

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Marko Zajec**

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

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

Student:

Marko Zajec

Zagreb, 2013.

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

Tijekom same razrade zadatka nailazio sam na niz problema stoga bi se zahvalio svom mentoru prof. dr. sc. Nevenu Pavkoviću na razumijevanju i savjetima.

Također hvala mojoj obitelji, djevojci i prijateljima na razumijevanju i podršci.

Marko Zajec



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:

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. Igor Balen

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	IV
POPIS TABLICA.....	VI
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	VII
POPIS OZNAKA .....	VIII
1. UVOD.....	1
1.1 Traktori.....	2
1.1.1. Traktori TV. ....	4
1.1.2. Poljoprivredni zglobni traktori Ecotrac. ....	5
1.1.3. Prima commerce. ....	5
2. KONKURENTSKI PROIZVODI. ....	7
2.1. Snopovezaljka 4K-50.....	7
2.2. Snopovezaljka TBB. ....	8
3. FUNKCIJSKA STRUKTURA.....	9
4. MORFOLOŠKA MATRICA. ....	10
5. KONCEPTI.....	14
5.1. Koncept 1. ....	14
5.2. Koncept 2. ....	15
6. PRORAČUN SNOPOVEZALJKE. ....	16
6.1. Potrebna snaga. ....	16
6.1.1. Snaga pojedinih dijelova.....	16
6.1.2. Stupanj korisnosti.....	17
6.1.3. Potrebna snaga koju treba prenijeti kardan. ....	17
6.2. Proračun remenskog prijenosa. ....	17
6.2.1. Potreban broj remena: .....	18
6.3. Provjera opterećenja vratila kardana:.....	19
6.3.1. Reakcije u ležaju A i B .....	20

6.3.2.	Provjera promjera.....	21
6.3.3.	Izbor ležaja s kućištem za vratilo kardana. ....	23
6.3.4.	Provjera nosivosti pera 10x10.....	24
6.4.	Prijenos snage na kosu .....	25
6.4.1.	Proračun svornjaka kod stezne glave. ....	26
6.4.2.	Proračun poluge na vlak: .....	27
6.4.3.	Proračun svornjaka između kose i poluge za kosu. ....	28
6.4.3.1.	Tlakovi na bok svornjaka:.....	28
6.5.	Proračun vratila kose.....	29
6.5.1.	Reakcije u ležaju A i B vratila kose.....	30
6.5.2.	Reducirani moment. ....	31
6.5.3.	Provjera promjera vratila od remenice prema reduktoru. ....	34
6.5.4.	Opterećenje vratila kose po pojedinim presjecima. ....	35
6.5.5.	Kontrola pojedinih presjeka. ....	38
6.5.6.	Provjera nosivosti pera 10x10.....	40
6.5.7.	Izbor ležaja s kućištem za vratilo kose. ....	40
6.6.	Provjera reduktora.....	41
6.7.	Proračun zupčastog remenskog prijenosa. ....	41
7.	ODABIR STANDARDNIH DIJELOVA.....	44
7.1.	Kosa .....	44
7.2.	Kotač .....	45
7.3.	Remenica.....	45
7.4.	Reduktor.....	46
7.5.	Ležajevi.....	47
7.5.1.	Za vratila promjera 20 mm: .....	47
7.5.2.	Za vratila promjera 30 mm: .....	47
7.5.3.	Za vratila promjera 35 mm: .....	48
7.5.4.	Ležajevi za sklop vratila ruke: .....	48
7.5.4.1.	Kuglični ležaj za promjer vratila 20 mm. ....	48
7.5.4.2.	Ležajevi s poklopcem, za vratilo promjera 20 mm.....	49
7.5.4.3.	Aksijalni ležaj promjera vratila 20 mm .....	50
7.5.5.	Kuglični ležaj za vožnju klipa.....	50

7.6. Vezač.....	51
7.6.1. Zatezači .....	51
7.6.2. Osovina .....	51
7.6.3. Klip .....	51
8. SNOPOVEZALJKA.....	52
9. OPIS RADA VEZALJKE. ....	55
10. ZAKLJUČAK.....	62
LITERATURA.....	63
PRILOZI.....	64

## POPIS SLIKA

Slika 1:	Slamnati krov. ....	1
Slika 2:	Kardan [2].....	3
Slika 3:	Priključno vratilo traktora[2].....	3
Slika 4:	Trotočje. [1].....	3
Slika 5:	Traktor Tomo Vinković TV-420 [7]. ....	6
Slika 6:	Poljoprivredni zglobni traktor ECOTRAC [7].....	6
Slika 7:	Traktor Prima commerc TT-8305 [7].....	6
Slika 8:	Snopovezaljka 4K-50 [11].....	8
Slika 9:	Snopovezaljka T-BB [10].....	8
Slika 10:	Funkcijska struktura. ....	9
Slika 11:	Koncept 1. ....	14
Slika 12:	Koncept 2. ....	15
Slika 13:	Sile koje djeluju na vratilo kardana. ....	19
Slika 14:	Reakcije u osloncima A i B vratila kardana. ....	20
Slika 15:	Sile koje djeluju na svornjak. ....	25
Slika 16:	Sile koje djeluju na vratilo kose. ....	25
Slika 17:	Presjek svornjaka kod stezne glave. ....	26
Slika 18:	Presjek poluge. ....	27
Slika 19:	Presjek svornjaka na mjestu spoja poluge noža i noža.....	28
Slika 20:	Reakcije u osloncima A i B na vratilu kose. ....	30
Slika 21:	Prostorni pogled sila na vratilo kose. ....	31
Slika 22:	Kritični presjeci vratila kose.....	35
Slika 23:	Odabrana standardna kosa. ....	44
Slika 24:	Kotač proizvođača Blickle [12].....	45
Slika 25:	Remenica proizvođača SIT. ....	45
Slika 26:	Reduktor BD BG-19 [9]. ....	46
Slika 27:	Ležaj s kućištem SYK 504 [8]. ....	47
Slika 28:	Ležaj s kućištem SYK 506 [8]. ....	47
Slika 29:	Ležaj s kućištem SYK 507 [8]. ....	48
Slika 30:	Kuglični ležaj 61804-2RZ [8]. ....	48



Slika 31:	Kučište ležaja FNL 505 B [8].....	49
Slika 32:	Aksijalni ležaj AXS2034 [8]. .....	50
Slika 33:	Kuglični ležaj 638/4-2Z [8].....	50
Slika 34:	Zatezač ASBM08 [14].....	51
Slika 35:	Osovina 8MMSSCTL334 [14].....	51
Slika 36:	Klip MA M08 W [14]. .....	51
Slika 37:	Snopovezaljka. ....	52
Slika 38:	Snopovezaljka bez oplata. ....	52
Slika 39:	Prijenos snage s vratila kardana na vratilo kose.....	53
Slika 40:	Prijenos snage na vezaljku. ....	54
Slika 41:	Prijenos snage zupčastim remenom s vratila reduktora na 2. vratilo ruke. ....	54
Slika 42:	Sklop vezaljke. ....	55
Slika 43:	Presjek vezaljke.....	56
Slika 44:	Sklop klipa.....	57
Slika 45:	Presjek sklopa klipa.....	57
Slika 46:	Sklop uključivanja.....	58
Slika 47:	Prikaz pomaka klipa uključivanja kada na polugu uključivanja djeluje sila pritiska snopa.....	58
Slika 48:	Sklop klipa u praznom hodu.....	59
Slika 49:	Krajnji položaj klipa. ....	59
Slika 50:	Ulazak poluge igle u utor klipa. ....	60
Slika 51:	Radni hod vezača.....	60
Slika 52:	Izvlačenje igle.....	60
Slika 53:	Vraćanje vertikalnog klipa, i oslobođeno mjesto za polugu igle. ....	61
Slika 54:	Izbacivanje poluge iz klipa izbacivačem. ....	61

**POPIS TABLICA**

Tablica 1: Konstrukcijski podaci snopovezaljke 4K-50 [11].	7
Tablica 2: Konstrukcijski podaci snopovezaljke T-BB [10].	8
Tablica 3: Tehnički podaci o kosi [5].	44
Tablica 4: Tehnički podaci o kotaču [12].	45
Tablica 5: Tehnički podaci o remenici [13].	46
Tablica 6: Tehnički podaci o reduktoru [9].	46

## POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

ZMS-00-00-00-00	Snopovezaljka (list 1)
ZMS-00-00-00-00/2	Snopovezaljka (list 2)
ZMS-00-00-00-00/3	Snopovezaljka (list 3)
ZMS-02-00-00-00	Zavarena konstrukcija (list 1)
ZMS-02-00-00-00/2	Zavarena konstrukcija nacrt (list 2)
ZMS-02-00-00-00/3	Zavarena konstrukcija pogled E (list 3)
ZMS-02-00-00-00/4	Zavarena konstrukcija presjek A-A (list 4)
ZMS-02-00-00-00/5	Zavarena konstrukcija presjek B-B (list 5)
ZMS-02-00-00-00/6	Zavarena konstrukcija presjek C-C (list 6)
ZMS-02-00-00-00/7	Zavarena konstrukcija presjek D-D (list 7)
ZMS-00-01-00-00	Sklop kardanskog vratila
ZMS-00-01-00-01	Vratilo kardana
ZMS-00-02-00-00	Sklop vratila kose
ZMS-00-02-00-01	Vratilo kose
ZMS-00-02-00-02	Stezna glava L40
ZMS-00-02-00-03	Čahura $\phi 18$
ZMS-00-02-00-04	Distantni prsten $\phi 36$
ZMS-00-02-00-05	Svornjak $\phi 18$

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
$A$	$\text{mm}^2$	Površina
$a$	mm	Razmak vratila zupčastih remenica
$b$	mm	Širina zupčastog remena
$b_1$		Faktor veličine strojnog dijela
$b_2$		Faktor kvalitete površinske obrade
$c_1$	W	Faktor obuhvatnog kuta
$C_1$	N	Opterećenje ležaja
$c_2$	W	Faktor opterećenja
$c_3$	W	Faktor duljine za uske klinaste remene
$c_4$	W	Faktor djelovanja za uske klinaste remene
$c_5$	W	Faktor prijenosnog omjera, za pogone uskim klinastim remenom
$d$	mm	Promjer svornjaka
$d_1$	mm	Promjer manje remenice
$d_2$	mm	Promjer veće remenice
$d_A$	mm	Iznosi promjera na ležajnom mjestu A
$d_B$	mm	Iznosi promjera na ležajnom mjestu B
$d_k$	mm	Promjer vratila kardana
$d_{kp}$	mm	Promjer vratila kardana uz utor za pero
$d_n$	mm	Iznosi promjera za pojedini presjek
$d_r$	mm	Promjer vratila reduktora

Oznaka	Jedinica	Opis
$d_u$	mm	Unutarnji promjer ležaja
$d_v$	mm	Vanjski promjer zupčaste remenice
$d_w$	mm	Aktivni promjer zupčaste remenice
$d_z$	mm	Promjer diobene kružnice zupčaste remenice
$e$	m	Razmak vratila remenica
$F$	N	Sile koje djeluju na vratilo
$F_A$	N	Sila koja djeluje na vratilo uslijed remenskog prijenosa
$F_{AH}$	N	Sila u remenskom prijenosu, koja opterećuje vratilo u horizontalnoj ravnini
$F_{AV}$	N	Sila u remenskom prijenosu, koja opterećuje vratilo u vertikalnoj ravnini
$F_{az}$	N	Sila koja djeluje na vratilo reduktora
$f_f$	$s^{-1}$	Učestalost savijanja
$F_G$	N	Težina remenice
$F_K$	N	Sila košnje
$F_{KH}$	N	Horizontalna sila košnje
$F_{KV}$	N	Vertikalna sila košnje
$F_t$	N	Tangencijalna sila u remenu
$F_{tk}$	N	Tangencijalna sila koje djeluje na pero
$F_{ts}$	N	Tangencijalna sila na obodu stezne glave
$F_{tz}$	N	Vučna sila
$g$	$m/s^2$	Ubrzanje gravitacije
$h$	mm	Visina nosivosti pera
$i$		Broj klinova po obodu

Oznaka	Jedinica	Opis
$i$		Prijenosni omjer
$k$		Faktor nošenja kod unutarnjeg centriranja
$L_k$	m	Radna duljina kose
$L$	mm	Udaljenost od kraka djelovanja sile na svornjaka do sredine uležištene površine svornjaka
$l$	mm	Duljina od kraka djelovanja sile na svornjaka, do površine okomite na svornjak
$L_a$	m	Aktivna duljina klinastog remena
$L_{az}$	mm	Aktivna duljina zupčastog remena
$L_h$	h	Radni vijek stroja
$l_t$	mm	Nosiva dužina spoja
$M_A$	Nm	Moment u osloncu A
$M_B$	Nm	Moment u osloncu B
$M_n$	Nm	Rezultanti moment savijanja
$M_{nH}$	Nm	Moment savijanja horizontalnim komponentama opterećenja
$M_{nV}$	Nm	Moment savijanja vertikalnim komponentama opterećenja
$m_{RE}$	kg	Masa remenice
$M_{red}$	Nmm	Reducirani moment
$n_1$	min <sup>-1</sup>	Broj okretaja manje remenice
$P$	W	Potrebna snaga koju daje izlazno vratilo traktora
$p$	N/mm <sup>2</sup>	Bočni tlak pera
$P_1$	W	Potrebna snaga kose
$p_1$	MPa	Vanjski tlak na bok svornjaka
$P_{1z}$	W	Snaga koju treba prenijeti zupčasta remenica

Oznaka	Jedinica	Opis
$p_2$	MPa	Unutarnji tlak na bok svornjaka
$p_{dop}$	MPa	Dopušteni tlak na materijal stezne glave spojene sa svornjakom
$p_{dopk}$	N/mm <sup>2</sup>	Dopušteni površinski tlak na bok pera
$P_K$	W/m	Snaga kose po metru
$P_N$	W	Nazivna snaga jednog remena
$P_{RE}$	W	Snaga koju prenosi remen
$P_{S1}$	W	Proračunska snaga kose
$P_{S2}$	W	Proračunska snaga ruke skupljača
$P_{S3}$	W	Proračunska snaga vezaljke
$P_{S4}$	W	Proračunska snaga remena izbacivanja
$R_A$	N	Reakcija u osloncu A
$R_{AH}$	N	Reakcija u osloncu A, u horizontalnoj ravnini
$R_{AV}$	N	Reakcija u osloncu A, u vertikalnoj ravnini
$R_B$	N	Reakcija u osloncu B
$R_{BH}$	N	Reakcija u osloncu B, u horizontalnoj ravnini
$R_{BV}$	N	Reakcija u osloncu B, u vertikalnoj ravnini
$R_m$	N/mm <sup>2</sup>	Vlačna čvrstoća materijala
$s$	mm	Debljina stezne glave
$S_{post}$		Postojeća sigurnost
$S_{potr}$		Potrebna sigurnost
$t$	mm	Dubina utora za pero u vratilu
$T_{Iz}$	Nm	Okretni moment
$TP$		Trajni pogon

Oznaka	Jedinica	Opis
$T_{RE}$	Nm	Moment remenice
$v_l$	m/s	Obodna brzina remena
Oznaka	Mjerna veličina	
$v_{lz}$	m/s	Obodna brzina manje zupčaste remenice
$W_n$		Moment otpora presjeka
$x_n$	mm	Proizvoljna udaljenost na vratilu
$z$		Potreban broj remena
$z_z$		Broj zubaca u zahvatu
$\alpha_o$		Faktor čvrstoće materijala vratila s obzirom na način njegovog opterećenja, odnosno naprezanja
$\beta$	rad	Obuhvatni kut manje remenice
$\beta_{kf}$		Faktor zareznog djelovanja kod uvijanja
$\beta_{kt}$		Faktor zareznog djelovanja kod torzije
$\gamma$	rad	Kut nagiba vučnog i slobodnog ogranka remena
$\varepsilon$		Koeficijent za kuglične ležajeve
$\eta_L$		Stupanj korisnosti ležaja
$\eta_M$		Stupanj korisnosti multiplikatora
$\eta_O$		Stupanj korisnosti ležaja
$\eta_O$		Stupanj korisnosti kliznog okretišta
$\eta_{RE}$		Stupanj korisnosti remenskog i zupčastog prijenosa
$\rho$	mm	Zaobljenje kritičnog mjesta vratila
$\sigma_{DN}$	MPa	Dinamička čvrstoća uslijed naizmjeničnog naprezanja
$\sigma_f$	MPa	Naprezanje na savijanje svornjaka



---

Oznaka	Jedinica	Opis
$\sigma_{fDI}$	N/mm <sup>2</sup>	Savojna dinamička istosmjerna čvrstoća
$\sigma_{fDI dop}$	N/mm <sup>2</sup>	Savojno dinamičko istosmjerno dopušteno naprezanje
$\sigma_{fdop}$	MPa	Dopušteno savojno naprezanje svornjaka
$\sigma_v$	MPa	Naprezanje na vlak
$\tau_a$	MPa	Naprezanje na odrez svornjaka
$\tau_{adop}$	MPa	Dopušteno naprezanje na odrez svornjaka
$\tau_{tDI}$	N/mm <sup>2</sup>	Torzijska dinamička istosmjerna čvrstoća
$\varphi$		Faktor udarca za pogonske uvjete

## 1. UVOD.

Pokrivanje krova slamom je jedan od starih načina pokrivanja krova, koje se u današnje vrijeme počelo ponovno uvoditi. Slamnati krov ima svoje prednosti i nedostatke, naspram današnjih pokrivala. Prednosti su trajnost (do 15 godina), dobra izolacijska svojstva i dekorativan stil. Nedostaci su mu visoka zapaljivost (može se sniziti premazima koji ne podržavaju zapaljivost), vrijeme i cijena postavljanja te dostupnost materijala pokrivanja. Da bi pokrili jedan metar kvadratni, treba nam 8 snopova slame. Za pokrivanje krova slamom, koristi se stabljika raži. Slama raži sa svojim dobrim svojstvima, kao što su čvrstina i visina, dobar je izbor za pokrivanje krova slamom, dok je njegov plod dobar za prehrambenu industriju. Za postupak pokrivanja raž mora proći pripremu. Postupak dobivanja dobrog snopa raži počinje od sadnje, kad izraste, košnje, skupljanja-vezanja u snop, transport iz polja. Zatim odvajanje korova i nezdravih i uništenih stabljika od zdravih, uklanjanja plodova (da se sljedeće godine spriječi nicanje novih stabljika na krovu), slaganja zdravih stabljika raži u snop, te skladištenje ili uporaba za pokrivanje.



**Slika 1: Slamnati krov.**

Mi ćemo se za svoje potrebe zadržati na postupku košnje i skupljanja-vezanja u snop. Za te potrebe nam treba poljoprivredni stroj koji kosi slamu raži na niskoj visini, jer je tu slama raži najčvršća, te skuplja i veže snopove za transport. Za pogon poljoprivrednog radnog stroja, uzimamo traktor 1 kategorije.

## 1.1 Traktori.

Traktori su radni strojevi koja služe za pokretanje i vođenje ostalih strojeva u poljoprivredi. Također su glavni izvor snage i kretanja u poljoprivredi. Traktori se mogu podijeliti prema raznim kriterijima. Prema izvedbi, traktori se dijele na jednoosovinske (motokultivatori) i dvoosovinske. Prema namjeni, traktori bi se mogli podijeliti i na ratarske, voćarsko-vinogradarske i šumarske. Traktori se sastoje od: konstrukcije traktora ili šasije, kotača, motora, transmisije, upravljačkog mehanizma i hidraulike. Princip rada traktora je prijenos snage motora putem transmisije na zadnje kotače ili sva četiri kotača.

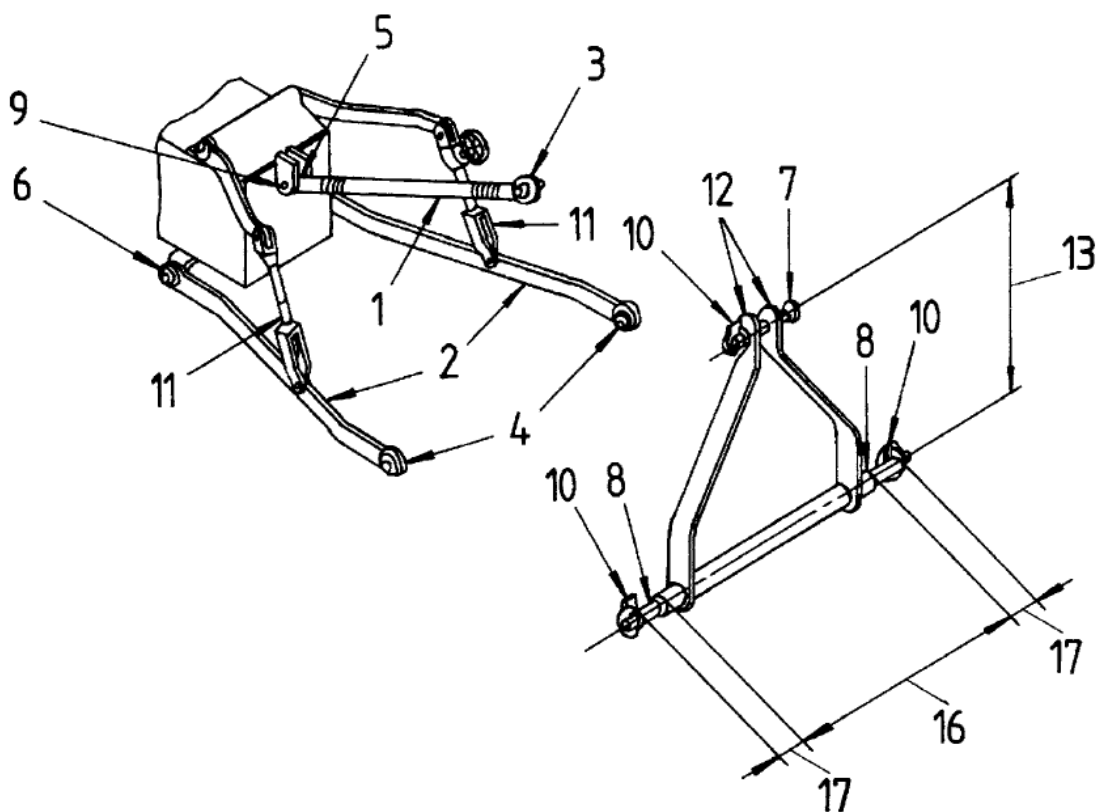
Transmisija se sastoji od mjenjačke kutije, spojke i diferencijala. Svrha spojke je odvajanje mjenjačke kutije od motora pri paljenju i promjeni brzina. Mjenjač služi da promjeni brzinu, a diferencijal omogućuje neovisno okretanje poluosovina traktora. Traktori mogu imati pogon na dva stražnja kotača (oznaka 2WD, eng. two wheel drive) ili na sva četiri kotača (oznaka 4WD). Gume na stražnjim kotačima su obično tzv. ripnjače, a na prednjim kotačima poljsko-cestovne ili „ripnjače“. Ripnjače se koriste zato jer puno bolje funkcioniraju na mekanim i mokrim površinama. Traktori na stražnjem mostu imaju hidrauliku koja služi reguliranju položaja priključaka. Priključci se priključuju na traktor u tri točke na takozvano „trotočje“. Prva je točka gdje dolazi tzv. „topling“ ili centralna spojnica, što predstavlja zapravo polugu s navojem za reguliranje kuta nagiba samog priključka. Novija izvedba centralne spojnice radi na principu hidrauličnog cilindra i koristi se na velikim traktorima. Visina priključka „topling“ od tla je od 900 do 1000 mm. Preostale dvije točke priključka su zapravo dvije zadnje grede na traktoru, koje služe za podizanje i spuštanje priključka. To se ostvaruje pomoću hidraulike. Raspon zadnjih priključnih greda (ruku) varira od 500 do 800 mm. Ovisno o traktoru, pomoću trotočja možemo dizati priključke mase do 10000 kg. Drugi način priključivanja priključaka na traktor je pomoću poteznice. Na poteznicu se priključuju samo uređaji koji služe za vuču i koji imaju kotače (prikolice, cisterne i sl.). Prijenos snage i momenta sa traktora na priključke se ostvaruje pomoću zglobnog vratila (kardana), koje je pak poganjeno od strane traktora na način da se priključuje na izlazno vratilo traktora. Uobičajeno je da se priključno vratilo nalazi na stražnjem dijelu traktora, ali postoje traktori koji imaju priključno vratilo smješteno na prednjoj ili na obje strane. Kod priključnog vratila treba znati njegov broj okretaja u minuti (rpm) i smjer rotacije radi odabira kompatibilnih priključaka.



Slika 2: Kardan [2].



Slika 3: Priključno vratilo traktora [2].



Slika 4: Trotočje. [1]

Na slici 4 prikazani su dijelovi tro-spojne veze:

1. Gornja poveznica: opremljena zglobnom vezom na oba kraja.
2. Donje poveznice: opremljene zglobnom vezom na oba kraja.
3. Mjesto gornjeg pričvršćenja: zglobna veza između gornje poveznice i priključka.
4. Mjesto donjeg pričvršćenja: zglobna veza između donje poveznice i priključka.

5. Gornje mjesto povezivanja: zglobna veza između gornje poveznice i traktora.
6. Donje mjesto povezivanja: zglobna veza između donje poveznice i traktora.
7. Spoj gornjeg pričvršćenja: klin, obično odvojiv tako da čini dio gornje poveznice, koji služi za pričvršćenje gornje poveznice.
8. Spoj donjeg pričvršćenja: klin, ili karika i klin, obično dio priključka, pomoću kojeg se pričvršćuje donja poveznica.
9. Spoj gornjeg mjesta povezivanja: klin pomoću kojega je gornja poveznica spojena na traktor.
10. Zakovica (osigurač): klin, obično opremljen potpornom oprugom, koji osigurava da zglobna veza ostane na mjestu.
11. Podizači: poveznice koje prenose silu za dizanje i spuštanje donjih poveznica.
12. Katarka: dio na priključku na kojem se nalazi gornje mjesto pričvršćenja.
13. Visina gornjeg i donjeg pričvršćivanja.
16. Razmak donjeg pričvršćivanja.
17. Razmak zglobne veze.

### **1.1.1. Traktori TV.**

Traktori Tomo Vinković su mali zglobni traktori snage 15-40 KS. Izuzetno su praktični za obrađivanje vrtova i vinograda. Tomo Vinković je rađen po licenci talijanskih Pasquali traktora. Tomo Vinković 319-523 je raspon najmanje serije Vinkovića. Najčešći je model TV 420 kojeg ljudi obično zovu Tomo Vinković 18 KS. Uz TV 420, tu su još modeli TV 319, TV 521 i TV 523. Osim ovih, proizvodio se model Tomo Vinković 420 EX koji je replika zglobnog traktora Pasquali, te se dosta razlikuje od standardne 420 serije (drukčija getriba). Sve ove modele uglavnom pokreću Lombardinijevi ili DMB-ovi dizelski motori LDA 100 i LDA 820. Bitna karakteristika ovih serija je kontra-rotacija izlazne osovine. Umjesto u standardnu, desnu stranu, kod ovog Vinkovića osovina se okreće u lijevu stranu. To predstavlja problem nabavke adekvatnih priključaka. No postoji tzv. inverzija, priključak preko kojeg se smjer vrtnje mijenja. Tada se mogu spajati standardni priključci. Zatim postoji i serija Tomo Vinković 730 i 732 s 26-30 KS snage. Na ove modele ugrađivani su uglavnom dvocilindrični Lombardini ili DMB-ovi motori LDA 672.

Također ih karakterizira kontra-rotacija izlaznog vratila. Najveću seriju čine modeli Tomo Vinković serije 800. Tu spadaju modeli TV 821, TV 826, TT 830 i najnoviji TT 840 snage 40 KS [7].

### ***1.1.2. Poljoprivredni zglobni traktori Ecotrac.***

Kao partner nekadašnje tvornice Tomo Vinković razvila se tvrtka HITTNER d.o.o koja je proizvela novu generaciju malih traktora. To su poljoprivredni zglobni traktori Ecotrac. Tvrtka HITTNER d.o.o. postala je poznata u regiji po proizvodnji šumskih zglobnih traktora i poljoprivredne mehanizacije, te nekoliko godina za redom je uvrštena među najbolje poduzetničke tvrtke u Hrvatskoj i nagrađena "Zlatnom kunom" za izvrsno poslovanje. Traktori Ecotrac predstavljaju korak dalje u razvoju i korištenje kvalitetnijih komponenti i materijala što ih čini izuzetno kvalitetnima i efikasnim u radu sa međunarodnim certifikatima kvalitete ISO 9001, CE i TÜV koji potvrđuju da proizvodi tvornice Hittner d.o.o. zadovoljavaju sve Europske standarde. Tvrtka danas proizvodi šumske zglobne traktore, poljoprivredne zglobne traktore, poljoprivrednu mehanizaciju, rezervne dijelove, čistače snijega, kosilice i slične proizvode metalske industrije [7].

### ***1.1.3. Prima commerce.***

Nudi na tržištu nove zglobne traktore serije 830, snage 30 i 40 konjskih snaga. Proizveden su po uzoru na traktore iz proizvodnog programa Tomo Vinković. Kako je traktor osnovni izvor snage u poljoprivredi i najvažniji poljoprivredni stroj proizveli su traktor idealnih mogućnosti i izvanredne kvalitete, te su najbolji u klasi traktora do 50 KS. Sa pogonom na sva četiri kotača pouzdani su za sve poljodjelske radove u ratarstvu, voćarstvu, povrtlarskoj proizvodnji isto tako je idealan za komunalne djelatnosti. Pokazuje idealne karakteristike pri opterećenju oranja dvobrazdenom plugom, pri standardnoj dubini oranja i u vlažnijim uvjetima. Po cijeni je najpovoljniji u svojoj klasi [7].





**Slika 5: Traktor Tomo Vinković TV-420 [7].**



**Slika 6: Poljoprivredni zglobni traktor ECOTRAC [7].**



**Slika 7: Traktor Prima commerc TT-8305 [7].**

## 2. KONKURENTSKI PROIZVODI.

### 2.1. Snopovezaljka 4K-50.

Pregledavajući tržište snopovezaljka, naišao sam na proizvod kojeg nudi proizvođač Wuhan machine equipment, koji dolazi s vlastitim radnim strojem za pogon, motokultivatorom. U ponudi njegovih proizvoda naišao sam na poljoprivredni stroj 4K-50. Ovaj stroj dolazi s dva benzinska motora Robin sa 7,5 KS i Mitsubishi sa 6 KS, te jednim dizelskim motorom od 8 KS, oznake 4K-100, sa radnim zahvatom od 100 cm. Malih je dimenzija te je i njegov radni zahvat manji, pa ne zadovoljava ekonomičnost u smislu većih površina košnje.

Model	4K-50
Dimenzije (L*W*H)	2090 x 810 x 1000 mm
Masa uređaja	240 kg
Dužina košnje i vezanja	50 cm
Vrsta košnje	Naizmjeničan
Platforma	Vertikalna
Vrsta prijenosa	Mjenjačka kutija, i remenski.
Vrsta konopca za vezanje	Plastično uže
Način vezanja	Automatsko-mehaničko
Izbacivanje snopa	Lancem
Stupanj vezanja	≥ 95%
Visina	≤ 100 mm
Produktivnost	0.1-0.2 hm <sup>2</sup> /h.
Gubitci	≤ 1%
Snaga	3-4.05 kW
Potrošnja goriva	≤ 8kg/ hm <sup>2</sup>
Funkcija	Košnja i vezanje pšenice.

**Tablica 1: Konstrukcijski podaci snopovezaljke 4K-50 [11].**





Slika 8: Snopovezaljka 4K-50 [11].

## 2.2. Snopovezaljka TBB.

Tražeci tržište naišao sam na postojeći poljoprivredni stroj proizvođača MINOS AGRI, koji je konstruiran kao priključak za veće traktore 2. kategorije.

**Tablica 2: Konstrukcijski podaci snopovezaljke T-BB [10].**




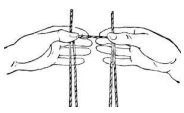
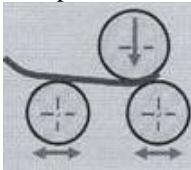


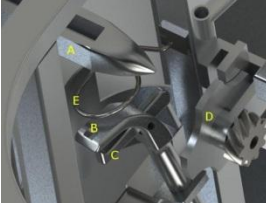





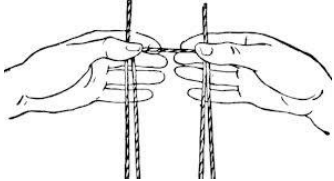
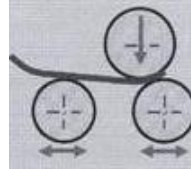
Visina [mm]	Širina [mm]	Dužina [mm]	Širina košnje [mm]	Priključna snaga [HP]	Vrsta trotocja traktora	Kapacitet košnje [Ha/h]	Masa uređaja [kg]	Broj okretaja [min <sup>-1</sup> ]
1050	1900	3470	1400	35 - 45	2 kategorija	4.5 - 5	385	540



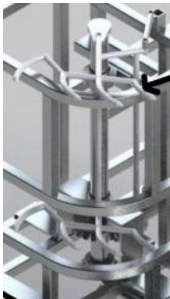

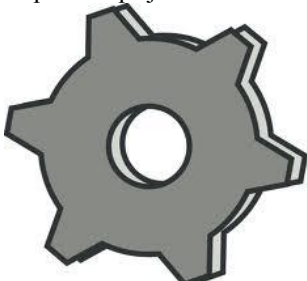


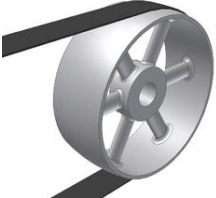



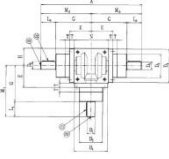



Slika 9: Snopovezaljka T-BB [10].










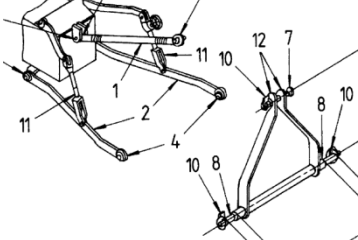
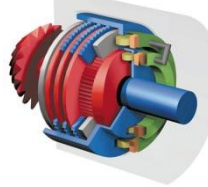
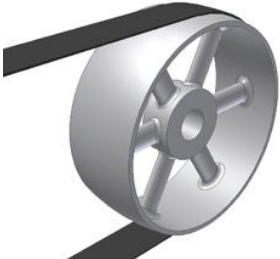










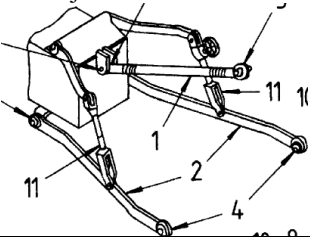


#### 4. MORFOLOŠKA MATRICA.

1. Konopac dovesti	Ručno 		Mehanički		
			Hidraulički		Polužno 
2. Konopac na poljoprivredni stroj pričvrstiti	Ručno staviti u predviđeni prostor	Magnetskom silom, gdje je posuda s konopcem feromagnetska	Polužno 		Stezno
3. Konopac kroz uređaj za vezanje provesti	Rukom 	Magnetom Niti konopca feromagnetske	Robotskom rukom Isto kao i rukom, samo je prisutna mehanizacija		Vođenjem konopca 
4. Konopac do vezača dovesti					
5. Snop slame vezati	Iglom 	Željeznom klamericom 	Prstenima 		Ručno 
6. Konopac odrezati	Škarama 	Nožem 	Vatrom 	Trenjem	Vlačnom silom 
7. Novi konopac za vezanje pripremiti	Ručno 		Mehanički		
8. Novi konopac za vezanje postaviti			Polužno	Oblikom	Zupčanikom 

<p>9. Slamu pozicionirati 10. Slamu do kose dovesti</p>	<p>Vođenjem poljoprivrednog stroja po polju</p> 					
<p>11. Slamu kositi</p>	<p>Kosom</p> 					
<p>12. Slamu do konopca transportirati 13. Slamu na konopac pozicionirati 14. Prianjanje slame na konac</p>	<p>Mehaničkim rukama</p> 	<p>Remenom sa šiljcima</p> 	<p>Zupčanim prijenosom</p> 			
<p>15. Prijenos snage na Poljoprivredni stroj omogućiti 16. Mehaničku snagu na Poljoprivredni stroj prenijeti</p>	<p>Kardanom i izlaznim vratilom traktora</p> 					
<p>17. Mehaničku snagu kontrolirati</p>	<p>Spojkom</p> 	<p>Preklizavanje remenom</p> 	<p>Poluga s oprugom kao spojka</p>			
<p>18. Snagu na uređaje podsustava prerasporediti 19. Snagu na uređaje podsustava dovesti</p>	<p>Vratilom</p> 	<p>Remenicom</p>	<p>Klinastom</p> 	<p>Zupčastom</p> 	<p>Zupčanicima/ Reduktorom/ Multiplikatorom</p> 	<p>Trenicom</p> <p>Lančanicom</p> 

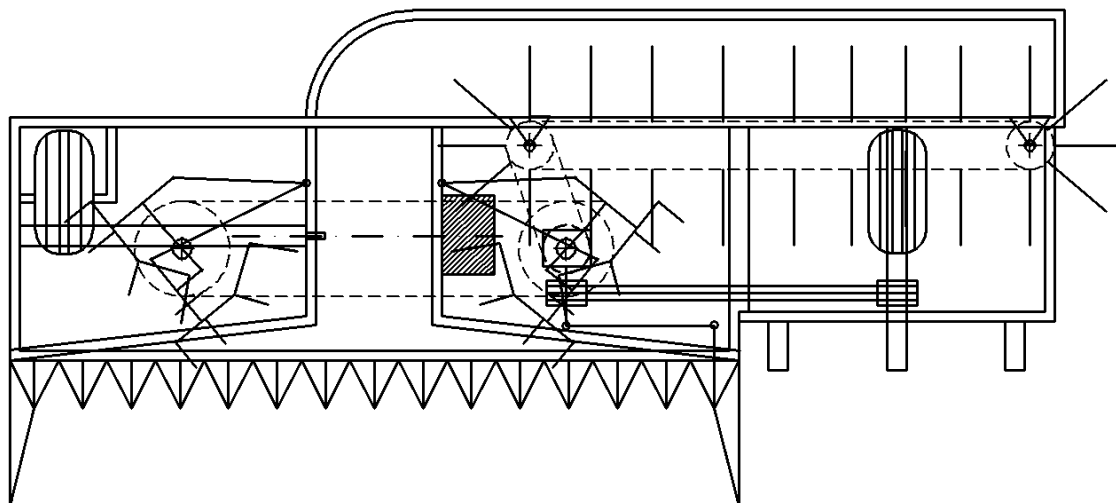


<p>20. Uređaje podsustava pogoniti/ uključiti</p>	<p>Sklopkom</p>	<p>Polugom i sajlom</p> 	<p>Opterećenjem pomoću tlačne ili vlačne sile</p>	<p>Ručno</p> 			
<p>21. Svezanu slamu odvesti 22. Svezanu slamu transportirati 23. Svezanu slamu iza traktora izbaciti</p>	<p>Ručnim izbacivanje pomoću još jednog čovjeka</p>		<p>Mehanički</p> <table border="1" data-bbox="762 555 1401 757"> <tr> <td data-bbox="762 555 930 757"> <p>Pneumatski/ hidraulički</p> </td> <td data-bbox="930 555 1225 757"> <p>Polužno</p>  </td> <td data-bbox="1225 555 1401 757"> <p>Remenicom sa šiljcima</p>  </td> </tr> </table>		<p>Pneumatski/ hidraulički</p>	<p>Polužno</p> 	<p>Remenicom sa šiljcima</p> 
<p>Pneumatski/ hidraulički</p>	<p>Polužno</p> 	<p>Remenicom sa šiljcima</p> 					
<p>24. Vibracije odvesti 25. Reakcije na okolinu prenijeti</p>	<p>Preko elemenata koji su u kontaktu s okolinom</p> <p>Preko kotača poljoprivrednog stroja</p> 		<p>Preko spoja trotočja na traktor</p> 				
<p>26. Poljoprivredni stroj od preopterećenja zaštititi</p>	<p>Spojkom</p> 		<p>Remenicom</p> 				
<p>27. Poljoprivredni stroj na traktor pozicionirati</p>	<p>Vizualno</p> 	<p>Osjetilima</p> <table border="1" data-bbox="587 1462 1401 1697"> <tr> <td data-bbox="587 1462 858 1697"> <p>Laserom</p>  </td> <td data-bbox="858 1462 1145 1697"> <p>Optičkim</p>  </td> <td data-bbox="1145 1462 1401 1697"> <p>Tlačnim</p>  </td> </tr> </table>			<p>Laserom</p> 	<p>Optičkim</p> 	<p>Tlačnim</p> 
<p>Laserom</p> 	<p>Optičkim</p> 	<p>Tlačnim</p> 					
<p>28. Poljoprivredni stroj na traktor pričvrstiti</p>	<p>Trotočjem</p> 		<table border="1" data-bbox="427 1966 850 2024"> <tr> <td data-bbox="427 1966 579 2024"> <p>Ručno</p> </td> <td data-bbox="579 1966 850 2024"> <p>Mehanički</p> </td> </tr> </table>		<p>Ručno</p>	<p>Mehanički</p>	
<p>Ručno</p>	<p>Mehanički</p>						

29. Poljoprivredni stroj voziti	Poljoprivrednom mehanizacijom		Ručno 
	Traktorom	Multikultivatorom	
			

## 5. KONCEPTI.

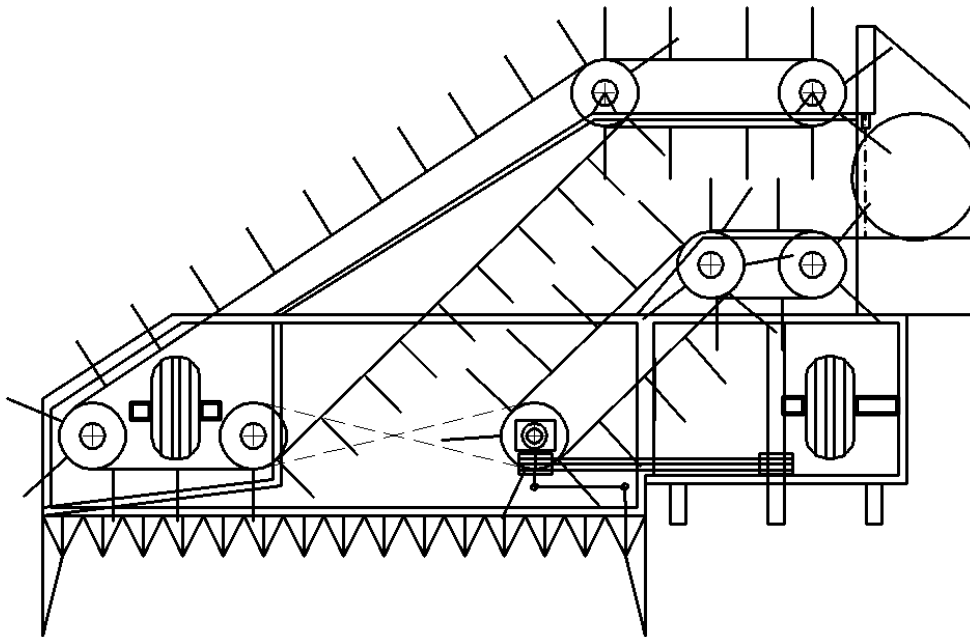
### 5.1. Koncept 1.



Slika 11: Koncept 1.

Koncept 1 je zamišljen na način da se pogon kose dobiva preko remenskog prijenosa s vratila kardana na vratilo kose. Jedan dio snage se odvodi na kosu, koja se pokreće preko poluge. Drugi dio snage se odvodi na T reduktor. T reduktor ima funkciju da se sva tri izlazna vratila okreću suprotno prema drugim. Tom funkcijom je osiguran različit smjer okretanja vratila ruke. Ruke imaju funkciju skupljanja pokošene raži, te guranju iste u sredinu za vezanje. Jedno vratilo ruke se postavlja okomito na gornje vratilo reduktora, na način da sjeda na njega. Te se na to vratilo ruke stavlja i remenica, kojom se pogoni sustav izbacivanja snopa raži. Drugo vratilo ruke dobiva pogon od donjeg vratila reduktora preko zupčastog remena. Taj sustav se sastoji od zupčastog remena, i dvije zupčaste remenice, istog diobenog promjera, da se ne naruši sinkronizacija skupljanja pokošene raži. Na to drugo vratilo kose spojena je poluga koja pokreće vezač.

## 5.2. Koncept 2.



Slika 12: Koncept 2.

Koncept 2. je osmišljen kao skup više remenskih prijenosa. Prijenos s vratila kardana na vratilo kose ostvaren je remenskim prijenosom. Jedan dio snage se troši na košenje, dok se drugi dio troši na skupljanje te transport pokošene raži na kraj staze, gdje je mjesto vezanja te se tamo u pravom trenutku potrebe veže i izbacuje. Jedan dio remenskog prijenosa se vrti u jednu stranu, dok se drugi dio koji dobiva snagu od prvog preko križnog remena, vrti na suprotnu stranu. Tako se dobiva funkcija uvlačenja pokošene raži. Na remenima su vijčanom vezom spojene poluge (kao kod skupljača sjena „pretepač“), koje grabe pokošenu raž. Stroj je ogromnih dimenzija, te kompliciran za izradu, pa je ideja napušten kao daljnje rješenje.

Za daljnju razradu uzet je koncept 1, zbog jednostavnosti izrade.



## 6. PRORAČUN SNOPOVEZALJKE.

Poželjno je da potrebna snaga uređaja bude manja od 11 kW zbog uporabe na svim vrstama traktora. Prema normi [6] da traktor TV, ima smjer okretaja izlaznog vratila u suprotnom smjeru od kazaljke na satu, dok ostali traktori Ecotrac i Prima, imaju u okretanje vratila u smjeru kazaljke na satu. Na izlazno vratilo traktora TV, priključujemo okretač smjera [6].

### 6.1. Potrebna snaga.

#### 6.1.1. Snaga pojedinih dijelova.

Prema [5], potrebna snaga kose sa normalnim rezom i razmakom noževa od 76 mm, iznosi  $P_k = 1,8$  kW/m. Duljina kose iznosi  $L_k = 1,45$  m pa potrebna snaga iznosi:

$$P_1 = P_k \cdot L_k \text{ [W]}$$

$$P_1 = 1800 \cdot 1,45 = 2700 \text{ W}$$

Uzimajući u obzir utjecaj udaraca uslijed radnog zahvata kose  $\varphi = 1,5$  [4] proračunska snaga kose iznosi:

$$P_{s1} = P_1 \cdot \varphi \text{ [W]}$$

$$P_{s1} = 2700 \cdot 1,5 = 4050 \text{ W}$$

Potreban broj okretaja ručice kose određen je za kosu prema [5], te iznosi  $n = 1000 \text{ min}^{-1}$ . Broj okretaja izlaznog vratila kardana na kardanu, određen je standardom prema [6], te iznosi  $n = 1067 \text{ min}^{-1}$  u brzom radnom hodu, te za prijenos momenta i brzine vrtnje na kosu, nije potrebna redukcija, ili multiplikacija. Vezanje snopova je osmišljeno na način da igla vezaljke ulazi u prostor vezača, gdje se udara poluga koja vrši vezanje. Za to je pretpostavljena snaga od 340 W. Za pogon remena izbacivanja pretpostavljena je snaga od 1000 W. Za pogon pojedinačne ruke skupljanja, pretpostavlja se snaga od 560 W.

### 6.1.2. Stupanj korisnosti.

Za stupnjeve iskoristivosti, uzete su orijentacijske vrijednosti, pronađene od različitih proizvođača.

$\eta_L = 0,98$  - stupanj korisnosti ležaja.

$\eta_M = 0,97$  - stupanj korisnosti multiplikatora.

$\eta_{RE} = 0,92$  - stupanj korisnosti remenskog i zupčastog prijenosa.

$\eta_O = 0,96$  - stupanj korisnosti kliznog okretišta.

### 6.1.3. Potrebna snaga koju treba prenijeti kardan.

$$P = \frac{1}{\eta_R \cdot \eta_L^3} \cdot \left( \frac{P_{S1}}{\eta_O^2 \cdot \eta_L} + \frac{1}{\eta_M} \cdot \left[ \left( \frac{P_{S4}}{\eta_L^5 \cdot \eta_R} + \frac{2 \cdot P_{S3}}{\eta_L} \right) + \left( \frac{2 \cdot P_{S3} + P_{S2}}{\eta_L^2 \cdot \eta_R} \right) \right] \right)$$

$$P = \frac{1}{0,92 \cdot 0,98^3} \left( \frac{4000}{0,96^2 \cdot 0,98} + \frac{1}{0,97} \left[ \left( \frac{1000}{0,98^5 \cdot 0,92} + \frac{2 \cdot 560}{0,98} \right) + \left( \frac{2 \cdot 560 + 340}{0,98^2 \cdot 0,92} \right) \right] \right)$$

$$P = 9603 \text{ W}$$

## 6.2. Proračun remenskog prijenosa.

Obodna brzina remena iznosi:

$$v_1 = \frac{d_1}{2} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v_1 = \frac{0,125}{2} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{60} = 6,544 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Na temelju dobivene brzine remena i snage koje treba remen prenijeti iz [4] dijagrama 8.24 na stranici 362. izabiremo **SPA** profil remena.

Obuhvatni kut manje remenice:

$$\cos \frac{\beta}{2} = -\frac{d_2 - d_1}{2 \cdot e}$$

$$\frac{\beta}{2} = \cos^{-1} \left( -\frac{125 - 125}{2 \cdot 926} \right) = 90^\circ$$

Kut nagiba vučnog i slobodnog ogranka remena:

$$\gamma = 90^\circ - \frac{\beta}{2}$$

$$\gamma = 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$$

Aktivna duljina klinastog remena:

$$L_a = 2 \cdot e \cdot \sin \frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1) + \frac{\gamma}{2} (d_2 - d_1) \text{ [mm]}$$

$$L_a = 2 \cdot 926 \cdot \sin \frac{180}{2} + \frac{\pi}{2} (125 + 125) + \frac{\gamma}{2} (125 - 125) = 2244,69 \text{ mm}$$

Za standardnu duljinu uskog klinastog remena izabrana je prva bliža, te ona iznosi  $L_a = 2240$  mm.

Izabrani je remen **SPA 2240 Lw (HRN G.E2.063)**.

### 6.2.1. Potreban broj remena:

$$z = \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3 \cdot c_4 \cdot c_5}$$

$$z = \frac{9223 \cdot 1}{3500 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,86 \cdot 1,14} = 2,74$$

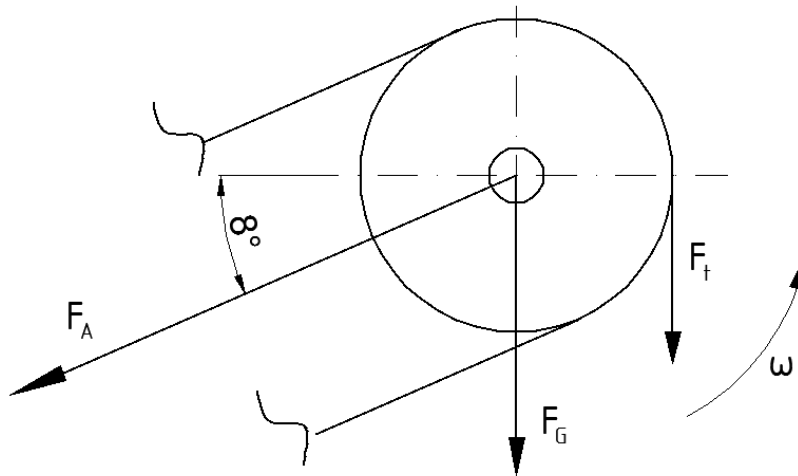
**Odabrano**                      **z = 3**

Učestalost savijanja.

$$f_f = v_1 \cdot \frac{z}{L_a} \leq 60 \text{ s}^{-1}$$

$$f_f = 6,544 \cdot \frac{3}{2240} = 0,00875 \text{ s}^{-1} \leq 60 \text{ s}^{-1} \quad \text{Zadovoljava}$$

### 6.3. Provjera opterećenja vratila kardana:



Slika 13: Sile koje djeluju na vratilo kardana.

Težina remenice:

$$F_G = m_{RE} \cdot g \quad [\text{N}]$$

$$m_{RE} = 2,83 \text{ kg}$$

$$F_G = 2,83 \cdot 9,81 = 27,76 \text{ N}$$

Sila koja djeluje na vratilo uslijed remenskog prijenosa.

$$F_A = 2 \cdot F_t \quad [\text{N}]$$

$$F_t = \frac{2 \cdot T_{RE}}{d_1} \quad [\text{N}]$$

$$T_{RE} = \frac{P_{RE}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60}} \quad [\text{Nm}]$$

$$P_{RE} = P \cdot \eta_L^2 = 9603 \cdot 0,98^2 = 9223 \text{ W}$$

$$T_{RE} = \frac{9223}{2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{60}} = 88,07 \text{ Nm}$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 88,07}{0,125} = 1497,12 \text{ N}$$

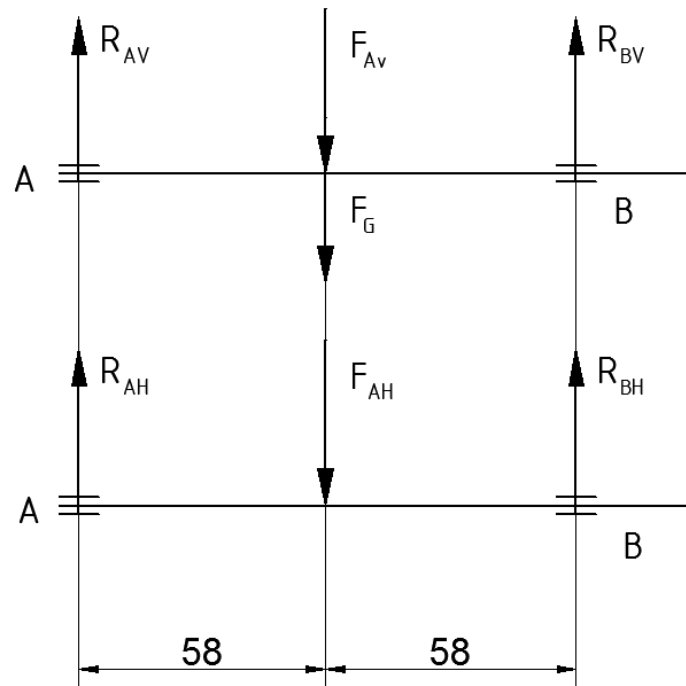
$$F_A = 2 \cdot 1497,12 = 2995 \text{ N}$$

Reakcije na vratilo kardana.

$$F_{AV} = F_A \cdot \sin 8^\circ = 416,82 \text{ N}$$

$$F_{AH} = F_A \cdot \cos 8^\circ = 2965,85 \text{ N}$$

### 6.3.1. Reakcije u ležaju A i B



Slika 14: Reakcije u osloncima A i B vratila kardana.

Vertikalna ravnina:

$$\sum F_V = 0$$

$$F_{AV} + F_G - R_{AV} - R_{BV} = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$(F_{AV} + F_G) \cdot 58 - R_{BV} \cdot 116 = 0$$

Horizontalna ravnina:

$$\sum F_H = 0$$

$$F_{AH} - R_{AH} - R_{BH} = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$F_{AH} \cdot 58 - R_{BH} \cdot 116 = 0$$

$$R_{BV} = \frac{(F_{AV} + F_G) \cdot 58}{116} = \frac{(416,82 + 27,76) \cdot 58}{116} = 222,29 \text{ N}$$

$$R_{AV} = F_{AV} + F_G - R_{BV} = 416,82 + 27,76 - 222,29 = 222,29 \text{ N}$$

$$R_{BH} = \frac{2965,85 \cdot 58}{116} = 1482,925 \text{ N}$$

$$R_{AH} = F_{AH} - R_{BH} = 2965,85 - 1482,925 = 1482,925 \text{ N}$$

$$R_A = \sqrt{R_{AV}^2 + R_{AH}^2} = \sqrt{222,29^2 + 1482,925^2} = 1499,49 \text{ N}$$

$$R_B = \sqrt{R_{BV}^2 + R_{BH}^2} = \sqrt{222,29^2 + 1482,925^2} = 1499,49 \text{ N}$$

$$F = \sqrt{(F_{AV} + F_G)^2 + F_{AH}^2} = \sqrt{(416,82 + 27,76)^2 + 2965,85^2} = 2998,98 \text{ N}$$

### 6.3.2. Provjera promjera.

Odabrano je:

$$d_k = 35 \text{ mm}$$

Materijal St52-3 [15].

$$\sigma_{fDI} = 240 \text{ MPa} \quad \tau_{tDI} = 190 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{fDI\text{dop}} = 60 \text{ MPa}$$

Reducirani moment.

$$M_{red} = \sqrt{M^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} \quad [Mmm]$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{fDI}}{1,73 \cdot \tau_{tDI}} = \frac{240}{1,73 \cdot 190} = 0,73$$

$$T_{RE} = 88,07 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red}}{\sigma_{fDI\text{dop}}}}$$

Prema odabranim udaljenostima, momenti savijanja iznose.

$$x_1 = 25 \text{ mm} \quad M_1 = R_B \cdot x_1 = 1499,49 \cdot 25 = 37487,25 \text{ Nmm}$$

$$x_2 = 50 \text{ mm} \quad M_2 = R_B \cdot x_2 = 1499,49 \cdot 50 = 74974,5 \text{ Nmm}$$

$$x_3 = 56 \text{ mm} \quad M_3 = R_B \cdot x_3 = 1499,49 \cdot 56 = 83971,44 \text{ Nmm}$$

$$x_4 = 59 \text{ mm} \quad M_{4v} = R_{BV} \cdot x_4 - F_{AV} + F_G \cdot (x_4 - 58)$$

$$M_{4H} = R_{BH} \cdot x_4 - F_{AH} \cdot (x_4 - 58)$$

$$M_{4v} = 222,29 \cdot 59 - (416,82 + 27,76) \cdot (59 - 58) = 11781,37 \text{ Nmm}$$

$$M_{4H} = 1482,925 \cdot 59 - 2965,85 \cdot (59 - 58) = 78595,025 \text{ Nmm}$$

$$M_4 = \sqrt{11781,37^2 + 78595,025^2} = 79473,13 \text{ Nmm}$$

$$x_5 = 65 \text{ mm} \quad M_{5v} = R_{Bv} \cdot x_5 - F_{Av} + F_G \cdot (x_5 - 58)$$

$$M_{5H} = R_{BH} \cdot x_5 - F_{AH} \cdot (x_5 - 58)$$

$$M_{5v} = 222,29 \cdot 65 - (416,82 + 27,76) \cdot (65 - 58) = 10447,63 \text{ Nmm}$$

$$M_{5H} = 1482,925 \cdot 65 - 2965,85 \cdot (65 - 58) = 69697,475 \text{ Nmm}$$

$$M_5 = \sqrt{10447,63^2 + 69697,475^2} = 70476,03 \text{ Nmm}$$

$$x_6 = 75 \text{ mm} \quad M_{6v} = R_{Bv} \cdot x_6 - F_{Av} + F_G \cdot (x_6 - 58)$$

$$M_{6H} = R_{BH} \cdot x_6 - F_{AH} \cdot (x_6 - 58)$$

$$M_{6v} = 222,29 \cdot 75 - (416,82 + 27,76) \cdot (75 - 58) = 8224,7 \text{ Nmm}$$

$$M_{6H} = 1482,925 \cdot 75 - 2965,85 \cdot (75 - 58) = 54868,225 \text{ Nmm}$$

$$M_6 = \sqrt{8224,73^2 + 69697,475^2} = 55481,24 \text{ Nmm}$$

Reducirani momenti iznose

$$M_{red1} = \sqrt{M_1^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{37487,25^2 + 0,75 \cdot (0,73 \cdot 88070)^2}$$

$$M_{red1} = 70032,75 \text{ Nmm}$$

$$M_{red2} = \sqrt{M_2^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{74974,5^2 + 0,75 \cdot (0,73 \cdot 88070)^2}$$

$$M_{red2} = 95501,14 \text{ Nmm}$$

$$M_{red3} = \sqrt{M_3^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{83971,44^2 + 0,75 \cdot (0,73 \cdot 88070)^2}$$

$$M_{red3} = 102715,61 \text{ Nmm}$$

$$M_{red4} = \sqrt{M_4^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{79472,97^2 + 0,75 \cdot (0,73 \cdot 88070)^2}$$

$$M_{red4} = 99071,92 \text{ Nmm}$$

$$M_{red5} = \sqrt{M_5^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{70476,03^2 + 0,75 \cdot (0,73 \cdot 88070)^2}$$

$$M_{red5} = 92011,76 \text{ Nmm}$$

$$M_{red6} = \sqrt{M_6^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{55481,13^2 + 0,75 \cdot (0,73 \cdot 88070)^2}$$

$$M_{red6} = 81101,47 \text{ Nmm}$$

Iznosi promjera.

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red1}}{\sigma_{fDIdop}}} = \sqrt[3]{\frac{70032,75 \cdot 10}{60}} = 22,68 \text{ mm}$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red2}}{\sigma_{fDIdop}}} = \sqrt[3]{\frac{95501,14 \cdot 10}{60}} = 25,16 \text{ mm}$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red3}}{\sigma_{fDIdop}}} = \sqrt[3]{\frac{102715,61 \cdot 10}{60}} = 25,77 \text{ mm}$$

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red4}}{\sigma_{fDIdop}}} = \sqrt[3]{\frac{99071,92 \cdot 10}{60}} = 25,46 \text{ mm}$$

$$d_5 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red5}}{\sigma_{fDIdop}}} = \sqrt[3]{\frac{92011,76 \cdot 10}{60}} = 24,84 \text{ mm}$$

$$d_6 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red6}}{\sigma_{fDIdop}}} = \sqrt[3]{\frac{81101,47 \cdot 10}{60}} = 23,82 \text{ mm}$$

### 6.3.3. Izbor ležaja s kućištem za vratilo kardana.

Ležaj A:

$$n = 1000 \text{ mm}^{-1}$$

$$d_A = 35 \text{ mm}$$

Opterećen ležaj radijalnom silom  $R_A = 1499,49 \text{ N}$

$$C_1 = R \cdot \left( \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} \right)^\varepsilon \quad [\text{N}]$$

$$\varepsilon = \frac{3}{10}$$

Radni vijek za poljoprivredne strojeve  $L_h = 8000 \text{ h}$

$$C_1 = 1499,49 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1000 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}} = 9556,85 \text{ N}$$

Izabran kuglični ležaj **YAR 207-2F**, s kućištem **SYK 507- SYK 35 TF** [8]

$$d_u = 35 \text{ mm}$$

$$C = 25,5 \text{ kN}$$

$$C = 25,5 \text{ kN} \geq C_1 = 9,556 \text{ kN}$$



Ležaj B:

$$n = 1000 \text{ mm}^{-1}$$

$$d_B = 35 \text{ mm}$$

Opterećen ležaj radijalnom silom  $R_A = 1499,49 \text{ N}$

$$C_1 = R \cdot \left( \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} \right)^\varepsilon \quad [\text{N}]$$

$$\varepsilon = \frac{3}{10}$$

Radni vijek za poljoprivredne strojeve  $L_h = 8000 \text{ h}$

$$C_1 = 1499,49 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1000 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}} = 9556,85 \text{ N}$$

Izabran kuglični ležaj **YAR 207-2F**, s kućištem **SYK 507- SYK 35 TF [8]**

$$d_u = 35 \text{ mm}$$

$$C = 25,5 \text{ kN}$$

$$C = 25,5 \text{ kN} \geq C_1 = 9,556 \text{ kN}$$

Svi promjeri su ispod granice od  $d_k = 35 \text{ mm}$ , pa vratilo kardana zadovoljava dimenzije.

#### 6.3.4. Provjera nosivosti pera 10x10

Pero je opterećeno na bočni tlak. [4]

$$p \approx k \cdot \frac{F_{tk}}{h \cdot l_t \cdot i} \leq p_{dopk} \quad [\text{MPa}]$$

$$F_{tk} = \frac{2}{d_k} \cdot \frac{P_{RE}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}} \quad [\text{N}]$$

$$F_{tk} = \frac{2}{0,035} \cdot \frac{9223}{2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{60}} = 5345,47 \text{ N}$$

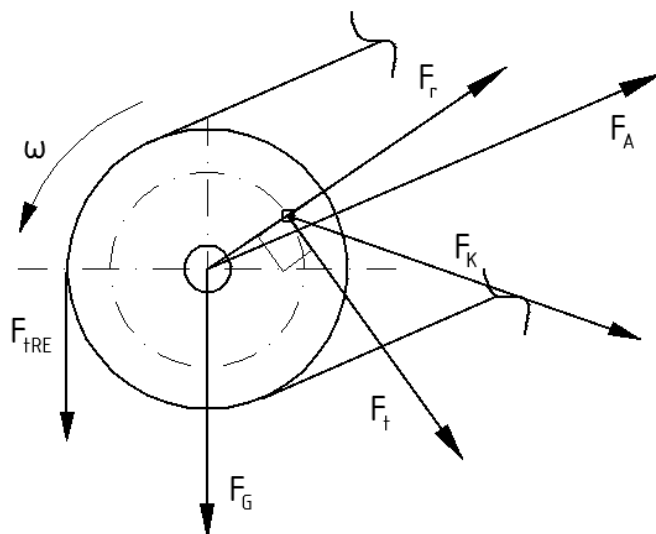
$$p = 1,35 \cdot \frac{5345,47}{10 \cdot 40 \cdot 1} = 18,04 \text{ MPa} \leq 100 \text{ MPa}$$

Promjer vratila kardana uz utor za pero.

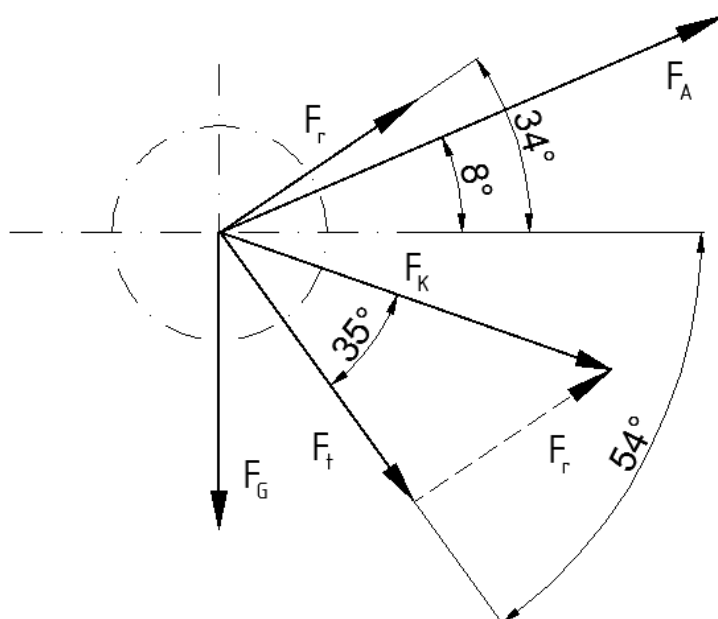
$$d_{kp} = d_k - t \quad [\text{mm}]$$

$$d_{kp} = 35 - 5 = 30 \text{ mm} \geq 25,77$$

#### 6.4. Prijenos snage na kosu



Slika 15: Sile koje djeluju na svornjak.



Slika 16: Sile koje djeluju na vratilo kose.

Sila koja djeluje na svornjak.

$$F_t = \frac{T_K}{l_k} \quad [N]$$

$$T_K = \frac{P_{K1}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60}} \quad [Nm]$$

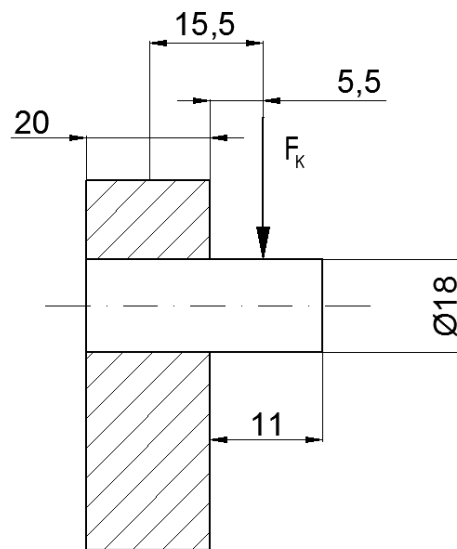
$$P_{K1} = \frac{P_K}{\eta_o^2} = \frac{4000}{0,92^2} = 4166,67 \text{ W}$$

$$T_K = \frac{4166,67}{2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{60}} = 39,79 \text{ Nm}$$

$$F_t = \frac{39,79}{0,04} = 994,712 \text{ N}$$

$$F_K = \frac{F_t}{\cos 35^\circ} = \frac{994,712}{\cos 35^\circ} = 1264,84 \text{ N}$$

#### 6.4.1. Proračun svornjaka kod stezne glave.



Slika 17: Presjek svornjaka kod stezne glave.

$$s = 20 \text{ mm}$$

$$L = 15,5 \text{ mm}$$

$$l = 5,5 \text{ mm}$$

$$d = 18 \text{ mm}$$

Proračun boka svornjaka na tlak.

$$p = \frac{F_k}{d \cdot s} \left( 1 + \frac{6L}{s} \right) \quad [MPa]$$

$$p = \frac{1264,84}{18 \cdot 20} \left( 1 + \frac{6 \cdot 15,5}{20} \right) = 19,85 \text{ MPa} \leq p_{dop}$$

Za materijal stezne glave St5 vrijedi [4]:

$$p_{dop} = 50 \text{ MPa}$$

Za materijal svornjaka  $\sigma_M = 400 \text{ MPa}$  [4]:

$$\sigma_{fdop} = 28 \text{ MPa}$$

$$\tau_{adop} = 20 \text{ MPa}$$

Naprezanje na savijanje:

$$\sigma_f = \frac{F_1 \cdot l}{0,1 \cdot d^3} \quad [\text{MPa}]$$

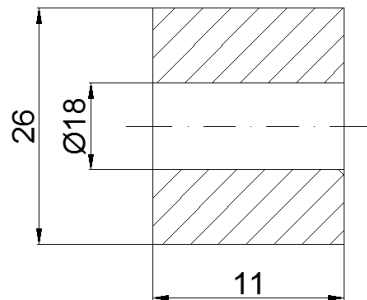
$$\sigma_f = \frac{1264,84 \cdot 5,5}{0,1 \cdot 18^3} = 11,93 \text{ MPa} \leq \sigma_{fdop}$$

Naprezanje na odrez:

$$\tau_a = \frac{4 \cdot F_1}{\pi \cdot d^3} \quad [\text{MPa}]$$

$$\tau_a = \frac{4 \cdot 1264,84}{\pi \cdot 18^2} = 4,97 \text{ MPa} \leq \tau_{adop}$$

#### 6.4.2. Proračun poluge na vlak:



Slika 18: Presjek poluge.

Materijal poluge je St 37-2 [15].

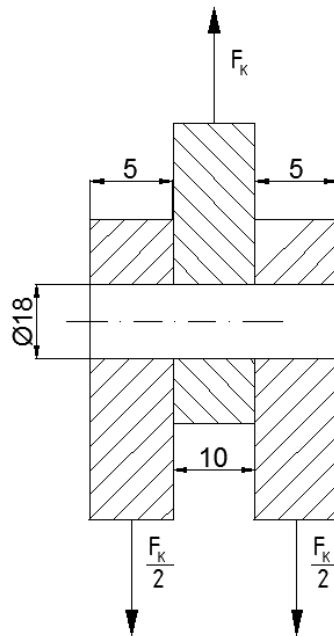
$$\sigma_{DN} = 170 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_V = \frac{F_K}{A} \quad [\text{MPa}]$$

$$A = (26 - 18) \cdot 11 = 88 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_V = \frac{1264,84}{88} = 14,37 \text{ MPa} \leq \sigma_{DN}$$

### 6.4.3. Proračun svornjaka između kose i poluge za kosu.



Slika 19: Presjek svornjaka na mjestu spoja poluge noža i noža.

Naprezanje na savijanje:

$$\sigma_f = \frac{0,5 \cdot F_K \cdot 0,5 \cdot a}{0,1 \cdot d^3} \quad [MPa]$$

$$\sigma_f = \frac{0,5 \cdot 1264,84 \cdot 0,5 \cdot 5}{0,1 \cdot 18^3} = 2,71 \text{ MPa} \leq \sigma_{fdop}$$

Naprezanje na odrez:

$$\tau_a = \frac{4 \cdot F_K}{2 \cdot \pi \cdot d^3} \quad [MPa]$$

$$\tau_a = \frac{4 \cdot 1264,84}{2 \cdot \pi \cdot 18^2} = 2,48 \text{ MPa} \leq \tau_{adop}$$

#### 6.4.3.1. Tlakovi na bok svornjaka:

Unutarnji tlak:

$$p_1 = \frac{F_K}{b \cdot d} \quad [MPa]$$

$$p_1 = \frac{1264,84}{10 \cdot 18} = 7,02 \text{ MPa} \leq p_{dop}$$

Vanjski tlak:

$$p_2 = \frac{F_1}{2 \cdot a \cdot d} \quad [MPa]$$

$$p_2 = \frac{1264,84}{2 \cdot 5 \cdot 18} = 7,02 \quad MPa \leq p_{dop}$$

### 6.5. Proračun vratila kose.

Težina remenice:

$$F_G = m_{RE} \cdot g \quad [N]$$

$$m_{RE} = 2,83 \text{ kg}$$

$$F_G = 2,83 \cdot 9,81 = 27,76 \text{ N}$$

Sila koja djeluje na vratilo uslijed remenskog prijenosa.

$$F_A = 2 \cdot F_{tRE} \quad [N]$$

$$F_{tRE} = \frac{2 \cdot T_{RE}}{d_1} \quad [N]$$

$$T_{RE} = \frac{P_{RE}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60}} \quad [Nm]$$

$$P_{RE} = P \cdot \eta_{RE} = 9223 \cdot 0,92 = 8485,16 \text{ W}$$

$$T_{RE} = \frac{8485,16}{2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{60}} = 81,03 \text{ Nm}$$

$$F_{tRE} = \frac{2 \cdot 81,03}{0,125} = 1296,44 \text{ N}$$

$$F_A = 2 \cdot 1296,44 = 2592,87 \quad [N]$$

Reakcije na vratilo kose.

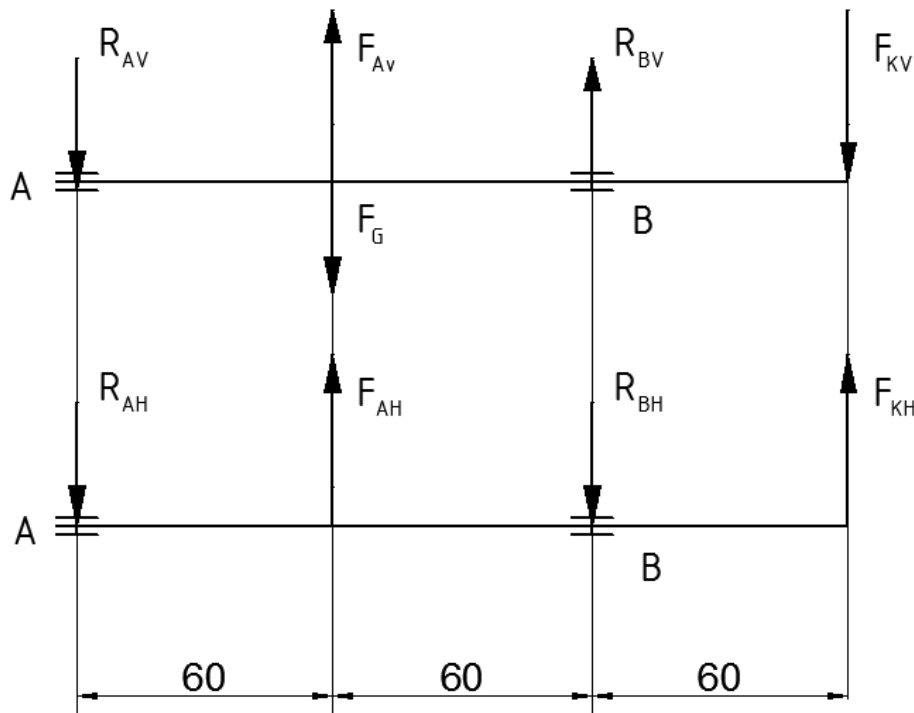
$$F_{AV} = F_A \cdot \sin 8^\circ = 2592,87 \cdot \sin 8^\circ = 360,85 \text{ N}$$

$$F_{AH} = F_A \cdot \cos 8^\circ = 2592,87 \cdot \cos 8^\circ = 2567,64 \text{ N}$$

$$F_{KV} = F_K \cdot \sin 19^\circ = 1264,84 \cdot \sin 19^\circ = 411,79 \text{ N}$$

$$F_{KH} = F_K \cdot \cos 19^\circ = 1264,84 \cdot \cos 19^\circ = 1195,93 \text{ N}$$

## 6.5.1. Reakcije u ležaju A i B vratila kose.



Slika 20: Reakcije u oslancima A i B na vratilu kose.

Vertikalna ravnina:

$$\sum F_V = 0$$

$$F_{AV} - F_G - R_{AV} + R_{BV} - F_{KV} = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$F_{AV} \cdot 60 - F_G \cdot 60 + R_{BV} \cdot 120 - F_{KV} \cdot 180 = 0$$

Horizontalna ravnina:

$$\sum F_H = 0$$

$$F_{AH} + F_{KH} - R_{AH} - R_{BH} = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$F_{AH} \cdot 60 - R_{BH} \cdot 120 + F_{KH} \cdot 180 = 0$$

$$R_{BV} = \frac{F_{KV} \cdot 180 + F_G \cdot 60 - F_{AV} \cdot 60}{120} = \frac{411,79 \cdot 180 + 27,76 \cdot 60 - 360,85 \cdot 60}{120}$$

$$R_{BV} = 451,14 \text{ N}$$

$$R_{AV} = F_{AV} - F_G + R_{BV} - F_{KV} = 360,85 - 27,76 + 451,14 - 411,79$$

$$R_{AV} = 372,44 \text{ N}$$

$$R_{BH} = \frac{F_{AH} \cdot 60 + F_{KH} \cdot 180}{120} = \frac{2567,64 \cdot 60 + 1195,33 \cdot 180}{120} = 3077,715 \text{ N}$$

$$R_{AH} = F_{AH} - R_{BH} + F_{KH} = 2567,64 - 3077,715 + 1195,33 = 685,85 \text{ N}$$

$$R_A = \sqrt{R_{AV}^2 + R_{AH}^2} = \sqrt{372,44^2 + 685,85^2} = 780,44 \text{ N}$$

$$R_B = \sqrt{R_{BV}^2 + R_{BH}^2} = \sqrt{451,14^2 + 3077,715^2} = 3110,6 \text{ N}$$

$$F_1 = \sqrt{F_{KV}^2 + F_{KH}^2}$$

$$F_1 = \sqrt{411,79^2 + 1195,33^2} = 1264,27 \text{ N}$$

$$F_2 = \sqrt{(F_{AV} - F_G)^2 + (F_{AH})^2}$$

$$F_2 = \sqrt{(360,85 - 27,76)^2 + 2567,64^2} = 2589,15 \text{ N}$$

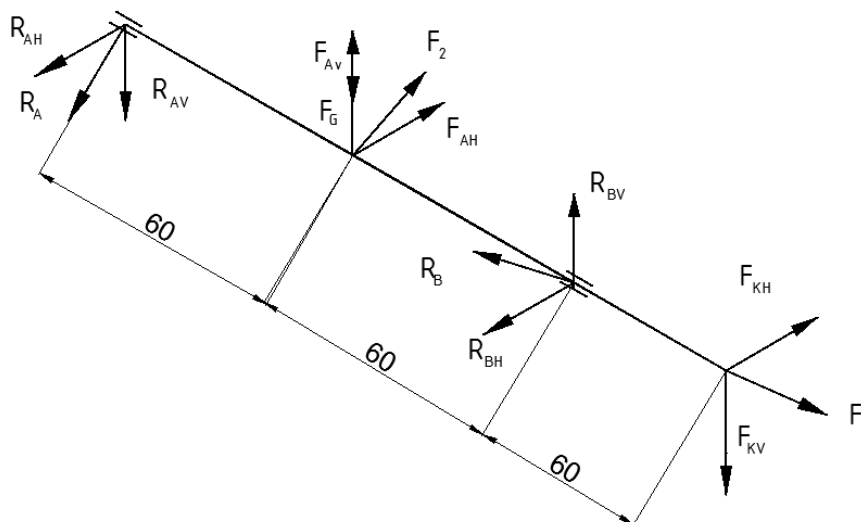
Provjera promjera vratila prema steznog glavi.

Materijal St52-3 [15].

$$\sigma_{fDN} = 240 \text{ MPa} \quad \tau_{tDN} = 150 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{fDIdop} = 45 \text{ MPa}$$

### 6.5.2. Reducirani moment.



Slika 21: Prostorni pogled sila na vratilo kose.



$$M_{red} = \sqrt{M^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} \quad [Mmm]$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{fDN}}{1,73 \cdot \tau_{tDN}} = \frac{240}{1,73 \cdot 150} = 0,925$$

$$T_K = 39,79 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red}}{\sigma_{fDNdop}}}$$

Prema odabranim udaljenostima, momenti savijanja iznose.

$$x_1 = 25 \text{ mm} \quad M_1 = F_1 \cdot x_1 = 1264,27 \cdot 25 = 31606,75 \text{ Nmm}$$

$$x_2 = 40 \text{ mm} \quad M_2 = F_1 \cdot x_2 = 1264,27 \cdot 40 = 50570,8 \text{ Nmm}$$

$$x_3 = 55 \text{ mm} \quad M_3 = F_1 \cdot x_3 = 1264,27 \cdot 55 = 69534,85 \text{ Nmm}$$

$$x_4 = 62 \text{ mm} \quad M_{4v} = F_{Kv} \cdot x_4 - R_{Bv} \cdot (x_4 - 60)$$

$$M_{4H} = F_{KH} \cdot x_4 - R_{BH} \cdot (x_4 - 60)$$

$$M_{4v} = 411,79 \cdot 62 - 451,14 \cdot (62 - 60) = 24628,7 \text{ Nmm}$$

$$M_{4H} = 1195,33 \cdot 62 - 3077,715 \cdot (62 - 60) = 67955,03 \text{ Nmm}$$

$$M_4 = \sqrt{24628,7^2 + 67955,03^2} = 72280,42 \text{ Nmm}$$

$$x_5 = 70 \text{ mm} \quad M_{5v} = F_{Kv} \cdot x_5 - R_{Bv} \cdot (x_5 - 60)$$

$$M_{5H} = F_{KH} \cdot x_5 - R_{BH} \cdot (x_5 - 60)$$

$$M_{5v} = 411,79 \cdot 70 - 451,14 \cdot (70 - 60) = 24315,3 \text{ Nmm}$$

$$M_{5H} = 1195,33 \cdot 70 - 3077,715 \cdot (70 - 60) = 52895,95 \text{ Nmm}$$

$$M_5 = \sqrt{24315,3^2 + 52895,95^2} = 58216,97 \text{ Nmm}$$

$$x_6 = 85 \text{ mm} \quad M_{6v} = F_{Kv} \cdot x_6 - R_{Bv} \cdot (x_6 - 60)$$

$$M_{6H} = F_{KH} \cdot x_6 - R_{BH} \cdot (x_6 - 60)$$

$$M_{6v} = 411,79 \cdot 85 - 451,14 \cdot (85 - 60) = 23723,65 \text{ Nmm}$$

$$M_{6H} = 1195,33 \cdot 85 - 3077,715 \cdot (85 - 60) = 24660,715 \text{ Nmm}$$

$$M_6 = \sqrt{23723,65^2 + 24660,175^2} = 34218,94 \text{ Nmm}$$

$$x_7 = 100 \text{ mm} \quad M_{7v} = F_{Kv} \cdot x_7 - R_{Bv} \cdot (x_7 - 60)$$

$$M_{7H} = F_{KH} \cdot x_7 - R_{BH} \cdot (x_7 - 60)$$

$$M_{7v} = 411,79 \cdot 100 - 451,14 \cdot (100 - 60) = 23133,4 \text{ Nmm}$$

$$M_{7H} = 1195,33 \cdot 100 - 3077,715 \cdot (100 - 60) = -3575,6 \text{ Nmm}$$

$$M_7 = \sqrt{23133,4^2 + (-3575,6)^2} = 23408,09 \text{ Nmm}$$

Reducirani momenti iznose

$$M_{red1} = \sqrt{M_1^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{31606,75^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red1} = 44888,57 \text{ Nmm}$$

$$M_{red2} = \sqrt{M_2^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{50570,8^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red2} = 59777,95 \text{ Nmm}$$

$$M_{red3} = \sqrt{M_3^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{69534,85^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red3} = 73945,104 \text{ Nmm}$$

$$M_{red4} = \sqrt{M_4^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{72280,42^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red4} = 78996,56 \text{ Nmm}$$

$$M_{red5} = \sqrt{M_5^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{58216,97^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red5} = 66371,78 \text{ Nmm}$$

$$M_{red6} = \sqrt{M_6^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{34218,94^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red6} = 46764,66 \text{ Nmm}$$

$$M_{red7} = \sqrt{M_7^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{23408,09^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red7} = 39546,632 \text{ Nmm}$$

Iznosi promjera.

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red1}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{44888,57 \cdot 10}{45}} = 21,52 \text{ mm}$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red2}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{59777,95 \cdot 10}{45}} = 23,468 \text{ mm}$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red3}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{73945,104 \cdot 10}{45}} = 25,42 \text{ mm}$$

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red4}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{78996,56 \cdot 10}{45}} = 25,99 \text{ mm}$$

$$d_5 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red5}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{66371,786 \cdot 10}{45}} = 24,52 \text{ mm}$$

$$d_6 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red6}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{46764,66 \cdot 10}{45}} = 21,82 \text{ mm}$$

$$d_7 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red7}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{39546,632 \cdot 10}{45}} = 20,636 \text{ mm}$$

### 6.5.3. Provjera promjera vratila od remenice prema reduktoru.

Materijal St52-3 [15].

$$\sigma_{fDN} = 240 \text{ MPa} \quad \tau_{tDN} = 150 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{fDIdop} = 45 \text{ MPa}$$

Reducirani moment.

$$M_{red} = \sqrt{M^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} \quad [Mmm]$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{fDN}}{1,73 \cdot \tau_{tDN}} = \frac{240}{1,73 \cdot 150} = 0,925$$

$$T_r = 39,58 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red}}{\sigma_{fDNdop}}}$$

Prema odabranim udaljenostima, momenti savijanja iznose.

$$x_1 = 25 \text{ mm} \quad M_1 = R_A \cdot x_1 = 780,44 \cdot 25 = 19511 \text{ Mmm}$$

$$x_2 = 40 \text{ mm} \quad M_2 = R_A \cdot x_2 = 780,44 \cdot 40 = 31217,6 \text{ Mmm}$$

$$x_3 = 55 \text{ mm} \quad M_3 = R_A \cdot x_3 = 780,44 \cdot 55 = 42924,2 \text{ Mmm}$$

Reducirani momenti iznose.

$$M_{red1} = \sqrt{M_1^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{19511^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red1} = 31731,03 \text{ Nmm}$$

$$M_{red2} = \sqrt{M_2^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{31217,6^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red2} = 40008,97 \text{ Nmm}$$

$$M_{red3} = \sqrt{M_3^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{42924,2^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790)^2}$$

$$M_{red3} = 49685,676 \text{ Nmm}$$

Iznosi promjera.

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red1}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{31731,03 \cdot 10}{45}} = 19,42 \text{ mm}$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red2}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{40008,97 \cdot 10}{45}} = 20,82 \text{ mm}$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{red3}}{\sigma_{fDNdop}}} = \sqrt[3]{\frac{49685,676 \cdot 10}{45}} = 22,23 \text{ mm}$$

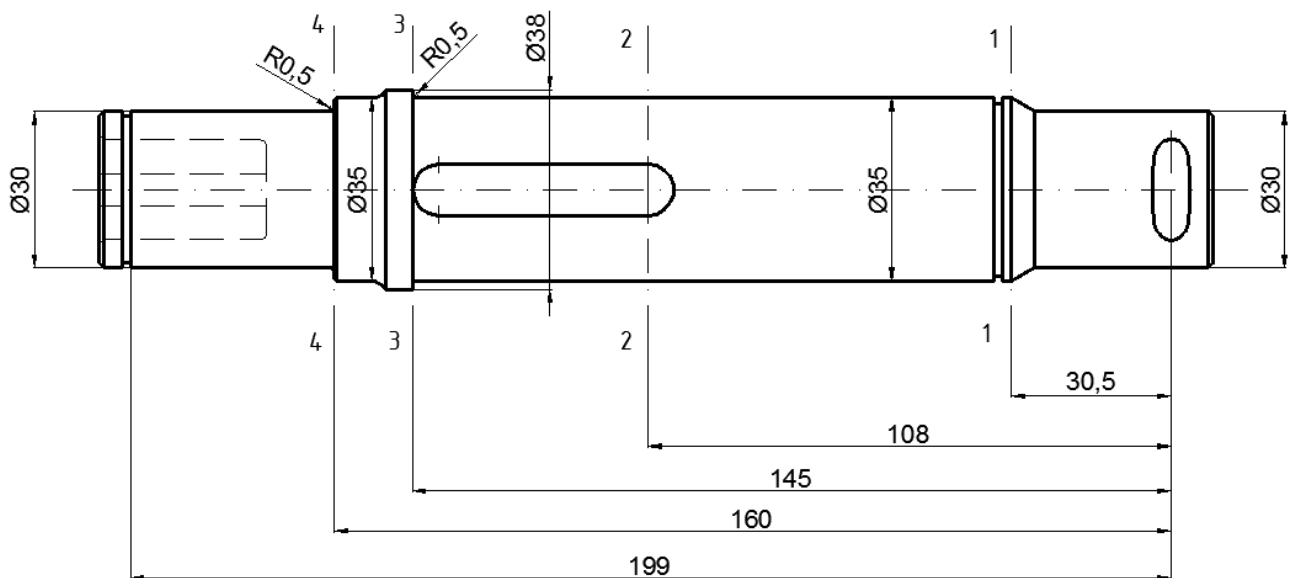
Odabrani su promjeri.

$$d_1 = 30 \text{ mm}$$

$$d_2 = 35 \text{ mm}$$

$$d_3 = 38 \text{ mm}$$

#### 6.5.4. Opterećenje vratila kose po pojedinim presjecima.



Slika 22: Kritični presjeci vratila kose.

Na mjestu **presjeka 1** zrezno djelovanje uzrokovano je promjenom veličine presjeka s postepenim prijelazom.

$$M_{red1} = \sqrt{(M_1 \cdot \beta_{kf})^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T \cdot \beta_{kt})^2} \quad [Nmm]$$

$$M_1 = F_1 \cdot 30 = 31731,03 \text{ Nmm}$$

$$T_K = 39,79 \text{ Nm}$$

Za oblik G i  $R_m = 500 \text{ N/mm}^2$  slijedi:  $\beta_{kf} = 1,1$

$$\beta_{kt} = 0,8 \cdot \beta_{kf} = 0,8 \cdot 1,1 = 0,88$$

$$M_{red1} = \sqrt{(31731,03 \cdot 1,1)^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790 \cdot 0,88)^2} = 44778,2 \text{ Nmm}$$

Na mjestu **presjeka 2** nalazi se zarezno djelovanje uzrokovano utorom za pero.

$$M_{red2} = \sqrt{(M_2 \cdot \beta_{kf})^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T \cdot \beta_{kt})^2} \quad [\text{Nmm}]$$

$$x_2 = 108 \text{ mm} \quad M_{2v} = F_{Kv} \cdot x_2 - R_{Bv} \cdot (x_2 - 60)$$

$$M_{2H} = F_{KH} \cdot x_2 - R_{BH} \cdot (x_2 - 60)$$

$$M_{2v} = 411,79 \cdot 108 - 451,14 \cdot (108 - 60) = 22818,6 \text{ Nmm}$$

$$M_{2H} = 1195,33 \cdot 108 - 3077,715 \cdot (108 - 60) = -18634,68 \text{ Nmm}$$

$$M_2 = \sqrt{22825,32^2 + (-18634,68)^2} = 29460,818 \text{ Nmm}$$

$$T_r = 39,79 \text{ Nm}$$

$\beta_{kf}$  – Faktor zreznog djelovanja kod savijanja. U presjeku 2 zrezno djelovanje uzrokovano je izvedbom utoa za pero za materijal St 52-3 i oblik utora B

$$\beta_{kf} = 1,8$$

$\beta_{kt}$  – Faktor zreznog djelovanja kod uvijanja Za materijal St 52-3 i oblik utora B

$$\beta_{kt} = 1,9$$

$$M_{red2} = \sqrt{(29460,818 \cdot 1,8)^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39790 \cdot 1,9)^2} \quad [\text{Nmm}]$$

$$M_{red2} = 80497,67 \quad [\text{Nmm}]$$

Na mjestu **presjeka 3** zrezno djelovanje je uzrokovano je promjenom veličine presjeka

$$M_{red3} = \sqrt{(M_3 \cdot \beta_{kf})^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T \cdot \beta_{kt})^2} \quad [\text{Nmm}]$$

$$x_3 = 145 \text{ mm} \quad M_{3v} = F_{Kv} \cdot x_3 - R_{Bv} \cdot (x_3 - 60) - (F_{Av} - F_G) \cdot (x_3 - 120)$$

$$M_{3H} = F_{KH} \cdot x_3 - R_{BH} \cdot (x_3 - 60) + F_{AH} \cdot (x_3 - 120)$$

$$M_{3v} = 411,79 \cdot 145 - 451,14 \cdot (145 - 60) - (360,85 - 27,76) \cdot (145 - 120)$$

$$M_{3v} = 13583,53 \text{ Nmm}$$

$$M_{3H} = 1195,33 \cdot 145 - 3077,715 \cdot (145 - 60) + 2567,64 \cdot (145 - 120)$$

$$M_{3H} = -24091,925 \text{ Nmm}$$

$$M_3 = \sqrt{13583,53^2 + (-24091,925)^2} = 27657,42 \text{ Nmm}$$

$$T_r = 39,58 \text{ Nm}$$

$$\beta_{kf} = 1 + c_1 \cdot (\beta_{kf2} - 1)$$

Prema konstrukcijskom crtežu:

$$D = 38 \text{ mm}; d = 35 \text{ mm}; \rho = 0,5 \text{ mm}$$

$$\frac{\rho}{D} = \frac{0,5}{38} = 0,01315$$

Prema  $\rho/D = 0,01315$  i  $R_m = 500 \text{ N/mm}^2$  slijedi  $\beta_{kf2} = 2,7$

Prema  $D/d = 1,0857$  slijedi  $c_1 = 0,25$

$$\beta_{kf} = 1 + 0,25 \cdot (2,7 - 1) = 1,425$$

$$\beta_{kt} = 1 + c_2 \cdot (\beta_{kt1,4} - 1)$$

Prema konstrukcijskom crtežu:

$$D = 38 \text{ mm}; d = 35 \text{ mm}; \rho = 0,5 \text{ mm}$$

$$\frac{\rho}{D} = \frac{0,5}{38} = 0,01316$$

Prema  $\rho/D = 0,01316$  i  $R_m = 500 \text{ N/mm}^2$  slijedi  $\beta_{kt1,4} = 1,85$

Prema  $D/d = 1,0857$  slijedi  $c_2 = 0,45$

$$\beta_{kt} = 1 + 0,45 \cdot (1,85 - 1) = 1,3825$$

$$M_{red3} = \sqrt{(27657,42 \cdot 1,425)^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39580 \cdot 1,3825)^2}$$

$$= 58946,85 \text{ Nmm}$$

Na mjestu **presjeka 4** zarezno djelovanje uzrokovano je promjenom veličine presjeka.

$$M_{red4} = \sqrt{(M_4 \cdot \beta_{kf})^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T \cdot \beta_{kt})^2} \quad [\text{Nmm}]$$

$$M_4 = R_A \cdot 160 \text{ [Nmm]}$$

$$M_4 = 780,44 \cdot \frac{199 - 160}{2} =$$

$$M_4 = 15218,58 \text{ Nmm}$$

$$T_K = 39,58 \text{ Nm}$$

$$\beta_{kf} = 1 + c_1 \cdot (\beta_{kf2} - 1)$$

Prema konstrukcijskom crtežu:

$$D = 35 \text{ mm}; d = 30 \text{ mm}; \rho = 0,5 \text{ mm}$$

$$\frac{\rho}{D} = \frac{0,5}{35} = 0,0143$$

Prema  $\rho/D = 0,0143$  i  $R_m = 500 \text{ N/mm}^2$  slijedi  $\beta_{kf2} = 2,6$

Prema  $D/d = 1,167$  slijedi  $c_1 = 0,38$

$$\beta_{kf} = 1 + 0,38 \cdot (2,6 - 1) = 1,608$$

$$\beta_{kt} = 1 + c_2 \cdot (\beta_{kt1,4} - 1)$$

Prema konstrukcijskom crtežu:

$$D = 35 \text{ mm}; d = 30 \text{ mm}; \rho = 0,5 \text{ mm}$$

$$\frac{\rho}{D} = \frac{0,5}{35} = 0,0143$$

Prema  $\rho/D = 0,0143$  i  $R_m = 500 \text{ N/mm}^2$  slijedi  $\beta_{kt1,4} = 1,8$

Prema  $D/d = 1,167$  slijedi  $c_2 = 0,7$

$$\beta_{kt} = 1 + 0,7 \cdot (1,8 - 1) = 1,56$$

$$M_{red4} = \sqrt{(15218,58 \cdot 1,608)^2 + 0,75 \cdot (0,925 \cdot 39580 \cdot 1,56)^2}$$

$$= 55184,73 \text{ Nmm}$$

#### 6.5.5. Kontrola pojedinih presjeka.

Za TP=100% i  $h_{bmax} = 50 \%$ , za naizmjenično opterećenje -  $S_{potr} = 1.6$

Faktor udara  $\varphi = 1,6$  [15].

Za **presjek 1** sigurnost iznosi:

$$S_{post1} = \frac{b_1 \cdot b_2 \cdot \sigma_{fDN}}{\varphi \cdot \sigma_{f1}} \geq S_{potr}$$

Za St 52-3  $\sigma_{fDN} = 240 \text{ N/mm}^2$

$$W_1 = \frac{d_1^3 \cdot \pi}{32} = \frac{30^3 \cdot \pi}{32} = 2650,72 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{f1} = \frac{M_{red1}}{W_1} = \frac{44778,2}{2650,72} = 16,893 \text{ MPa}$$

$$b_1 = 0,9$$

$$b_2 = 0,96$$

$$S_{post1} = \frac{0,9 \cdot 0,96 \cdot 240}{1,5 \cdot 16,893} \geq 8,18 = S_{potr}$$

Za **presjek 2** sigurnost iznosi:

$$S_{post2} = \frac{b_1 \cdot b_2 \cdot \sigma_{fDN}}{\varphi \cdot \sigma_{f2}} \geq S_{potr}$$

Za St 52-3  $\sigma_{fDN} = 240 \text{ N/mm}^2$

$$W_2 = \frac{d_2^3 \cdot \pi}{32} = \frac{35^3 \cdot \pi}{32} = 4209,24 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{f2} = \frac{M_{red2}}{W_2} = \frac{80497,67}{4209,24} = 19,12 \text{ MPa}$$

$$b_1 = 0,875$$

$$b_2 = 0,96$$

$$S_{post2} = \frac{0,875 \cdot 0,96 \cdot 240}{1,5 \cdot 19,124} \geq 7,03 = S_{potr}$$

Za **presjek 3** sigurnost iznosi:

$$S_{post3} = \frac{b_1 \cdot b_2 \cdot \sigma_{fDN}}{\varphi \cdot \sigma_{f3}} \geq S_{potr}$$

Za St 52-3  $\sigma_{fDN} = 240 \text{ N/mm}^2$

$$W_3 = \frac{d_3^3 \cdot \pi}{32} = \frac{38^3 \cdot \pi}{32} = 5387,05 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{f3} = \frac{M_{red3}}{W_3} = \frac{58946,85}{5387,05} = 10,94 \text{ MPa}$$

$$b_1 = 0,82$$

$$b_2 = 0,96$$

$$S_{post3} = \frac{0,82 \cdot 0,96 \cdot 240}{1,5 \cdot 10,94} \geq 11,51 = S_{potr}$$

Za **presjek 4** sigurnost iznosi:

$$S_{post4} = \frac{b_1 \cdot b_2 \cdot \sigma_{fDN}}{\varphi \cdot \sigma_{f4}} \geq S_{potr}$$

Za St 52-3  $\sigma_{fDN} = 240 \text{ N/mm}^2$

$$W_2 = \frac{d_2^3 \cdot \pi}{32} = \frac{35^3 \cdot \pi}{32} = 4209,24 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{f4} = \frac{M_{red3}}{W_3} = \frac{55184,73}{4209,24} = 13,11 \text{ MPa}$$

$$b_1 = 0,82$$

$$b_2 = 0,96$$

$$S_{post4} = \frac{0,82 \cdot 0,96 \cdot 240}{1,5 \cdot 13,11} \geq 9,607 = S_{potr}$$



### 6.5.6. Provjera nosivosti pera 10x10.

Pero je opterećeno na bočni tlak.

$$p \approx k \cdot \frac{F_{tk}}{h \cdot l_t \cdot i} \leq p_{dopk} \quad [MPa]$$

$$F_{tk} = \frac{2}{d_k} \cdot \frac{P_{RE}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}} \quad [N]$$

$$F_{tk} = \frac{2}{0,035} \cdot \frac{8485,16}{2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{60}} = 4630,13 \text{ N}$$

$$p = 1,35 \cdot \frac{4630,13}{10 \cdot 40 \cdot 1} = 15,62 \text{ MPa} \leq 100 \text{ MPa}$$

Promjer vratila kardana uz utor za pero.

$$d_{kp} = d_k - t \quad [mm]$$

$$d_{kp} = 35 - 5 = 30 \text{ mm} \geq 20,636 \text{ mm}$$

### 6.5.7. Izbor ležaja s kućištem za vratilo kose.

Ležaj A:

$$n = 1000 \text{ mm}^{-1}$$

$$d_A = 30 \text{ mm}$$

Opterećen ležaj radijalnom silom  $R_A = 780,44 \text{ N}$ .

$$C_1 = R \cdot \left( \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} \right)^\varepsilon \quad [N]$$

$$\varepsilon = \frac{3}{10}$$

Radni vijek za poljoprivredne strojeve  $L_h = 8000 \text{ h}$ .

$$C_1 = 780,44 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1000 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}} = 4974,056 \text{ N}$$

Izabran kuglični ležaj **YAR 206-2F**, s kućištem **SYK 506- SYK 30 TF [8]**.

$$d_u = 30 \text{ mm}$$

$$C = 19,5 \text{ kN}$$

$$C = 19,5 \text{ kN} \geq C_1 = 4,974 \text{ kN}$$

Ležaj B:

$$n = 1000 \text{ mm}^{-1}$$

$$d_B = 35 \text{ mm}$$

Opterećen ležaj radijalnom silom  $R_A = 3110,6 \text{ N}$ .

$$C_1 = R \cdot \left( \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} \right)^\varepsilon \quad [\text{N}]$$

$$\varepsilon = \frac{3}{10}$$

Radni vijek za poljoprivredne strojeve  $L_h = 8000 \text{ h}$ .

$$C_1 = 780,44 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1000 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}} = 19825,098 \text{ N}$$

Izabran kuglični ležaj **YAR 207-2F**, s kućištem **SYK 507- SYK 35 TF [8]**.

$$d_u = 35 \text{ mm}$$

$$C = 25,5 \text{ kN}$$

$$C = 25,5 \text{ kN} \geq C_1 = 19,825 \text{ kN}$$

## 6.6. Provjera reduktora.

Reduktor treba smanjit broj okretaja, te povećati moment. Za te potrebe, izabiremo reduktor BG19, proizvođača T.E.A Hamburg.

Promjer vratila iznosi:  $d_r = 19 \text{ mm}$ .

$$d_r = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot T_r}{\frac{\sigma_{fDNdop}}{\sqrt{2}}}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 39580}{\frac{45}{\sqrt{2}}}} = 17,71 \text{ mm}$$

## 6.7. Proračun zupčastog remenskog prijenosa.

Promjer diobene kružnice.

$$d = m \cdot z \quad [\text{mm}]$$

$$d = 4 \cdot 30 = 120 \text{ mm}$$

Vanjski promjer.

$$d_v = d - 2 \cdot u \quad [\text{mm}]$$

$$d_v = 120 - 2 \cdot 0,7 = 118,6 \text{ mm}$$

Aktivni promjer.

$$d_w = d_v - h \quad [mm]$$

$$d_w = 118,6 - 2,05 = 116,55 \quad mm$$

Obuhvatni kut manje ozubljene remenice:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2 \cdot a}$$

$$\frac{\beta}{2} = \cos^{-1} \left( \frac{120 - 120}{2 \cdot 692} \right) = 90^\circ$$

Brzina remena iznosi:

$$v_1 = d_1 \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60} \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$v_1 = 0,120 \cdot \pi \cdot \frac{500}{60} = 3,14 \quad \frac{m}{s}$$

Prijenosni omjer.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{500}{500} = 1$$

Okretni moment.

$$T_{Z1} = \frac{P_{Z1}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60}} \quad [Nm]$$

$$P_{Z1} = \frac{2 \cdot P_{S3} + P_{S2}}{\eta_L^2 \cdot \eta_R} = \left( \frac{2 \cdot 560 + 340}{0,98^2 \cdot 0,92} \right) = 1652,4 \quad W$$

$$T_{Z1} = \frac{1652,4}{2 \cdot \pi \cdot \frac{500}{60}} = 31,558 \quad Nm$$

Vučna sila.

$$F_{tz1} = \frac{2 \cdot T_{Z1}}{d} \quad [N]$$

$$F_{tz1} = \frac{2 \cdot 31,558}{0,120} = 525,97 \quad N$$

Broj zubaca u zahvatu.

$$z_z = z_1 \cdot \frac{\beta}{2 \cdot \pi}$$

$$z_z = 30 \cdot \frac{\pi}{2 \cdot \pi} = 15$$

Širina remena.

$$b = \frac{c \cdot F_{tz1}}{p_{dopz} \cdot z_z \cdot h} \quad [\text{mm}]$$

$$b = \frac{0,6 \cdot 525,97}{1,2 \cdot 15 \cdot 2,05} = 8,55 \text{ mm}$$

Odabrana širina remena **b = 10 mm**.

Aktivna duljina zupčastog remena.

$$L_{az} = \beta \cdot \frac{d_1}{2} + (2 \cdot \pi + \beta) \cdot \frac{d_2}{2} + 2 \cdot (a + 0,05) \cdot \sin \frac{\beta}{2} \quad [\text{mm}]$$

$$L_{az} = \pi \cdot \frac{0,120}{2} + (2 \cdot \pi + \pi) \cdot \frac{0,120}{2} + 2 \cdot (692 + 0,05) \cdot \sin \frac{\pi}{2} = 1393,71 \text{ mm}$$

Duljina zupčastog remena  $L = 1396 \text{ mm}$ .

Sila koja djeluje na reduktor BG-19.

$$F_{az} = 1,5 \cdot F_{tz1} \quad [\text{N}]$$

$$F_{az} = 1,5 \cdot 525,97 = 788,955 \text{ N} \leq 850 \text{ N}$$

## 7. ODABIR STANDARDNIH DIJELOVA.

### 7.1. Kosa

Koristimo postojeću kosu s NORMALNIM REZOM za kategoriju 1, malih traktora radne duljine 1450 mm. [3].



Slika 23: Odabrana standardna kosa.

Tablica 3: Tehnički podaci o kosi [5].

Profil	Razmak noževa (mm)	Radna širina kose (mm)	Okretanje Ručice ( $\text{min}^{-1}$ )	Radna brzina (km/h)	Učinak (km/h)	Pogonska snaga (kW/m)	Dužina hoda (mm)
Normalni rez	76	1450	800-1000	5-8	6,5	1,8	80


## 7.2. Kotač

Preko težine uređaja, kao standardni dio koristimo 2 kotač tvrtke „Blickle“, nosivosti 260 kg po jednom kotaču.



Slika 24: Kotač proizvođača Blickle [12].

Tablica 4: Tehnički podaci o kotaču [12].

									
Oznaka	Profil	Promjer (mm)	Širina (mm)	Dimenzija gume	Nosivost kod 6 km/h (kg)	Nosivost kod 25 km/h (kg)	Ležajevi	Promjer nosača (mm)	Dužina nosača (mm)
VLE 257/25-75K	Pruge	250	85	3.00-4	260	195	kuglični	25	75

## 7.3. Remenica

Za prijenos snage od 10 kW, preko remenice izabiremo standardnu remenicu proizvođača „SIT“, PT SPA-A 125/3 35/50x50



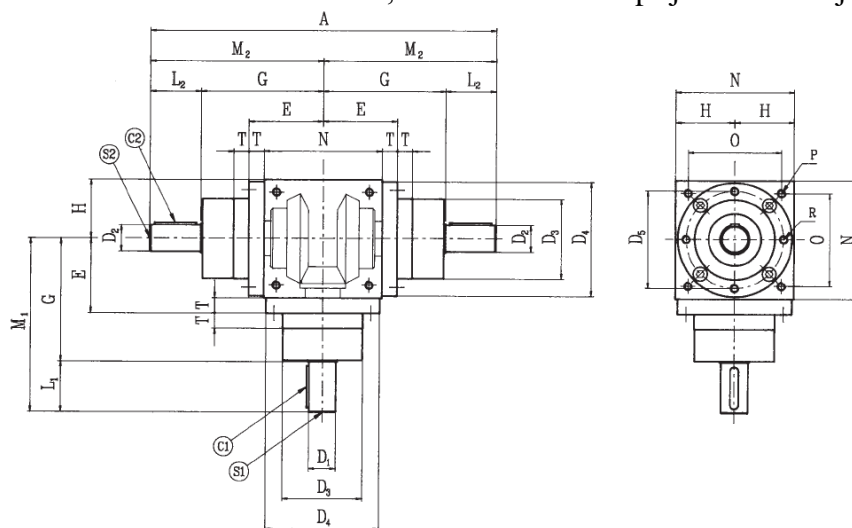
Slika 25: Remenica proizvođača SIT.

Tablica 5: Tehnički podaci o remenici [13].

Oznaka	Profil	Promjer remenice (mm)	Širina (mm)	Promjer glavine (mm)	Promjer provrta (mm)	Širina pera (mm)	Broj utora za klinasti remen
SPA – A 125/3- 35/50x50	SPA	125	50	50	35	10	3

#### 7.4. Reduktor

Za potrebe reduciranja broja okretaja s  $1000 \text{ min}^{-1}$  na  $500 \text{ min}^{-1}$ , koristimo reduktor proizvođača TEA-HAMBURG modela BD, veličine BG-19 s prijenosnim omjerom 2.



Slika 26: Reduktor BD BG-19 [9].

Tablica 6: Tehnički podaci o reduktoru [9].

Baugröße	Übersetzung	A	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	E	G	H	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
BG12	1, 2, 3	200	12	12	44	65	54	42	74	32,5	26	26	100	100
BG19	1, 2, 3	280	19	19	60	86	72	59	100	45	40	40	140	140
	4, 5	280	14	19	60	86	72	59	100	45	30	40	130	140
BG24	1, 2, 3	330	24	24	70	105	88	73	115	55	50	50	165	165
	4, 5	330	19	24	70	105	88	73	115	55	40	50	155	165
BG32	1, 2, 3	410	32	32	95	135	115	88	145	70	60	60	205	205
	4, 5	410	24	32	95	135	115	88	145	70	50	60	195	205
BG38	1, 2, 3	480	38	38	120	165	145	103	170	85	70	70	240	240
	4, 5	480	28	38	120	165	145	103	170	85	60	70	230	240
BG42	1, 2, 3	550	42	42	135	190	165	118	195	100	80	80	275	275
	4, 5	550	32	42	135	190	165	118	195	100	60	80	255	275
BG55	1, 2, 3	710	55	55	170	230	205	143	245	120	110	110	355	355
	4, 5	710	42	55	170	230	205	143	245	120	80	110	325	355
BG75	1, 2, 3	1000	75	75	—	300	—	195	350	165	150	150	500	500
	4, 5	1000	55	75	—	300	—	195	350	165	110	150	460	500

## 7.5. Ležajevi

Prema proračunu i potrebama izabiremo standardne ležajeve s kućištima, izabrani iz kataloga SKF:

### 7.5.1. Za vratila promjera 20 mm:

Principal dimensions					Basic load ratings		Designations		
d	A	H	H <sub>1</sub>	L	dynamic C	static C <sub>0</sub>	Bearing unit	Housing	Bearing
mm					kN		-		
20	32	64	33,3	126	12,7	6,55	SYK 20 TR	SYK 504	YAR 204-2RF

Grub screw	M 6x0.75
Recommended tightening torque [Nm]	4
Hexagonal key size [mm]	3
End cover	ECY 204

Slika 27: Ležaj s kućištem SYK 504 [8].

### 7.5.2. Za vratila promjera 30 mm:

Principal dimensions					Basic load ratings		Designations		
d	A	H	H <sub>1</sub>	L	dynamic C	static C <sub>0</sub>	Bearing unit	Housing	Bearing
mm					kN		-		
30	40	82	42,9	159	19,5	11,2	SYK 30 TF	SYK 506	YAR 206-2F

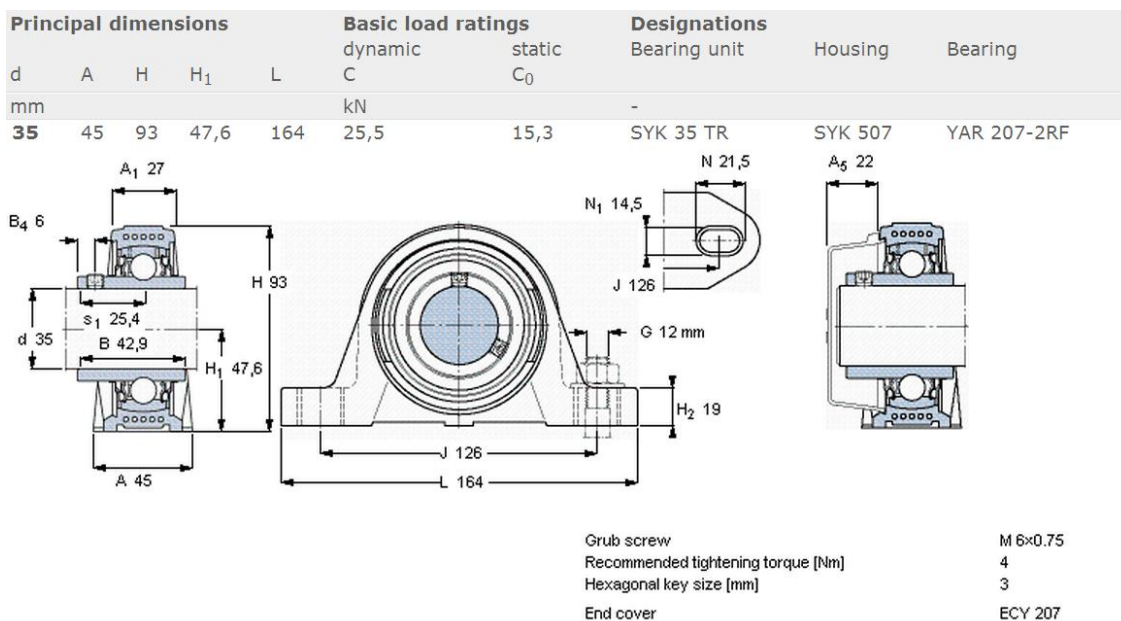
  
  

Grub screw	M 6x0.75
Recommended tightening torque [Nm]	4
Hexagonal key size [mm]	3
End cover	ECY 206

Slika 28: Ležaj s kućištem SYK 506 [8].



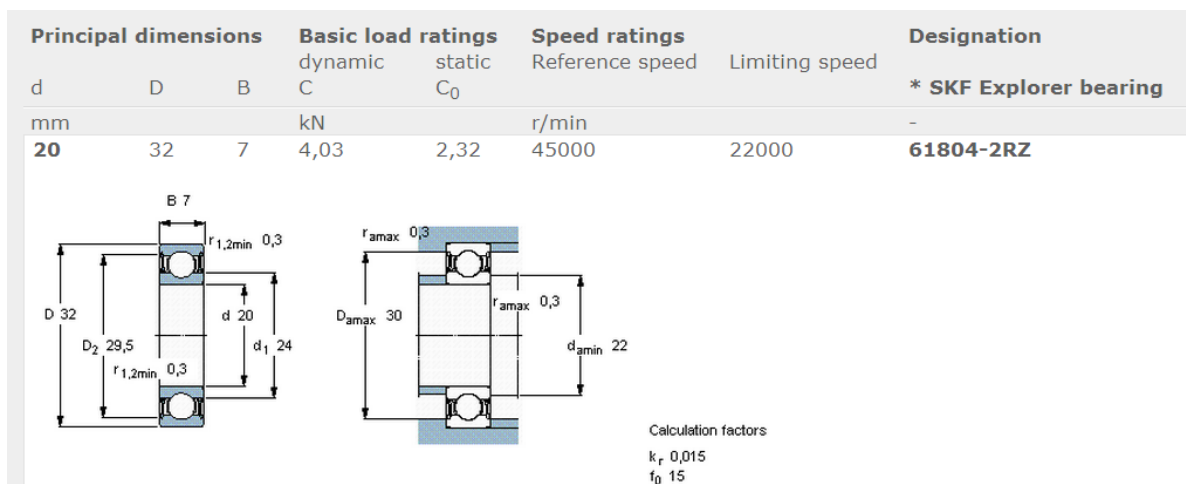
**7.5.3. Za vratila promjera 35 mm:**



**Slika 29: Ležaj s kućištem SYK 507 [8].**

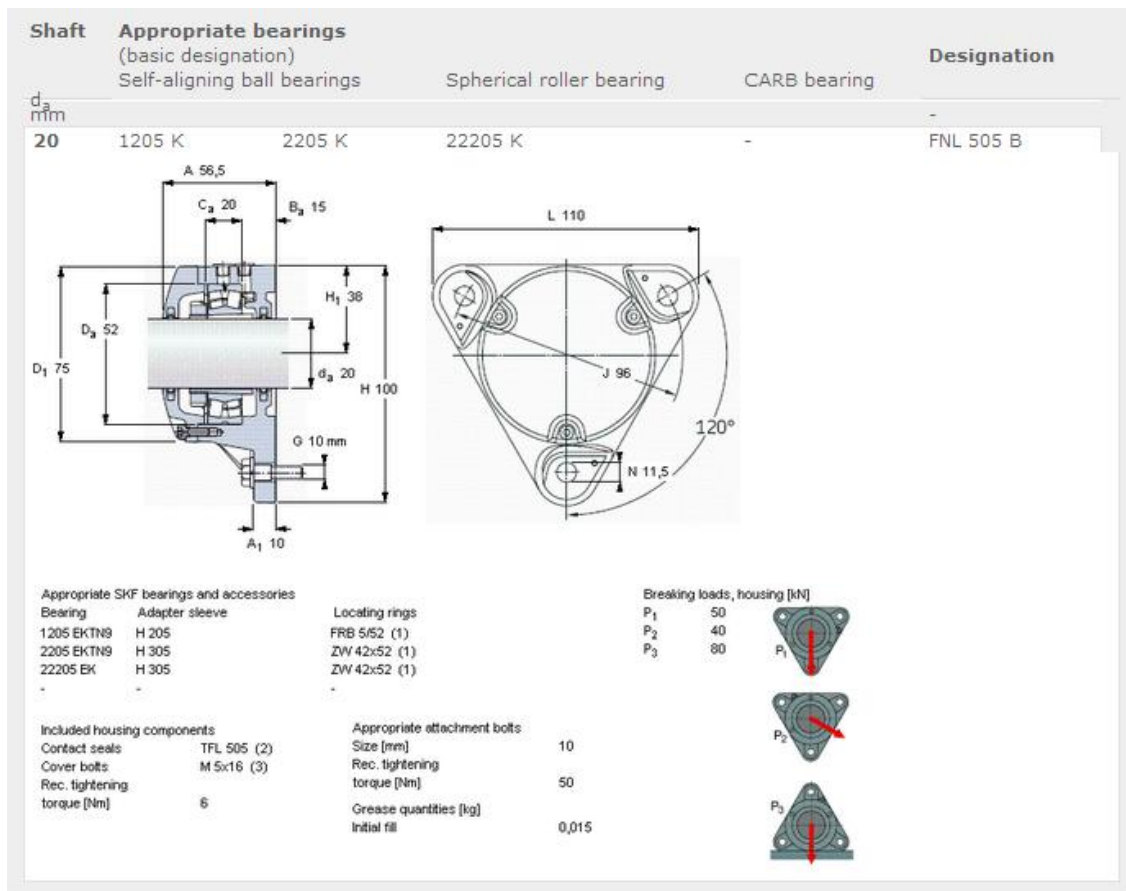
**7.5.4. Ležajevi za sklop vratila ruke:**

**7.5.4.1. Kuglični ležaj za promjer vratila 20 mm.**



**Slika 30: Kuglični ležaj 61804-2RZ [8].**

## 7.5.4.2. Ležajevi s poklopcem, za vratilo promjera 20 mm.



Slika 31: Kućište ležaja FNL 505 B [8].

7.5.4.3. Aksijalni ležaj promjera vratila 20 mm

Za aksijalni ležaj promjer vratila 20 mm koristimo ležaj proizvođača FAG.

**Axial angular contact roller bearings AXS2034**  
 small cross section, high load carrying capacity, fitting in pairs

<b>d</b>	20 mm	
<b>D</b>	34 mm	
<b>H</b>	5 mm	Tolerance: -0,1 / -0,2
<b>D<sub>a</sub></b>	20,2 mm	Centring of bearing rings on shaft Tolerance: -0,05 / -0,15
<b>d<sub>a</sub></b>	34,2 mm	Centring of bearing rings in housing Tolerance: +0,15 / +0,05
<b>α</b>	60 °	Contact angle 60° for predominantly axial loads and tilting moments
<b>m</b>	16 g	Mass
<b>C<sub>a</sub></b>	9800 N	Basic dynamic load rating, axial
<b>C<sub>0a</sub></b>	25000 N	Basic static load rating, axial
<b>C<sub>r</sub></b>		Basic dynamic load rating, radial Please request values.
<b>C<sub>0r</sub></b>		Basic static load rating, radial Please request values.
		Other dimensions by agreement

Centring of bearing rings

Slika 32: Aksijalni ležaj AXS2034 [8].

7.5.5. Kuglični ležaj za vožnju klipa.

Principal dimensions			Basic load ratings		Speed ratings		Designation
d	D	B	dynamic	static	Reference speed	Limiting speed	
mm			C	C <sub>0</sub>	r/min		* SKF Explorer bearing
4	9	4	0,54	0,18	140000	70000	638/4-2Z

Calculation factors  
 $k_r$  0,015  
 $f_0$  10

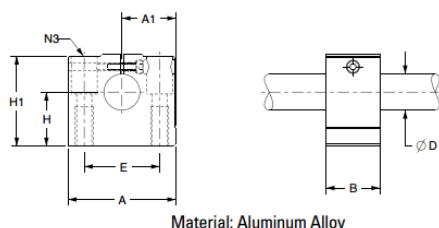
Slika 33: Kuglični ležaj 638/4-2Z [8].

## 7.6. Vezač

### 7.6.1. Zatezači

Za standardni dio zatezača, uzimamo dva ASBM08 zatezača proizvođača THOMSONLINEAR.

#### Type ASBM 60 Case LinearRace Shaft End Support Blocks (Dimensions in mm)



Material: Aluminum Alloy

Part Number	d	H ±.001	H1	H2	A	A1 ±.012	B	E ±.012	N	N2	Support Block Mass (kg)
ASBM08	8	15	28	9	32	16.0	18	22	3.5	M4	0.04
ASBM12	12	20	36	13	43	21.5	20	30	5.3	M6	0.10
ASBM16	16	25	43	18	53	26.5	24	38	6.6	M8	0.15
ASBM20	20	30	51	22	60	30.0	30	42	8.4	M10	0.23
ASBM25	25	35	61	26	78	39.0	38	56	10.5	M12	0.41
ASBM30	30	40	71	26	87	43.5	40	64	10.5	M12	0.53
ASBM40	40	50	88	34	108	54.0	48	82	13.5	M160	0.99

Slika 34: Zatezač ASBM08 [14].

### 7.6.2. Osovina

Za standardni dio vodilice klipa uzimamo 8MMSSCTL334, proizvođača THOMSONLINEAR

#### Solid Carbon Steel

Hardness: 60 ROCKWELL C Min.

Surface Finish: 8 Ra Max

Straightness: .0254mm (.001") Per Foot Cumulative  
(.051mm (.002") TIR)

Roundness: .0020mm (.000080") Class MM

Taper: .0025mm (.001")

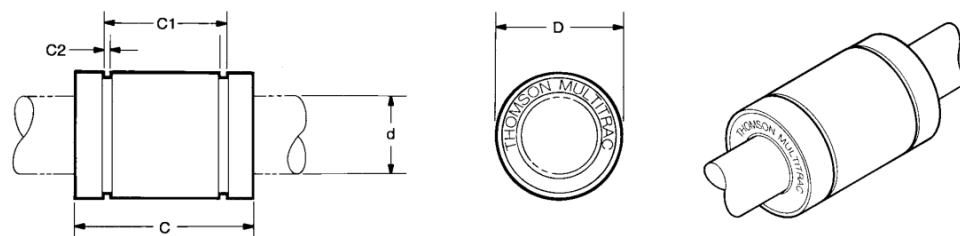
Nominal Diameter (mm)	Basic Part Number	Diameter Tolerance		Min. Usable Length		Min. Hardness Depth		Weight per m (kg)	Weight per inch (lb)
		(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)		
5	5 MM	5.00	.1969	1905	75	0.69	0.027	0.16	0.009
		4.99	.1965						
8	8 MM	8.00	.3150	4216	166	0.69	0.027	0.39	0.022
		7.99	.3146						

Slika 35: Osovina 8MMSSCTL334 [14].

### 7.6.3. Klip

Za standardni dio klipa uzimamo MA M08 W proizvođača THOMSONLINEAR.

#### MultiTrac Ball Bushing Bearings (Closed Type)

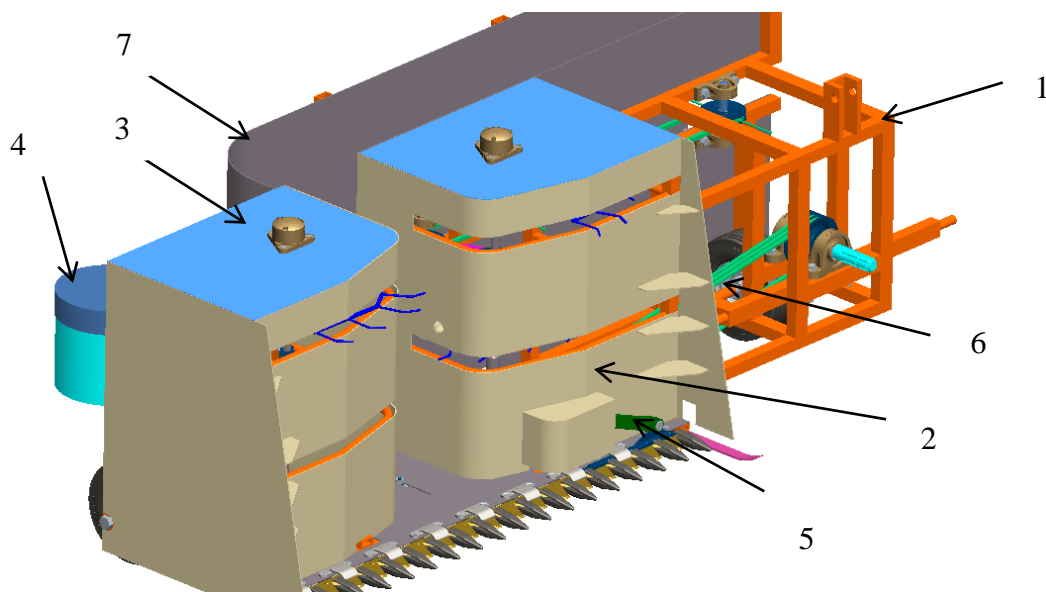


#### MultiTrac Ball Bushing Linear Bearings (Closed Type) (Dimensions in mm)

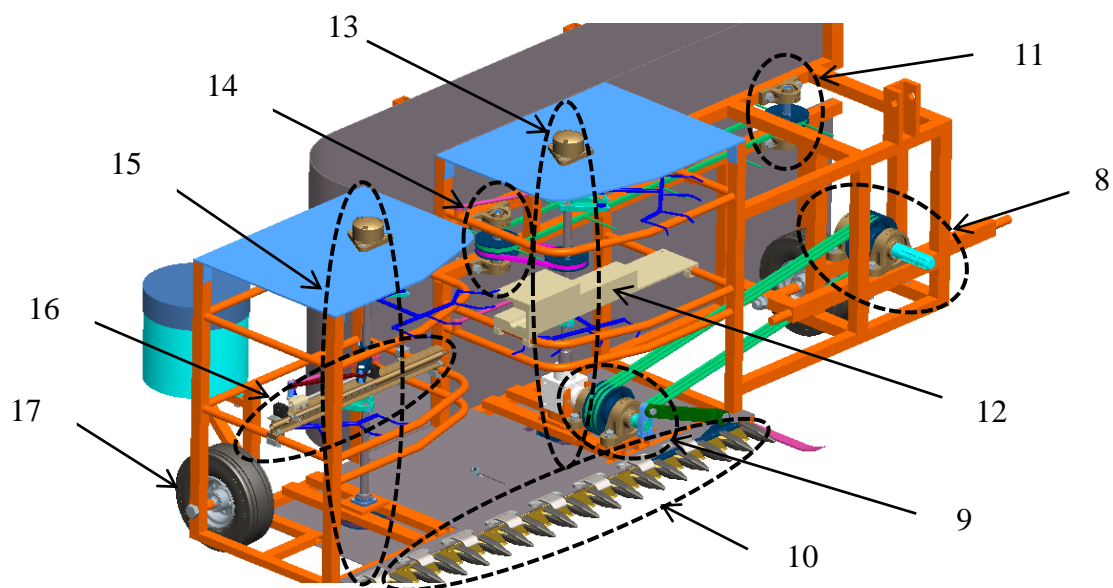
Part Number			d <sup>(4)</sup>	D	C h14	C1 H13	C2 min.	Number of ball tracks	Mass (kg)	Dynamic Load W <sub>0</sub> <sup>(1)(2)</sup> (N)	Load Limit W <sub>0</sub> <sup>(2)(3)</sup> (N)
Without Integral Wipers	With one Integral Wiper	With two Integral Wipers									
MA M08	MA M08 W	MA M08 WW	8	16	25	16,2	1,10	4	0,02	180	330

Slika 36: Klip MA M08 W [14].

## 8. SNOPOVEZALJKA



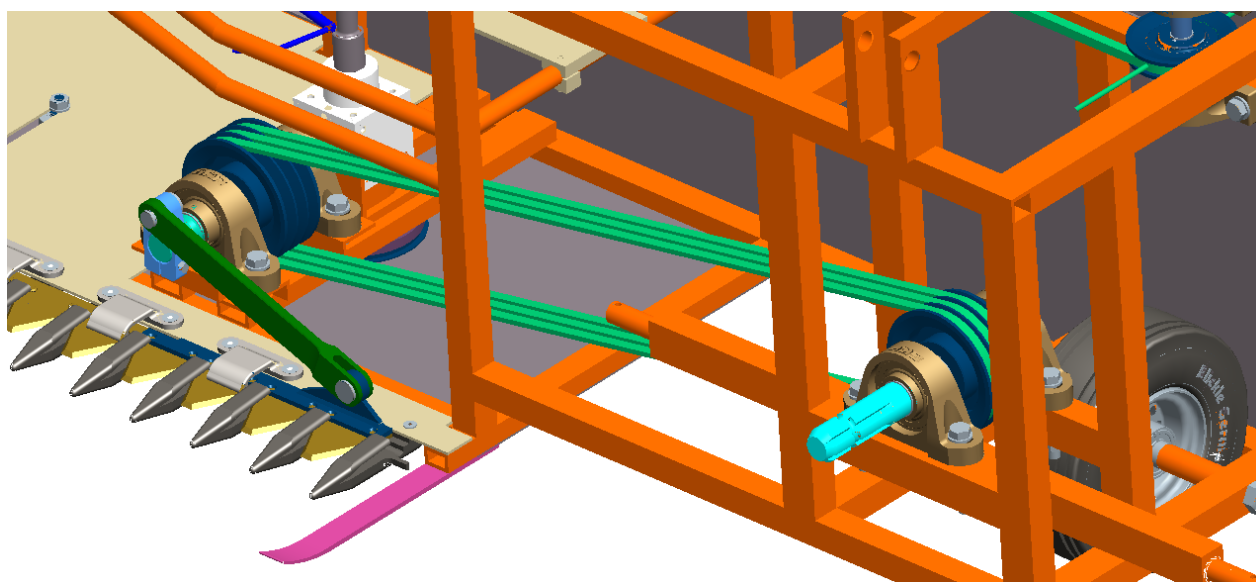
Slika 37: Snopovezaljka.



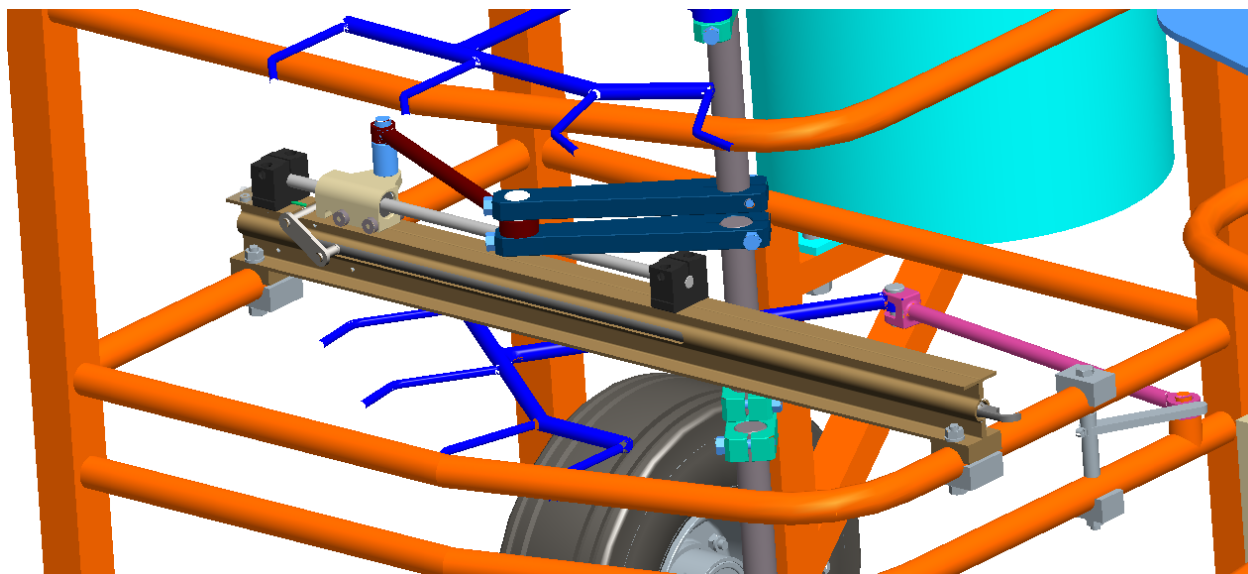
Slika 38: Snopovezaljka bez oplata.

Dijelovi snopvezaljke:

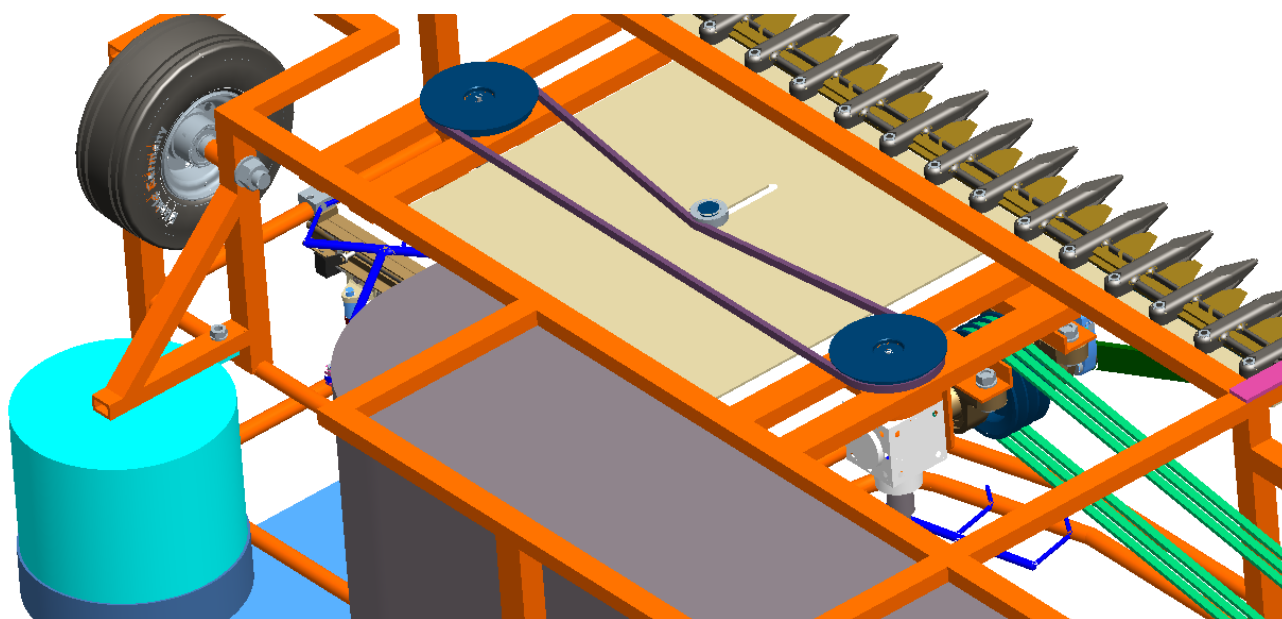
1. Zavarena nosiva konstrukcija snopvezaljke.
2. Zaštitna oplata.
3. Poklopac.
4. Kućište konopca.
5. Poluga noža
6. SPA 2240 Lw (HRN G.E2.063).
7. Zavareno kućište izbacivanja.
8. Sklop kardanskog vratila.
9. Sklop vratila kose.
10. Sklop kose.
11. Sklop gonjenog vratila izbacivanja.
12. Vezač.
13. Vratilo ruke s remenicom.
14. Sklop pogonskog vratila izbacivanja.
15. Vratilo ruke s polugom vezaljke.
16. Vezaljka.
17. Kotač VLE 257/25-75K.



**Slika 39: Prijenos snage s vratila kardana na vratilo kose.**



**Slika 40: Prijenos snage na vezaljku.**

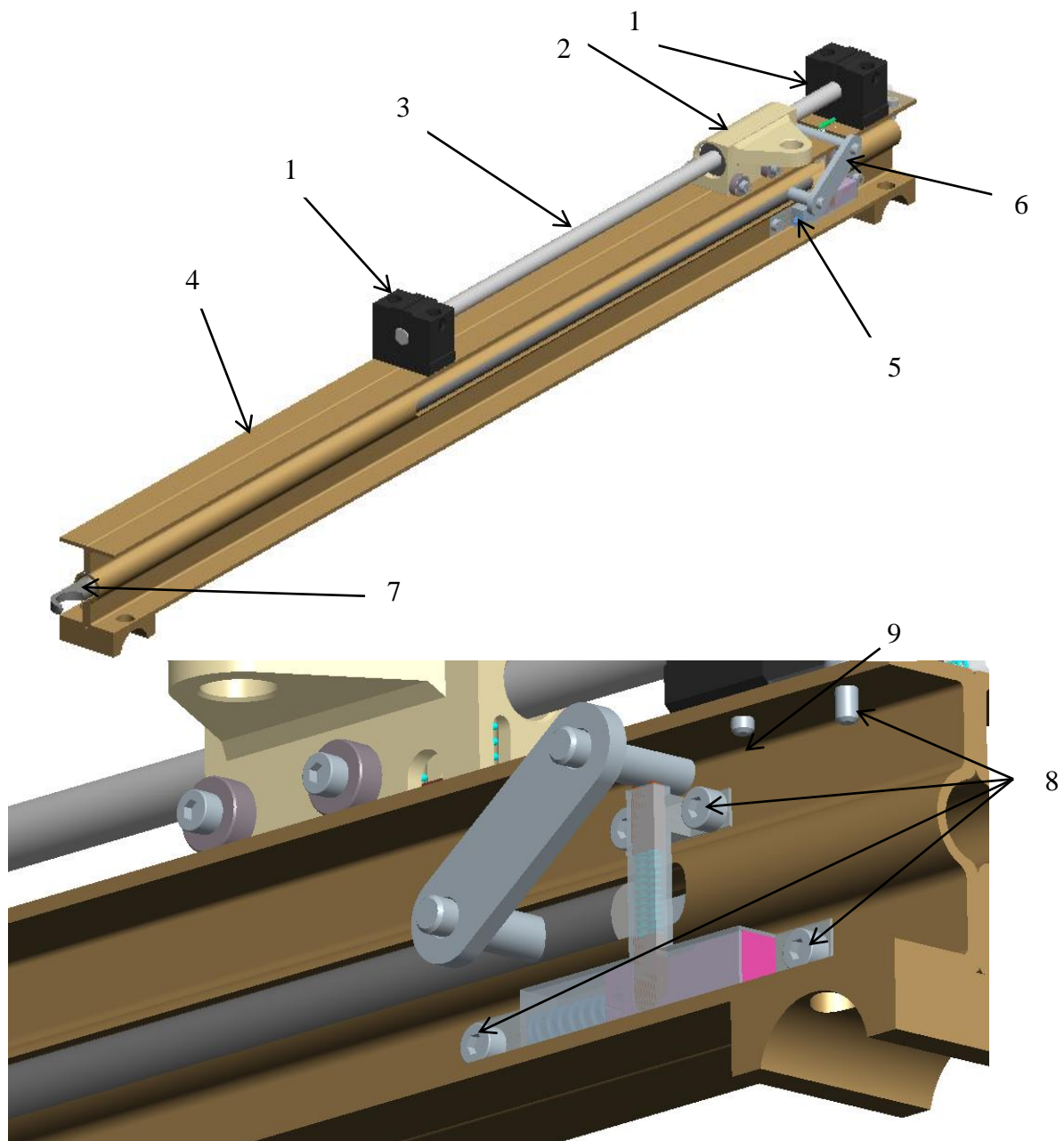


**Slika 41: Prijenos snage zupčastim remenom s vratila reduktora na 2. vratilo ruke.**



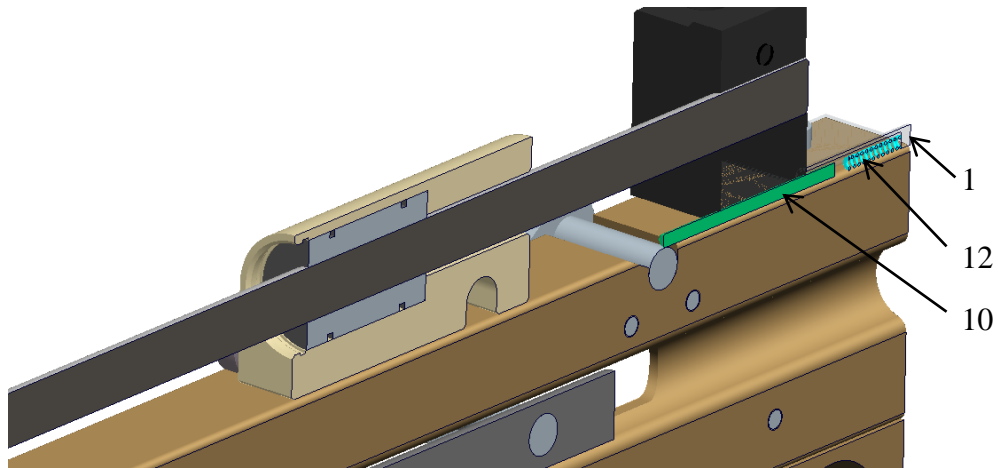
## 9. OPIS RADA VEZALJKE.

Postupak vezanja snopova raži osmišljen je na način da se konopac provuče iz kućišta konopca, kroz ušicu igle, preko radnog prostora te se zakvači na vezač koji je u ovom sklopu trenutačno zamišljen kao kutija s mehanizmom vezanja. Kada se raž kosi, rukama se usmjeruje i tlači na sredinu radnog prostora. Ono naliježe na konopac te ga gura, i formira površinu snopa promjera 25 mm.



Slika 42: Sklop vezaljke.

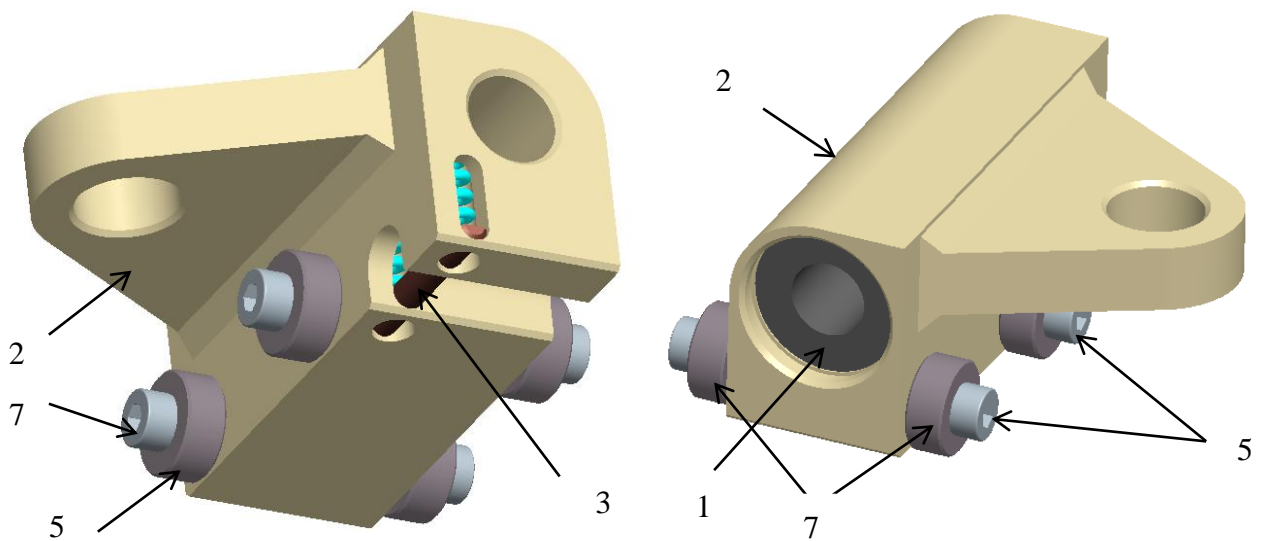




**Slika 43: Presjek vezaljke**

Sklop vezaljke se sastoji od sljedećih dijelova:

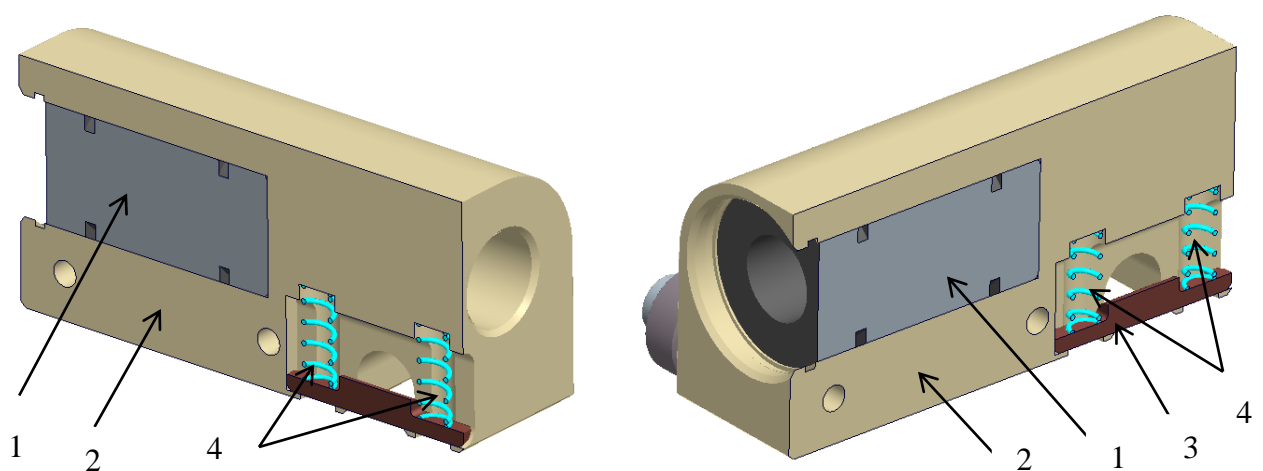
1. Zatezač ASBM08.
2. Sklop klipa.
3. Osovina klizača 8MMSSCTL334.
4. Kućište vezaljke.
5. Sklop uključivanja.
6. Poluga igle vezanja.
7. Igla vezanja.
8. Inbus vijka M3 L16 HRN M.B1.120.
9. Inbus vijka M3 L30 HRN M.B1.120
10. Osovina kočnice.
11. Kućište kočnice.
12. Opruga.



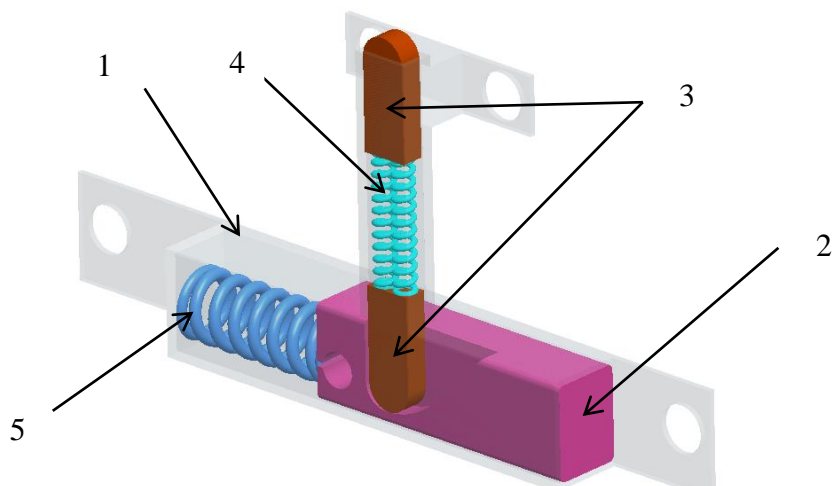
Slika 44: Sklop klipa.

Sklop klipa se sastoji od:

1. Klipa ležajnog klizača MA M08 W.
2. Kućišta klipa.
3. Izbacivč.
4. 2 opruge.
5. 4 kuglična ležaja, korištena kao kotač za vožnju po stazi kućišta vezača.
6. 4 podložne pločice za M3 vijak, HRN M.B2.113.
7. 4 inbus vijka M3 L16 HRN M.B1.120.



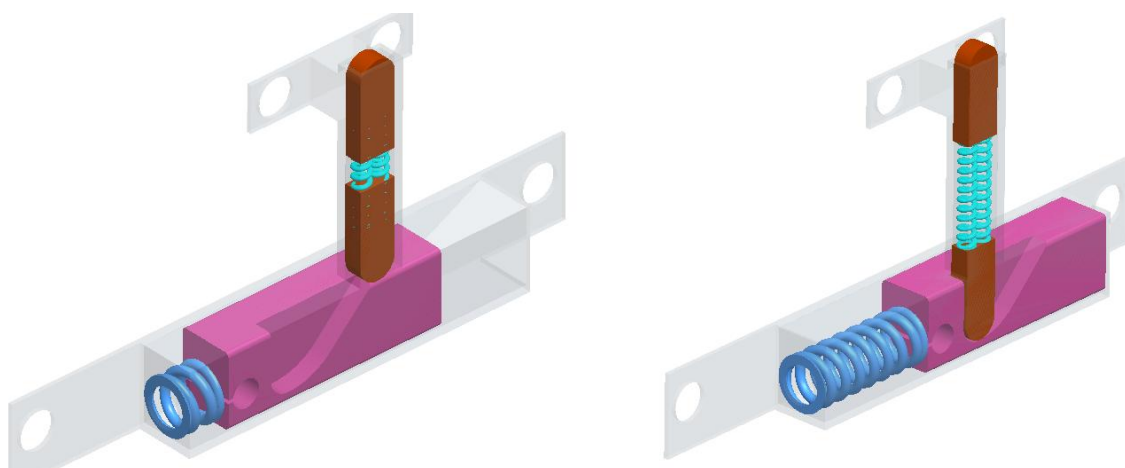
Slika 45: Presjek sklopa klipa.



**Slika 46: Sklop uključivanja.**

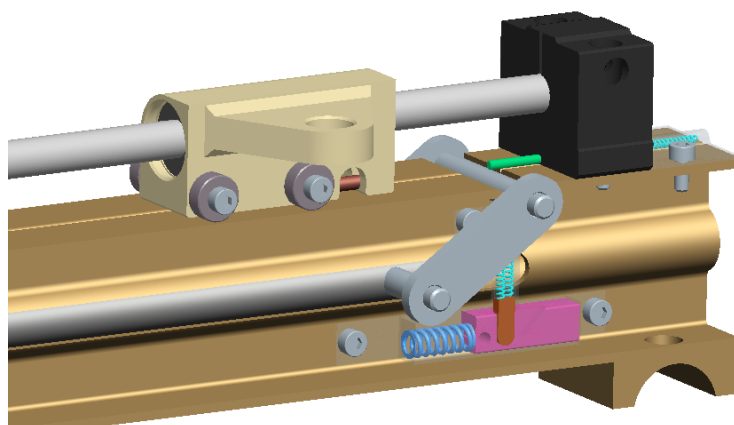
Sklop uključivanja se sastoji od:

1. Kućišta uključivanja.
2. Klipa klizanja.
3. Klipa uključivanja.
4. Opruge za klip uključivanja.
5. Opruge za klip klizanja.



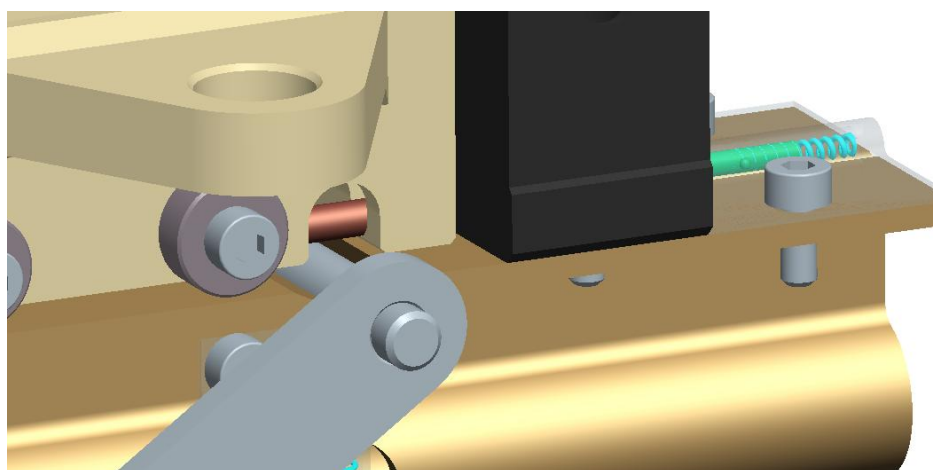
**Slika 47: Prikaz pomaka klipa uključivanja kada na polugu uključivanja djeluje sila pritiska snopa.**

Klip je spojen na polugu koja ga gura po kliznoj stazi, te tako klip izvodi translacijsko gibanje od gornje do donje točke.



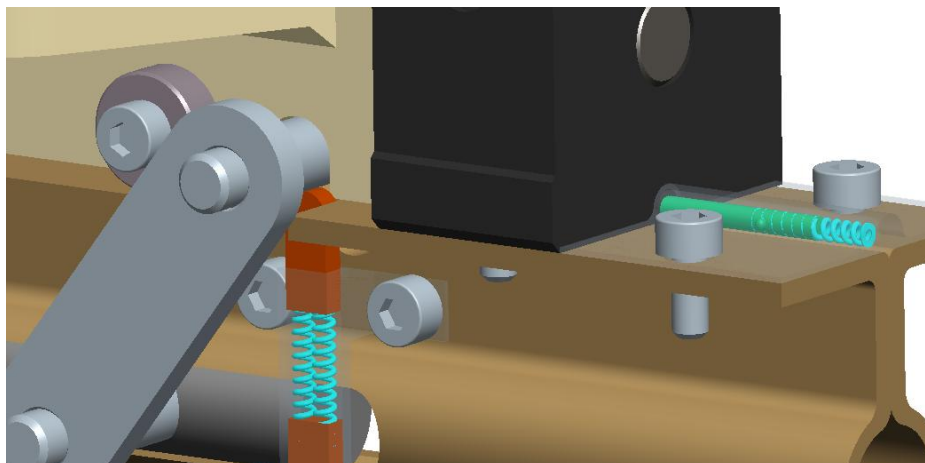
**Slika 48: Sklop klipa u praznom hodu.**

Svaki put kada klip dođe na gornju točku, čelo klipa gura osovinu kočnice, a njegov provrt za polugu dođe iznad poluge igle. Takav se rad ponavlja u sinkronizmu s okretanjem vratila ruke.

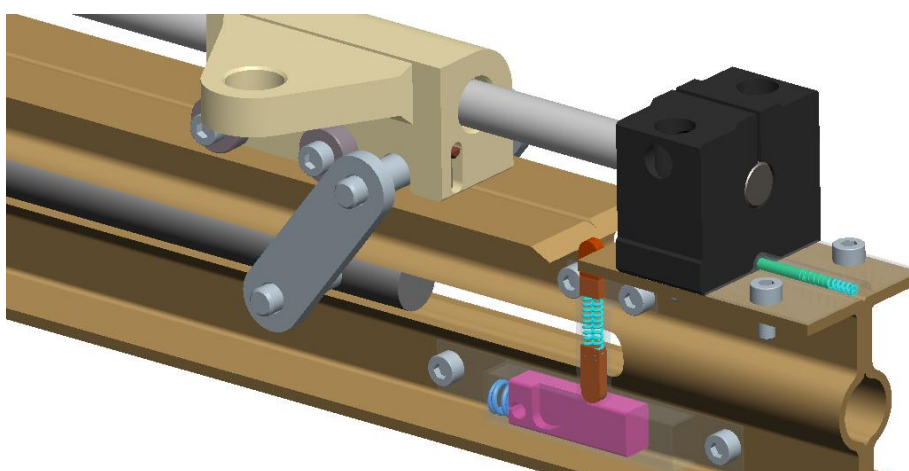


**Slika 49: Krajnji položaj klipa.**

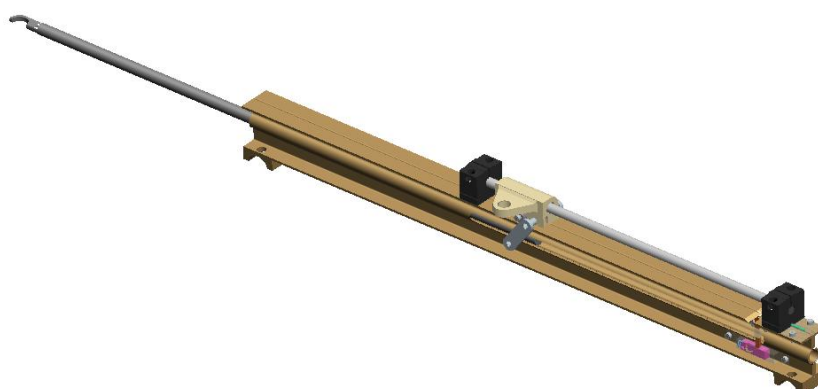
Kada snop raži pritisne svojim položajem polugu uključivanja, i ona preko sajle pomakne horizontalni klip klizanja, klip uključivanja se preko brijega klipa klizanja pomakne vertikalno, te preko opruga djeluje na polugu igle. Njezino gibanje je spriječeno klipom kočnice. Kada klip svojim čelom pomakne klip kočnice, poluga igle ulazi u prostor klipa te se preko toga ostvaruje gibanje igle. Igla prekida gibanje snopa, ulazi u vezač i svojom silom uključuje vezanje konopca, te isto tako osigurava prihvaćanje novog konopca koji je još uvijek spojen za iglu. Igla u povratku ostavlja konac i tako opet prijeći put gibanja snopa, te omogućuje sljedeće nalaganje raži na konac, do sljedećeg vezanja.



**Slika 50: Ulazak poluge igle u utor klipa.**

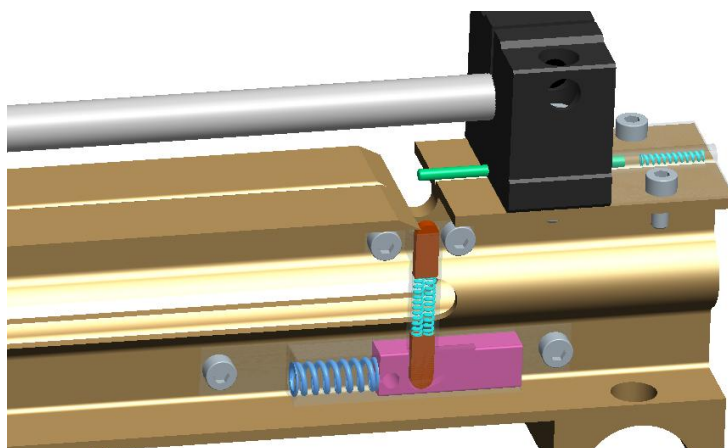


**Slika 51: Radni hod vezača.**

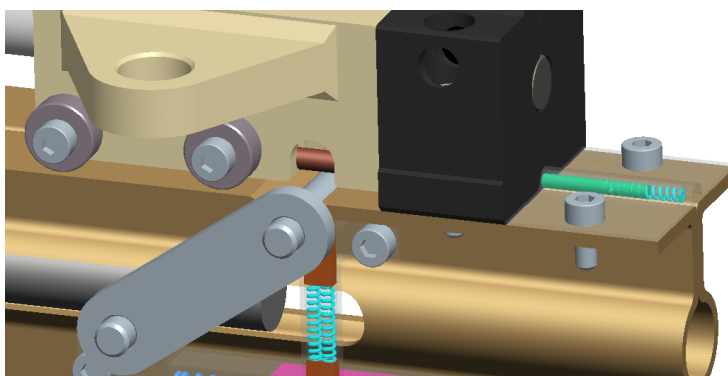


**Slika 52: Izvlačenje igle.**

Kada se završi vezanje snopa, ono odlazi u prostor izbacivanja snopa, te tako oslobađa polugu uključivanja. Tako popusti sila u sajli koja djeluje na klip klizanja, te se on zbog djelovanja opruge vraća u svoj prvobitan položaj. Kako se on vraća, tada i vertikalni klip uključivanja pada u utor klipa klizanja i ostvari slobodan otvor za polugu igle. Kako na polugu igle djeluje izbacivač u klipu, on gura polugu prema dolje. Kada klip dođe na gornju točku, izbacivač do kraja gurne polugu igle, te ona padne na svoje mjesto do sljedećeg ciklusa uključivanja.



**Slika 53:** Vraćanje vertikalnog klipa, i oslobođeno mjesto za polugu igle.



**Slika 54:** Izbacivanje poluge iz klipa izbacivačem.

## 10. ZAKLJUČAK

Snopovezaljka je poljoprivredni stroj namijenjen poljoprivrednicima koji su u posjedu traktora Tomo Vinković, Prima, Ecotrac i sličnih. Na tržištu već postoji sličan poljoprivredni stroj, ali zbog priključka za traktore kategorije 2, nije adekvatan traktorima s priključkom kategorije 1. U radu sam primijenio nastavnu cjelinu studija, te sam došao do nekih slučajeva, gdje se neka složena situacija, može riješiti i pojednostavljenom primjenom uz pomoć tima, kao što su mentor i kolega koje se više razumiju u neka područja.

Dok sam modelirao poljoprivredni stroj, uvelike sam pretpostavio neke iznose, zbog nedostupnih informacija, pa tako vezač ima samo svoje kućište, gdje se odvija neka radnja vezanja, a koji mehanizmi unutra sudjeluju, nije poznato. Tijekom modeliranja, razmišljao sam i o tome da se svaki dio se može lagano montirati, a isto tako i demontirati.

U suglasnosti sa mentorom dr. sc. Nevenom Pavkovićem zbog nedostatka vremena nisam ulazio u detaljniju analizu i razradu samog uređaja, kao što su proračun zavora, opterećenje i pregib profila, te proračun drugih dijelova, isto tako i njihove tehničke dokumentacije.

## LITERATURA

- [1] ASAE S217.12 DEC01, Three-points free-link attachment for hitching implements to agricultural wheel tractors. (ISO+730-1:1994.)
- [2] PSC Ferenček katalog rezervnih dijelova 2010.
- [3] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [4] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [5] Landeka, S.: Mehanizacija poljoprivredne proizvodnje, Vinkovci, 2004.
- [6] Uputstvo o rukovanju i održavanju traktora TV-420, tvornica traktora i ljevaonica Bjelovar,
- [7] Traktori 1 kategorije TV, Prima, Ecotrac, <http://traktori-tv.blogspot.com>, datum pristupa 25.06.2013.
- [8] Skf ležajevi, <http://secure.skf.com/group/products/bearings-units-housings/product-tables.html>, datum pristupa 27.04.2013.
- [9] BD reduktor, [http://www.tea-hamburg.de/index.php?id=37&p=99&L=1&Produkt=bevel\\_gearbox\\_-\\_reinforced\\_construction\\_BG](http://www.tea-hamburg.de/index.php?id=37&p=99&L=1&Produkt=bevel_gearbox_-_reinforced_construction_BG), datum pristupa 12.04.2013.
- [10] Snopovezaljka T-BB, <http://www.minosagri.com/reaper-binder>, datum pristupa 25.06.2013.
- [11] Snopovezaljka 4K-50, <http://www.wme.cn/Reaper-binder/>, datum pristupa 25.06.2013.
- [12] Kotač VLE 257/25-75K, proizvođača Bicikle, <http://www.blickle.de/>, datum pristupa 13.05.2013.
- [13] Remenica SPA-A125, [http://www.sitspa.com/en-US/Variable\\_speed\\_pulleys.html](http://www.sitspa.com/en-US/Variable_speed_pulleys.html), datum pristupa 18.05.2013.
- [14] Klip, zatezač i osovina vodilice proizvođača Thompslinear, <http://www.thomsonlinear.com/website/com/eng/index.php>, datum pristupa 18.05.2013.
- [15] Horvat, Zvonimir i suradnici, Proračun vratila, Zagreb, FSB.

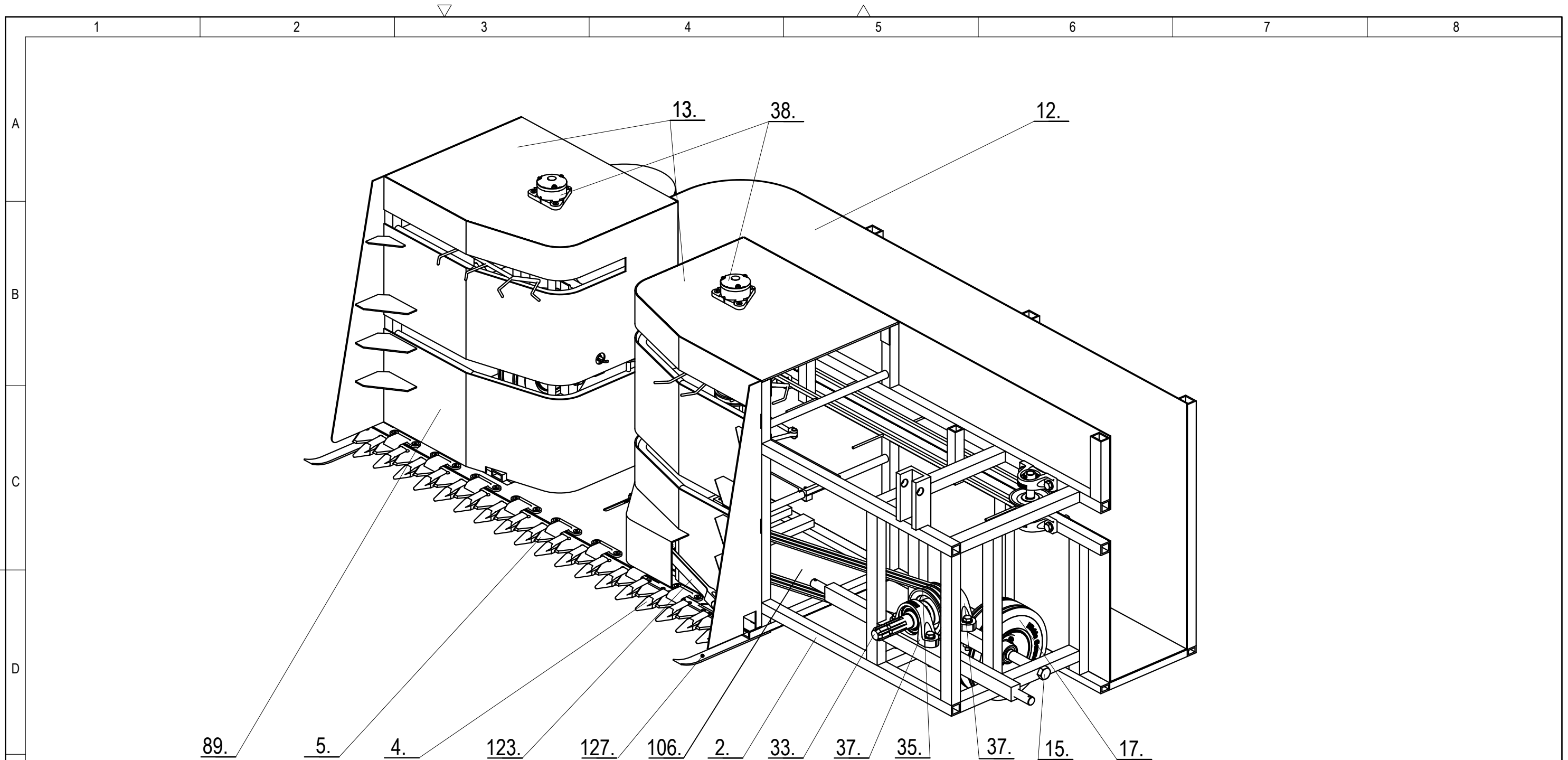


## **PRILOZI**

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

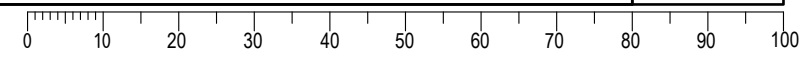


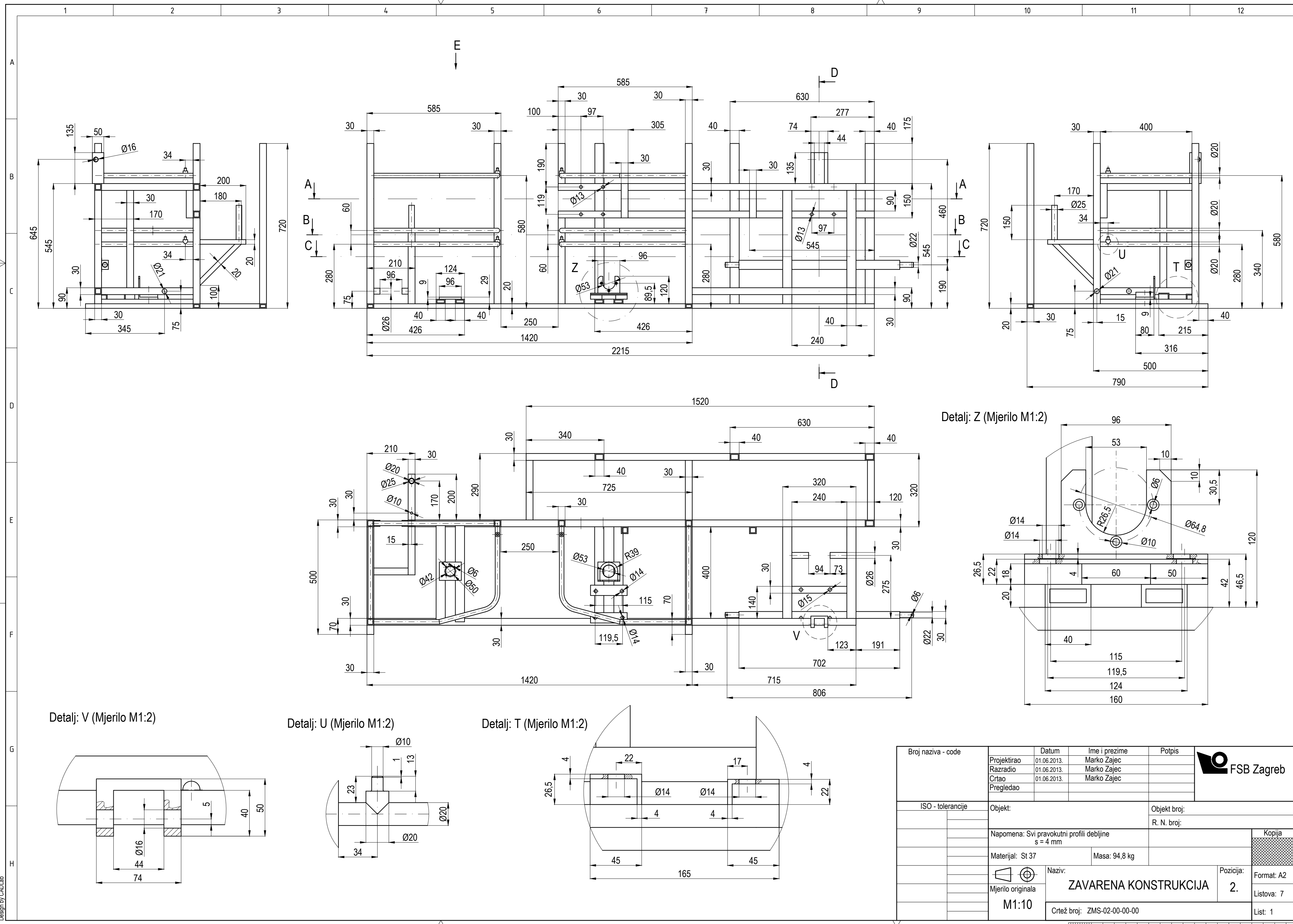
128	Čahura Ø18 L10	2	ZMS-00-02-00-03	P.CuSn14	Ø20/Ø18x10	0,0046	
127	Papuča	2		Čelik		0,3351	
126	Svornjak Ø18 L38	1	ZMS-00-02-00-05	St 37-2	Ø24/Ø18x38	0,0833	
125	Vijak M12 L40.prt	4	HN M.B1.051	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0514	
124	Svornjak Ø14 L22	1		Čelik	Ø14x22	0,0595	
123	Poluga noža	1		Čelik	L266	0,6424	
122	Uskočnik Ø36	1	HN M.C2.401	Opružni Č.	Ø35x1,5	0,0032	
121	Distantni prsten Ø36	1	ZMS-00-02-00-04	St 37-2	Ø40/Ø36x15	0,0276	
120	Pero b10 L38	1	HN M.C2.061	Čelik		0,0301	
119	Vijak M6 L30	1	HN M.B1.051	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0107	
118	Ležaj s kućištem SYK 507	1	SYK 507	Čelik	SKF	0,4014	
117	Stezna glava L40	1	ZMS-00-02-00-02	St 52-3	Ø35x1,5	0,2104	
116	Vratilo kose	1	ZMS-00-02-00-01	St 52-3	Ø35x213	1,199	
115	Ležaj s kućištem SYK 506	1	SYK 506	Čelik	SKF	0,2736	
114	Inbus vijak M8 L30	1	HN M.B1.120	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0210	
113	Vijak M12 L40	4	HN M.B1.051	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0949	
112	Matica M12	8	HN M.B1.601	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0166	
111	Podložna pločica M12	16	HN M.B2.011	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0063	
110	Matica M8	7	HN M.B1.601	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0052	
109	Podložna pločica M8	7	HN M.B2.011	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0018	
108	Inbus vijak M8 niska glava	6	KR 1206	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0104	
107	Vijak inbus M5 L10 upuštena glava	4	HN M.B1.126	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0034	
106	Donja ploča	1		Čelik		8,9553	
105	Zupčasti remen	1		Guma	L1396	0,952	
104	Glavni remen	3	SPA 2240 Lw	Guma	L2240	2,6041	
103	Remen izbacivanja	1		Guma	L2320	1,9461	
102	Remen pokretanja izbacivanja	1		Guma	L666	0,4968	
101	Matica M6	1	HN M.B1.601	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0024	
100	Podložna pločica M6	1	HN M.B2.011	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0001	
99	Vijak M6 L100	1	HN M.B1.051	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0249	
98	Cijevčica uključivača	1		Čelik		0,011	
97	Poluga za uključivanje vezača	1		Čelik	L70	0,031.9	
96	Inbus vijak M4	2	HN M.B1.120	Čelik	VIJCI KRANJEC	0,0019	
Poz.	Naziv dijela		Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime		Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva	
Projektirao		01.06.2013.	Marko Zajec				
Razradio		01.06.2013.	Marko Zajec				
Crtao		01.06.2013.	Marko Zajec				
Pregledao							
Mentor							
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:		
					R. N. broj:		
		Napomena:			Smjer: Konstrukcijski		Kopija
		Materijal:		Masa: 312,144	<b>ZAVRŠNI RAD</b>		
		 Naziv:			Pozicija:		
		Mjerilo originala			<b>SNOPOVEZALJKA</b>		Listova: 3
		<b>M1:10</b>					List: 2
		Crtež broj: ZMS-00-00-00-00/2					



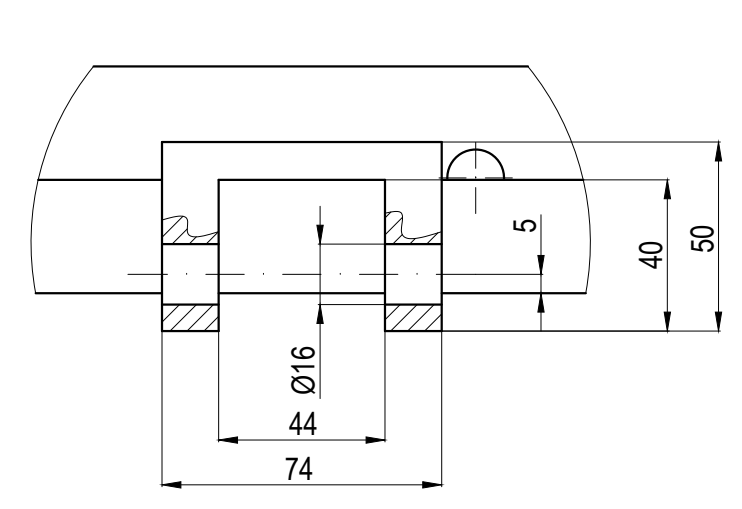
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao				
ISO - tolerancije	Objekt:		Objekt broj:		
			R. N. broj:		
	Napomena:				Kopija
	Materijal:	Masa: 312,144	<b>ZAVRŠNI RAD</b>		
	 Mjerilo originala <b>M1:10</b>	Naziv:		Pozicija:	Format: A3
		<b>SNOPOVEZALJKA</b>		<b>1.</b>	Listova: 3
		Crtež broj: ZMS-00-00-00/3			List: 3

Design by CADLab

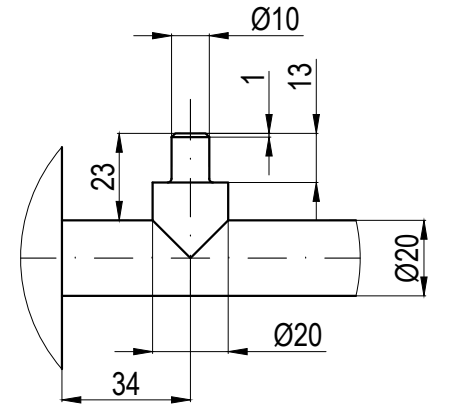




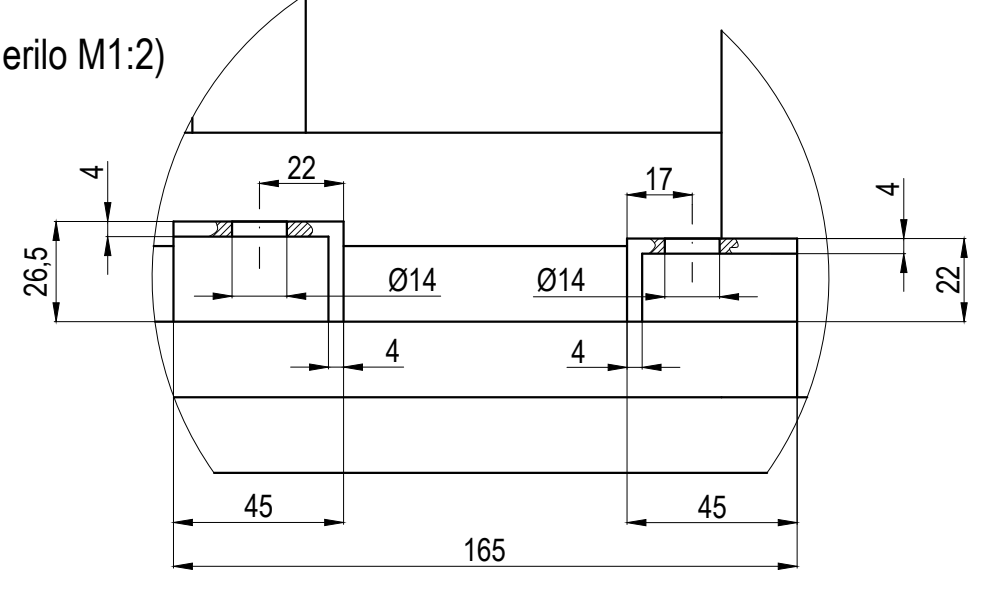
Detalj: V (Mjerilo M1:2)



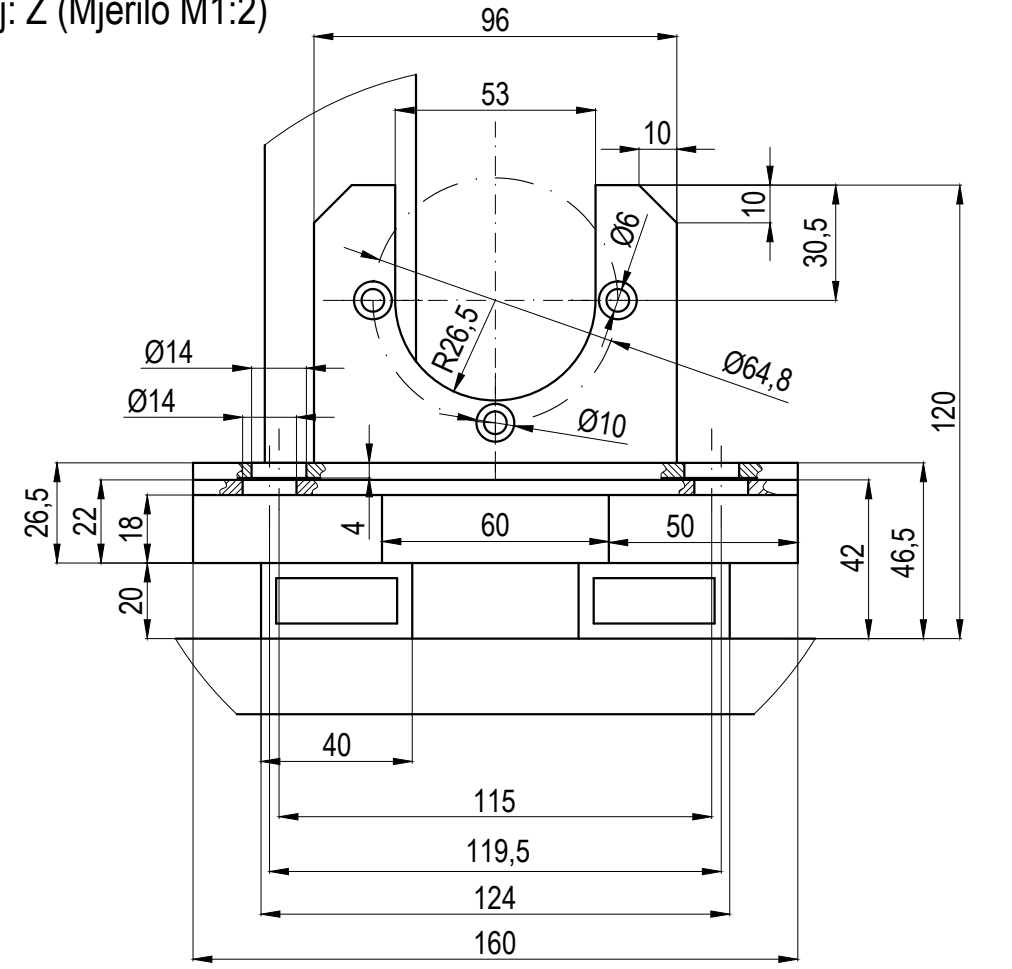
Detalj: U (Mjerilo M1:2)



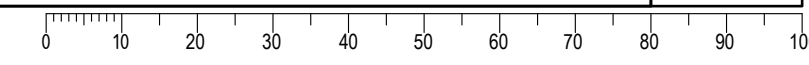
Detalj: T (Mjerilo M1:2)

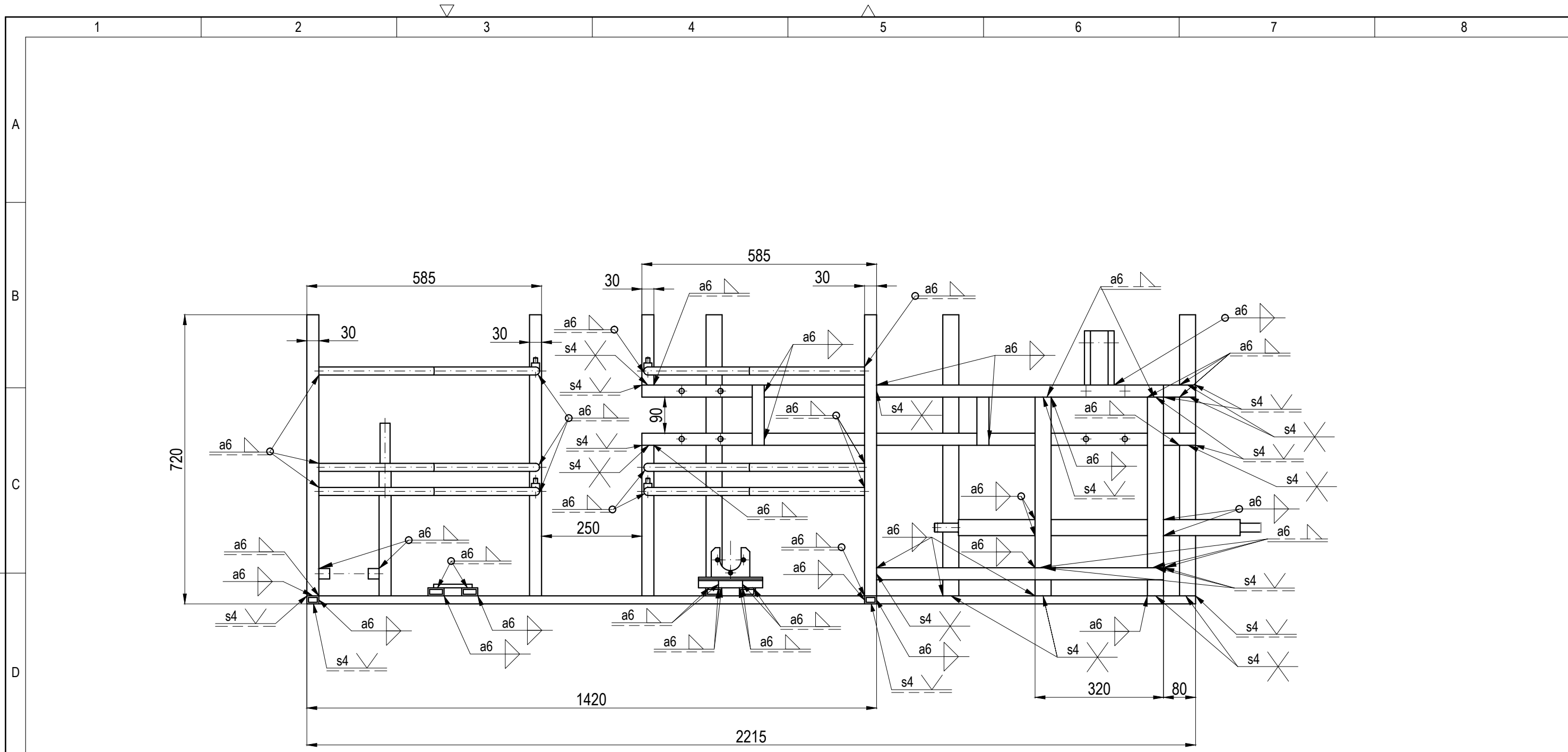


Detalj: Z (Mjerilo M1:2)

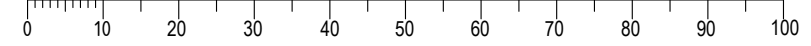


Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao		Marko Zajec		
ISO - tolerancije	Objekt:		Objekt broj:		Kopija
	R. N. broj:				
	Napomena: Svi pravokutni profili debljine s = 4 mm				
	Materijal: St 37	Masa: 94,8 kg		Format: A2	
	Naziv: ZAVARENA KONSTRUKCIJA			Pozicija: 2.	
	Mjerilo originala	Crtež broj: ZMS-02-00-00-00			List: 1
	M1:10				

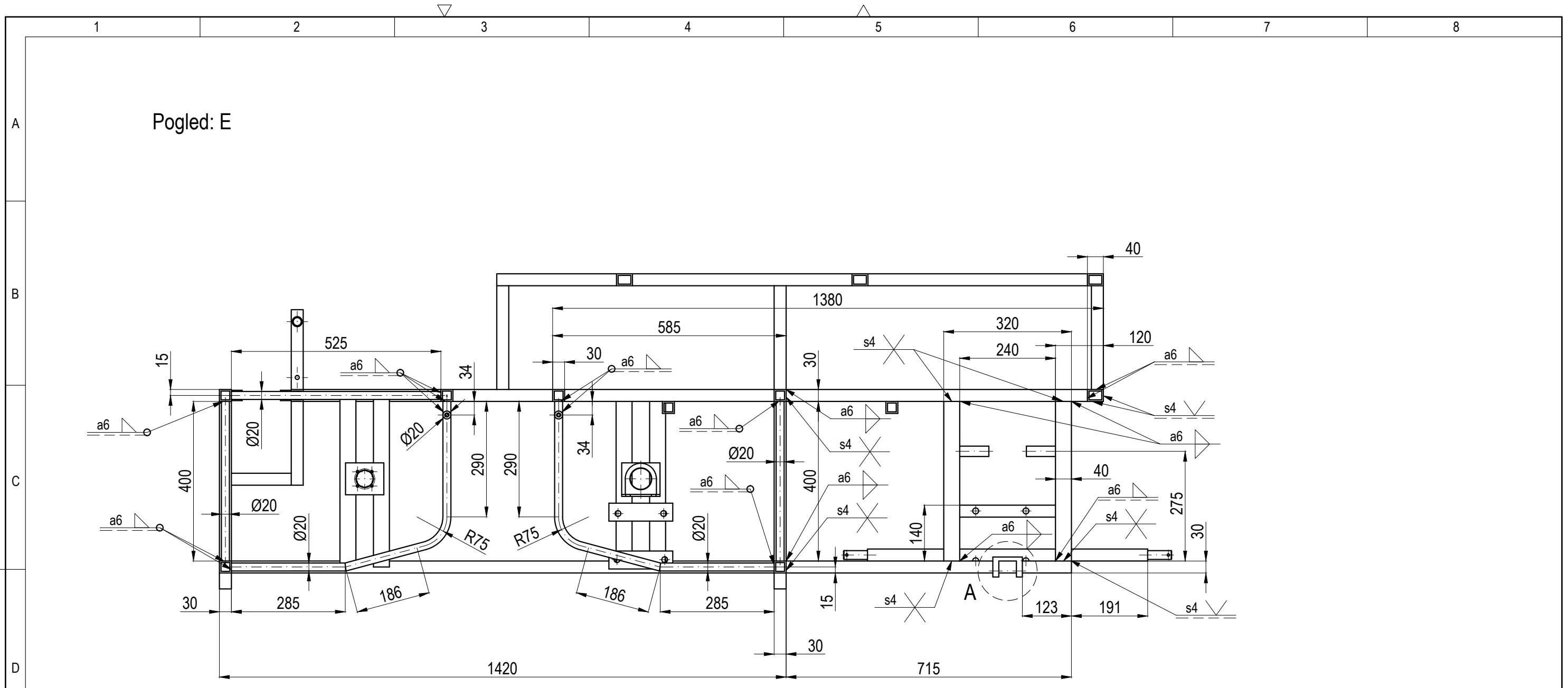




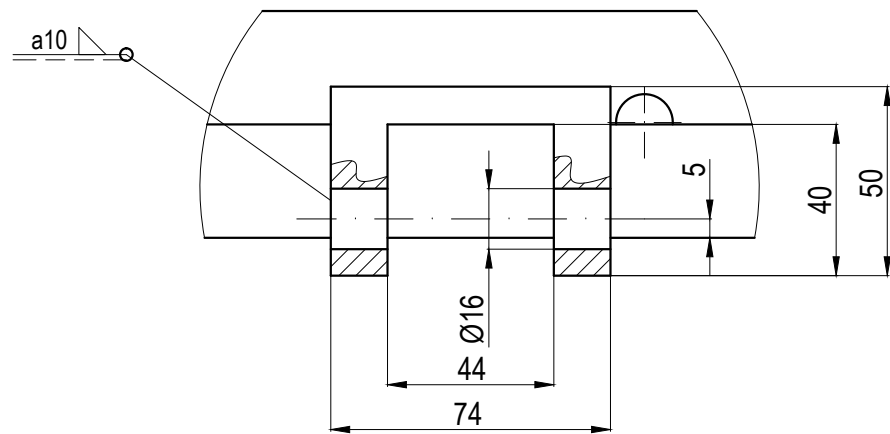
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao				
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
				R. N. broj:	
Napomena:				Kopija	
Materijal:			Masa:		
 Mjerilo originala <b>M1:10</b>		Naziv: <b>ZAVARENA KONSTRUKCIJA  NACRT</b>		Pozicija: Format: A3 Listova: 7 List: 2	
Crtež broj: ZMS-02-00-00-00/2					



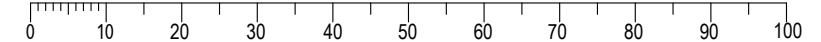
Design by CADLab



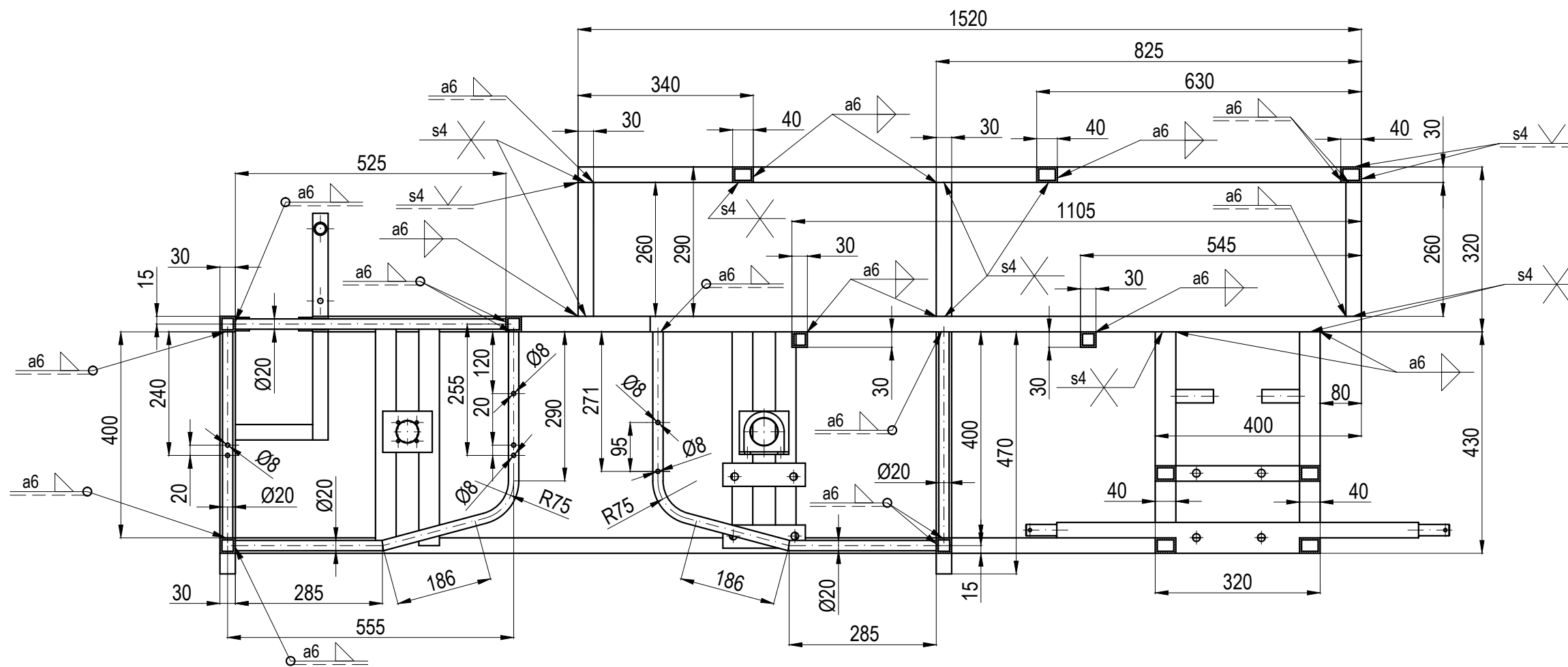
Detalj: A (Mjerilo M1:2)



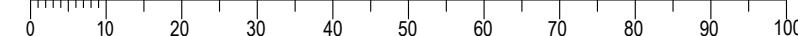
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis		
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec			
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec			
	Pregledao					
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
				R. N. broj:		
		Napomena:		<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; background-color: #cccccc; text-align: center;">Kopija</div>		
		Materijal:				
		Masa:		Naziv: <b>ZAVARENA KONSTRUKCIJA</b> <b>POGLED E</b> Pozicija:		
		Mjerilo originala <b>M1:10</b>				Format: A3
		Crtež broj: ZMS-02-00-00-00/2				Listova: 7
				List: 3		



Presjek: A - A

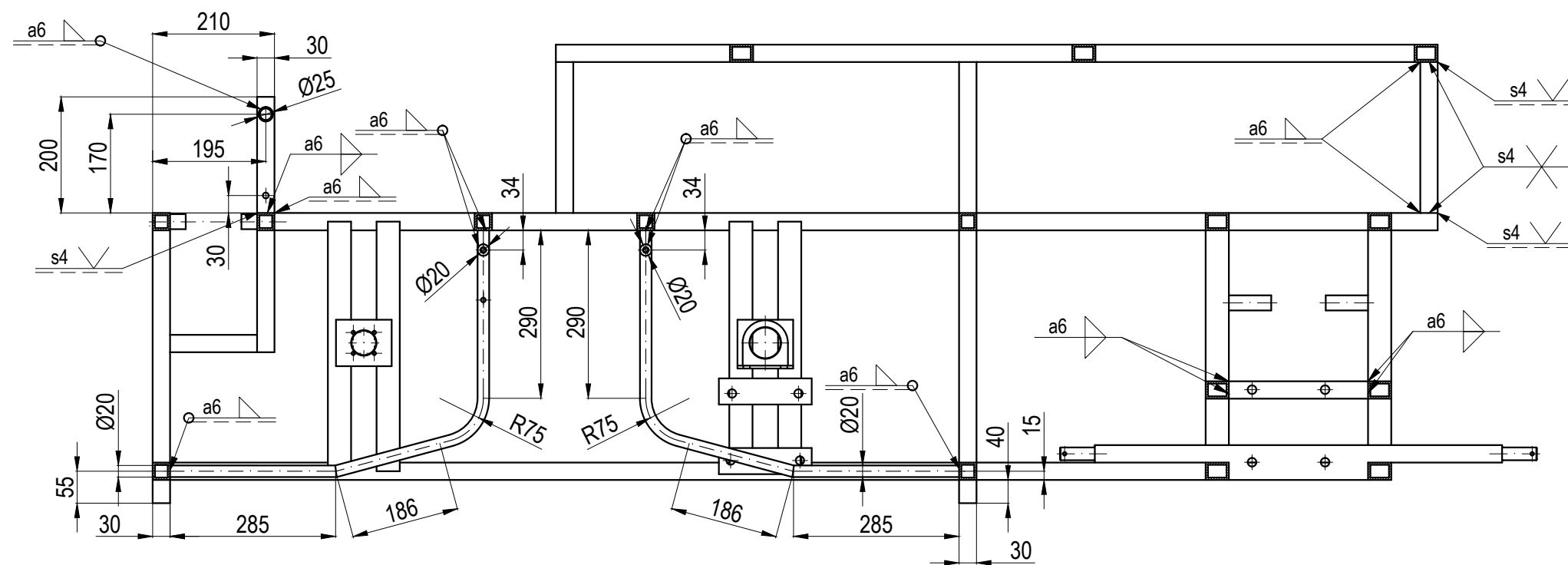


Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis		
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec			
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec			
	Pregledao					
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:		
				R. N. broj:		
Napomena:				Kopija		
Materijal:		Masa:		Naziv: <b>ZAVARENA KONSTRUKCIJA PRESJEK A-A</b> Pozicija:		
 Mjerilo originala <b>M1:10</b>						Format: A3
		Crtež broj: ZMS-02-00-00-00/4				Listova: 7
				List: 4		

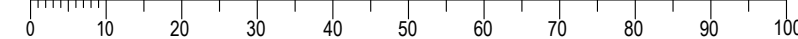




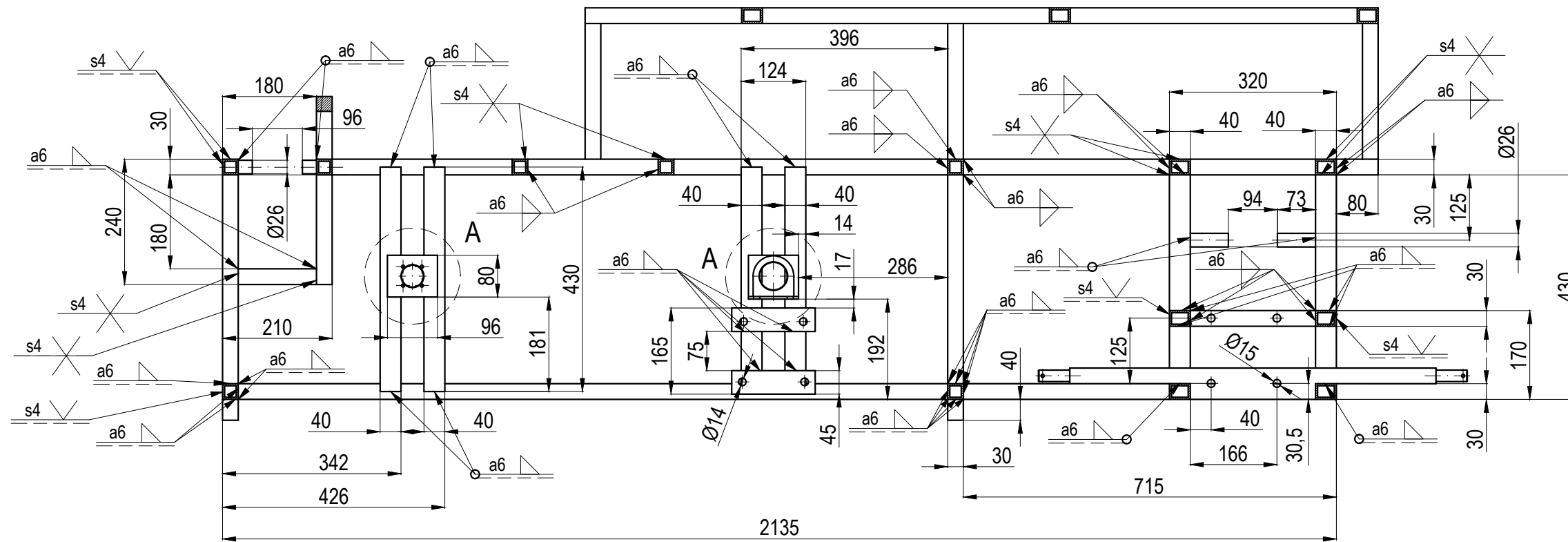
Presjek: B - B



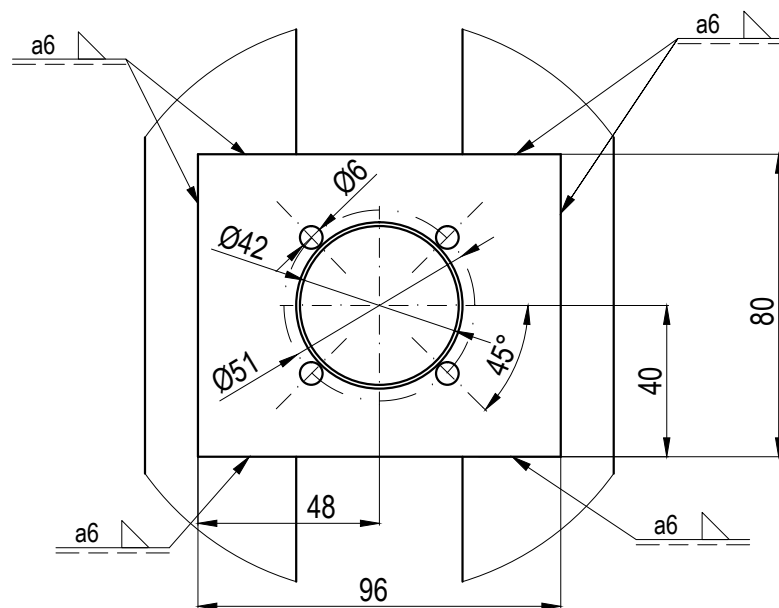
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao				
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
				R. N. broj:	
	Napomena:				Kopija
	Materijal:	Masa:			
	 Mjerilo originala M1:10	Naziv: <b>ZAVARENA KONSTRUKCIJA                  PRESJEK B-B</b>		Pozicija:	Format: A3
		Crtež broj: ZMS-02-00-00-00/5			Listova: 7
					List: 5



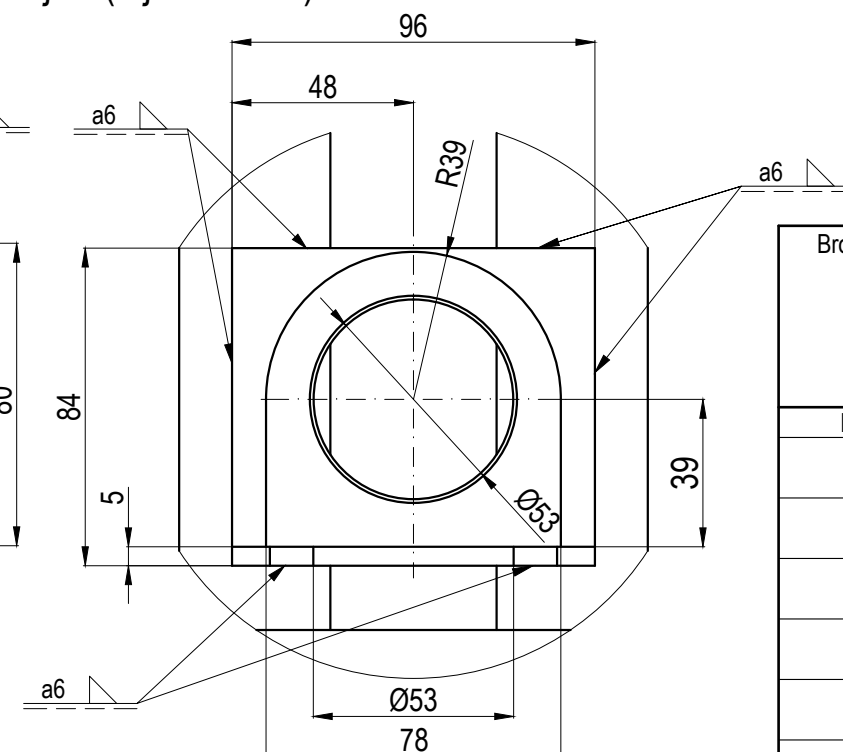
Presjek: C - C



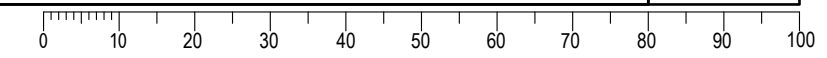
Detalj: A (Mjerilo M1:2)



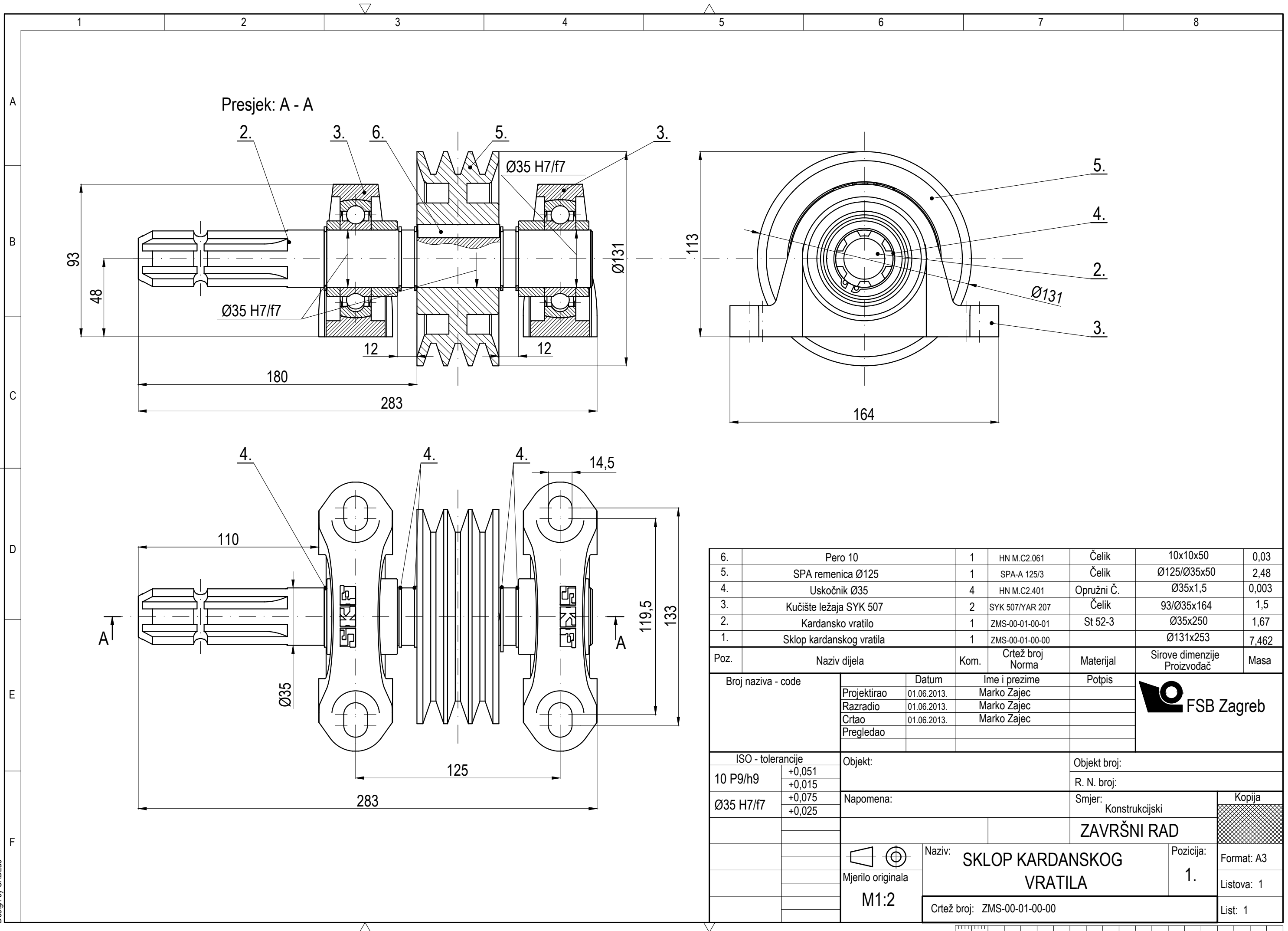
Detalj: B (Mjerilo M1:2)



Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao				
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
				R. N. broj:	
Napomena:					Kopija
Materijal:					
Mjerilo originala			Masa:		
M1:10			Naziv:		Pozicija:
			ZAVARENA KONSTRUKCIJA		Format: A3
			PRESJEK C-C		Listova: 7
			Crtež broj: ZMS-02-00-00-00/6		List: 6





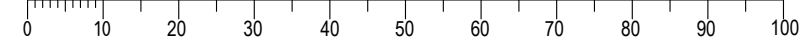


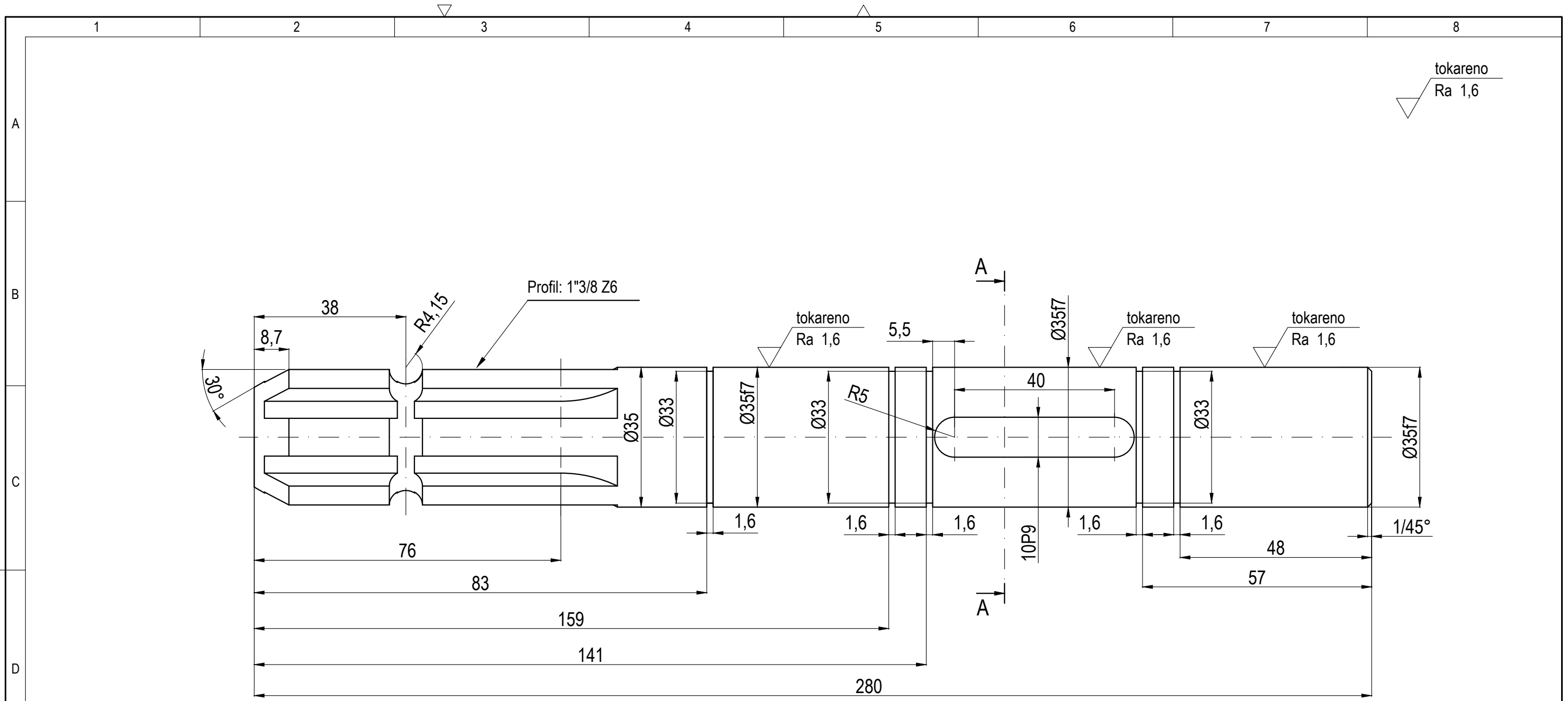
6.	Pero 10	1	HN M.C2.061	Čelik	10x10x50	0,03
5.	SPA remenica Ø125	1	SPA-A 125/3	Čelik	Ø125/Ø35x50	2,48
4.	Uskočnik Ø35	4	HN M.C2.401	Opružni Č.	Ø35x1,5	0,003
3.	Kučište ležaja SYK 507	2	SYK 507/YAR 207	Čelik	93/Ø35x164	1,5
2.	Kardansko vratilo	1	ZMS-00-01-00-01	St 52-3	Ø35x250	1,67
1.	Sklop kardanskog vratila	1	ZMS-00-01-00-00		Ø131x253	7,462

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		01.06.2013.	Marko Zajec			
Razradio		01.06.2013.	Marko Zajec			
Crtao		01.06.2013.	Marko Zajec			
Pregledao						

ISO - tolerancije		Objekt:	Objekt broj:	
10 P9/h9	+0,051 +0,015		R. N. broj:	
Ø35 H7/f7	+0,075 +0,025	Napomena:	Smjer:	Kopija
			Konstrukcijski	

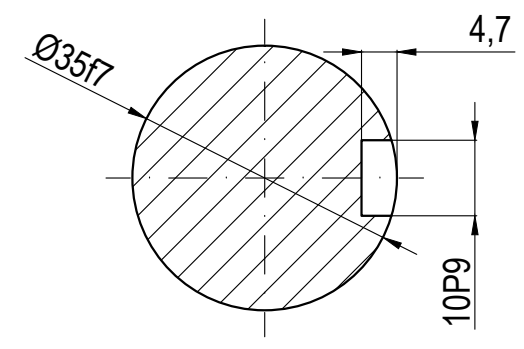
		Naziv: <b>SKLOP KARDANSKOG VRATILA</b>		Pozicija: <b>1.</b>	Format: A3
		Mjerilo originala <b>M1:2</b>		Crtež broj: ZMS-00-01-00-00	Listova: 1
		<b>ZAVRŠNI RAD</b>		List: 1	



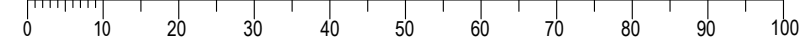


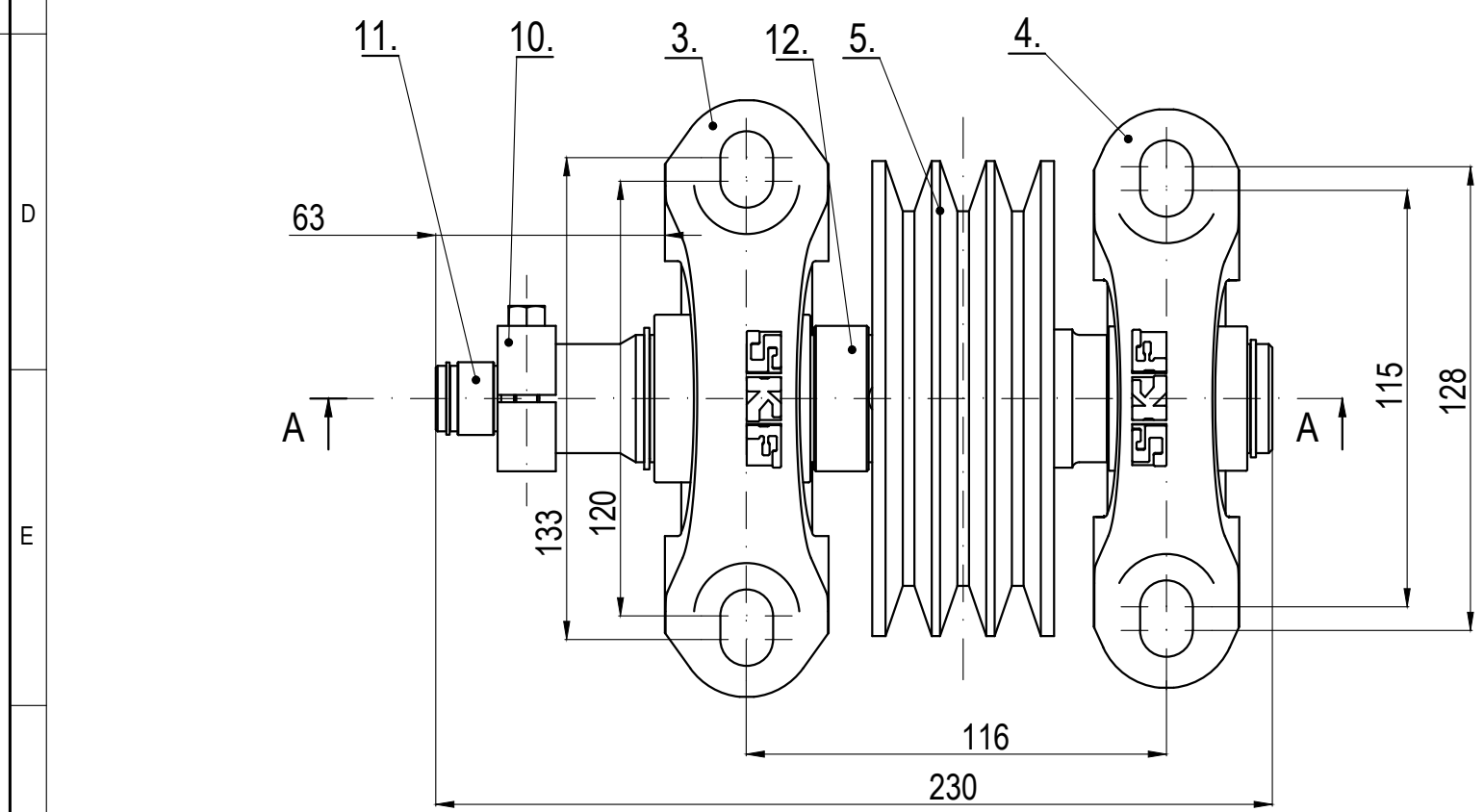
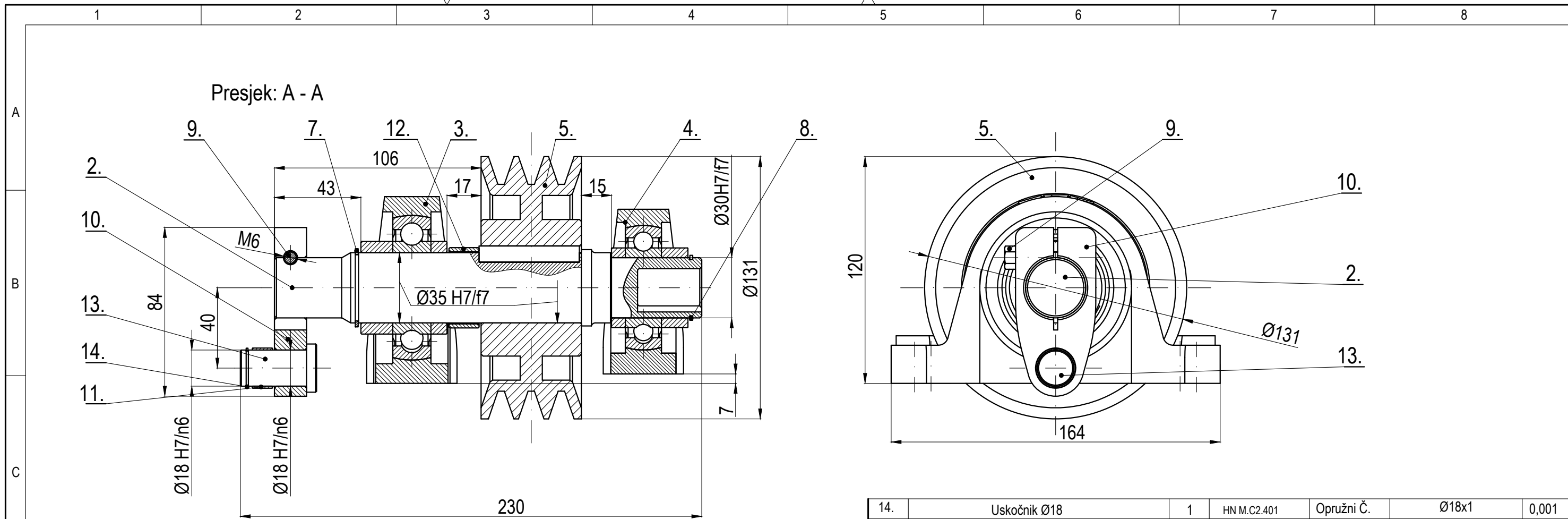
tokareno  
Ra 1,6

Presjek: A - A



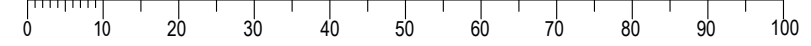
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao				
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:	
10 P9	-0,015 -0,051			R. N. broj:	
Ø35 f7	-0,025 -0,030	Napomena: Poluproizvod: OSOVINA KARDANSKA 1"3/8 Z6 L280		Kopija	
		Materijal: St 52-3	Masa: 1,667 kg		
		 Mjerilo originala M1:1	Naziv: <b>VRATILO KARDANA</b>		Pozicija: 2.
		Crtež broj: ZMS-00-01-00-01			Format: A3 Listova: 1 List: 1

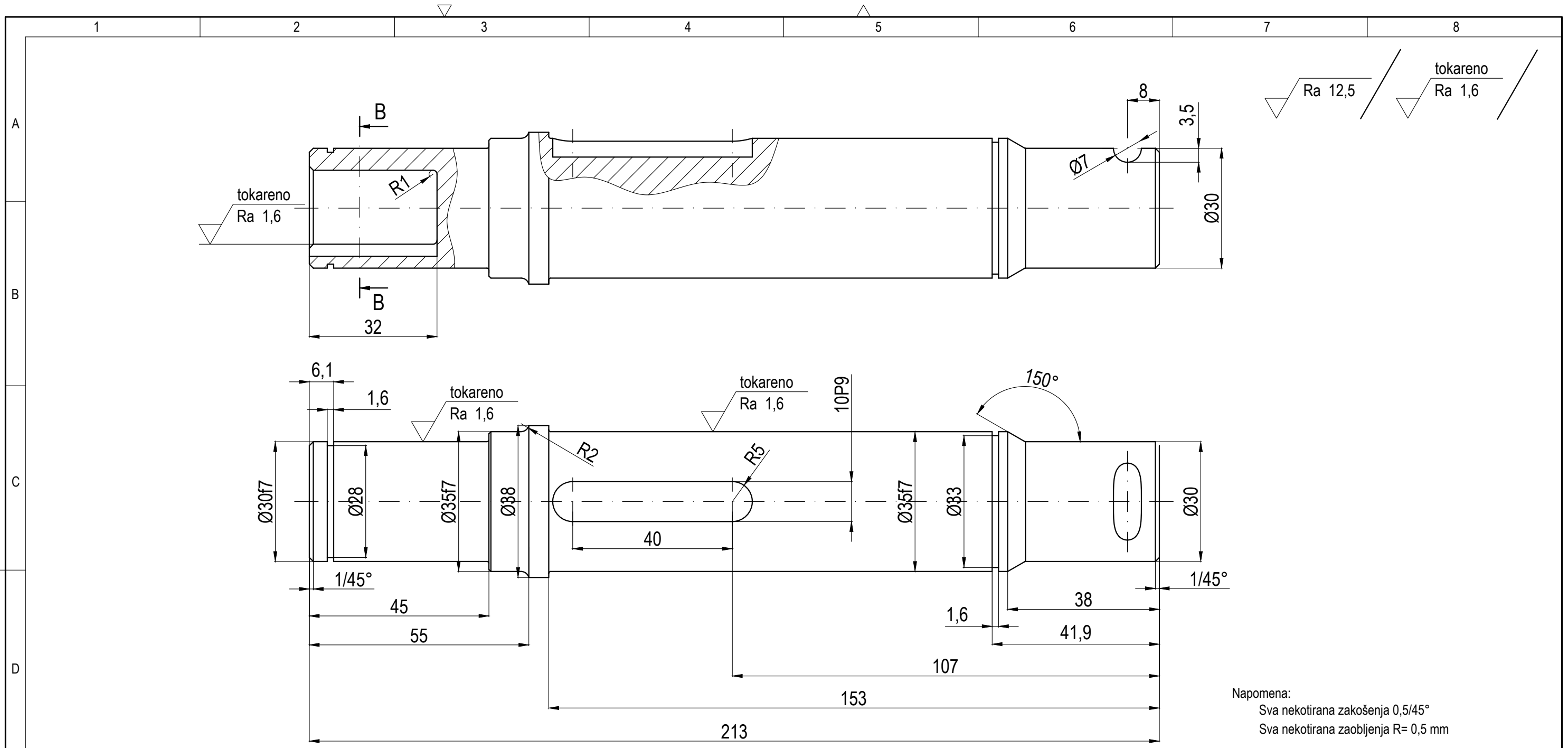




14.	Uskočnik Ø18	1	HN M.C2.401	Opružni Č.	Ø18x1	0,001
13.	Svornjak Ø18	1	ZMS-00-02-00-05	St 37-2	Ø24/Ø18x38	0,008
12.	Distantni prsten Ø36	1	ZMS-00-02-00-04	St 37-2	Ø40/Ø36x15	0,003
11.	Čahura Ø18	1	ZMS-00-02-00-03	P.CuSn14	Ø20/Ø18x10	0,015
10.	Stezna glava L40	1	ZMS-00-02-00-02	St 52-3	Ø35x1,5	0,21
9	Vijak M6	1	HN M.B1.051	Čelik	M6x35/20	0,001
8.	Uskočnik Ø30	1	HN M.C2.401	Opružni Č.	Ø30x1,5	0,003
7.	Uskočnik Ø35	1	HN M.C2.401	Opružni Č.	Ø35x1,5	0,003
6.	Pero 10	1	HN M.C2.061	Čelik	10x10x50	0,03
5.	SPA remenica Ø125	1	SPA-A 125/3	Čelik	Ø125/Ø35x50	2,48
4.	Kučiste ležaja SYK 506	1	SYK 506/YAR 206	Čelik	93/Ø30x164	1,5
3.	Kučiste ležaja SYK 507	1	SYK 507/YAR 207	Čelik	93/Ø35x164	1,5
2.	Vratilo kose	1	ZMS-00-02-00-01	St 52-3	Ø35x213	1,19
1.	Sklop vratila kose	1	ZMS-00-02-00-00		Ø131x253	6,944

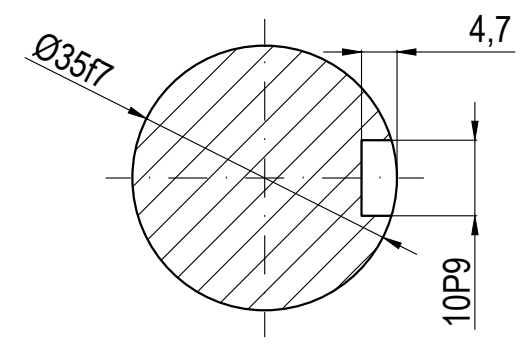
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		01.06.2013.	Marko Zajec			
Razradio		01.06.2013.	Marko Zajec			
Crtao		01.06.2013.	Marko Zajec			
Pregledao						
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
10 P9/h9	+0,051 +0,015	Napomena:		R. N. broj:		
Ø35 H7/f7	+0,075 +0,025	Smjer: Konstruktiojski		Kopija		
Ø30 H7/f7	+0,075 +0,025	ZAVRŠNI RAD				
Ø18 H7/n6	+0,006 -0,023	Naziv: SKLOP VRATILA KOSE				
Mjerilo originala M1:2		Naziv: SKLOP VRATILA KOSE		Format: A3		
		Crtež broj: ZMS-00-02-00-00		Listova: 1		
				List: 1		



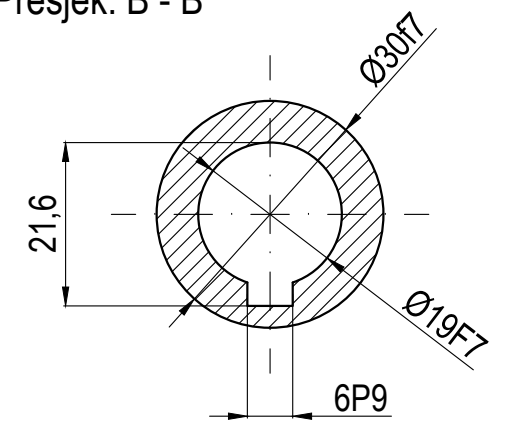


Napomena:  
 Sva nekotirana zakošenja 0,5/45°  
 Sva nekotirana zaobljenja R= 0,5 mm

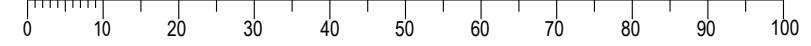
Presjek: A - A



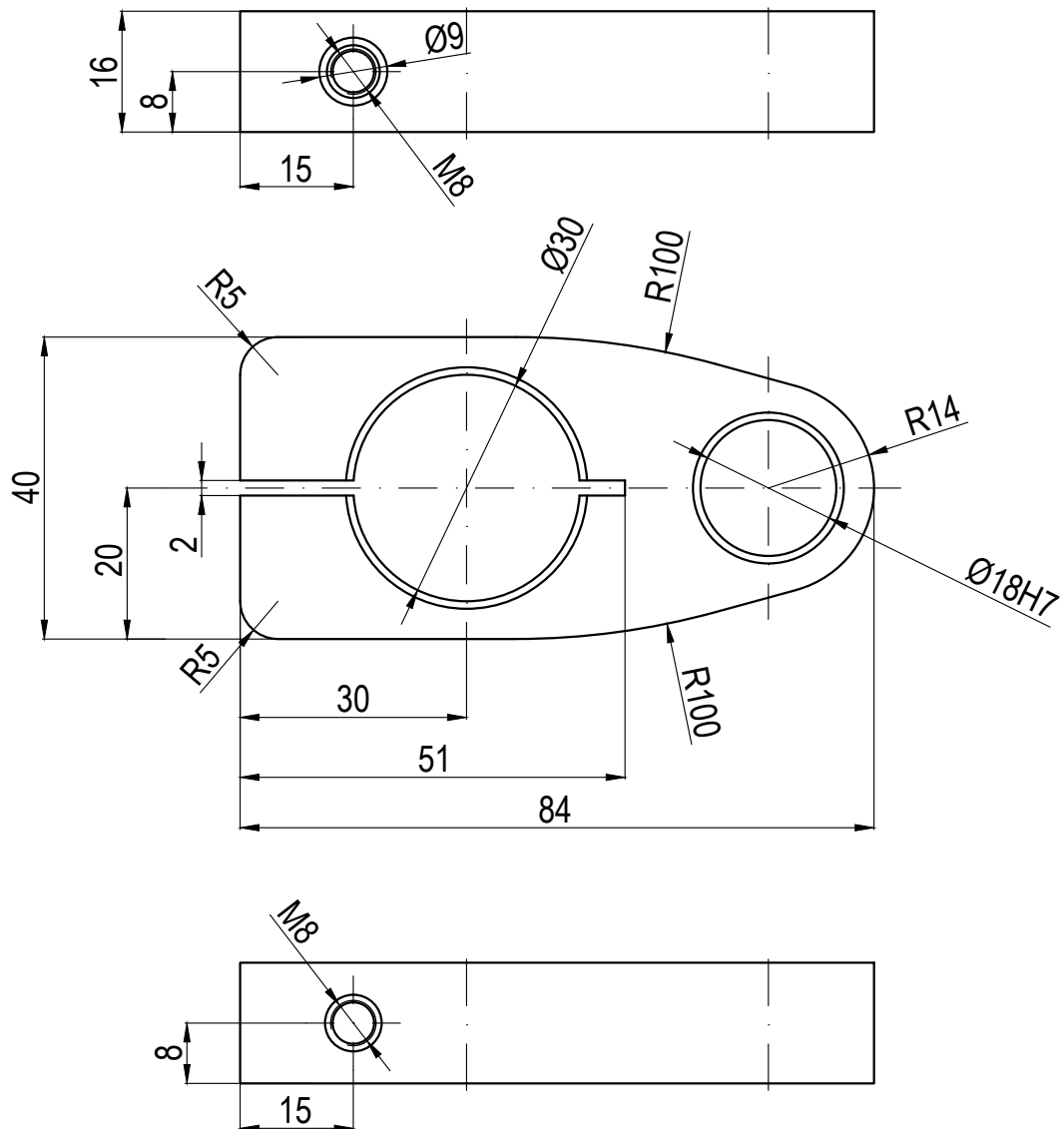
Presjek: B - B



Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao				
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:	
10 P9	-0,015 -0,051			R. N. broj:	
Ø35 f7	-0,025 -0,050	Napomena:			
Ø30 f7	-0,025 -0,050	Materijal: St 52-3		Masa: 1,19 kg	
Ø19 F7	0,041 0,020	Mjerilo originala		Naziv:	
		M1:1		<b>VRATILO KOSE</b> Crtež broj: ZMS-00-02-00-01	
				Pozicija: <b>2.</b>	
				Kopija Format: A3 Listova: 1 List: 1	



Ra 12,5

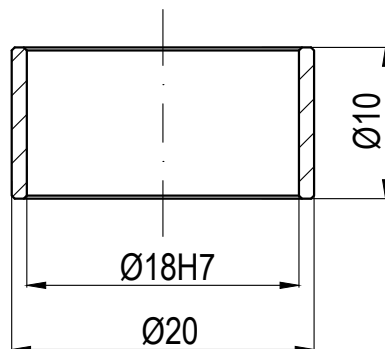


Napomena:

Sva nekotirana zakošenja 1/45°


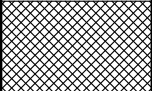
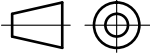
Broj naziva - code		Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
		Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec			
		Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec			
		Pregledao					
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:		
Ø18 H7	0,018 0	Napomena:			R. N. broj:		
		Materijal: St 52-3			Masa: 0,21 kg	<div style="background-color: #cccccc; border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	
		 Naziv:			Pozicija:		
		Mjerilo originala			10.		Format: A4
		M1:1			Crtež broj: ZMS-00-02-00-02		Listova: 1
							List: 1



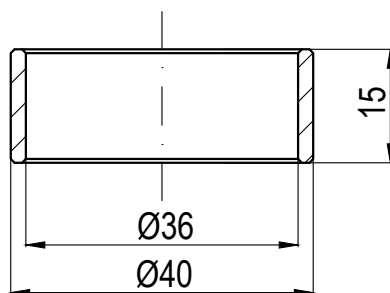


Napomena:

Sva nekotirana zakošenja 0,5/45°


Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
		Projektirao	01.06.2013.	Marko Zajec		
		Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
		Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
		Pregledao				
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
Ø18 H7	0,018 0			R. N. broj:		
		Napomena:			Kopija	
		Materijal: P.CuSn14	Masa: 0,001 kg			
		 Naziv:				Pozicija:
		Mjerilo originala		11.		
		M2:1		Format: A4		
		Crtež broj: ZMS-00-02-00-03			Listova: 1	
					List: 1	

ČAHURA Ø18

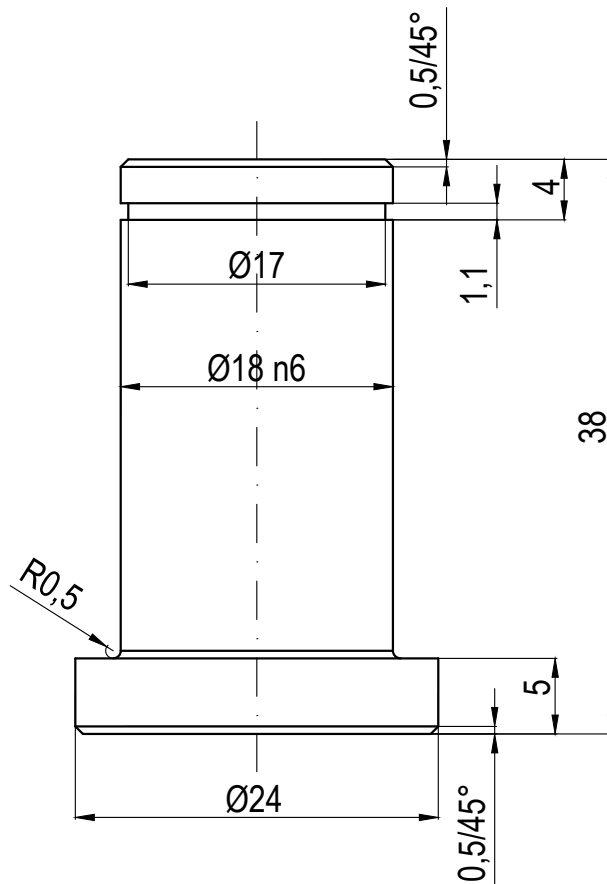


Napomena:

Sva nekotirana zakošenja 1/45°

Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
	Projektirao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
	Pregledao				
ISO - tolerancije	Objekt:		Objekt broj:		
			R. N. broj:		
	Napomena:			Kopija	
	Materijal: St 37-2	Masa: 1,19 kg			
	 Mjerilo originala <b>M1:1</b>	Naziv:	Pozicija:	Format: A4	
		<b>DISTANTNI PRSTEN Ø36</b>	<b>12.</b>	Listova: 1	
		Crtež broj: ZMS-00-02-00-04		List: 1	

tokareno  
Ra 3,2



Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
		Projektirao	01.06.2013.	Marko Zajec		
		Razradio	01.06.2013.	Marko Zajec		
		Crtao	01.06.2013.	Marko Zajec		
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
Ø18 n6	0,023			R. N. broj:		
	0,012					
		Napomena:			Kopija	
		Materijal: St 52-3	Masa: 1,19 kg			
			Naziv:		Pozicija:	
		Mjerilo originala	<b>SVORNJAK Ø18</b>		<b>13.</b>	
		M2:1				Format: A4
		Crtež broj: ZMS-00-02-00-05			Listova: 1	
					List: 1	