i u kočnom režimu rada (pa i pri potpunom zaustavljanju). No, za razliku od konvencionalnih elektromotora, jedini kriterij izbora ovih motora je maksimalni moment, a ne i snaga. U osnovi, maksimalni moment na izlazu određen je isključivo snagom motora.

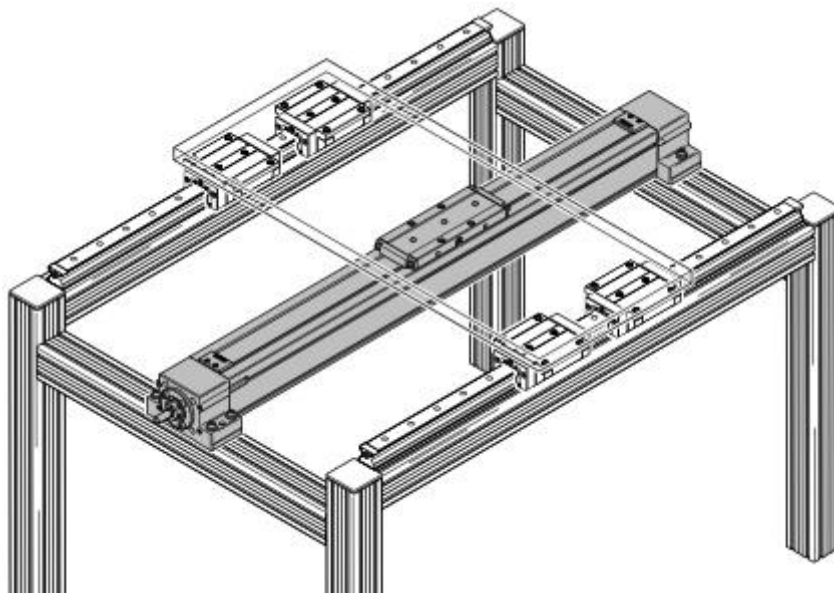


Slika 27 Princip rada momentnog motora

6.5.2. Pogon i uležištenje sklopa brusne glave

Sklop brusne glave pomiče se linearno u smjeru paralelnom sa rubom obratka. Opterećenja na brusni disk (pa tako i na cjelokupni sklop brusne glave) nisu velika, stoga je važniji zahtjev za paralelnošću i preciznim gibanjem.

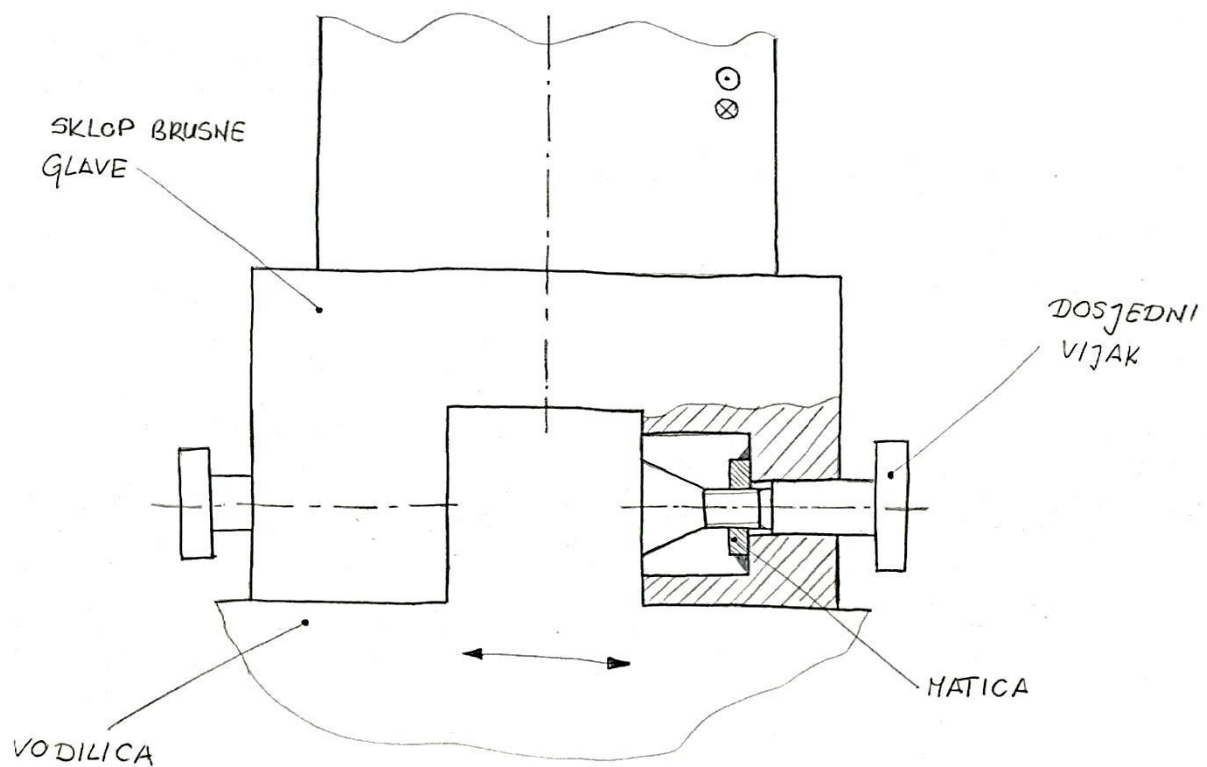
U slučaju obrade kružnih dijelova, brusna glava mora ući u rotirajući obradak, što je najveći slučaj udarnog opterećenja na ovaj sklop. Takva opterećenja mogu preuzeti linearni sustavi za kretanje trenutno dostupni na tržištu [Slika 28].



Slika 28 Izvedba stola za pomak u smjeru obrade

6.5.3. Izvedba radijalnog pomaka sklopa brusne glave

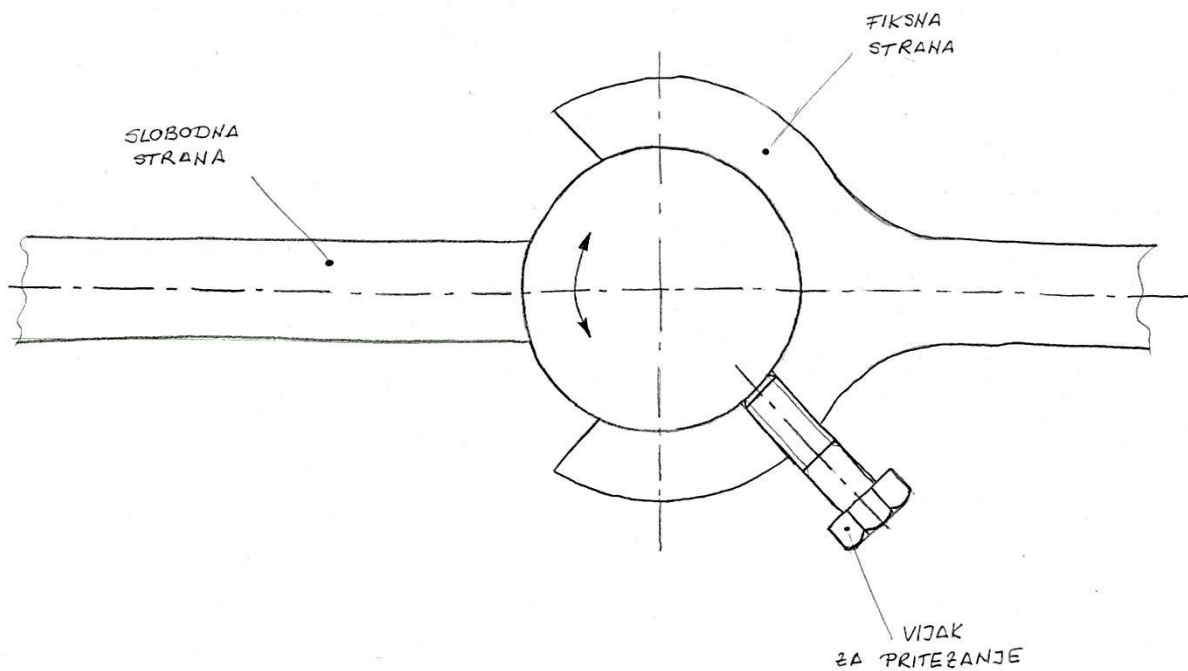
Radijalni pomak sklopa brusne glave može se jednostavno izvesti upotrebom vodilice na elementu za linearni pomak istog sklopa. No, tada treba izvesti rješenje kočenja na takvoj vodilici. U ovom konceptu kočenje je zamišljeno pomoću četiri dosjedna vijka koji pritišću vodilicu na mjestu na kojem operater želi pozicionirati brusni disk [Slika 29].



Slika 29 Izvedba radijalnog pomaka sklopa brusne glave

6.5.4. Izvedba sustava kutnog zakreta brusnog diska

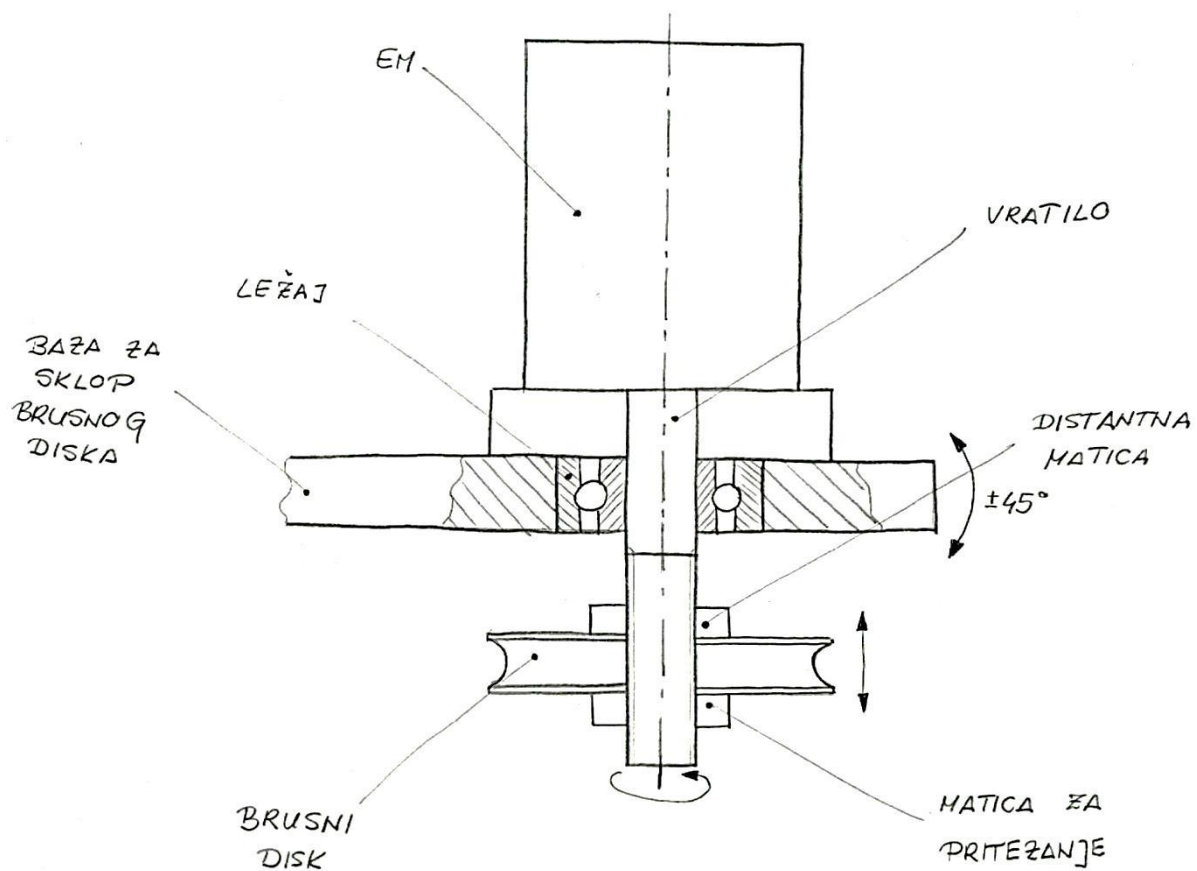
Rješenje kutnog zakreta brusnog diska preuzeto je iz koncepta 1 [Slika 30], jer zadovoljava i u ovom konceptu.



Slika 30 Rješenje kutnog zakreta sklopa brusnog diska

6.5.5. Izvedba vertikalnog pomaka brusnog diska

Kako je ovaj uređaj predviđen za obradu staklenih ploča različitih debljina, potrebno je osigurati i sustav vertikalnog pomaka brusnog diska, kako bi on mogao tijekom rada pravilno nalijegati na obradak. Predviđeni spektar debljina obradaka iznosi 3 – 19 mm, što se može izvesti predviđanjem navoja na izlaznom vratilu elektromotora, na koji bi se uz pomoć distantne i pritezajuće matice pričvršćivao brusni disk [Slika 31]. Montaža takvog diska bi u ovom slučaju bila ručna.



Slika 31 Izvedba vertikalnog pomaka brusnog diska

7. PRORAČUN

7.1. Obradak

7.1.1. Geometrijske karakteristike obratka

U najvećem slučaju uzima se ploča dimenzija $1\ 000 \times 1\ 000$ mm, odnosno kružni profil promjera $1\ 000$ mm, i debljine 19 mm. Gustoća običnog stakla prema **Error! Reference source not found.** iznosi $2\ 400 - 2\ 800$ kg/m³. Ovdje uzimamo najnepovoljniji slučaj, dakle gustoću od $2\ 800$ kg/m³. Prema tome, masa obratka će u najnepovoljnijem slučaju iznositi kako slijedi prema izračunu.

$$V_{O_1} = r_O^2 \cdot \pi \cdot \delta_{\max} = 0,5^2 \cdot \pi \cdot 0,019 = 0,01492 \text{ m}^3$$

$$V_{O_2} = a_O^2 \cdot \delta_{\max} = 1^2 \cdot 0,019 = 0,019 \text{ m}^3$$

$$m_O = m_{\max} = V_{O_1} \cdot \rho_{\text{staklo}} = 0,019 \cdot 2\ 800 = 53,2 \text{ kg}$$

Moment tromosti kružnog obratka za slučaj rotacije oko središnje osi (osi z), prema **Error! Reference source not found.** iznosi:

$$I_{z_1} = \frac{1}{2} \cdot m_O \cdot r_O^2 = \frac{1}{2} \cdot 53,2 \cdot 0,5^2 = 6,65 \text{ kgm}^2$$

Za kvadratni obradak, prema istom izvoru za rotaciju oko osi z, moment tromosti iznosi:

$$I_{z_2} = \frac{1}{6} \cdot m_O \cdot a_O^2 = \frac{1}{6} \cdot 53,2 \cdot 1^2 = 8,87 \text{ kgm}^2$$

Prema tome, vidimo da je okretno postolje treba dimenzionirati prema momentu inercije (te prema tome i pogonskom momentu) najveće kvadratne ploče.

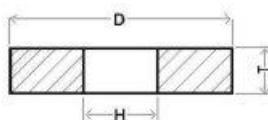
7.1.2. Opterećenje obratka

Ako uzmemo gore dobivenu masu obratka u obzir, sila težine obratka iznosi:

$$F_O = m_O \cdot g = 53,2 \cdot 9,81 \cong 522 \text{ N}$$

7.2. Brusni disk

Prema podacima tvrtke Airtek, SiC brusni diskovi dolaze u dimenzijama koje navodi [Tablica 12]. Iz ponude standardnih dimenzija brusnih diskova izbačene su debljine manje od 19 mm i veće od $25,4$ mm, jer nisu relevantne za primjene brušenja obradaka debljine do 19 mm. Stoga će se za ovaj uređaj koristiti dimenzije najvećeg mogućeg brusnog diska s najmanjim otvorom za vratilo, dakle $200 \times 25,4 \times 32$ mm.



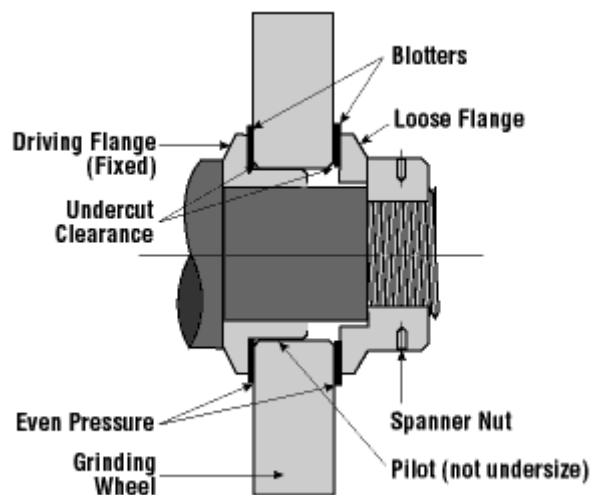
Slika 32 Oznake dimenzija brusnih diskova

Tablica 12: Dimenzije brusnih diskova

| Model | Dimenzije D x T x H | Hrapavost |
|---------|------------------------|-----------|
| SGAC710 | 180 x 25.4 x 32 | 60 |
| SGBC710 | 180 x 25.4 x 32 | 60 |
| SGAC711 | 180 x 25.4 x 32 | 80 |
| SGBC711 | 180 x 25.4 x 32 | 80 |
| SGAC712 | 180 x 25.4 x 32 | 100 |
| SGBC712 | 180 x 25.4 x 32 | 100 |
| SGAC87 | 200x25.4x32 | 60 |
| SGAC88 | 200x25.4x32 | 80 |
| SGAC89 | 200x25.4x32 | 100 |
| SGAC100 | 250x25.4x75 | 60 |
| SGAC101 | 250x25.4x75 | 80 |
| SGAC102 | 250x25.4x75 | 100 |

7.2.1. Montiranje na vratilo

Brusni disk se na vratilo spaja preko dviju matica koje priteže još jedna dodatna matica [Slika 33].



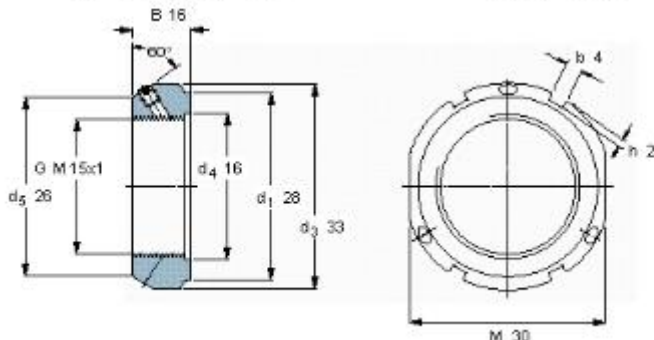
Slika 33 Spajanje brusnog diska s vratilom

Dodatna matica je standardni dio tvrtke SKF. Zbog konstrukcijskih razloga (veličine provrta na brusnom disku) odabrana je matica oznake KMT 2, te veličine unutarnjeg navoja M15.



Bearing accessories, KMT precision lock nuts with locking pins

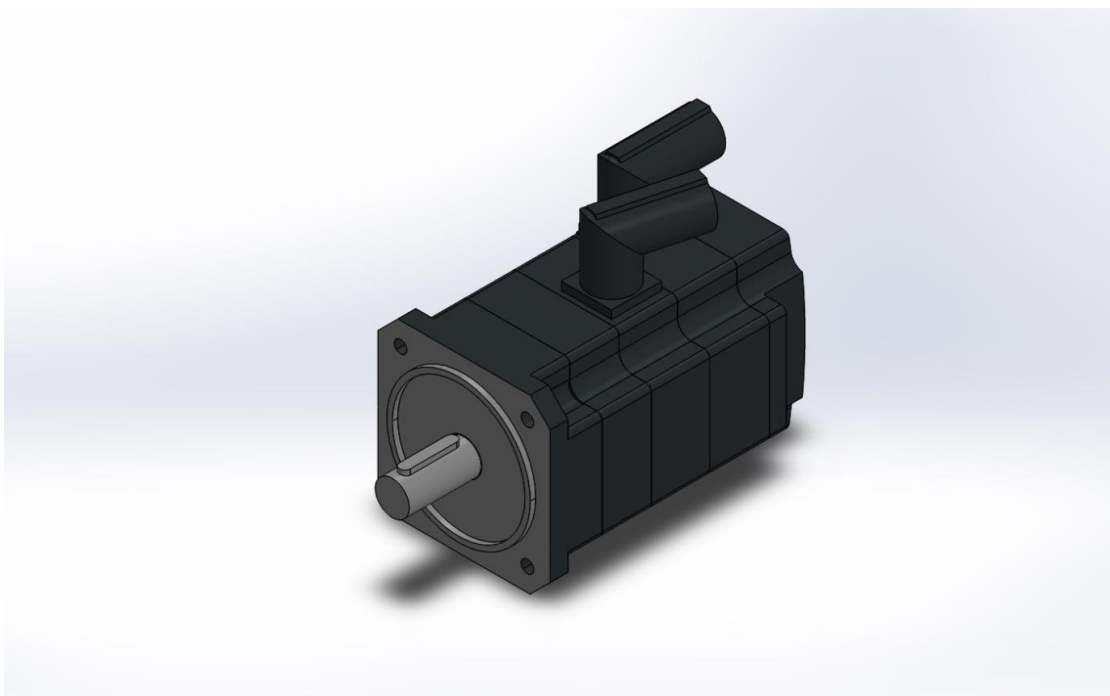
| Thread size | Principal dimensions | | | Axial loadcarryingcapacity static kN | Designations | | Grub (set) screw | |
|-------------|----------------------|---------|---------|--|--------------|---------------------|------------------|----------------------------|
| | d1 mm | B mm | G mm | | Lock nut | Appropriate spanner | Size | Recommendedtightenit Nm |
| 15 | 28 | 16 | M 15x1 | 60 | KMT 2 | HN 4 | M 5 | 4,5 |



Slika 34 Odabrana matica za pritezanje

7.3. Elektromotor za brusni disk

Izvedba elektromotora za brusni disk je servomotor, odabran prema kriteriju brzine vrtnje. Prilikom grubog brušenja staklenih rubova, potrebna brzina vrtnje brusnog diska iznosi i do 5 000 °/min. Odabran je servomotor tvrtke Siemens, oznake 1FK7040-5AK71-1EA3 [Slika 35]. Ovaj motor je nazivne snage 1,02 kW, momenta 1,95 Nm, te brzine vrtnje 6 000 °/min.



Slika 35 Elektromotor 1FK7040-5AK71-1EA3

7.4. Ležaj vratila za brusni disk

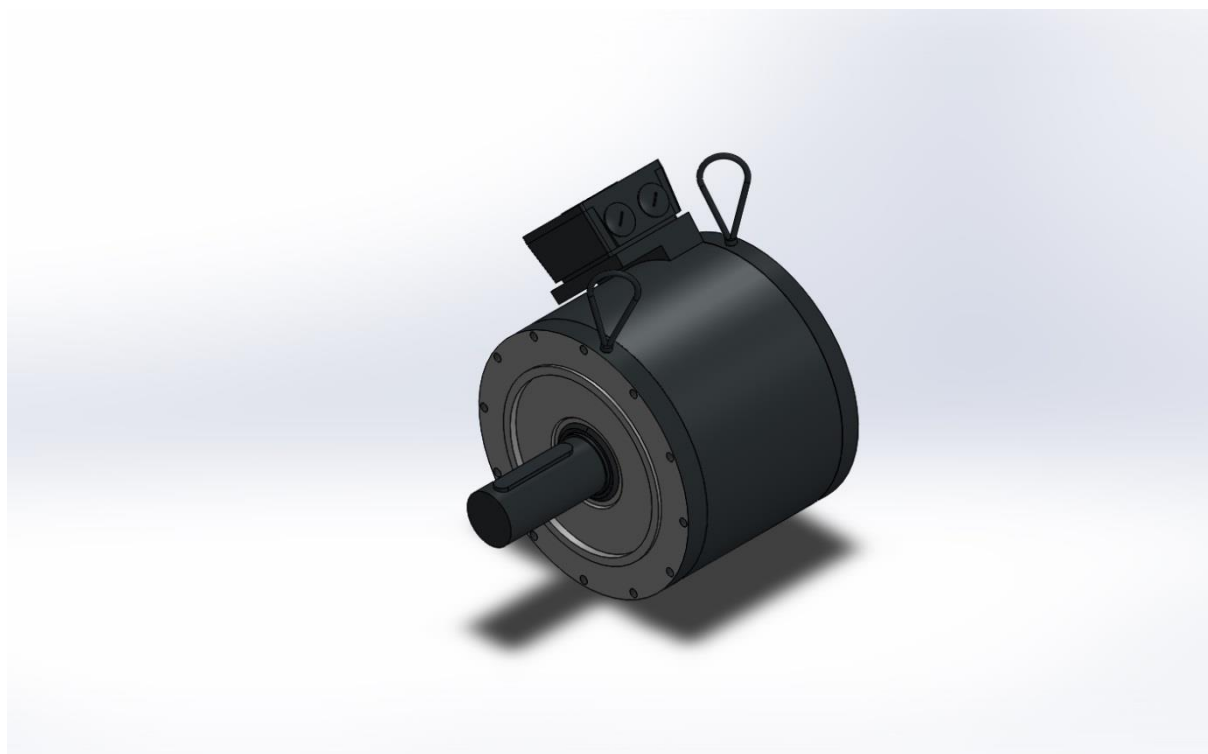
7.5. Elektromotor za okretno postolje

Odabrana izvedba elektromotora za okretno postolje biti će DirectDrive torzijski motor, zbog svojih malih postizivih brzina, te zadržavanja momenta u kočnom režimu. Masa okretnog postolja iz preliminarnog modela iznosi $m_{OP} = 95,98$ kg, te će, uz masu i zagoni moment obratka predstavljati vrijednost za dimenzioniranje ovog motora. Moment inercije okretnog postolja aproksimirati će se diskom.

$$I_{z_{OP}} = \frac{1}{2} \cdot m_{OP} \cdot r_{OP}^2 = \frac{1}{2} \cdot 95,98 \cdot 0,5^2 = 12 \text{ kgm}^2$$

$$I_{z_{EM}} \geq I_{z_2} + I_{z_{OP}} = 8,87 + 12 = 20,87 \text{ kgm}^2$$

Odabrani torzijski motor je oznake 1FW3150-1BH62-5AH0, nazivne snage 3,1 kW, momenta 100 Nm, te brzine vrtnje 300 °/min.

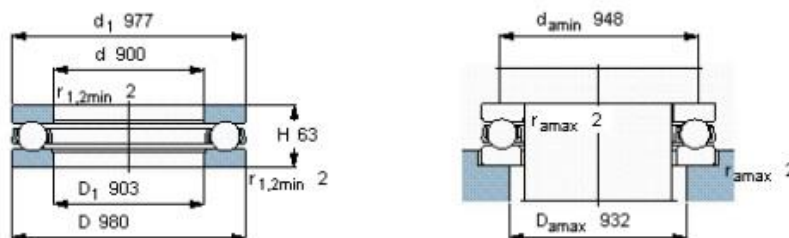


Slika 36 Odabrani torzijski motor 1FW3150-1BH62-5AH0

7.6. Ležaj okretnog postolja

Za ležaj okretnog postolja odabran je ležaj 510/900 M. Nosivost ležaja je za nekoliko redova veličine veća od stvarnog opterećenja.

| Principal dimensions | | | | Basic load ratings | | Speed ratings | | Designations | |
|----------------------|-----|----|----|--------------------|--------------|-----------------|----------------|------------------|---------|
| d | D | H | H1 | dynamic C | static C0 | Reference speed | Limiting speed | Bearing | Seat wa |
| mm | | | | kN | | r/min | | | |
| 900 | 980 | 63 | - | 527 | 4900 | 480 | 670 | 510/900 M | - |



Slika 37 Specifikacije ležaja 510/900 M

7.7. Kotači sklopa okretnog postolja

Kotači sklopa okretnog postolja odabiru se prema nosivosti, i prema minimalnom promjeru kako bi izašli izvan okvira čelične cijevi u koje su ugrađeni. Masa sklopa okretnog postolja iznosi ≈ 400 kg, i dijeli se na 12 nosivih kotača.

$$G_{SOP} = m_{SOP} \cdot g = 400 \cdot 9,81 = 3924 \text{ N}$$

Prema tome, radijalna sila koju mora preuzeti svaki kotač iznosi:

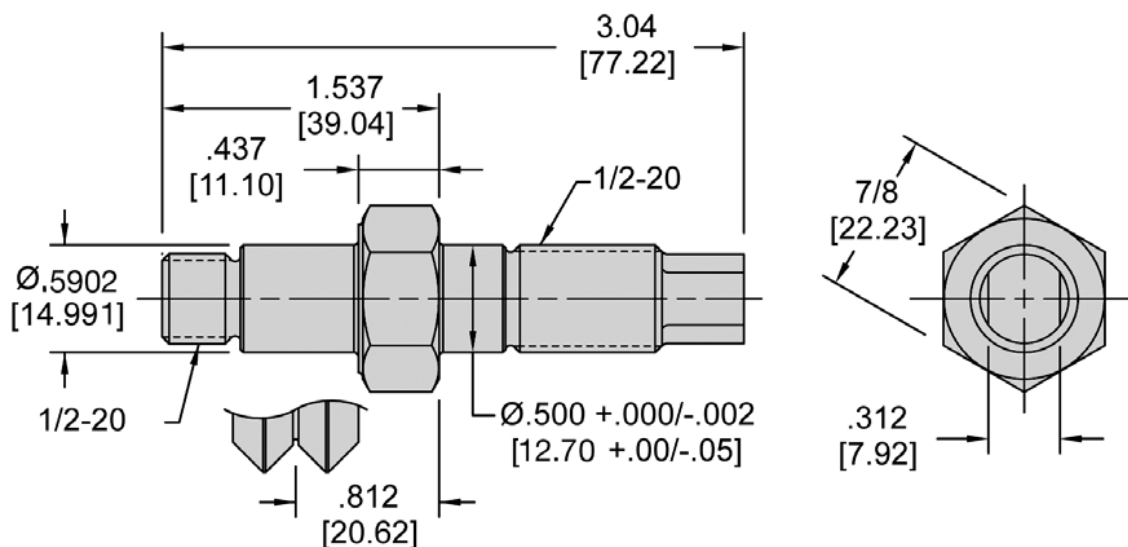
$$F_r = \frac{G_{SOP}}{12} = \frac{3924}{12} = 327 \text{ N}$$

Također, kotač mora biti promjera barem 30 mm, kako bi se postiglo nošenje preko ruba čeličnog profila. Stoga odabiremo model W4X tvrtke Bishop Wisecarver [], nosivosti 2 181 N.

| STOCK CODE | MATERIAL | PROTECTION | WEIGHT (g) | TEMPERATURE RANGE | LOAD RATINGS (lbf) | |
|------------|----------------|-------------|------------|-------------------|--------------------|--------------|
| | | | | DEGREES F | AXIAL L_A | RADIAL L_R |
| W4X | 52100 Steel | Seal shield | 276 | -22° to +212° | 900 | 2181 |
| W4SSX | 440C Stainless | Seal shield | | -22° to +212° | 900 | 2181 |
| W4SS227 | 440C Stainless | Shield | | -22° to +500° | 747 | 1810 |
| W4SS300 | 440C Stainless | Shield | | -94° to +230° | 747 | 1810 |

Slika 38 Specifikacije kotača W4X

Također odabiremo standardni koncentrični svornjak oznake MJC4A.

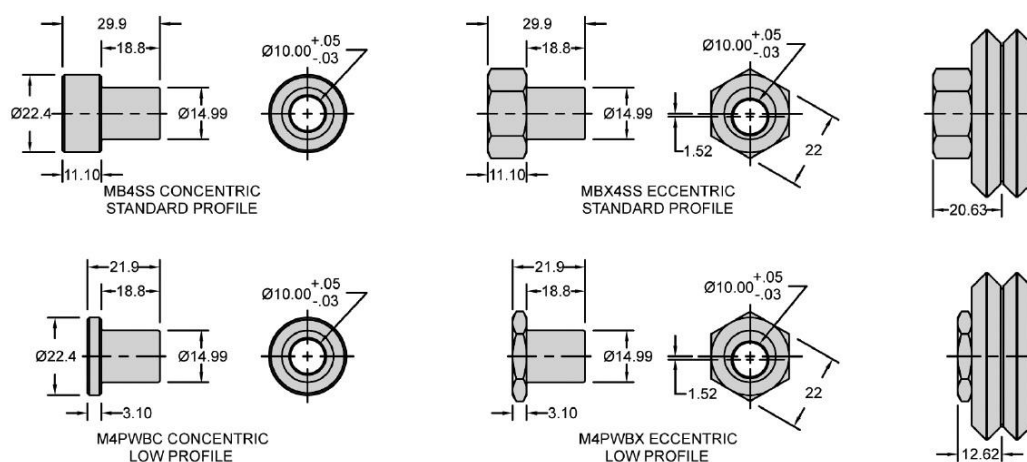


Slika 39 Svornjak MJC4A

Tablica 13 Specifikacije svornjaka MJC4A

| STOCK CODE | STYLE | WEIGHT (g) | WHEEL MOUNTING SIDE | | | JOURNAL MOUNTING SIDE | | | MIN. MOUNTING PLATE THICKNESS | MAX. MOUNTING PLATE THICKNESS |
|------------|------------|------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | MOUNTING SURFACE TO WHEEL VEE | WHEEL MOUNTING NUT | WHEEL MOUNTING WASHER | JOURNAL MOUNTING WASHER | JOURNAL MOUNTING NUT | | | |
| | | | A | B | C | D | | | | |
| MJC4A | Concentric | 133.1 | .812 | 1/2-20 Zinc plated Nylon locking | 1/2 Flat washer stainless steel | 1/2 Flat washer stainless steel | 1/2-20 Zinc plated Nylon locking | .375 | .750 | |
| MJX4A | Eccentric | | | | | | | | | |

Te odabiremo i maticu MB4SS.

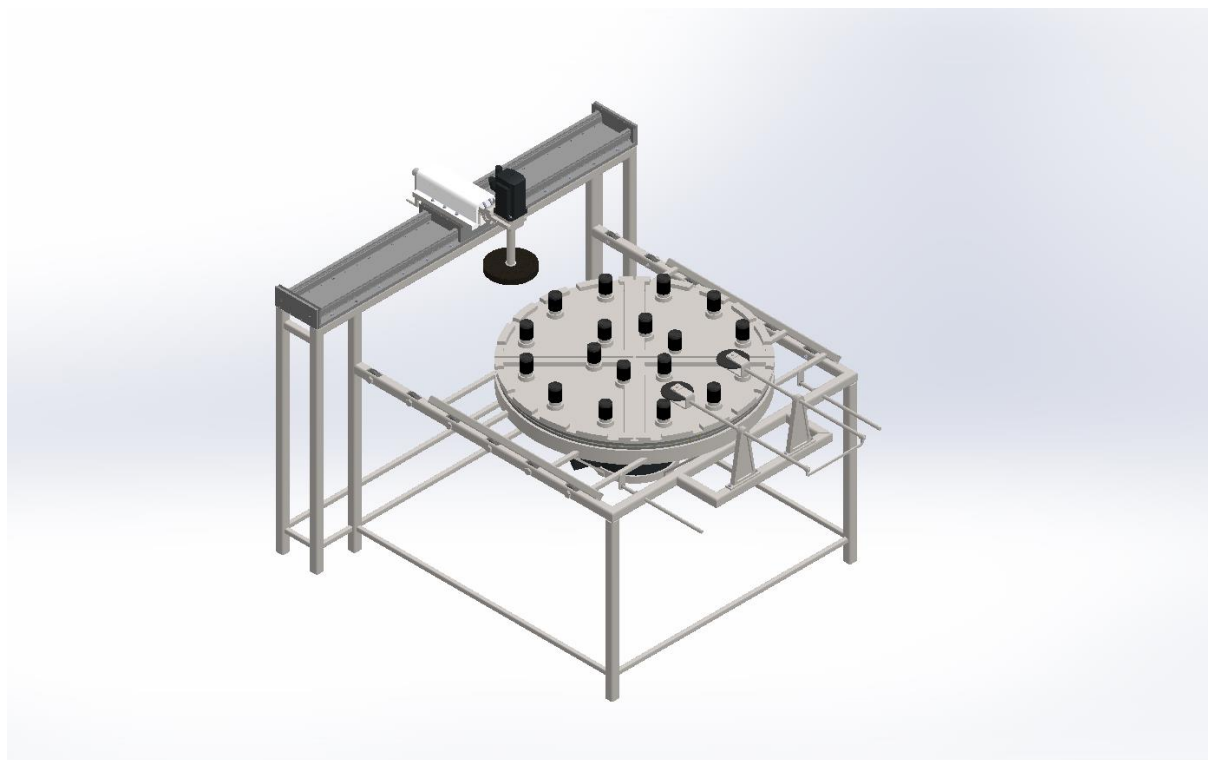


| STOCK CODE | STYLE | HEAD PROFILE | | MOUNTING SURFACE TO WHEEL VEE | WEIGHT (g) | RECOMMENDED FASTENER |
|------------|------------|--------------|-------|-------------------------------|------------|----------------------|
| MB4SS | Concentric | Standard | 11.10 | 20.63 | 40.8 | M10 |
| MBX4SS | Eccentric | | | | 43.0 | |
| M4PWBC | Concentric | Low | 3.10 | 12.62 | 21.4 | |
| M4PWBX | Eccentric | | | | 22.2 | |

Slika 40 Matica MB4SS

8. ZAVRŠNI PROIZVOD

U ovom poglavlju dati će se prikaz konačnog rješenja proizvoda, uz pojašnjenja pojedinih konstrukcijskih i tehnoloških rješenja.

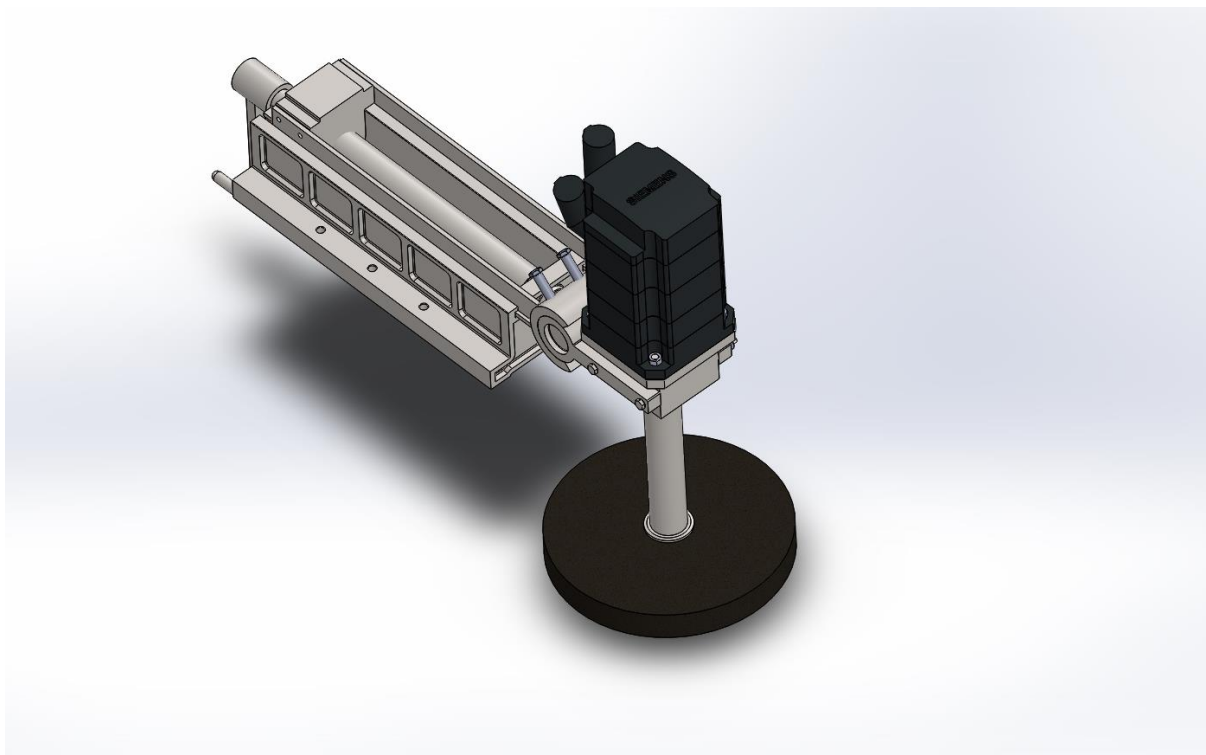


Slika 41 Izgled završnog proizvoda

Sam uređaj za brušenje rubova staklenih ploča [Slika 41] izveden je u nekoliko glavnih cjelina. Radni stol služi kao podloga za sve konstrukcijske elemente. Okretno postolje, skupa s pripadajućim motorom i sustavima za kontrolu gibanja i pozicioniranje služi za manipulaciju obratkom. S druge strane, brusna glava i linearni aktuator služe za radno gibanje brusnog elementa.

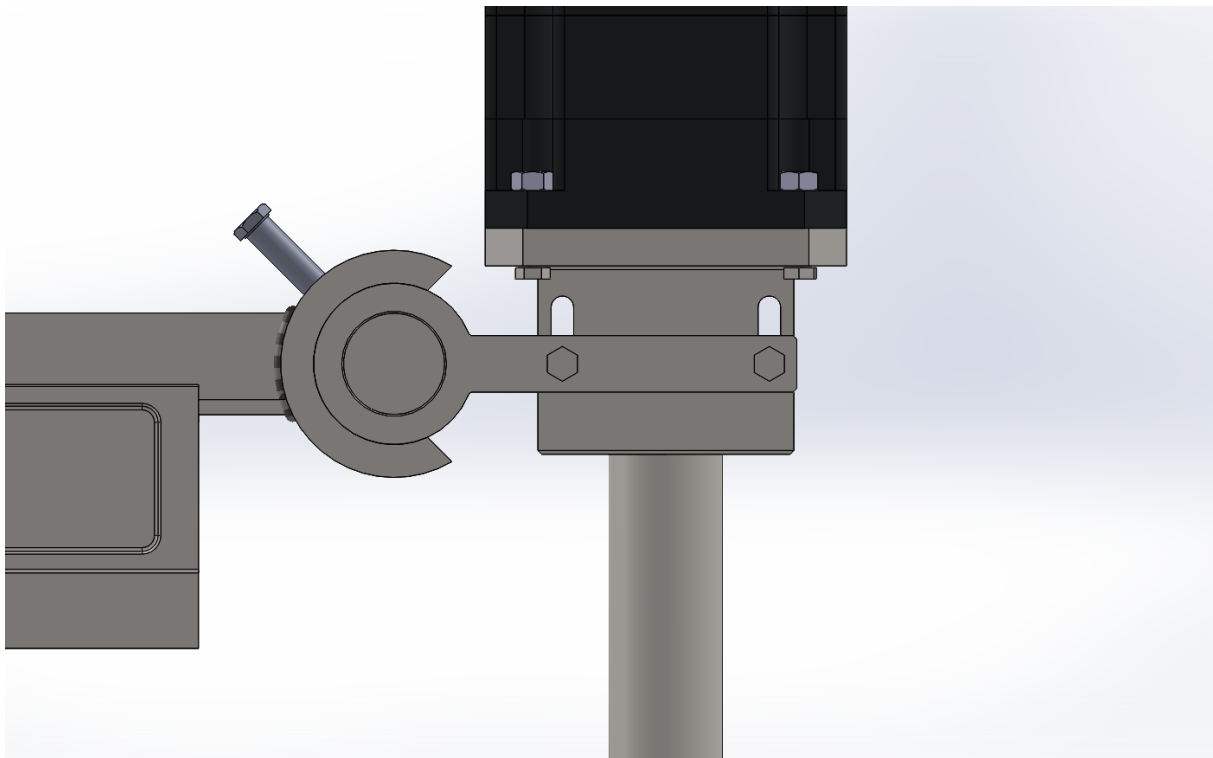
Korištenje ovog proizvoda zamišljeno je tako da se obradak postavi na okretno postolje, te pričvrsti sustavom za centriranje i graničnikom za sprječavanje gibanja stola unatrag. Zatim se, ovisno o tipu obratka (kružnom ili kvadratnom) pokreće brusna glava ili samo okretno postolje. U slučaju kružnog obratka, obradak se prvo kreće rotirati neovisno od brusne glave. Brusna glava se također zavrti na radnu brzinu, te tek tada ulazi u zahvat s obratkom, pri čemu linearni aktuator miruje kad dovede brusnu glavu paralelno sa osi vrtinje obratka. U slučaju kvadratnog obratka, kada se osigura paralelnost pomoću sustava za centriranje, okretno postolje miruje dok se brusna glava pomiče duž ruba obratka. Zatim se

obradak zarotira za 90° te radno gibanje brusne glave započinje ponovno, sve dok svi rubovi nisu obrađeni. Ovaj uređaj može se dakle prilagoditi i za obradu mnogokutnih proizvoda, kao i za proizvode proizvoljnog oblika.



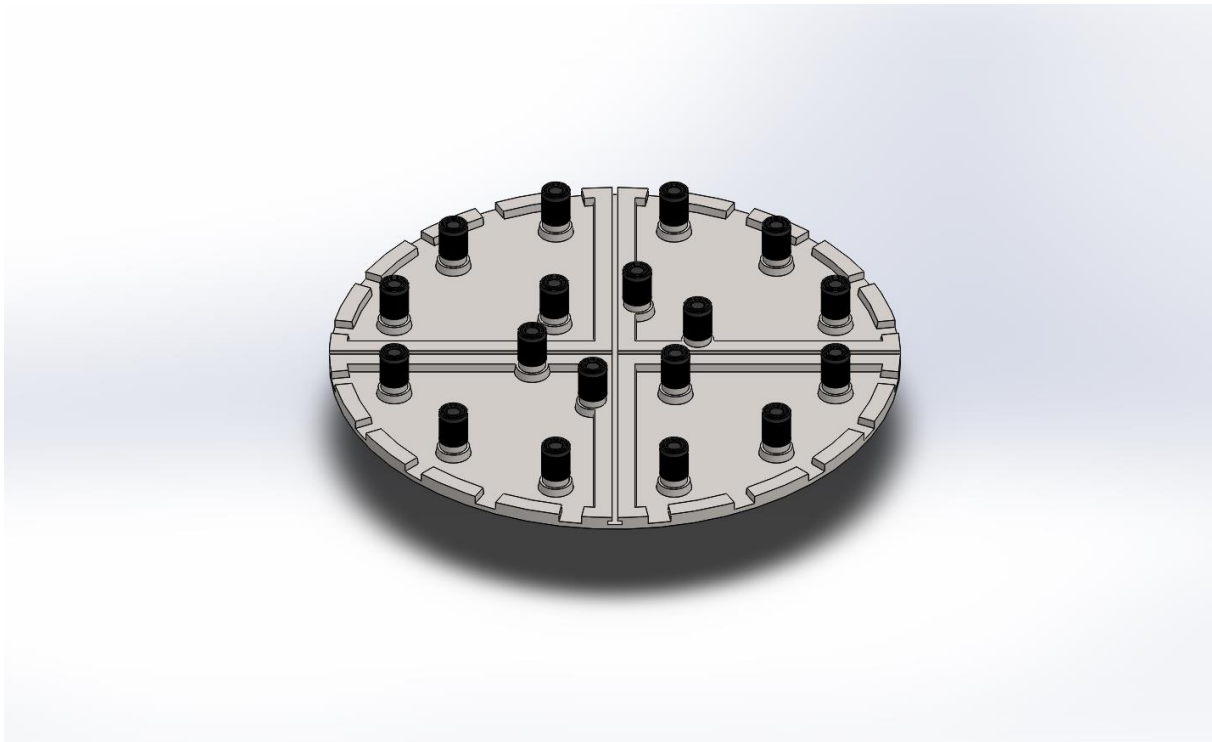
Slika 42 Brusna glava

Fino pozicioniranje brusne glave u radijalnom smjeru obratka vrši se ručno pomoću vretena koje pomiče cijeli pogon brusnog kotača [Slika 42]. Također, brusni kotač može se zakretati za 45° u oba smjera kako bi se ravni brusni disk mogao prilagoditi za obradu skošenja rubova obratka. Taj zglob podržavaju i stežu tri M8 vijaka na čeljusti samog zgloba [Slika 43]. Pomak u smjeru z-osi vrši se pritezanjem vijaka okretne vilice za glavinu brusnog diska.



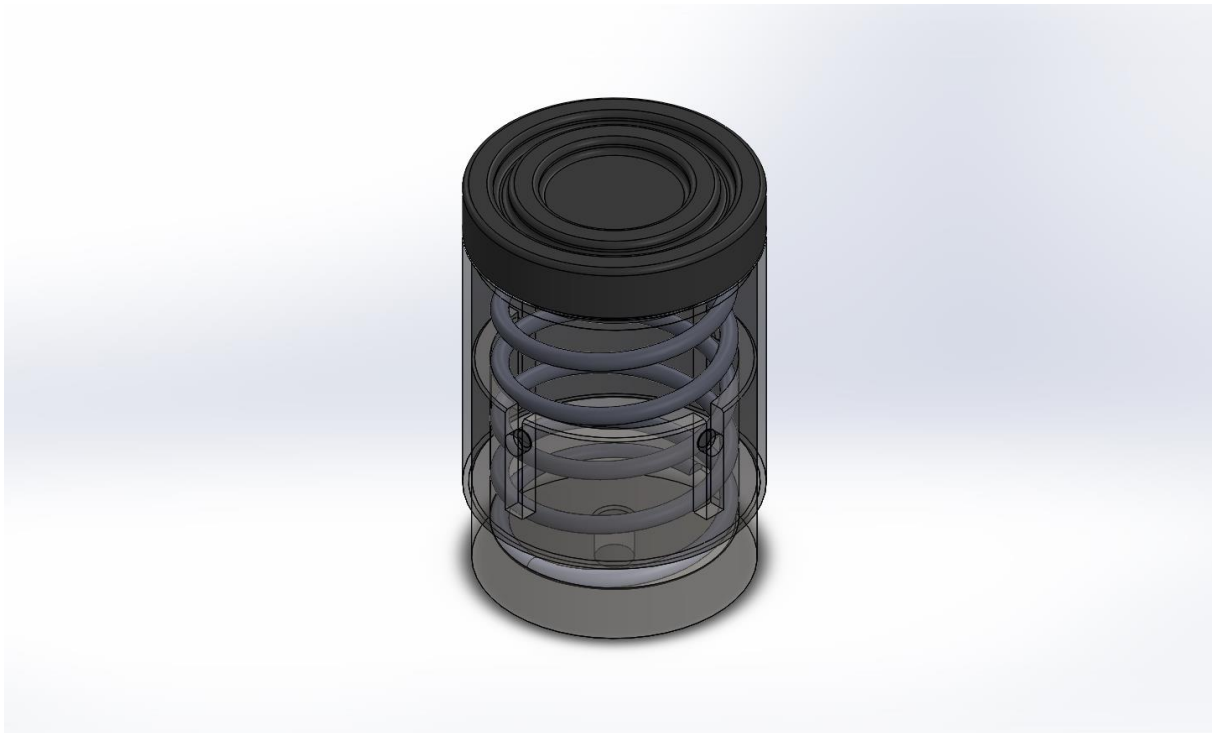
Slika 43 Pomaci brusnog diska

Okretno postolje služi za podržavanje obratka tijekom obrade [Slika 44]. Ono je također podloga za oslonce s oprugama koji služe za neutraliziranje vibracija tijekom same obrade, na što je staklo kao materijal izuzetno osjetljivo.



Slika 44 Okretno postolje

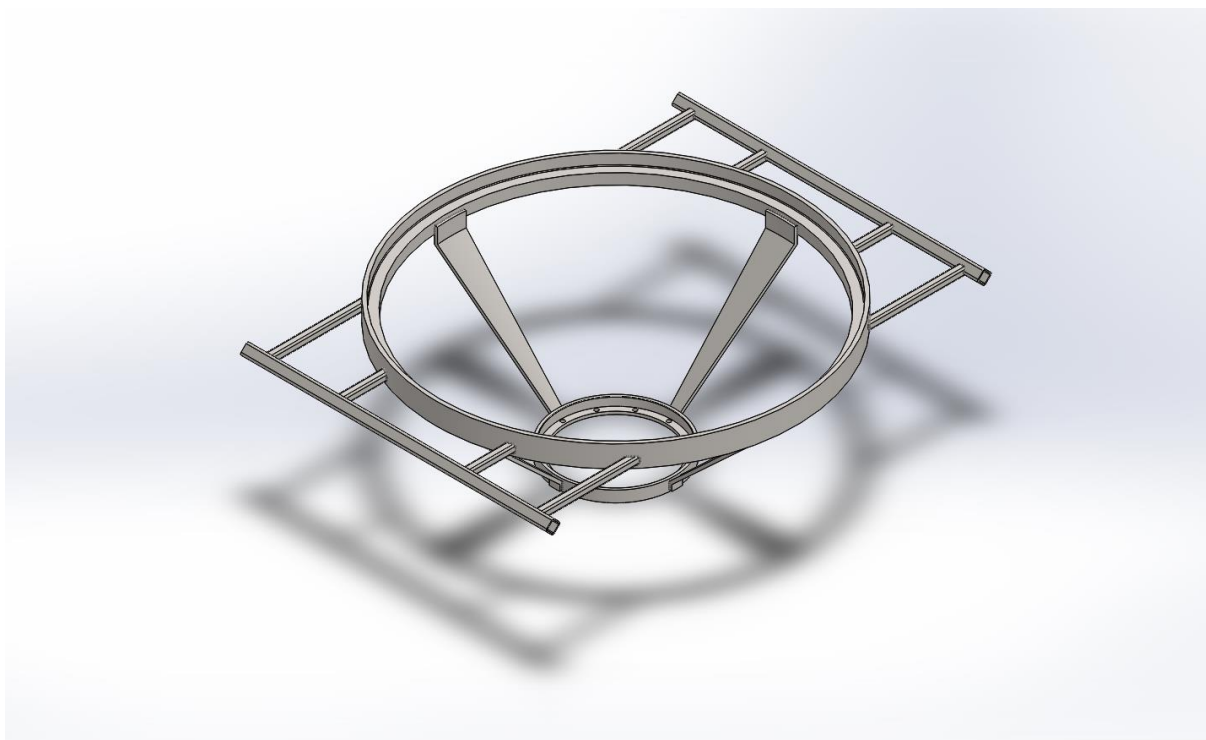
Oslonac je izveden pomoću opruge unutar čelične puškice, sa još jednom plastičnom puškicom na sebi [Slika 45]. Te dvije puškice imaju vodilice kako bi se osiguralo kontrolirano kretanje, no i za ograničavanje stlačivanja opruge. Gumeni oslonac je zalijepljen za gornju plastičnu puškicu, i pospješuje držanje obratka trenjem. Donja puškica je pričvršćena za okretno postolje pomoću vijka u sredini, kako bi se oslonci mogli slobodno micati za obradu proizvoda različitih promjera.



Slika 45 Oslonac

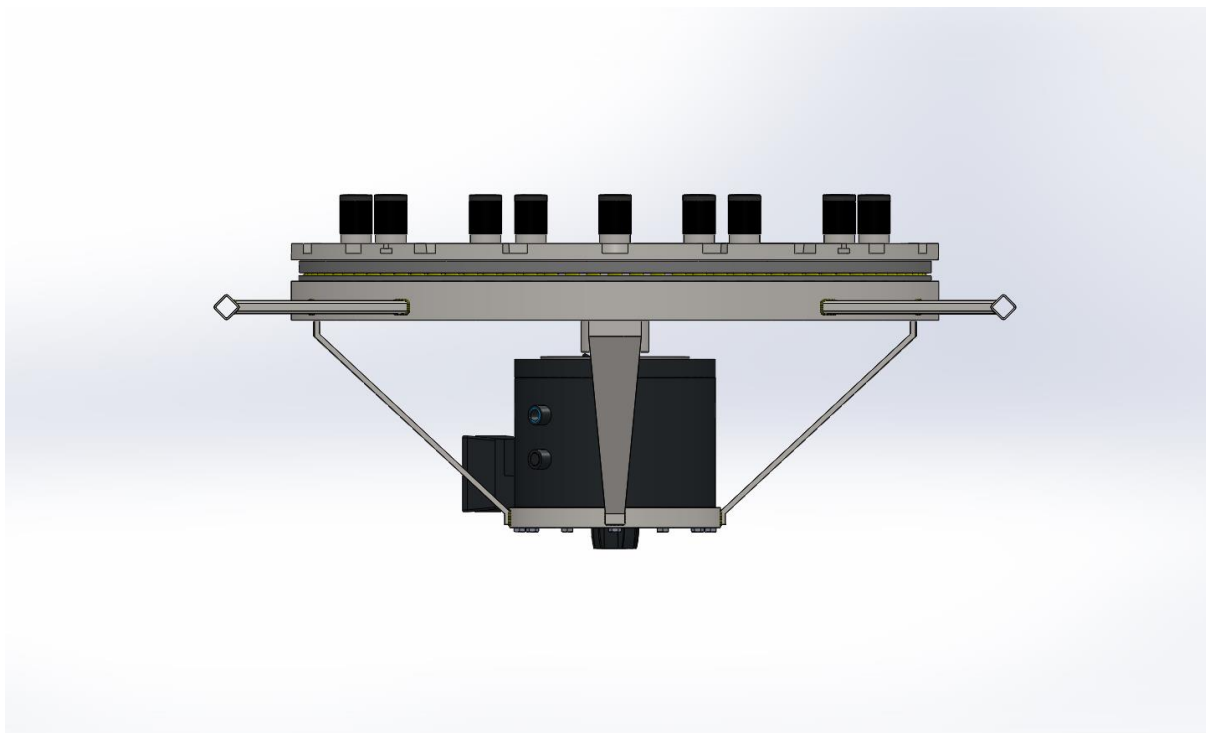
Okretno postolje, zajedno s ležajem i motorom koji ga pogoni oslonjeni su na nosač koji se opet oslanja na radni stol preko svog okvira [Slika 46]. Obruč samog nosača trebao bi se zbog svog velikog promjera izraditi u segmentima, no pošto je on ujedno i nosač valjnog ležaja, nakon spajanja trebao bi se izraditi utor za ležaj uz pripadajuću toleranciju nekim od postupaka obrade odvajanjem čestica.

Rebra nosača trebaju se postići deformiranjem, a također zbog svojih relativno velikih dimenzija predviđene su veće tolerancije na njihovu završnu duljinu.



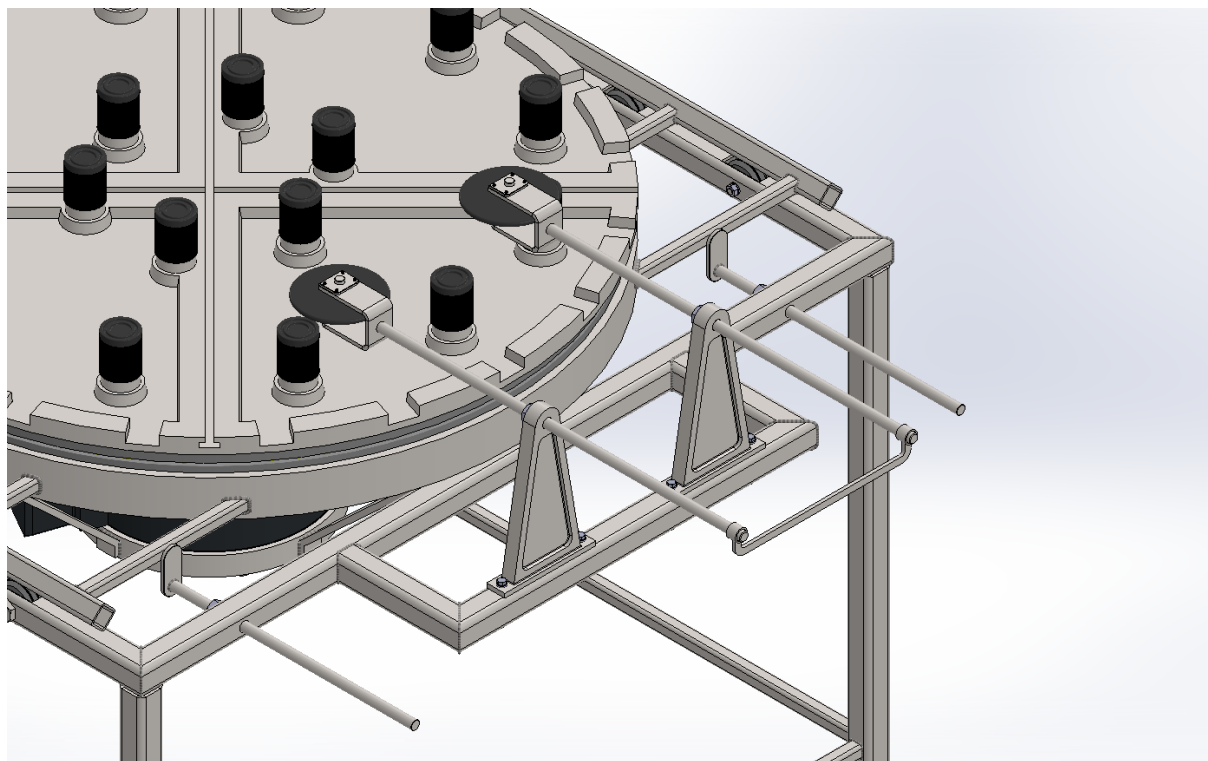
Slika 46 Sklop nosača okretnog postolja

Prikaz sklopljenog okretnog postolja prije stavljanja na radni stol prikazat će se u daljnjem tekstu [Slika 47]. Okretno postolje, zajedno sa svojim nosačem poduprto je preko radnog stola na željeznim kotačima koji osiguravaju linearno kretanje.



Slika 47 Sklopljeno okretno postolje

Sustav za centriranje [Slika 48] prilagođen je za prihvat različitih veličina obradaka, te služi za vođenje, kao i za osiguravanje centričnosti kružnih obradaka. Graničnici služe za sprječavanje pomaka okretnog postolja od brusne glave, uslijed sila tijekom obrade. Oba ova sustava pritežu se ručno, pomoću matica koje ih pritežu za radni stol.



Slika 48 Sustav za centriranje i graničnici

9. ZAKLJUČAK

Dobiveni proizvod odlikuje se povećanom automatiziranošću u odnosu na ostale analizirane srodne proizvode na tržištu, što dovodi i do veće sigurnosti radnika tijekom proizvodnje. Ovakav proizvod se može nadalje prilagoditi za potpuno automatiziranu izvedbu, gdje bi se osigurala dobava neobrađenih proizvoda, te uklanjanje završenog obratka. Pozornost tijekom konstruiranja pridavala se lakoći izvedbe, smanjenju mase i pomičnih dijelova, no ne nauštrb točnosti i funkcija samog uređaja.

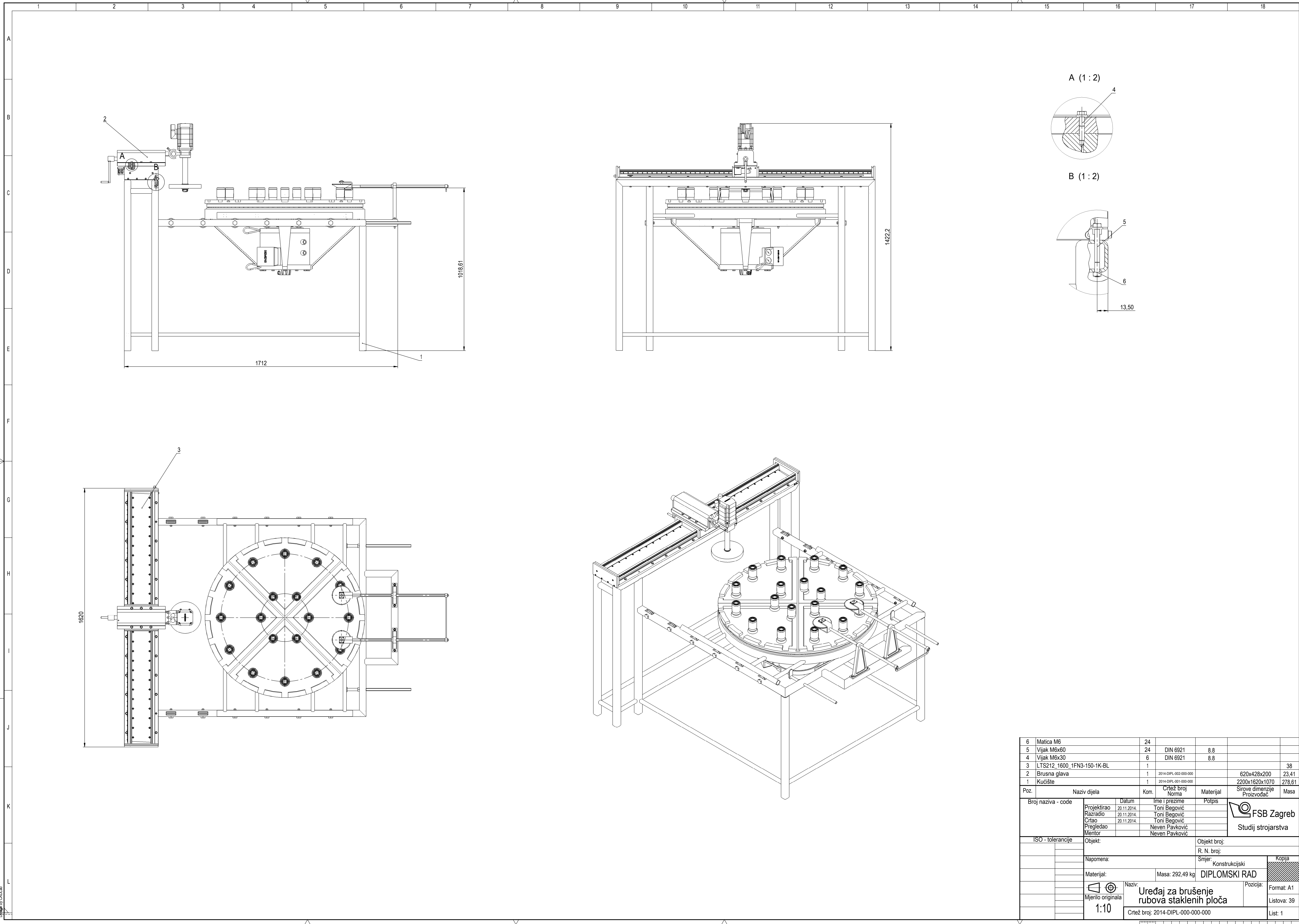
Daljnja poboljšanja mogu se također učiniti u vidu prilagođenosti industrijskom okruženju; zaštiti pomičnih dijelova i oplati uređaja. U funkcionalnom smislu može se nadalje proširivati raspon dimenzija obradaka, kako najmanji, tako i najveći. Također, ovakav proizvod služi kao povoljno rješenje za začetak linije proizvoda za masovnu proizvodnju, te za hobi – primjenu.

LITERATURA

- [1] <http://glassproperties.com/references/MechPropHandouts.pdf>, listopad 2014.
- [2] <http://www.diamant.com.pl/144,flat-glass.html?lang=2>, studeni 2014.
- [3] Abrasive Products Catalog, Grinding Techniques Ltd.
- [4] Technical Practical Grinding Book, BDT
- [5] <http://www.sulak.cz/en/junior-division/o-firme-junior?setlang=en>, rujan 2014.
- [6] <http://xinology.com:888/>, rujan 2014.
- [7] <http://glassedgingmachines.com/glass%20edging%20machine%20home%20page.htm>, rujan 2014.
- [8] http://www.jordonglass.com/pop4_glass.html, rujan 2014.
- [9] <http://www.zhong-xing.com>, rujan 2014.
- [10] <http://www.folga.cn/en/product-4-1.html>, rujan 2014.
- [11] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [12] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [13] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.

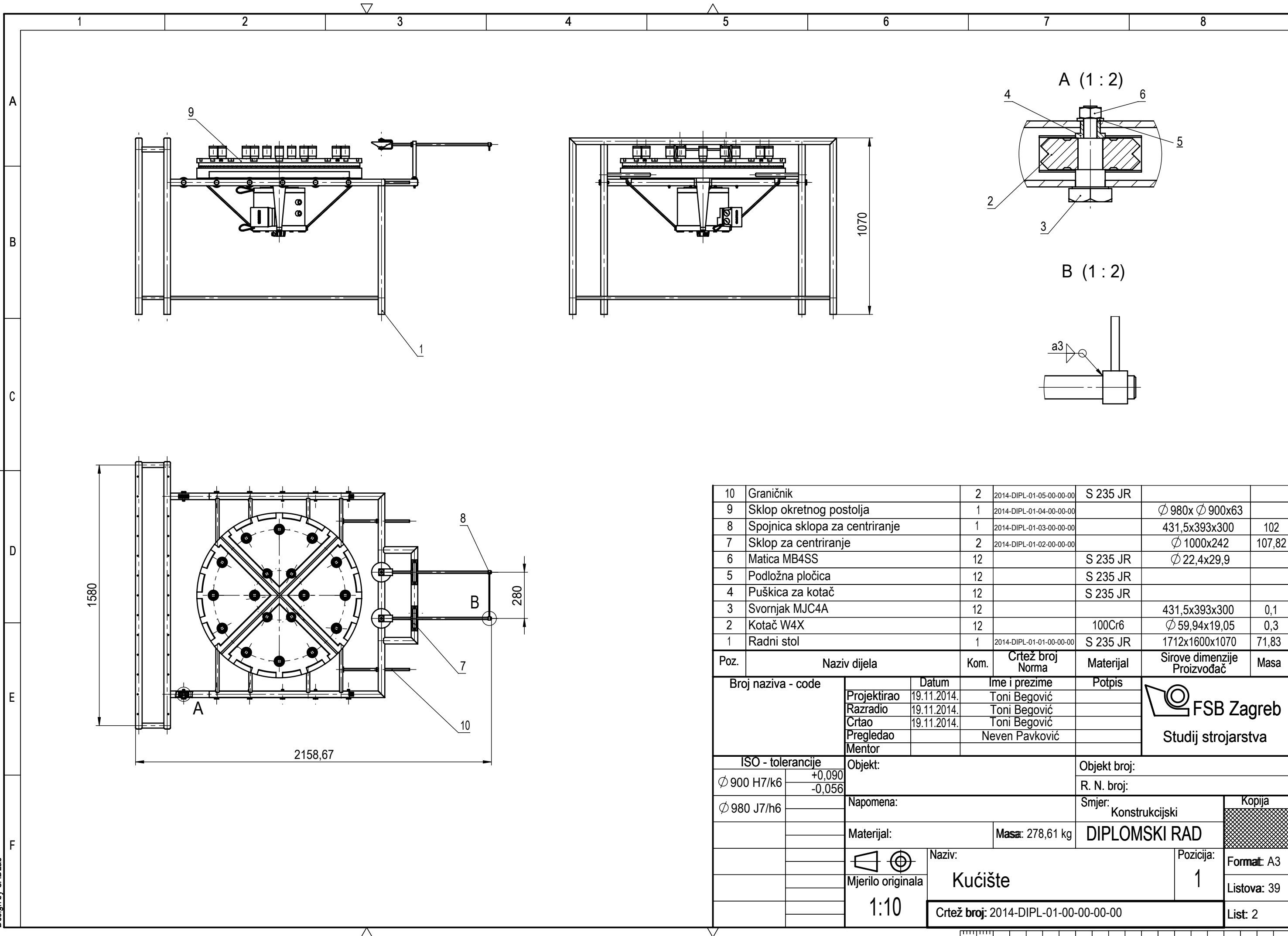
PRILOZI

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



| 6 | Matica M6 | 24 | | | | | |
|--------------------|----------------------------|--|-----------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------|
| 5 | Vijak M6x60 | 24 | DIN 6921 | 8.8 | | | |
| 4 | Vijak M6x30 | 6 | DIN 6921 | 8.8 | | | |
| 3 | LTS212_1600_1FN3-150-1K-BL | 1 | | | | | 38 |
| 2 | Brusna glava | 1 | 2014-DIPL-002-000-000 | | | 620x428x200 | 23.41 |
| 1 | Kucište | 1 | 2014-DIPL-001-000-000 | | | 2200x1620x1070 | 278.61 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa | |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | | | |
| Projektirao | | 20.11.2014. | Toni Begović | | | | |
| Razradio | | 20.11.2014. | Toni Begović | | | | |
| Crtao | | 20.11.2014. | Toni Begović | | | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | | | |
| Mentor | | | Neven Pavković | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | Objekt broj: | | | | |
| | | | R. N. broj: | | | | |
| Napomena: | | Smjer: | | Konstrukcijski | Kopija | | |
| Materijal: | | Masa: 292.49 kg | DIPLOMSKI RAD | | | | |
| Mjerilo originala | | Naziv: Uređaj za brušenje rubova staklenih ploča | | Pozicija: | Format: A1 | | |
| 1:10 | | Crtež broj: 2014-DIPL-000-000-000 | | | Listova: 39 | | |
| | | | | | List: 1 | | |

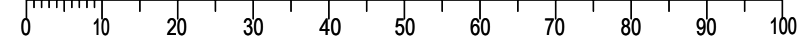
DIPLOMSKI RAD

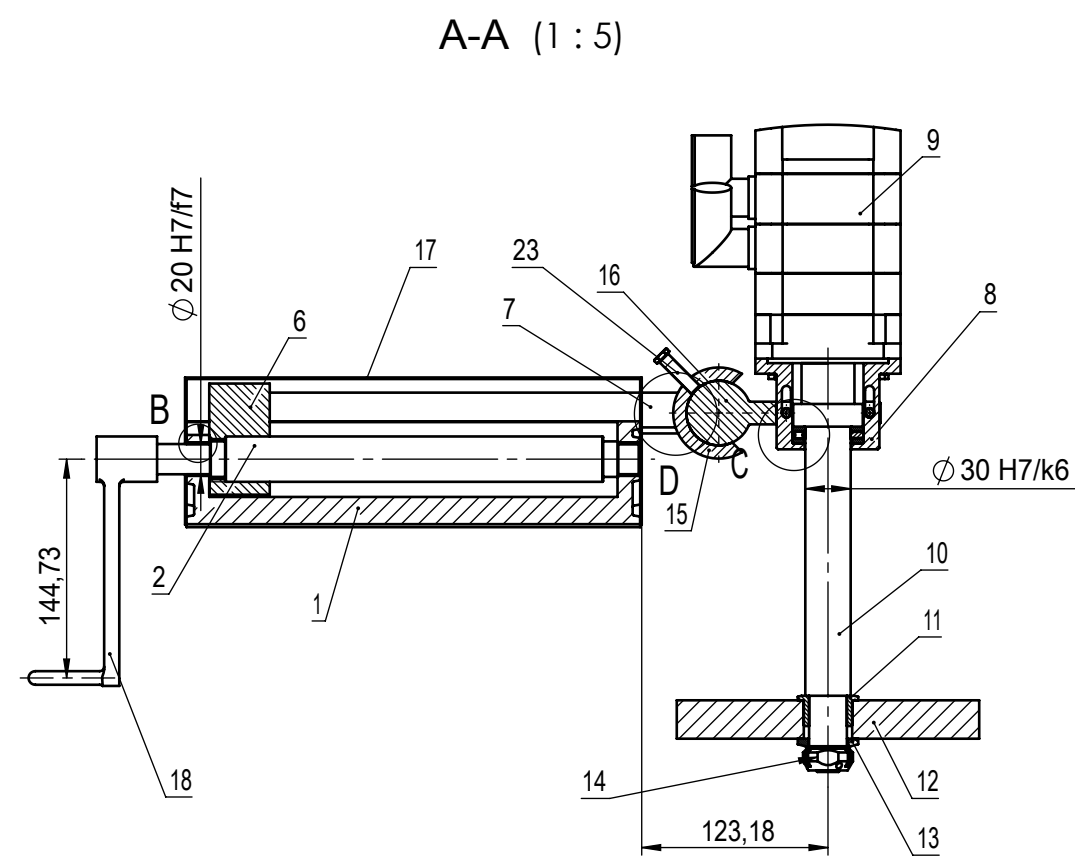
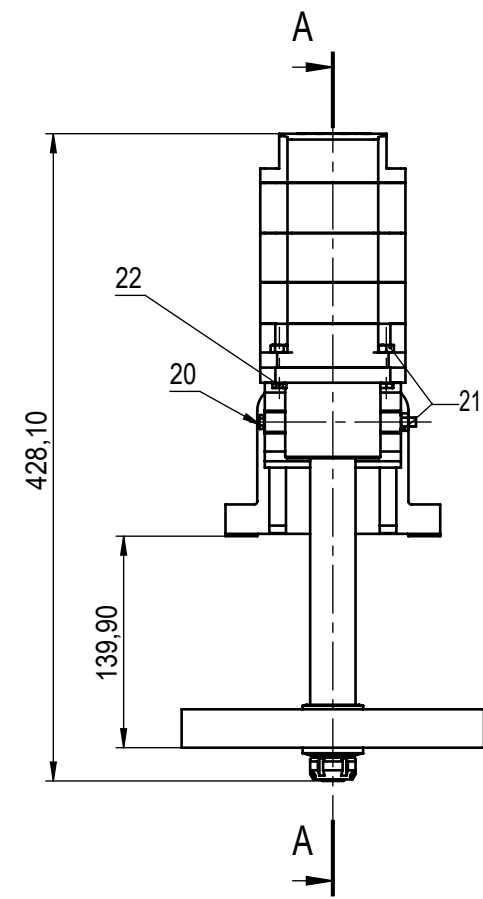


| | | | | | | |
|----|--------------------------------|----|--------------------------|----------|-----------------|--------|
| 10 | Graničnik | 2 | 2014-DIPL-01-05-00-00-00 | S 235 JR | | |
| 9 | Sklop okretnog postolja | 1 | 2014-DIPL-01-04-00-00-00 | | Ø 980x Ø 900x63 | |
| 8 | Spojnica sklopa za centriranje | 1 | 2014-DIPL-01-03-00-00-00 | | 431,5x393x300 | 102 |
| 7 | Sklop za centriranje | 2 | 2014-DIPL-01-02-00-00-00 | | Ø 1000x242 | 107,82 |
| 6 | Matica MB4SS | 12 | | S 235 JR | Ø 22,4x29,9 | |
| 5 | Podložna pločica | 12 | | S 235 JR | | |
| 4 | Puškica za kotač | 12 | | S 235 JR | | |
| 3 | Svornjak MJC4A | 12 | | | 431,5x393x300 | 0,1 |
| 2 | Kotač W4X | 12 | | 100Cr6 | Ø 59,94x19,05 | 0,3 |
| 1 | Radni stol | 1 | 2014-DIPL-01-01-00-00-00 | S 235 JR | 1712x1600x1070 | 71,83 |

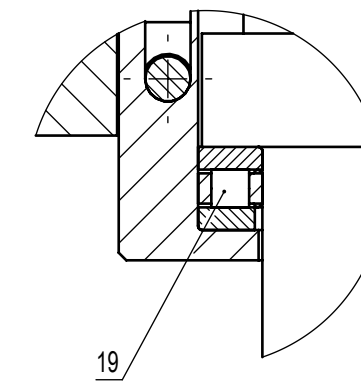
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|--------------------|------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|--|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis | |
| Projektirao | | 19.11.2014. | Toni Begović | |  FSB Zagreb Studij strojarstva | |
| Razradio | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Crtao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 900 H7/k6 | +0,090 -0,056 | Napomena: | | R. N. broj: | | |
| Ø 980 J7/h6 | | Materijal: | | Smjer: Konstrukcijski | | Kopija |
| | | Masa: 278,61 kg | | DIPLOMSKI RAD | |  |
| | | Naziv: Kućište | | Pozicija: 1 | | |
| | | Mjerilo originala: 1:10 | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-00-00-00-00 | | Format: A3 |
| | | | | | | Listova: 39 |
| | | | | | | List: 2 |

Design by CADLab

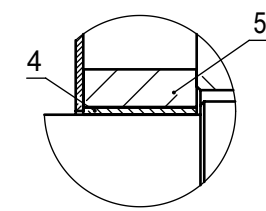




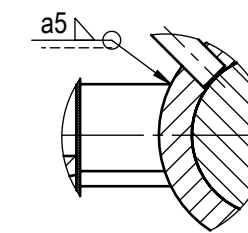
C (1:1)



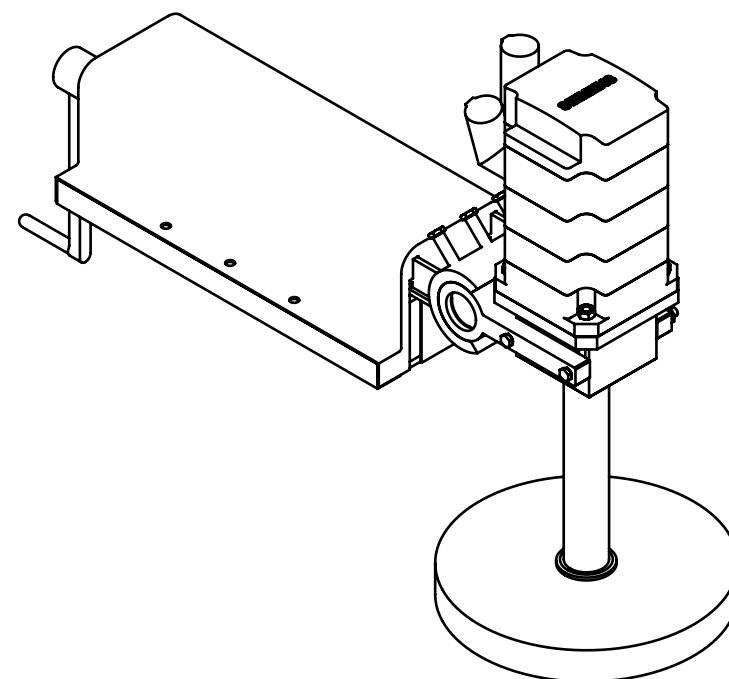
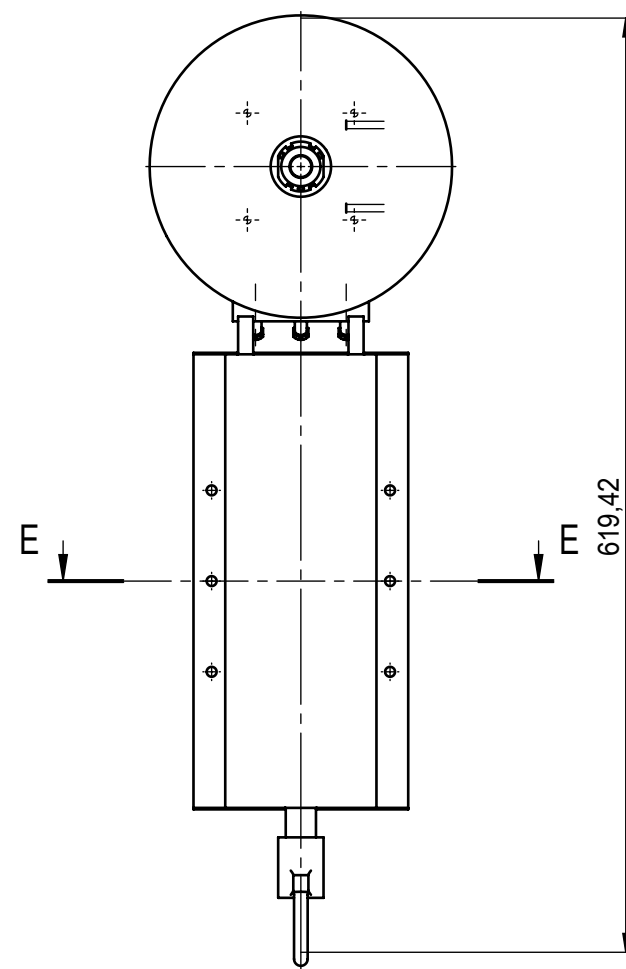
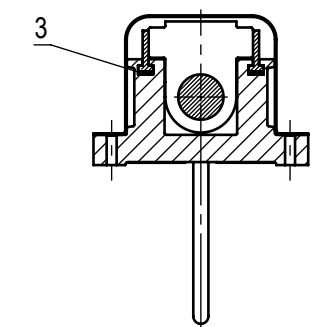
B (1:1)



D (1:2)



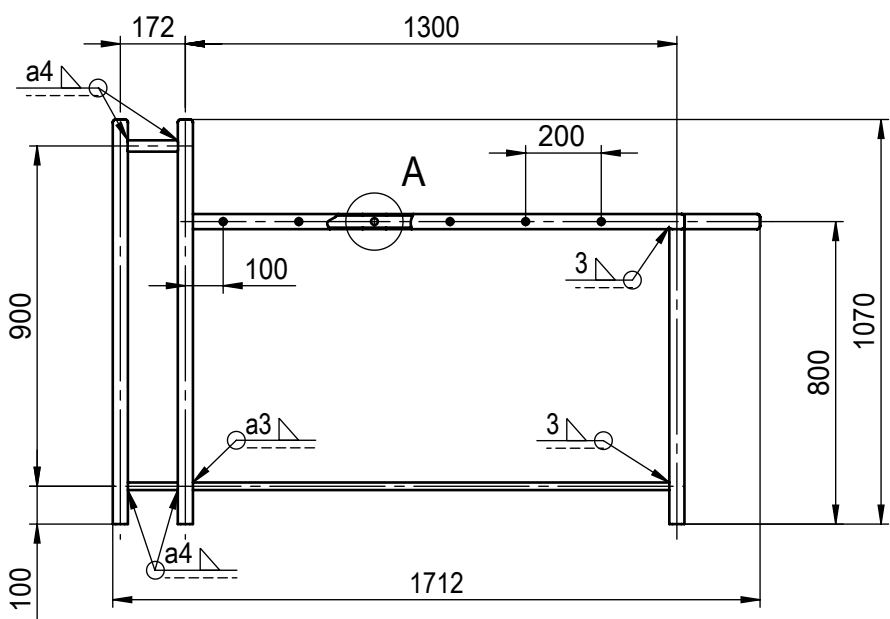
E-E (1:5)



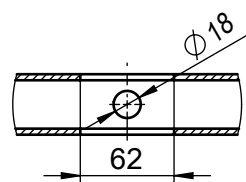
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|------|------------------------------|------|--------------------------|-----------|-----------------------------|-------|
| 23 | Vijak M8x30 | 3 | | S 235 JR | | |
| 22 | Vijak M6x25 | 4 | | S 235 JR | | |
| 21 | Matica M6 | 6 | | S 235 JR | | |
| 20 | Vijak M6x100 | 2 | | S 235 JR | ∅ 40x ∅ 26x5 | |
| 19 | Ležaj 81106 TN | 1 | | | ∅ 200x ∅ 32x25,4 | |
| 18 | Ručica za okretanje | 1 | | S 235 JR | | |
| 17 | Poklopac nosača brusne glave | 1 | 2014-DIPL-02-11-00-00-00 | ABS | 302x142x97,45 | 0,1 |
| 16 | Okretna vilica | 1 | 2014-DIPL-02-10-00-00-00 | S 235 JR | 128,71x90x45 | 1,43 |
| 15 | Okretna čeljust | 1 | 2014-DIPL-02-09-00-00-00 | S 235 JR | ∅ 55x ∅ 45x90 | 0,4 |
| 14 | Matica KMT 2 | 1 | | S 235 JR | | |
| 13 | Slobodna matica | 1 | | S 235 JR | ∅ 40x ∅ 26x5 | |
| 12 | Brusni disk | 1 | | | ∅ 200x ∅ 32x25,4 | |
| 11 | Fiksna matica | 1 | | S 235 JR | ∅ 40x ∅ 25x20 | 0,1 |
| 10 | Vreteno za brusni disk | 1 | 2014-DIPL-02-08-00-00-00 | S 235 JR | ∅ 46x292,4 | 1,56 |
| 9 | Motor 1FK7040-5AK71-1EA3 | 1 | | | | |
| 8 | Glavina za brusni disk | 1 | 2014-DIPL-02-07-00-00-00 | S 235 JR | 68x63x60 | 1,3 |
| 7 | Klizna vodilica | 2 | 2014-DIPL-02-06-00-00-00 | S 235 JR | 310x27x10 | 0,3 |
| 6 | Matica | 1 | 2014-DIPL-02-05-00-00-00 | S 235 JR | 73,5x69x40 | 1,6 |
| 5 | Poklopac kliznog ležaja | 1 | 2014-DIPL-02-04-00-00-00 | S 235 JR | 48x16x15 | |
| 4 | Klizni ležaj | 2 | | CuSn | ∅ 22x ∅ 20x15 | |
| 3 | Klizna staza | 2 | 2014-DIPL-02-03-00-00-00 | CuSn | 300x10x2 | 0,1 |
| 2 | Vreteno | 1 | 2014-DIPL-02-02-00-00-00 | S 235 JR | ∅ 30x359 | 1,6 |
| 1 | Nosač brusne glave | 1 | 2014-DIPL-02-01-00-00-00 | S 235 JR | 300x142x70 | 10,96 |

| Poz. | | Naziv dijela | | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|--------------------|--|--------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------|-------------|----------------------------------|------|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis | | FSB Zagreb Studij strojarstva | |
| Projektirao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | | | |
| Razradio | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | | | |
| Crtao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | | | | |
| Mentor | | | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | | | |
| ∅ 30 H7/k6 | | +0,023 | | | R. N. broj: | | | |
| | | +0,015 | | | | | | |
| ∅ 20 H7/f7 | | +0,062 | Napomena: | | Smjer: Konstrukcijski | | Kopija | |
| | | +0,002 | | | | | | |
| Materijal: | | Masa: 23,41 kg | | DIPLOMSKI RAD | | | | |
| Mjerilo originala | | Naziv: Brusna glava | | Pozicija: 2 | | Format: A2 | | |
| 1:5 | | Crtež broj: 2014-DIPL-02-00-00-00-00 | | | | Listova: 39 | | |
| | | | | | | List: 3 | | |

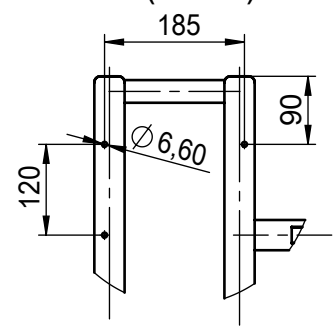
▽ Ra 6,3



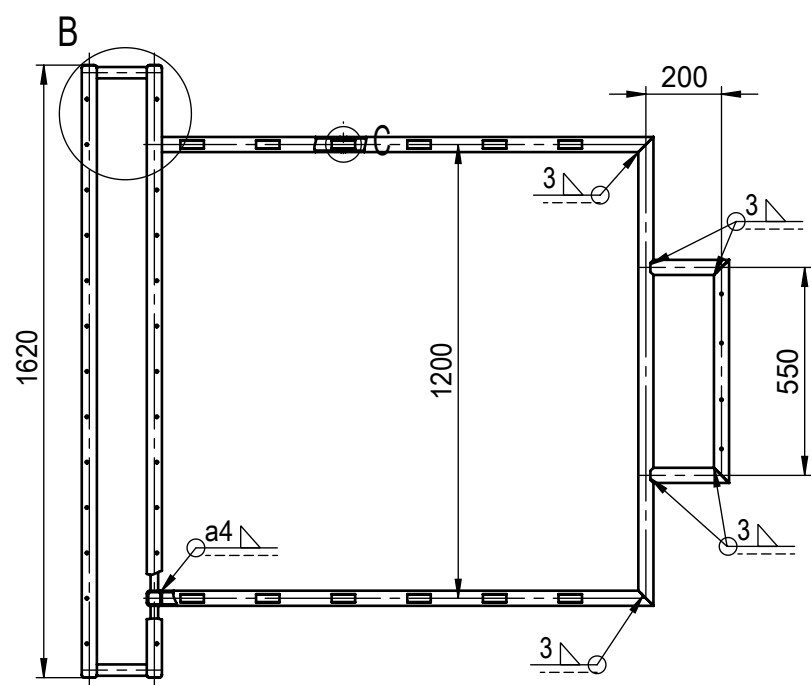
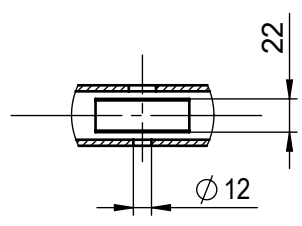
A (1 : 5)



B (1 : 10)



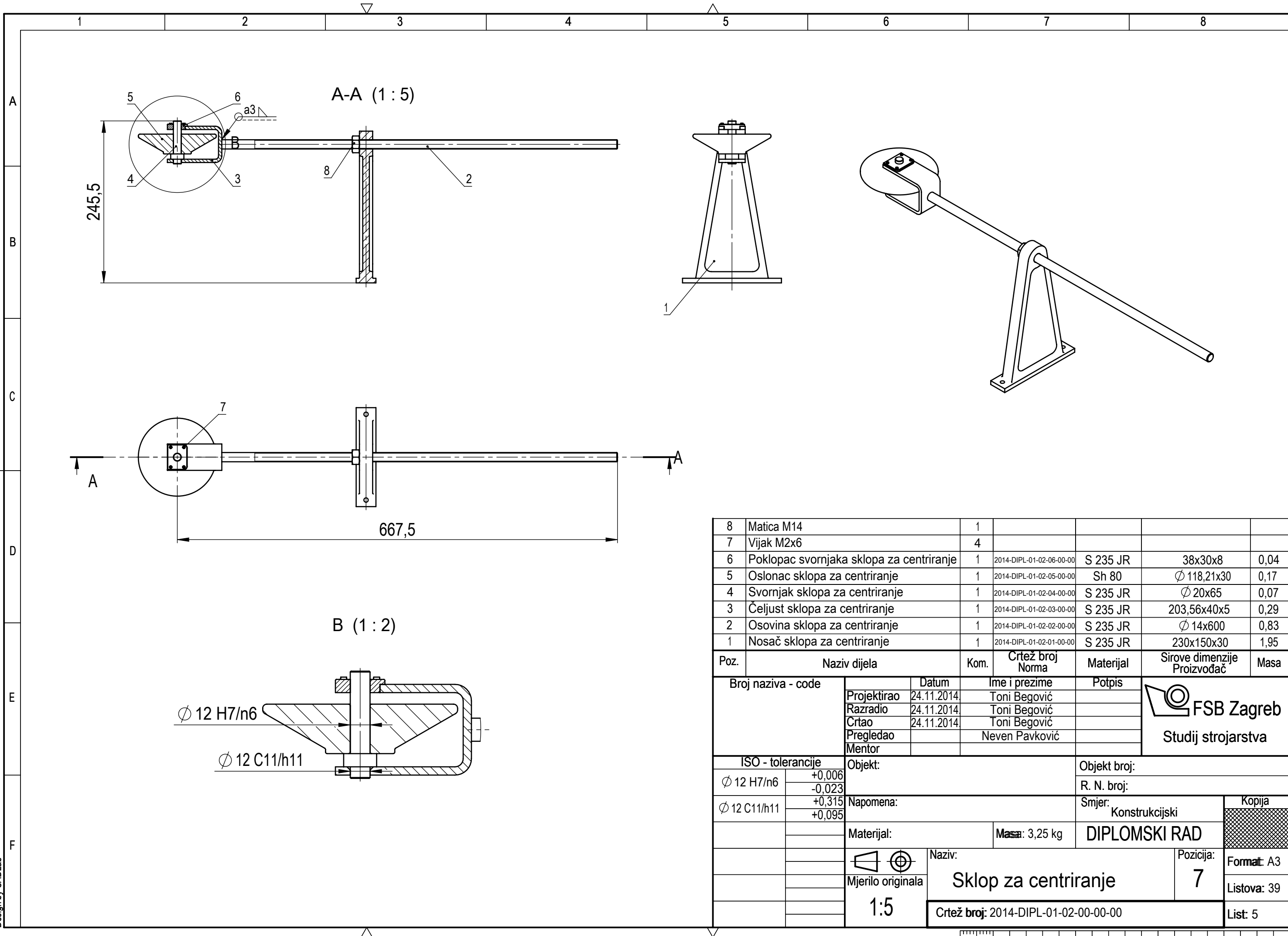
C (1 : 5)



| | | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-------------|----------------|--------------|---------|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis | |
| | Razradio | 19.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 19.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 71,83 kg | | |
| | Naziv: | | | Pozicija: | |
| | Mjerilo originala | | | 1 | |
| | 1:20 | | | | |
| | Crtež broj: 2014-DIPL-01-01-00-00-00 | | | | List: 4 |

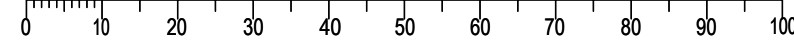
Design by CADLab

Radni stol



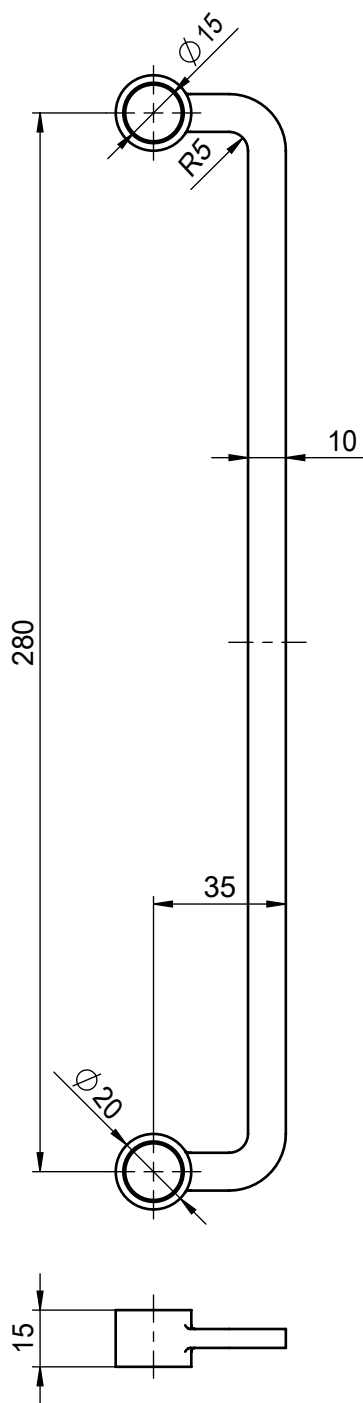
| 8 | Matica M14 | 1 | | | | |
|------|--|------|--------------------------|-----------|--------------------------------|------|
| 7 | Vijak M2x6 | 4 | | | | |
| 6 | Poklopac svornjaka sklopa za centriranje | 1 | 2014-DIPL-01-02-06-00-00 | S 235 JR | 38x30x8 | 0,04 |
| 5 | Oslonac sklopa za centriranje | 1 | 2014-DIPL-01-02-05-00-00 | Sh 80 | Ø 118,21x30 | 0,17 |
| 4 | Svornjak sklopa za centriranje | 1 | 2014-DIPL-01-02-04-00-00 | S 235 JR | Ø 20x65 | 0,07 |
| 3 | Čeljust sklopa za centriranje | 1 | 2014-DIPL-01-02-03-00-00 | S 235 JR | 203,56x40x5 | 0,29 |
| 2 | Osovina sklopa za centriranje | 1 | 2014-DIPL-01-02-02-00-00 | S 235 JR | Ø 14x600 | 0,83 |
| 1 | Nosač sklopa za centriranje | 1 | 2014-DIPL-01-02-01-00-00 | S 235 JR | 230x150x30 | 1,95 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |

| | | | | | |
|--------------------|------------------|--------------------------------------|----------------|--|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Zagreb Studij strojarstva |
| Projektirao | | 24.11.2014. | Toni Begović | | |
| Razradio | | 24.11.2014. | Toni Begović | | |
| Crtao | | 24.11.2014. | Toni Begović | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | |
| Mentor | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| Ø 12 H7/n6 | +0,006 -0,023 | Napomena: | | R. N. broj: | |
| Ø 12 C11/h11 | +0,315 +0,095 | Materijal: | | Smjer: Konstrukcijski | |
| | | Masa: 3,25 kg | | DIPLOMSKI RAD | |
| | | Naziv: | | Kopija | |
| | | Mjerilo originala | | Naziv: Sklop za centriranje Pozicija: 7 | |
| | | 1:5 | | Format: A3 Listova: 39 | |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-02-00-00-00 | | List: 5 | |

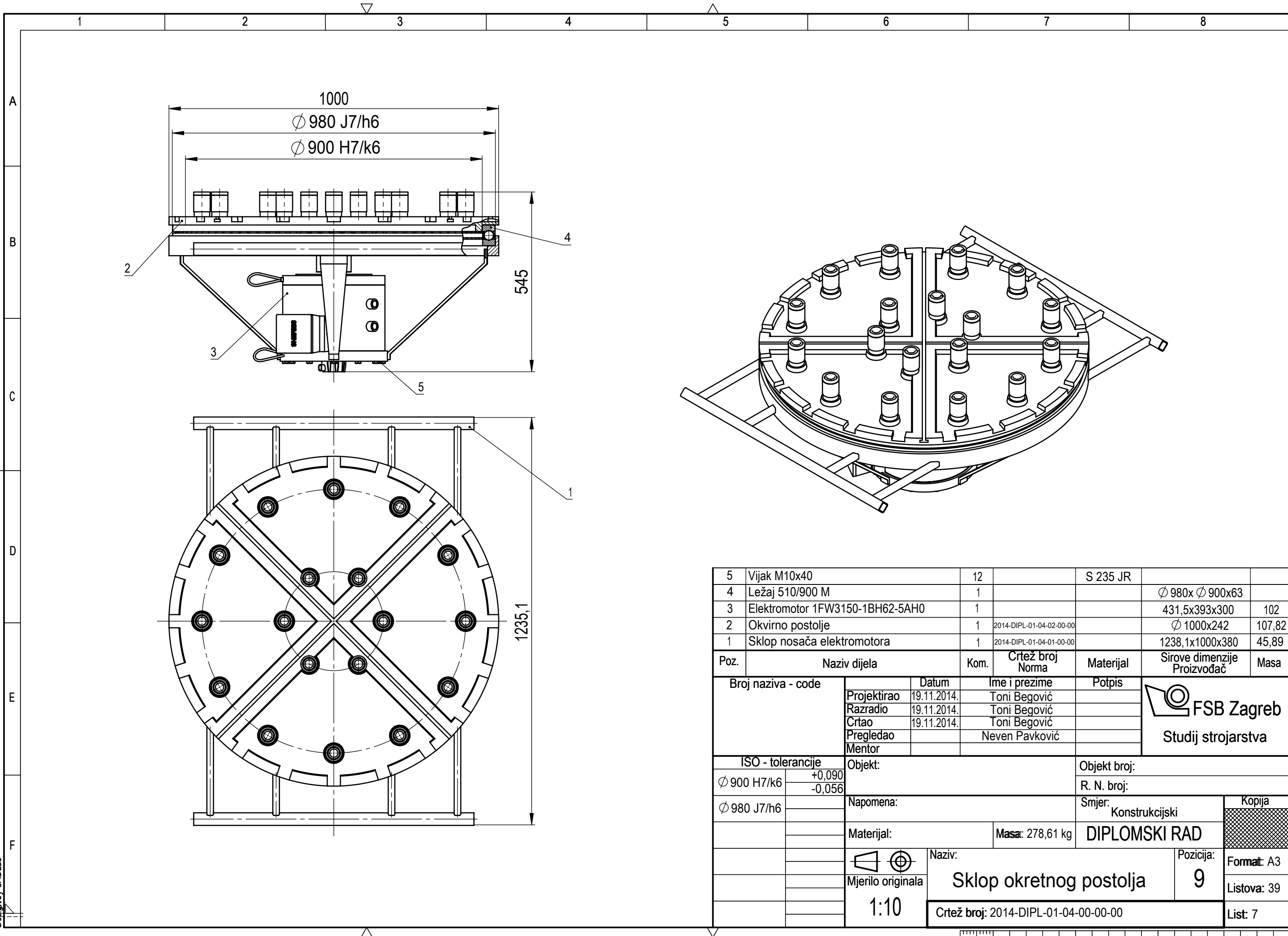


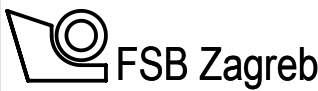
Design by CADLab

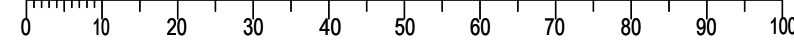
Ra 6,3



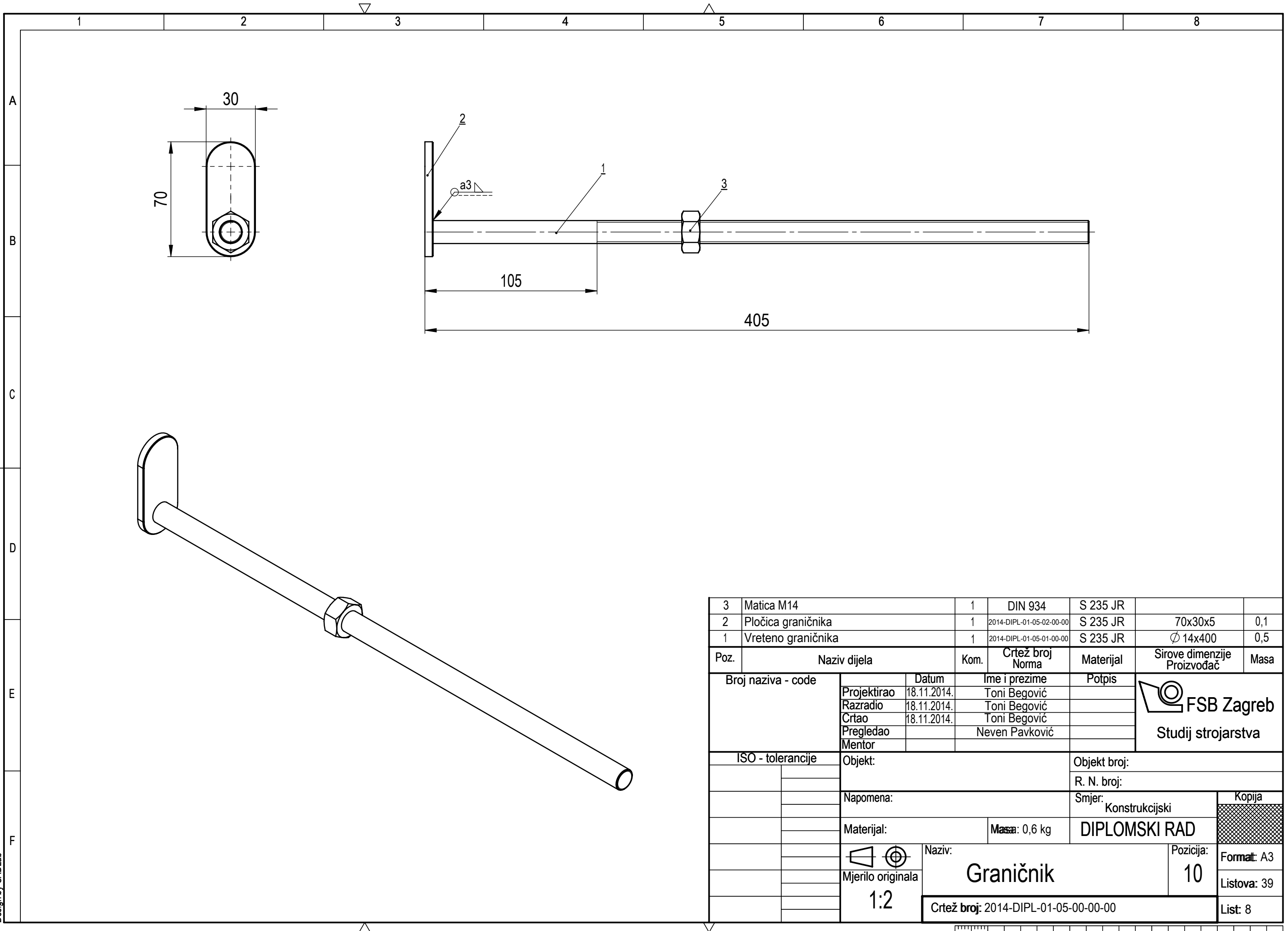
| | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|-------------|--|
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis | | |
| | Projektirao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Razradio | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Crtao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | R. N. broj: | | |
| | Napomena: | | | Kopija | |
| | Materijal: S 235 JR | Masa: 0,15 kg | | | |
| Design by CADLab | | Naziv: | Pozicija: | Format: A4 | |
| | Mjerilo originala | Spojnica sklopa za centriranje | | 8 | |
| | 1:5 | Crtež broj: 2014-DIPL-01-03-00-00-00 | | Listova: 39 | |
| | | | | List: 6 | |

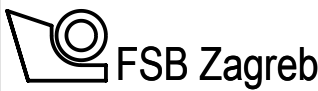
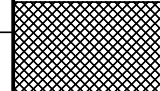


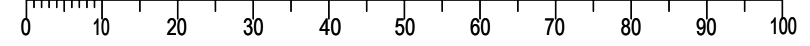
| 5 | Vijak M10x40 | 12 | | S 235 JR | | |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--|-------------|
| 4 | Ležaj 510/900 M | 1 | | | Ø 980x Ø 900x63 | |
| 3 | Elektromotor 1FW3150-1BH62-5AH0 | 1 | | | 431,5x393x300 | 102 |
| 2 | Okvirno postolje | 1 | 2014-DIPL-01-04-02-00-00 | | Ø 1000x242 | 107,82 |
| 1 | Sklop nosača elektromotora | 1 | 2014-DIPL-01-04-01-00-00 | | 1238,1x1000x380 | 45,89 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb Studij strojarstva | |
| Projektirao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Razradio | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Crtao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 900 H7/k6 | +0,090 -0,056 | | | R. N. broj: | | |
| Ø 980 J7/h6 | | Napomena: | | Smjer: Konstrukcijski | | Kopija |
| Materijal: | | Masa: 278,61 kg | | DIPLOMSKI RAD | | |
| Mjerilo originala | | Naziv: | | Pozicija: | | Format: A3 |
| 1:10 | | Sklop okretnog postolja | | 9 | | Listova: 39 |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-00-00-00 | | List: 7 | | |



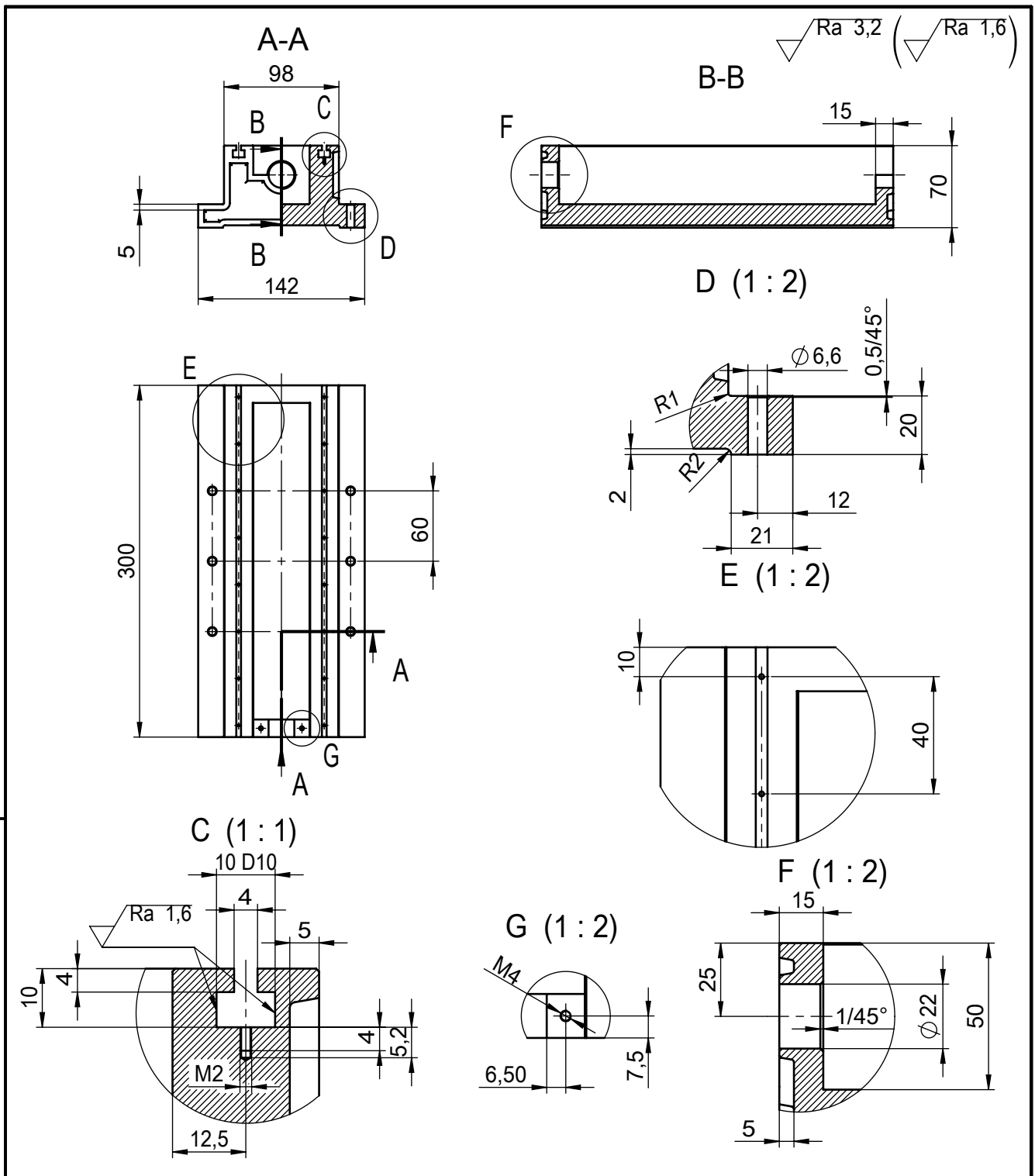
Designed by CADLab



| 3 | Matica M14 | 1 | DIN 934 | S 235 JR | | |
|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--|---|
| 2 | Pločica graničnika | 1 | 2014-DIPL-01-05-02-00-00 | S 235 JR | 70x30x5 | 0,1 |
| 1 | Vretno graničnika | 1 | 2014-DIPL-01-05-01-00-00 | S 235 JR | ∅ 14x400 | 0,5 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb Studij strojarstva | |
| Projektirao | | 18.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Razradio | | 18.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Crtao | | 18.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | Smjer: Konstrukcijski | | Kopija |
| | | Materijal: | | Masa: 0,6 kg | |  DIPLOMSKI RAD |
| | | Naziv: | | Pozicija: | | |
| | | Graničnik | | 10 | | |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-05-00-00-00 | | List: 8 | | |
| | | Mjerilo originala 1:2 | | | | |



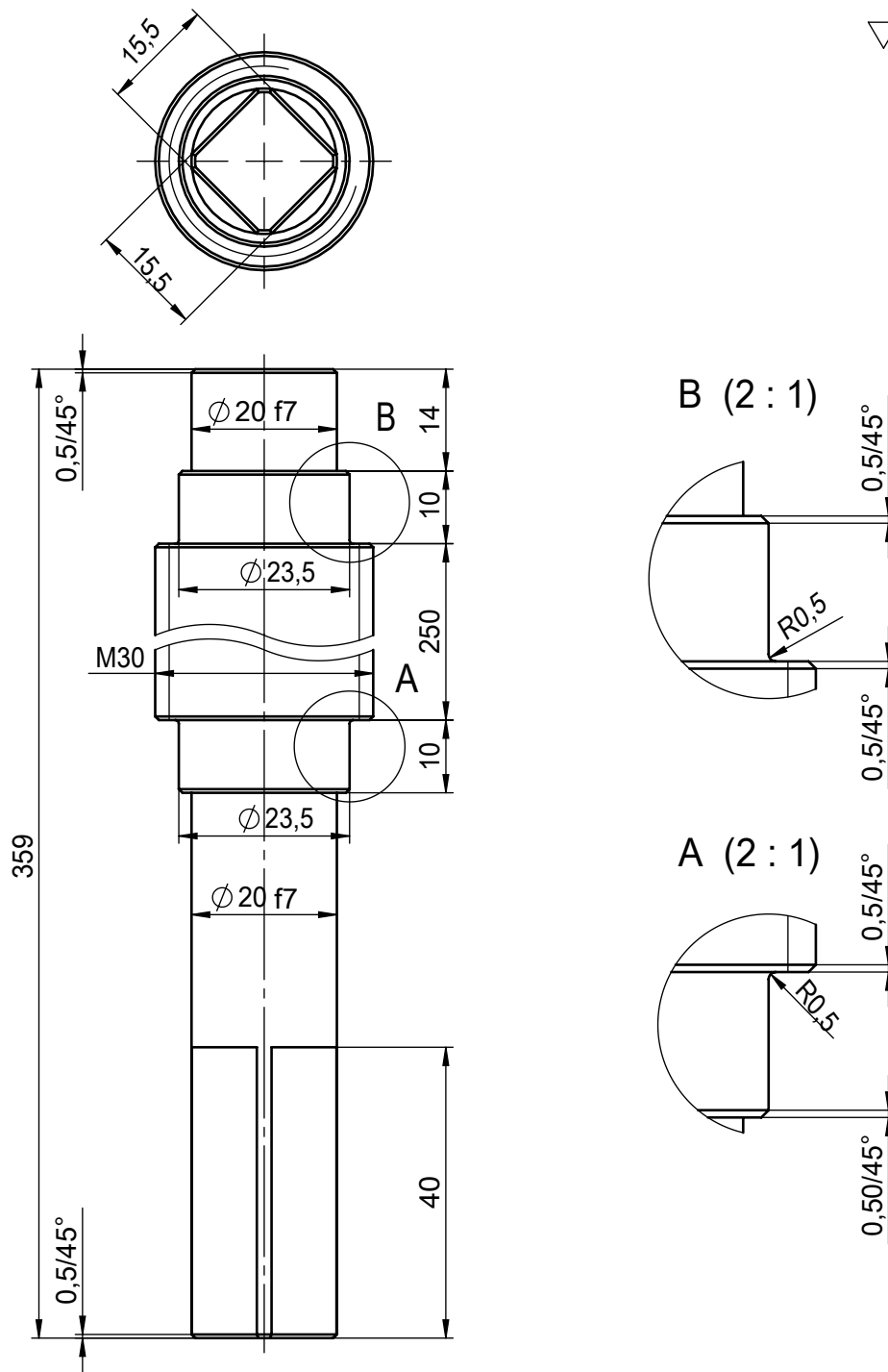
Design by CADLab



| | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|-------------|----------------|--------------|-------------|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | |
| Projektirao | | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| Razradio | | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| Crtao | | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| 10 D10 | +0,098 +0,004 | | | R. N. broj: | |
| Napomena: | | | | | Kopija |
| Materijal: S235JR | | | Masa: 10,96 kg | | |
| | | Naziv: | | Pozicija: | Format: A4 |
| Mjerilo originala | | 1:5 | | 1 | Listova: 39 |
| Crtež broj: 2014-DIPL-02-01-00-00-00 | | | | | List: 9 |

Design by CADLab

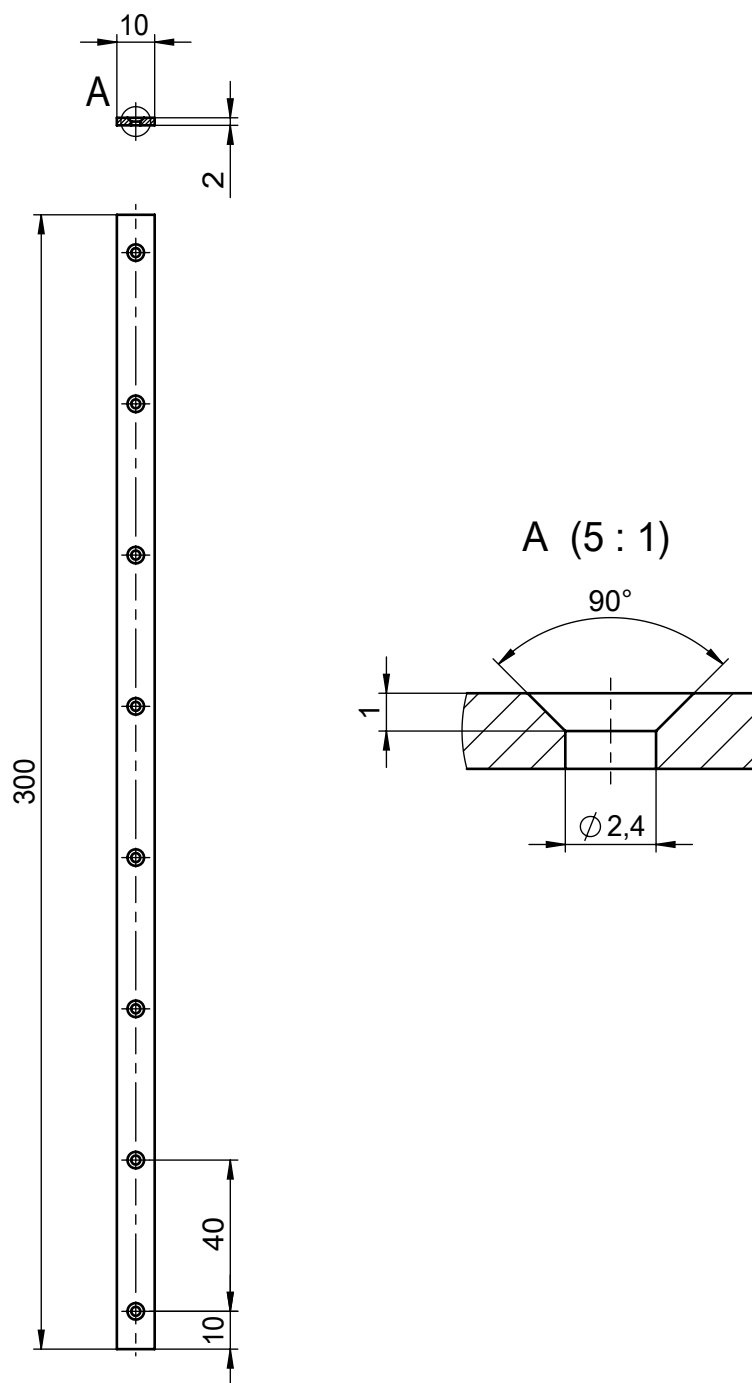
Ra 3,2



| | | | | | | |
|--------------------|------------------|--|--------------------------------------|----------------|---|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 17.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Razradio | 17.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Crtao | 17.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 20 f7 | -0,020 -0,041 | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | | Kopija | |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 1,6 kg | | | |
| | |  Naziv: | Pozicija: | | Format: A4 | |
| | | Mjerilo originala | Vreteno | | 2 | |
| | | 1:1 | Crtež broj: 2014-DIPL-02-02-00-00-00 | | Listova: 39 | |
| | | | | | List: 10 | |

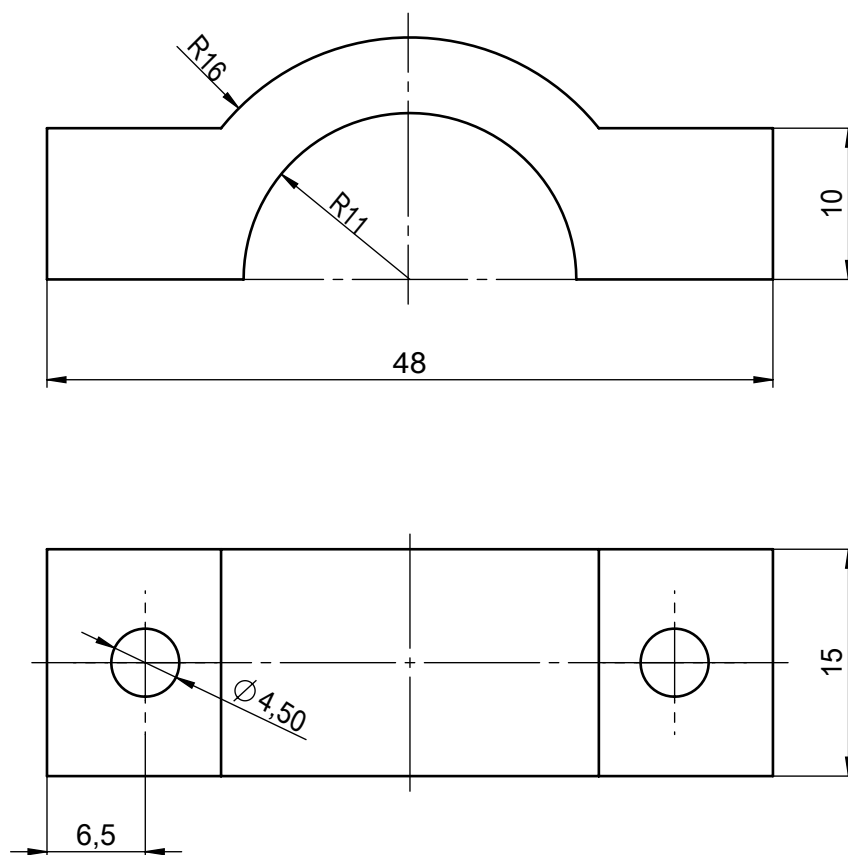
Design by CADLab

Ra 1,6



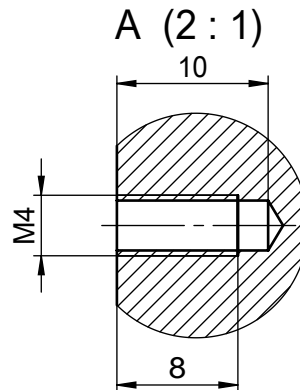
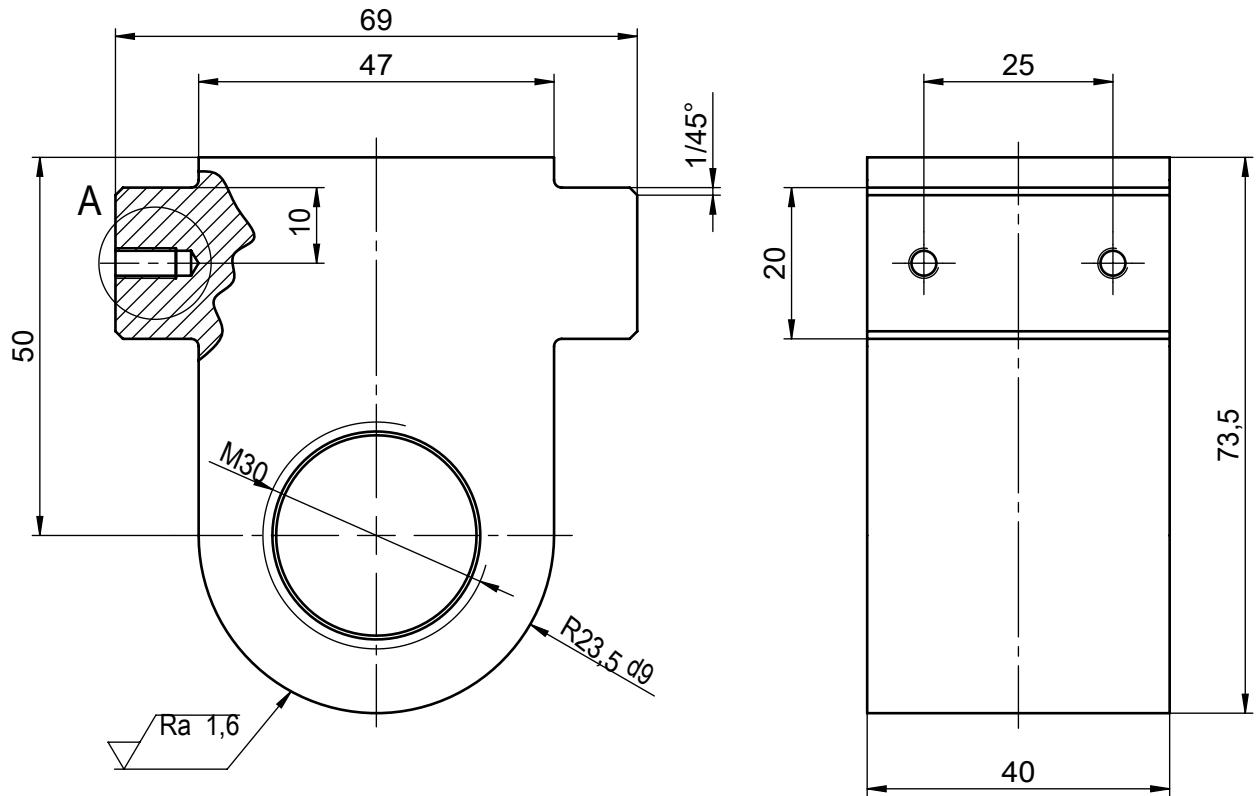
| | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|-------------|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis | |
| | Razradio | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: CuSn | | Masa: 0,1 kg | | |
| Design by CADLab | | Naziv: | | | Pozicija: |
| | Mjerilo originala | Klizna staza | | | 3 |
| | 1:2 | Crtež broj: 2014-DIPL-02-03-00-00-00 | | | Format: A4 |
| | | | | | Listova: 39 |
| | | | | | List: 11 |

▽ Ra 3,2



| | | | | | |
|--------------------|---|--|----------------|---|--|
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | Projektirao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Razradio | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | R. N. broj: | | |
| | Napomena: | | | Kopija | |
| | Materijal: S235JR | Masa: | | | |
| |  Mjerilo originala 2:1 | Naziv: Poklopac kliznog ležaja | | Pozicija: 5 | |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-02-04-00-00-00 | | Format: A4 Listova: 39 List: 12 | |

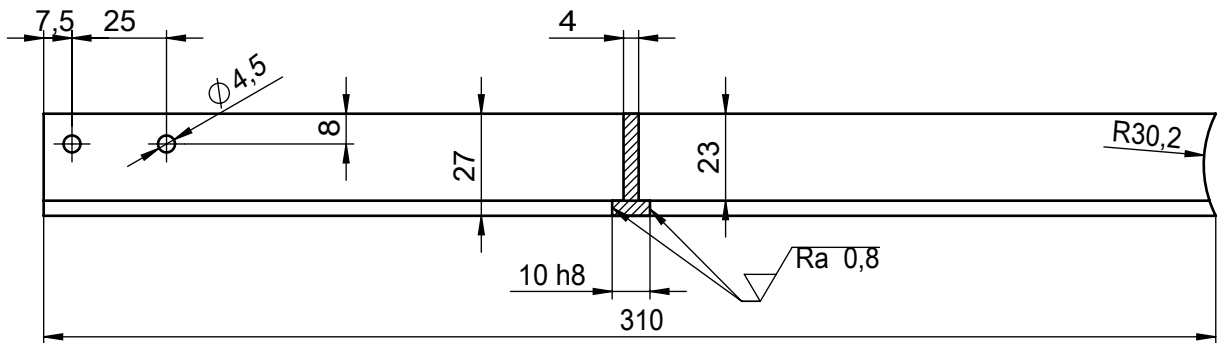
√ Ra 3,2 (√ Ra 1,6)



| | | | | | |
|--------------------|--|-------------|----------------|--------------------------------------|--|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 17.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 17.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| R23,5 d9 | -0,065 -0,117 | R. N. broj: | | | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 1 kg | | |
| |  Naziv: | | | Pozicija: | Format: A4 |
| | Mjerilo originala | | | 6 | Listova: 39 |
| | 1:1 | | | Crtež broj: 2014-DIPL-02-05-00-00-00 | |
| | | | | | List: 13 |

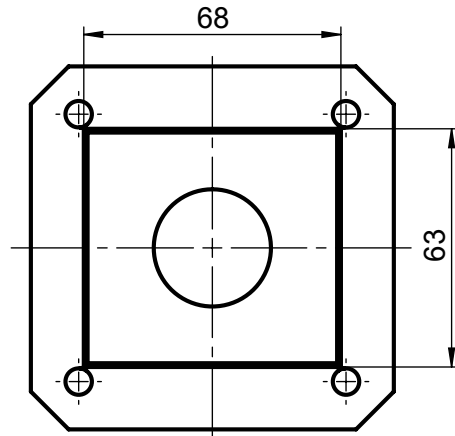
Design by CADLab

▽ Ra 3,2 (▽ Ra 0,8)

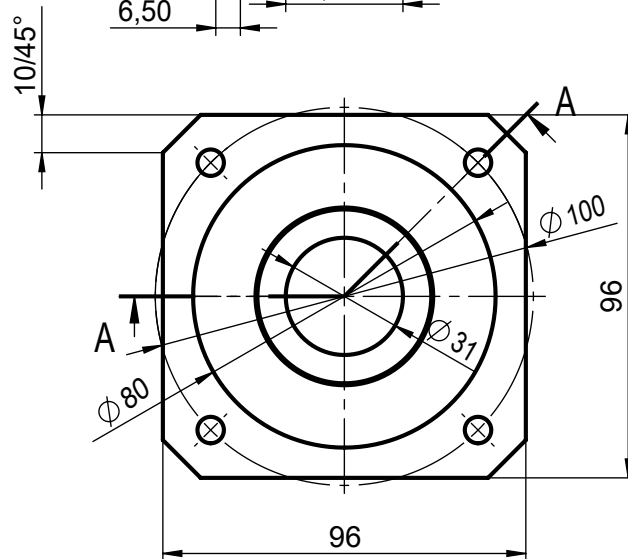
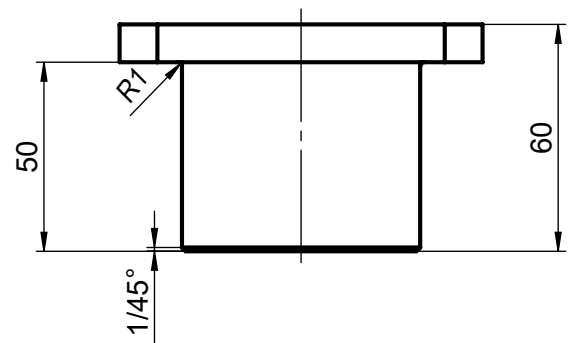
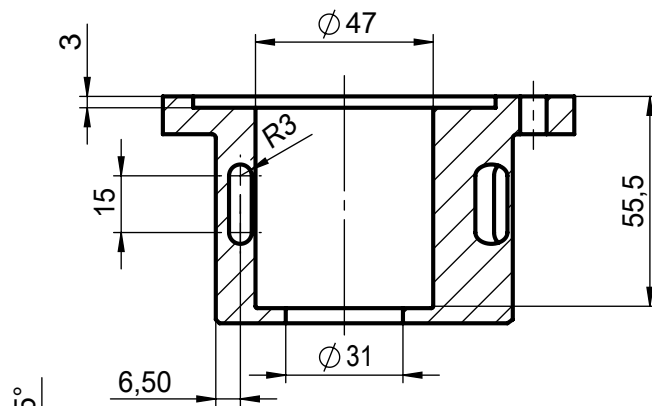


| | | | | | | |
|--------------------|-------------|---|--------------------------------------|----------------|--|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Razradio | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Crtao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| 10 h8 | 0 -0,022 | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | | Kopija | |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 0,3 kg | | | |
| | |  | Naziv: | | Pozicija: | |
| | | Mjerilo originala | Klizna vodilica | | 7 | |
| | | 1:2 | Crtež broj: 2014-DIPL-02-06-00-00-00 | | Format: A4 | |
| | | | | | Listova: 39 | |
| | | | | | List: 14 | |

▽ Ra 3,2 (▽ Ra 0,8)



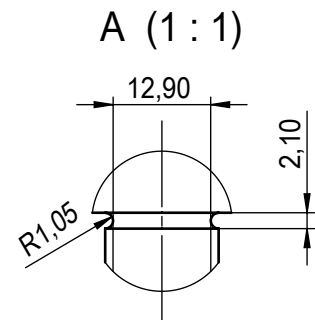
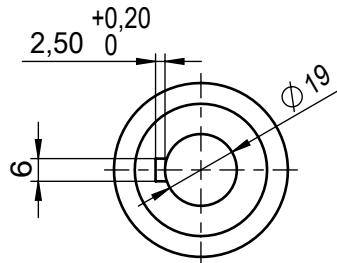
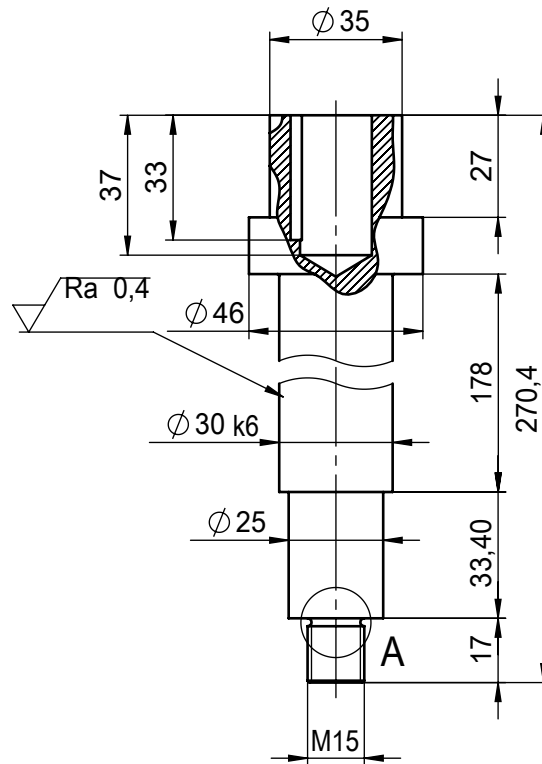
A-A



| | | | | | |
|--------------------|--|-------------|----------------|--------------|--|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 1,4 kg | | |
| |  Naziv: | | | Pozicija: | |
| | Mjerilo originala | | | 8 | |
| | 1:1 | | | Format: A4 | |
| | Crtež broj: 2014-DIPL-02-07-00-00-00 | | | Listova: 39 | |
| | | | | List: 15 | |

Design by CADLab

Ra 6,3

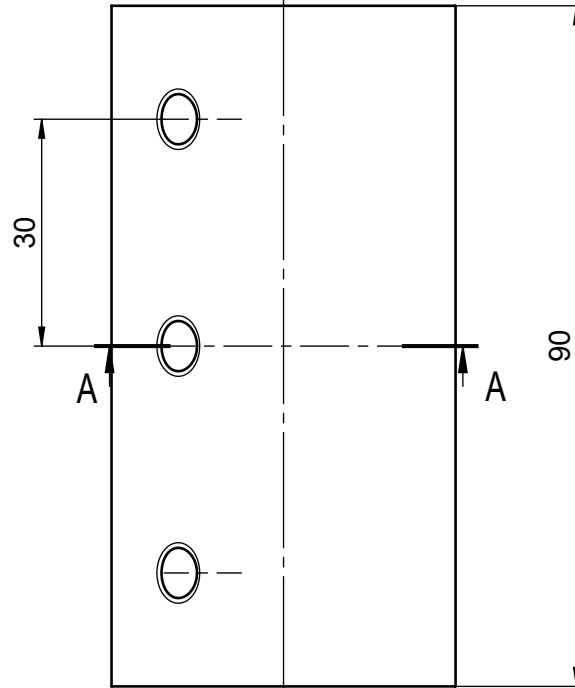
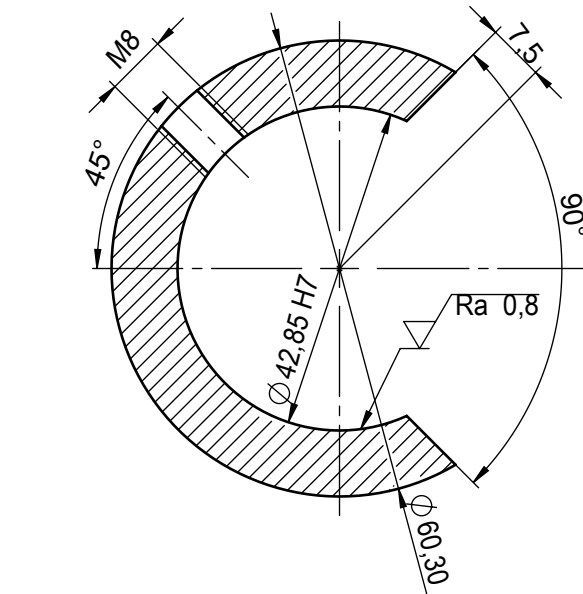


| | | | | | | |
|--------------------|------------------|--|--------------------------------------|--------------|---|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Razradio | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Crtao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Pregledao | Neven Pavković | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 30 k6 | +0,015 +0,002 | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | | Kopija | |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 1,56 kg | | | |
| | |  Naziv: | | Pozicija: | Format: A4 | |
| | | Mjerilo originala | Vreteno za brusni disk | 10 | Listova: 39 | |
| | | 1:2 | Crtež broj: 2014-DIPL-02-08-00-00-00 | List: 16 | | |

Design by CADLab

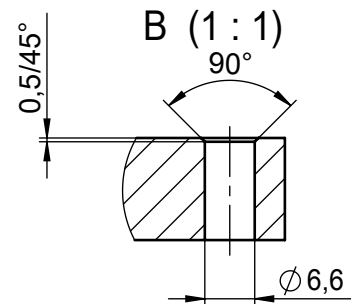
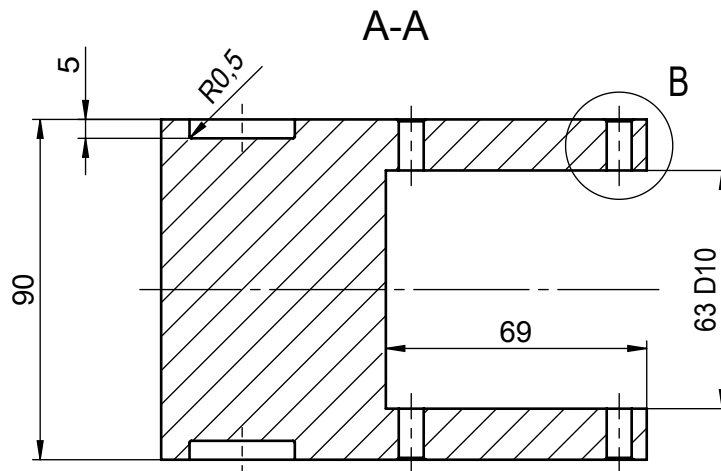
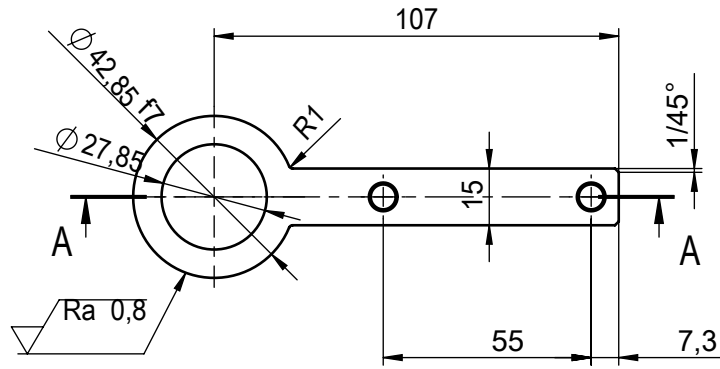
▽ Ra 3,2 (▽ Ra 0,8)

A-A (1 : 1)



| | | | | | | |
|--------------------|-------------|--|--------------------------------------|----------------|--|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Razradio | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Crtao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| ∅ 42,85 H7 | +0,025 0 | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | | Kopija | |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 0,4 kg | | | |
| | |  Naziv: | Pozicija: | | Format: A4 | |
| | | Mjerilo originala | Okretna čeljust | | 16 | |
| | | 1:1 | Crtež broj: 2014-DIPL-02-09-00-00-00 | | Listova: 39 | |
| | | | | | List: 17 | |

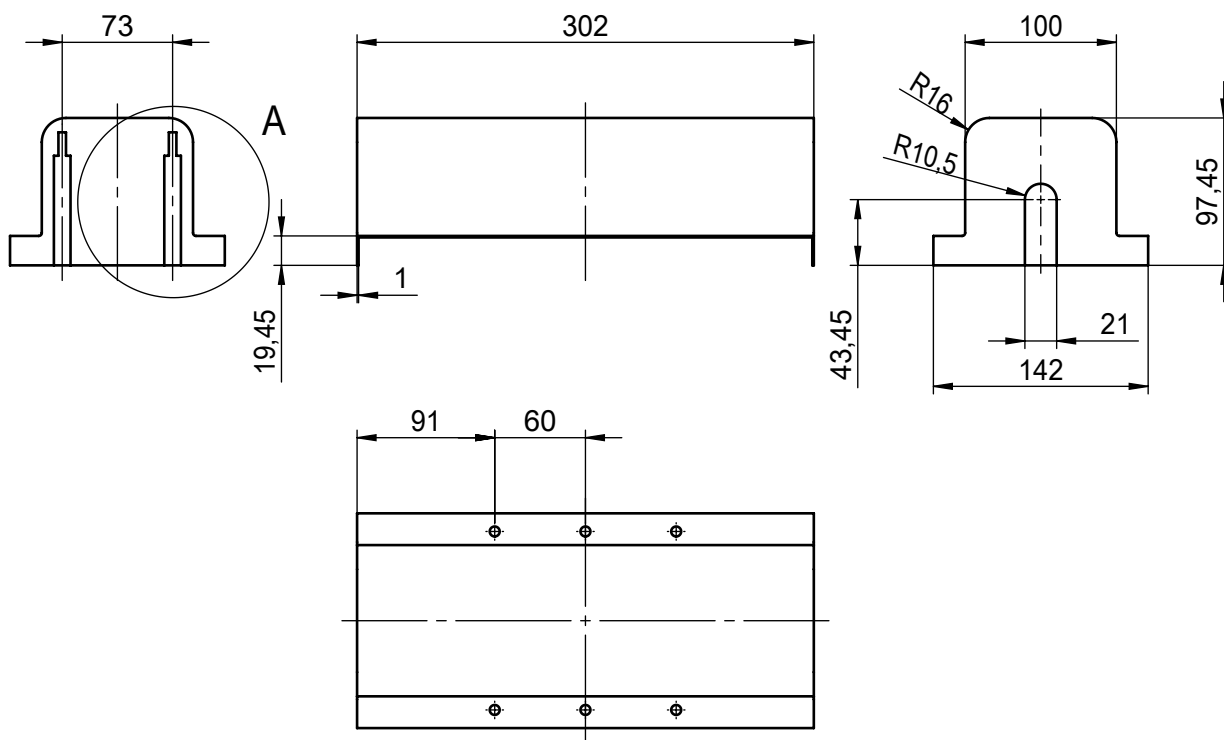
√ Ra 3,2 (√ Ra 0,8)



| | | | | | |
|--------------------|------------------|--|--------------------------------------|--------------|--|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 16.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| ∅ 42,85 f7 | -0,025 -0,050 | | | R. N. broj: | |
| 63 D10 | +0,220 +0,100 | Napomena: | | | |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 1,43 kg | | |
| | |  Naziv: | Pozicija: | | Kopija  Format: A4 Listova: 39 List: 18 |
| | | Mjerilo originala | Okretna vilica | | |
| | | 1:2 | Crtež broj: 2014-DIPL-02-10-00-00-00 | | |

Design by CADLab

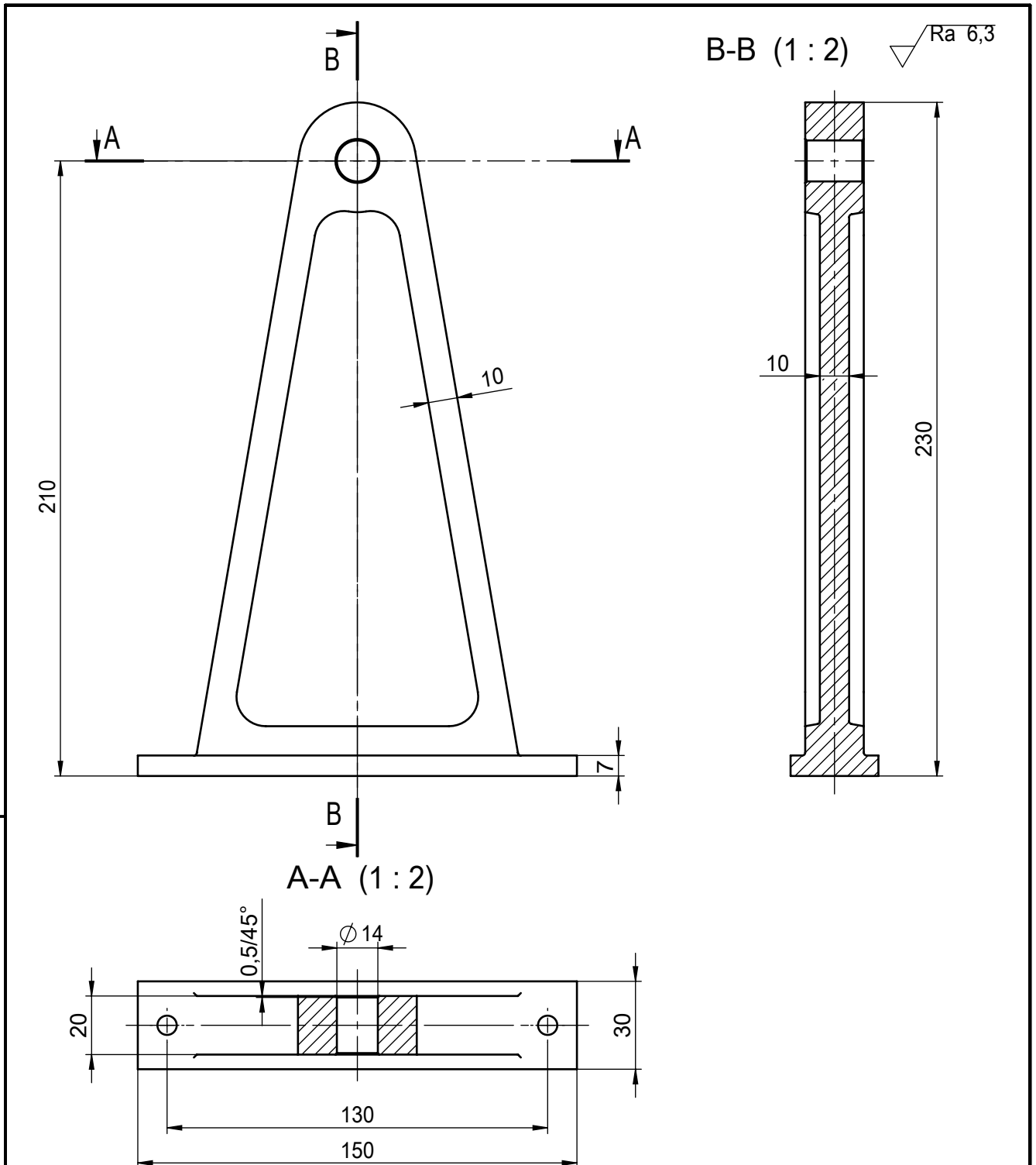
Ra 6,3



A (1 : 2)

| | | | | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Crtao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: ABS | Masa: 0,1 kg | | | |
| |  | Naziv: | | | Pozicija: |
| | Mjerilo originala | Poklopac nosača brusne glave | | | 18 |
| | 1:5 | Crtež broj: 2014-DIPL-02-11-00-00-00 | | | Format: A4 |
| | | | | | Listova: 39 |
| | | | | | List: 19 |

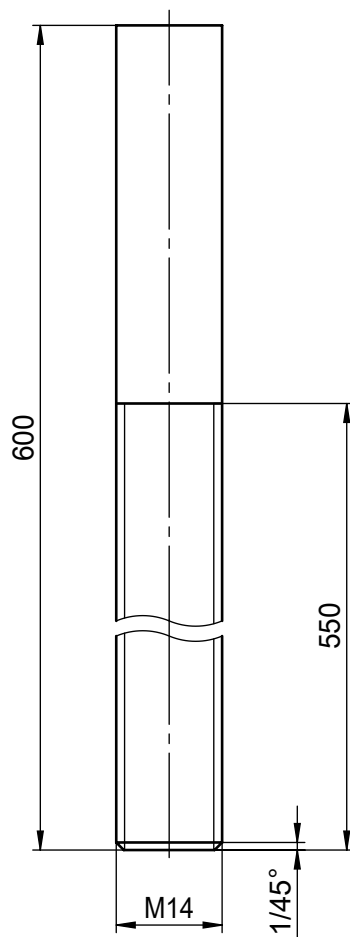
Design by CADLab



| | | | | | |
|--------------------|-------------------|------------|----------------|--------------------------------------|-------------|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis | |
| | Razradio | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Crtao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 1,95 kg | | |
| | Naziv: | | | Pozicija: | Format: A4 |
| | Mjerilo originala | | | 1 | Listova: 39 |
| | 1:2 | | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-02-01-00-00 | List: 20 |

Design by CADLab

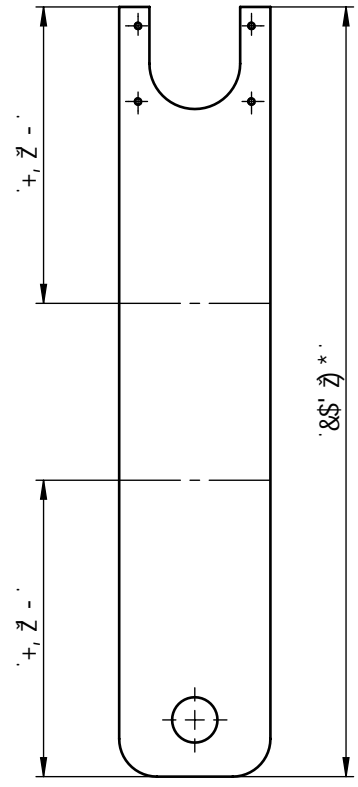
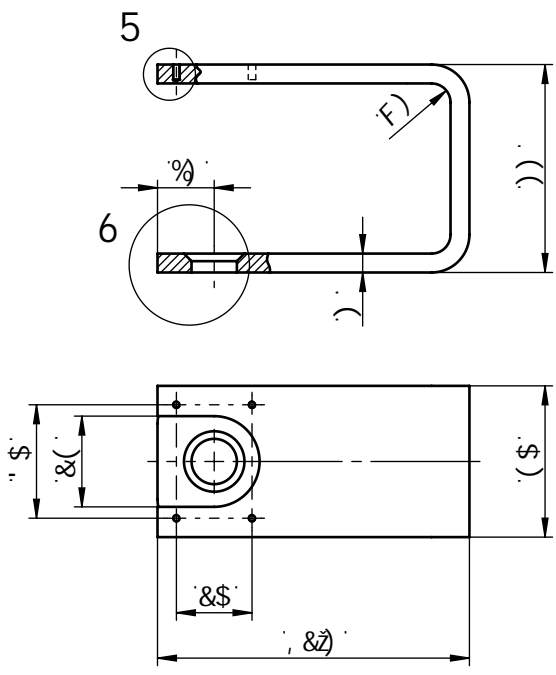
Ra 6,3



| | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------------------------|----------------|-------------|--|
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis | | |
| | Projektirao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Razradio | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Crtao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | R. N. broj: | | |
| | Napomena: | | | Kopija | |
| | Materijal: S 235 JR | Masa: 0,83 kg | | | |
| | | Naziv: | Pozicija: | Format: A4 | |
| | Mjerilo originala | Osovina sklopa za centriranje | 2 | Listova: 39 | |
| | 1:1 | Crtež broj: 2014-DIPL-01-02-02-00-00 | List: 21 | | |

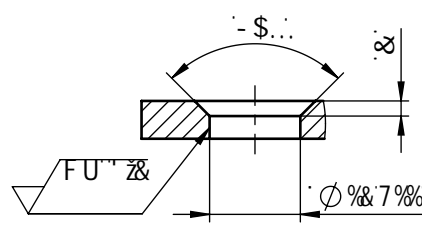
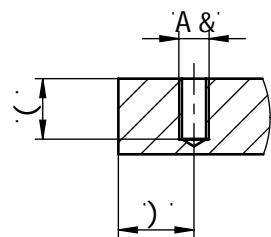
Design by CADLab

F Unj]Yb]dc[`YX



5 f& . %&

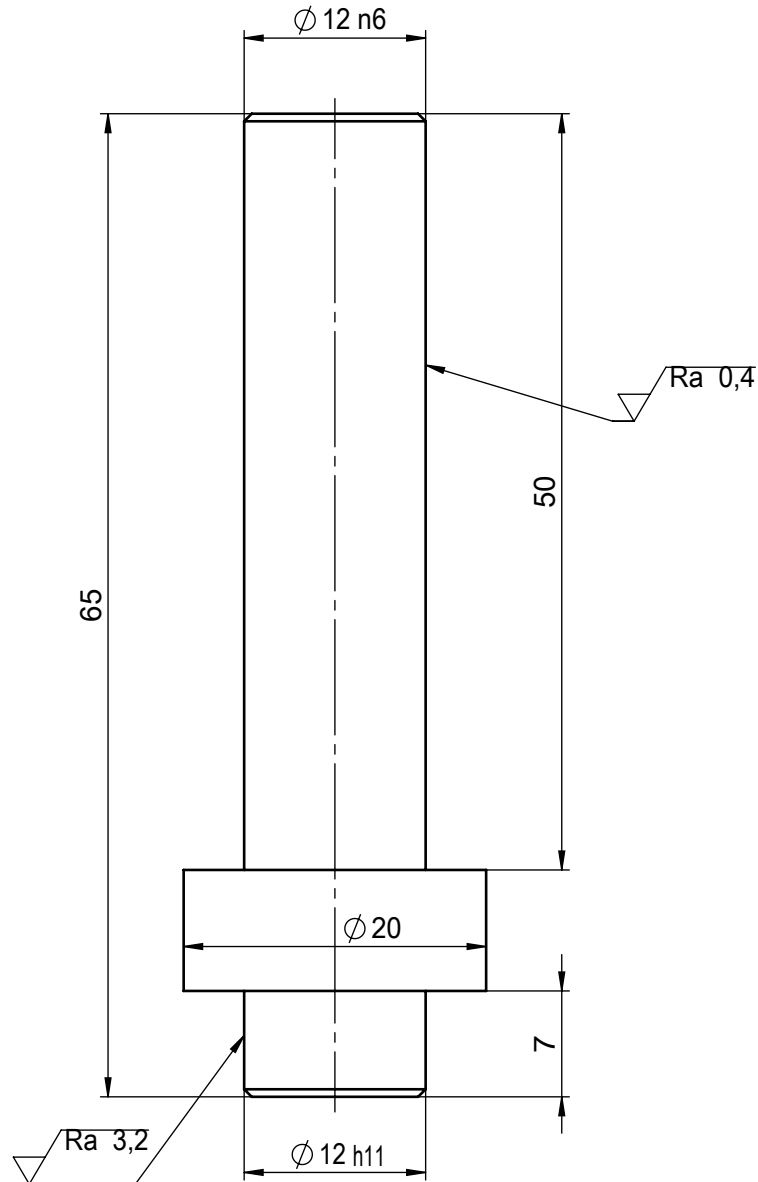
6 f% . %&



| | | | | | |
|------------------|--------|---------------------|-------------------|--|--------------|
| 6fc^bUnj U! W&XY | | 8Uf a | -a Y`dfYnja Y | Dcrlg | : G6`NU[fYV |
| Dfc`Y hfUc | | &("%%&\$%) | Hcb]6Y[ci]a | | |
| F UnfUX]c | | &("%%&\$%) | Hcb]6Y[ci]a | | |
| 7 ffUc | | &("%%&\$%) | Hcb]6Y[ci]a | | |
| DfY[`YXUc | | | BY Yb`DUj_ ci]a | | |
| -GC`! hc`YfUbWY | | CVY_h | | CVY_hVfc^ | |
| ∅ %&7%% | Z\$Z&) | | | F`"B"Vfc^ | |
| | | BUdca YbU. | | | |
| | | A UYf]W. `G &) `>F | | A Uq]W. \$Z&- `_[| |
| | | BUj] . | | Dcn]WU. | |
| | | A`Yf]c cf]]bUU | | : cfa Uhb`5(| |
| | | %& | | è Y`^ ghig_`cdU`nU`WVbhf]fUb`Y | |
| | | | | @grcj u. " - | |
| | | | | 7 ffY `Vfc^&\$%(!8-D@%\$&!\$' !\$\$!\$\$ | |
| | | | | @gh && | |

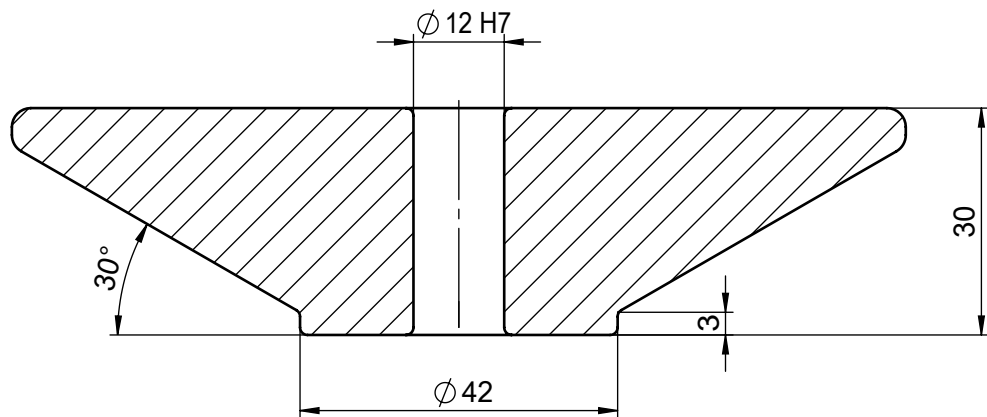
8Yq] b`Vm758@U


▽ Ra 6,3 (▽ Ra 3,2 , ▽ Ra 0,4)



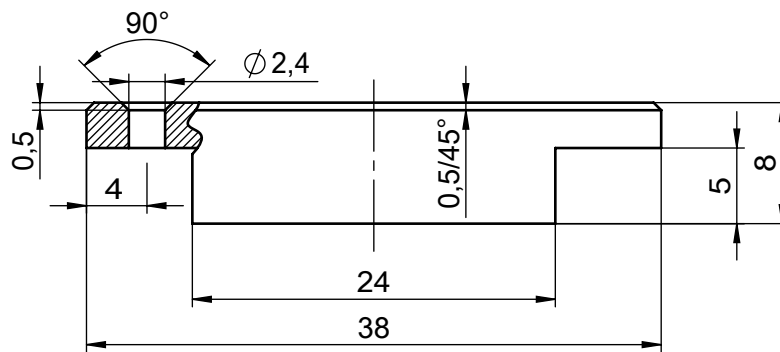
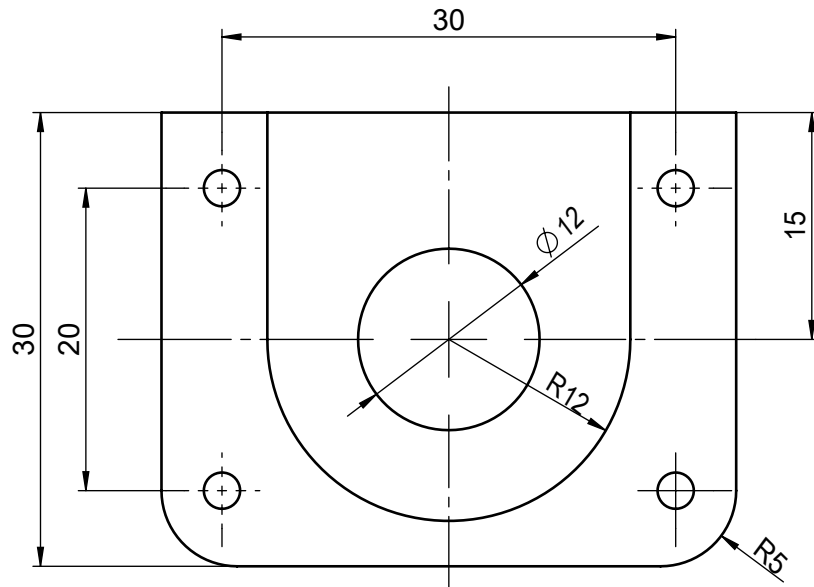
| | | | | | | |
|--------------------|------------------|---|--------------------------------------|----------------|---|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | | Razradio | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | | Crtao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| ∅ 12 n6 | +0,023 +0,012 | | | R. N. broj: | | |
| ∅ 12 h11 | 0 -0,110 | Napomena: | | Kopija | | |
| | | Materijal: S 235 JR | Masa: 0,07 kg | | | |
| | |  | Naziv: | | Pozicija: | |
| | | Mjerilo originala | Svornjak sklopa za centriranje | | 4 | |
| | | 2:1 | Crtež broj: 2014-DIPL-01-02-04-00-00 | | Format: A4 | |
| | | | | | Listova: 39 | |
| | | | | | List: 23 | |

▽ Ra 6,3

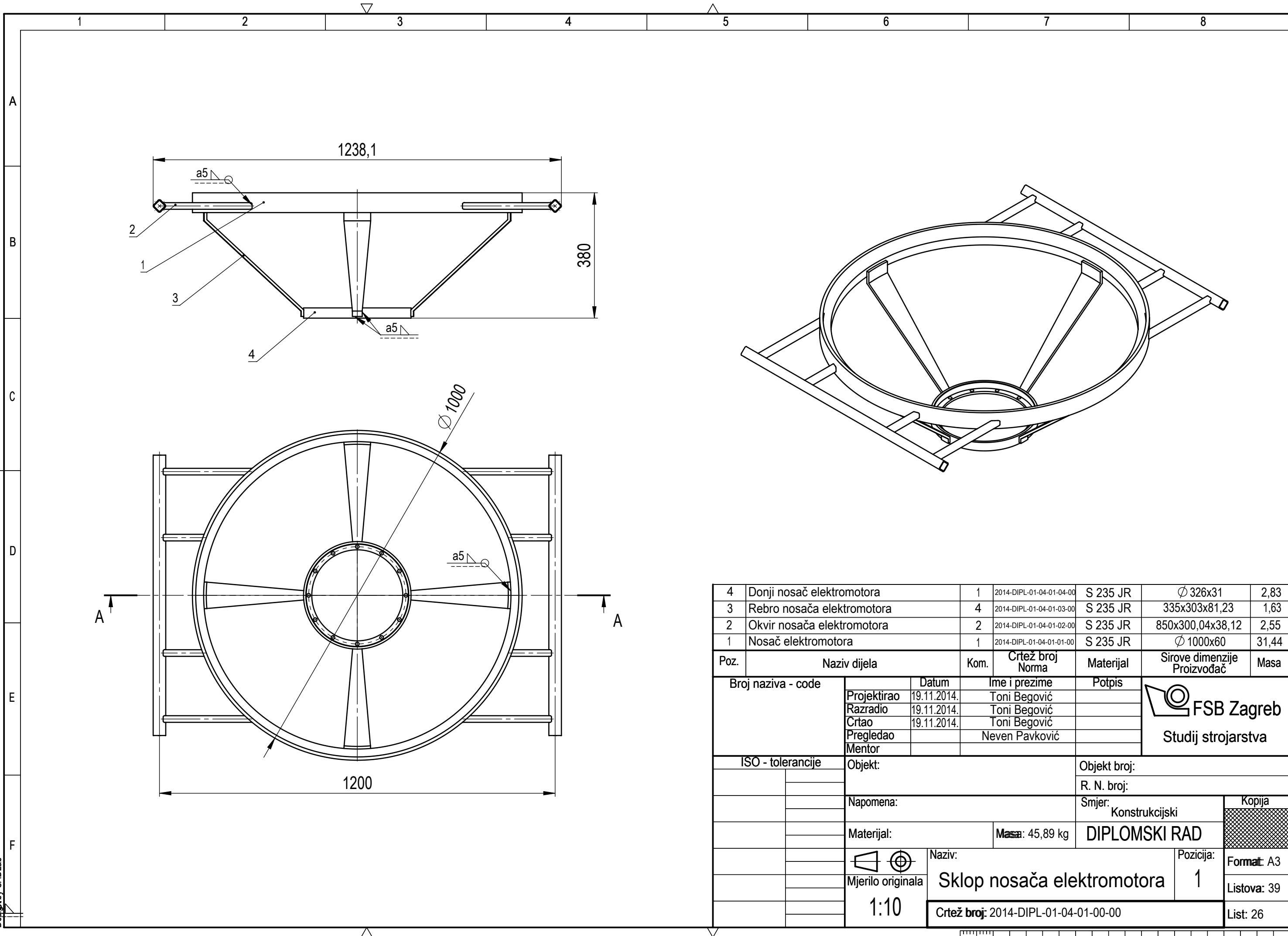


| | | | | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--|--|
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | Projektirao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Razradio | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Crtao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | R. N. broj: | | |
| | Napomena: svi neoznačeni radijusi R2,5 | | | Kopija | |
| | Materijal: Guma Sh80 | Masa: 0,17 kg | | | |
| |  | Naziv: | | Pozicija: | |
| | Mjerilo originala | Oslonac sklopa za centriranje | | 5 | |
| | 1:1 | Crtež broj: 2014-DIPL-01-02-05-00-00 | | Format: A4 | |
| | | | | Listova: 39 | |
| | | | | List: 24 | |

Ra 6,3

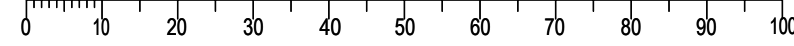


| | | | | | |
|--------------------|---|--|----------------|--|--|
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | Projektirao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Razradio | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Crtao | 24.11.2014 | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | R. N. broj: | | |
| | Napomena: | | | Kopija | |
| | Materijal: S 235 JR | Masa: 0,04 kg | | | |
| |  | Naziv: | Pozicija: | Format: A4 | |
| | Mjerilo originala | Poklopac svornjaka sklopa za centriranje | 6 | Listova: 39 | |
| | 2:1 | Crtež broj: 2014-DIPL-01-02-06-00-00 | | List: 25 | |

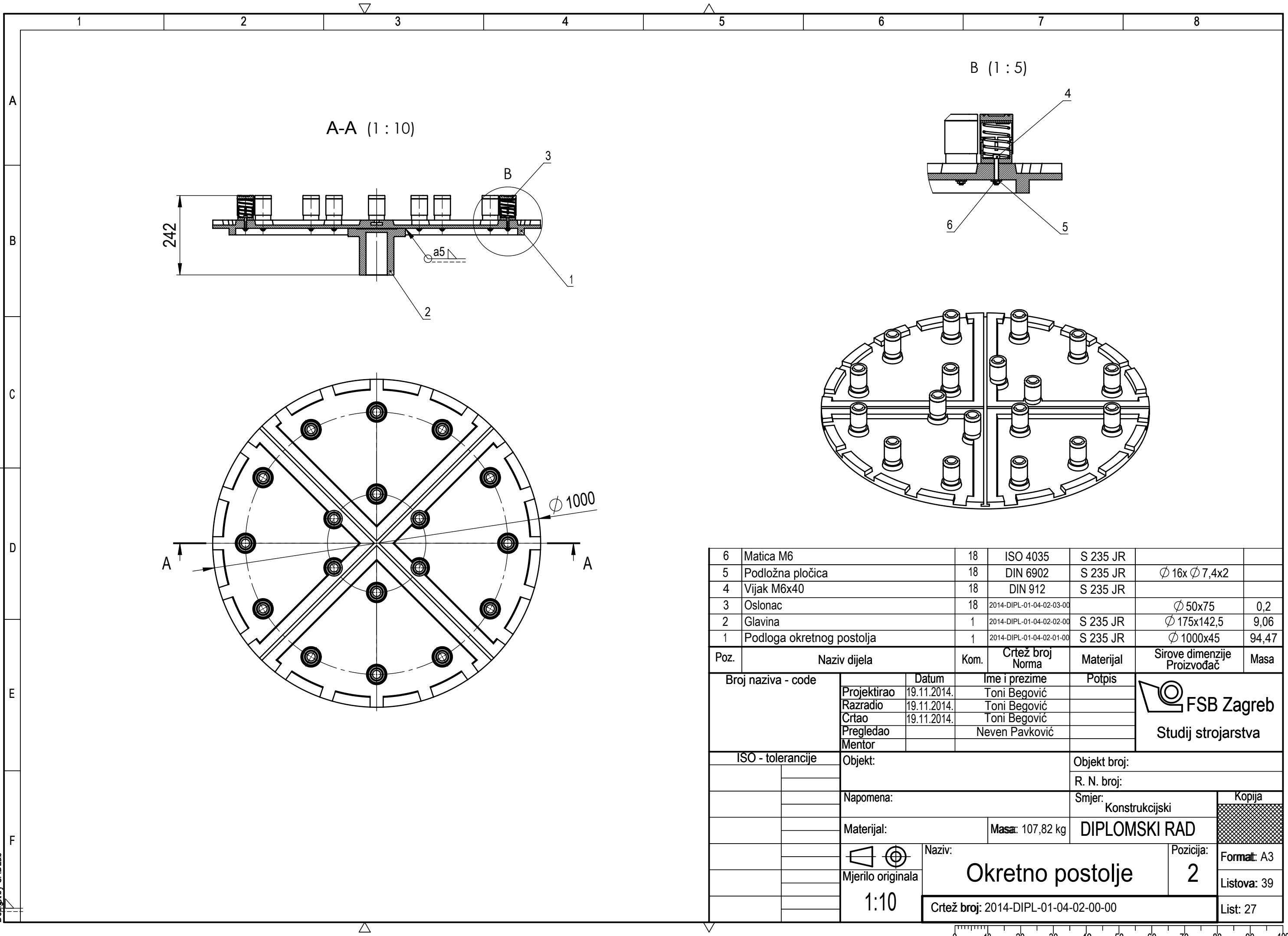


| | | | | | | |
|---|----------------------------|---|--------------------------|----------|------------------|-------|
| 4 | Donji nosač elektromotora | 1 | 2014-DIPL-01-04-01-04-00 | S 235 JR | ∅ 326x31 | 2,83 |
| 3 | Rebro nosača elektromotora | 4 | 2014-DIPL-01-04-01-03-00 | S 235 JR | 335x303x81,23 | 1,63 |
| 2 | Okvir nosača elektromotora | 2 | 2014-DIPL-01-04-01-02-00 | S 235 JR | 850x300,04x38,12 | 2,55 |
| 1 | Nosač elektromotora | 1 | 2014-DIPL-01-04-01-01-00 | S 235 JR | ∅ 1000x60 | 31,44 |

| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------------------------------|--|-------------|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb Studij strojarstva | |
| Projektirao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Razradio | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Crtao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | Smjer: Konstrukcijski | | Kopija |
| | | Materijal: | | Masa: 45,89 kg | DIPLOMSKI RAD | |
| | | Mjerilo originala | | Naziv: Sklop nosača elektromotora | | Pozicija: 1 |
| | | 1:10 | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-01-00-00 | | Format: A3 |
| | | | | | | Listova: 39 |
| | | | | | | List: 26 |



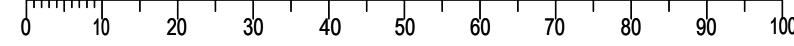
Designed by CADLab

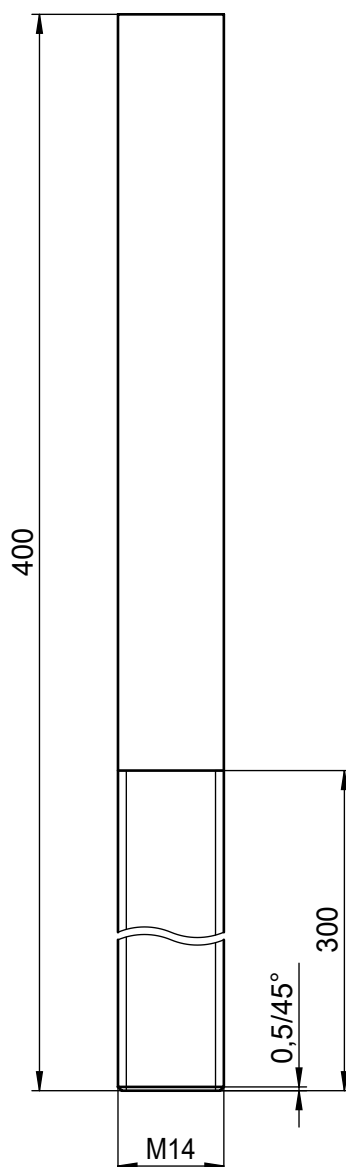


| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|------|---------------------------|------|--------------------------|-----------|--------------------------------|-------|
| 6 | Matica M6 | 18 | ISO 4035 | S 235 JR | | |
| 5 | Podložna pločica | 18 | DIN 6902 | S 235 JR | Ø 16x Ø 7,4x2 | |
| 4 | Vijak M6x40 | 18 | DIN 912 | S 235 JR | | |
| 3 | Oslonac | 18 | 2014-DIPL-01-04-02-03-00 | | Ø 50x75 | 0,2 |
| 2 | Glavina | 1 | 2014-DIPL-01-04-02-02-00 | S 235 JR | Ø 175x142,5 | 9,06 |
| 1 | Podloga okretnog postolja | 1 | 2014-DIPL-01-04-02-01-00 | S 235 JR | Ø 1000x45 | 94,47 |

| | | | | | |
|--------------------|--|--------------------------------------|----------------|-----------------------|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb Studij strojarstva |
| Projektirao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | |
| Razradio | | 19.11.2014. | Toni Begović | | |
| Crtao | | 19.11.2014. | Toni Begović | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | |
| Mentor | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | | Napomena: | | Smjer: Konstrukcijski | |
| | | Materijal: | | Masa: 107,82 kg | |
| | | | | DIPLOMSKI RAD | |
| | | Naziv: | | Pozicija: | |
| | | Okretno postolje | | 2 | |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-02-00-00 | | List: 27 | |

Desigh by CADLab

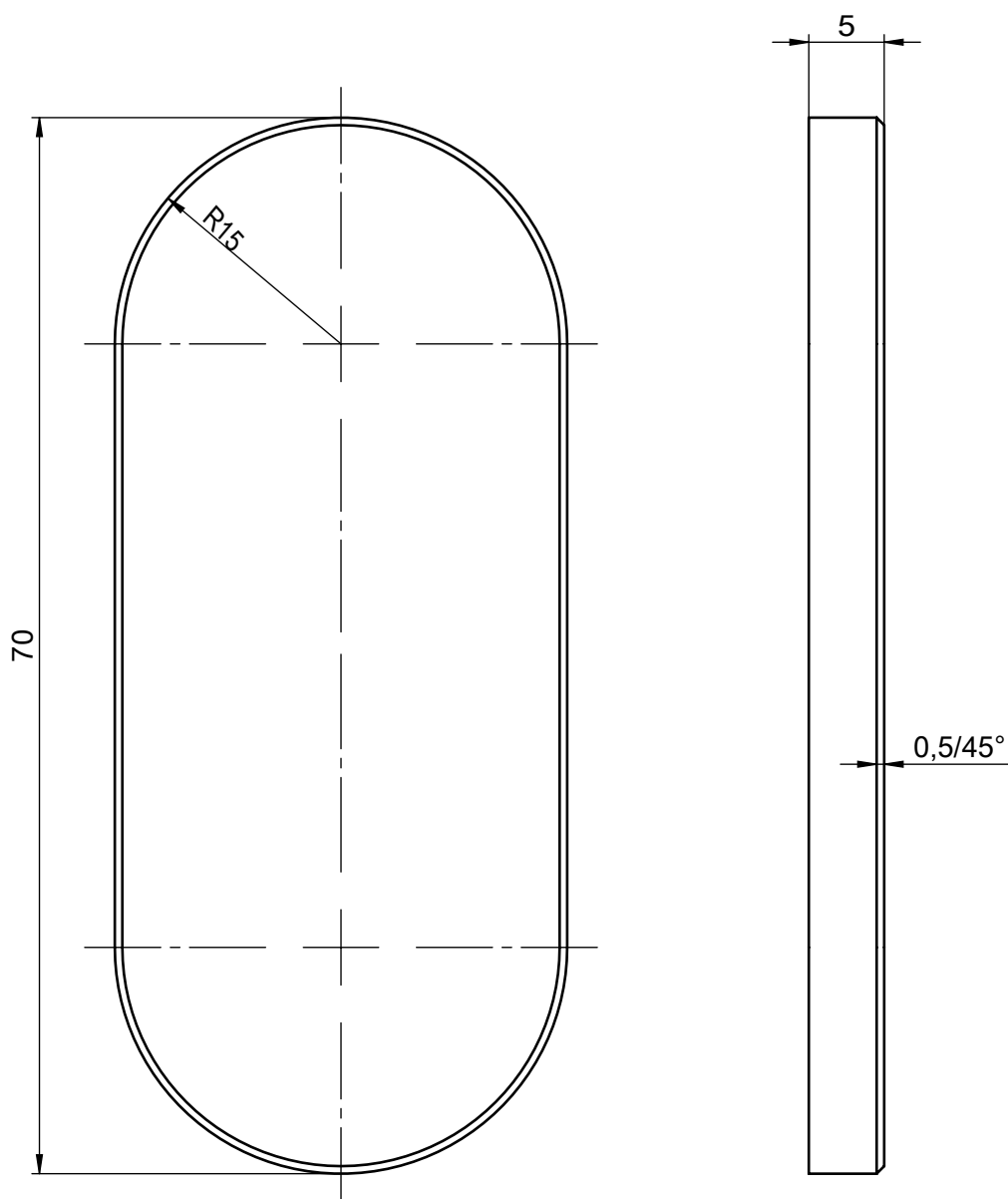




| | | | | | |
|--------------------|--|-------------|----------------|--------------------------------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | 18.11.2014. | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Razradio | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 0,5 kg | | |
| |  Naziv: | | | Pozicija: | Format: A4 |
| | Mjerilo originala | | | 1 | Listova: 39 |
| | 1:1 | | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-05-01-00-00 | List: 28 |

Design by CADLab

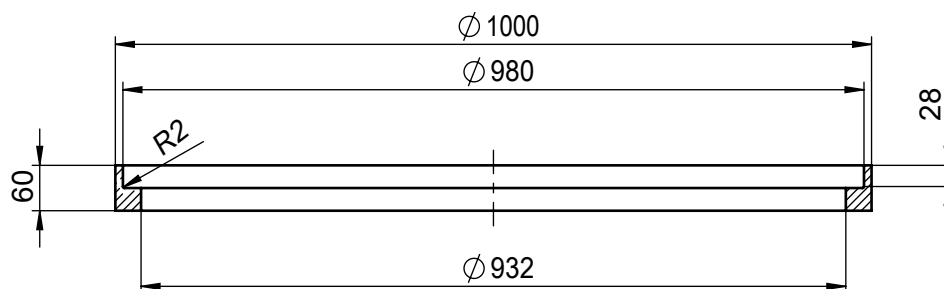
▽ Ra 6,3



| | | | | | |
|--------------------|--|--------------------------------------|----------------|---|--|
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | Projektirao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Razradio | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | R. N. broj: | | |
| | Napomena: | | | Kopija | |
| | Materijal: S235JR | Masa: 0,1 kg | | | |
| |  Mjerilo originala | Naziv: | Pozicija: | Format: A4 | |
| | 2:1 | Pločica graničnika | 2 | Listova: 39 | |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-05-02-00-00 | | List: 29 | |

Design by CADLab

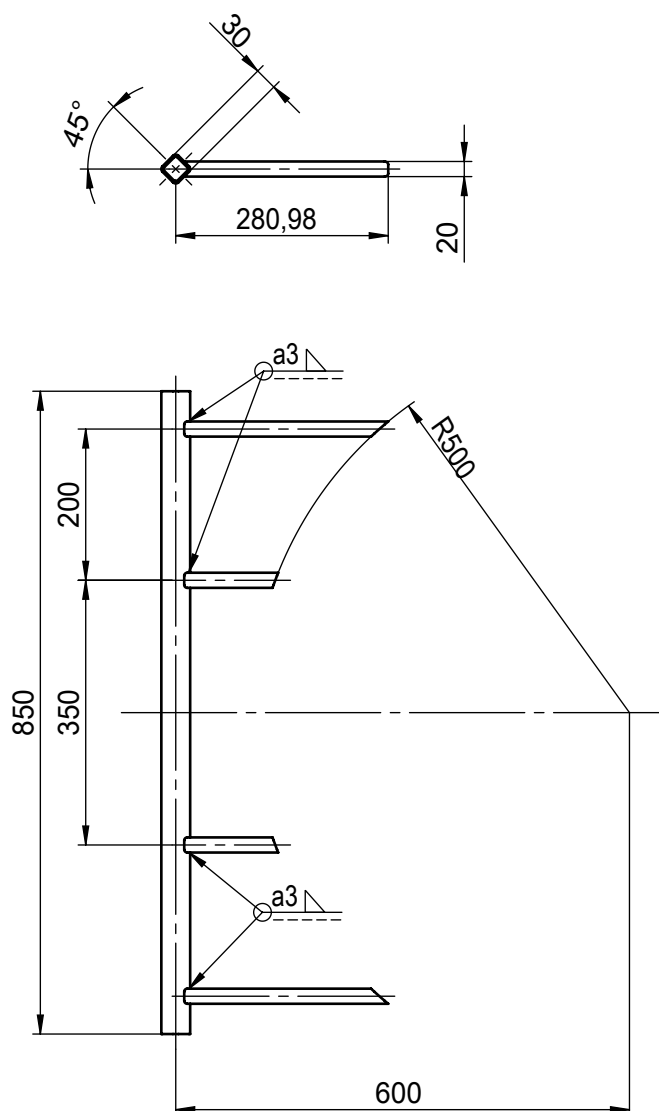
▽ Ra 6,3



| | | | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|---|---|
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Projektirao | 18.11.2014. | Toni Begović | |
| | Razradio | 18.11.2014. | Toni Begović | |
| | Crtao | 18.11.2014. | Toni Begović | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | Objekt broj: | |
| | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | Masa: 31,44 kg |  | |
| | Naziv: | | | |
| |  | Nosač elektromotora | | 1 |
| | Mjerilo originala | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-01-00-00 | | Format: A4 |
| | 1:10 | | | Listova: 39 |
| | | | | List: 30 |

Design by CADLab

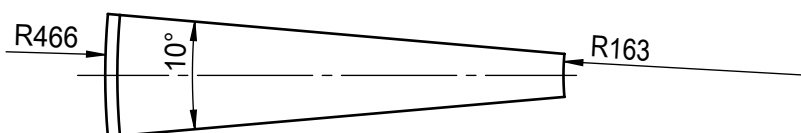
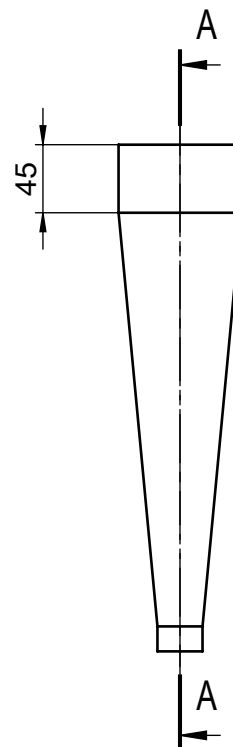
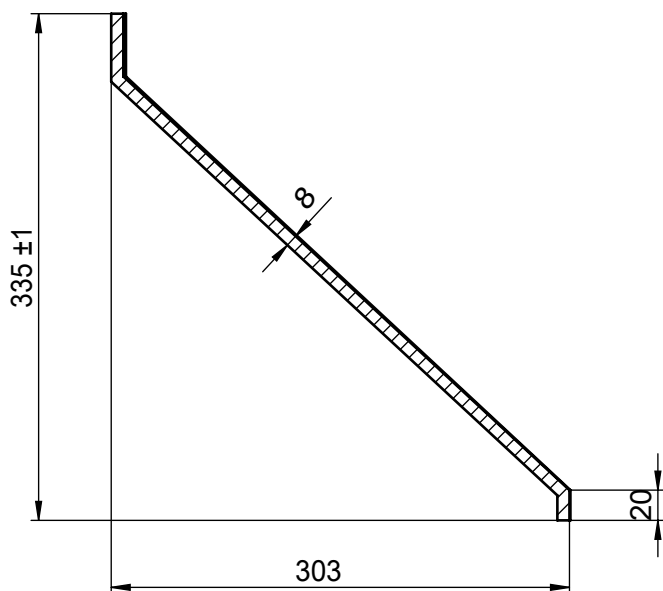
Ra 6,3



| | | | | | |
|--------------------|--|-------------|----------------|--------------------------------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 19.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 19.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 2,55 kg | | |
| |  Naziv: | | | Pozicija: | Format: A4 |
| | Mjerilo originala | | | 2 | Listova: 39 |
| | 1:10 | | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-01-02-00 | |
| | | | | | List: 31 |

Design by CADLab

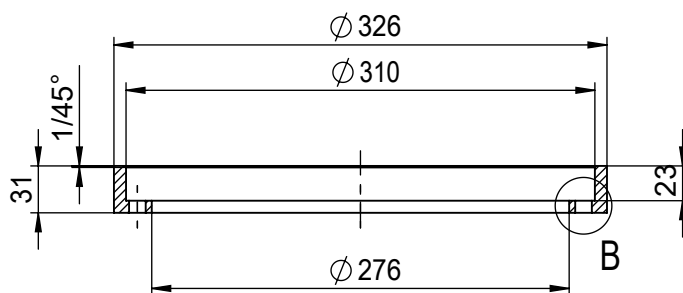
A-A (1 : 5)



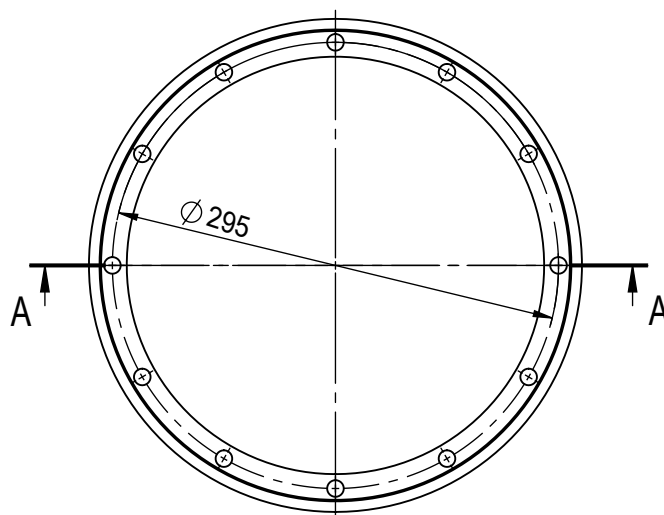
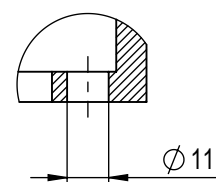
| | | | | | |
|--------------------|---|---|----------------|--------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 1,63 kg | | |
| |  Mjerilo originala 1:5 | Naziv: Rebro nosača elektromotora | | | Pozicija: 3 |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-01-03-00 | | | Format: A4 Listova: 39 List: 32 |

Ra 6,3

A-A (1 : 5)



B (1 : 2)

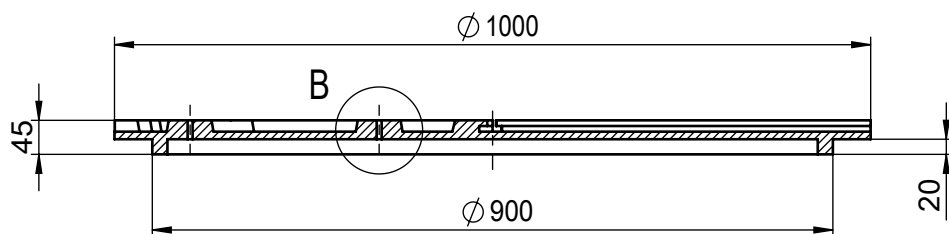


| | | | | | |
|--------------------|--|-------------|----------------|--------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 2,86 kg | | |
| |  Naziv: | | | Pozicija: | Format: A4 |
| | Mjerilo originala | | | 4 | Listova: 39 |
| | 1:5 | | | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-01-04-00 |

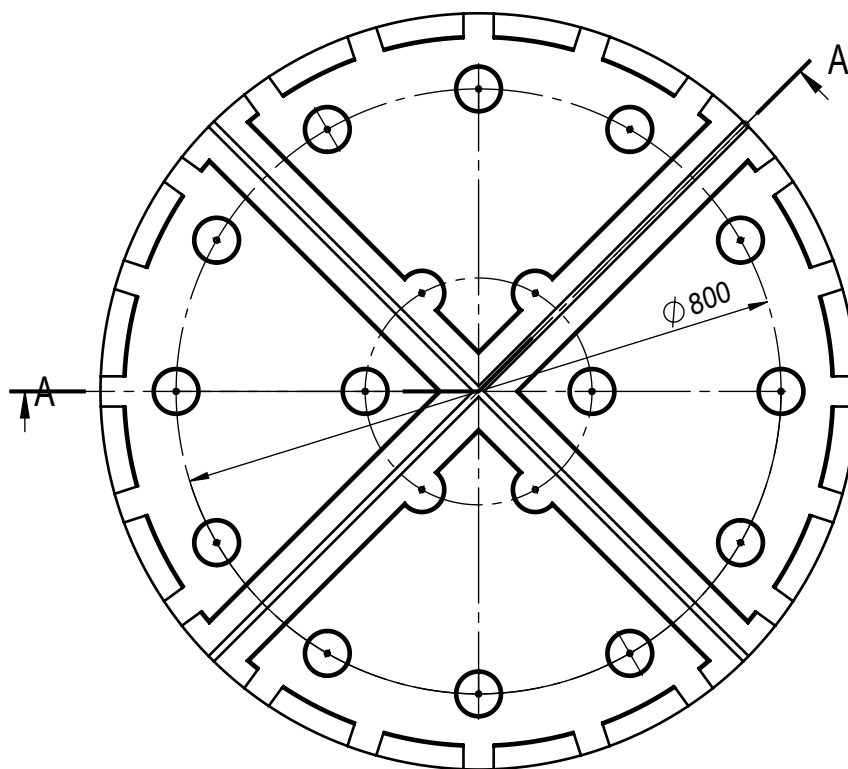
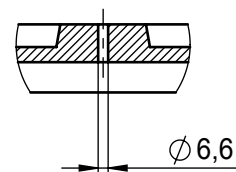
Design by CADLab

Ra 6,3

A-A (1 : 10)



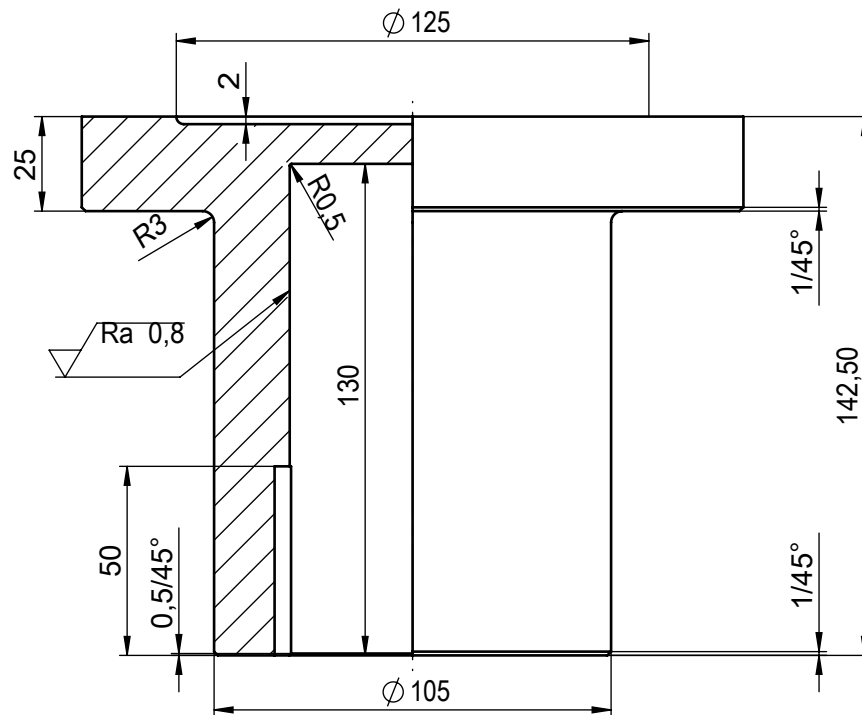
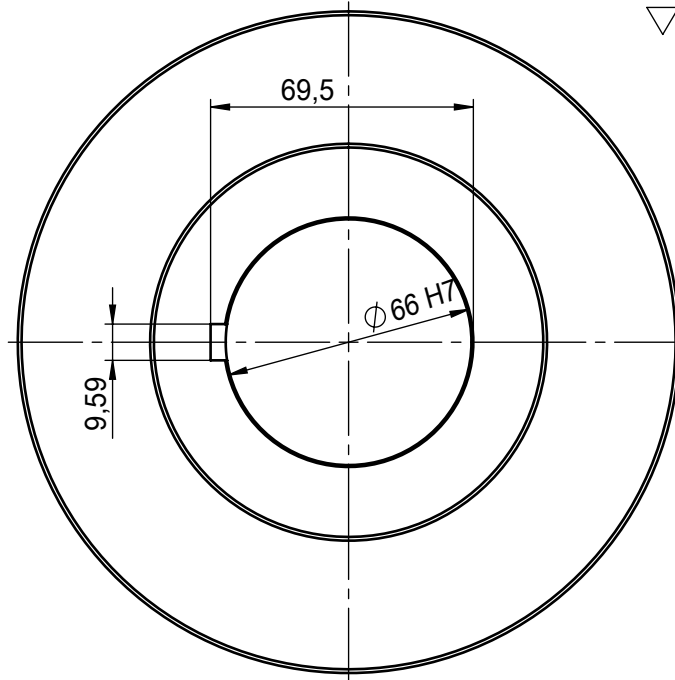
B (1 : 5)





| | | | | | |
|--------------------|--|-------------|----------------|--------------------------------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 2,86 kg | | |
| |  Naziv: | | | Pozicija: | Format: A4 |
| | Mjerilo originala | | | 1 | Listova: 39 |
| | 1:5 | | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-02-01-00 | |
| | | | | | List: 34 |

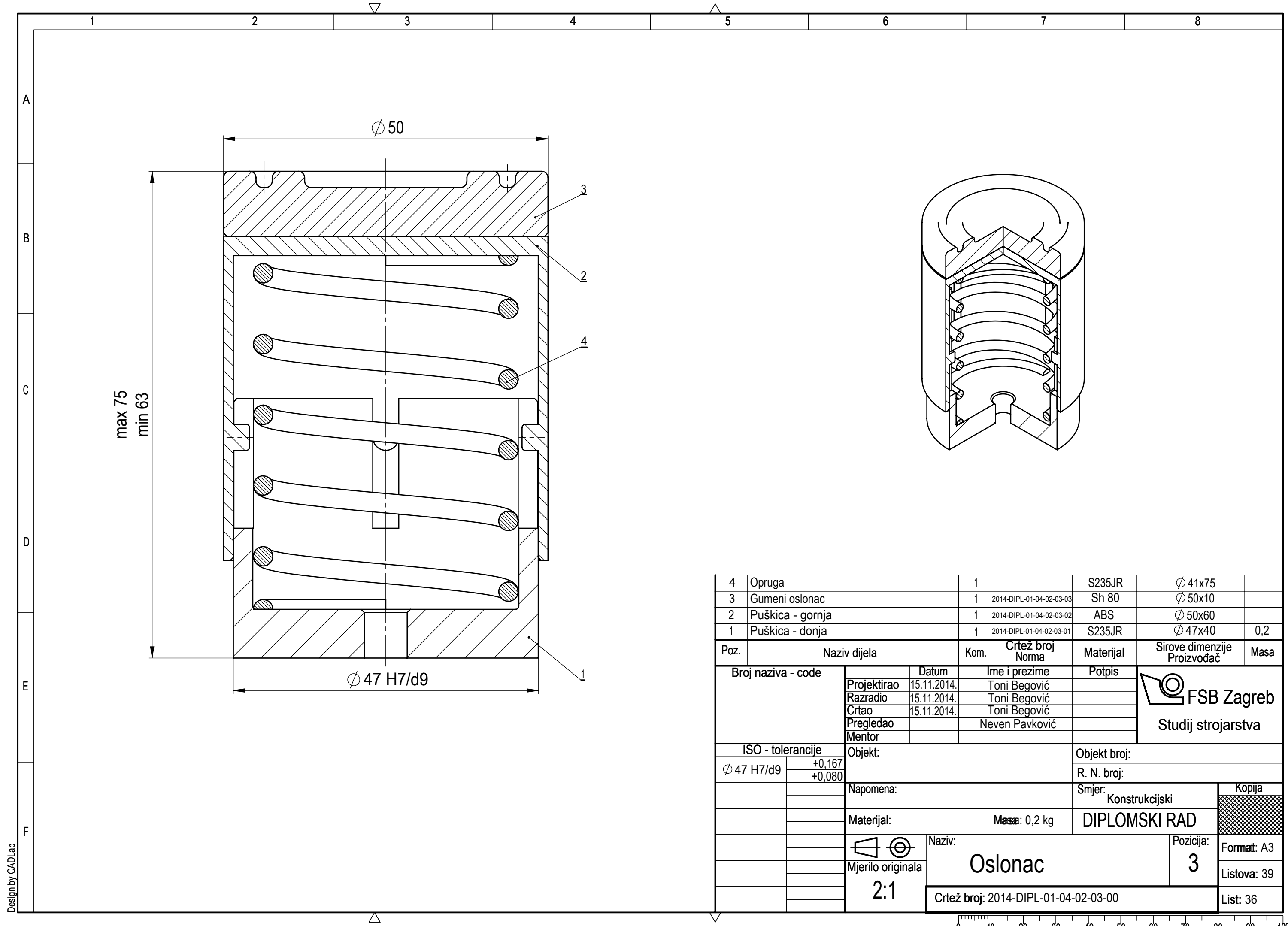
Design by CADLab

▽ Ra 6,3 (▽ Ra 0,8)



| | | | | | |
|--------------------|-------------|--|--------------------------------------|--------------|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| Projektirao | | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| Razradio | | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| Crtao | | 18.11.2014. | Toni Begović | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| ∅ 66 H7 | +0,030 0 | | | R. N. broj: | |
| | | Napomena: | | | Kopija |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 9,1 kg | | |
| | |  Naziv: | Glavina | | Pozicija: |
| | | Mjerilo originala | | | 2 |
| | | 1:2 | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-02-02-00 | | Format: A4 |
| | | | | | Listova: 39 |
| | | | | | List: 35 |

Design by CADLab

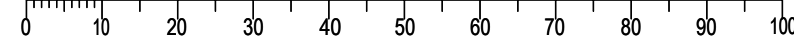


max 75
min 63

$\phi 50$

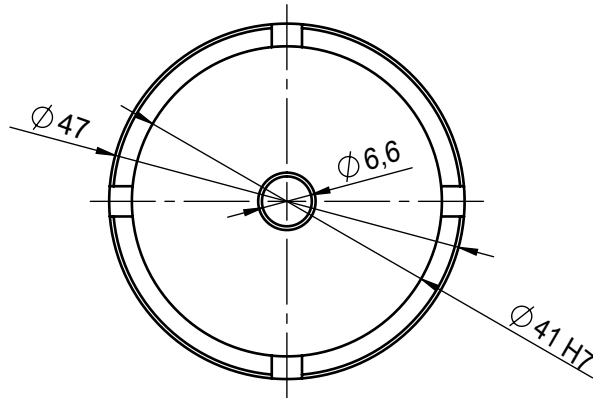
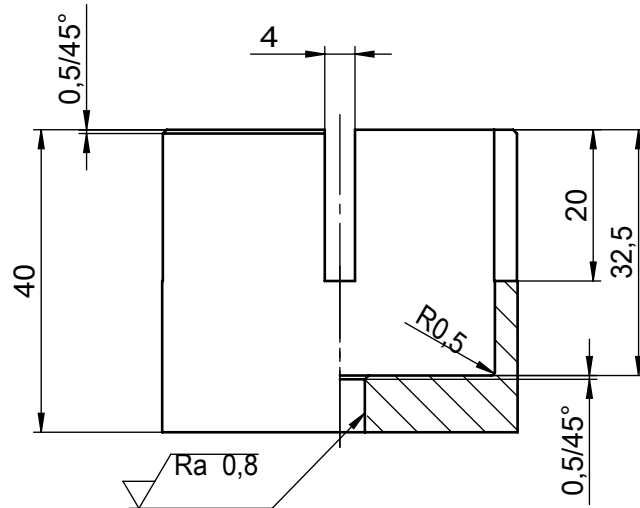
$\phi 47 H7/d9$

| 4 | Opruga | 1 | | S235JR | $\phi 41 \times 75$ | |
|--------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------------|--|
| 3 | Gumeni oslonac | 1 | 2014-DIPL-01-04-02-03-03 | Sh 80 | $\phi 50 \times 10$ | |
| 2 | Puškica - gornja | 1 | 2014-DIPL-01-04-02-03-02 | ABS | $\phi 50 \times 60$ | |
| 1 | Puškica - donja | 1 | 2014-DIPL-01-04-02-03-01 | S235JR | $\phi 47 \times 40$ | 0,2 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis |  FSB Zagreb Studij strojarstva |
| Projektirao | | 15.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Razradio | | 15.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Crtao | | 15.11.2014. | Toni Begović | | | |
| Pregledao | | | Neven Pavković | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| $\phi 47 H7/d9$ | +0,167 +0,080 | Napomena: | | | R. N. broj: | |
| | | Materijal: | | | Smjer: Konstrukcijski | Kopija |
| | | Masa: 0,2 kg | | | DIPLOMSKI RAD | |
| | | Naziv: Oslonac | | | Pozicija: 3 | Format: A3 |
| | | Mjerilo originala 2:1 | | | Listova: 39 | |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-02-03-00 | | | List: 36 | |



Design by CADLab

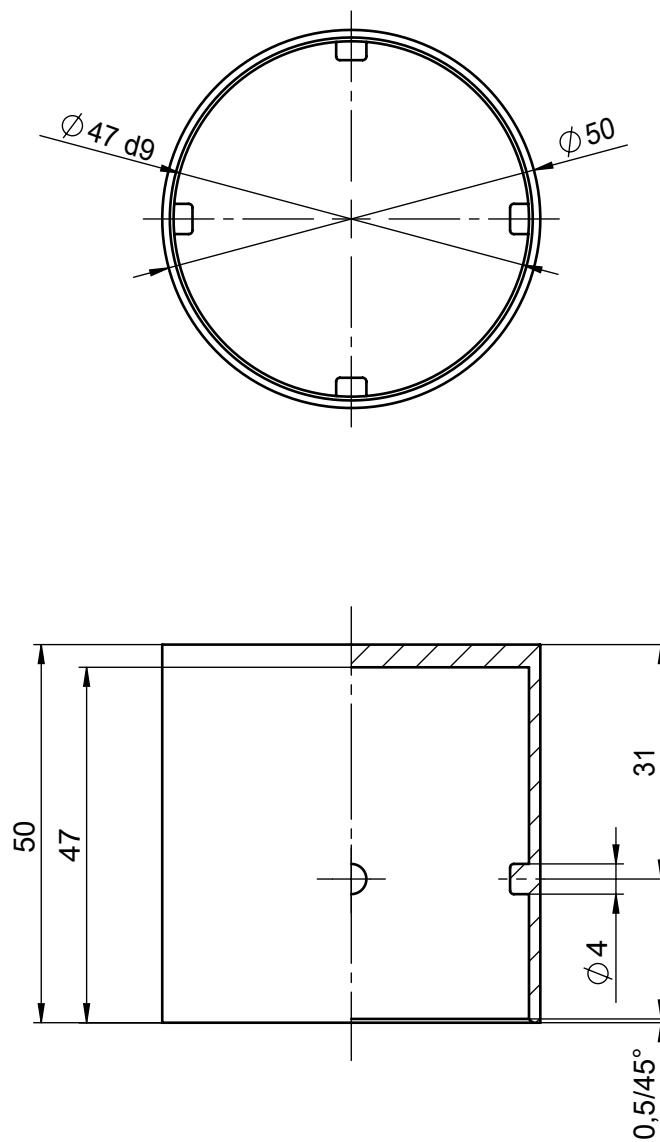
▽ Ra 3,2 (▽ Ra 0,8)



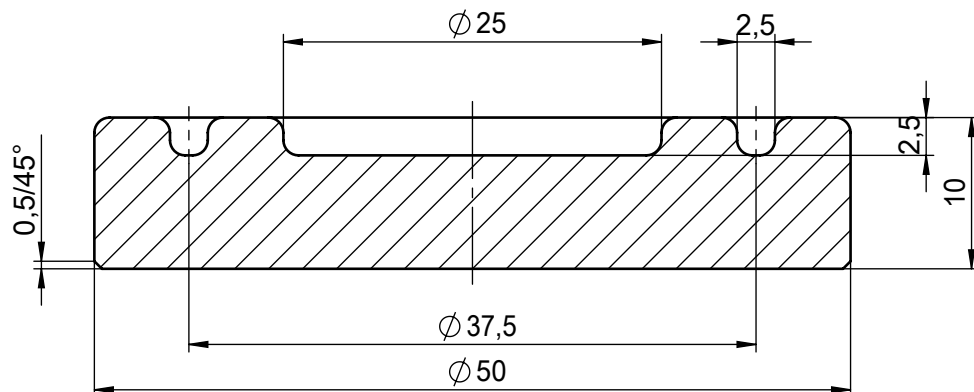
| | | | | | | |
|--------------------|-------------|---|--|----------------|--|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Razradio | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Crtao | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø41 H7 | +0,025 0 | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | | Kopija | |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 0,2 kg | | | |
| | |  | Naziv: | | Pozicija: | |
| | | Mjerilo originala | <h1 style="text-align: center;">Puštica - donja</h1> | | 1 | |
| | | 1:1 | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-02-03-01 | | Format: A4 | |
| | | | | | Listova: 39 | |
| | | | | | List: 37 | |



Design by CADLab

Ra 1,6



| | | | | | | |
|--------------------|------------------|--|------------------|----------------|---|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Razradio | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Crtao | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 41 d9 | -0,080 -0,142 | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: | | | Kopija | |
| | | Materijal: ABS | Masa: | | | |
| | |  Naziv: | Puškica - gornja | | Pozicija: | |
| | | Mjerilo originala | 1:1 | | 2 | |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-02-03-02 | | | Format: A4 Listova: 39 List: 38 | |



| | | | | | |
|--------------------|--|--------------------------------------|----------------|--------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Crtao | 15.11.2014. | Toni Begović | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: svi neoznačeni radijusi R1 | | | | Kopija |
| | Materijal: Guma Sh80 | | Masa: | | |
| |  Mjerilo originala 2:1 | Naziv: Gumeni oslonac | | | Pozicija: 3 |
| | | Crtež broj: 2014-DIPL-01-04-02-03-03 | | | Format: A4 Listova: 39 List: 39 |