

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Igor Lončarek

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentori:

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

Student:

Igor Lončarek

Zagreb, 2014.

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

Zahvaljujem se svojoj obitelji i djevojci Mirni na podršci i razumijevanju tijekom preddiplomskog studija.

Također se zahvaljujem i prof. dr. sc. Nevenu Pavkoviću na svim korisnim savjetima i komentarima koje mi je dao tijekom izrade rada.

Igor Lončarek



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



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

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

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Igor Lončarek**

Mat. br.: 0035182485

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Miješalica za beton pogonjena traktorom**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Tractor driven concrete mixer**

Opis zadatka:

Za teško dostupne terene gdje treba izvesti građevinske radove manjeg opsega praktično je miješalicu za beton priključiti na traktor. U ovom radu potrebno je koncipirati i konstruirati posebnu izvedbu miješalice za beton koja će biti izvedena kao nošeni traktorski priključak i koristiti pogon od traktorskog motora preko kardanskog vratila.

U radu treba:

- analizirati postojeće uređaje na tržištu, način priključka na traktor, parametre traktorskog pogona i parametre pogona potrebne za miješalicu,
- koncipirati više varijanti rješenja, usporediti ih i vrednovanjem odabrati najpovoljnije,
- odabrano projektno rješenje uređaja razraditi s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova,
- izraditi računalni model uređaja i tehničku dokumentaciju u 3D CAD sustavu.

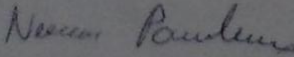
Pri konstrukcijskoj razradi obratiti pozornost na tehnološko oblikovanje dijelova. Analizirati kritična mjesta. Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

11. studenog 2013.

Zadatak zadao:


Prof. dr. sc. Neven Pavković

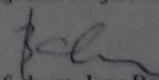
Rok predaje rada:

1. rok: 21. veljače 2014.
2. rok: 12. rujna 2014.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 3., 4. i 5. ožujka 2014.
2. rok: 22., 23. i 24. rujna 2014.

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK.....	VIII
1. UVOD.....	1
2. ANALIZA TRŽIŠTA	2
2.1. Konkurentni proizvodi	3
2.1.1. Miješalica za beton Cosmo CM-U proizvođača	3
2.1.2. Miješalica za beton Technoagri MX-150 i MXCH-150	5
2.1.3. Miješalica za beton proizvođača KTD.....	7
2.1.4. Miješalica Spiromix 100H	8
2.1.5. Miješalica Auger	9
2.1.6. Miješalica za beton proizvođača Avant	10
2.2. Osnovni parametri uređaja	11
3. PRIHVAT RADNIH PRIKLJUČAKA NA TRAKTOR	12
4. POGON RADNIH PRIKLJUČAKA.....	14
4.1. Izlazno vratilo (kardan).....	14
4.2. Hidraulički pogon	16
5. KONCIPIRANJE RADNOG PRIKLJUČKA	18
5.1. Funkcijska dekompozicija miješalice betona pogonjene traktorom	19
5.2. Morfološka matrica miješalice za beton pogonjene traktorom	20
5.3. Koncepti	22
5.3.1. Koncept 1	22
5.3.2. Koncept 2	23
5.4. Vrednovanje i odabir koncepta	24
6. KONSTRUIRANJE.....	25
6.1. Nosiva konstrukcija.....	25
6.1.1. Proračun zavora i standardnih cijevi na kritičnom dijelu nosive konstrukcije ...	26
6.2. Provjera sigurnosti vratila na kritičnom presjeku	30
6.3. Provjera naprezanja u cijevi za rotaciju lopatica	32
6.4. Provjera bočnog tlaka pera.....	34
6.5. Proračun aksijalno opterećenog ležaja na vratilu.....	35
6.6. Izbor reduktora	37
6.7. Provjera stabilnosti traktora	38
7. SKLOP MIJEŠALICE BETONA POGONJENE TRAKTOROM	41
8. ZAKLJUČAK.....	44

LITERATURA.....	45
PRILOZI.....	46

POPIS SLIKA

Slika 1.	Miješalica Cosmo CM-U.....	3
Slika 2.	Miješalica Technoagri MX-150	5
Slika 3.	Miješalica Technoagri MXCH-150.....	6
Slika 4.	Miješalica za beton proizvođača KTD	7
Slika 5.	Miješalica Spiromix 100H.....	8
Slika 6.	Miješalica Auger	9
Slika 7.	Miješalica za beton proizvođača Avant.....	10
Slika 8.	Dijelovi tro-spojne veze	12
Slika 9.	Tro-spojna veza	13
Slika 10.	Izlazno vratilo.....	14
Slika 11.	Kardansko vratilo	15
Slika 12.	Hidraulički hidrostatički pogon.....	16
Slika 13.	Hidraulički hidrodinamički pogon	17
Slika 14.	Funkcijska dekompozicija miješalice za beton pogonjene traktorom.....	19
Slika 15.	Koncept 1	22
Slika 16.	Koncept 2	23
Slika 17.	Nosiva konstrukcija	25
Slika 18.	Opterećenje nosive konstrukcije	26
Slika 19.	Presjek cijevi ISO 4019 140x80 t=4.....	26
Slika 20.	Presjek zavaru na mjestu spajanja cijevi A-A	27
Slika 21.	Presjek zavaru na mjestu spajanja prihvata za tro-spojnu vezu B-B	28
Slika 22.	Opterećenje zavaru kod prihvata za tro-spojnu vezu B-B	29
Slika 23.	Opterećenje vratila	30
Slika 24.	Položaj lopatica u miješalici	30
Slika 25.	Udaljenost lopatica od centra rotacije	31
Slika 26.	Udaljenost kraja cijevi od visine prstena za rotaciju	32
Slika 27.	Ležaj FAG HCB71913-C-T-P4S	36
Slika 28.	Tehnički podaci reduktora Wattdrive KUA 80A WN.....	37
Slika 29.	Opterećenja traktora i udaljenosti opterećenja od osovine.....	38
Slika 30.	Traktor Claas Arion 410.....	38
Slika 31.	Analogija oslonca kod proračuna opterećenja osovine traktora.....	39
Slika 32.	Miješalica betona.....	41
Slika 33.	Miješalica betona (pogled na tro-spojnu vezu i spoj sa kardanskim vrtilom)	42
Slika 34.	Miješalica betona (pogled na ispušni beton)	43

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tehničke karakteristike miješalice za beton Cosmo CM-U	4
Tablica 2. Tehničke karakteristike miješalice Tecnoagri MX-150	5
Tablica 3. Tehničke karakteristike miješalice Technoagri MXCH-150	6
Tablica 4. Tehničke karakteristike miješalice za beton proizvođača KTD	7
Tablica 5. Tehničke karakteristike miješalice Spiromix 100H	8
Tablica 6. Tehničke karakteristike miješalice Auger	9
Tablica 7. Tehničke karakteristike miješalice za beton proizvođača Avant	10
Tablica 8. Osnovni parametri uređaja	11
Tablica 9. Kategorije tro-spojne veze	13
Tablica 10. Kategorije izlaznih vratila.	14
Tablica 11. Morfološka matrica miješalice za beton.....	20

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

FS-2014-1	Cijev za rotaciju lopatice 1
FS-2014-2	Kanal za ispust betona
FS-2014-3	Vratilo 1
FS-2014-4	Nosiva konstrukcija
FS-2014-5	Sklop miješalice

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
α	$^{\circ}$	Kut
W_x	mm^3	Moment otpora presjeka
W_t	mm^3	Torzijski moment otpora
A	mm^2	Površina
F_u	N	Ukupna sila
F_m	N	Ukupna težina miješalice
σ_{dop}	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Dopušteno naprezanje
F_v	N	Vlačna sila
K_A		Faktor udara
M	Nmm	Moment savijanja
σ_f	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Savojno naprezanje
F_u	N	Ukupna sila
F_N	N	Normalna sila
σ_{uk}	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Ukupno naprezanje
T	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Moment torzije
R_{mt}	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Torzijska statička čvrstoća
τ_{tDI}	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Trajna dinamička torzijska čvrstoća
b_1		Faktor veličine strojnog dijela
b_2		Faktor kvalitete površinske obrade
S_{potr}		Potreban faktor sigurnosti
S_{post}		Postignut faktor sigurnosti
τ	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Torzijsko naprezanje
σ_{ekv}	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Ekvivalentno naprezanje
p_{dop}	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Dopušteni bočni tlak
p	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Bočni tlak
P	W	Snaga

F_t	N	Obodna sila
r	mm	Radijus
g	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Akceleracija gravitacije

SAŽETAK

Tema rada je koncipirati i konstruirati miješalicu za beton pogonjenu traktorom. Prvi dio završnog rada bavi se analizom postojećih uređaja na tržištu. Usporedbom istih uređaja dolazi se do okvirnih parametara koje uređaj mora zadovoljavati. U nastavku rada analizira se način priključka uređaja na traktor te parametri traktorskog pogona. Nakon toga na temelju različitih varijanti rješenja predlaže se nekoliko koncepata. Vrednovanjem tih koncepata dobiva se koncept koji najbolje zadovoljava tražene uvjete. Taj koncept se analizira i razrađuje te se proračunavaju svi najvažniji dijelovi. Nakon razrade koncepta modeliran je 3D model koncepta u programskom paketu Autodesk Inventor 2013 te je izrađena tehnička dokumentacija u zadanom opsegu.

Ključne riječi: miješalica; beton; traktor;

SUMMARY

Subject of this thesis is to calculate and to design concrete mixer which is operated by tractor. First part of the thesis deals with analysis of existing devices on the market. Comparing devices on the market, properties of device in this thesis are defined. Further in the thesis a way of connection device to tractor and tractor propulsion are analyzed. Then based on different solutions of the problem several concepts are chosen. After evaluation of the concepts the one that satisfies all terms is chosen for further analysis. In analysis calculations of all parts are included. After analysis and calculations are done, all parts and entire assembly are modeled in Autodesk Inventor 2013.

Also technical drawings of assembly and parts are made. Parts, that are made in drawings, are chosen in agreement with mentor.

Key words: mixer; concrete; tractor

1. UVOD

Još u vrijeme starih Rimljana beton je bio jedan od poznatih građevnih materijala. Njime su izgrađeni mnogi rimski putevi, toplice, Colosseum i mnoge druge znamenitosti koje još i danas posjećujemo. No nakon pada Rimskog carstva proizvodnja ovog specifičnog građevinskog materijala je zaboravljena sve dok proizvodnja nije ponovno pokrenuta u 19. stoljeću u Engleskoj (1844.) te nešto kasnije i u Francuskoj. No prava revolucija je započela kada je beton armiran čeličnim šipkama. Tako ojačani armirani beton je postao upotrebljiv i u onim segmentima gradnje o kojima do tada graditelji nisu ni sanjali. Čelične šipke postavljene na područjima na kojima se očekuju vlačna i posmična naprezanja preuzele su na sebe ta djelovanja pa je kompletnom proizvodu, armiranom betonu, povećana nosivost posebice na tlačna djelovanja. Upotreba betona kao građevinskog materijala sve je više rasla pa je potreba za izum strojeva za njegovu pripremu postala nužnost. Razvoj prvih modernih strojeva za miješanje betona započinje 1920. godine, a daljnjim razvojem miješalice betona postajale su sve veće i veće. U današnje vrijeme u svijetu se proizvodi više od šest milijardi kubika betona, od kojeg velika većina otpada na izgradnju u velikim gradovima. U manjim mjestima gdje nema potražnje za velikim količina betona, gdje velike miješalice nisu isplative, a i mogućnost pristupa velikih miješalica nije moguća, potrebna je manja miješalica koja bi se mogla priključiti na traktor, koja bi bila isplativa i koja bi se mogla koristiti na teže pristupačnim mjestima.

Zadatak ovog rada je koncipirati, analizirati te konstruirati jednu takvu manju miješalicu.

2. ANALIZA TRŽIŠTA

Zadatak analize tržišta je odrediti opće parametre uređaja kako bi sa koncipiranjem u najmanju ruku zadovoljili te parametre i u konačnici napravili bolji proizvod nego što su trenutno na tržištu. Na temelju tog razloga odabrao sam nekoliko vodećih tvrtki u proizvodnji miješalica za beton i nekoliko njihovih proizvoda.

2.1. Konkurentni proizvodi

2.1.1. Miješalica za beton Cosmo CM-U proizvođača

Traktorski priključak za mješanje betona Cosmo SM-U (Slika 1.) namjenjen je za građevinare i poljoprivrednike. Stjenka mješalice napravljena je od lima debljine 3mm bez zavarenih spojeva. Priključak na traktor omogućen je standardnim priključkom preko tro-spojne veze, kategorije I. Radi lakšeg punjenja (šljunka, cementa) i pražnjenja (betona) stavljen je hidraulički cilindar koji naginje mješalicu. Miješanje materijala omogućeno je rotacijom lopatica za miješanja na stijenci prostora za miješanje. Snaga potrebna za rotaciju prostora za miješanje prijenosi se od priključka za kardansko vratilo preko lančanika.



Slika 1. Miješalica Cosmo CM-U

Tablica 1. Tehničke karakteristike miješalice za beton Cosmo CM-U

Priključak na pogonsko vratilo	Φ30 mm
Priključak na hidrauličku cijev	M18x1.5
Broj okretaja pogonskog vrtila	min 250 / max 300 min ⁻¹
Prijenosni omjer lančanika	1/10
Tlak hidrauličkog ulja	min50 / max 140 bar
Kapacitet miješanja	320 litara
Promjer otvora za tovarenje	Φ440 mm
Masa prazne miješalice	87 kg
Dimenzije miješalice	Φ860 mm x 950 mm

2.1.2. Miješalica za beton Technoagri MX-150 i MXCH-150

Tvrtka Technoagri osnovana je 1984 godine u Italiji. Tvrtka se specijalizirala za izradu različitih priključaka za taktore. Proizvodi koje tvrtka nudi su: viličari, miješalice, bagerske ruke za kopanje, kranove, traktorska svrdla i svrdla za vađenje panjeva.

Miješalica Technoagri konstruirana je za proizvodnju betona te za mješanje različitih materijala kao što su zemlja za cvijeće i stočna hrana. Napravljena je za upotrebu u poljoprivredi i građevini. Priključak na traktor omogućen je standardnim priključkom preko tro-spojne veze. Prijenos snage sa traktora na mješalicu omogućen je preko kardanskog vratila. Model miješalice MX-150 (Slika 2.) nema mogućnost samopunjenja dok model MXCH-150 (Slika 3.) preko hidraulike i korpe može sam sebe napuniti. Miješanje materijala omogućeno je rotacijom lopatica u prostoru za miješanje, dok je izlaz materijala omogućen otvaranjem zaklopke pri dnu miješalice.



Slika 2. Miješalica Technoagri MX-150

Tablica 2. Tehničke karakteristike miješalice Tecnoagri MX-150

Brzina vrtnje lopatica za miješanje	30 min ⁻¹
Ukupni kapacitet miješalice	1040 litara
Maksimalni kapacitet miješalice	750 litara
Kapacitet miješalice po satu	13 m ³ /h
Masa prazne miješalice	530 kg
Dimenzije miješalice	Φ1500 mm x 625 mm



Slika 3. Miješalica Technoagri MXCH-150

Tablica 3. Tehničke karakteristike miješalice Technoagri MXCH-150

Brzina vrtnje lopatica za miješanje	30 min ⁻¹
Ukupni kapacitet miješalice	1040 litara
Maksimalni kapacitet miješalice	750 litara
Kapacitet miješalice po satu	13 m ³ /h
Masa prazne miješalice	730 kg
Dimenzije miješalice	Φ1500 mm x 625 mm

2.1.3. Miješalica za beton proizvođača KTD

Za razliku od ostalih proizvođača ova miješalica može koristiti i hidro motor za miješanje materijala. Priključak na traktor omogućen je standardnim priključkom preko tro-spojne veze. Miješanje je omogućeno rotacijom lopatica u prostoru za miješanje, dok je izlaz materijala omogućen otvaranjem zaklopke pri dnu miješalice.



Slika 4. Miješalica za beton proizvođača KTD

Tablica 4. Tehničke karakteristike miješalice za beton proizvođača KTD

Maksimalni kapacitet miješalice	750 litara
Kapacitet miješalice po satu	16 m ³ /h
Snaga potrebna za miješanje	10 kW
Masa prazne miješalice	580 kg
Dimenzije miješalice	Φ1500 mm x 750 mm

2.1.4. Miješalica Spiromix 100H

Miješanje kod ovog miksera vrši se pomoću spirale zavarene na stjenku prostora za miješanje (cilindra). Snaga potrebna za miješanje dobiva se preko hidro motora . Priključak na traktor omogućen je standardnim priključkom preko tro-spojne veze sa hidrauličkim cilindrom. Hidraulički cilindar služi za naginjanje prostora za miješanje radi lakšeg utovara i istovara materijala.



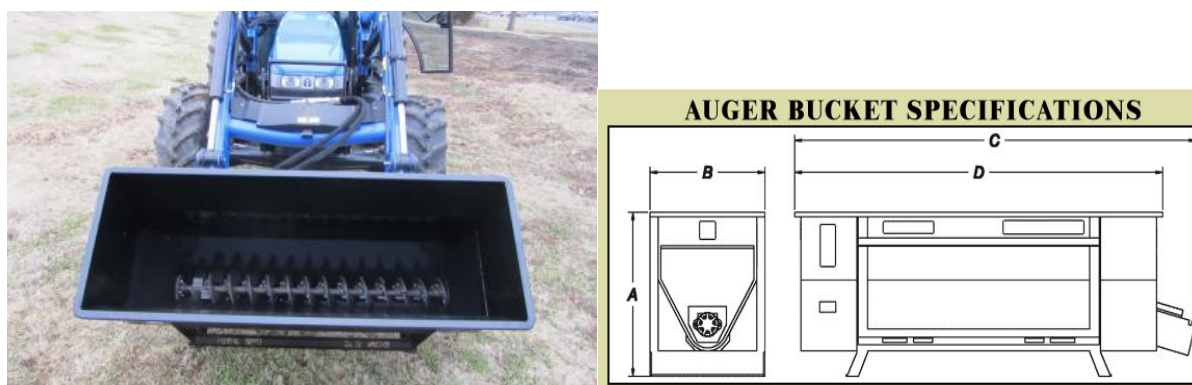
Slika 5. Miješalica Spiromix 100H

Tablica 5. Tehničke karakteristike miješalice Spiromix 100H

Volumen cilindra	280 litara
Maksimalni kapacitet miješalice	140 litara
Snaga potrebna za miješanje	15 kW
Masa prazne miješalice	118 kg
Masa pune miješalice	428 kg

2.1.5. Miješalica Auger

Miješalica Auger koristi pužnicu za mješanje materijala. Za pogon pužnice služi hidromotor koji ima mogućnost promjene smjera vrtnje (promjenom smjera protoka ulja). Koristi se za mješanje stočne hrane, za mješanje betona, zemlje za cvijeće, punjenje vreća pjeskom. Izlaz materijala omogućen je otvaranjem zaklopke kod dna miješalice, dok je tovarjenje miješalice omogućeno njenim nagnjanjem i spuštanjem do poda te guranjem prema naprijed pomoću traktora.



Slika 6. Miješalica Auger

Tablica 6. Tehničke karakteristike miješalice Auger

Visina (A)	686 mm
Širina (B)	546 mm
Duljina (C)	1890 mm
Duljina prostora za mješanje (D)	1740 mm
Masa prazne miješalice	172 kg
Zahtjevi za hidrauliku:	
• protok ulja	2.7 m ³ /h
• tlak ulja	138 bar

2.1.6. Miješalica za beton proizvođača Avant

Miješalica proizvođača Avant za pogon lopatica za miješanje koristi hidro motor. Lopatice su smještene u prostoru za miješanje. Izlaz materijala omogućen je otvaranjem zaklopke pri dnu miješalice.



Slika 7. Miješalica za beton proizvođača Avant

Tablica 7. Tehničke karakteristike miješalice za beton proizvođača Avant

Maksimalni kapacitet miješalice	270 litara
Masa miješalice	490 kg

2.2. Osnovni parametri uređaja

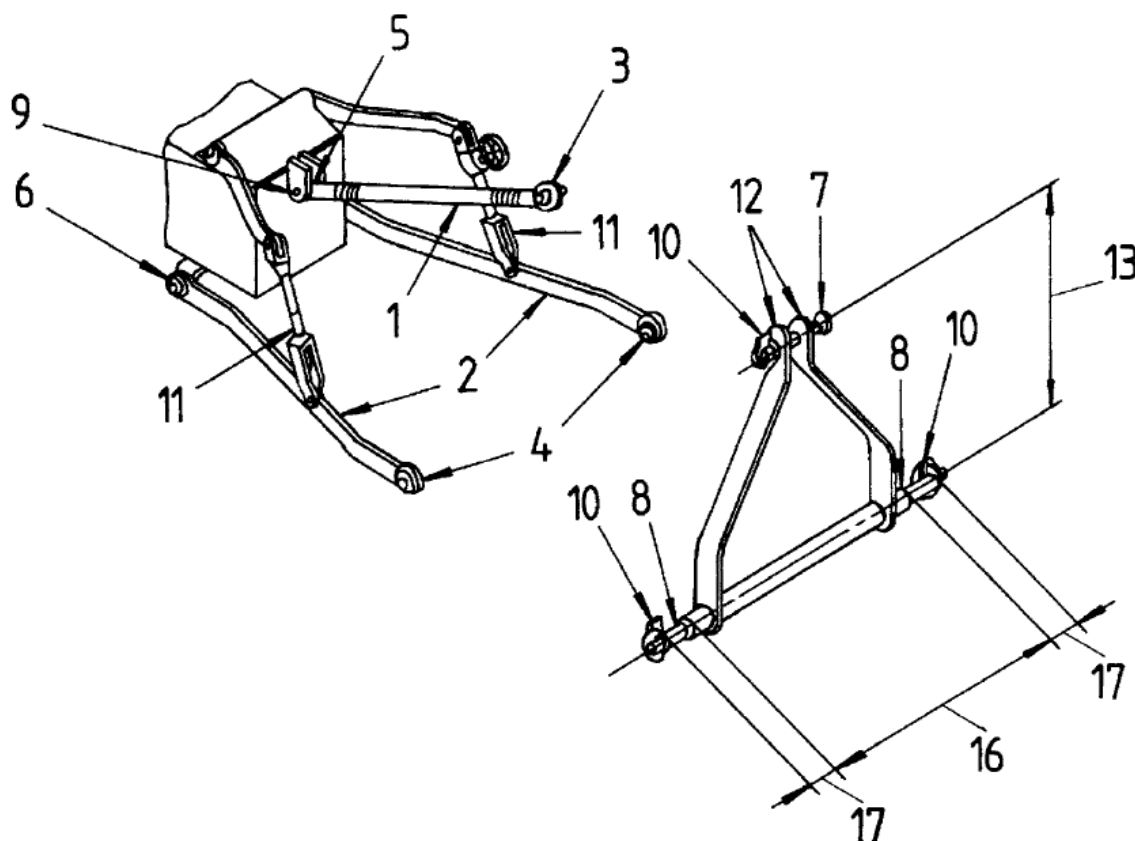
Na temelju provedene analize tržišta došao sam do osnovnih parametara koje moj uređaj treba zadovoljiti.

Tablica 8. Osnovni parametri uređaja

Brzina rotacije lopatice za miješanje	20-35 min ⁻¹
Kapacitet miješalice	250-750 litara
Masa prazne miješalice	170-750 kg
Dimenzije cilindričnih miješalica:	
• opseg	Φ800 - Φ1500 mm
• visina	600 - 850 mm

3. PRIHVAT RADNIH PRIKLJUČAKA NA TRAKTOR

Poljoprivredni priključci mogu se spojiti na stražnji dio traktora na vuču ili na tro-spojnu vezu. Tro-spojnu vezu patentirao je Harry Ferguson 1926. godine, ali je tek 1960. postala standard zbog patentnih prava. Danas taj standard znamo pod oznakom ISO 730:2009. Priključci spojeni na tro-spojnu vezu mogu se spuštati ili dizati hidraulikom pomoću kontrolne ručice. Ovisno o snazi traktora, tro-spojnu vezu dijelimo u 5 kategorija. Veće kategorije imaju robusnije i veće poluge za dizanje i veće rupe za pričvršćivanje na rukama. Dijelovi tro-spojne veze prikazani su na slici 8.



Slika 8. Dijelovi tro-spojne veze

1-Gornja poveznica, 2-Donje poveznice, 3-Mjesto gornjeg pričvršćenja, 4-Mjesto donjeg pričvršćenja, 5- Gornje mjesto povezivanja, 6-Donje mjesto povezivanja, 7-Spoj gornjeg pričvršćenja, 8-Spoj donjeg pričvršćenja, 9-Spoj gornjeg mjesta povezivanja, 10-Zakovica, 11-Podizač, 12-Katarka

Tablica 9. Kategorije tro-spojne veze

KATEGORIJA	PROMJER SVORNJAKA		RAZMAK IZMEĐU DONJIH RUKU	SNAGA TRAKTORA
	DONJA RUKA	GORNJA RUKA		
0	17 mm	17 mm	500 mm	< 15 kW
1	19 mm	22,4 mm	718 mm	15-35 kW
2	25.5 mm	28,7 mm	870 mm	30-75 kW
3	31,75 mm	37,4 mm	1010 mm	60-165 kW
4	45 mm	51 mm	1220 mm	135-300 kW

**Slika 9. Tro-spojna veza**

4. POGON RADNIH PRIKLJUČAKA

4.1. Izlazno vratilo (kardan)

Prijenos snage sa traktora na radni stroj vrši se preko izlaznog vratila (Slika 10). Uobičajeno je da se izlazno vratilo nalazi na stražnjem dijelu traktora, ali postoje traktori koji imaju izlazno vratilo smješteno na prednjoj strani ili na obje strane. Ovisno o snazi potrebnoj za prijenos, izlazna vratila se dijele u 4 kategorije (Tablica 10.).

Tablica 10. Kategorije izlaznih vratila.

KATEGORIJA	NOMINALNI PROMJER	BROJ I VRSTA UTORA	NOMINALNA RZINA VRTNJE	SNAGA TRAKTORA
1	35 mm	6 ravnih utora	540 min ⁻¹	<60 kW
			1000 min ⁻¹	<92 kW
2	35 mm	21 spiralni utor	1000 min ⁻¹	< 115 kW
3	45 mm	20 spiralnih utora	1000 min ⁻¹	<275 kW
4	57,5 mm	22 spiralna utora	1300 min ⁻¹	<450 kW



Slika 10. Izlazno vratilo

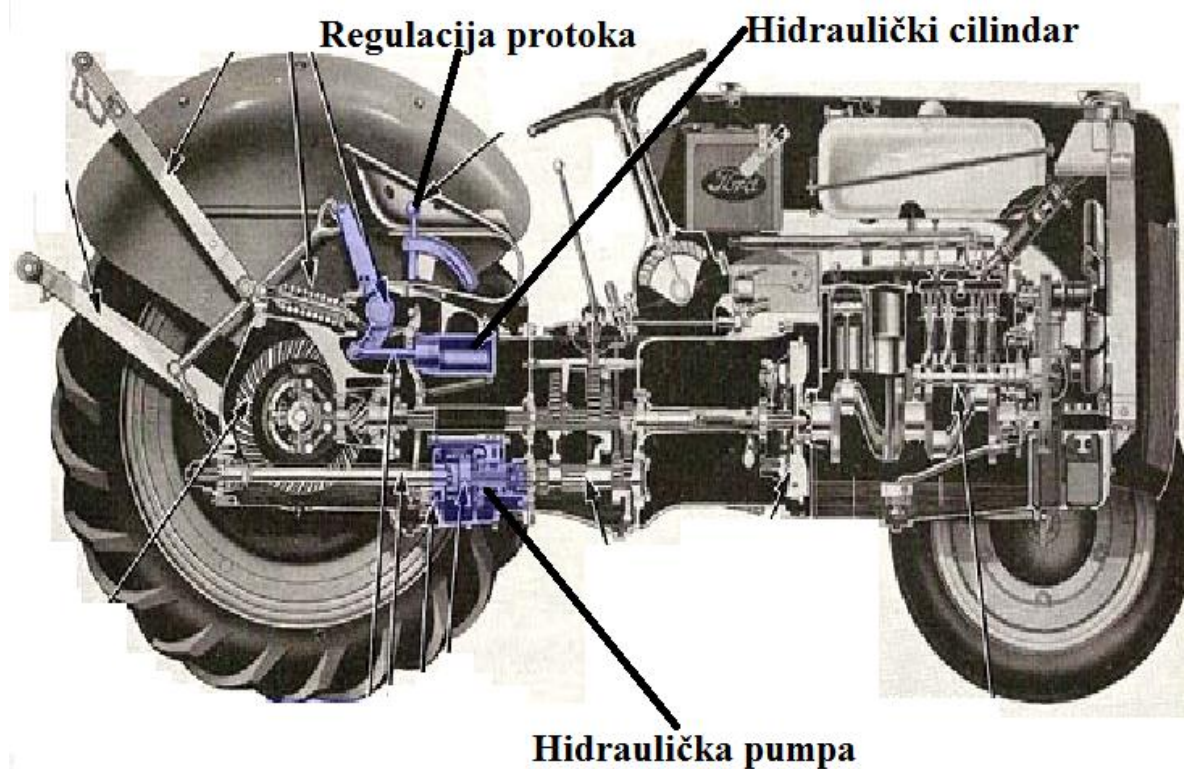
Sam prijenos snage sa izlaznog vratila na radni stroj vrši se pomoću kardanskog ili zglobnog vratila. Kardansko vratilo je sustav dva ili više vratila koji su povezani kardanskim zglobovima te služi za prijenos momenta sa pogonskog stroja na radni stroj kojima se vratila ne poklapaju ili nisu kruto vezani. Kardansko vratilo omogućuje translaciju i nagnjanje osi vratila što je od velike važnosti kod prijenosa snage sa traktora na radni stroj pošto ni radni stroj ni traktor nikad ne miruju pa se uvijek mijenja udaljenost i kut između njih.



Slika 11. Kardansko vratilo

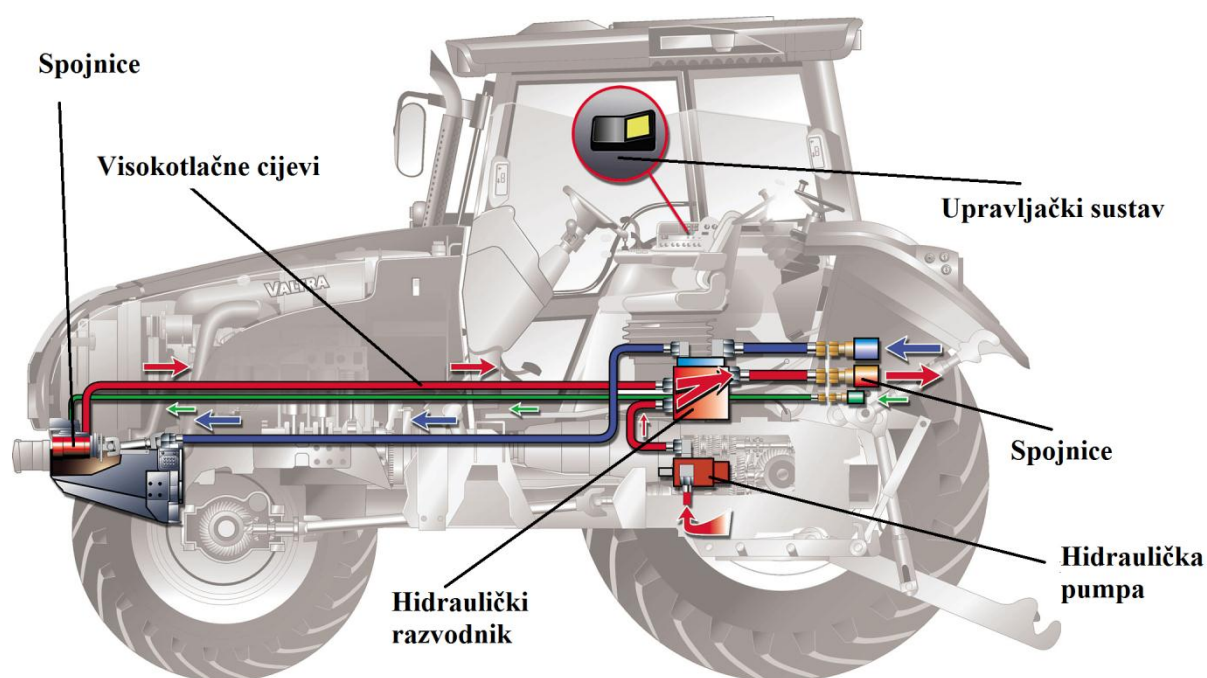
4.2. Hidraulički pogon

Za razliku od kardanskog vratila gdje se snaga sa traktora na radni stroj prenosi krutom vezom, kod hidrauličkog sustava snaga se na radni stroj prenosi putem tekućine koja se nalazi unutar visokotlačnih cijevi. Postoje hidrostatički i hidrodinamički prijenosnici, ovisno o vrsti energije koju tekućine koriste. Hidrostatički motor pretvara mehaničku energiju pogonskog stroja u energiju tlaka tekućine.



Slika 12. Hidraulički hidrostatički pogon

Hidrodinamički prijenosnici koriste kinetičku energiju tekućine pa su građeni po principu strojeva na strujanje. Glavni dijelovi hidrodinamičkog hidrauličkog pogona su hidraulička pumpa, hidraulični motor, radni fluid, upravljački element i visokotlačni cjevovodi. Pumpa tlači radni fluid u komore hidro motora, pri čemu potiskuje radne elemente, a volumen se radne komore povećava. Hidraulička energija radne tekućine predaje se preko radnih elemenata izlaznom vratilu u vidu mehaničke energije. Izlazni tlak radne tekućine hidromotora je puno manji od ulaznog tlaka.



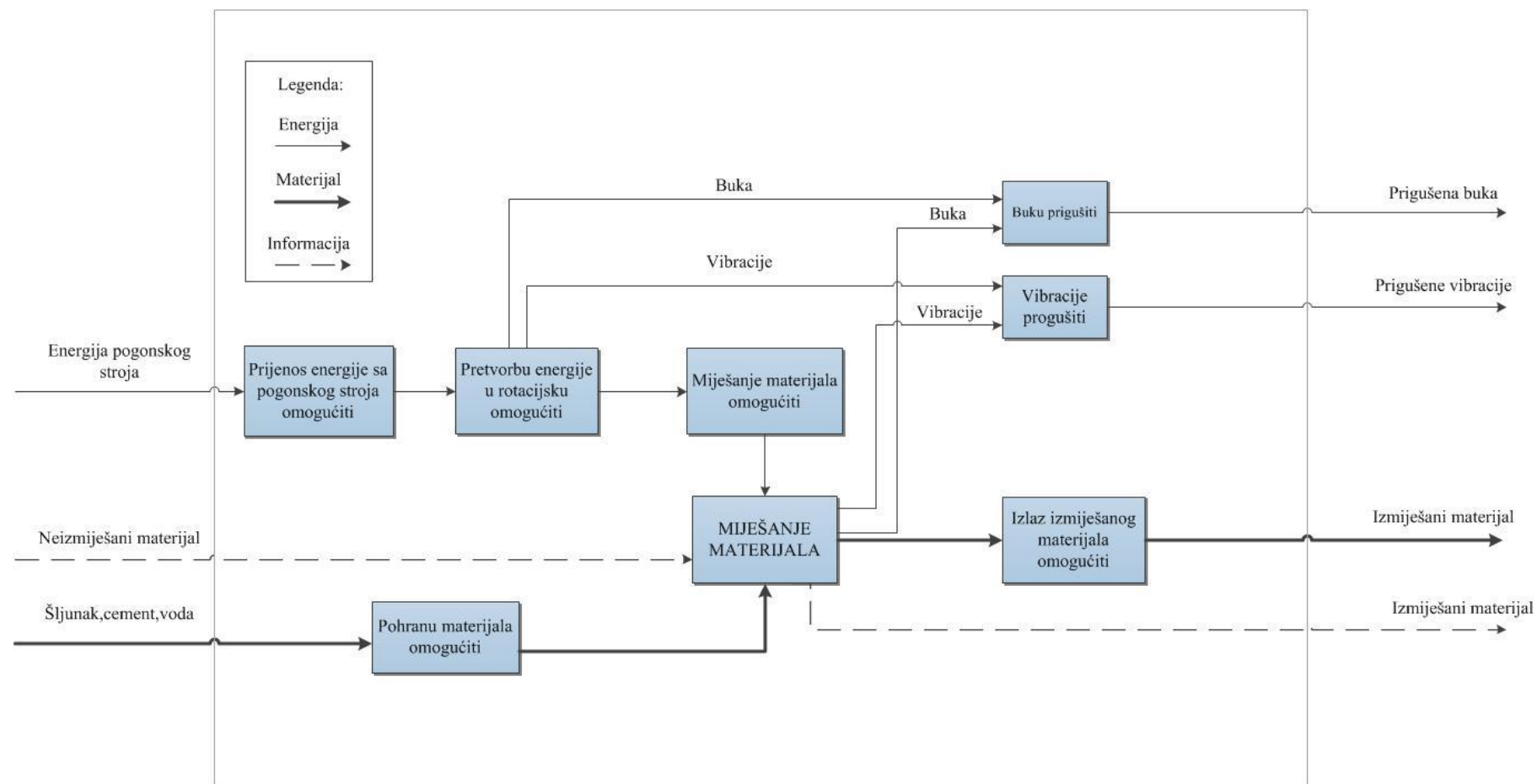
Slika 13. Hidraulički hidrodinamički pogon

Za pogon radnih strojeva preko hidraulike postoje spojnice preko kojih se radna tekućina pod tlakom dovodi do hidro motora smještenom na radnom stroju. Spojnice mogu biti smještene na stražnjem dijelu traktora, ali mogu biti i naprijed i sa strane ovisno o modelu traktora.

5. KONCIPIRANJE RADNOG PRIKLJUČKA

Na temelju osnovnih parametara uređaja (Tablica 8. Osnovni parametri uređaja Tablica 8), analize prihvata radnih priključaka na traktor (Tablica 9) te analize pogona radnih priključaka (Tablica 10) postignuti su uvjeti za daljnju konstrukcijsku razradu. Konkurentnost proizvoda na tržištu osigurala bi se što nižom cijenom uređaja. Da bi to postigli poželjno je uređaj izraditi od što više standardnih dijelova, te bi na taj način smanjili cijenu proizvodnje uređaja. Korištenje, održavanje i zamjena oštećenih dijelova uređaja mora biti što jednostavnije.

5.1. Funkcijska dekompozicija miješalice betona pogonjene traktorom



Slika 14. Funkcijska dekompozicija miješalice za beton pogonjene traktorom

5.2. Morfološka matrica miješalice za beton pogonjene traktorom

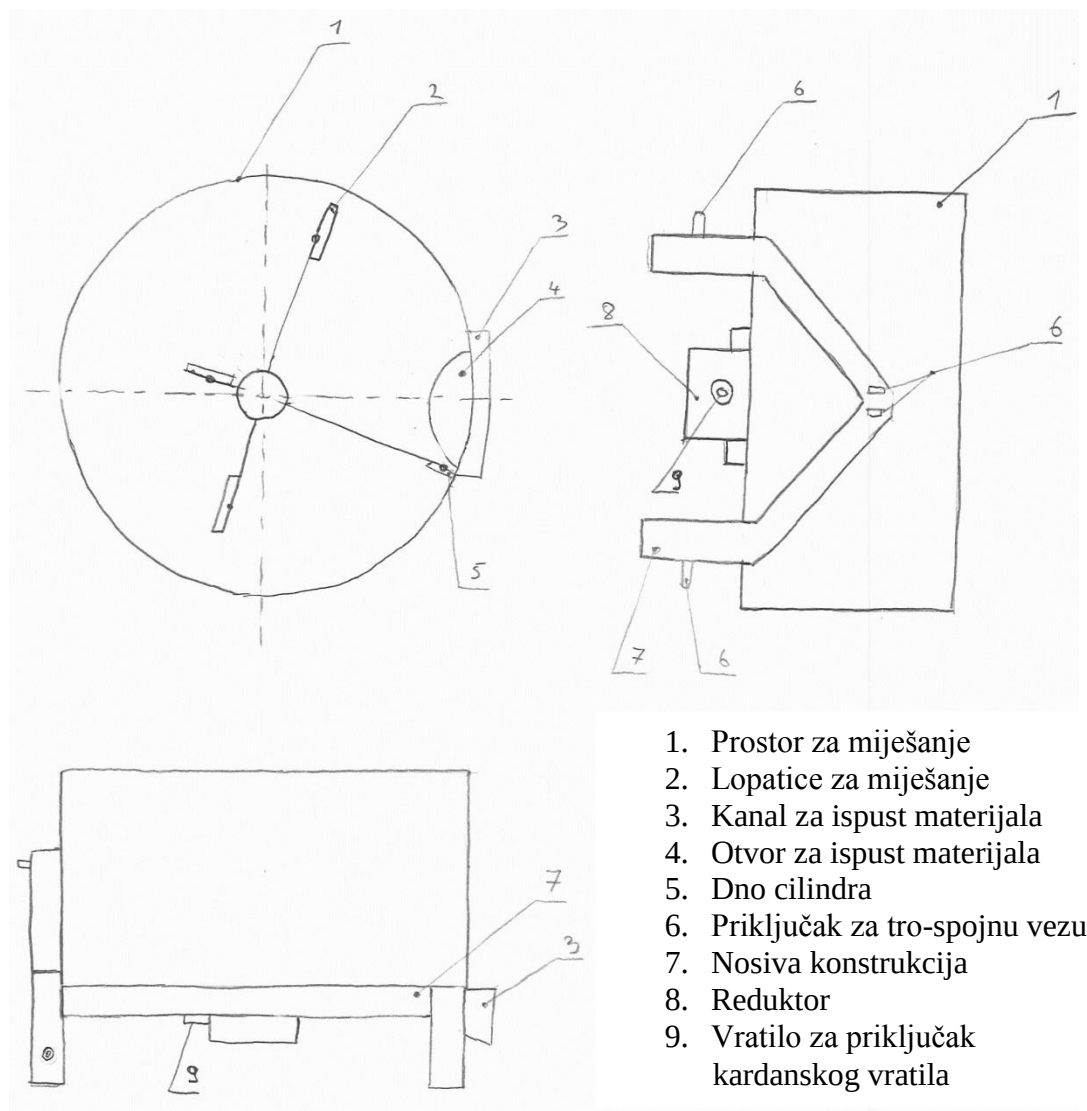
Tablica 11. Morfološka matrica miješalice za beton

PARCIJALNE FUNKCIJE	Principi rješenja			
	KONCEPT 1	KONCEPT 2		
Prijenos energije sa pogonskog stroja omogućiti	Kardansko vratilo (PTO) 	Visokotlačne cijevi 		
Pretvorbu energije u rotacijsku omogućiti	Reduktor 	Hidromotor 		
Pohranu materijala omogućiti	Cilindrični prostor za miješanje 	Prostor za miješanje u obliku korpe 	Cilindrično konusni prostor za miješanje 	

Mješanje materijala omogućiti	Rotacija lopatica u prostoru za miješanje 	Rotacijom prostora za miješanje sa lopaticama 	Spiralno miješanje 
Izlaz izmiješanog materijal omogućiti	Naginjanje prostora za miješanje 	Otvaranjem izlaza kod dna prostora za miješanje 	

5.3. Koncepti

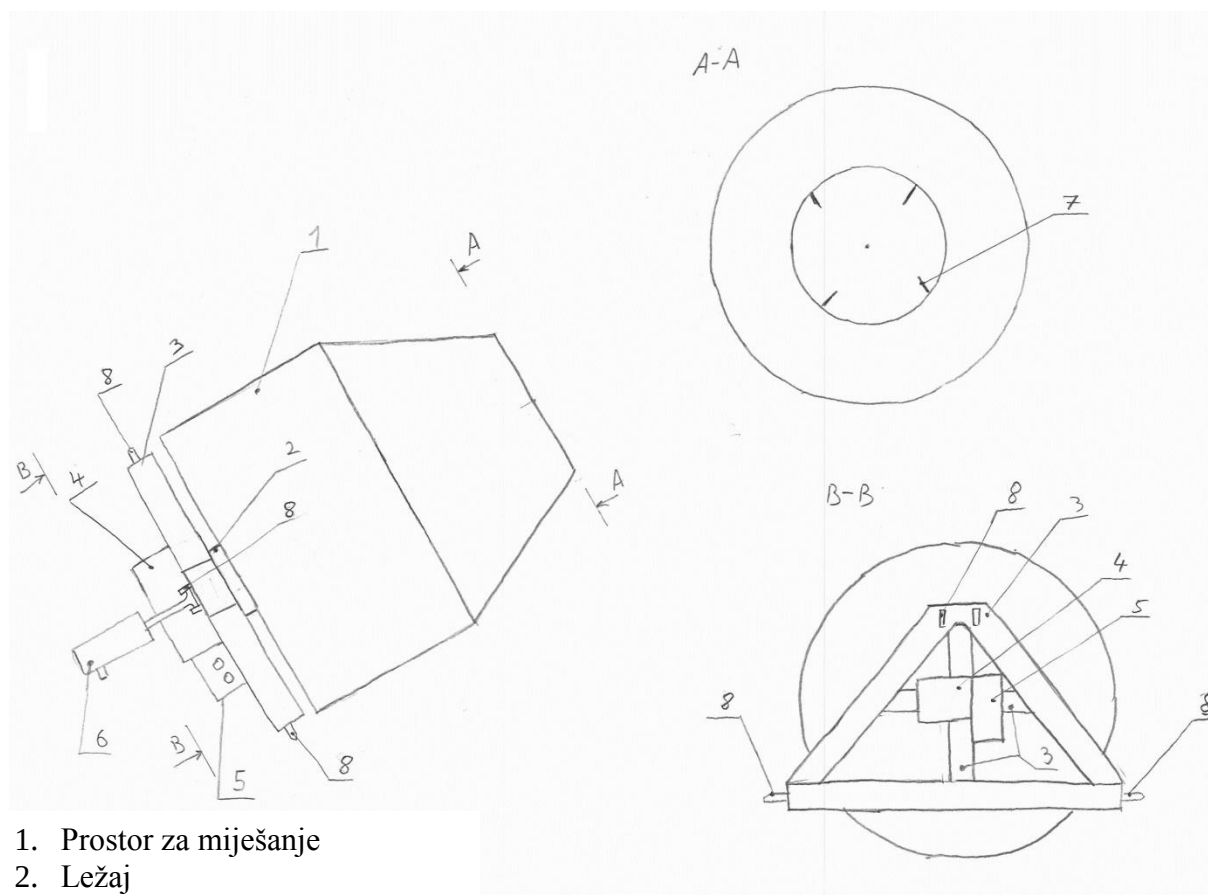
5.3.1. Koncept 1



Slika 15. Koncept 1

Miješanje materijala omogućeno je rotacijom lopatica u prostoru za miješanje. Snaga potrebna za rad prenosi se s traktora na miješalicu preko kardanskog vratila a brzina vrtnje kardanskog vratila reducirana je reduktorom. Ispust materijala omogućen je otvaranjem zaklopke za ispust materijala. Dimenzije prostora za miješanje : $\Phi 1200 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$.

5.3.2. Koncept 2



1. Prostor za miješanje
2. Ležaj
3. Nosiva konstrukcija
4. Sklop lančanika
5. Hidromotor
6. Hidraulički cilindar
7. Lopatice za miješanje
8. Priključak za tro-spojnu vezu

Slika 16. Koncept 2

Miješanje materijala omogućeno je rotacijom prostora za miješanje na kojem su smještene lopatice. Snaga potrebna za rotaciju prostora za miješanje dovedena je sa traktora preko visokotlačnih cijevi do hidromotora koji je smješten na konstrukciji miješalice. Broj okretaja izlaznog vratila hidromotora reducira se pomoću lančanika. Ispust materijala omogućen je naginjanjem miješalice pomoću hidrauličkog cilindra.

5.4. Vrednovanje i odabir koncepta

Nakon izrade koncepata potrebno je izvršiti njihovo vrednovanje kako bi dobili koncept koji najbolje zadovoljava tražene uvjete. Vrednovanje koncepata vrši se pomoću ocjena od 1 do 10 gdje 1 predstavlja najnižu ocjenu a 10 najvišu ocijenu odnosno najbolje rješenje.

Tablica 12. Vrednovanje koncepata

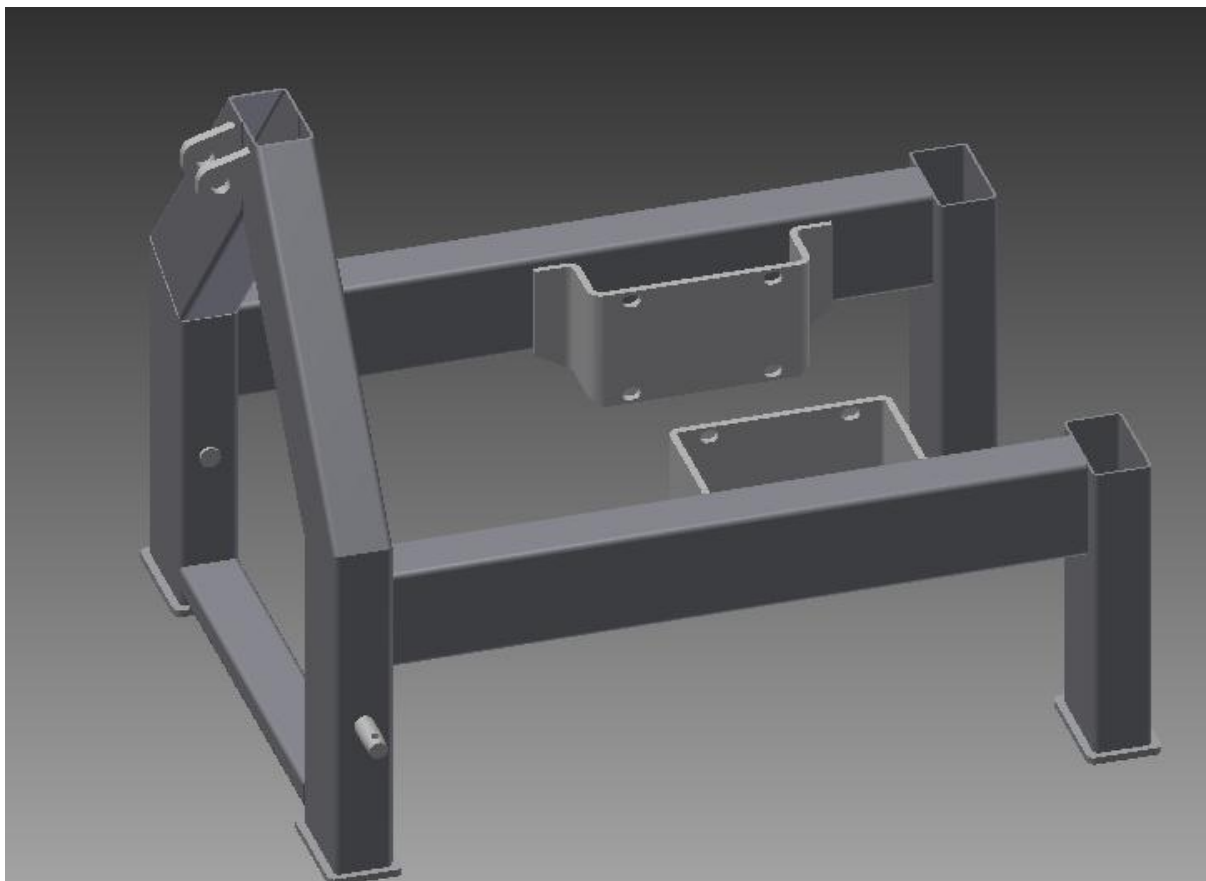
Kriterij vrednovanja	KONCEPT 1	KONCEPT 2
Jednostavnost konstrukcije	9	7
Masa uređaja	6	9
Kapacitet miješanje	10	6
Održavanje	9	7
Cijena	9	7
Jednostavnost pražnjenja i punjenja	10	8
UKUPNO	54	44

Nakon vrednovanja koncepata, koncept 1 odabran je kao bolji koncept i kreće u daljnu konstrukcijski razradu. U fazi konstruiranja odabrani se koncept razrađuje te se proračunavaju nestandardni dijelovi uređaja.

6. KONSTRUIRANJE

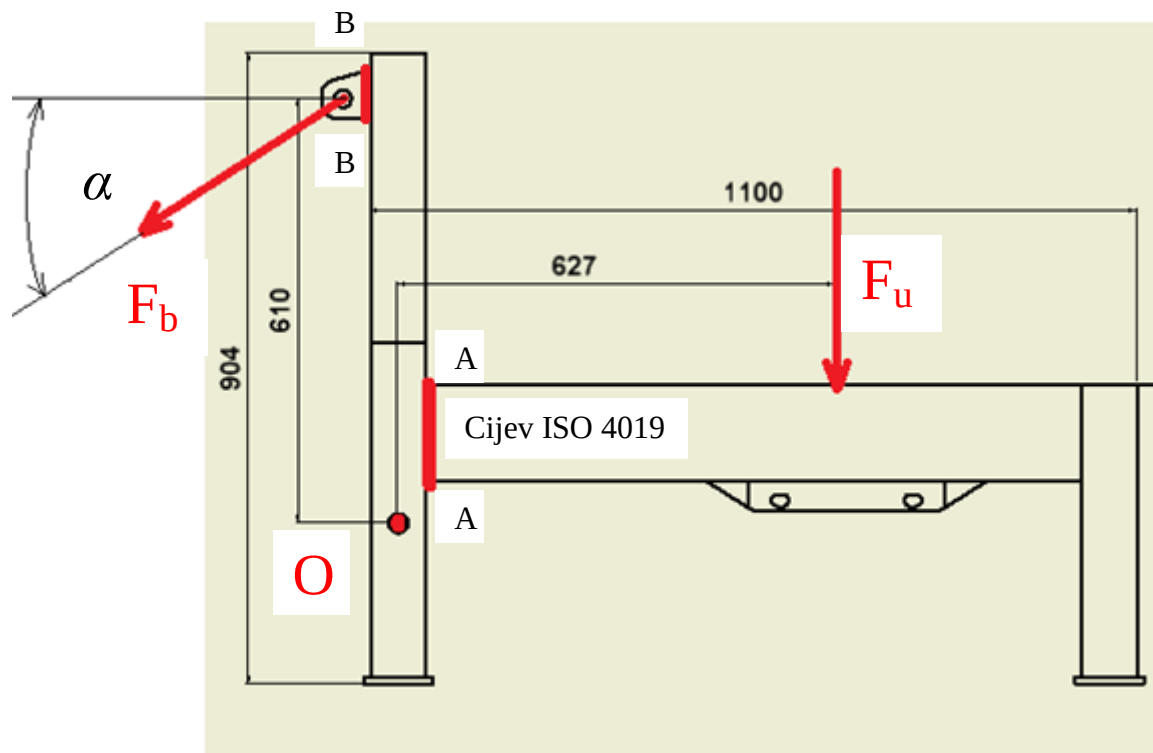
6.1. Nosiva konstrukcija

Nosiva konstrukcija (Slika 17.) je kostur na koji se stavlja cilindar i svi ostali dijelovi miješalice. Napravljena je od standardnih dijelova ISO 4019 i dijelom od lima običnog konstrukcijskog čelika koji je postupkom savijanja prilagođen potrebnim dijelovima.



Slika 17. Nosiva konstrukcija

6.1.1. Proračun zavora i standardnih cijevi na kritičnom dijelu nosive konstrukcije



Slika 18. Opterećenje nosive konstrukcije

Proračun standardne cijevi na mjestu zavora A-A (Slika 18.)

Cijev ISO 4019 140x80, t=4 materijal : čelik St 37 $\rightarrow \sigma_{dop} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

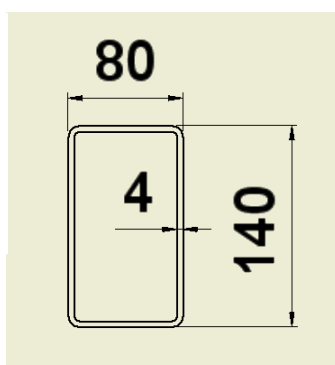
Presjek cijevi ISO 4019 i karakteristike presjeka:

W_x - moment otpora presjeka

$W_x = 64193 \text{ mm}^3$

A- površina presjeka

$A = 1696 \text{ mm}^2$



Slika 19. Presjek cijevi ISO 4019 140x80 t=4

Opterećenje :

F_u - ukupna sila na jednu standardnu cijev nosive konstrukcije

F_m - ukupna težina miješalice

$K_A=1,5$ - faktor udara

$$M = F_u \cdot 627 \quad (1)$$

$$F_u = K_A \cdot \frac{F_m}{2} = 1,5 \cdot \frac{14568}{2} = 10926 \text{ N} \quad (2)$$

$$M = 10926 \cdot 627 = 6850602 \text{ Nmm} \quad (3)$$

$$\sigma_f = \frac{M}{W_x} = \frac{6850602 \text{ Nmm}}{64193 \text{ mm}^3} = 107 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (4)$$

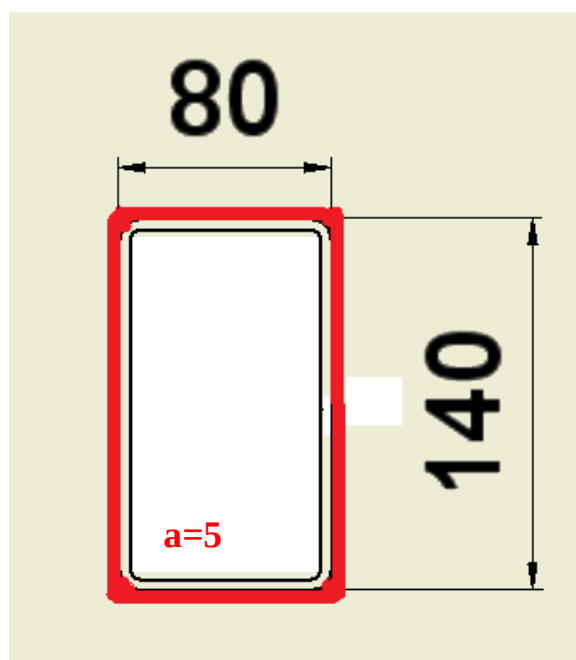
$$\sigma_f = 107 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{zadovoljava.} \quad (5)$$

Proračun zavora na mjestu spajanja cijevi A-A (Slika 18.)

Presjek zavora i karakteristike presjeka:

$$W_x = 93589 \text{ mm}^3$$

$$A = 2300 \text{ mm}^2$$



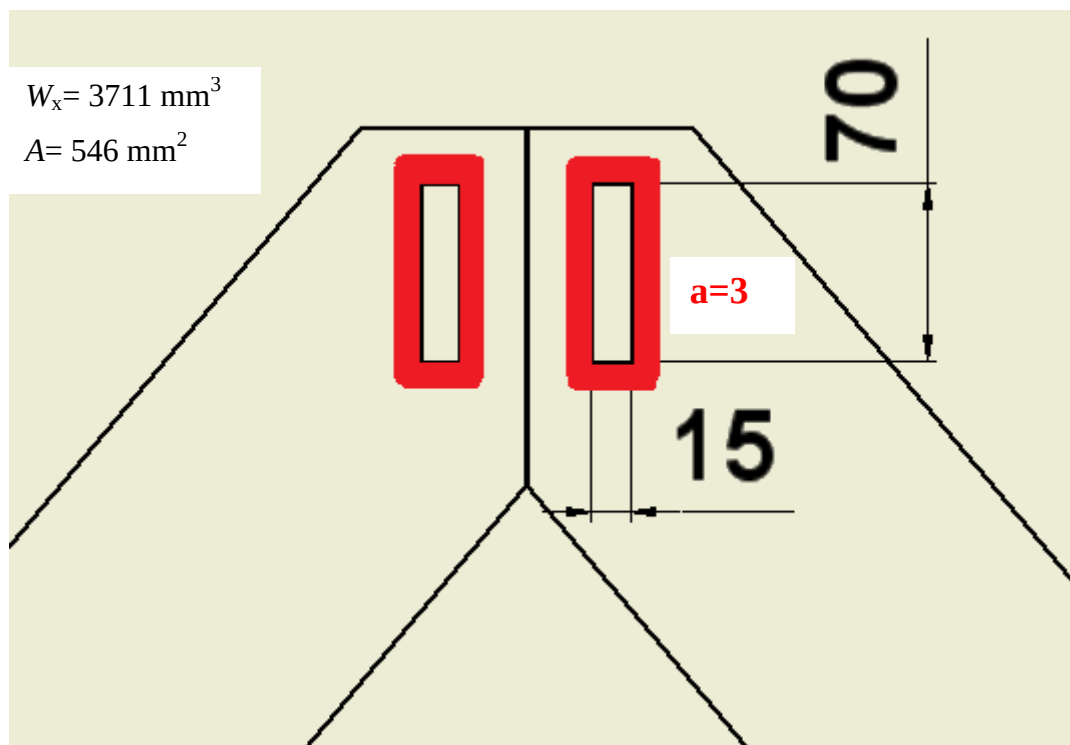
Slika 20. Presjek zavora na mjestu spajanja cijevi A-A

$$\sigma_f = \frac{M}{W_x} = \frac{6850602 \text{ Nmm}}{93589 \text{ mm}^3} = 73,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (6)$$

$$\sigma_f = 73,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{zadovoljava.} \quad (7)$$

Proračun zavora na mjestu spajanja prihvata za tro-spojnu vezu B-B (Slika 18.)

Presjek zavora i karakteristike presjeka:



Slika 21. Presjek zavora na mjestu spajanja prihvata za tro-spojnu vezu B-B

Opterećenje (Slika 18.):

$$\alpha = 20^\circ$$

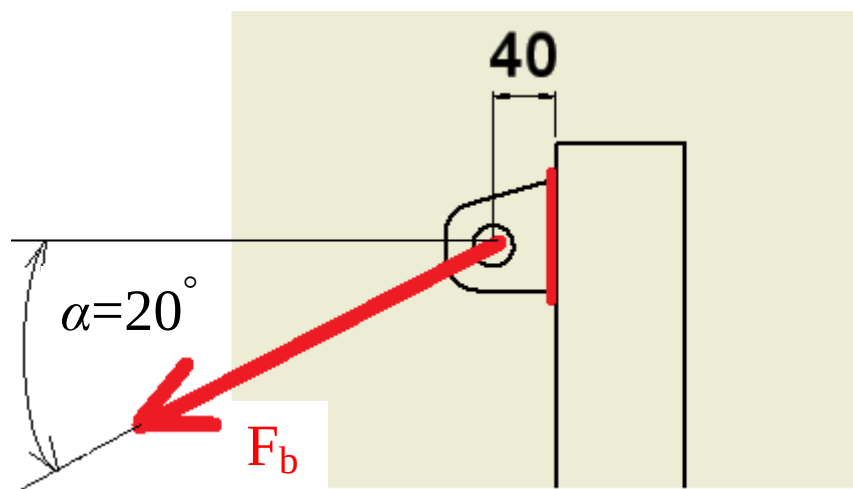
Određivanje sile F_b :

$$\sum M_o = 0 \quad (8)$$

$$F_u \cdot 627 - F_b \cdot \cos(\alpha) \cdot 610 = 0$$

$$10926 \cdot 627 - F_b \cos(20^\circ) \cdot 610 = 0 \quad (9)$$

$$F_b = 11950 \text{ N.}$$



Slika 22. Opterećenje zavora kod prihvaća za tro-spojnu vezu B-B

Određivanje opterećenja zavora jedne prihvatnice:

Vlačna sila na zavar :

$$F_v = \frac{F_b \cdot \cos(\alpha)}{2} \quad (10)$$

$$F_v = 5615 \text{ N}$$

Moment savijanja :

$$M = F_b \cdot \sin(\alpha) \cdot 40$$

$$M = \frac{11950 \cdot \sin(20^\circ) \cdot 40}{2} \quad (11)$$

$$M = 81743 \text{ Nmm}$$

Naprezanje zavora:

$$\sigma_{uk} = \sigma_v + \sigma_f$$

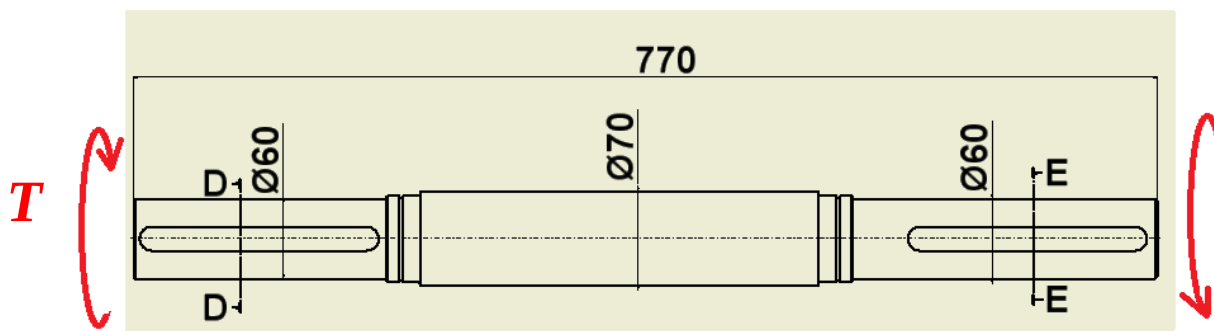
$$\sigma_{uk} = \frac{F_v}{A} + \frac{M}{W_x} = \frac{5615}{546} + \frac{81743}{3711} \quad (12)$$

$$\sigma_{uk} = 32.31 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{uk} = 32.31 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{dop} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{zadovoljava} \quad (13)$$

6.2. Provjera sigurnosti vratila na kritičnom presjeku

Vratilo je opterećeno samo momentom torzije a kritični presjek nalazi se na presjecima D-D i E-E promjera $\Phi 60$ mm. Pošto su presjeci istih promjera dovoljno je provjeriti samo jedan presjek i uvjet dopuštenog naprezanja.

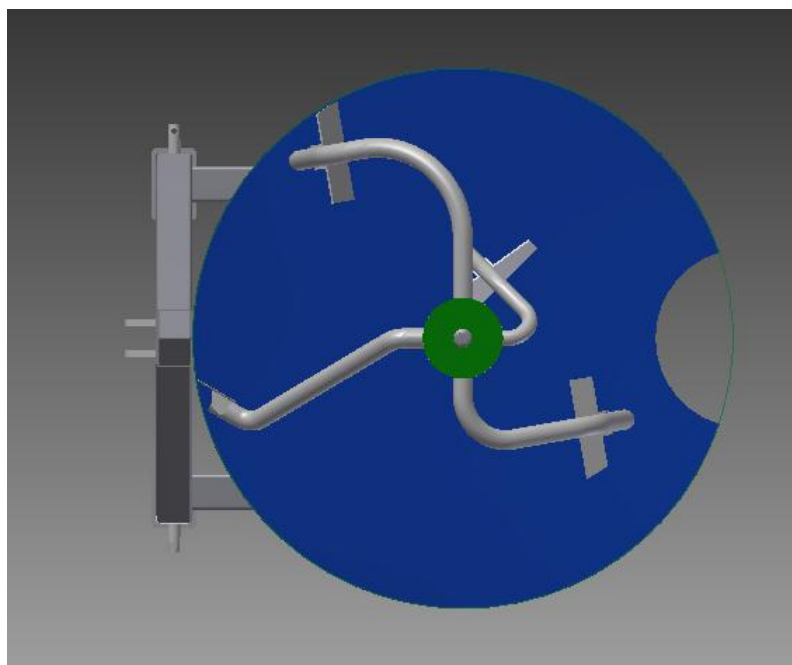


Slika 23. Opterećenje vratila

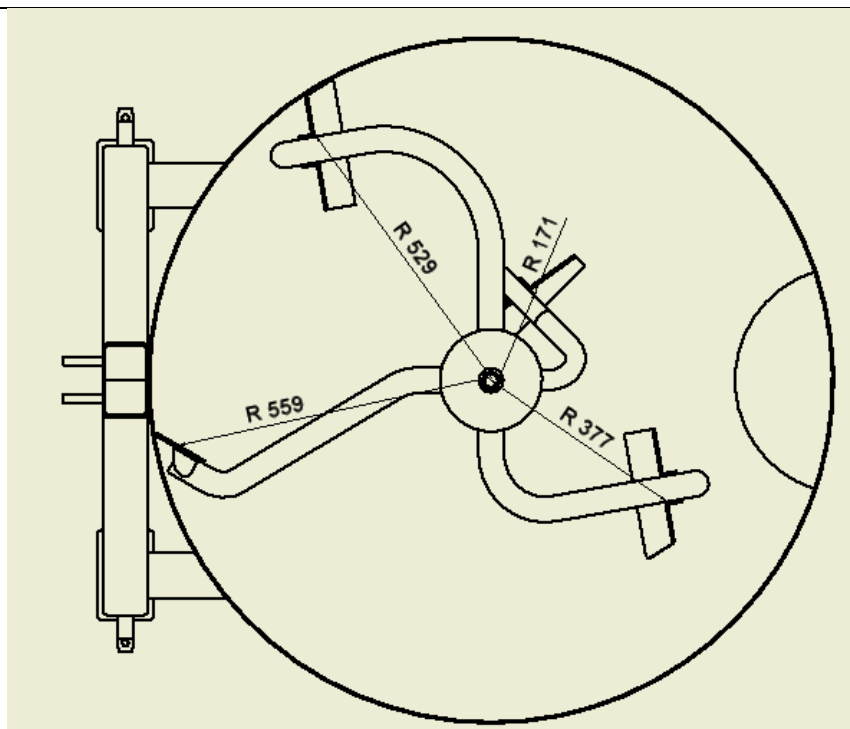
Moment torzije koji opterećuje vratilo dobiven je preko normalne sile na lopatice za miješanje materijala.

F_N -normalna sila na lopatice miješalice

$$F_N = 1100\text{N}$$



Slika 24. Položaj lopatica u miješalici



Slika 25. Udaljenost lopatica od centra rotacije

Određivanje momenta torzije:

$$T = F_N \cdot (171 + 377 + 559 + 529)$$

$$T = 1100 \cdot 1636$$

(14)

$$T = 1799600 \text{ Nmm} \approx 1800 \text{ Nm.}$$

Određivanje sigurnosti vratila :

Sve veličine potrebne za izračun sigurnosti vratila dobivene su iz skripte za proračun vratila [4].

$$\text{Materijal vratila St 70-2} \rightarrow R_{mt} = 420 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}; \tau_{tDI} = 260 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$b_1\text{-faktor veličine strojnog dijela} \quad \varphi = 1.5$$

$$b_1 = 0.8 \quad S_{\text{potr}}\text{-potrebni faktor sigurnosti}$$

$$b_2\text{-faktor kvalitete površinske obrade} \quad S_{\text{potr}} = 1.4$$

$$b_2 = 0.95 \quad S_{\text{post}}\text{-postignuti faktor sigurnosti}$$

φ - faktor udara kod vratila

$$\tau = \frac{T}{W_t} = \frac{1800000 \text{ Nmm}}{42415 \text{ mm}^3} \quad (15)$$

$$S_{\text{post}} = \frac{b_1 \cdot b_2 \cdot \tau_{\text{tDI}}}{\varphi \cdot \beta_{\text{kt}} \cdot \tau} = \frac{0,8 \cdot 0,95 \cdot 260}{1,5 \cdot 1,8 \cdot 42,4}$$

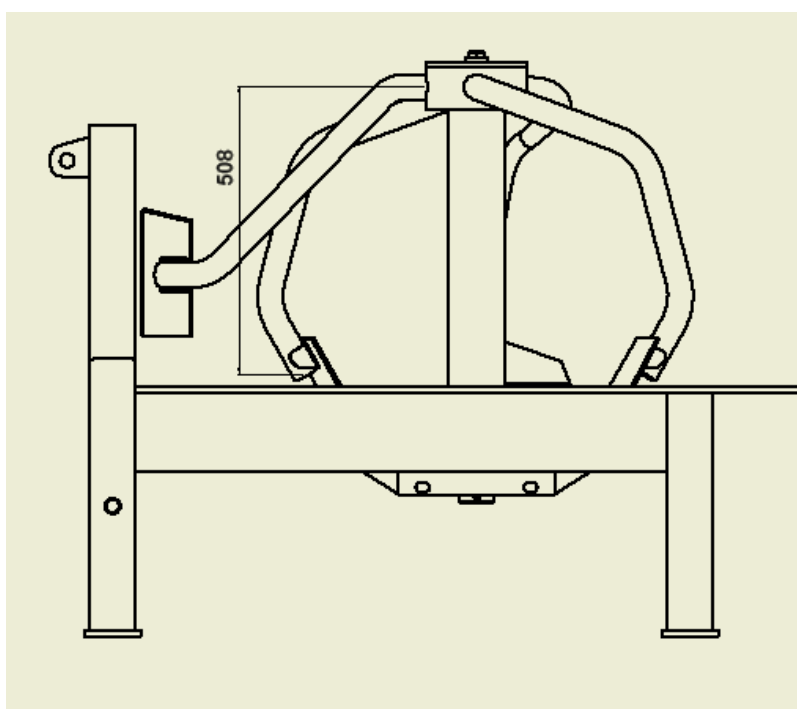
$$S_{\text{post}} = 1,73 > S_{\text{potr}} = 1,5 \rightarrow \text{zadovoljava} \quad (16)$$

6.3. Provjera naprezanja u cijevi za rotaciju lopatica

Za provjeru naprezanja u cijevi odabrana je cijev za lopaticu koje se giba po dnu miješalice i koja je najudaljenija od centra rotacije, na taj način naprezanje u cijevi će biti najveće. Ako u tom slučaju zadovoljimo kriterij sigurnosti i kod ostalih cijevi će biti zadovoljen taj kriterij. Cijev je standardizirana bešavna cijev DIN EN 10305-1 $\Phi 45$, $t=10\text{mm}$.

Udaljenost kraja cijevi od centra rotacije prikazana je na Slika 25 i iznosi 529 mm.

Vertikalna udaljenost kraja cijevi od visine prstena za rotaciju prikazana je na Slika 26 i iznosi 508 mm.



Slika 26. Udaljenost kraja cijevi od visine prstena za rotaciju

Karakteristike presjeka cijevi:

$$A=1100 \text{ mm}^2$$

$$W_x=8093 \text{ mm}^3$$

$$W_t=16192 \text{ mm}^3.$$

Određivanje opterećenja cijevi kod spoja sa prstenom za rotaciju:

$$\sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Normalna sila na lopaticu za miješanje:

$$F_N = 1100 \text{ N}.$$

Moment savijanja

$$\begin{aligned} M &= F_N \cdot 508 \text{ mm} = 1100 \text{ N} \cdot 508 \text{ mm} \\ M &= 558800 \text{ Nmm}. \end{aligned} \quad (17)$$

Moment torzije

$$\begin{aligned} T &= F_N \cdot 529 \text{ mm} = 1100 \text{ N} \cdot 529 \text{ mm} \\ T &= 581900 \text{ Nmm} \end{aligned} \quad (18)$$

Određivanje naprezanja u cijevi:

Naprezanje usljed savijanja:

$$\begin{aligned} \sigma_f &= \frac{M}{W_x} = \frac{558800 \text{ Nmm}}{8096 \text{ mm}^3} \\ \sigma_f &= 69,00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \end{aligned} \quad (19)$$

Naprezanje usljed momenta torzije:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{T}{W_t} = \frac{581900 \text{ Nmm}}{16192 \text{ mm}^3} \\ \tau &= 35,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \end{aligned} \quad (20)$$

Ekvivalentno naprezanje zbog djelovanja različitih vrsta opterećenja:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{ekv}} &= \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2} = \sqrt{69^2 + 3 \cdot 36^2} \\ \sigma_{\text{ekv}} &= 93 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{zadovoljava}. \end{aligned} \quad (21)$$

6.4. Provjera bočnog tlaka pera

Vratilo na sebi sadrži dva utora u kojima su smještena pera. Jedno pero je potrebno za prijenos momenta sa reduktora, a drugo za predaju momenta lopaticama za miješanje materijala. Oba pera smještena u tim utorima su istih dimenzija i oblika pa je za proračun dopuštenog bočnog tlaka potrebno proračunati samo jedno pero radi provjere dali pera zadovoljavaju dopušteni bočni tlak.

p_{dop} - dopušteni bočni tlak

$$p_{\text{dop}} = 150 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}, [6]$$

Dimenzije pera su standardizirane prema normi DIN 6885.

l - duljina pera

$b = 18 \text{ mm}$

$l = 180 \text{ mm}$

t_2 - minimalna visina dodira glavine i pera

h - visina pera

$t_2 = 4 \text{ mm}$

$h = 11 \text{ mm}$

r - radijus vratila

b - širina pera

$r = 30 \text{ mm}$

F_t - obodna sila na vratilu

Proračun obodne sile:

$$F_t = \frac{K_A \cdot T}{r} = \frac{1,5 \cdot 1800000}{30} \quad (22)$$

$$F_t = 90000 \text{ N.}$$

Bočni tlak na peru:

$$p = \frac{F_t}{t_2 \cdot l} = \frac{90000}{4 \cdot 180} \quad (23)$$

$$p = 125 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < p_{\text{dop}} = 150 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{zadovoljava.}$$

6.5. Proračun aksijalno opterećenog ležaja na vratilu

Vratilo nije opterećeno poprečnim silama, ali je opterećeno aksijalom silom koja je uzrokovana težinom lopatica, težinom cijevi za rotaciju lopatica, težinom samog vratila, težinom diska za rotaciju lopatica

Prilikom odabira ležaja postoje određena ograničenja koje se tiču dimenzija vratila, pa je minimalni promjer vratila na kojem dođe ležaj $\Phi=65\text{mm}$.

Odabrani je ležaj proizvođača FAG oznake HCB71913-C-T-P4S.

m_{uk} -ukupna masa dijelova koje opterećuju ležaj

$$m_{\text{uk}} = 60 \text{ kg}$$

Brzina vrtnje vratila $n=30 \text{ min}^{-1}$.

Aksijalna sila :

$$\begin{aligned} F_a &= m_{\text{uk}} \cdot g = 65 \cdot 9,81 \\ F_a &= 640\text{N}. \end{aligned} \tag{24}$$

Potreban vjek trajanja ležaja kod poljoprivrednih strojeva: $L_h = 5000 \text{ h}$.

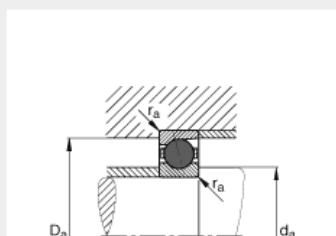
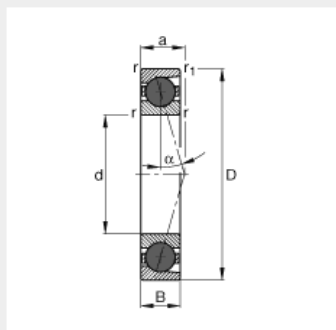
Ekvivalentno statičko opterećenje:

$$\begin{aligned} P &= 0,46 \cdot F_a \\ P &= 0,46 \cdot 640 \\ P &= 300\text{N} \end{aligned} \tag{25}$$

Vijek trajanja ležaja:

$$\begin{aligned} L_{10h} &= \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P} \right)^{\epsilon} = \frac{10^6}{60 \cdot 30} \left(\frac{16600}{300} \right)^3 \\ L_{10h} &= 941213168\text{h} \end{aligned} \tag{26}$$

Iz dobivenog rezultata vidi se da vijek trajanja ležaja uvelike premašuje potreban vijek trajanja ležaja, ali zbog dimenzija vratila nije bilo moguće odabrati manji ležaj.

Spindle bearings HCB71913-C-T-P4Sadjusted, in pairs or sets, contact angle $\alpha = 15^\circ$, with ceramic balls, restricted tolerances

d	65 mm	
D	90 mm	
B	13 mm	
a	17 mm	
Da H12	85,5 mm	
da h12	70 mm	
r1 min	1 mm	
ra max	0,6 mm	
ra1 max	0,6 mm	
rmin	1 mm	
m	0,172 kg	Mass
Cr	25000 N	Basic dynamic load rating, radial
C0r	11800 N	Basic static load rating, radial
f0	11,4	
nG Fett	20000 1/min	Limiting speed for grease lubrication
nG Öl	32000 1/min	Limiting speed for minimal quantity oil lubrication
Cur	1230 N	Fatigue limit load, radial

Slika 27. Ležaj FAG HCB71913-C-T-P4S

6.6. Izbor reduktora

Za izbor reduktora poznati su nam sljedeći podaci :

n - brzina vrtnje lopatica za miješanje

$$n = 30 \text{ min}^{-1}$$

T - moment potreban za rotaciju lopatica

$$T = 1800 \text{ Nm}$$

P - snaga potrebna za rotaciju

$$P = T \cdot \frac{2\pi n}{60} = 1800 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 30}{60} \quad (27)$$

$$P = 5655 \text{ W}$$

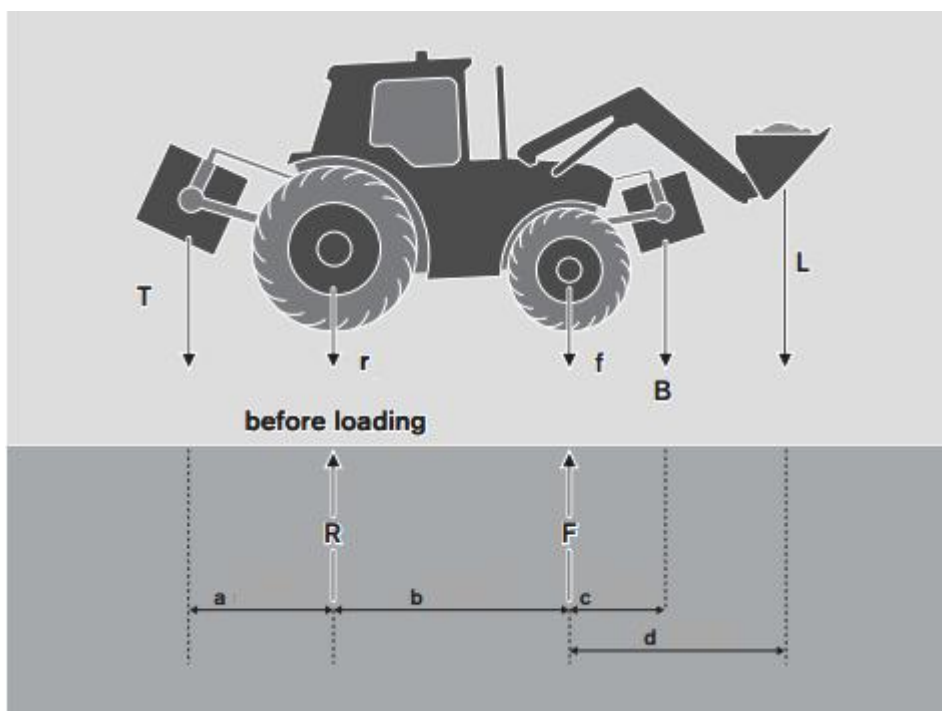
Na temelju ulaznih podataka odabran je reduktor proizvođača Wattdrive oznake KUA 80A WN.

Type of the gear unit : Type :	Helical bevel gear unit KUA 80A WN	
Operation data :		
Ambient temperature :	+20	°C
Type of operation :	S3..S6 ED 30min	
External motor data		
Motor power :	5.8	[kW]
Rated speed :	540	[rpm]
Gear data :		
Max. perm. thermal power limit at +20 °C and S3..S6 ED 30min operation :	18	[kW]
Output speed :	29	[rpm]
Output torque :	1866	[Nm]
Rated torque :	2700	[Nm]
Service factor :	1.45	
Ratio :	18.36	
Circum ferential backlash (min-max) :	4' - 7'	
Reduced circum ferential backlash (min-max) (OPTION) :	4' - 7'	
Perm. input torque at fB1 :	147.1	[Nm]
Max. perm. input speed :	2400	[rpm]
Mounting position :	V10	
Hollow shaft :	Ø 60 H7	[mm]
Keyway :	DIN6885.1	
Painting :	LA1 - Standard - industrial atmosphere 50-70µm	
Color :	RAL 9007 (Grey aluminium)	
Weight :	89	[kg]
Input side :		
Type :	Input shaft unit WN	
Input shaft :	Ø 38 k6 x 80 mm	
Keyway :	DIN6885.1	
Further executions gear unit :		
Lubricant :	Mineral oil - CLP ISO VG 220	

Slika 28. Tehnički podaci reduktora Wattdrive KUA 80A WN

6.7. Provjera stabilnosti traktora

Provjera stabilnosti traktora provodi se na temelju opterećenja traktora i udaljenostima opterećenja od osovina (Slika 29.). Stabilnost traktora će biti zadovoljena ako na ni jednoj osovini opterećenje ne padne ispod 20% ukupne težine traktora sa svim priključcima na njemu.



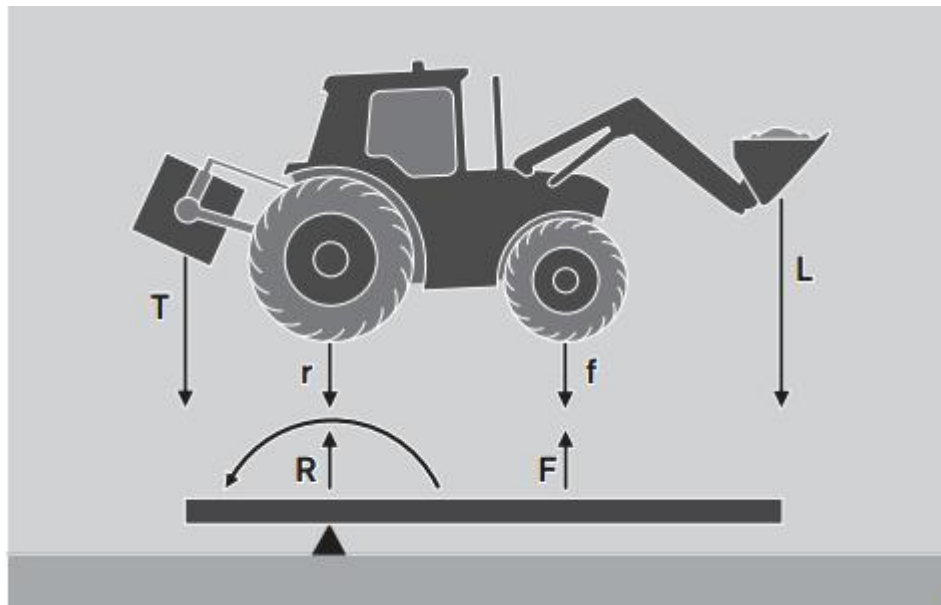
Slika 29. Opterećenja traktora i udaljenosti opterećenja od osovina

Odabrani traktor za proračun stabilnosti je Claas Arion 410 (Slika 30.).



Slika 30. Traktor Claas Arion 410

Proračun opterećenja osovine traktora provodi se analogijom oslonca (Slika 31.).



Slika 31. Analogija oslonca kod proračuna opterećenja osovine traktora

Tehnički podaci traktora Claas Arion 410 :

a - udaljenost centra mase radnog priključka
od stražnje osovine

$a = 1897 \text{ mm}$

b - udaljenost između osovina atraktora

$b = 2564 \text{ mm}$

c - udaljenost centra mase prednjeg utega
od prednje osovine

m_{Tr} - masa traktora bez priključaka i utega

$m_{Tr} = 4800 \text{ kg}$

m_m - masa miješalice sa betonom

$m_m = 1500 \text{ kg}$

$c = 609 \text{ mm}$

f - opterećenje prednje osovine traktora bez
utega i priključaka

$f = 17778 \text{ N}$

r - opterećenje stražnje osovine traktora
bez utega i priključaka

$r = 29309 \text{ N}$

Pošto je miješalica na traktor priključena sa stražnje strane potrebno je proračunati samo opterećenje prednje osovine traktora.

Opterećenje prednje osovine traktora bez utega :

G_{UK} - ukupna težina traktora sa priključkom:

$$G_{UK} = m_{Tr} \cdot g + m_m \cdot g = 4800 \cdot 9,81 + 1500 \cdot 9,81$$

$$G_{UK} = 61803 \text{ N}$$

$$0,2 G_{UK} = 12360 \text{ N.}$$

(28)

$$F = f - \frac{T \cdot a}{b} = 17778 - \frac{14175 \cdot 1897}{2564}$$

$$F = 6890 \text{ N} < 0,2G_{UK} = 12360 \text{ N} \rightarrow \text{nezadovoljava.} \quad (29)$$

Određivanje minimalne mase prednjeg utega na traktoru radi zadovoljavanja kriterija stabilnosti:

$$0,2G_{UK} = F$$

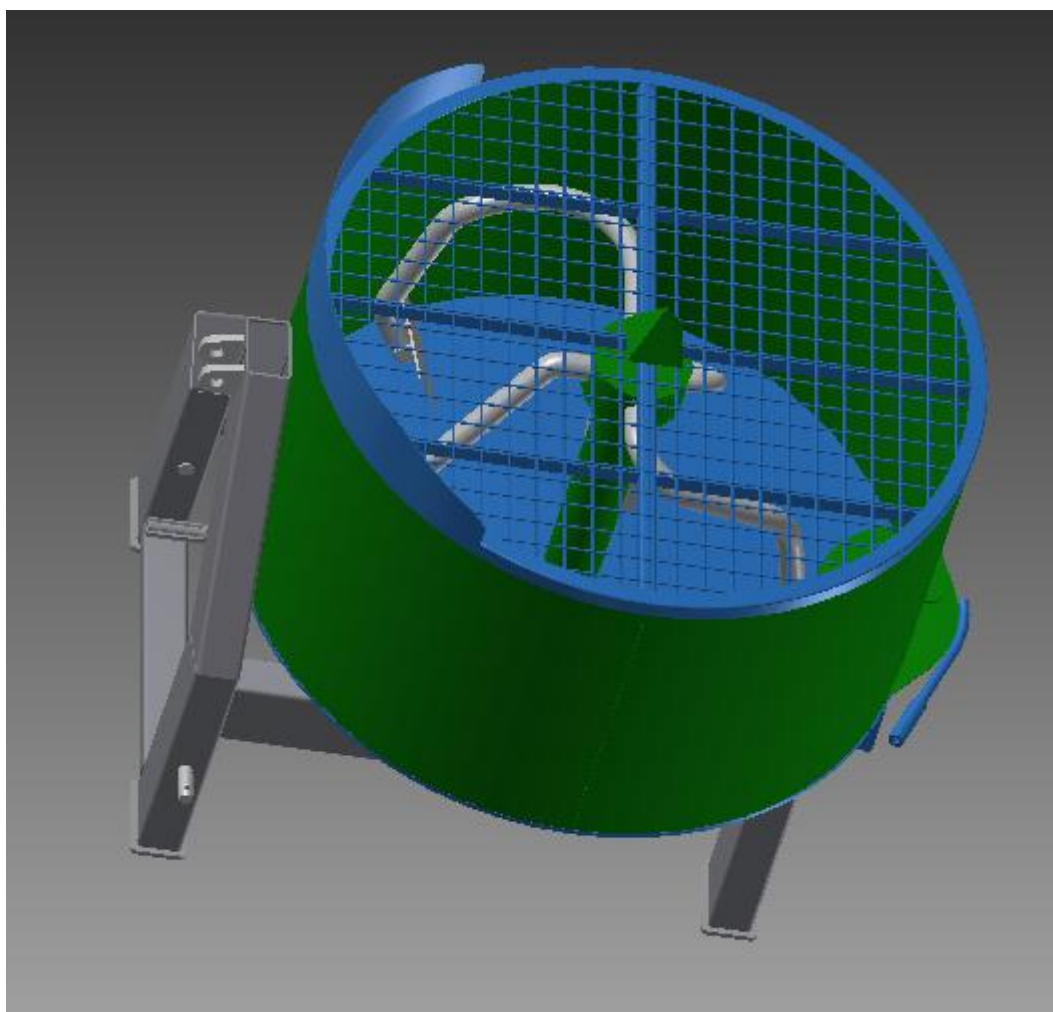
$$0,2 \cdot (m_{Tr} + m_m + m_{uteg \min}) \cdot g = f + \frac{m_{uteg \min} \cdot g \cdot c - m_m \cdot g \cdot a}{b}$$

$$0,2 \cdot (4800 + 1500 + m_{uteg \min}) \cdot 9,81 = 17778 + \frac{m_{uteg \min} \cdot 9,81 \cdot 609 - 1500 \cdot 9,81 \cdot 1897}{2564} \quad (30)$$

$$m_{uteg \min} = 538 \text{ kg.}$$

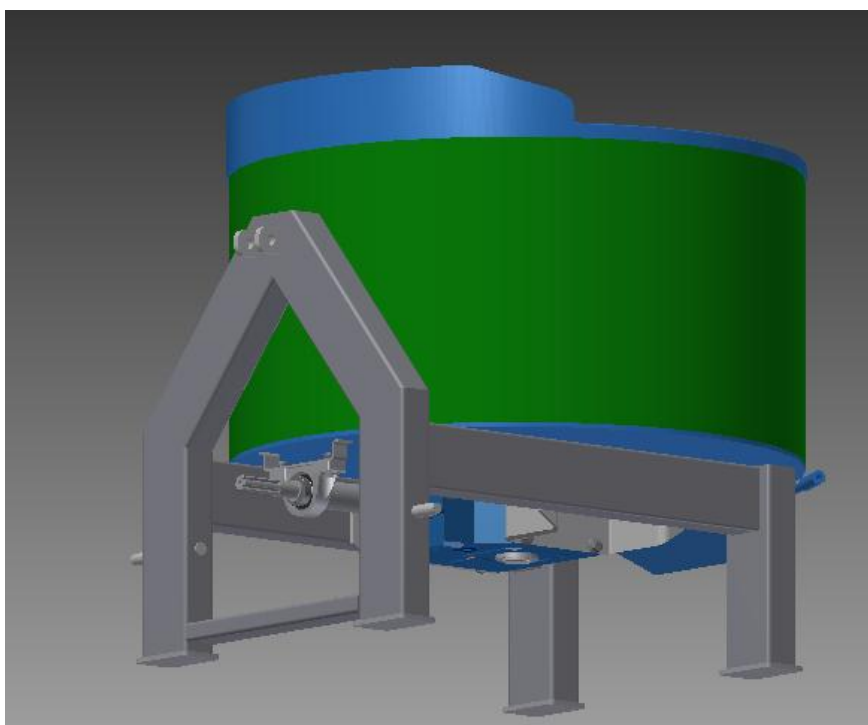
7. SKLOP MIJEŠALICE BETONA POGONJENE TRAKTOROM

Sklop miješalice sastoji se od nosive konstrukcije, prostora za miješanje u kojemu su smještene lopatice za miješanje betona, reduktora i sklopa zaštitne mreže. Lopatice za miješanje postavljene su na četiri različite pozicije. Tri lopatice postavljene su tako da se njihov donji dio giba po dnu miješalice dok se četvrta lopatica giba po stjenici prostora za miješanje. Taj način postavljanja lopatica za miješanje omogućuje bolje miješanje betona.



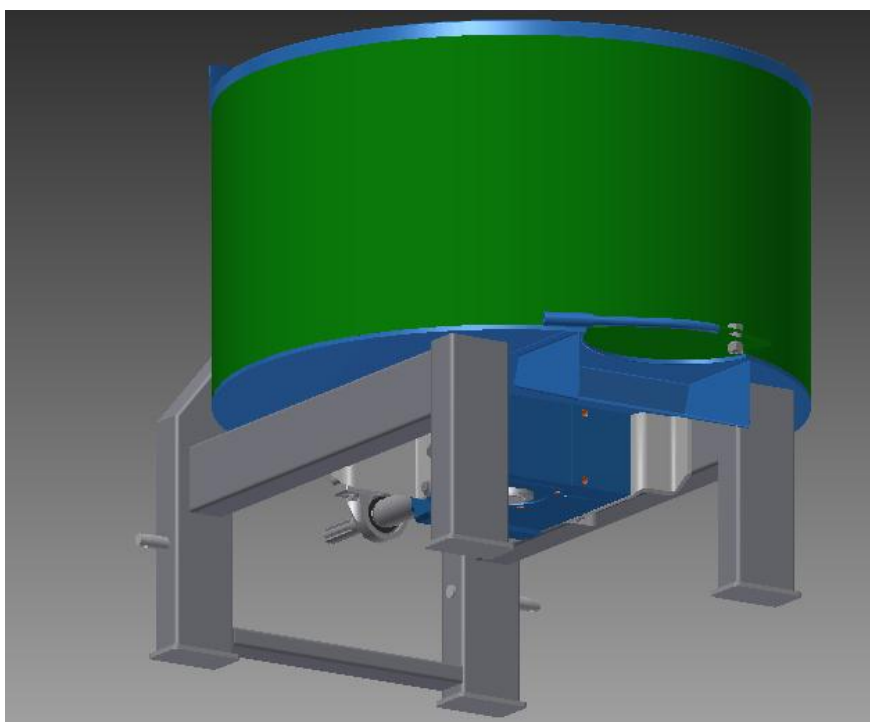
Slika 32. Miješalice betona

Priključak miješalice na traktor ostvaruje se preko standardne tro-spojne veze kategorije II, a snaga potrebna za miješanje betona dovodi se preko vratila na koje se priključuje kardansko vratilo. Dijelovi potrebni za tro-spojnu vezu i za priključak kardanskog vratila prikazani su na slici 33.



Slika 33. Miješalica betona (pogled na tro-spojnu vezu i spoj sa kardanskim vrtilom)

Reduktor koji je potreban za redukciju broja okretaja pogonskog vratila traktora nalazi se na donjoj strani miješalice. Reduktor je spojen preko elastične spojke sa vratilom koje služi za priključaka kardanskog vratila. Kanal za ispust betona smješten je sa stražnje strane miješalice. Takav način smještaja kanala omogućuje nesmetan pristup građevinskih kolica ali i najlakši pristup miješalice do mjesta na kojem je potrebno istovariti beton. Položaj reduktora i položaj kanala za ispust betona prikazani su na slici 34.



Slika 34. Miješalica betona (pogled na položaj reduktora i kanala za ispust betona)

8. ZAKLJUČAK

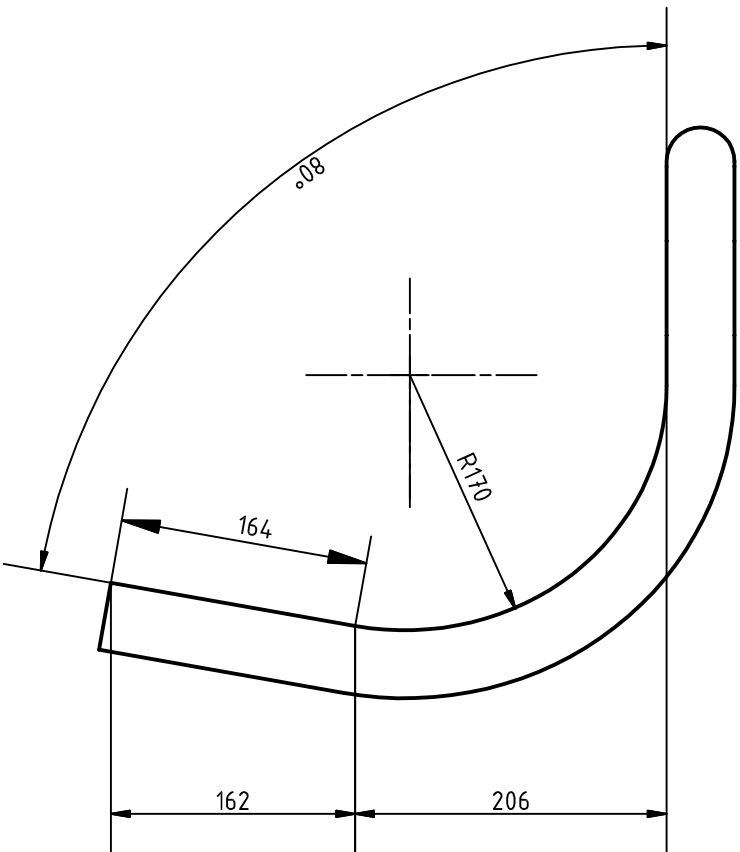
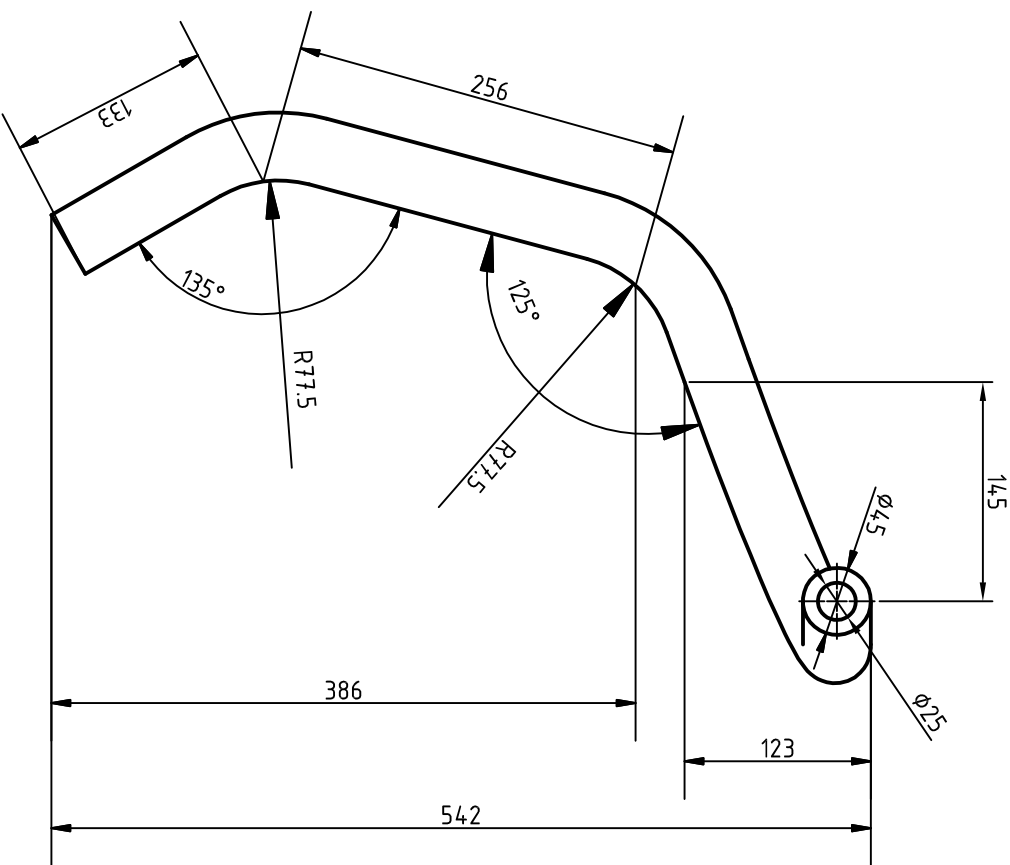
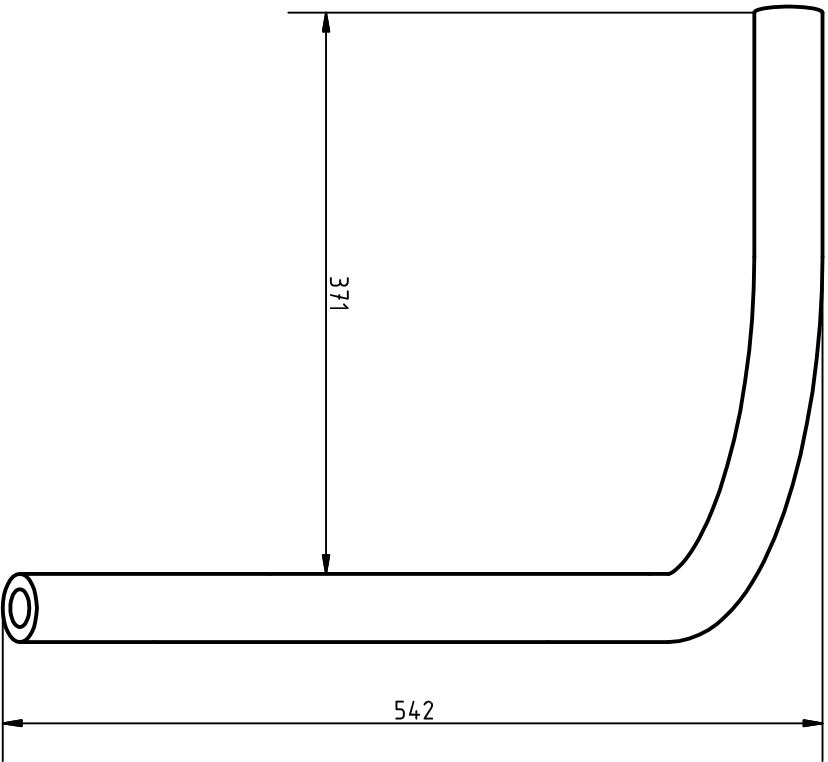
Zadatak ovog završnog rada bio je koncipirati, analizirati i konstruirati miješalicu, a rezultat svega je konstruirana miješalica sa maksimalnim kapacitetom miješanja od 0.5 m^3 . Tokom konstruiranja radi smanjenja cijene izrade miješalice važna je bila upotreba čim više standardnih dijelova. Na taj način je smanjena cijena konačnog proizvoda, a s time i povećana konkurentnost na tržištu. U daljnjem razvoju miješalice pogodno bi bilo razviti miješalicu manjih dimenzija za rad sa manjim traktorima. S tim proizvodom bio bi pokriven puno veći dio tržišta.

LITERATURA

- [1] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [2] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [3] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.
- [4] Opalić, M., Kljajin, M. Sebastijanović, S. (2007). Tehničko crtanje. Zagreb: Zrinski
- [5] <http://www.skf.com>
- [6] <http://www.fag.com>
- [7] Prof.dr.sc. Zvonimir Horvat i suradnici : Vratilo (proračun). Zagreb
- [8] <http://www.tractordata.com/articles/technical/threepoint.html>
- [9] http://www.commerce.wa.gov.au/worksafe/PDF/Guides/Safe_use_of_tractors_with_attachments.pdf
- [10] EN 12525:2000+A2, <https://law.resource.org/pub/bg/ibr/bds.en.12525.2010.html>
- [11] <http://www.claas.de/blueprint/servlet/blob/188862/6120e0e0b6def4e6461b90c9e8b140ce/189486-dataRaw.pdf>

PRILOZI

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



Napomena: vrijede tolerancije slobodnih izmjera ISO 2768-f.
Potrebna duljina cijevi: 1100 mm.
Bešavna cijev: DIN 10305-1 Ø4,5, s=10.



Projektirao	22.2.2014.	Ime i prezime	Igor Lončarek	Potpis	
Razradio	22.2.2014.		Igor Lončarek		
Crtao	22.2.2014.		Igor Lončarek		
Pregledao			Neven Pavković		
Objekt:					Objekt broji:
Napomena:					R. N. broji:
Materijal: St 4.5			Masa: 7,83 kg	Završni rad	Kopija
Naziv:			Cijev za rotaciju lopatice 1		
Mjerilo originala			1:5		
Crtež broji: FS-2014-1					List: 1

1

2

3

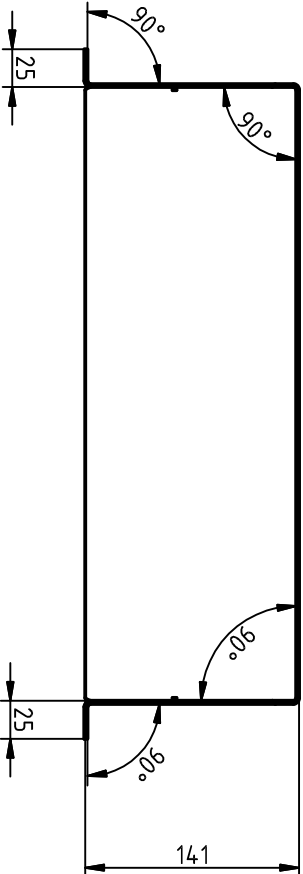
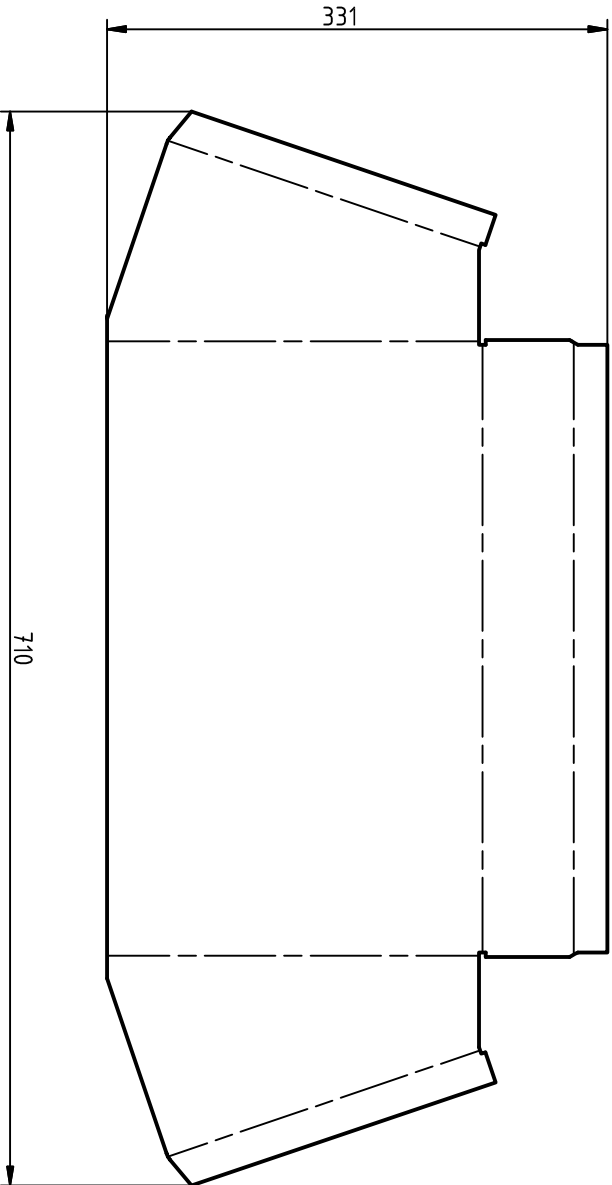
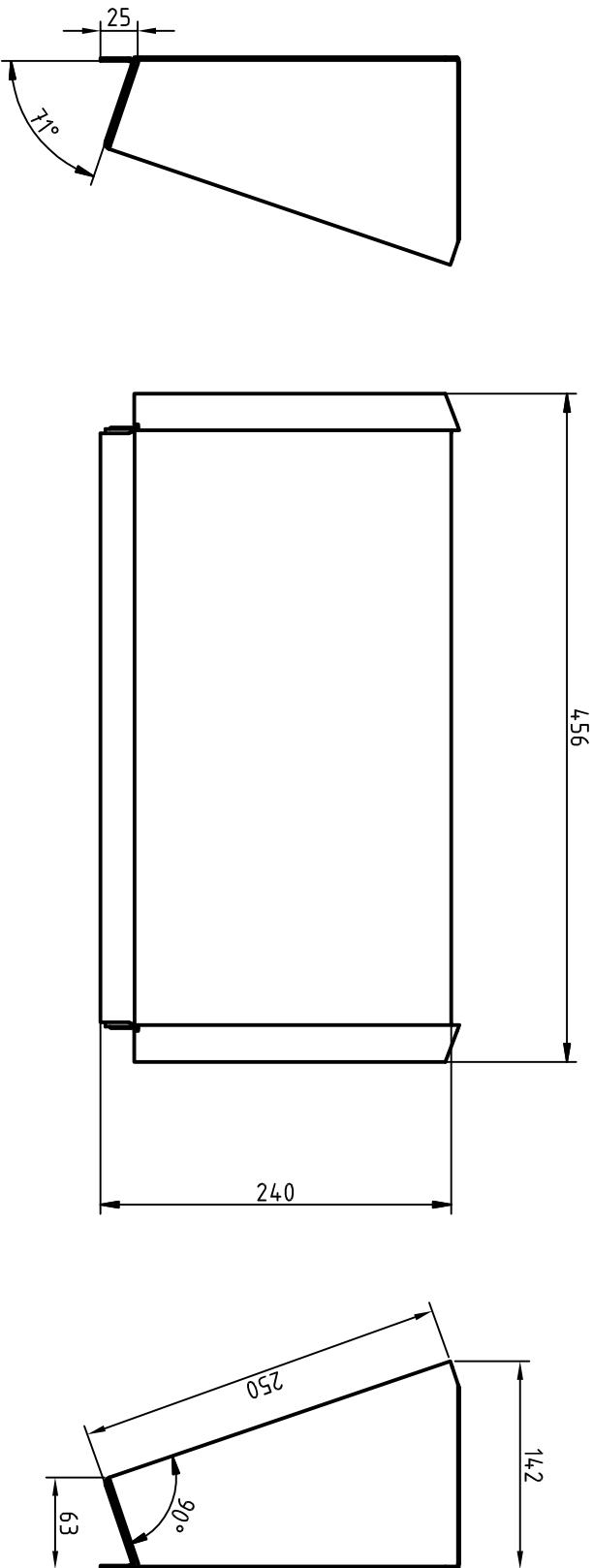
4

5

6

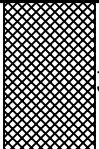
7

8



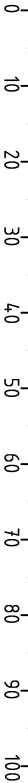
Projekтирао	22.2.2014.	Име и презиме	Игор Лонџареќ	Потпис	
Разрадио	22.2.2014.		Игор Лонџареќ		
Цртао	22.2.2014.		Игор Лонџареќ		
Пregледао			Невен Павковић		

Објект:			Објект број:		
Напомена:			Р. Н. број:		
Материјал: St 37			Маса: 3 kg		
Мерило оригинала			Позиција:		
1:5			Листова: 1		

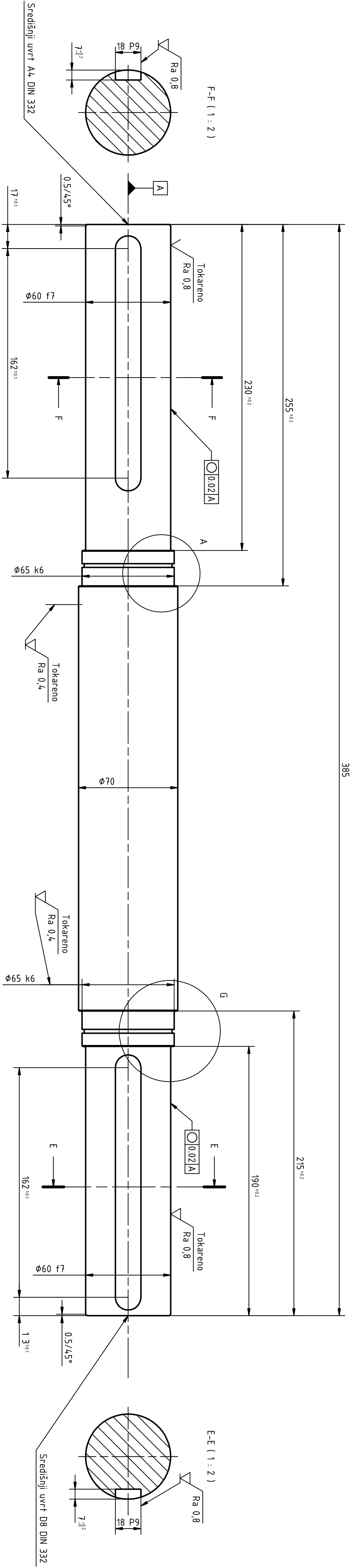


Crtež broji: FS-2014-2

Lst: 1

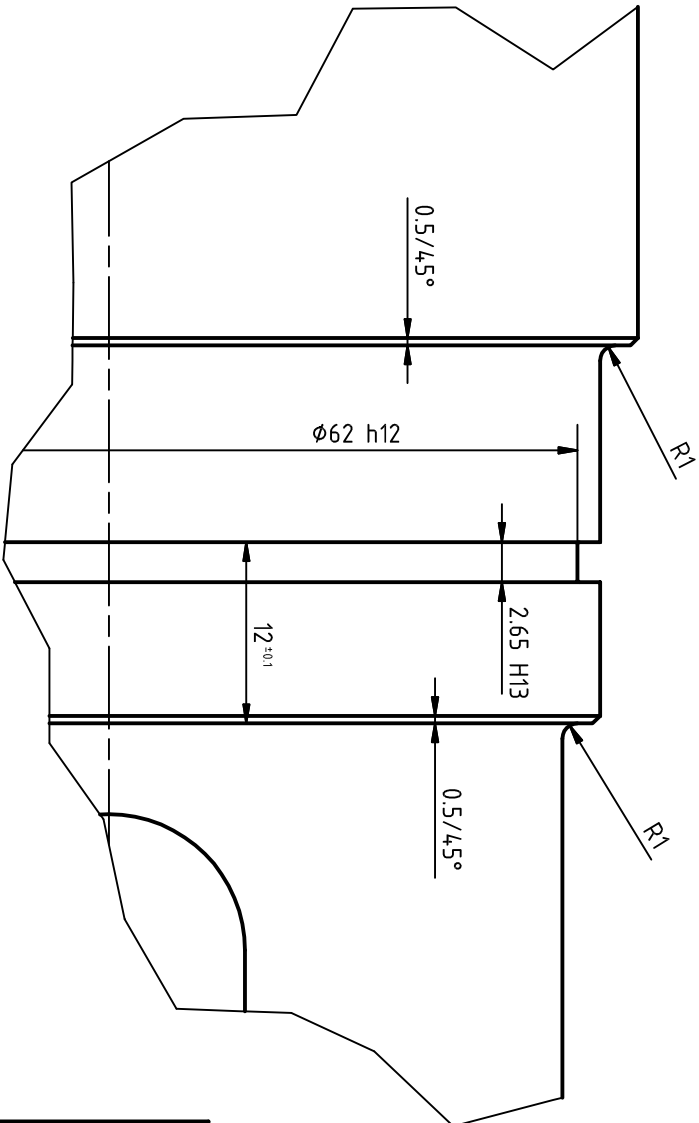
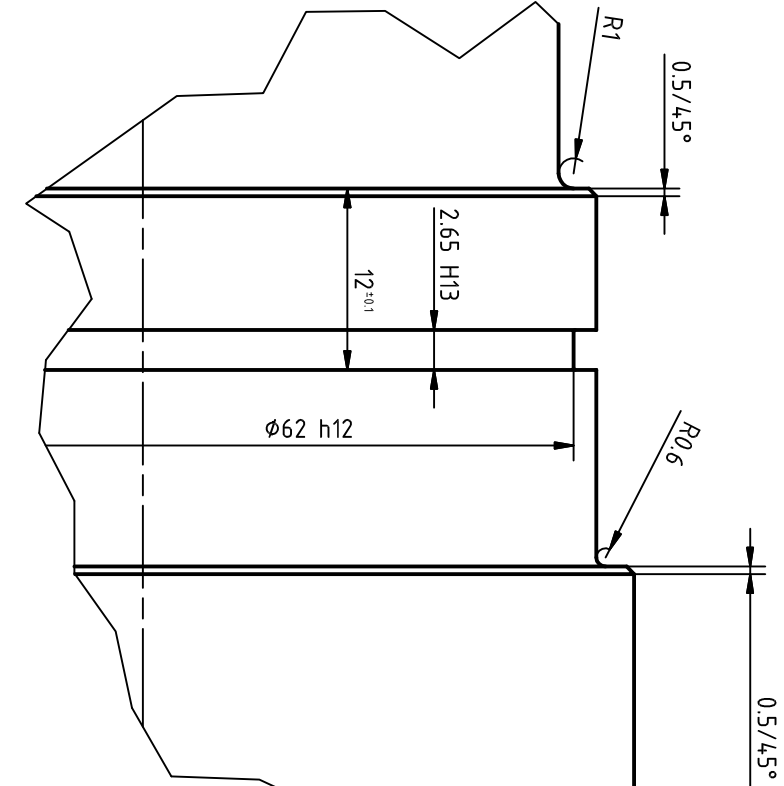


$\sqrt[3]{Ra\ 6,3}$
 $\sqrt[3]{Ra\ 0,8}$
Tokareno
 $\sqrt[3]{Ra\ 0,8}$
Tokareno
 $\sqrt[3]{Ra\ 0,4}$
Tokareno

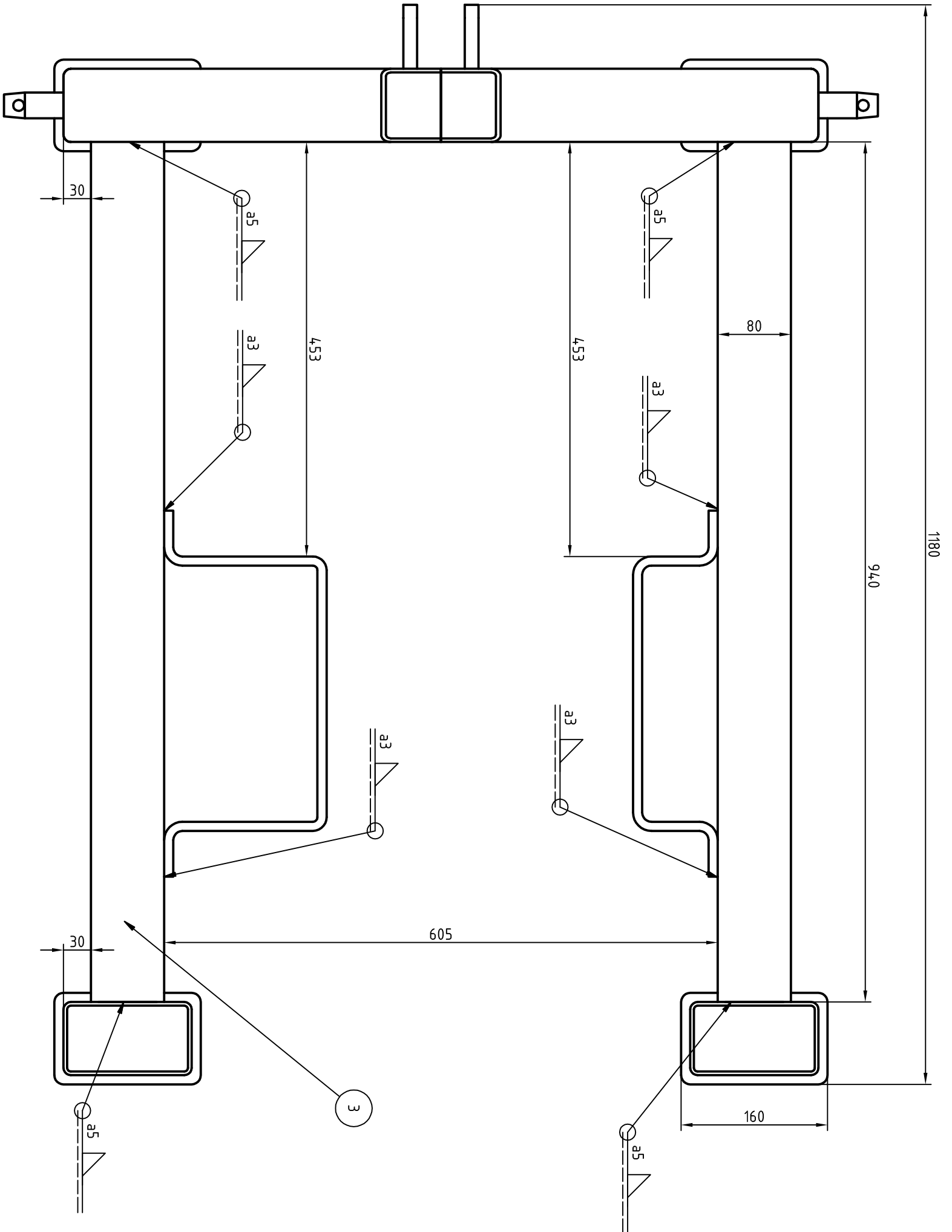
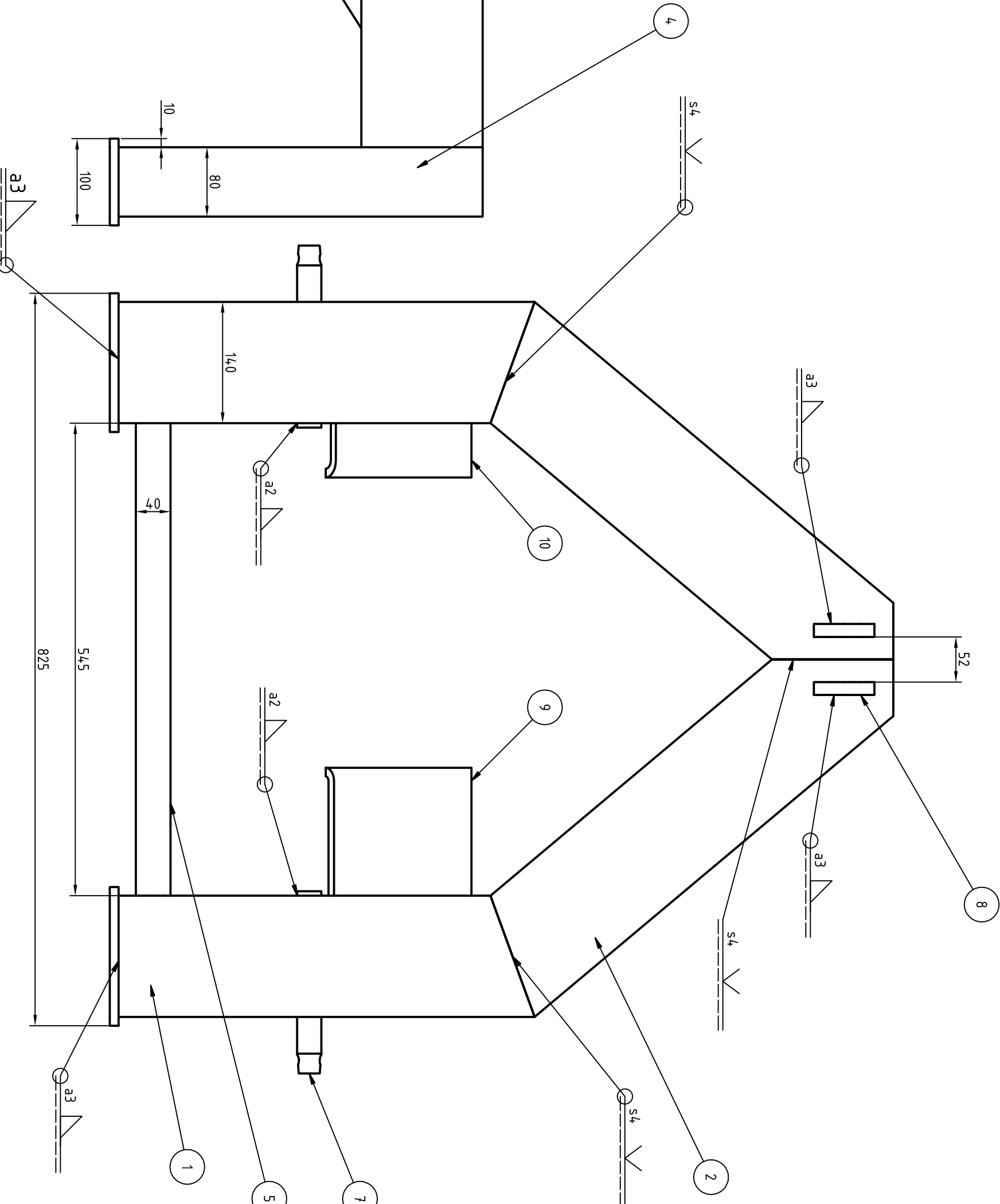
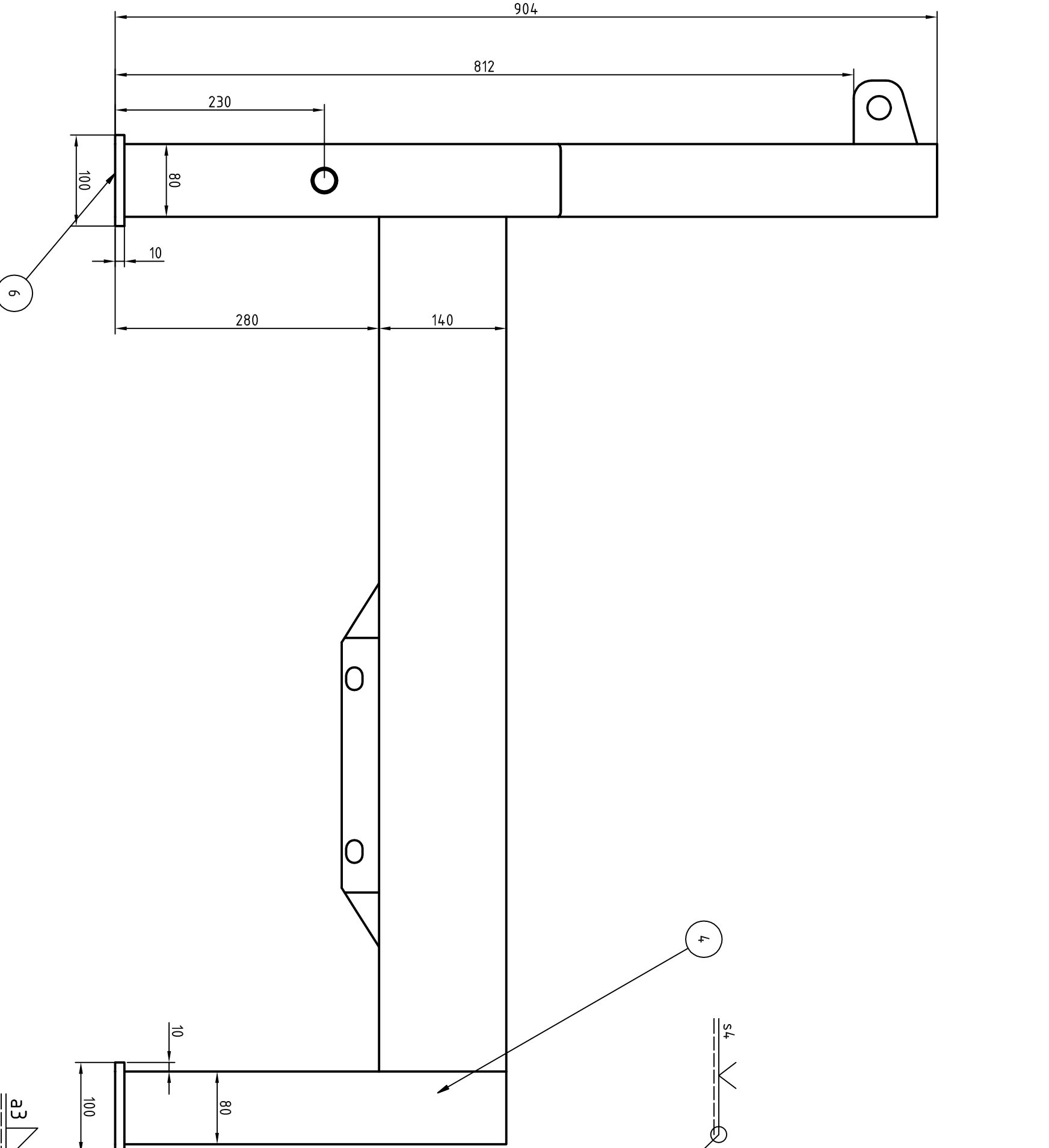
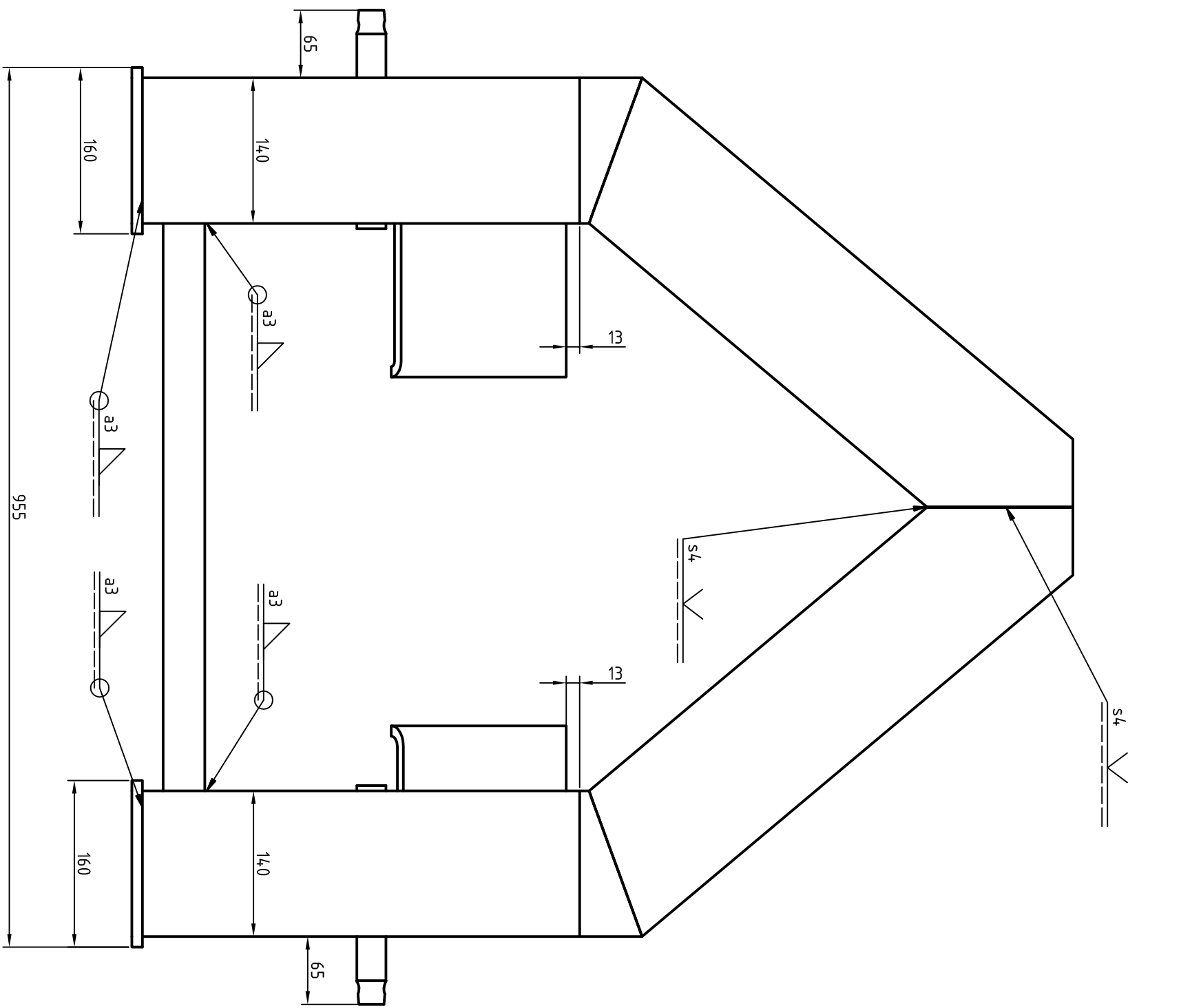


A (2 : 1)

G (2 : 1)



ISO - tolerancije		Datum		Ime i prezime		Potpis		
Ø65 k6	0.021	Projektirao		Igor Lončarek				
	0.002	Razradio		Igor Lončarek				
Ø62 h12	0	Crtao		Igor Lončarek				
	-0.3	Mentor		Nevan Pavković				
Ø60 f7	-0.03	Objekt:		Objekt broj:				
	-0.06	Napomena:		R. N. broj:				
18 P9	-0.018	Materijal: St 70-2		Masacra 20kg		Završni rad		Kopija
	-0.061	Naziv:		Masacra 20kg		Završni rad		
2.65 H13	0.14	Mjerilo originala		Masacra 20kg		Završni rad		
	0	1:2		Masacra 20kg		Završni rad		
		Vratilo 1		Masacra 20kg		Završni rad		
		Crtež broj: FS-2014-3		Masacra 20kg		Završni rad		
		Lisť: 1		Masacra 20kg		Završni rad		



10	Nosač reduktora 2	1	S14,2	250x93x168	6,7kg	
9	Nosač reduktora 1	1	S14,2	250x178x168	8,9kg	
8	Ploča za tro-slojni vezu	2	S14,2	70x70x5	0,5kg	
7	Pin za tro-slojni vezu	2	S14,2	Ø28x210	1kg	
6	Podložna ploča	4	S14,2	160x100x10	1,2kg	
5	Pravokutna cijev 5	1	ISO 4019	S14,2	460x40x80	3,6kg
4	Pravokutna cijev 4	2	ISO 4019	S14,2	370x40x80	5,6kg
3	Pravokutna cijev 3	2	ISO 4019	S14,2	650x40x80	12,2kg
2	Pravokutna cijev 2	2	ISO 4019	S14,2	940x40x80	6,6kg
1	Pravokutna cijev 1	2	ISO 4019	S14,2	480x40x80	5,8kg
Poz	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj	Material	Snove dimenzije	Masa
Broj naziva - code						
	Datum	Ime i prezime		Podpis		
	Projektirao 22.2.2014.	Igor Lončarek				
	Nacrtao 22.2.2014.	Igor Lončarek				
	Provjerao 22.2.2014.	Neyen Pavković				
ISO - tolerancije						
	Objekt:	Objekt broj:				
	Napomena:	F. N. broj:				
	Material:	Masica 88kg	Završni rad	Pozicija	Kopija	
		Naziv: Nosiva konstrukcija				
	Mjerilo originala	15				
	Crtež broj: FS-2014-4					
	Lisova: 1					Lis: 1

[illegible]