

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Ivan Višić

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

NOŠENA TRAKTORSKA PRSKALICA

Mentor:

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

Student:

Ivan Višić

Zagreb, 2014.

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

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Nevenu Pavkoviću na povjerenju i pomoći tokom izrade diplomskog rada. Također se zahvaljujem svojoj obitelji i djevojci na beskrajnoj potpori čitavog mog školovanja.

Ivan Višić



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.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK.....	VII
SUMMARY	VIII
1. UVOD.....	1
2. ANALIZA TRŽIŠTA I POSTOJEĆIH RJEŠENJA.....	3
2.1. Podjela voćarskih prskalica.....	3
2.1.1. Ručne prskalice	3
2.1.2. Leđne prskalice	4
2.1.3. Traktorske prskalice.....	5
2.2. Analiza leđnih prskalica.....	6
2.2.1. Solo	6
2.2.1.1. Motorni atomizer 423 Port.....	6
2.2.2. Stihl.....	7
2.2.2.1. Stihl SR 430	7
2.3. Analiza tržišta traktorskih prskalica (raspršivača).....	8
2.3.1. Caffini	8
2.3.1.1. Caffini PERFORMER	9
2.3.1.2. Caffini TREND PLUS	10
2.3.2. Leško d.o.o.....	11
2.3.2.1. Atomizer 1500 PROFI.....	11
2.3.2.2. Atomizer 3R.....	12
3. TEHNIČKE SPECIFIKACIJE	13
3.1. Nosiva konstrukcija.....	14
3.2. Spremnik	14
3.3. Pumpa.....	15
3.4. Mlaznice.....	15
3.5. Ventilator/ turbina.....	16
4. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA	19
5. MORFOLOŠKA MATRICA	20
6. KONCEPTI.....	23
6.1. Koncept 1	23
6.2. Koncept 2	24
6.3. Koncept 3	26
6.4. Vrednovanje koncepata.....	27
6.5. Razrada koncepata	29

7. PRORAČUN	34
7.1. Čvrstoća nosive konstrukcije	34
7.2. Proračun zavara nosive konstrukcije.....	37
7.2.1. Proračun nosivih greda ispod spremnika	37
7.2.2. Proračun prihvata na traktor.....	38
7.3. Odabir pumpe.....	39
7.4. Odabir multiplikatora.....	40
7.5. Proračun vijaka	41
7.6. Proračun ležaja	42
8. KONAČNI PROIZVOD.....	43
9. ZAKLJUČAK.....	49
LITERATURA.....	50
PRILOZI.....	51

POPIS SLIKA

Slika 1.	Ručne tlačne prskalice.....	3
Slika 2.	Visokotlačna motorna prskalica	4
Slika 3.	Traktorska prskalica	6
Slika 4.	Solo 423 Port	7
Slika 5.	Stihl SR 430.....	8
Slika 6.	Caffini PERFORMER	9
Slika 7.	Caffini TREND PLUS.....	10
Slika 8.	Leško Profi 1500	11
Slika 9.	Leško 3R.....	12
Slika 10.	Nošeni traktorski atomizer	13
Slika 11.	Spremnik nošenog atomizera	14
Slika 12.	Pumpa.....	15
Slika 13.	Mlaznica	16
Slika 14.	Izvedba atomizera s turbinom	17
Slika 15.	Izvedba atomizera s ventilatorom	18
Slika 16.	Funkcijska dekompcija	19
Slika 17.	Koncept 1	23
Slika 18.	Prikaz aksijanog ventilatora koncepta 1	24
Slika 19.	Koncept 2	25
Slika 20.	Aksijalni ventilator sa difuzorom koncepta 2.....	25
Slika 21.	Koncept 3	26
Slika 22.	Aksijalni ventilator koncepta 3.....	27
Slika 23.	Triplet mlaznica	27
Slika 24.	Nosiva konstrukcija (pogled sprijeda).....	29
Slika 25.	Nosiva konstrukcija (pogled straga).....	30
Slika 26.	Spremnik	31
Slika 27.	Stražnja strana spremnika.....	31
Slika 28.	Aluminijska zaštita i C-profil	32
Slika 29.	Difuzor.....	32
Slika 30.	Kućište ventilatora.....	33
Slika 31.	Spajanje sklopa ventilatora.....	33
Slika 32.	Opterećenja i rubni uvjeti nosive konstrukcije	35
Slika 33.	Von Misses naprezanja.....	36
Slika 34.	Pomaci	37
Slika 35.	Pumpa COMET APS 71.....	40
Slika 36.	Odabrani multiplikator	41
Slika 37.	Jednoredni kuglični ležaj	42
Slika 38.	Sastavljanje nosive konstrukcije	43
Slika 39.	Stavljanje spremnika na nosivu konstrukciju	44
Slika 40.	Montaža zaštite na stražnji dio nosive konstrukcije.....	45
Slika 41.	Montaža vratila i glavine	46
Slika 42.	Montaža ventilatora i kućišta	47
Slika 43.	3D model nošene voćarske prskalice	48

POPIS TABLICA

Tablica 1. Ukupna proizvodnja voća u 2013. godini	2
Tablica 2. Tehničke karakteristike raspršivača Caffini PERFORMER	9
Tablica 3. Tehničke karakteristike raspršivača Caffini TREND PLUS	10
Tablica 4. Morfološka matrica	20
Tablica 5. Vrednovanje koncepata	28

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

BROJ CRTEŽA	Naziv iz sastavnice
IV-2014-00	Nošena traktorska prskalica
IV-2014-01	Sklop nosive konstrukcije
IV-2014-02	Spremnik
IV-2014-03	Kućište ventilatora
IV-2014-04	Sklop nosača mlaznica
IV-2014-05	Sklop poteznice
IV-2014-06	Sklop donje priključne ruke
IV-2014-07	Glavina
IV-2014-08	Poklopac glavine
IV-2014-09	Vratilo
IV-2014-10	Donji C-profil
IV-2014-11	Gornji C-profil
IV-2014-12	Nosač pumpe
IV-2014-13	Zaštita
IV-2014-14	Difuzor
IV-2014-15	Pločica poteznice
IV-2014-16	Pločica donje priključne ruke
IV-2014-17	Cilindar donje priključne ruke
IV-2014-18	Donja priključna pločica
IV-2014-19	Gornja priključna pločica
IV-2014-20	Pločica nosača mlaznica
IV-2014-21	Poklopac spremnika
IV-2014-22	Cijev nosača mlaznica
IV-2014-23	Izdanak
IV-2014-24	Navojnica za mlaznicu

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
a	mm	duljina stranice
a	mm	debljina zavara
C	N	dinamičko opterećenje ležaja
C_o	N	statičko opterećenje ležaja
d	mm	promjer vratila
F_{vode}	N	sila vode
F_{uk}	N	ukupna sila
F_{vent}	N	sila na ventilatoru
F_{konstr}	N	sila na konstrukciju
l	mm	proračunska duljina zavara
l'	mm	stvarna duljina zavara
L	okr	trajnost ležaja u okretajima
L_h	h	trajnost ležaja u satima
m		eksponent vijeka trajanja ležaja
m_s	kg	masa stroja
n	s^{-1}	broj okretaja
$V_{spremnika}$	mm^3	volumen spremnika
ρ	kg/m^3	gustoća
σ_{dop}	N/mm^2	dopušteno naprezanje
σ_{red}	N/mm^2	reducirano naprezanje
σ_s	N/mm^2	naprezanje na savijanje
τ	N/mm^2	tangencijalno naprezanje
σ_{zdop}	N/mm^2	dopušteno naprezanje zavara

SAŽETAK

U ovom radu koncipirana je i konstrukcijski razrađena nošena traktorska prskalica. Pogon čitavog stroja ostvaruje se pomoću traktora i kardanskog vratila. Na početku rada napravljena je analiza tržišta i već postojećih rješenja takve vrste strojeva. Zatim su napravljena 3 koncepta te je vrednovanjem izabran jedan i dalje detaljno konstrukcijski razrađen. Napravljen je 3-D model za odabrani koncept i napravljena je tehnička dokumentacija.

Ključne riječi:

Atomizer, ventilator, pumpa, kardansko vratilo, difuzor, spremnik, multiplikator, nosiva konstrukcija

SUMMARY

In this paper a carried tractor sprayer was designed and developed. Machine is powered by tractor and PTO drive shaft. The first part of paper analyzes the market and existing solutions that sort of machines. Then three concepts were made and one was chosen which was elaborated in details. 3-D computer model and technical documentation was made for chosen concept.

Key words: mist blower, fan, pump, PTO drive shaft, difusor, tank, gear, chassis

1. UVOD

Za poljoprivredu možemo reći da je to sustavni proces uzgajanja hrane za čovjekove potrebe te uzgajanje hrane za ishranu životinja. Poljoprivreda spada među najstarije ljudske djelatnosti i ne zna se točno kad je nastala, ali se pretpostavlja da je stara nekoliko tisuća godina kad se ona svodila na sakupljanje plodova s drveća. Otkrićem obrade zemlje i novih kultura tokom vremena počeli su se stvarati viškovi plodova koje su ljudi mogli prodati ili razmjeniti za drugu vrstu dobara. Time su nastala prva trgovačka središta, prvi gradovi. Razvoj poljoprivrede tekao je sporo, sve do pojave industrijske revolucije kad je došlo do radikalnih promjena. Pojavili su se strojevi koji su omogućili kvalitetniju i bržu obradu zemlje, a samim time i više uroda. Također, ljudi su spoznali da korištenjem gnojiva i različitih kemijskih supstrata biljka daje više ploda i bolje podnosi različite prirodne uvjete. Današnja moderna poljoprivredna proizvodnja ima tri važne zadaće. Najvažnija zadaća je prehraniti domaće stanovništvo, ili osigurati zadovoljavajuću primarnu proizvodnju prehrambenih proizvoda. Druga zadaća je opskrba industrije sirovina poljoprivrednog podrijetla, kao što su proizvodnja prehrambenih proizvoda, duhanskih proizvoda, stočne hrane. Treća zadaća je izvozna funkcija poljoprivrede, odnosno nastojanje da se što veće količine poljoprivrednih proizvoda izvezu na strana tržišta.

Voćarstvo se može definirati kao grana poljoprivrede koja se bavi proizvodnjom, uzgojem, zaštitom i prodajom voća. Uobičajena je podjela voćaka i voća, prema različitim kriterijima. Primjerice, prema uzrastu voćke razlikujemo : drveća (jabuka, šljiva, kruška i dr.) , grmovi (ribiz, maslina, lijeska), zeljaste biljke. Voće se po plodovima dijeli na : jezgričavo, koštičavo, ljuskasto, bobičasto. U Hrvatskoj voćnjaci se nalaze na oko 68 tisuća hektara ili 2,2 % poljoprivredne površine što je mali postotak s obzirom da Hrvatska ima povoljne klimatske i pedološke uvjete kao i dugu tradiciju voćarske proizvodnje kako kontinentalnog tako i mediteranskog voća.

Gospodarska važnost voća je velika. Voćke se mogu uzgajati na zemljištima niske prirodne plodnosti, voćke štite tlo od erozije, važan su prihod poljoprivrednog stanovništva. S obzirom na fizički opseg proizvodnje, proizvodnja jabuka zauzima prvo mjesto, ispred šljiva i maslina. Usavršavanjem postupaka i sredstava za čuvanje voća pridonosi se stalnom proširenju područja potrošnje voća u svježem stanju. Istodobno, razvoj prerađivačke industrije omogućuje sve ravnomjerniju potrošnju voća tijekom godine.

Tablica 1. Ukupna proizvodnja voća u 2013. godini [2]

	2013.	
	Kontinentalna Hrvatska	Jadranska Hrvatska
1. Jabuke	120 054	1 684
2. Kruške	3 589	535
3. Breskve i nektarine (4 + 5)	3 499	1 499
4. Breskve	2 611	995
5. Nektarine	888	504
6. Marelice	449	180
7. Trešnje i višnje (8 + 9)	7 876	4 351
8. Trešnje	1 182	2 745
9. Višnje	6 694	1 606
10. Šljive	24 567	4 782
11. Orasi	899	3
12. Lješnjaci	1 472	89
13. Bademi	-	74
14. Smokve	-	908
15. Jagode	3 329	585
16. Bobičasto voće bez jagoda	947	28
17. Naranče	-	145
18. Mandarinke	-	40 024
19. Limuni	-	240
21. Masline, ukupno	-	34 269

Kako bi dali što bolji prinos, vinogradi i voćnjaci moraju se zaštititi od mnogobrojnih štetnika, bolesti i korova koji ga ugrožavaju. Zaštita voćnjaka i vinograda podrazumijeva pravovremenu i optimalnu primjenu kako preventivnih, tako i kurativnih mjera. Najbolja zaštita vinograda i voćnjaka je primjena sredstava za zaštitu bilja. Sredstva za zaštitu bilja su posebno formulirani pripravci koji sadrže kemijske spojeve ili žive agense i služe za zaštitu biljaka od štetočina. Sadrže određeni postotak djelatne tvari, te druge potrebne dodatke (otapalo, razrijeđivač, boju i dr.). Prema namjeni sredstva za zaštitu bilja dijeli se na : zoocide (suzbijanje štetnika), fungicide (suzbijanje uzročnika bolesti) i herbicide (suzbijanje korova). Prema načinu primjene sredstava za zaštitu biljaka razlikujemo sredstva u tekućem obliku i sredstva u krutom obliku. U ovom radu razraditi ćemo stroj za prskanje voćnjaka koji koristi tekuća sredstva za zaštitu biljaka.

2. ANALIZA TRŽIŠTA I POSTOJEĆIH RJEŠENJA

2.1. Podjela voćarskih prskalica

Voćarske prskalice su uređaji za primjenu sredstava koja se koriste za zaštitu bilja. Sredstva za zaštitu biljaka koriste se u tekućem obliku, tako da se koncentracije prvo moraju razrijediti s vodom. Veličina kapljica prilikom prskanja veća je od 150 mikrometara. Prilikom prskanja potrebne su povećane količine vode po jedinici površine, u voćarstvu i vinogradarstvu od 400 do 1500 l/ha. Prskalice rade na tlakovima do 10 bara. Glavni dijelovi prskalice su : spremnik, mješalica, pumpa, uređaji za reguliranje protoka tekućine, mlaznice, armatura, uređaji za kontroliranje i doziranje zaštitnog sredstva. [1]

Neke od najčešćih vrsta prskalica su :

- Ručne (tlačne)
- Leđne (motorne ili akumulatorske)
- Traktorska (nošena ili vučena)

2.1.1. Ručne prskalice

Ručne prskalice su jednostavne tlačne prskalice, koje se ovisno o kapacitetu spremnika mogu koristiti ili za zaštitu biljaka u privatnim vrtovima ili za zaštitu na manjim voćnjacima. Spremnici mogu različitih zapremina; primjerice od manjih spremnika zapremine 1,25 litara do većih spremnika zapremine 11 litara. Prskalice sa većim spremnicima mogu doći u leđnoj izvedbi ili izvedbi na kotačićima.



Slika 1. Ručne tlačne prskalice

2.1.2. *Leđne prskalice*

Leđne prskalice mogu doći u ručnoj (mehaničkoj) izvedbi, motornoj ili akumulatorskoj izvedbi. Kapacitet spremnika kreće se od 10 do 25 litara. Leđne prskalice opremljene su dugačkom cijevi za prskanje, a neke izvedbe dolaze i sa manometrom i ručkom za kontrolu radnog pritiska. Prskalice na motorni pogon pogonjene malim 2T ili 4T motorima najčešće koriste se za srednje velike voćnjake i vinograde, u kojima tlak pumpe može doseći i do 30 bara. [1]



Slika 2. Visokotlačna motorna prskalica

2.1.3. Traktorske prskalice

Za potrebe zaštite velikih vinograda i voćnjaka koriste se traktorske prskalice, koje su poznatije pod imenom raspršivači (atomizeri). Glavna razlika između prethodno navedenih prskalica i raspršivača je u veličini kapljica, koja je kod raspršivača promjera od 50 do 150 mikrometara. Glavna karakteristika je da radni proces prskanja i nanošenja zaštitnog sredstva uključuje struju zraka koja raspršuje kapljice, čime se smanjuje veličina kapljice i povećava kinetička energija. Komponente raspršivača su iste kao i kod prskalica, samo sa dodatkom ventilatora (puhala, turbine) kojemu je funkcija stvaranje struje zraka koja odnosi mlaz kapljice.

Raspršivači mogu biti :

- hidraulično-pneumatskog tipa
- pneumatskog tipa
- centrifugalnog tipa

Hidraulični raspršivači imaju kapacitet zraka od 30 000 do 180 000 m³/h s izlaznom brzinom od 22 do 50 m/s. S obzirom na raspored ventilatora postoje dvije verzije raspršivača: aksijalni i radijalni. U slučaju aksijalnog, zrak ulazi u aksijalnom smjeru ventilatora, a usmjeren je prema izlaznom otvoru, gdje je prsten sa mlaznicama. Kod radijalnog, zrak nakon usisa radijalno ubrza i izlazi iz otvora gdje se spaja sa zaštitnim sredstvom.

Kod pneumatskog raspršivača glavnu funkciju preuzima ventilator, koji uz pomoć struje zraka raspršuje kapljice zaštitnog sredstva i nosi kapljice u oblaku zraka na određeno mjesto. Struja zraka miješa sredstvo u spremniku za prskanje. Neki imaju pumpu koja donosi sredstvo direktno na izlaz zraka. Opremljeni su sa radijalnim ventilatorom, koji u smjeru rotacije i usisava i ispuhuje zrak. Oni imaju smanjenu sposobnost protoka (300 do 12.000 kubičnih metara po satu) i veću izlaznu brzinu (50 do 150 m/s). [1] [3]

Centrifugalni raspršivači su jednostavno napravljeni. Sastoje se od cilindričnog kućišta, u sredini izbušene osovine, na kojoj je rotacijska ploča i ventilator. Sredstvo teče od više razine spremnika u kanal usred pogonske osovine s rotacijskim pločom, koja sredstvo raspršuje u fine kapljice

Raspršivači mogu biti vučeni (u obliku prikolice) ili nošeni na traktor.



Slika 3. Traktorska prskalica

2.2. Analiza lednih prskalica

2.2.1. Solo

Tvrtka Solo osnovana je 1948. godine, kada su braća Emmerich započeli s razvojem prvog malog dvotaktnog motora. 1951. godine proizveli su prvu prskalicu na svijetu koja se nosi na leđima, umjesto korištenja nepomičnih strojeva pumpi s dugačkim cijevima za polijevanje i puno ljudskih snaga, novim strojevima moglo se rukovati "solo", samo jedna osoba - otuda i njihovo buduće zaštitno ime proizvoda. Tvrtka Solo je danas svjetski poznata tvrtka, sa širokim asortimanom proizvoda za vrt, voćnjake i vinograde.

2.2.1.1. Motorni atomizer 423 Port

To je tradicionalni profesionalni model motornog atomizera za veće površine sa novom, poboljšanom tehnologijom motora. Atomizer 423 Port ima velike radne brojeve okretaja s poboljšanom snagom ventilatora. Također ima optimalan zračni učinak- velika brzina izlaska zraka na mlaznicama za prskanje i veliki domašaj s malom emisijom. S novom tehnologijom motora, poboljšano je korištenje goriva i smanjeno je izbacivanje štetnih tvari u ispuhu. [4]

Tehničke karakteristike :

- Radni obujam 72, 30 cm³
- Snaga 3,0 / 4,1 kW / KS
- Težina 11,0 kg
- Volumen spremnika 12 L
- Zračni učinak max. 1300 m³ / h
- Domet horizontalno 12,0 m

**Slika 4. Solo 423 Port****2.2.2. Stihl**

Tvrtka Stihl od samih svojih početaka na tržište postavlja revolucionarnu tehniku i inovativne ideje. U njihovoj povijesti dugoj 80 godina, postali su sinonim za vrhunsku kvalitetu, a danas u preko 160 zemalja njihovi proizvodi pomažu ljudima u radu. Njihov zasigurno najbolji proizvod su motorne pile, no i ostali proizvodi kao što su motorni trimeri, prskalice i puhači lišća te škare za živicu su izuzetno kvalitetni i dugotrajni.

2.2.2.1. Stihl SR 430

Stihl SR 430 predstavlja vrh ponude Stihl-ovih prskalica. Ova nova prskalica odlikuje se najvećom raspršenošću čestica među strojevima ove namjene. Znatno su smanjene vibracije u odnosu na prijašnje modele, a pogonski uređaj svojom emisijom ispušnih plinova zadovoljava EU II standard. [5]

Tehničke karakteristike:

- Radni obujam 63,3 cm³
- Snaga 2,9 / 3,9 kW / KS
- Težina 12,5 kg
- Volumen spremnika 14 L
- Zračni učinak max. 1200 m³ / h
- Domet horizontalno 11,0 m

**Slika 5. Stihl SR 430****2.3. Analiza tržišta traktorskih prskalica (raspršivača)****2.3.1. Caffini**

Tvrtka Caffini osnovana je 1924. godine u Palu, pokrajini Verone. Blizina rijeke Po obilježila je uzgoj kultura toga kraja, ponajprije voća (jabuke, breskve, kruške) i vinove loze. Tvrtka Caffini u početku je popravljala poljoprivredne strojeve, a onda su počeli proizvoditi poljoprivredne priključke te zatim poljoprivredne strojeve. Devedesetih godina 20. stoljeća

tvrtka se širi i postaje poznata širom svijeta po svojim strojevima, naročito voćarskim prskalicama.

2.3.1.1. Caffini PERFORMER

Raspršivač PERFORMER koristi se za aplikaciju sredstava za zaštitu bilja tamo gdje ga treba nanijeti visoko ili široko. Može se koristiti i za prskanje u rasadnicima i za orošavanje stabala. Mogu se naručiti izvedbe sa različitim kapacitetom spremnika vode; od 300, 400, 600, 800 i 1000 litara. Domet raspršivanja iznosi 25 metara. Promjer lopatica kreće se od 415 mm do 455mm. [6]

Tablica 2. Tehničke karakteristike raspršivača Caffini PERFORMER

LT			HP				HP
300	71 l/min	415	35-40	400	100 l/min	430	55-60
400	71 l/min	415	35-40	600	100 l/min	430	60-65
600	71 l/min	415	50-55	800	100 l/min	430	65-70
800	71 l/min	415	55-60	1000	100 l/min	430	75-80
600	120 l/min	455	80-90				
800	120 l/min	455	80-90				
1000	120 l/min	455	90-95				

Kao što se iz Tablice 2 može vidjeti, raspršivač se može naručiti za traktore različitih snaga, od traktora snage 35 KS do oni snažnijih sa 95 KS.



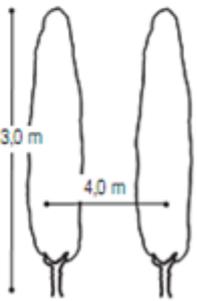
Slika 6. Caffini PERFORMER

2.3.1.2. Caffini TREND PLUS

Caffini TREND PLUS je raspršivač za prskanje nasada voćaka. Turbina ima dvije brzine rada i slobodan tijek, a oko turbine smješteno je 14 duplih mlaznica. U ponudi su spremnici od 200, 300 i 400 litara. Domet raspršivanja je 4-8 m lijevo-desno i 3 m u visinu. Promjer lopatica je od 620 do 820 mm.

Tablica 3. Tehničke karakteristike raspršivača Caffini TREND PLUS

			
200	620	1+F	25
300	620	1+F	30-35
400	620	1+F	35-40




Slika 7. Caffini TREND PLUS [6]

2.3.2. Leško d.o.o.

Tvrtka LEŠKO d.o.o. je mala obiteljska tvrtka sa sjedištem u Vratišincu (Međimurje) i jedini hrvatski proizvođač raspršivača. Traktorske raspršivače proizvode već 20 godina, a zadnjih 10 godina nude široki asortiman prskalica koje prilagođavaju željama kupaca. Nude izvedbe vučenih i nošenih raspršivača, kao i posebno konstruirane raspršivače za traktore Tomo Vinković. [7]

2.3.2.1. Atomizer 1500 PROFI

Ovaj atomizer zadovoljava potrebe najzahtijevnijih korisnika i uvjete u vinogradima, voćnjacima i maslinicima. Izrađen je u skladu sa europskim tehničkim normama koje se najviše odnose na ekologiju i zaštitu ljudskog zdravlja.

Tehničke karakteristike :

- Zapremina spremnika – 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000 litara
- Regulator sa elektronskim upravljanjem iz kabine traktora
- Promjer lopatica –815 mm
- Kapacitet zraka – 39200 m³/h
- Snaga traktora – 45- 90 KS



Slika 8. LEŠKO 1500 PROFI

2.3.2.2. Atomizer 3R

Tvrtka LEŠKO d.o.o. proizvodi također nošene raspršivače, a jedan takav je i model Atomizer 3R. Namijenjen je prije svega efikasnoj zaštiti vinograda i voćnjaka. Atomizer 3R ima 3 rezervoara, prilagođena europskim standardima. Po zahtjevima kupca, mogu se izvršiti neke preinake na samom raspršivaču, primjerice odabir difuzora i promjera lopatica. [7]

Tehničke karakteristike :

- Zapremina spremnika – 200, 300, 400, 500, 600, 800 i 1000 litara
- Regulator sa elektronskim upravljanjem iz kabine traktora
- Promjer lopatica – 550 do 913 mm
- Kapacitet zraka – 26200 do 73440 m³/h
- Prskanje u visinu – 4,5 do 9 metara
- Prskanje u širinu – 5,5 do 20 metara



Slika 9. LEŠKO 3R [7]

3. TEHNIČKE SPECIFIKACIJE

U ovom diplomskom radu bavit ćemo se izradom nošene verzije traktorskih prskalica (atomizera). Spomenuli smo već da je osnovna funkcija atomizera nanošenja zaštitnog sredstva pomoću struje zraka koja raspršuje kapljice, čime se smanjuje veličina kapljice i povećava kinetička energija. Za stvaranje potrebne struje zraka koja će odnijeti mlaz kapljica koristi se ventilator. Pogon čitavog stroja odvija se pomoću traktora – kardanskim vratilom koji će onda dalje preko pumpe i multiplikatora pogoniti potrebne dijelove atomizera. U ovom poglavlju opisati ćemo najvažnije dijelove nošenih atomizera : nosiva konstrukcija, spremnik, mješač, pumpa, uređaj za reguliranje protoka, mlaznice, ventilator.



Slika 10. Nošeni traktorski atomizer [8]

3.1. Nosiva konstrukcija

Pod nosivom konstrukcijom ubrajamo sve one dijelove atomizera koji nose ostale dijelove i na kojima su instalirane mlaznice. Pošto se radi o nošenoj vrsti atomizera, čitava nosiva konstrukcija mora biti prilagođena traktoru, a podizanje i spuštanje uređaja obavlja se hidraulički. Zbog velike mase (pun spremnik) i glomaznosti samog atomizera, radi sigurnosti čovjeka (voćara) potrebno je na nosivoj konstrukciji izvesti pojačanja. Izvedba nosive konstrukcije ovisi o izvedbi i kapacitetu spremnika i veličini lopatica ventilatora.

3.2. Spremnik

Spremnik atomizera mora biti izrađen od anti-korozivnih materijala (plastike ili nehrđajućeg čelika). Kapacitet ovisi o vrsti prskalice. Maksimalni kapacitet imaju traktorom vučene i samohodne prskalice. Kapacitet spremnika nošenih atomizera kreću se od 200 do 1200 l. Spremnik mora imati oznake za mjerenje razine tekućine u litrama. Traktor može biti opremljen prskalicom sa prednje ili stražnje strane. Otvor za punjenje mora biti dovoljno velik, 150-300 mm, s poklopcem i ulivnim sitom. Dno spremnika mora biti dublje od ostatka spremnika, kako bi se omogućilo nesmetano ispiranje ostataka zaštitnog sredstva.

Novije prskalice moraju pored radnog spremnika imati i spremnik za pranje ruku i spremnik za čistu vodu, koji je dizajniran za čišćenje prskalica nakon prskanja. Prskalice koje same pripremaju otopinu imaju poseban spremnik za transport vode i spremnik za zaštitna sredstva.



Slika 11. Spremnik nošenog atomizera

3.3. Pumpa

Pumpa služi za proizvodnju hidraulične energije iz potisnog toka. Iz spremnika usisava zaštitno sredstvo i filtrira pod tlakom u mlaznice za prskanje (ili mogu crpiti vodu u spremnik i mješač). Za prskanje voćnjaka treba proizvesti do 10 bara tlaka (za raspršivanje u nasadima do 80 bara).

Tehničke karakteristike pumpe:

- Protok ili kapacitet izražen u litrama po minuti : između 11 i 200 l/min
- Radni ili hidraulični tlak mjeren u barima : od 0 do 80 bara
- Potrebni okretaji pogonskog vratila : okretaji u minuti (od 200 do 1000 o/min)

Najčešće vrste pumpe su klipne, klipno-membranske pumpe i centrifugalne pumpe. Dijelovi pumpe moraju biti izrađene od materijala otpornog na zaštitna sredstva. Pumpe novije generacije mogu mijenjati smjer vrtnje, ne trebaju podmazivanje i lake su za održavanje. [8]



Slika 12. Pumpa

3.4. Mlaznice

Mlaznice se koriste za precizno nanošenje zaštitnog sredstva na površinu biljke, tako da površina bude prekrivena tankim slojem. Kapi moraju biti raspoređene na ciljanu površinu što bolje. Gubici zbog bočnog odnošenja (drift), odskakanje kapljica, isparavanje i slično moraju se pravilnom upotrebom svesti na minimum.

Postoje moderne mlaznice za raspršivanje sa različitim oblikom mlaza:

- Vrtložne mlaznice : daju šuplji ili puni konusni mlaz, koriste se pri većim tlakovima i većoj potrošnji zaštitnih sredstava.
- Standardne mlaznice sa spljoštenim (ravnim) mlazom : imaju okrugli provrt, obično sa zasječnim dijelom i formiraju plosnati mlaz pod kutem od 110 do 170 stupnjeva, a koriste pri niskim tlakovima.
- Odbojne (lepeze) mlaznice : također stvaraju malo spljošten mlaz koji je nastao odbijanjem okruglog mlaza, okomito na otvor mlaznice.

Mlaznice moraju biti izrađene od prikladnih materijala, otporne prema vrlo agresivnim tvarima mehanički i kemijski. Moraju biti otporne na trošenje i koroziju. Za proizvodnju komponenti mlaznica su pogodni slijedeći materijali : plastični materijali (otporni na mehaničke udarce i kemikalije), visoko legirani čelici i keramika.



Slika 13. Mlaznica

3.5. Ventilator/ turbina

Ovisno o izvedbi, nošene prskalice (atomizeri) mogu doći sa jedinicom za usmjereno prskanje pokretano turbinom, slika 14 ili mogu doći s klasičnim ventilatorom, slika 15.

Izvedbe sa turbinom se koriste za ograničena područja, primjerice staklenici ili guste plantaže, za vrlo visoke i guste voćke. Mogu se micati u vertikalnom smjeru (-10 do 80 stupnjeva) ili horizontalnom (180 stupnjeva). U najčešćem slučaju traktor preko kardanskog vratila pogoni

pumpu i turbinu. Brzine vrtnje turbine iznose od 2000 do 2500 o/min što znači da je potrebno imati multiplikator kako bi turbina se normalno pokretala.



Slika 14. Izvedba atomizera s turbinom

Nošeni atomizeri također mogu doći i u izvedbi s klasičnim ventilatorom, u kojem radno kolo ventilatora ima lopatice promjenjivog položaja. Zakretanjem lopatica regulira se brzina zraka i regulira domet i količina raspršenog zaštitnog sredstva. Ovisno o dometu prskanja (od 5 do 20 metara u širinu i 4 do 9 metara u visinu) i potrebnim količinama zraka (od 20000 do 80000 m³/h) lopatice mogu biti promjera od 500 do 800 mm. Moderni atomizeri imaju na ulazu kućišta ventilatora ulazna pera za ravnomjernu raspodjelu zraka. Lopatice ventilatora izrađene su od aluminija tlačnim ljevom.

Mogućnost regulacije količine zraka izvodi se na tri načina:

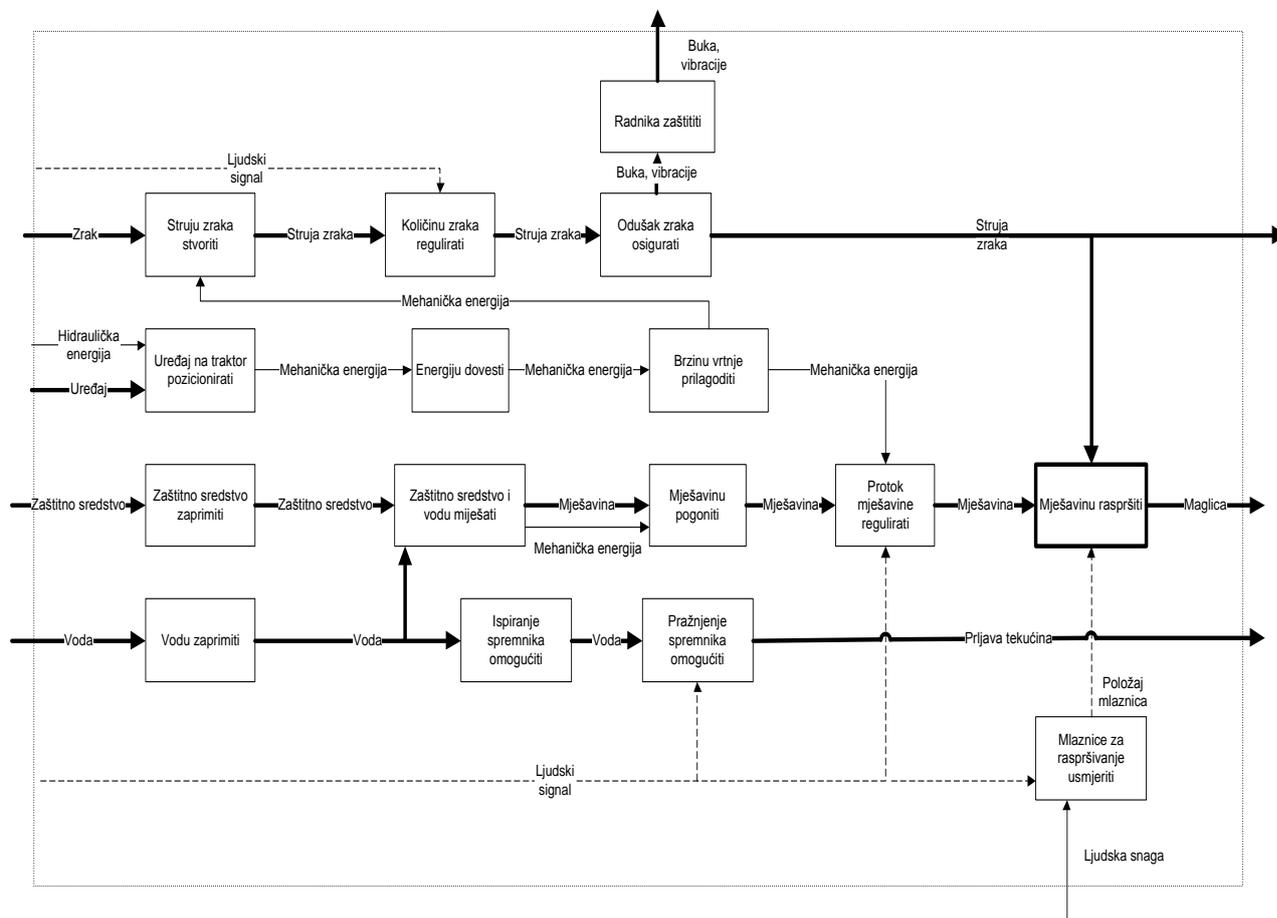
- promjena brzine putem mjenjača
- otvaranjem ili zatvaranjem proreza na izlazu ventilatora
- podešavanjem kuta krilca ventilatora .

Radi potrebe jednoličnog pokretanja i zaustavljanja ugrađena je centrifugalna spojka. Brzine vrtnje su iste kao i kod verzije s turbinom (2000-2500 o/min) stoga je potreban multiplikator broja okretaja kardanskog vratila. [8]



Slika 15. Izvedba atomizera s ventilatorom [8]

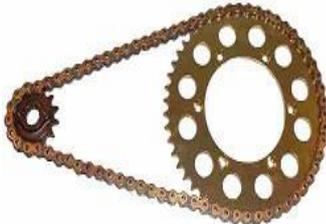
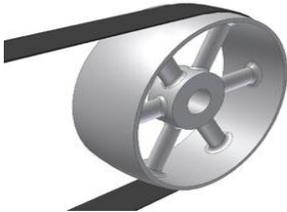
4. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA

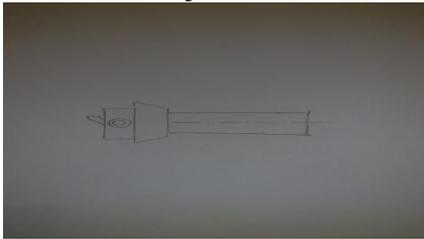
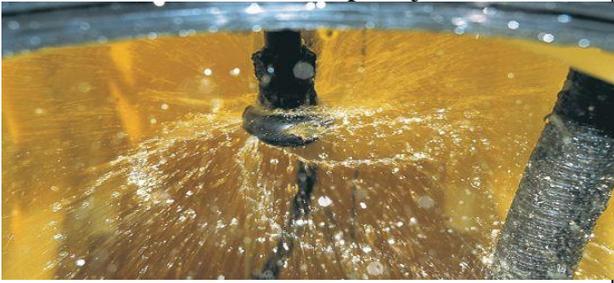


Slika 16. Funkcijska dekompozicija

5. MORFOLOŠKA MATRICA

Tablica 4 Morfološka matrica

BROJ	FUNKCIJA	RJEŠENJE 1	RJEŠENJE 2	RJEŠENJE 3
1	Uređaj na traktor pozicionirati	<p>HIDRAULIKA</p> 		
2	Energiju dovesti	<p>Kardansko vratilo</p> 		
3	Brzinu vrtnje prilagoditi	<p>Multiplikator</p> 	<p>Lančani prijenos</p> 	<p>Remenski prijenos</p> 
4	Zaštitno sredstvo zaprimiti	<p>Ručno</p> 		

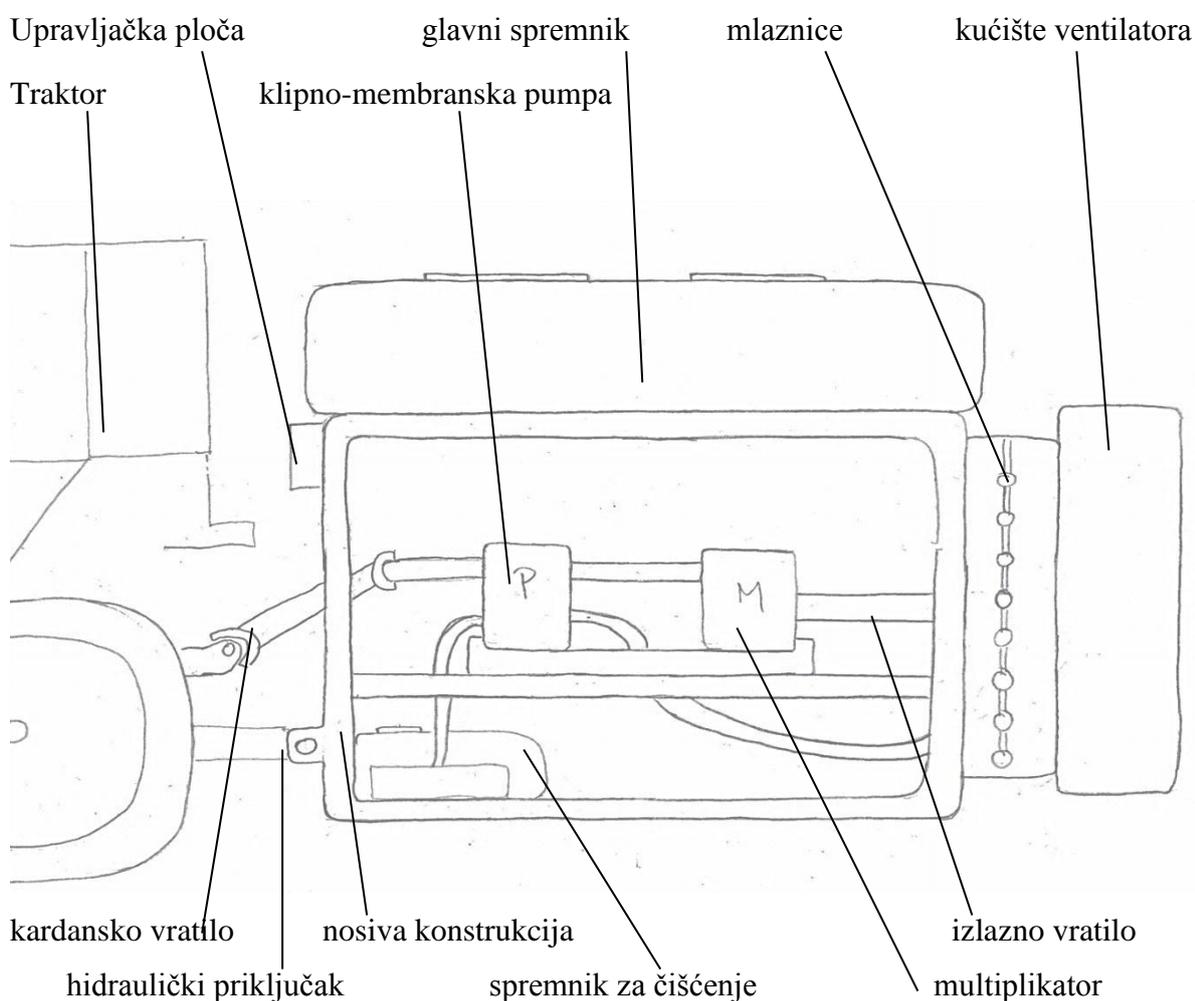
5	Zaštitno sredstvo i vodu miješati	<p>Mehanička mješalica</p> 	<p>Hidraulička mješalica</p> 	
6	Mješavinu pogoniti	<p>Klipna pumpa</p> 	<p>Klipno-membranska pumpa</p> 	<p>Centrifugalna pumpa</p> 
7	Ispiranje spremnika omogućiti	<p>Ručno</p> 	<p>Mlaznice za ispiranje</p> 	
8	Pražnjenje spremnika omogućiti	<p>Ventil</p> 		
9	Struju zraka stvoriti	<p>Aksijalni ventilator</p> 	<p>Turbina</p> 	

<p>10</p>	<p>Količinu zraka regulirati</p>	<p>Mjenjač</p> 	<p>Podešavanje kuta krilca ventilatora</p> 	<p>Difuzor</p> 
<p>11</p>	<p>Protok mješavine regulirati</p>	<p>Elektronski regulator protoka</p> 	<p>Ventil s manometrom</p> 	
<p>12</p>	<p>Mlaznice za raspršivanje usmjeriti</p>	<p>Triplet podesive mlaznice</p> 	<p>Podesivi nosač mlaznica</p> 	

6. KONCEPTI

Možemo reći da konstrukciju voćarskog atomizera u najvećoj mjeri određuju vrsta pogona i zapremina spremnika, odnosno njegova izvedba. Pogon je zadan kardanskim vratilom, a način priključenja stroja na traktor odvijati će se preko hidraulike. Zapremina spremnika iznosi 1000 litara, stoga će upravo izvedba spremnika određivati izvedbu nosive konstrukcije a zatim i ostalih ključnih dijelova voćarskog atomizera.

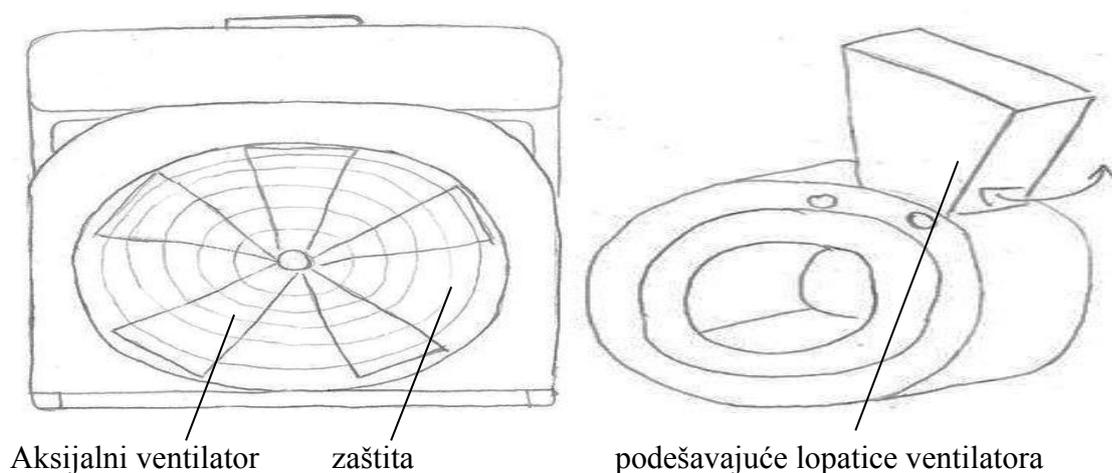
6.1. Koncept 1



Slika 17. Koncept 1

Koncept 1 prikazuje stroj koji se preko hidraulike priključuje na traktor. Nakon toga priključuje se kardansko vratilo koje će pogoniti pumpu i ventilator. Voda i zaštitno sredstvo potrebno za prskanje ulijevaju se u spremnik te se preko hidrauličkog mješača miješaju

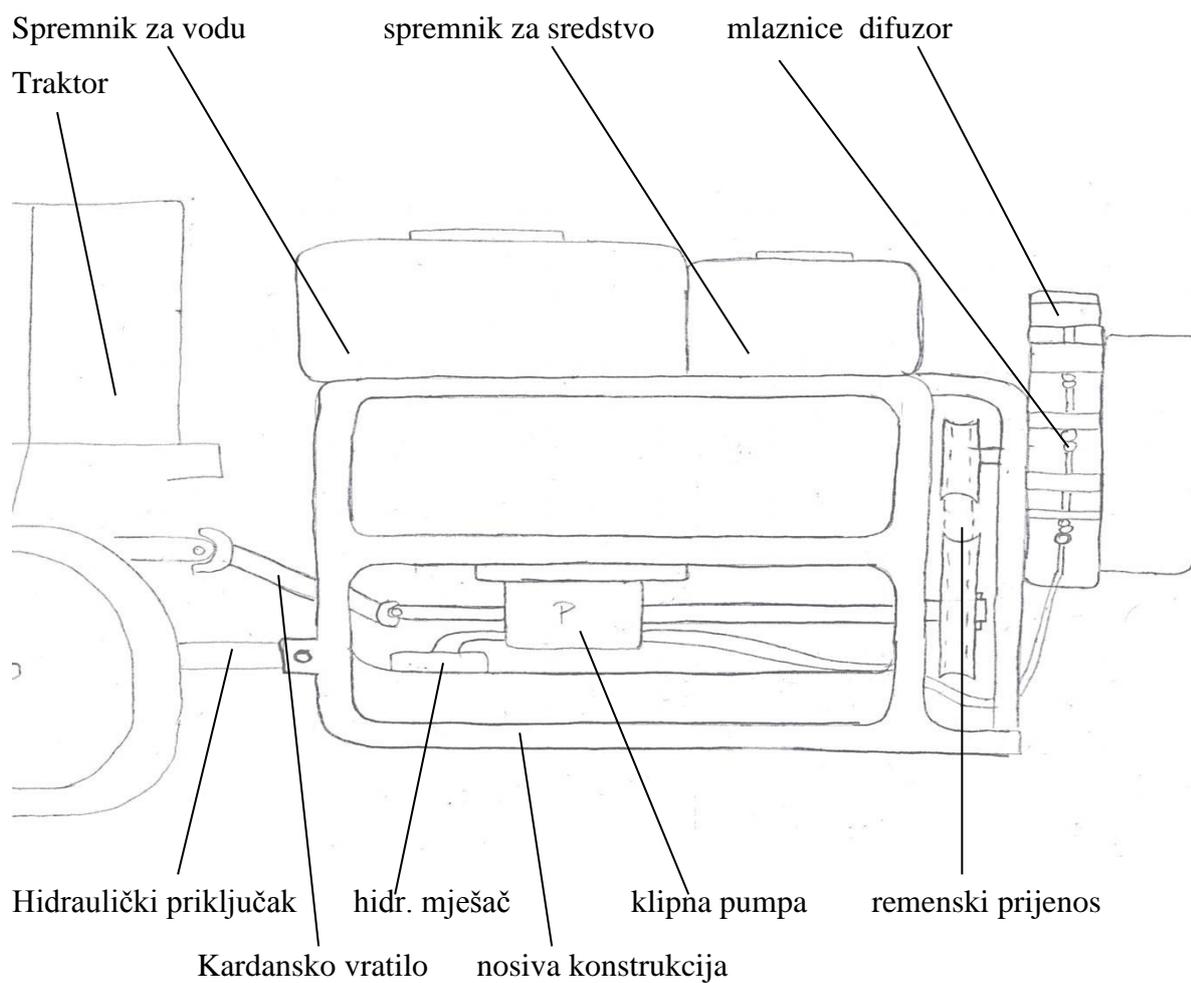
Klipno-membranska pumpa smještena na nosaču na nosivoj konstrukciji usisava koncentrat (mješavinu) iz hidrauličkog mješača i pod tlakom šalje ga ka mlaznicama. Potrebnu struju zraka za prskanje stvara aksijalni ventilator koji potrebnu brzinu vrtnje dobiva od kardanskog vratila preko multiplikatora do izlaznog vratila. Regulacija protoka koncentrata obavlja se preko upravljačke ploče smještene na nosivoj konstrukciji. Brzina struje zraka može se regulirati preko podesivih lopatica aksijalnog ventilatora, slika 18. Po završetku prskanja ulijeva se voda s otopinom za čišćenje u spremnik za čišćenje te se ispiru veliki spremnici od nečistoća.



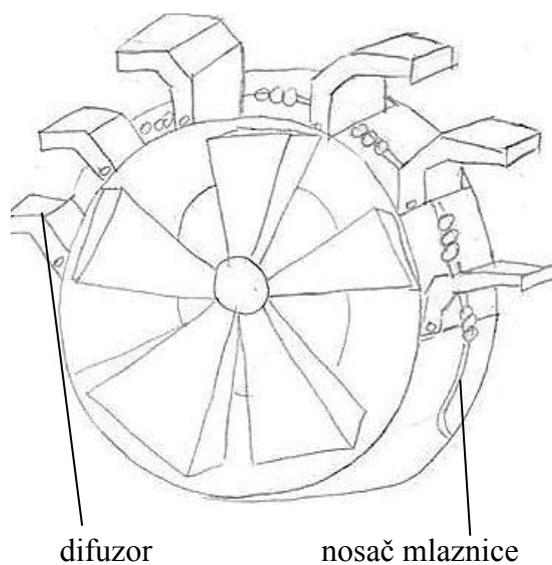
Slika 18. Prikaz aksijalnog ventilatora koncepta 1

6.2. Koncept 2

Slika 19 prikazuje koncept 2 koji se kao i na prethodnom konceptu na traktor priključuje preko hidraulike. Voda se ulijeva u spremnik za vodu, a zaštitno sredstvo u spremnik za sredstvo nakon čega se tekućine miješaju u hidrauličkom mješaču. Kardansko vratilo sa traktora pogoni klipnu pumpu koja crpi koncentrat (mješavinu) iz hidrauličnog mješača te ga šalje pod tlakom ka mlaznicama koje se nalaze na nosaču. Aksijalni ventilator pokreće kardansko vratilo preko remenskog prijenosa (pogonska remenica-remen-gonjena remenica). Na kućištu aksijalnog ventilatora nalaze se difuzori (usmjerivači) sa podesivim kutem koji prilikom prskanja usmjeruju maglicu ka voćkama, slika 20.



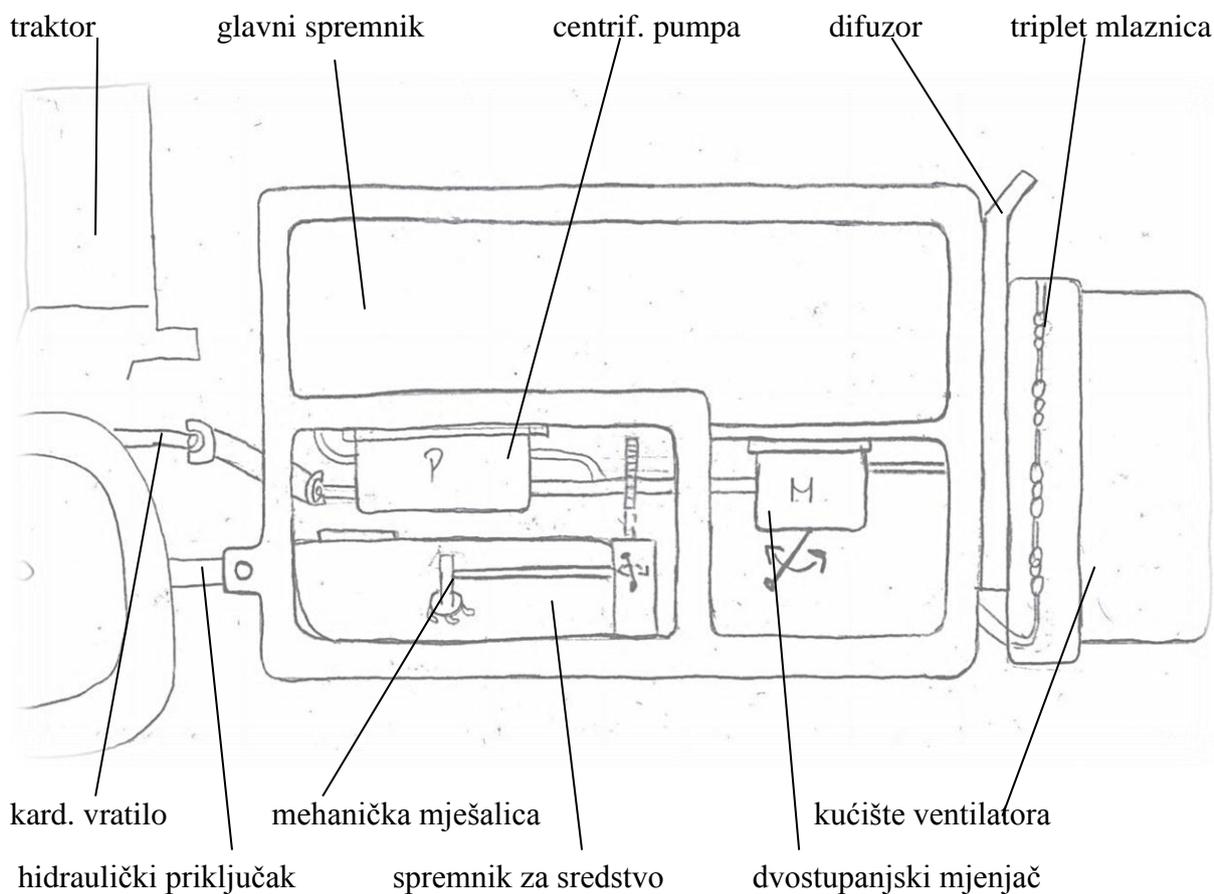
Slika 19. Koncept 2



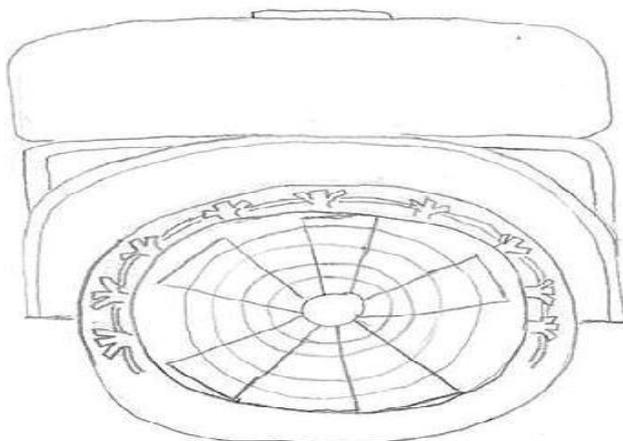
Slika 20. Aksijalni ventilator sa difuzorima koncepta 2

6.3. Koncept 3

Koncept 3 kao i prethodna dva koncepta se na traktor priključuje preko hidraulike. Voda se ulijeva u gornji spremnik za vodu, a zaštitno sredstvo se ulijeva dolje u spremnik za sredstvo koji ujedno služi kao spremnik za čišćenje po završetku prskanja, slika 21. Za mješanje dvaju tekućina predviđen je mehanički mješač koji je na vratilo povezan lančanim prijenosom. Kardansko vratilo pokreće centrifugalnu pumpu koja crpi koncentrat te ga šalje ka tripletu mlaznica smještenim na nosaču. Iz centrifugalne pumpe izlazi vratilo koje je povezano na dvostupanjski mjenjač preko kojeg aksijalni ventilator dobiva snagu. Mjenjač ima dvije brzine vrtnje, te se na taj način može regulirati brzina struje zraka koju ventilator stvara.

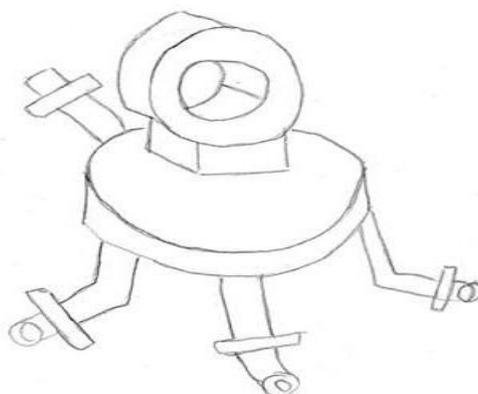


Slika 21. Koncept 3



Slika 22. Aksijalni ventilator koncepta 3

Za uspješnije prskanje na kućište je namontiran difuzor koji usmjerava stvorenu maglicu a ujedno služi kao zaštita čovjeka od maglice. Za regulaciju protoka mješavine koriste se regulatori na upravljačkoj ploči. Stvaranje maglice ostvaruje se podesivim tripletom mlaznica sa različitim promjerima provrta za stvaranje finih kapljica koncentrata, slika 23.



Slika 23. Triplet mlaznica

6.4. Vrednovanje konceptata

Vrednovanje konceptata, odnosno odlučivanje koji će koncept ići u detaljnu razradu izvršava se ocijenjivanjem po kriterijima koji su povezani sa karakteristikama koje stroj posjeduje.

Tablica 5. Vrednovanje koncepata

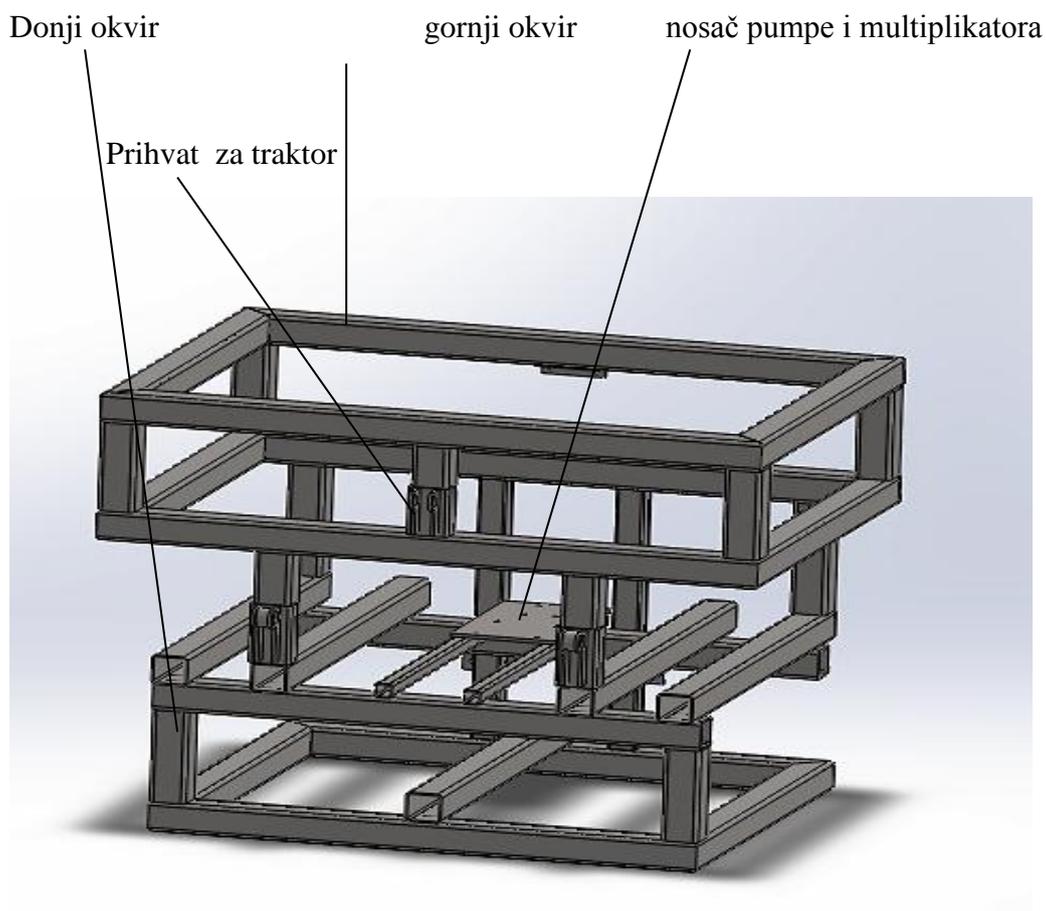
KRITERIJ	KONCEPT 1	KONCEPT 2	KONCEPT 3
JEDNOSTAVNOST UREĐAJA	+	+/-	-
JEDNOSTAVNO RUKOVANJE	+	+	-
MASA UREĐAJA	+	+	+
BROJ ELEMENATA	+	+/-	-
POUZDANOST STROJA	+/-	-	+
STABILNOST STROJA	+/-	+/-	+/-
SIGURNOST RADNIKA	+	+	+
ODRŽAVANJE STROJA	+	+	+
CIJENA	+/-	+	-
Σ	6 +	4 +	-

Vrednovanjem koncepata došli smo do zaključka da koncept 1 najbolje zadovoljava kriterije u pogledu jednostavnosti stroja, rukovanja i održavanja te ćemo njega dalje razrađivati.

6.5. Razrada koncepta

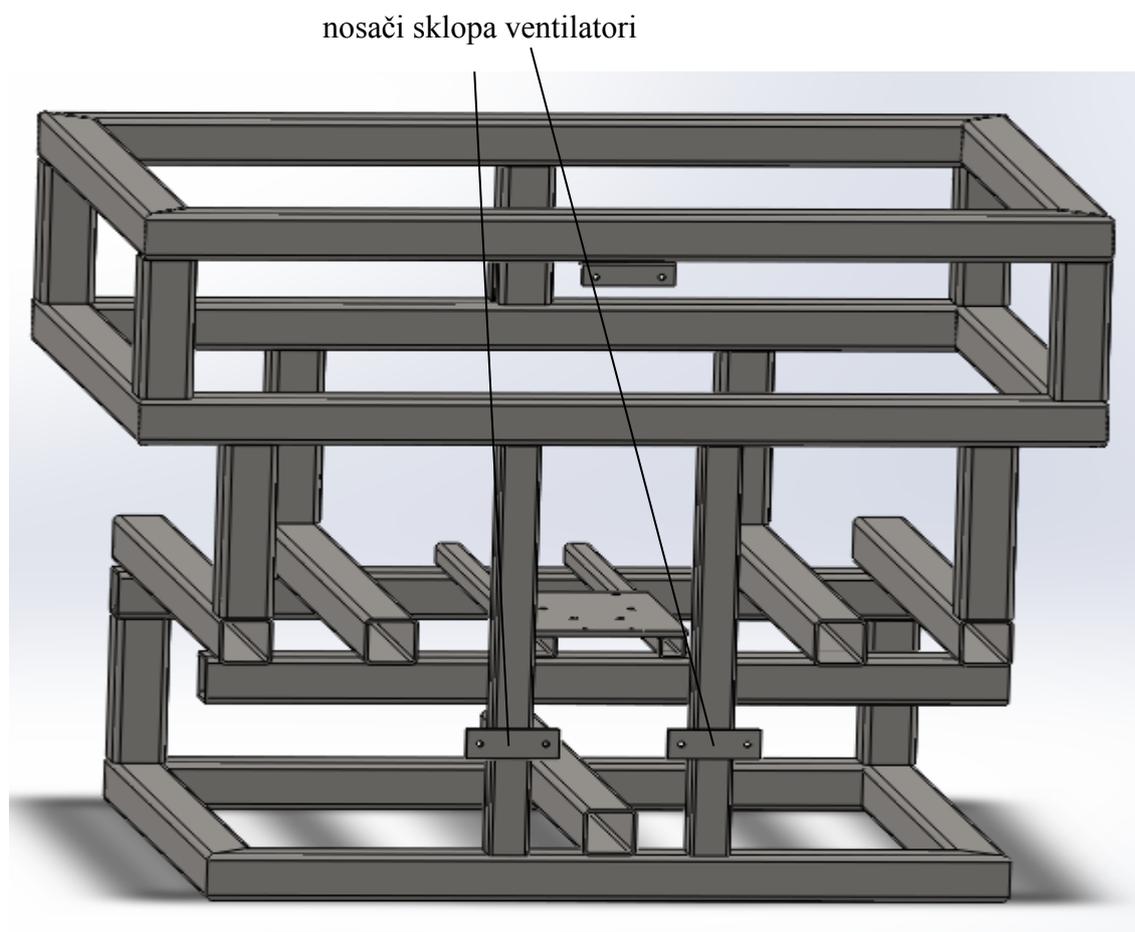
Odabrani koncept 1 tijekom razrade doživio je blage promijene. Od koncepta 2 preuzeta je ideja difuzora (usmjerivača) sa podesivim kutem zakretanja radi što boljeg rasprskavanja maglice po voćkama.

Jedan od ključnih dijelova voćarskog atomizera zasigurno je nosiva konstrukcija. Njen oblik, težina i čvrstoća ponajprije ovisi o spremniku i njegovom kapacitetu, a zatim i o ostalim dijelovima koji se na konstrukciju montiraju (pumpa, multiplikator, ventilator...) U ovom konceptu zamišljena je kompleksna zavarena nosiva konstrukcija zbog velikog kapaciteta spremnika od 1000 litara. Konstrukciju čine čelične cijevi pravokutnog ili kvadratnog profila zavarene u dva okvira ; gornji i donji. Donji dio zamišljen je kao zavareni pravokutni okvir, radi što veće nosivosti i stabilnosti čitavog stroja. Na prednjoj strani nosive konstrukcije nalaze se standardni prihvat za hidrauliku traktora preko koje se stroj podiže i spušta.



Slika 24. Nosiva konstrukcija (pogled sprijeda)

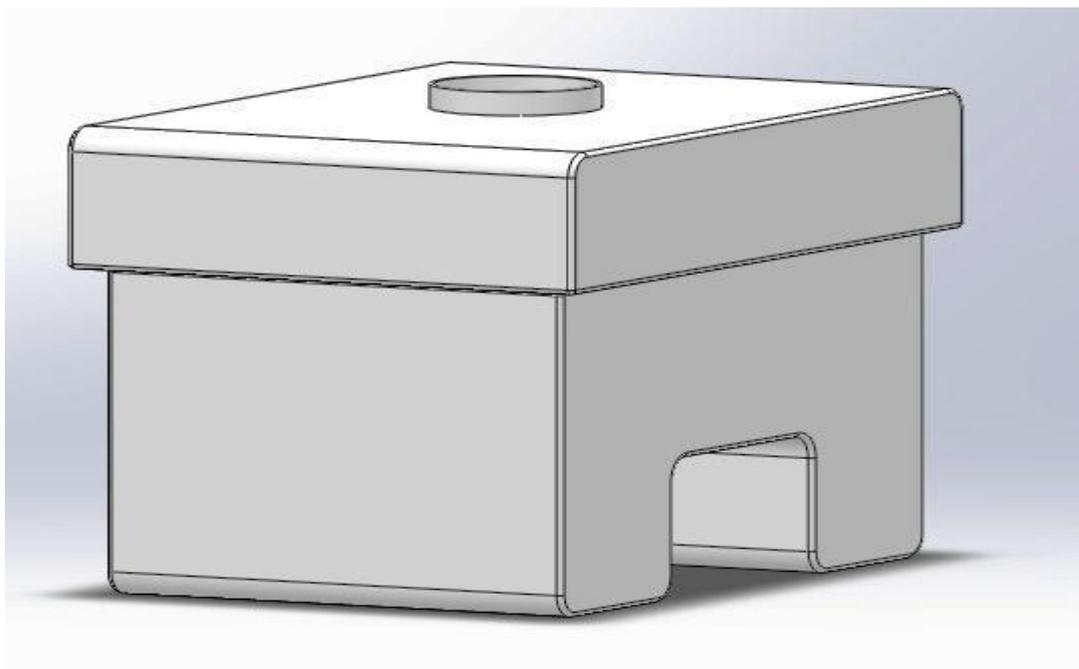
Za donji okvir nosive konstrukcije zavaren je nosač pumpe i multiplikatora, slika 25. Na mjestu nasjedanja spremnika na zavarenu konstrukciju stavljene su 4 kvadratne cijevi dimenzija 80x80x5 kako bi ravnomjerno podijelile težinu punog spremnika. Na gornji okvir nasjeda dio spremnika pa tako i gornji okvir nosi dio težine spremnika.



Slika 25. Nosiva konstrukcija (pogled straga)

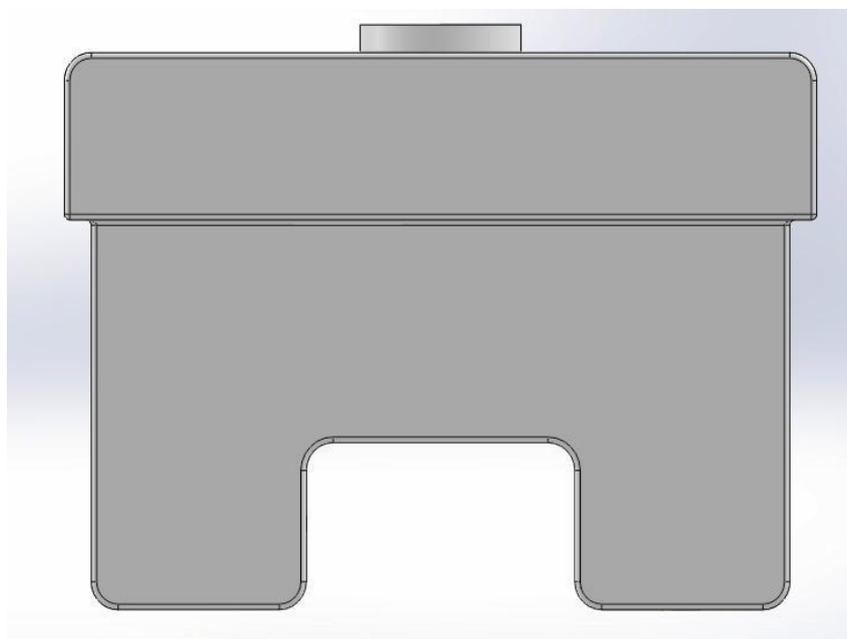
Na stražnjoj strani smještena su dva nosača zavarena na sklop konstrukcije na koju se zatim vijčanom vezom spaja sklop ventilatora (nosač mlaznica i kućište ventilatora).

Spremnik kapaciteta 1000 litara napravljen je od polietilena, radi što manje mase samog spremnika. Spremnik je kockastog oblika, širi na vrhu a zatim postepeno se sužava prema dnu spremnika. Širi dio spremnika zamišljen je tako da svojom površinom nasjeda na gornji okvir nosive konstrukcije.



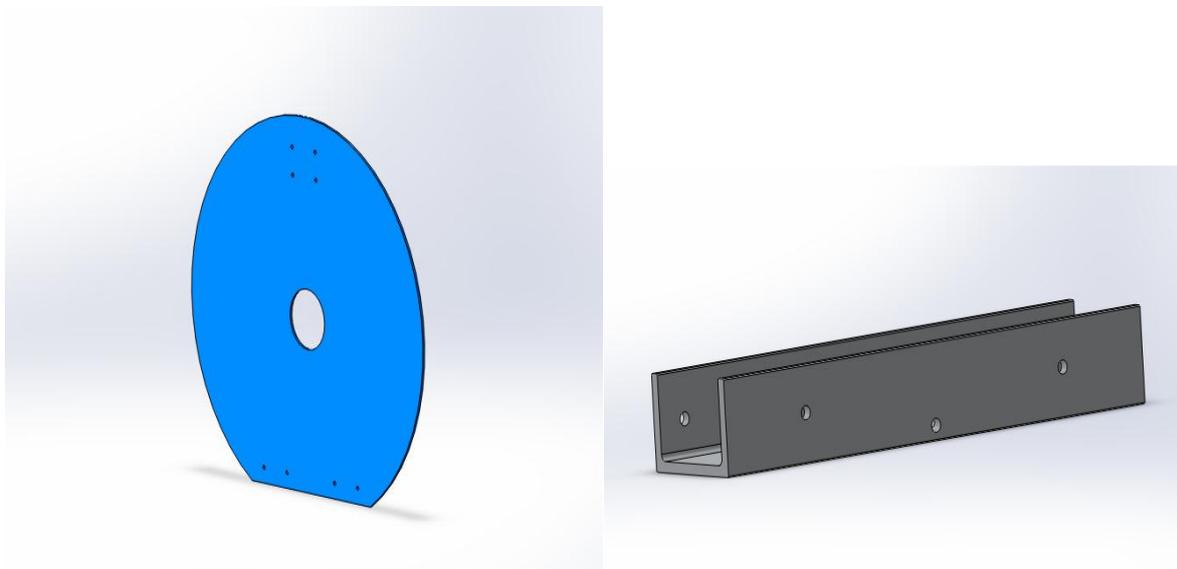
Slika 26. Spremnik

Kako bi ventilator preko multiplikatora dobio potrebni moment za pokretanje i zbog velikog kapaciteta spremnika, spremnik je izveden tako da na donjem dijelu ima zaobljeni dio čime se omogućuje smještaj pumpe, multiplikatora i izlaznog vratila multiplikatora.

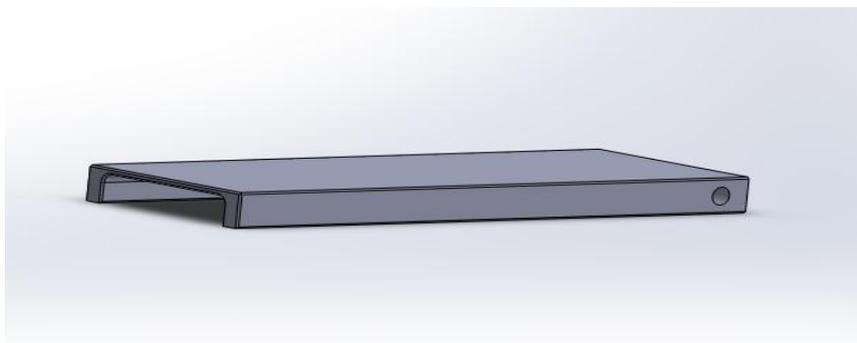


Slika 27. Stražnja strana spremnika

Na stražnji dio nosive konstrukcije vijcima se spaja aluminijska zaštita na koju se dalje montiraju mlaznice i difuzor. Nosač je kupolastog oblika, vijčano spojen sa dvama C-profilima na koje se naposljetku spaja kućište bubnja, slika 28.



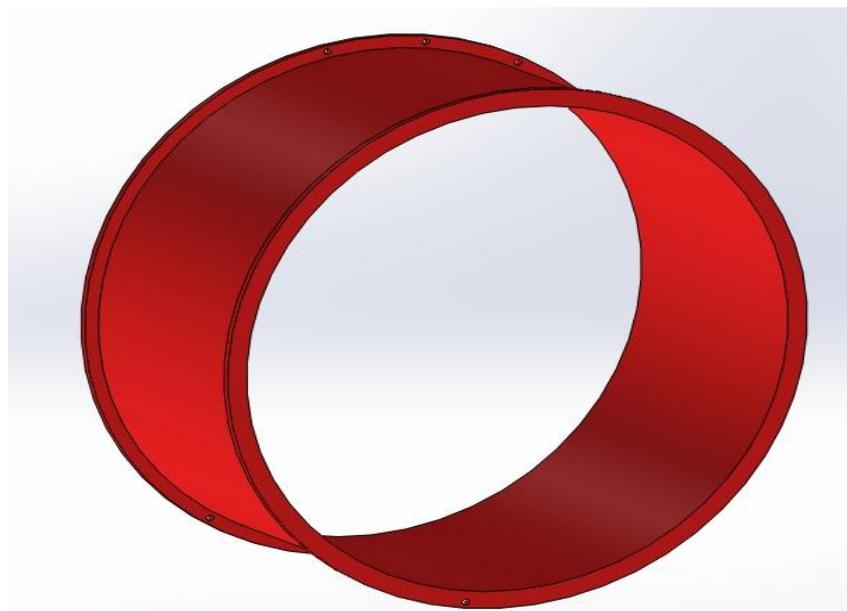
Slika 28. Aluminijska zaštita i C-profil



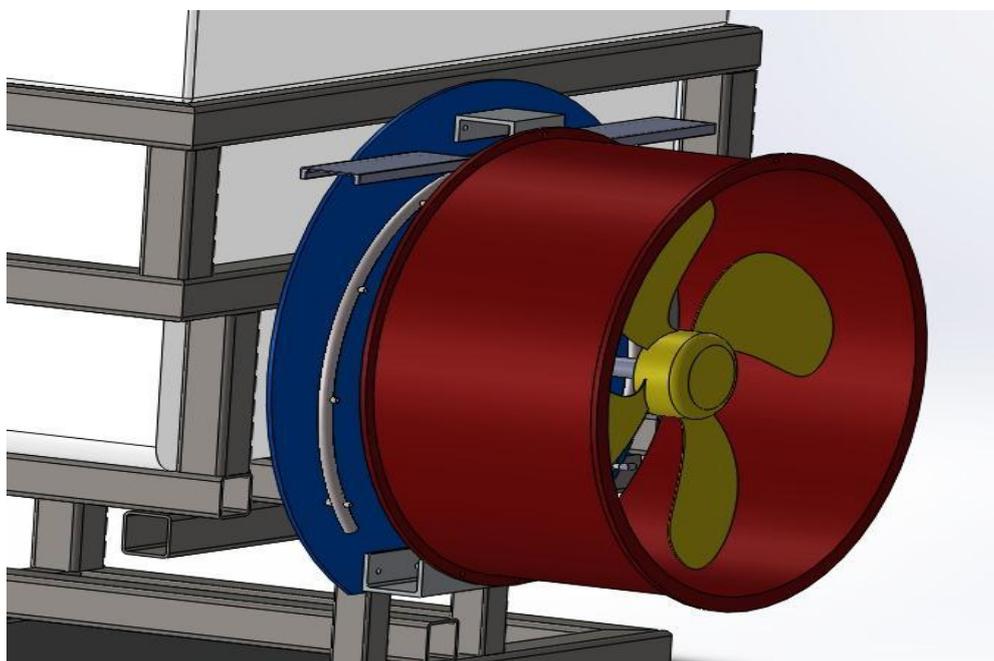
Slika 29. Difuzor

Za što uspješnije prskanje, iz koncepta 2 preuzet je usmjerivač (difuzor) koji usmjerava potrebnu maglicu za prskanje voćaka. Difuzor je C-profila i nalazi se aluminijskoj zaštiti na kojoj su smještene mlaznice. Na kraju difuzora je prolazna rupa za vijak čime će se osigurati od ispadanja tijekom rada, a i stezanjem vijka i matice omogućiti podešavanje kuta nagiba difuzora.

Kućište ventilatora je napravljeno od aluminijske, radi smanjenja mase. Kućište se montira na nosivu konstrukciju preko C-profila vijčanim spojevima. Na obodu kućišta nalaze se provrti za spajanje na profile, kao i provrti za spajanje difuzora, slika 30.



Slika 30. Kućište ventilatora

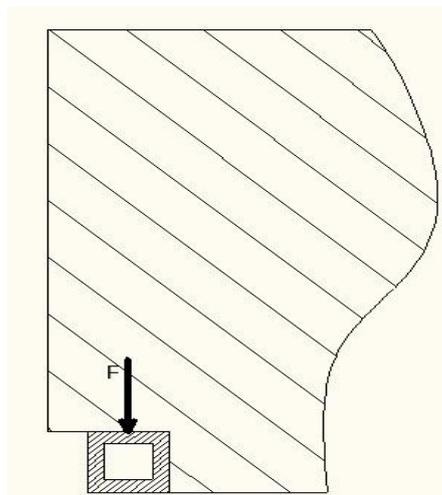
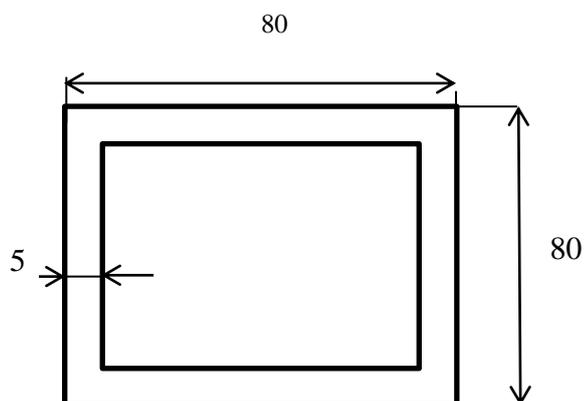


Slika 31. Spajanje sklopa ventilatora

7. PRORAČUN

7.1. Čvrstoća nosive konstrukcije

Gornji okvir nosive konstrukcije sastoji se od čeličnih cijevi kvadratnog profila dimenzija 80x80x5 mm.



Gornji okvir pravokutnog okvira 950x1340 mm opterećen je težinom vode u spremniku iznad samog okvira.

$$F_{vode} = \rho \cdot g \cdot V$$

gdje je :

ρ – gustoća vode, $\rho_{vode} = 1000 \text{ kg/m}^3$

g - ubrzanje sile teže, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

V - volumen vode koji djeluje na stranice okvira

Za manju stranicu pravokutnog okvira:

$$V_1 = 1000 \cdot 300 \cdot 60 = 18000000 \text{ mm}^3 = 0.018 \text{ m}^3$$

$$F_1 = 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.018 = 176.5 \text{ N}$$

Donji okvir nosive konstrukcije također se sastoji od čeličnih cijevi kvadratnog profila dimenzija 80x80x5 mm. Pošto donji okvir nosi veću težinu vode, na dno su sa svake strane zavarena dva uzdužna nosača kako bi se opterećenje na konstrukciju podijelilo na 4 .

Maksimalna sila vode koja djeluje na nosivu konstrukciju (bez djelovanja gornjeg okvira) :

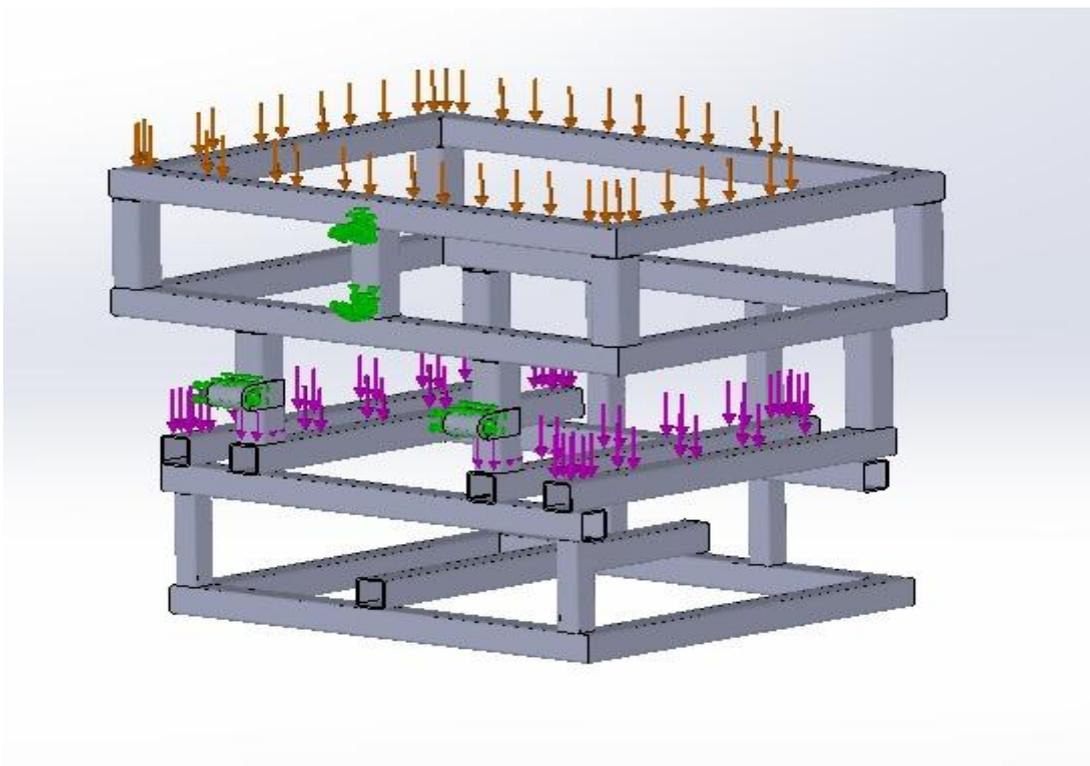
$$F_{vode} = \rho \cdot g \cdot V$$

$$V_{spremnika} = 1.02 \text{ m}^3$$

$$F_{vode} = 1000 \cdot 9.81 \cdot 1.02 = 9938 \text{ N}$$

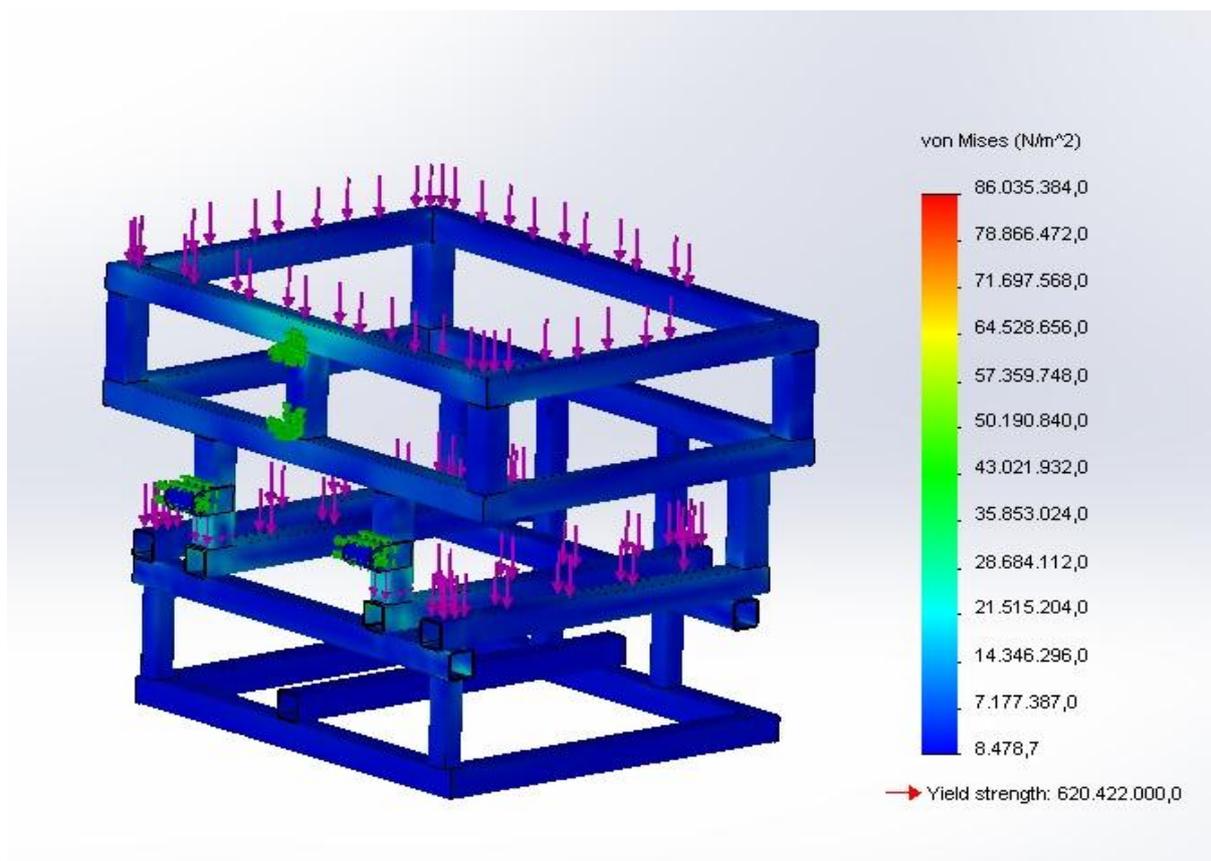
te prema tome na svakom nosaču donjeg okvira djeluje sila $\frac{F}{4}$.

Radi što bržeg proračuna, napravljena je FEM analiza u SOLIDWORKS-ovom 3D paketu (SOLIDWORKS SIMULATION) te su dobiveni pomaci i naprezanja u slučaju najvećeg opterećenja konstrukcije.



Slika 32. Opterećenja i rubni uvjeti nosive konstrukcije

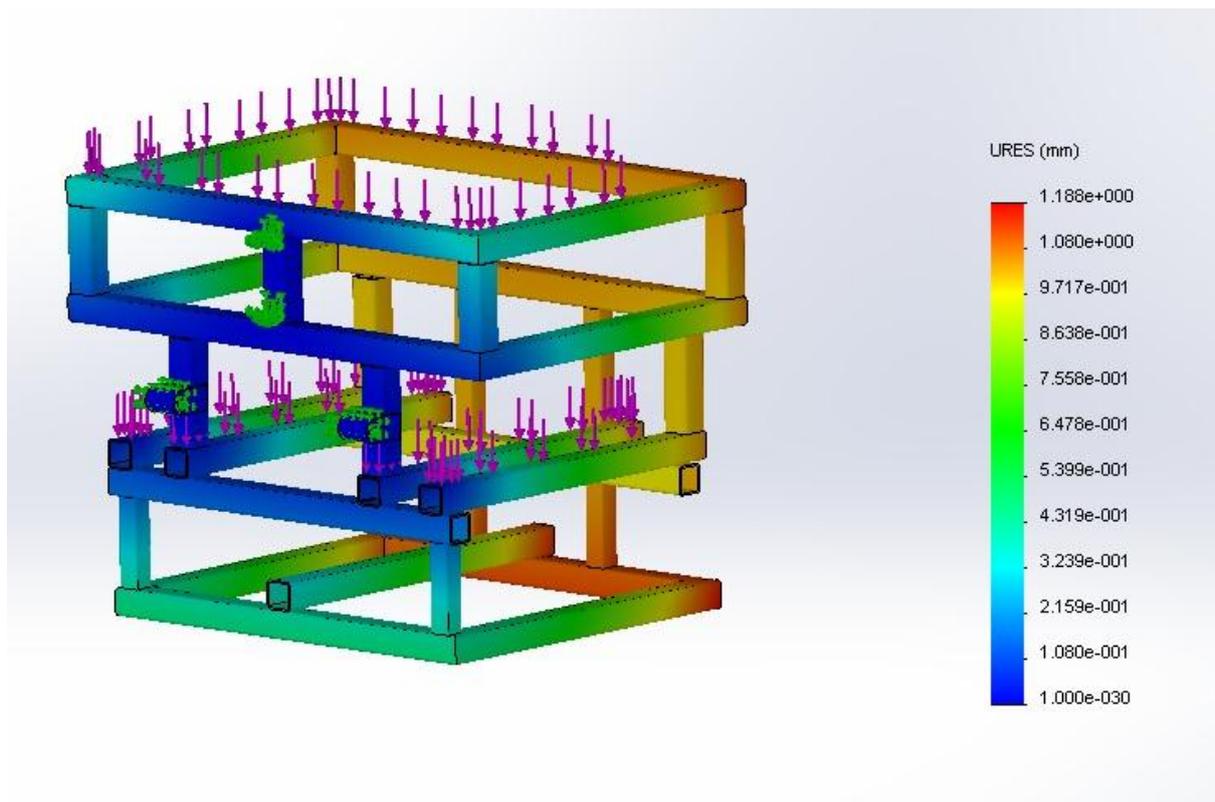
Na mjestima prihvata traktora (poteznica) stavljeni su rubni uvjeti ; zabranjeni su im pomaci u x,y, i z smjeru te onemogućene rotacije. Opterećenja su postavljena tako da gornji okvir opterećuje sila od 176 N , a na donje poprečne nosive grede opterećuje sila od 2484 N.



Slika 33. Von Mises naprezanja

Nakon provedene FEM analize dobiveni su rezultati prikazani slikom 35. Iz nje možemo vidjeti da su najveća naprezanja na mjestima prihvata na traktor, a najveće naprezanje na konstrukciji iznosi 86 N/mm^2 .

Također su analizirani i pomaci čitave nosive konstrukcije te se iz slike 36 vidjeti da ukupni najveći pomaci iznose 0.00118 m.



Slika 34. Pomaci

7.2. Proračun zavora nosive konstrukcije

7.2.1. Proračun nosivih greda ispod spremnika

Spremnik drže 4 poprečne grede zavarene za okvir nosive konstrukcije kutnim zavarima okomitim na smjer djelovanja sile.

Duljina grede : $L = 497.5 \text{ mm}$

Opterećenje :

$$F = \frac{F_v}{4} = \frac{9938}{4} = 2484.5 \text{ N}$$

Pretpostavka debljine kutnog zavora : $a_1 = a_2 = 4 \text{ mm}$

Proračunska duljina zavora: $l = 80 - 2 \cdot 4 = 72 \text{ mm}$

METODA SPREGA SILA: $T = F \cdot L = P(h + a_2)$ [11]

$$T = 2484.5 \cdot 497.5 = 1236038.7 \text{ Nmm}$$

$$P = \frac{T}{h + a_2} = \frac{1236038.7}{80 + 4} = 14714.7 \text{ N}$$

$$\tau_{II} = t_{II} = \frac{P}{l_2 \cdot a_2} = \frac{14714.5}{72 \cdot 4} = 51 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\perp} = \frac{F}{2 \cdot l_2 \cdot a_2} = \frac{2484.5}{2 \cdot 72 \cdot 4} = 4.19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} t_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 4.19 = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 1.8(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{3^2 + 1.8(3^2 + 51^2)} = 68.72 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zdop} = \beta \cdot \sigma_{dop}$$

Za S355JR :

$$\sigma_{dop} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 0.8 \left(1 + \frac{1}{a}\right) = 0.8 \left(1 + \frac{1}{4}\right) = 1$$

$$\sigma_{zdop} = 1 \cdot 240 = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{red} \leq \sigma_{zdop}$$

$$68.72 \leq 240 \text{ N/mm}^2 - \text{ZADOVOLJAVA}$$

7.2.2. Proračun prihvata na traktor

Uređaj se na traktor prihvaća pomoću poteznica koje su zavarene na nosivu konstrukciju.

Zavari su kutni, opterećeni na savijanje i smik.

Ukupna sila koja djeluje na poteznice : $F_{uk} = F_{konst} + F_{vent} + F_{vode}$

$$F_{uk} = m_k \cdot g + m_{vent} \cdot g + m_v \cdot g = 289 \cdot 9.81 + 200 \cdot 9.81 + 9938 = 14735 \text{ N}$$

Na svaku poteznicu djeluje trećina sile, tako da je proračunska sila po poteznici $F = 4911.6 \text{ N}$.

Pretpostavka debljine zavora : $a = 4 \text{ mm}$

Proračunska duljina zavora : $l = 160 - 2 \cdot 4 = 152 \text{ mm}$

Polarni moment otpora :

$$W_x = 2 \frac{a \cdot l^2}{6} = 2 \frac{4 \cdot 152^2}{6} = 30805.33 \text{ mm}^3$$

$$M = F \cdot L = 4911.6 \cdot 482.5 = 2369893.64 \text{ Nmm}$$

Savijanje :

$$n_s = \frac{M}{W_x} = \frac{2369893.64}{30805.33} = 76.93 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} n_s = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 76.93 = 54.39 \text{ N/mm}^2$$

Smik :

$$\tau_{\parallel} = \tau_{\parallel} = \frac{F}{2 \cdot a \cdot l} = \frac{4911.6}{2 \cdot 4 \cdot 152} = 4 \text{ N/mm}^2$$

Reducirano naprezanje :

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 1.8(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \sigma_{zdop} \quad [11]$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{54.39^2 + 1.8(54.39^2 + 4^2)} = 91.173 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zdop} = \beta \cdot \sigma_{dop}$$

Za S355JR :

$$\sigma_{dop} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 0.8 \left(1 + \frac{1}{a}\right) = 0.8 \left(1 + \frac{1}{4}\right) = 1$$

$$\sigma_{zdop} = 1 \cdot 240 = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{red} \leq \sigma_{zdop}$$

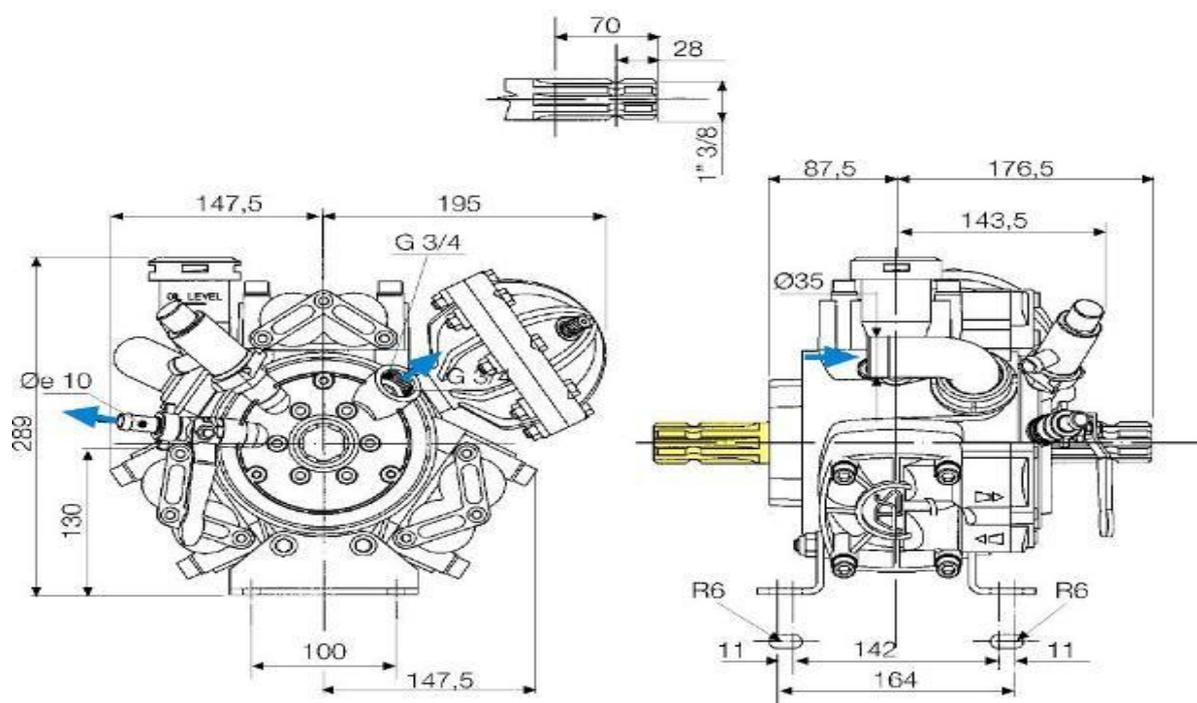
$$91.173 \leq 240 \text{ N/mm}^2 - \text{ZADOVOLJAVA}$$

7.3. Odabir pumpe

Za što učinkovitije prskanje potrebna je klipno-membranska pumpa sa velikim protokom, stoga sam odabrao pumpu talijanske marke COMET, sa 540 o/min što odgovara broju okretaja kardanskog vratila traktora.

COMET APS 71

Flow rate	67,2 l/min	
Pressure	50,0 bar	
Power	9,1 CV	6,7 KW
RPM	540 o/min	
Weight	18,4 Kg	



Slika 35. Pumpa COMET APS 71[9]

7.4. Odabir multiplikatora

U skladu sa prethodno izabranom pumpom, potrebno je odabrati multiplikator čije će izlazno vratilo imati broj okretaja od 2000-2500 o/min, potrebno za pokretanje ventilatora atomizera. Stoga je izabran multiplikator grupe 2 s žesnkim izlazom prijenosnog omjera 1: 3.8, slika 36.



Slika 36. Odabrani multiplikator [10]

7.5. Proračun vijaka

Kućište ventilatora je na nosivu konstrukciju spojeno preko zaštite kupolastog oblika te su spojeni vijcima M10.

Sila koja smično opterećuje vijke : $F = m_{zaštite} \cdot g + m_{kućišta} \cdot g + m_{ukruta} \cdot g$

$$F = 16 \cdot 9.81 + 24.5 \cdot 9.81 + 22.5 \cdot 9.81 = 630 \text{ N}$$

$$A_v = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{9.026^2 \cdot \pi}{4} = 63.98 \text{ mm}^2$$

$$\tau_s = \frac{F}{5 \cdot A_v} = \frac{630}{5 \cdot 63.98} = 2 \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{dop} = 112 \text{ N/mm}^2$ – za vijke 5.6 , prema Deckeru, strana 129. , slika 2.25

$$\tau_s \leq \tau_{dop}$$

$2 \leq 112 \text{ N/mm}^2$ - ZADOVOLJAVA

7.6. Proračun ležaja

Za vratilo promjera 50 mm odabran je jednoredni kuglični ležaj 6310.

Principal dimensions			Basic load ratings		Speed ratings		Designation
d	D	B	dynamic C	static C ₀	Reference speed	Limiting speed	
mm			kN		r/min		-
50	110	27	64,4	52	11000	7000	310

Calculation factors
 k_r 0,05
 f_0 13,1

Slika 37. Jednoredni kuglični ležaj 6310 [13]

$$m = 3$$

$$f_H = 1$$

$$F = 1000 \text{ N} \text{ - pretpostavka}$$

$$n = 2000 \text{ o/min}$$

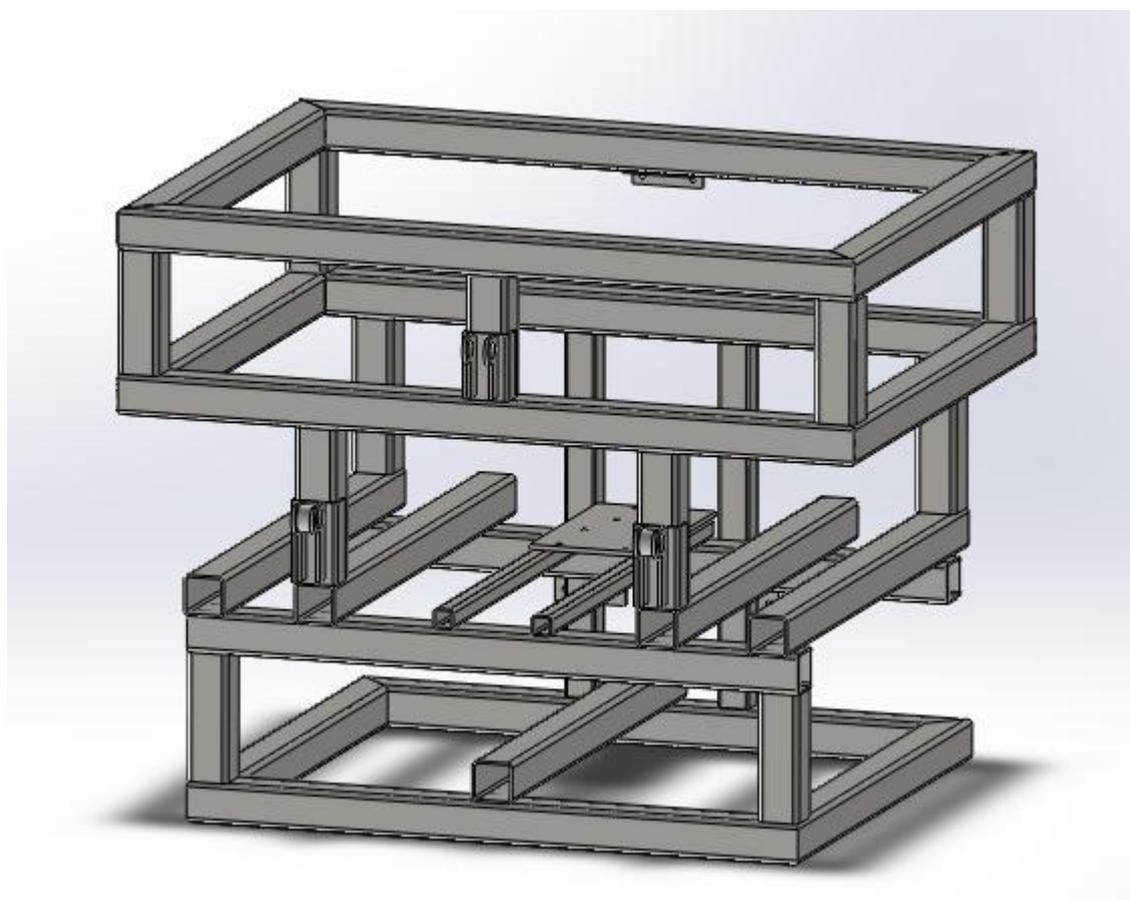
$$L = 10^6 \cdot \left(\frac{f_H \cdot C}{F}\right)^3 = \left(10^6 \frac{1 \cdot 64400}{1000}\right)^3 = 2,67^{12} \text{ okr.}$$

$$L_h = \frac{L}{n \cdot 60} = \frac{2,67^{12}}{2000 \cdot 60} = 22257498,67 \text{ h}$$

8. KONAČNI PROIZVOD

U ovom poglavlju prikazati ćemo slike gotovog 3D modela nošene traktorske prskalice te opisati redoslijed i način na koji se pojedine komponente zavaruju i sklapaju.

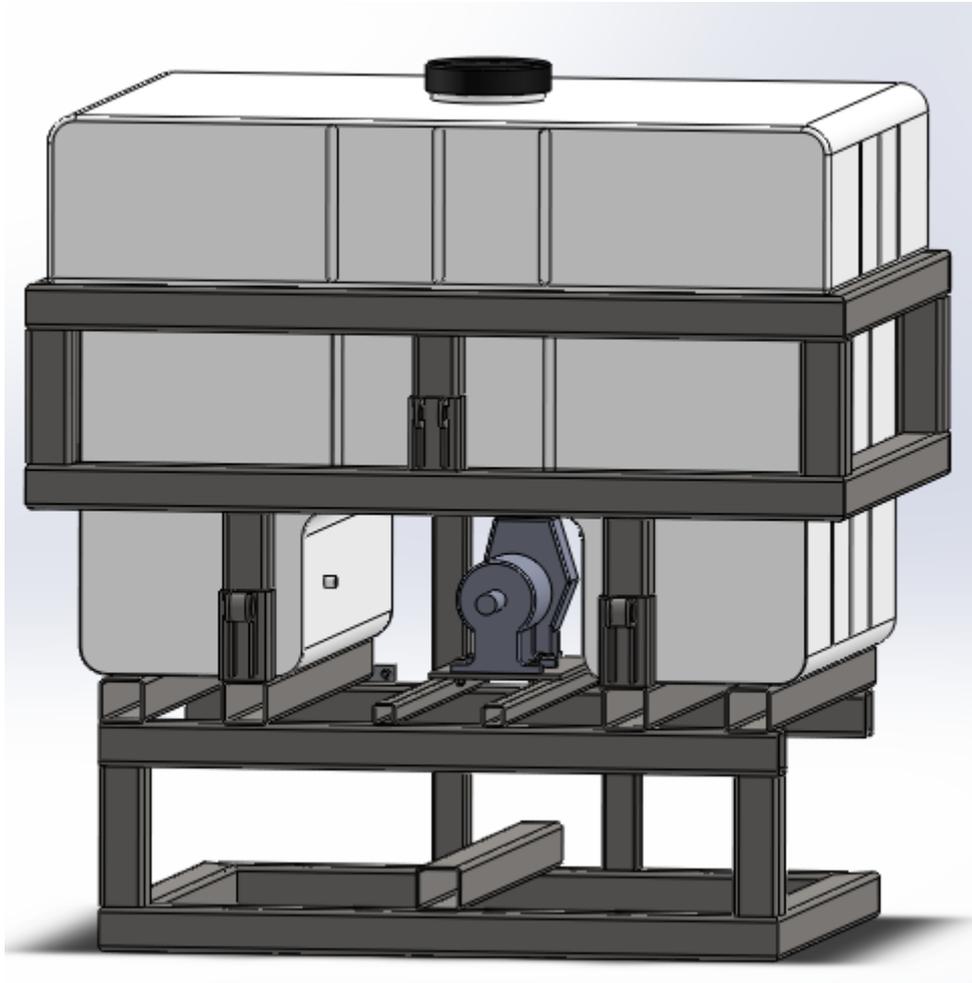
Prvo se montira nosiva konstrukcija koja čini osnovu našeg stroja. Nakon zavarivanja kvadratnih cijevi dimenzija 80x80x5 mm i 60x60x4 mm slijedi zavarivanje ostalih dijelova nosive konstrukcije kao što su sklop poteznice, donje priključne ruke te sa stražnje strane zavarivanje poprečnih nosača i nosača pumpe.



Slika 38. Sastavljanje nosive konstrukcije

Zatim se vijčanim spojevima montira odabrana klipno membranska pumpa i prema njoj odabran multiplikator zbog lakšeg pristupa nosaču pumpe.

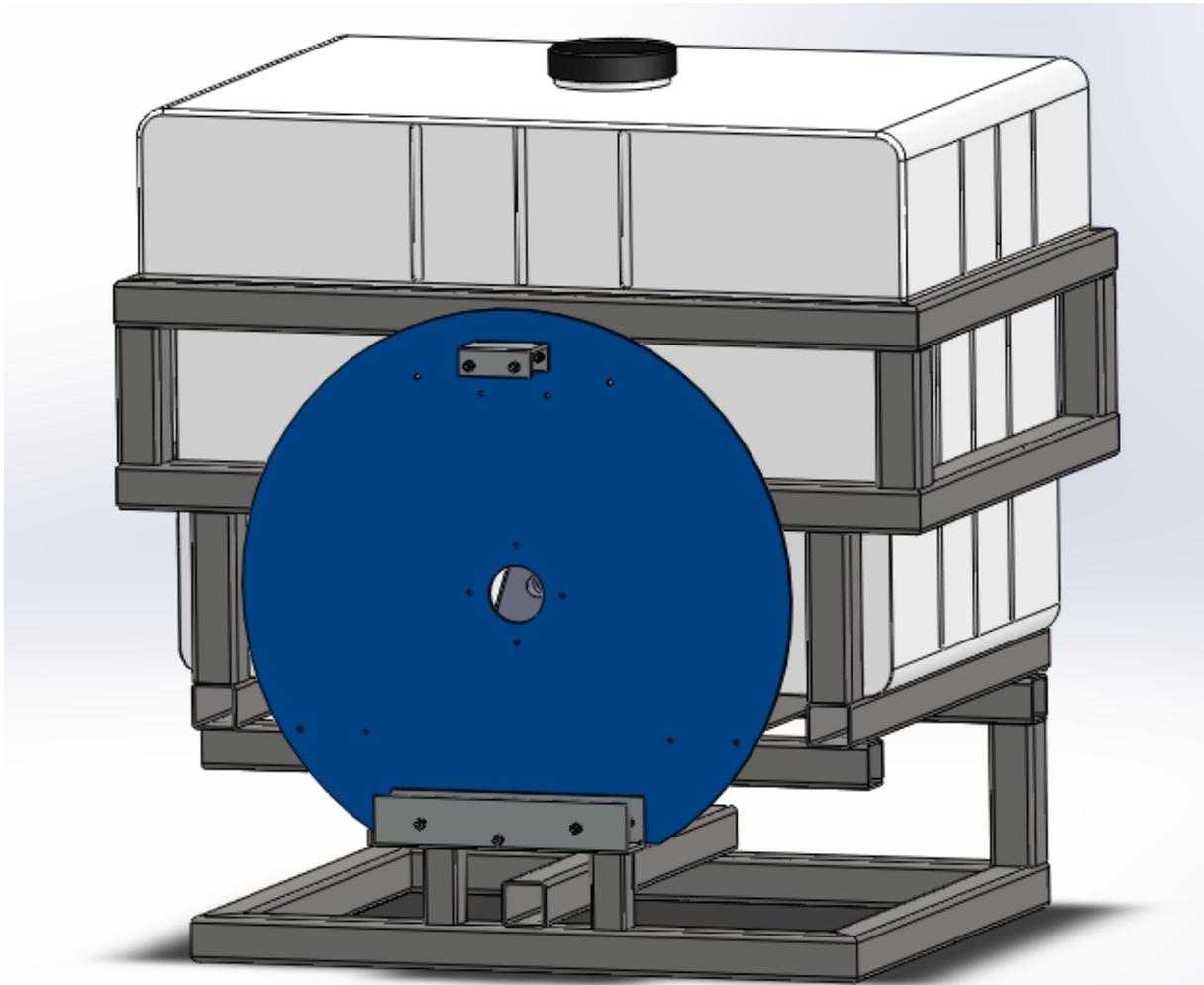
Nakon toga na nosivu konstrukciju montira se polietilenski spremnik volumena 1000 litara koji nasjeda na gornji okvir nosive konstrukcije i na poprečne nosače na donjem okviru, slika 39.



Slika 39 Stavljanje spremnika na nosivu konstrukciju

Pri tome se odmah može montirati crijevo koje vodi iz spremnika ka pumpi koja će usisati zaštitno sredstvo iz spremnika i pod tlakom ga slati ka mlaznicama.

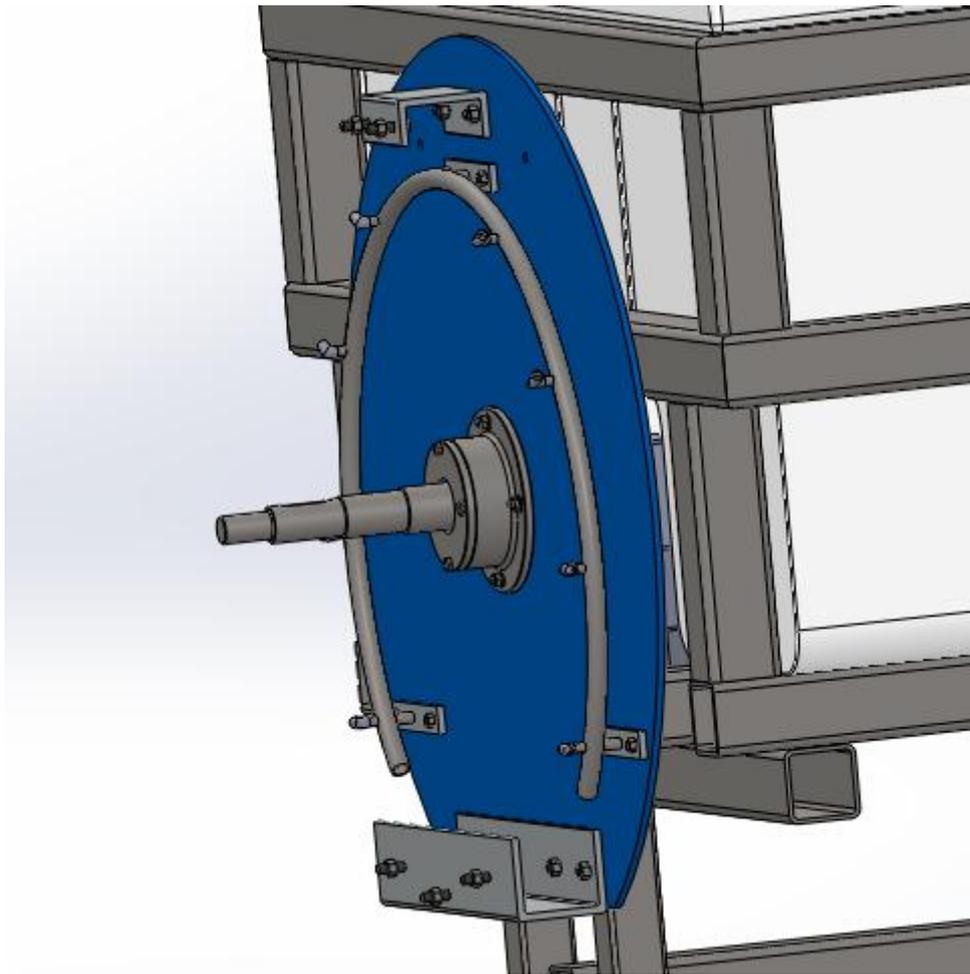
Nakon toga slijedi montaža kupolaste zaštite koja se vijčanim spojem sa C-profilima montira na stražnji dio nosive konstrukcije. Kupolasta zaštita ima višestruku ulogu ; osim prvobitne uloge da sprječava strujanje zraka u neželjenom pravcu, na nju se montira glavina s ležajnim mjestom za kuglični ležaj te sklop nosača mlaznica.



Slika 40. Montaža zaštite na stražnji dio nosive konstrukcije

Sklop nosača mlaznica koji uključuje pločice prihvata cijev (kroz koju će zaštitno sredstvo pod tlakom strujati), navojnicu za mlaznice i same mlaznice prvo se zavaruju te nakon toga montiraju na kupolastu zaštitu, slika 41.

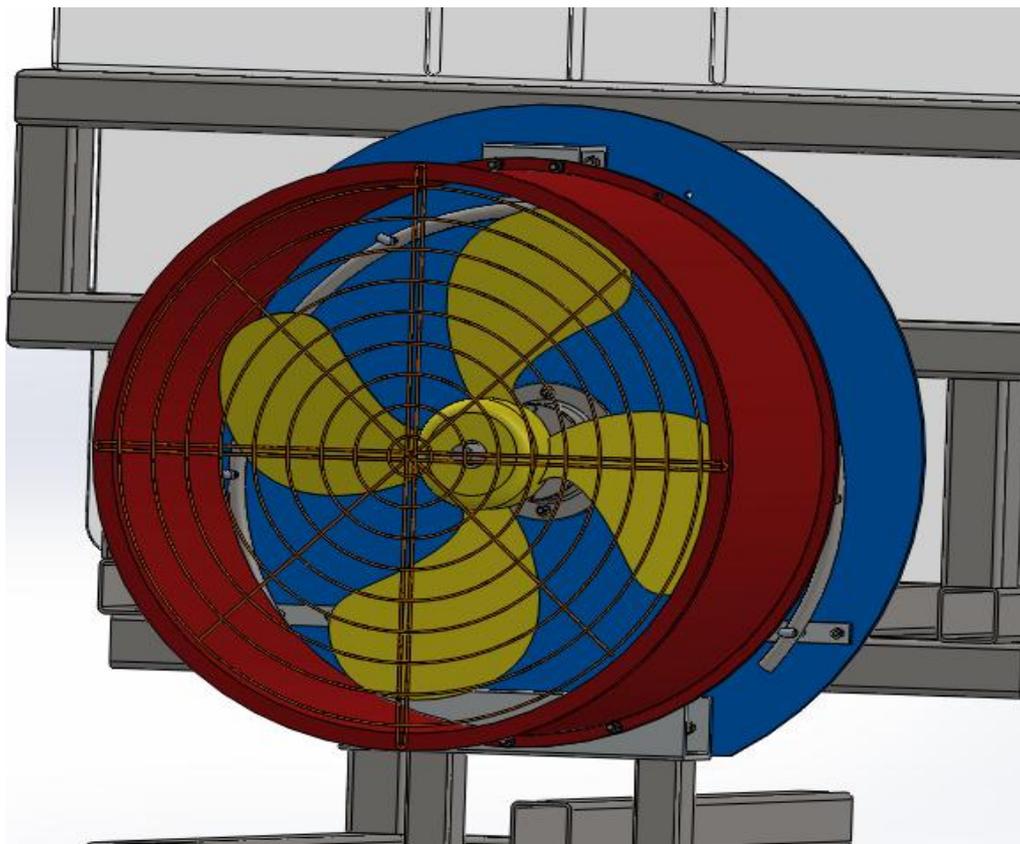
Na multiplikator se dalje uglavljuje vratilo koje ima jedan kraj vratila prilagođen izlazu multiplikatora, a s druge strane utor za pero preko kojeg će sklop ventilatora biti osiguran od ispadanja. Zatim se montira glavina s ležajem i poklopac glavine koji je vijčano povezan sa glavinom.



Slika 41. Montaža vratila i glavine

Da bi naš stroj funkcionirao potrebno je stvoriti struju zraka koja će stvoriti potrebnu maglicu zaštitnog sredstva za što učinkovitije prskanje. Za to nam je potreban ventilator kojeg tvrtka HARDI proizvodi koje se vrti 2000 o/min, promjera lopatica od 750 mm i proizvodi potrebnu količinu zraka $25000 \text{ m}^3/\text{h}$. Ventilator se preko pera uklinjuje na vratilo te od aksijanog pomaka ventilatora vijkom osigurava od ispadanja.

Nakon toga slijedi montaža kućišta ventilatora, zajedno sa zaštitnom mrežicom radi sigurnosti korisnika. Ventilator se na stroj spaja preko 2 C-profila i tako čini kompaktnu cjelinu.

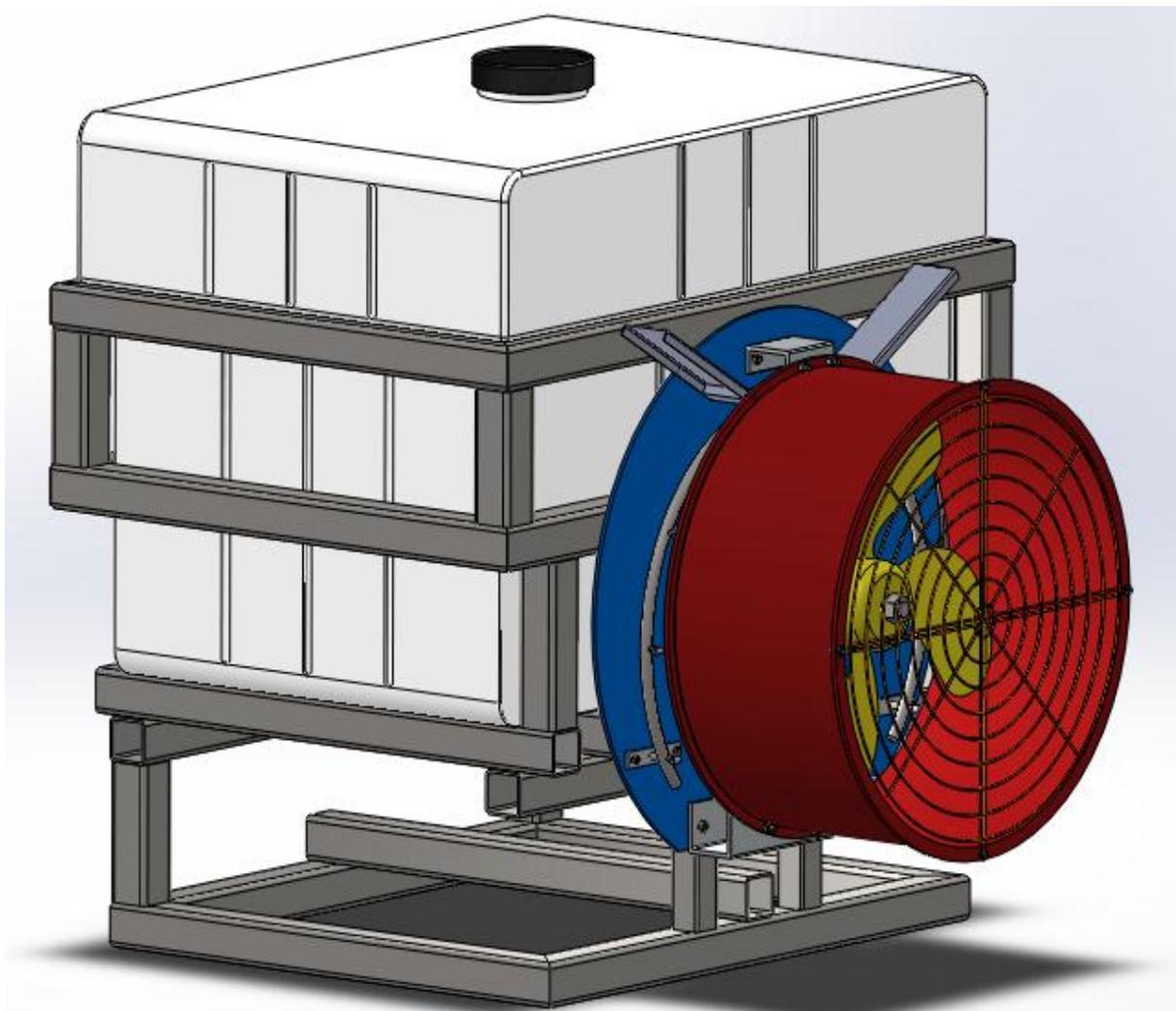


Slika 42. Montaža ventilatora i kućišta

Zadnju komponentu ove izvedbe nošene voćarske prskalice čine dva podešavajuća difuzora s koja usmjeruju maglicu zašitnog sredstva ka voćkama. Difuzori su vijčano spojeni na kućište ventilatora .

Tehničke specifikacije stroja:

- visina - 1555 mm
- duljina - 1655 mm
- masa stroja (prazan spremnik) – 475 kg
- kapacitet spremnika – 1000 l
- protok pumpe - 67,2 l /min
- brzina vrtnje ventilatora- 2000 o/min



Slika 43. 3D model nošene voćarske prskalice

9. ZAKLJUČAK

Poljoprivreda danas osim o prirodnim uvjetima uvelike ovisi i o postojećoj mehanizaciji. Svjedoci smo katastrofalnih prirodnih nepogoda, a kako bi se ostvario što veći urod ploda koriste se sredstva za zaštitu biljaka. Od poljoprivrednih grana, voćarstvo i vinogradarstvo je veoma osjetljivo na bolesti i promijene klimatskih uvjeta, te se upravo ono najviše zaštićuju sredstvima.

U ovom radu smo koncipirali i konstruirali nošenu traktorsku prskalicu za voćke kapaciteta spremnika 1000 litara. Danas su na tržištu raznovrsne tvrtke koje se bave proizvodnjom takvih strojeva, a potrebno iskustvo stječu godinama usko surađujući sa krajnjim korisnicima za poboljšanje njihovih proizvoda. Nakon provedene analize tržišta, razmotrene su najvažnije funkcije stroja te je prema tome napravljena funkcijska dekompozicija i morfološka matrica. Zatim smo predložili tri koncepta nakon čega smo ih vrednovali i izabrali najpogodniji za daljnju konstrukcijsku razradu.

U konstrukcijskoj razradi posebna pozornost bila je na čvrstoći nosive konstrukcije koja čini temelj čitavog stroja. Ona mora izdržati opterećenje punog spremnika kapaciteta 1000 litara i opterećenje ostalih ključnih dijelova kao što su : pumpa, multiplikator, sklop ventilatora, sklop nosača mlaznica. Nakon detaljne konstrukcijske razrade napravljen je 3D računalni model u CAD sustavu, a zatim napravljena tehnička dokumentacija.

Stroj se pokreće preko kardanskog vratila traktora koji pokreće klipnu pumpu, a čitavim strojem može upravljati jedan čovjek bez opasnosti za njegovu sigurnost tokom rada. Sve upravljačke jedinice predviđene su u traktorskoj jedinici tako da on prilikom prskanja ne dolazi u dodir sa zaštitnim sredstvom.

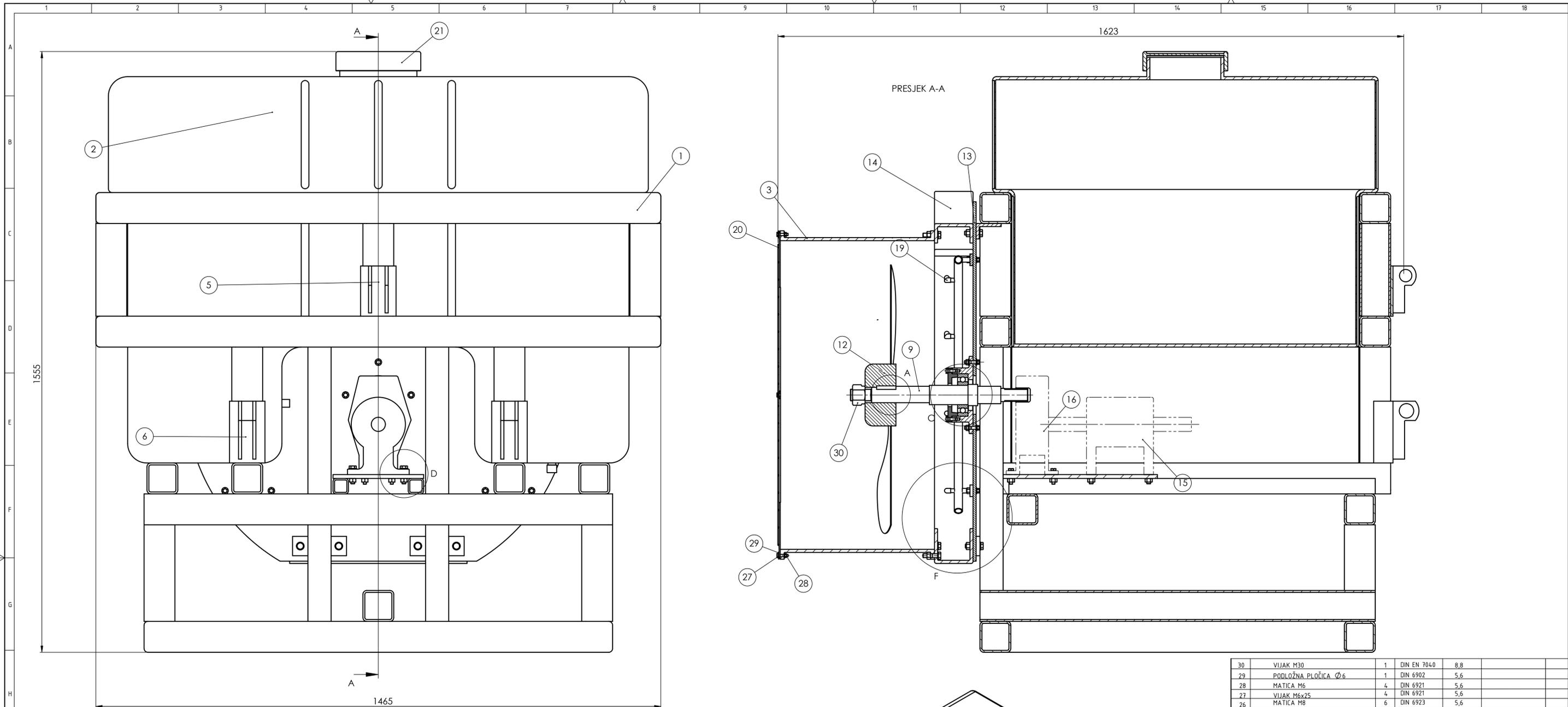
Preporuke za daljnju razradu su optimizacija nosive konstrukcije kako bi dodatno smanjili masu, a pri tome zadržali robusnost i čvrstoću konstrukcije i smanjili cijenu stroja.

LITERATURA

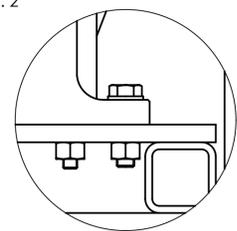
- [1] <http://www.agroklub.com/vocarstvo/>
- [2] <http://vocarstvo.org>
- [3] <http://agrotehnika-hrvatska.hr>
- [4] <http://www.solo.hr>
- [5] <http://www.stihl.com>
- [6] <http://www.caffini.com>
- [7] <http://lesko.hr>
- [8] <http://www.hardi-international.com>
- [9] <http://www.comet-spa.com>
- [10] <http://www.hutek.hr>
- [11] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [12] Kraut, B. : Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [13] <http://www.skf.com>

PRILOZI

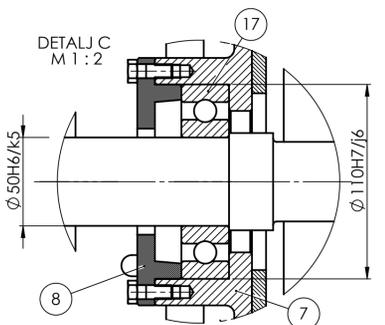
- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija



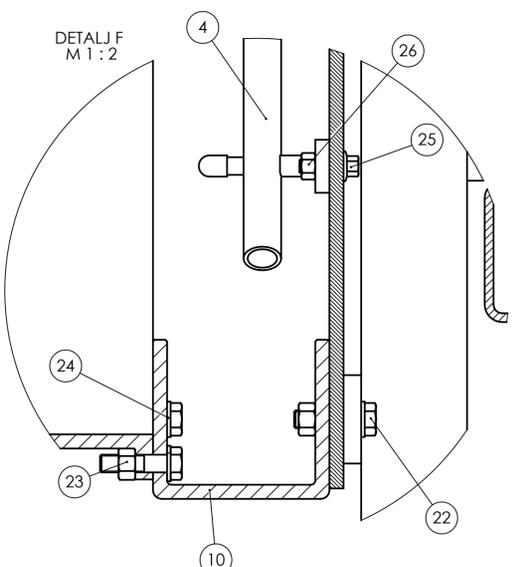
DETALJ D
M 1:2



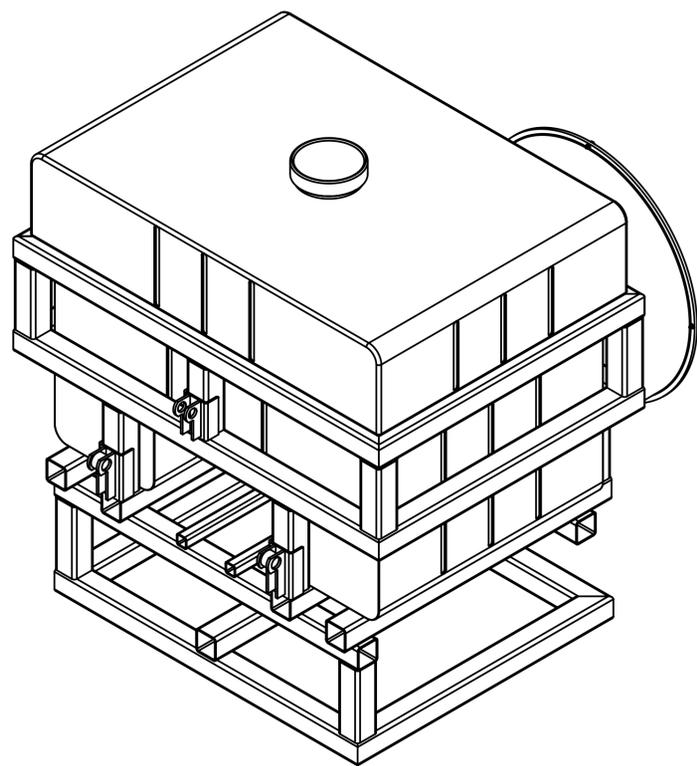
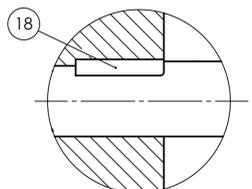
DETALJ C
M 1:2



DETALJ F
M 1:2



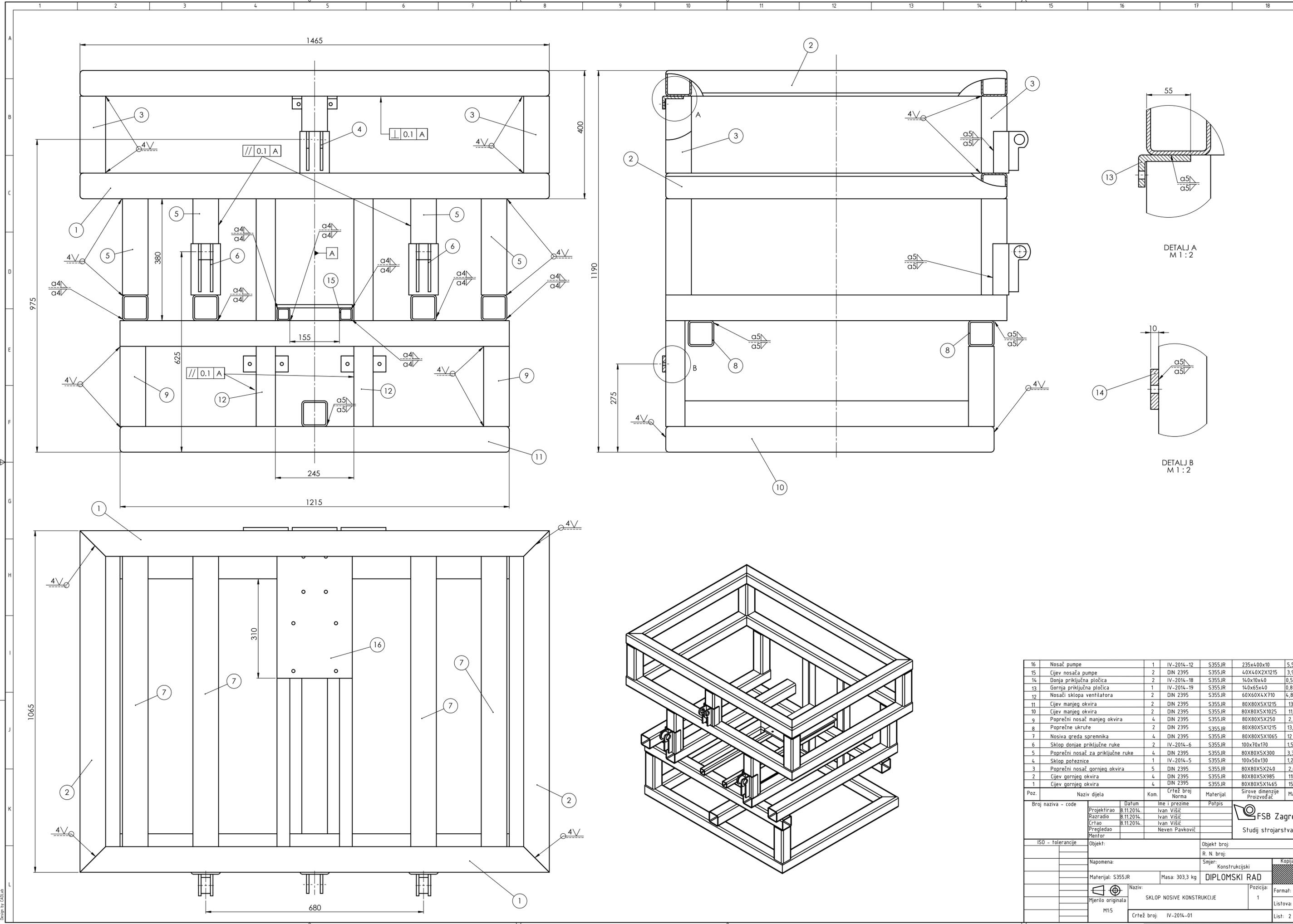
DETALJ A
M 1:2



30	VIJAK M30	1	DIN EN 7040	8,8				
29	PODLOŽNA PLOČICA $\varnothing 6$	1	DIN 6902	5,6				
28	MATICA M6	4	DIN 6921	5,6				
27	VIJAK M6x25	4	DIN 6921	5,6				
26	MATICA M8	6	DIN 6923	5,6				
25	VIJAK M8x25	6	DIN 6921	5,6				
24	PODLOŽNA PLOČICA $\varnothing 10$	10	DIN 6902	5,6				
23	MATICA M10	10	DIN EN 28673	5,6				
22	VIJAK M10x40	10	DIN EN 24015	5,6				
21	POKLOPAC SPREMNIKA	1	IV-2014-21	PE	$\varnothing 220 \times 50$	0,5 kg		
20	ZAŠTITNA MREŽA	1			HARDI			
19	MLAZNICA	8			HARDI			
18	PERO	1	DIN 6885-3					
17	KUGLIČNI LEŽAJ	1	6310 2RS					
16	MULTIPLIKATOR 13,8	1			100x300x20	9,5 kg		
15	KLIPNO-MEMBRANSKA PUMPA	1			COMET	18,4 kg		
14	DIFUZOR	2	IV-2014-14	AlSi	100x300x20	0,64 kg		
13	ZAŠTITA	1	IV-2014-13	AlSi	$\varnothing 1000 \times 8$	16,2 kg		
12	VENTILATOR AB750	1			HARDI	10kg		
11	GORNJI C-PROFIL	1	IV-2014-11	S355JR	100x130x50	0,5 kg		
10	DONJI C-PROFIL	1	IV-2014-10	S355JR	460x100x90	2,6 kg		
9	VRATILO	1	IV-2014-09	S355JR	$\varnothing 50 \times 460$	4,5 kg		
8	POKLOPAC GLAVINE	1	IV-2014-08	S235JR	$\varnothing 140 \times 25$	1,2 kg		
7	GLAVINA	1	IV-2014-07	S235JR	$\varnothing 200 \times 55$	3,8 kg		
6	SKLOP DONJE PRIKLJUČNE RUKE	2	IV-2014-06	S355JR	90x117x160	1,5 kg		
5	SKLOP POTEZNIČE	1	IV-2014-05	S355JR	90x110x150	1,24 kg		
4	SKLOP NOSAČA MLAZNICA	1	IV-2014-04	S235JR	$\varnothing 400 \times 50$	2,3 kg		
3	KUČIŠTE VENTILATORA	1	IV-2014-03	AlSi	$\varnothing 850 \times 400$	20 kg		
2	SPREMNIK	1	IV-2014-02	PE	1400x1000x1000	50 kg		
1	SKLOP NOSIVE KONSTRUKCIJE	1	IV-2014-01	S355JR	1465x1065x1190	330,3 kg		

Naziv dijela		Kom.	Crtež broj	Norma	Materijal	Sirove dimenzije	Masa
Broj naziva - code							
Projektirao		16.11.2014.	Ivan Višić				
Razradio		16.11.2014.	Ivan Višić				
Crtao		16.11.2014.	Ivan Višić				
Pregledao			prof. Neven Pavković				
Mentor							
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		R. N. broj:	
$\varnothing 110H7/f6$		+0,04 -0,013					
$\varnothing 50H6/k5$		+0,011 +0,002		Napomena:		Smjer: Konstruktivski	
Materijal:		Masa: 4,75 kg		DIPLOMSKI RAD		Kopija	
Mjerilo originala		Naziv: NOŠENA TRAKTORSKA PRSKALICA		Pozicija: Formati: A1		Listova: 25	
M1:5		Crtež broj: IV-2014-00		List: 1			

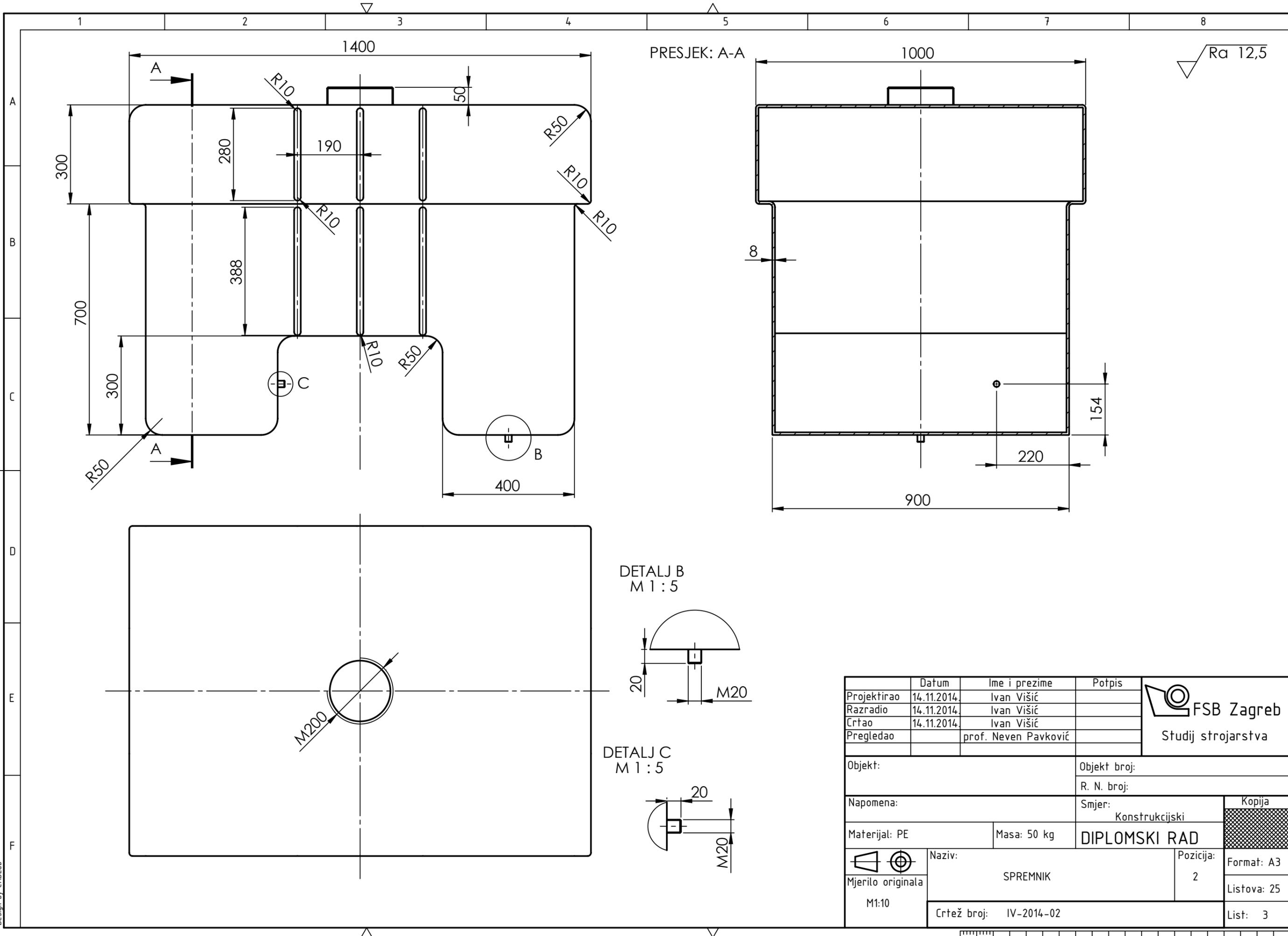




16	Nosač pumpe	1	IV-2014-12	S355JR	235x400x10	5,5 kg	
15	Cijev nosača pumpe	2	DIN 2395	S355JR	40x40x2x1215	3,9 kg	
14	Donja priključna pločica	2	IV-2014-18	S355JR	140x10x40	0,52 kg	
13	Gornja priključna pločica	1	IV-2014-19	S355JR	140x65x40	0,82 kg	
12	Nosači sklopa ventilatora	2	DIN 2395	S355JR	60x60x4x710	4,85 kg	
11	Cijev manjeg okvira	2	DIN 2395	S355JR	80x80x5x1215	13 kg	
10	Cijev manjeg okvira	2	DIN 2395	S355JR	80x80x5x1025	11,5 kg	
9	Poprečni nosač za priključne ruke	4	DIN 2395	S355JR	80x80x5x250	2,7 kg	
8	Poprečne ukrute	2	DIN 2395	S355JR	80x80x5x1215	13,4 kg	
7	Nosiva greda spremnika	4	DIN 2395	S355JR	80x80x5x1065	12 kg	
6	Sklop donjaj priključne ruke	2	IV-2014-6	S355JR	100x70x70	1,5 kg	
5	Poprečni nosač za priključne ruke	4	DIN 2395	S355JR	80x80x5x300	3,3 kg	
4	Sklop poteznice	1	IV-2014-5	S355JR	100x50x130	1,24 kg	
3	Poprečni nosač gornjeg okvira	5	DIN 2395	S355JR	80x80x5x240	2,6 kg	
2	Cijev gornjeg okvira	4	DIN 2395	S355JR	80x80x5x985	11kg	
1	Cijev gornjeg okvira	4	DIN 2395	S355JR	80x80x5x1465	15kg	
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj	Norma	Materijal	Sirove dimenzije	Masa
Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime	Potpis				
	Projekcija	8.11.2014.	Ivan Višić				
	Razradio	8.11.2014.	Ivan Višić				
	Crtao	8.11.2014.	Ivan Višić				
	Pregledao		Neven Pavković				
	Mentor						
ISO - tolerancije	Objekt:	Objekt broj:					
		R. N. broj:					
	Napomena:	Smjer:		Kopija			
	Materijal: S355JR	Masa: 303,3 kg	DIPLOMSKI RAD				
	Mjerilo originala	Naziv: SKLOP NOSIVE KONSTRUKCIJE	Pozicija: 1	Format: A1			
	M1:5	Listova: 25					
	Crtež broj: IV-2014-01						List: 2

Dizajnirao: E.Čuček





Ra 12,5

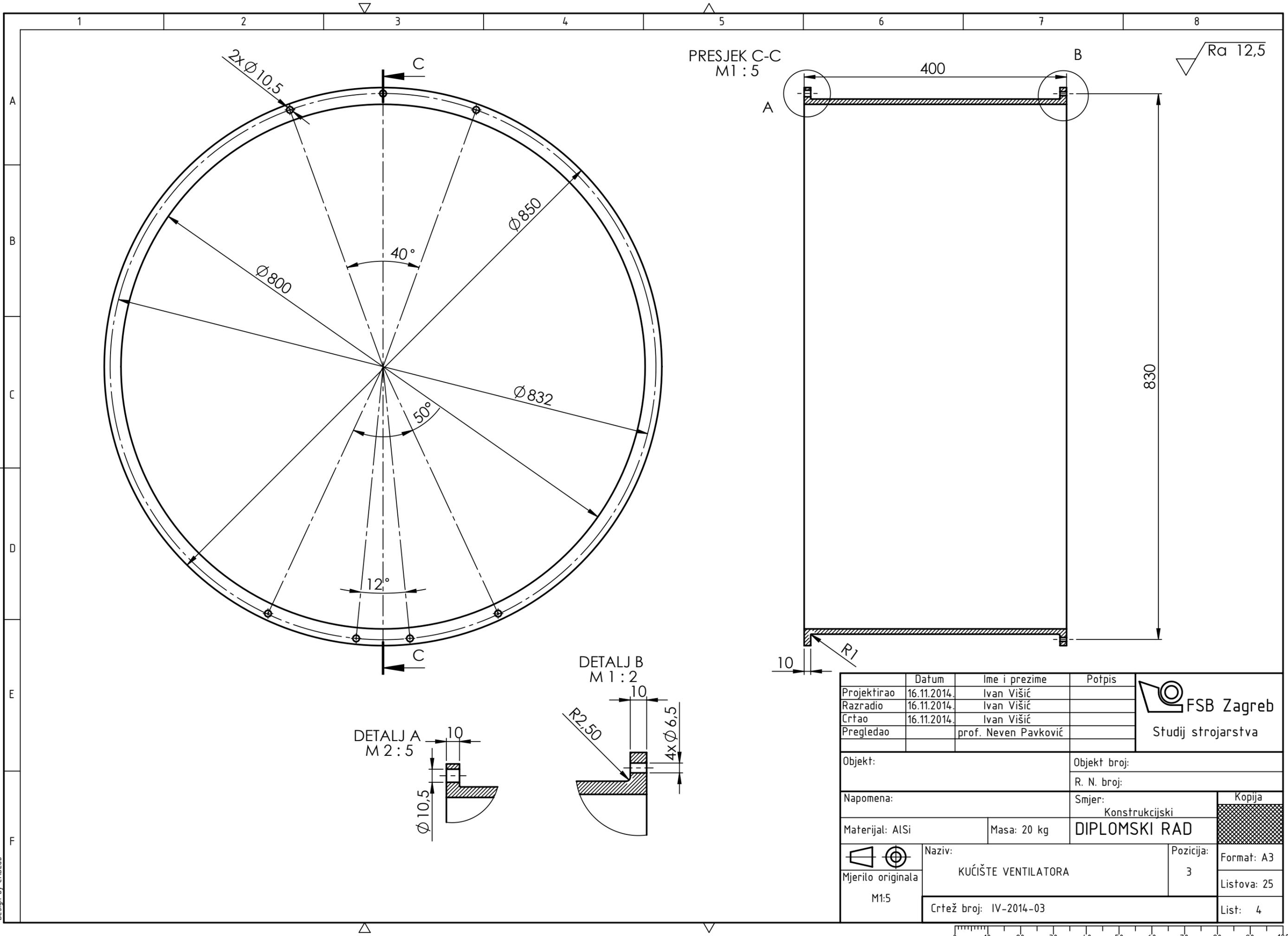
PRESJEK: A-A

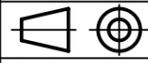
DETALJ B
M 1:5

DETALJ C
M 1:5

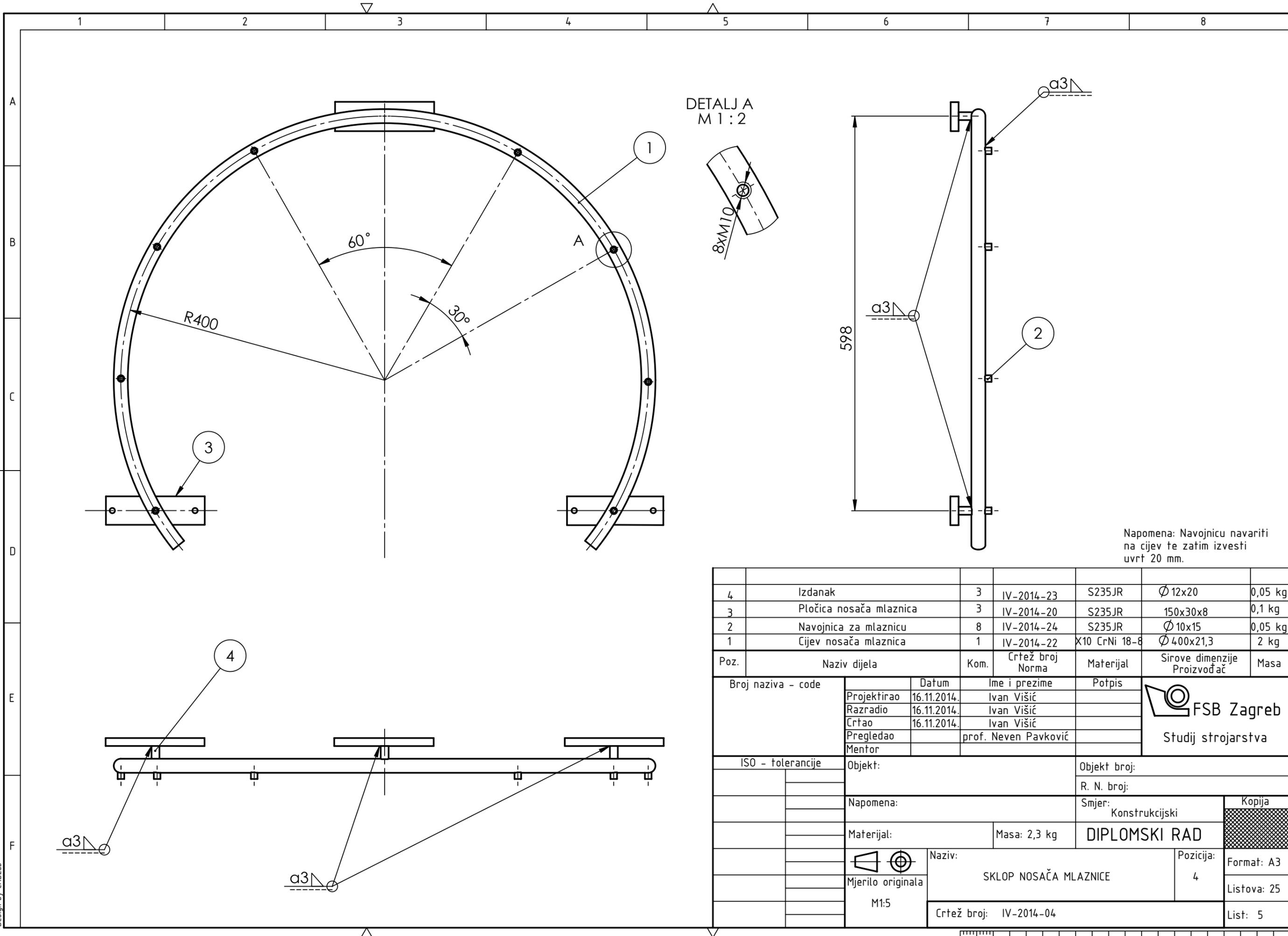
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	14.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	14.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	14.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		Kopija
		R. N. broj:		
Napomena:		Smjer:		DIPLOMSKI RAD
		Konstrukcijski		
Materijal: PE		Masa: 50 kg		Format: A3 Listova: 25
 Mjerilo originala M1:10		Naziv: SPREMNİK		
		Crtež broj: IV-2014-02		List: 3





Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 Studij strojarstva
Razradio	16.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	16.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		R. N. broj: Smjer: Konstrukcijski
Napomena:		DIPLOMSKI RAD		
Materijal: ALSi		Masa: 20 kg	Naziv: KUĆIŠTE VENTILATORA	
 Mjerilo originala M1:5		Pozicija: 3		Format: A3 Listova: 25
Crtež broj: IV-2014-03			List: 4	

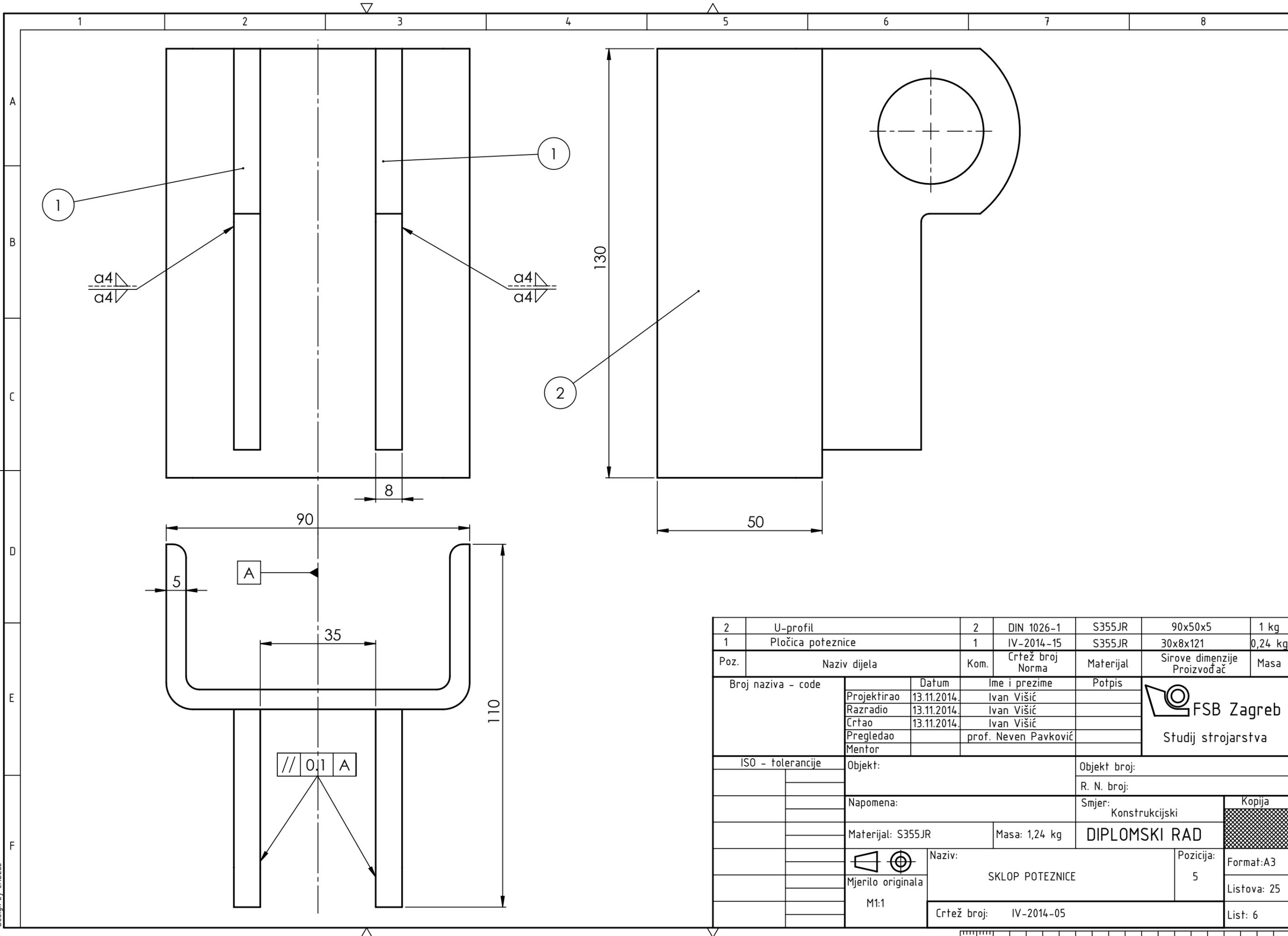


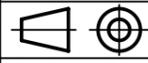


Napomena: Navojnicu navariti na cijev te zatim izvesti uvrst 20 mm.

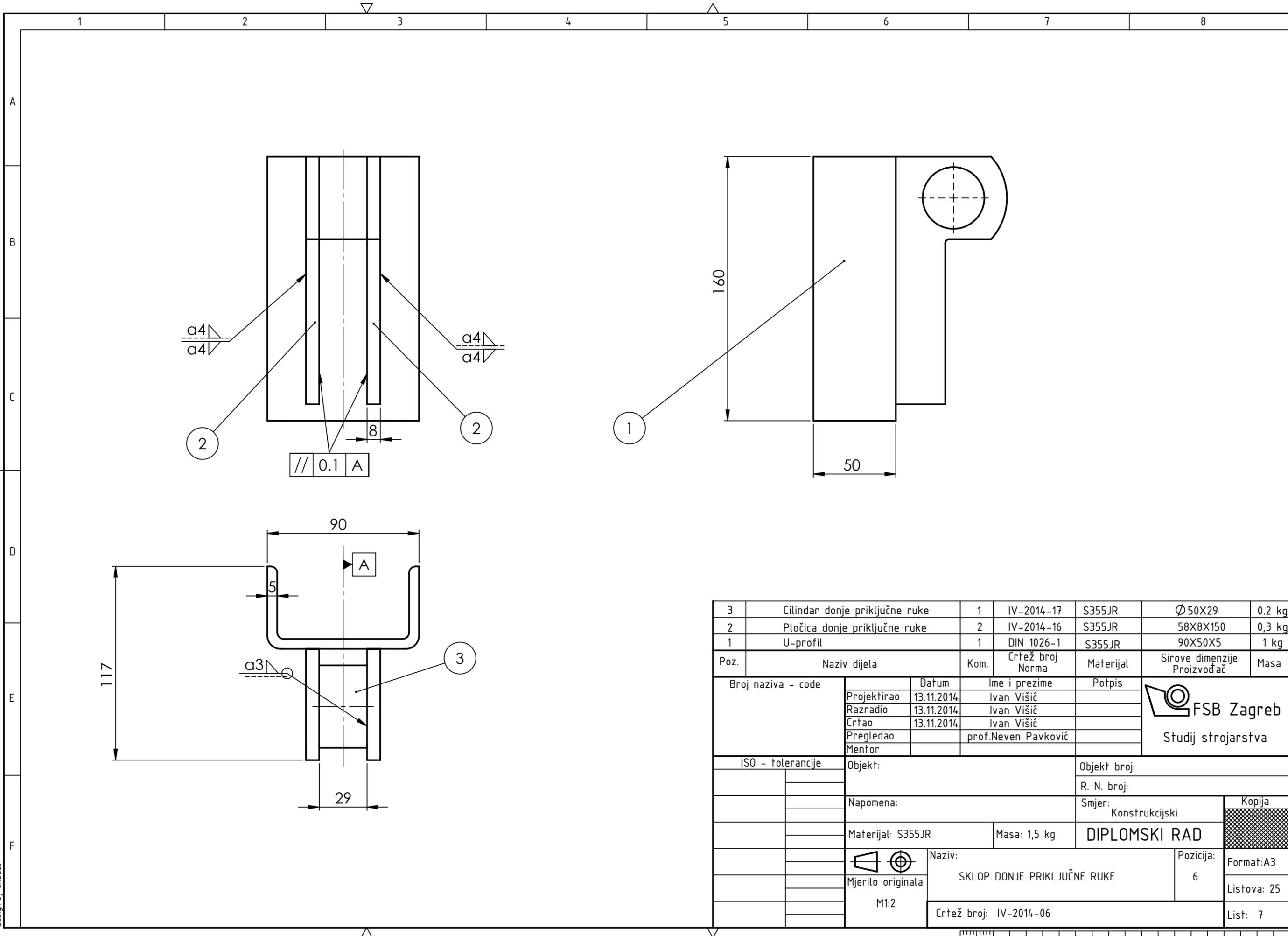
4	Izdanak	3	IV-2014-23	S235JR	Ø 12x20	0,05 kg
3	Pločica nosača mlaznica	3	IV-2014-20	S235JR	150x30x8	0,1 kg
2	Navojnica za mlaznicu	8	IV-2014-24	S235JR	Ø 10x15	0,05 kg
1	Cijev nosača mlaznica	1	IV-2014-22	X10 CrNi 18-8	Ø 400x21,3	2 kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva	
Projektirao		16.11.2014.	Ivan Višić			
Razradio		16.11.2014.	Ivan Višić			
Crtao		16.11.2014.	Ivan Višić			
Pregledao			prof. Neven Pavković			
Mentor						
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
				R. N. broj:		
		Napomena:		Smjer: Konstrukcijski		Kopija
		Materijal:		Masa: 2,3 kg		DIPLOMSKI RAD
		Mjerilo originala		Naziv: SKLOP NOSAČA MLAZNICE		Pozicija: 4
		M1:5		Crtež broj: IV-2014-04		Format: A3
						Listova: 25
						List: 5

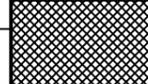


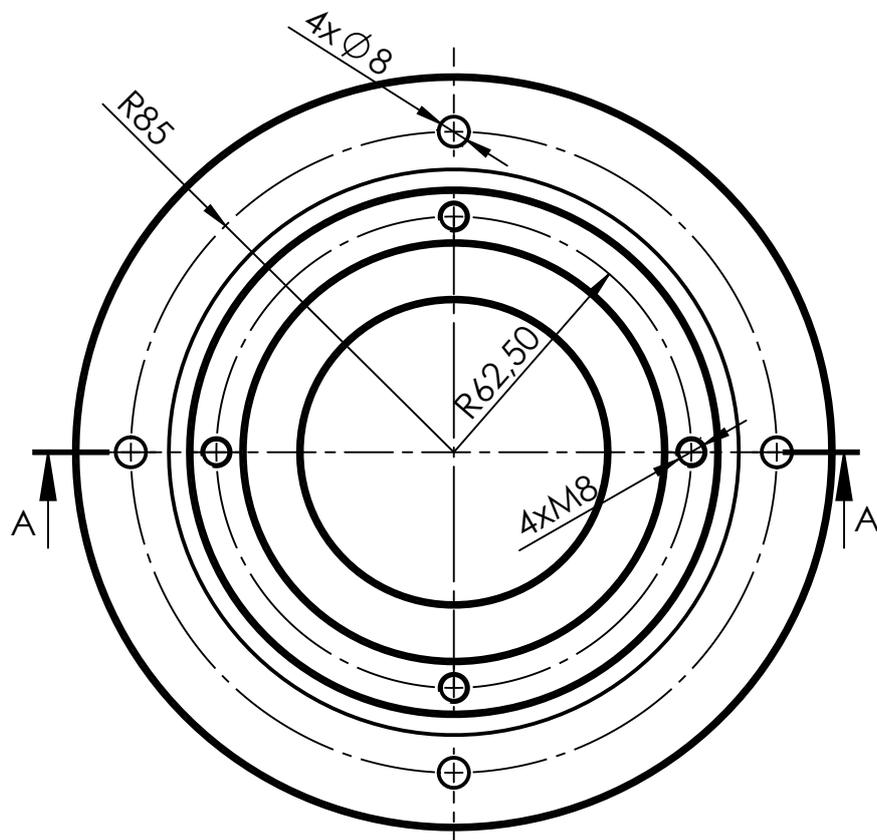


2	U-profil	2	DIN 1026-1	S355JR	90x50x5	1 kg
1	Pločica poteznice	1	IV-2014-15	S355JR	30x8x121	0,24 kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva	
Projektirao		13.11.2014.	Ivan Višić			
Razradio		13.11.2014.	Ivan Višić			
Crtao		13.11.2014.	Ivan Višić			
Pregledao			prof. Neven Pavković			
Mentor						
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
					R. N. broj:	
		Napomena:			Smjer: Konstruktivski	
		Materijal: S355JR		Masa: 1,24 kg	DIPLOMSKI RAD	
		 Mjerilo originala M1:1			Naziv: SKLOP POTEZNICE	
					Pozicija: 5	
		Crtež broj: IV-2014-05			Format: A3	
					Listova: 25	
					List: 6	

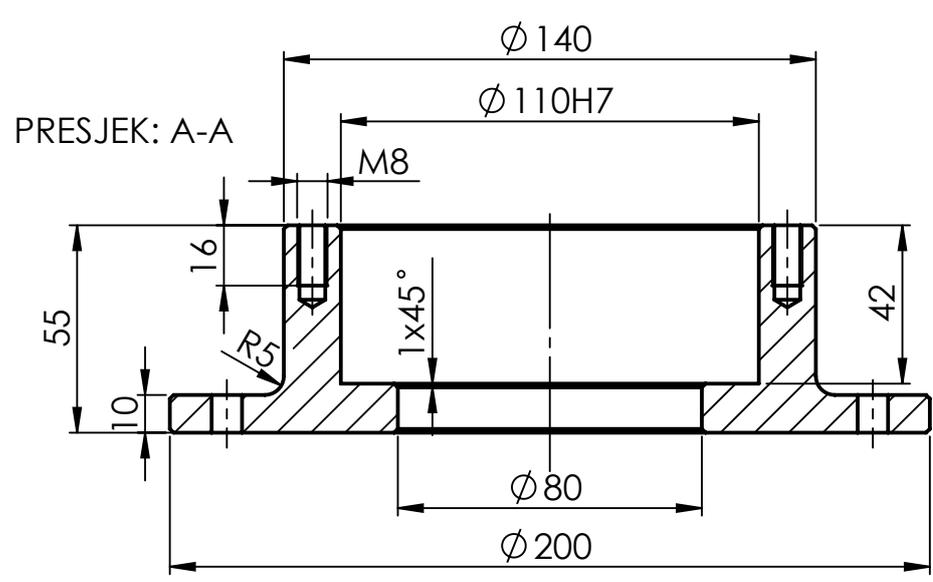




3	Cilindar donje priključne ruke	1	IV-2014-17	S355JR	Ø50X29	0.2 kg
2	Pločica donje priključne ruke	2	IV-2014-16	S355JR	58X8X150	0,3 kg
1	U-profil	1	DIN 1026-1	S355JR	90X50X5	1 kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva	
Projektirao		13.11.2014	Ivan Višić			
Razradio		13.11.2014	Ivan Višić			
Crtao		13.11.2014	Ivan Višić			
Pregledao			prof.Neven Pavković			
Mentor						
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
					R. N. broj:	
		Napomena:			Smjer: Konstruktivski	
		Materijal: S355JR		Masa: 1,5 kg	DIPLOMSKI RAD	
		Naziv: SKLOP DONJE PRIKLJUČNE RUKE			Pozicija: 6	 Kopija
		Mjerilo originala: M1:2			Format: A3	
		Crtež broj: IV-2014-06			Listova: 25	List: 7



Ra 12,5

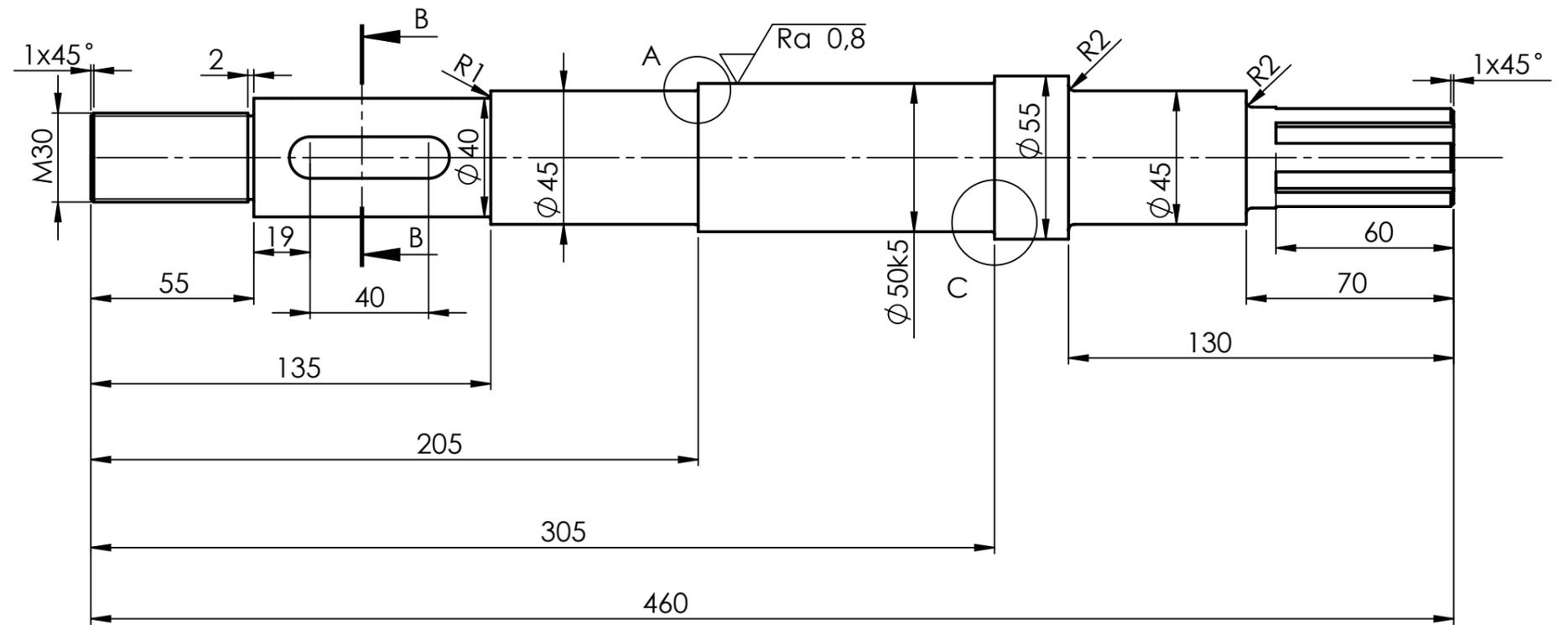
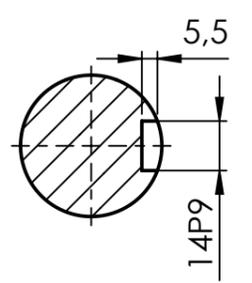


Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
	Razradio	15.11.2014.	Ivan Višić		
	Crtao	15.11.2014.	Ivan Višić		
	Pregledao		prof. Neven Pavković		
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
Ø110H7	+0,035 0				R. N. broj:
	Napomena: Sve oštre bridove skinuti 1/45°			Smjer:	Kopija
	Materijal: S235JR		Masa: 3,8 kg	Konstruktivski	
	Naziv:			DIPLOMSKI RAD	
	Mjerilo originala		GLAVINA	Pozicija:	Format: A4
	M2:1		Crtež broj: IV-2014-07	7	Listova: 25
					List: 8

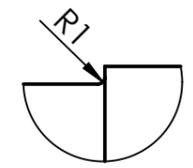
Design by CADLab

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

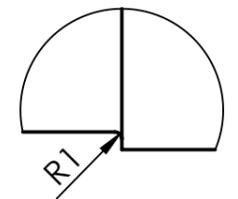
PRESJEK: B-B



DETALJ A
M 1:1



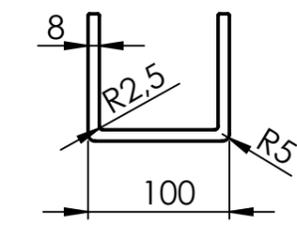
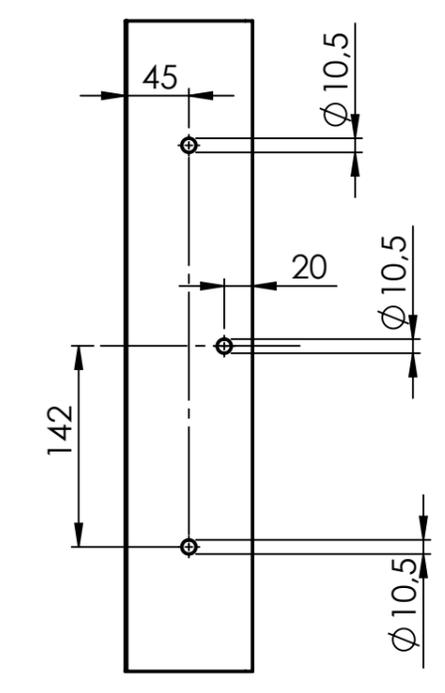
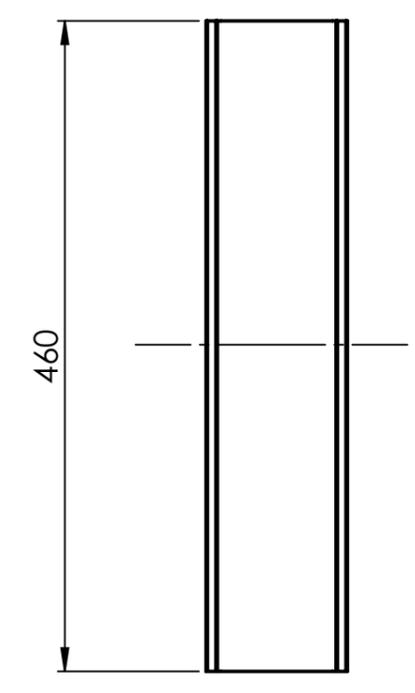
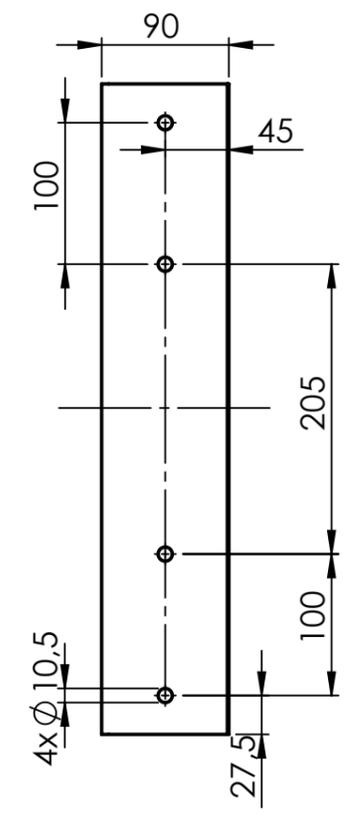
DETALJ C
M 1:1



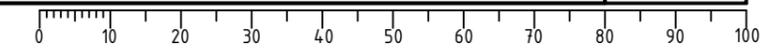
Napomena: Desni kraj vratila izveden prema standardu ISO 500-3

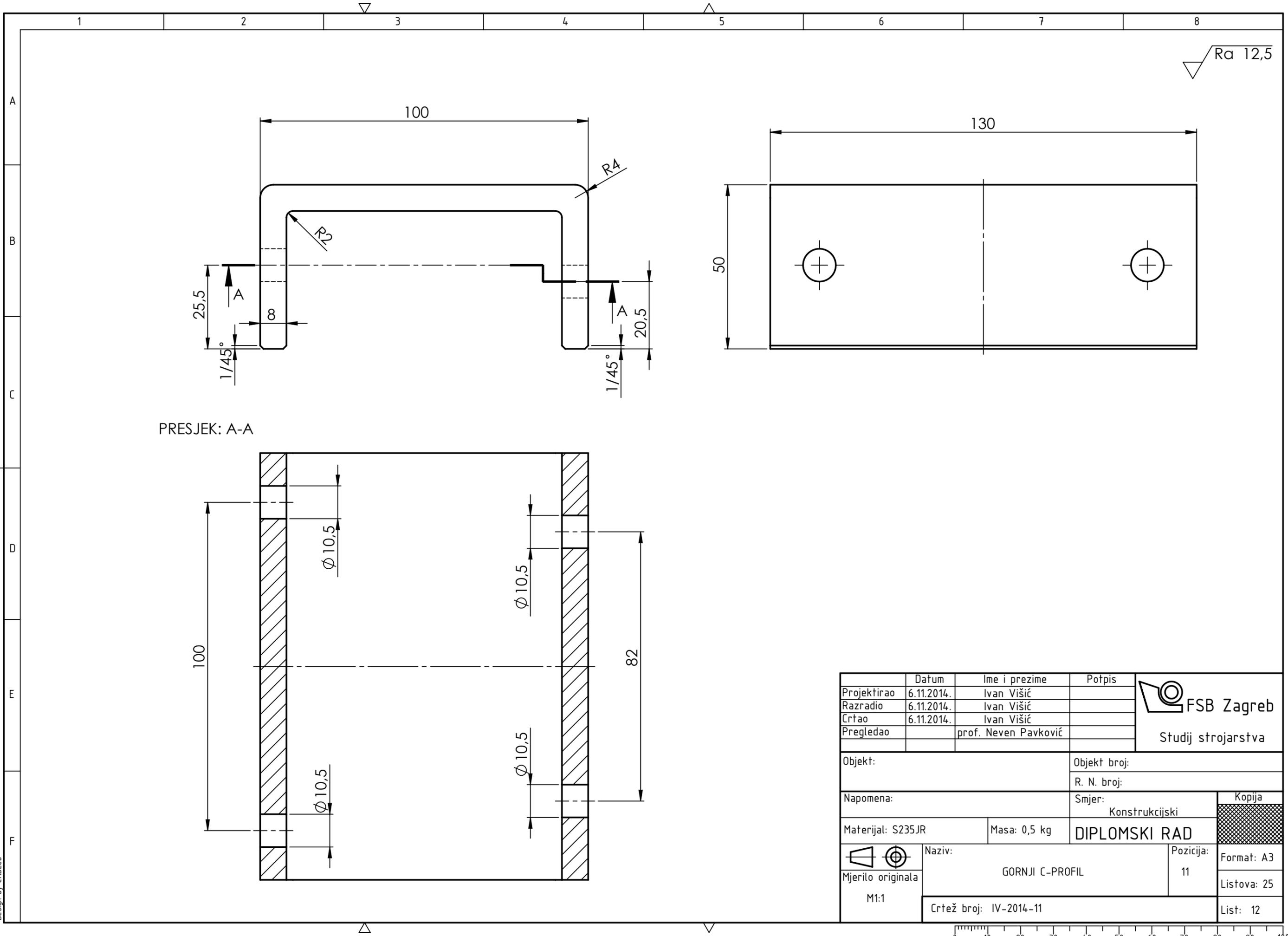
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 Studij strojarstva
	Razradio	15.11.2014.	Ivan Višić		
	Crtao	15.11.2014.	Ivan Višić		
	Pregledao		prof. Neven Pavković		
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:	
14P9	-0,018 -0,061			R. N. broj:	
Ø 50k5	+0,015 +0,002	Napomena:		Smjer: Konstrukcijski	
		Materijal: S355JR		Masa: 4,5 kg	
		Naziv:		DIPLOMSKI RAD	
		Mjerilo originala		Pozicija: 9	
		M1:2		Format: A3	
		Crtež broj: IV-2014-09		Listova: 25	
				List: 10	

Ra 12,5

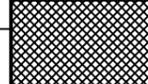


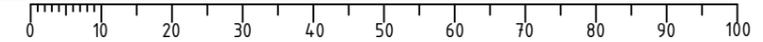
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	6.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof.Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena: Sve oštre bridove skinuti $1/45^\circ$		Smjer : Konstrukcijski		Kopija
Materijal: S355JR		Masa: 2.6 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Mjerilo originala M1:5	Naziv: DONJI C-PROFIL		Pozicija: 10	Format: A3
	Crtež broj: IV-2014-10			Listova: 25
				List: 11



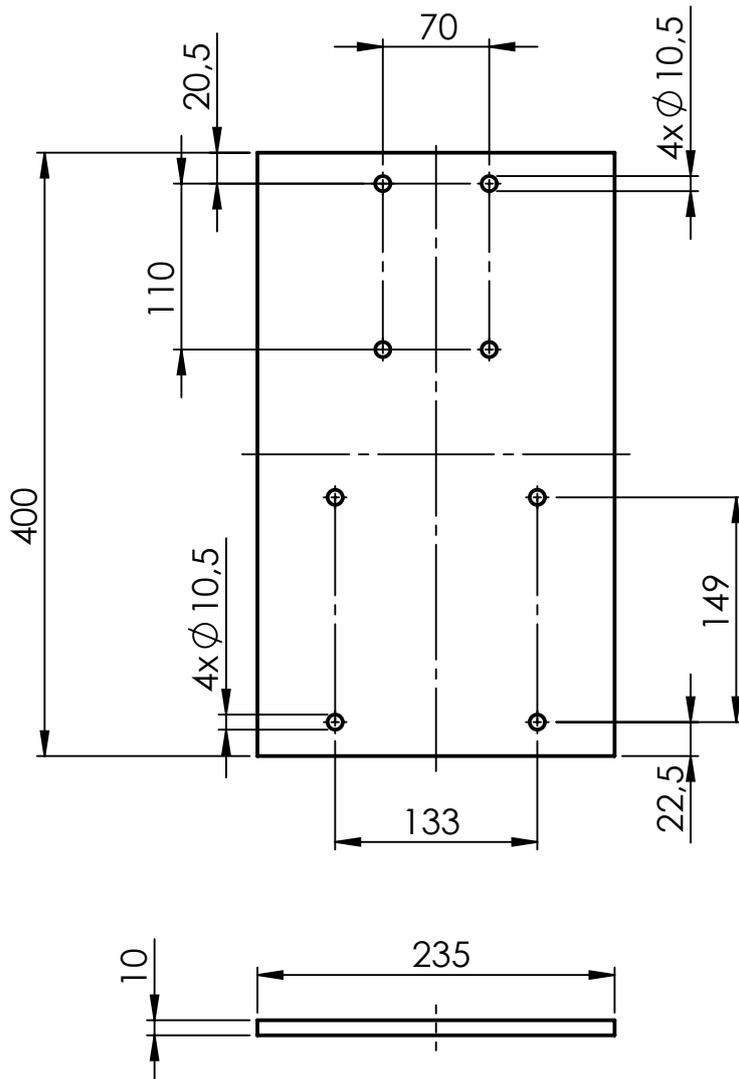


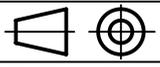
PRESJEK: A-A

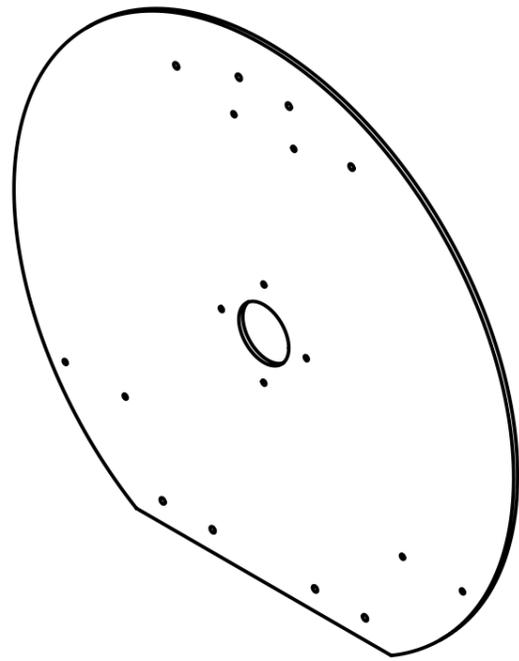
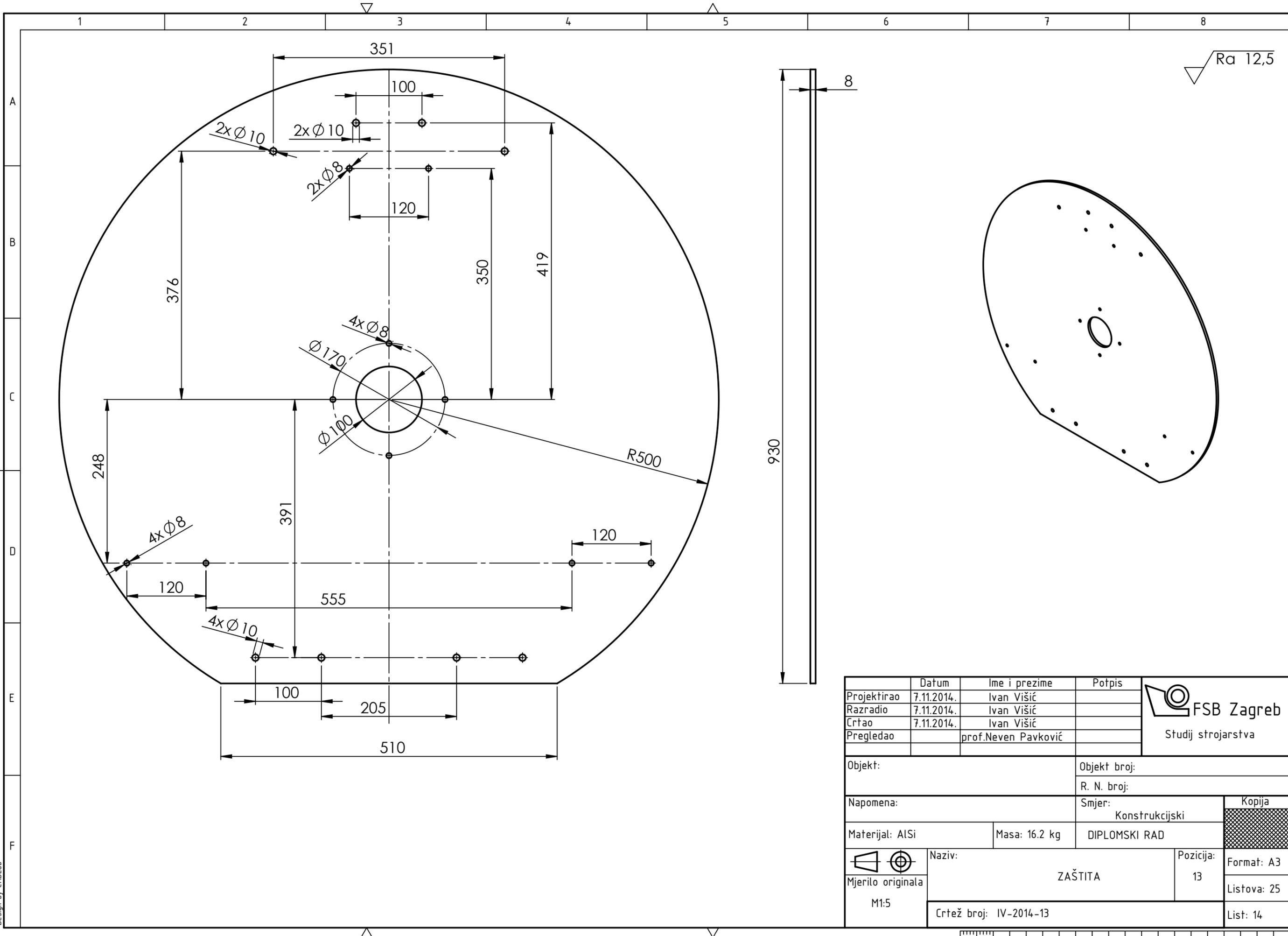
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 Studij strojarstva
Projektirao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	6.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:		Smjer: Konstruktivski		Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 0,5 kg		DIPLOMSKI RAD 
 Mjerilo originala M1:1		Naziv: GORNJI C-PROFIL		
		Crtež broj: IV-2014-11		Listova: 25
				List: 12

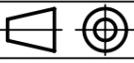


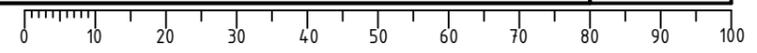
▽ Ra 12,5



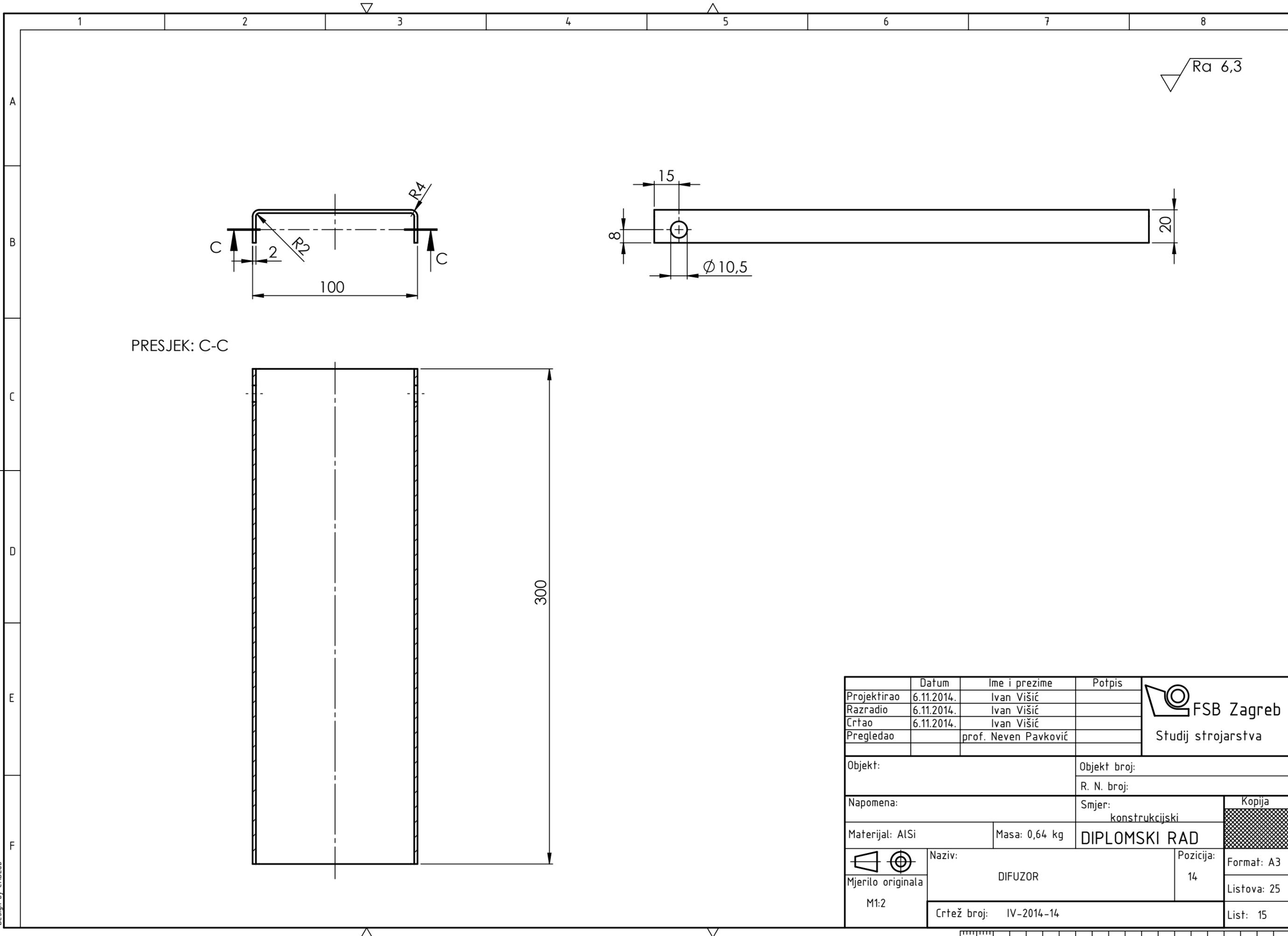
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	6.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:		Smjer: Konstrukcijski		Kopija
Materijal: S355JR		Masa: 5.5 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Naziv: NOSAČ PUMPE		Pozicija: 16		
Mjerilo originala		Crtež broj: IV-2014-12		Format: A4
M1:5				Listova: 25
				List: 13



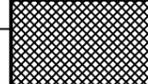
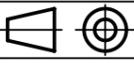
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	7.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	7.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	7.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof.Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:		Smjer:		Kopija
		Konstrukcijski		
Materijal: ALSi		Masa: 16.2 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Mjerilo originala M1:5	Naziv:		Pozicija:	Format: A3
	ZAŠTITA		13	Listova: 25
Crtež broj: IV-2014-13			List: 14	

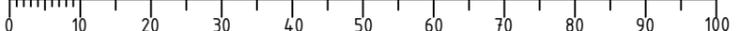


Design by CADLab

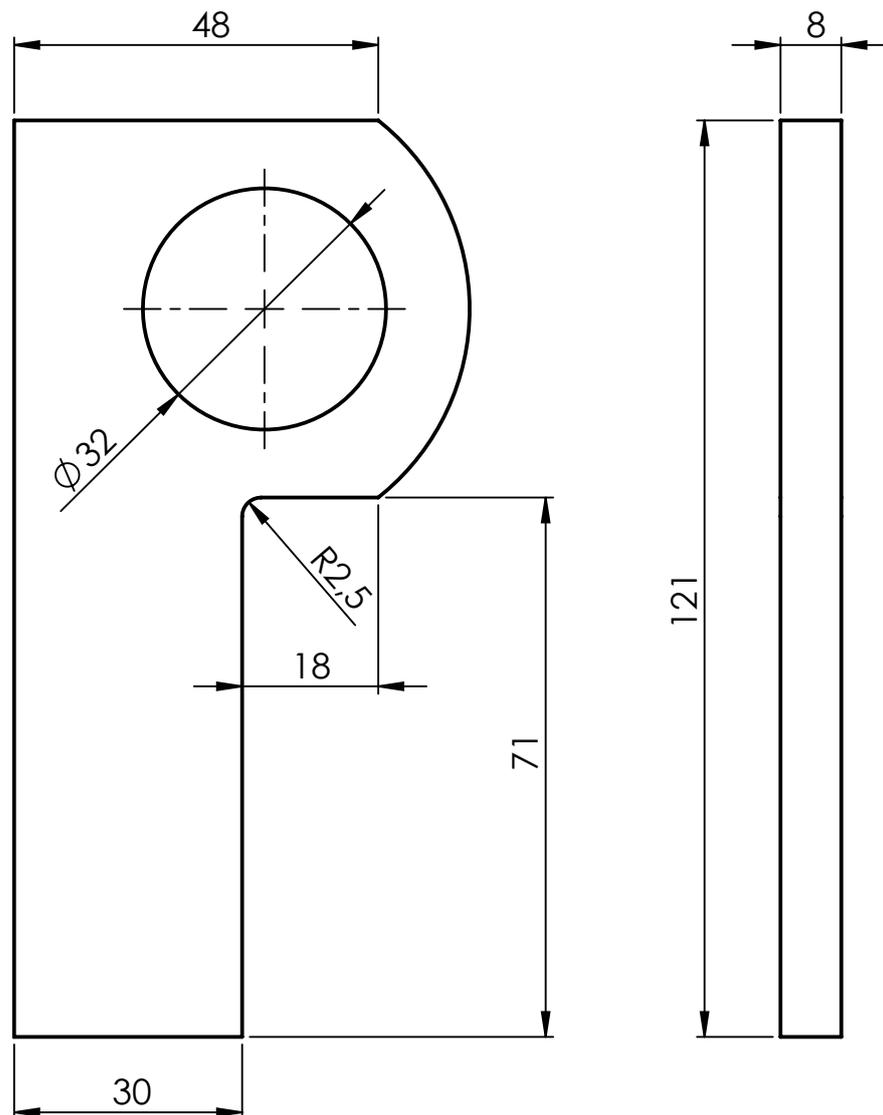


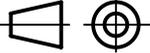
PRESJEK: C-C

	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	6.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Smjer:	Kopija
			konstrukcijski	
Materijal: ALSi		Masa: 0,64 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Mjerilo originala M1:2	Naziv:		Pozicija:	Format: A3
	DIFUZOR		14	Listova: 25
Crtež broj: IV-2014-14			List: 15	

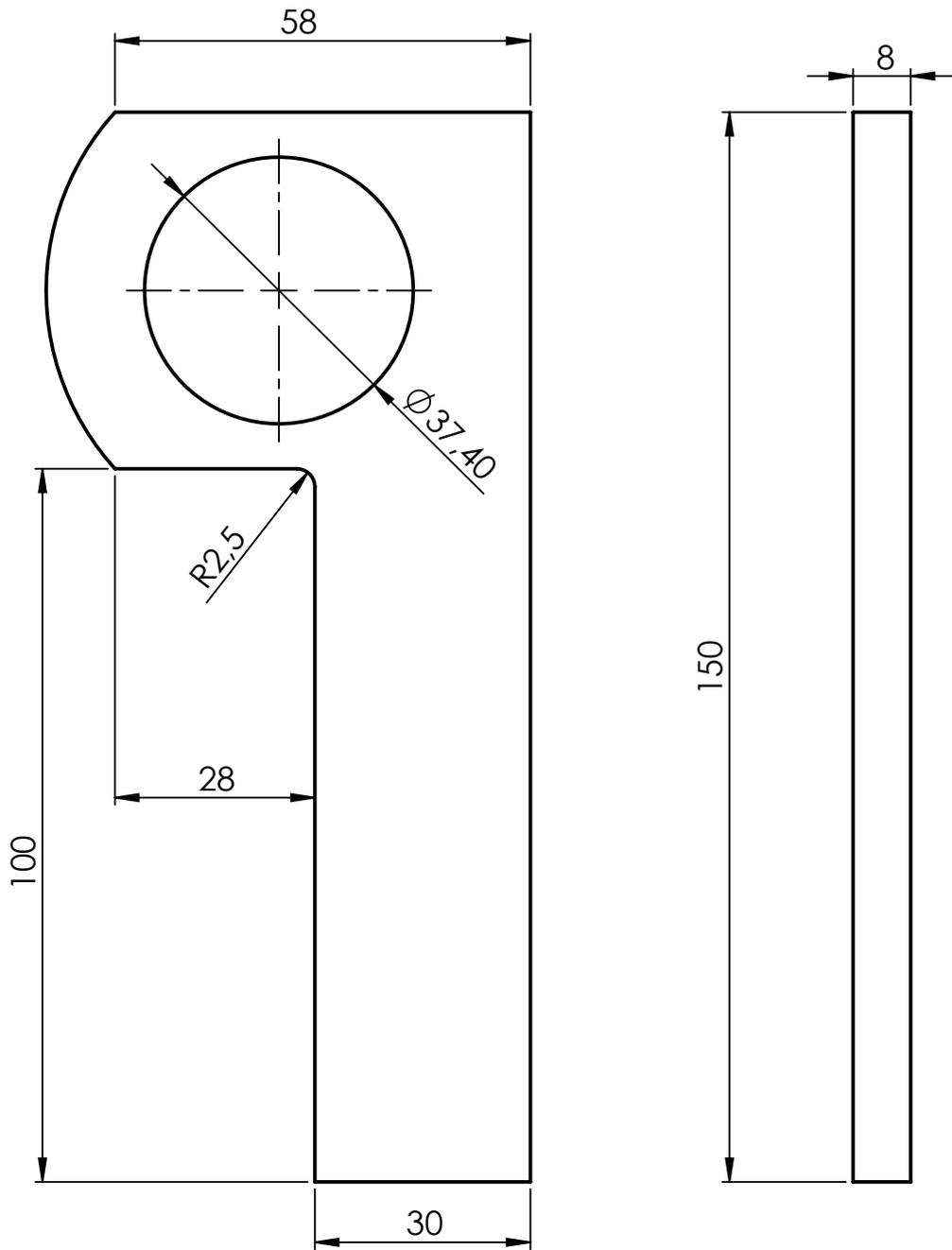


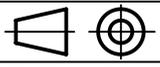
$\sqrt{Ra\ 12,5}$



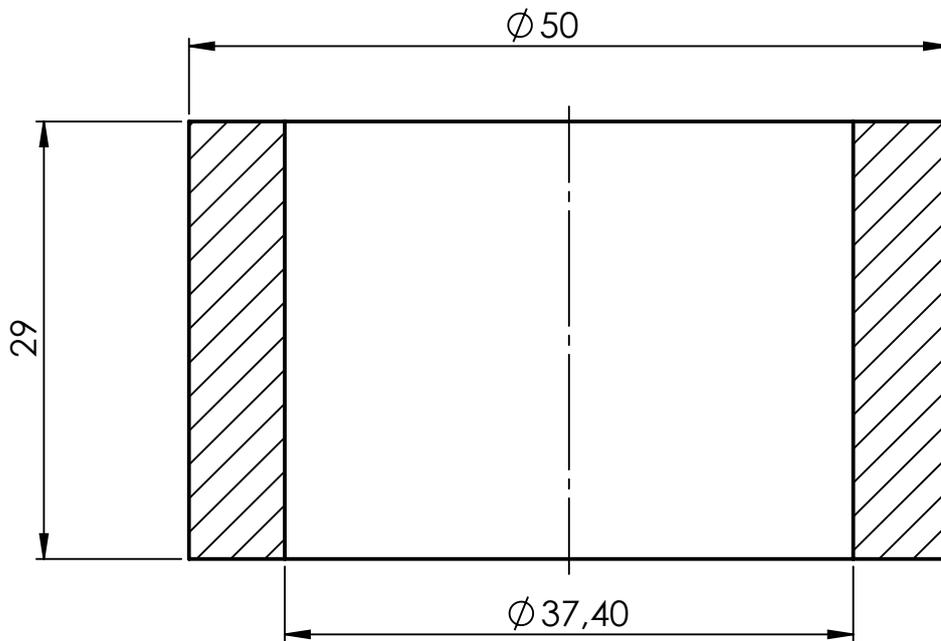
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	13.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	13.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	13.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:		Smjer: Konstrukcijski		Kopija
Materijal: S355JR		Masa: 0,242kg	DIPLOMSKI RAD	
 Naziv: PLOČICA POTEZNICE		Pozicija: 1		
Mjerilo originala				Format: A4
M1:1		Crtež broj: IV-2014-15		Listova: 25
				List: 16

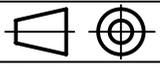
Ra 12,5



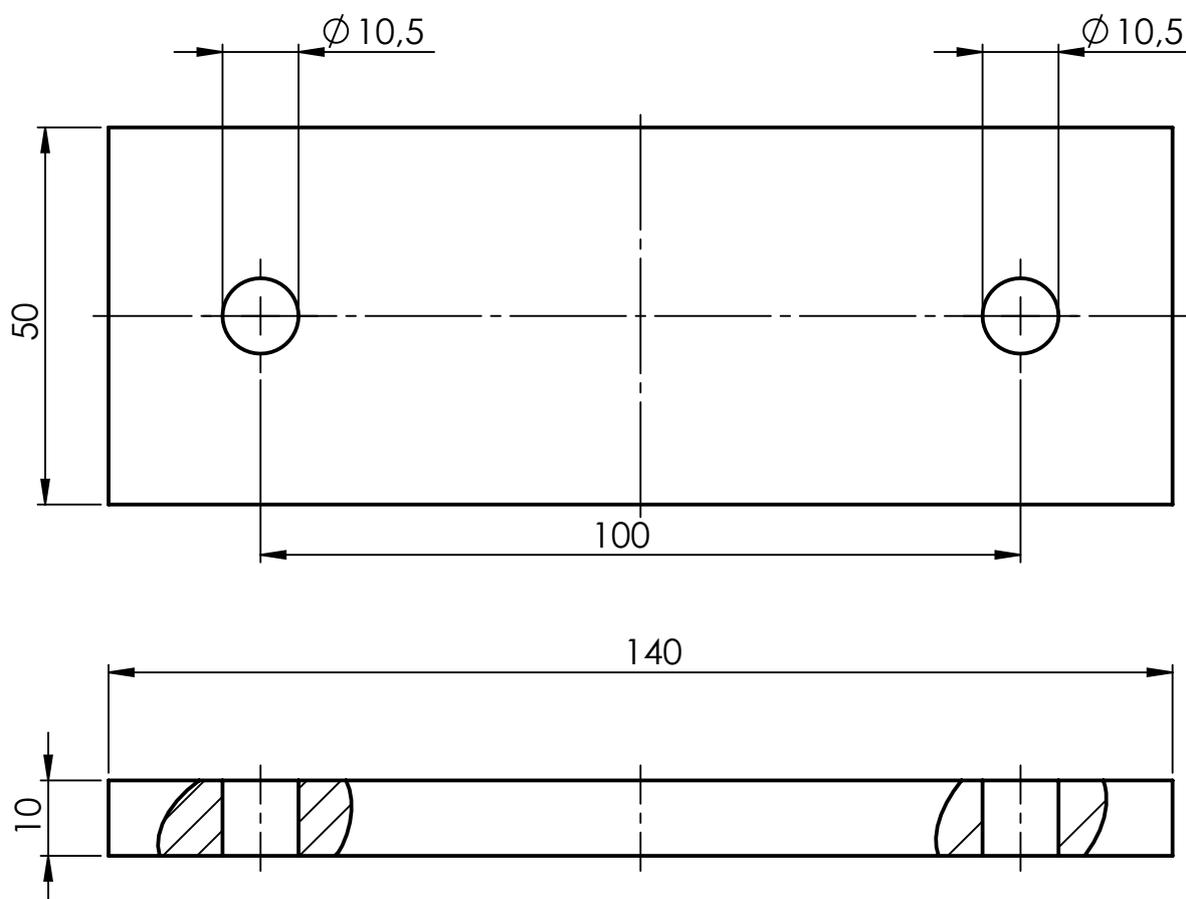
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	13.11.2014	Ivan Višić		
Razradio	13.11.2014	Ivan Višić		
Crtao	13.11.2014	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:		Smjer: Konstrukcijski		Kopija
Materijal: S355JR		Masa: 0,3 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Mjerilo originala M1:1	Naziv: PLOČICA DONJE PRIKLJUČNE RUKE		Pozicija: 2	Format: A4
	Crtež broj: IV-2014-16			Listova: 25
				List: 17

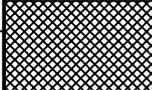
▽ Ra 12,5



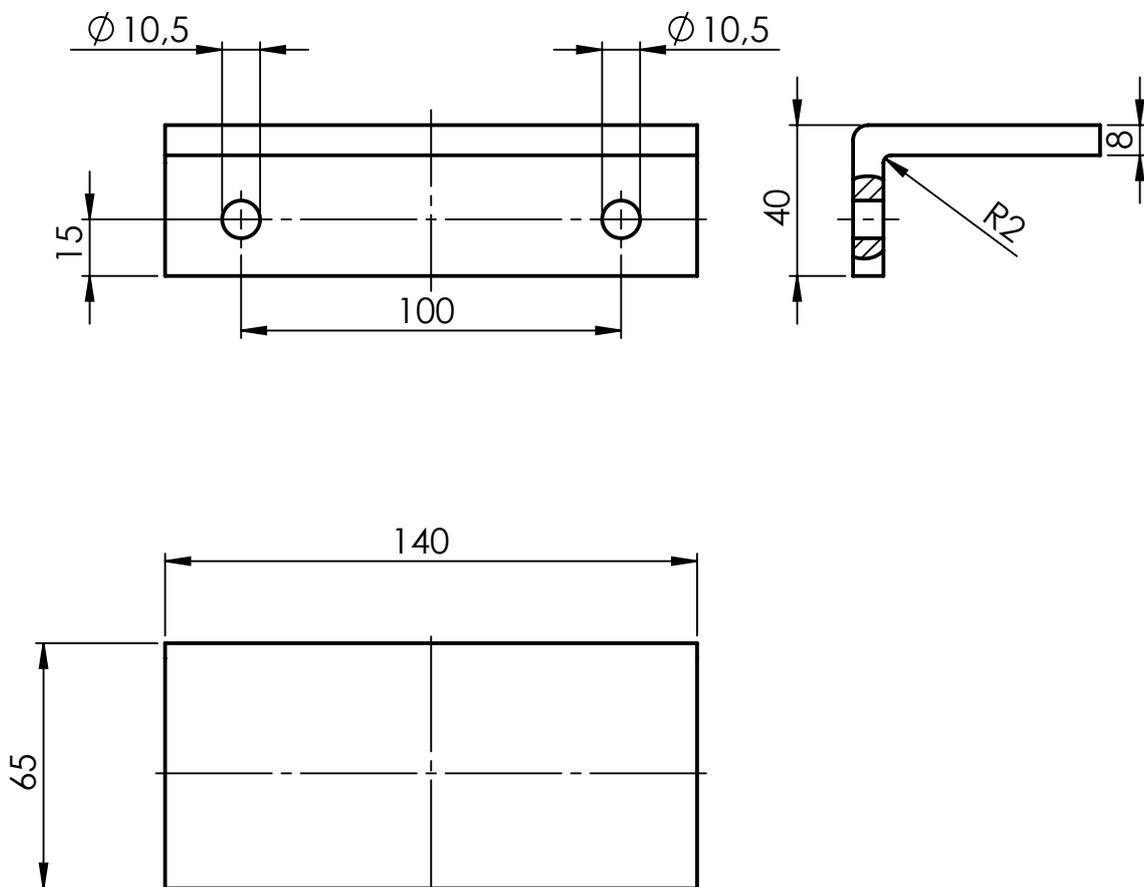
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva	
Projektirao	13.11.2014.	Ivan Višić			
Razradio	13.11.2014.	Ivan Višić			
Crtao	13.11.2014.	Ivan Višić			
Pregledao		prof. Neven Pavković			
Objekt:			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:			Smjer: Konstruktivski		Kopija
Materijal: S355JR		Masa: 0,2 kg	DIPLOMSKI RAD		
 Naziv:		CILINDAR DONJE PRIKLJUČNE RUKE		Pozicija: 3	
Mjerilo originala M2:1		Crtež broj: IV-2014-17		Format: A4	
					Listova: 25
					List: 18

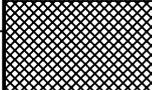
$\sqrt{Ra\ 25}$



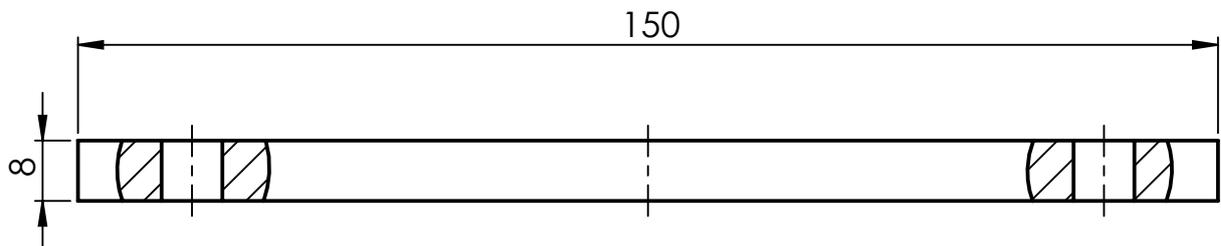
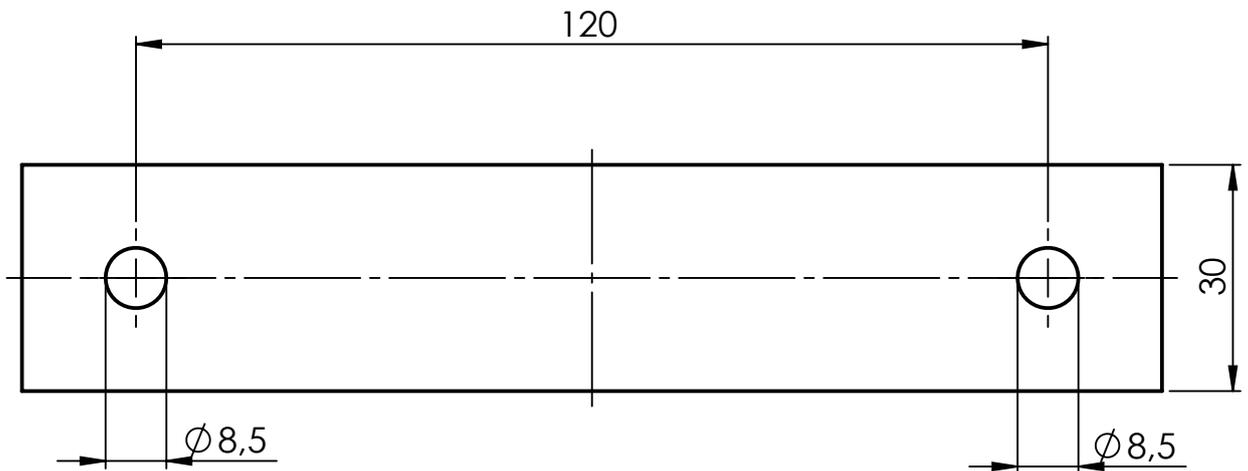
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	6.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof.Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Smjer: Konstrukcijski	Kopija
Materijal: S355JR		Masa: 0.526 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Mjerilo originala M1:1	Naziv: DONJA PRIKLJUČNA PLOČICA		Pozicija: 14	Format: A4
	Crtež broj: IV-2014-18			Listova: 25
				List: 19

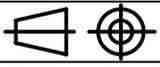
$\sqrt{Ra\ 25}$



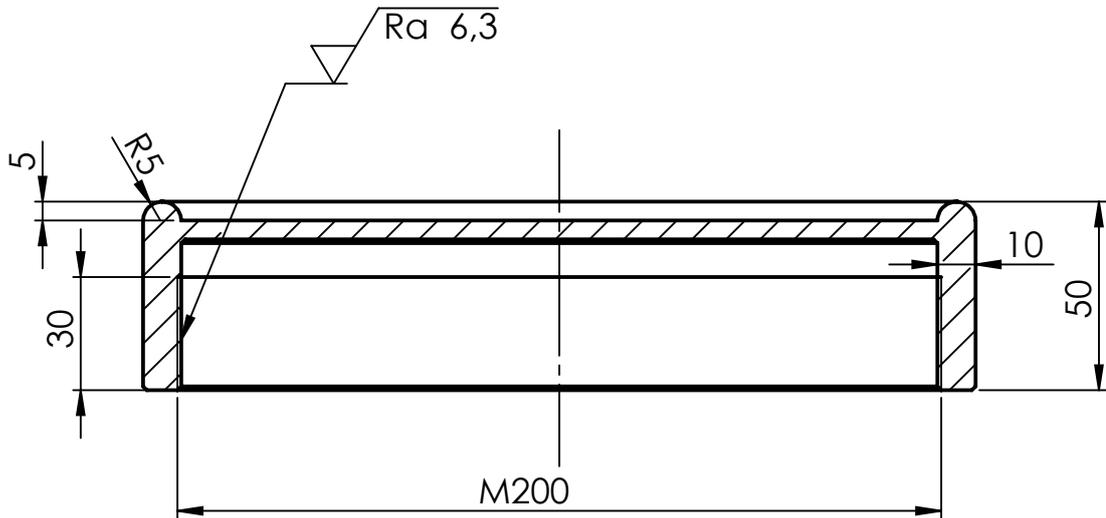
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	6.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof.Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Smjer : Konstrukcijski	Kopija
Materijal: S355JR		Masa: 0.82 kg	DIPLOMSKI RAD	
  Mjerilo originala M1:2	Naziv: GORNJA PRIKLJUČNA PLOČICA		Pozicija: 13	Format: A4
	Crtež broj: IV-2014-19			Listova: 25
				List: 20

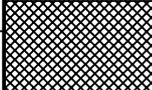
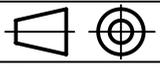
Ra 12,5

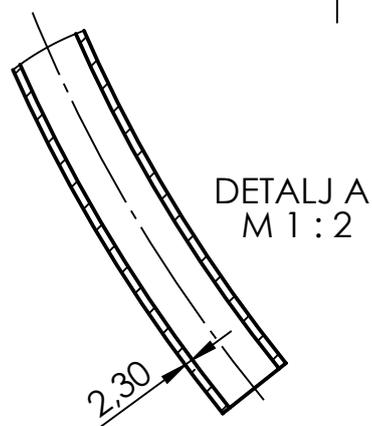
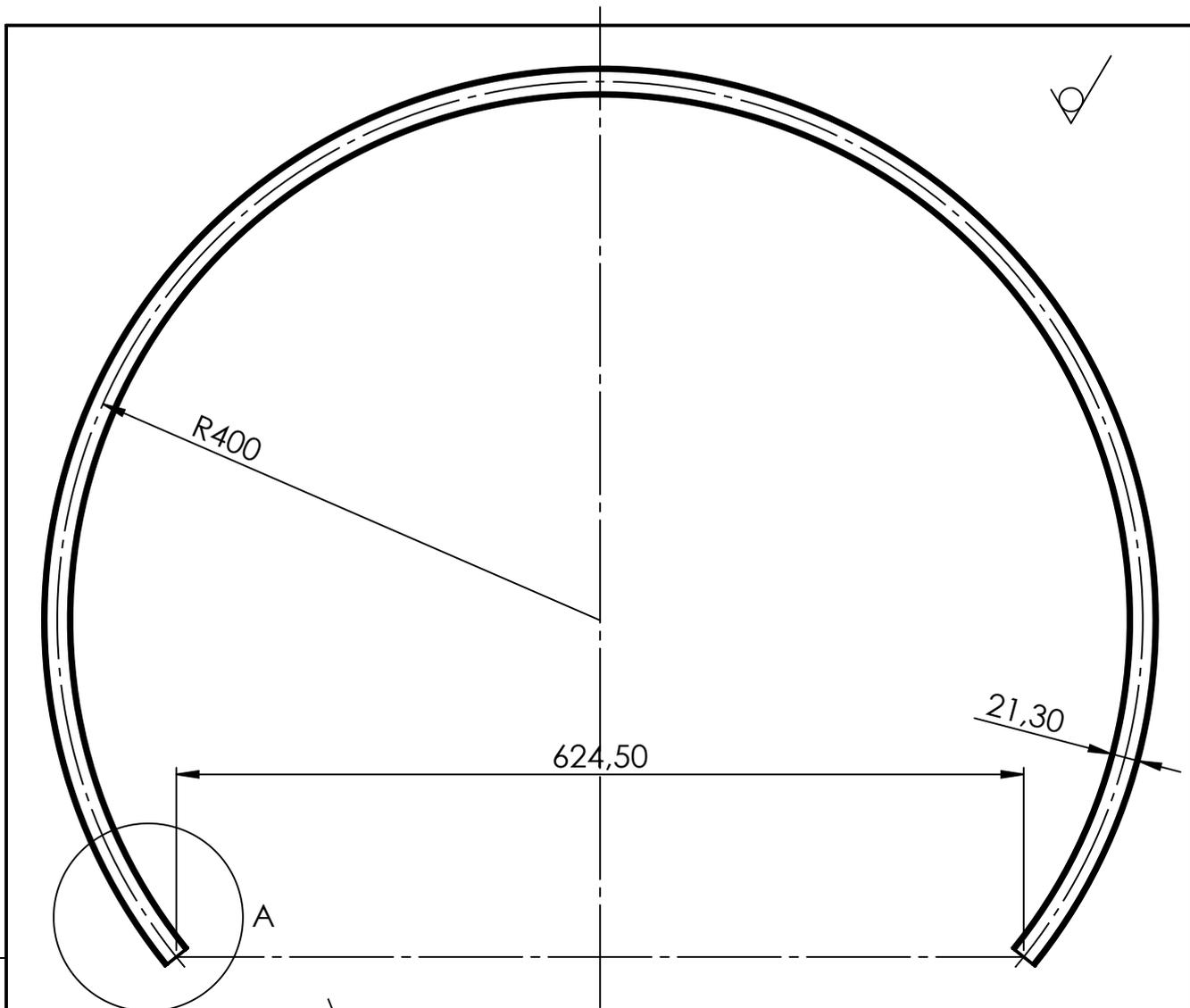


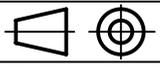
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	6.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	6.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Smjer: Konstrukcijski	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 0.1 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Mjerilo originala M1:1	Naziv: PLOČICA NOSAČA MLAZNICA		Pozicija: 3	Format: A4
	Crtež broj: IV-2014-20			Listova: 25
				List: 21

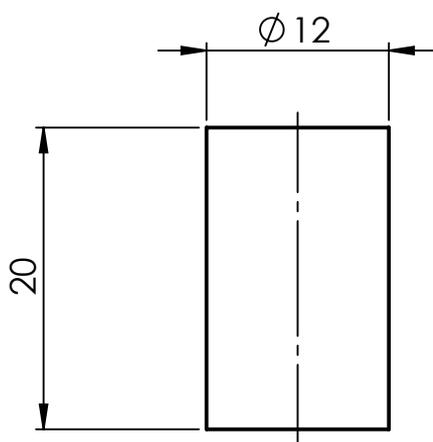
$\sqrt{Ra\ 12,5}$ ($\sqrt{Ra\ 6,3}$)

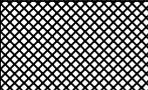


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	14.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	14.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	14.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena: Sve oštre bridove skinuti 1/45°			Smjer: Konstrukcijski	Kopija
Materijal: PE		Masa: 0,5 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Mjerilo originala M1:2	Naziv: POKLOPAC SPREMNIKA		Pozicija: 17	Format: A4
	Crtež broj: IV-2014-21			Listova: 25
				List: 22

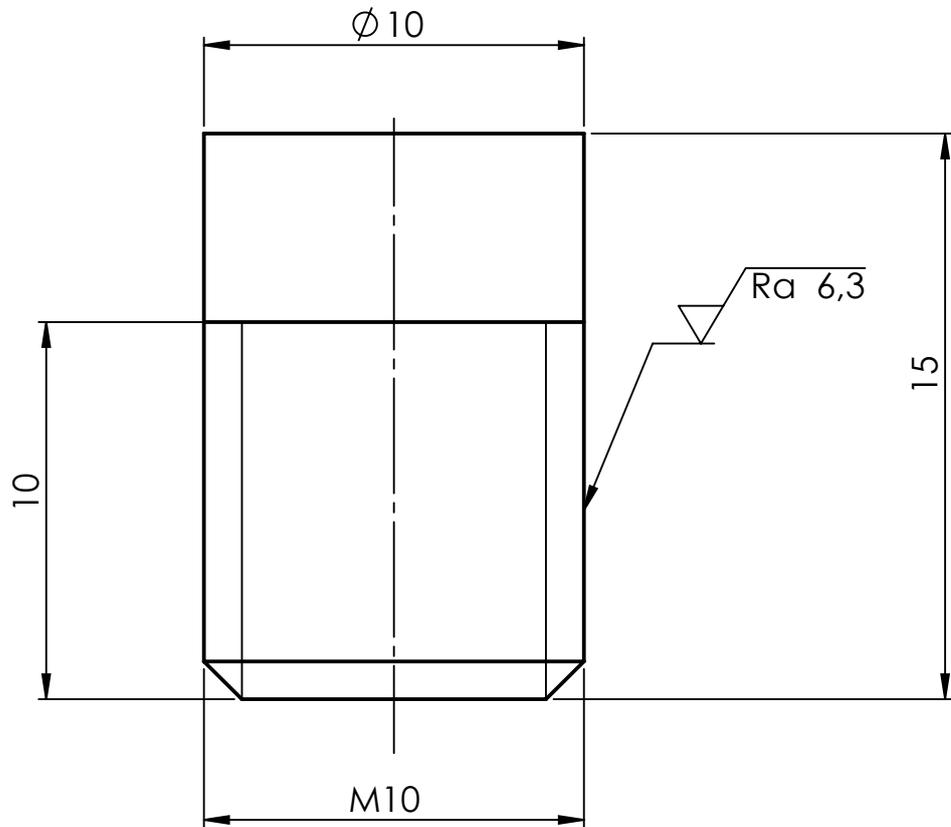


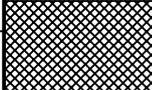
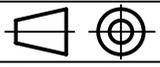
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	14.11.2014	Ivan Višić		
Razradio	14.11.2014	Ivan Višić		
Crtao	14.11.2014	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena:		Smjer: Konstrukcijski		Kopija
Materijal: X10 CrNi 18-8		Masa: 2 kg	DIPLOMSKI RAD	
 Naziv:		Pozicija:		
Mjerilo originala		CIJEV NOSAČA MLAZNICA		Format: A4
M1:5		Crtež broj: IV-2014-22		Listova: 25
				List: 23



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
Projektirao	14.11.2014.	Ivan Višić		
Razradio	14.11.2014.	Ivan Višić		
Crtao	14.11.2014.	Ivan Višić		
Pregledao		prof. Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Smjer: Konstrukcijski	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 0,05kg	DIPLOMSKI RAD	
	Naziv:			
Mjerilo originala	IZDANAK		4	Listova: 25
M2:1	Crtež broj: IV-2014-23			List: 24

$\sqrt{Ra\ 25}$ ($\sqrt{Ra\ 6,3}$)



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva			
Projektirao	14.11.2014.	Ivan Višić					
Razradio	14.11.2014.	Ivan Višić					
Crtao	14.11.2014.	Ivan Višić					
Pregledao		prof. Neven Pavković					
Objekt:			Objekt broj:				
			R. N. broj:				
Napomena:			Smjer: konstrukcijski		Kopija		
Materijal: S235JR		Masa: 0,05 kg	DIPLOMSKI RAD				
 Mjerilo originala M5:1	Naziv: NAVOJNICA ZA MLAZNICU		Pozicija: 2	Format: A4			
	Crtež broj: IV-2014-24			Listova: 25			
				List: 25			