

# Konstrukcijsko rješenje namatalice ribarskog štapa

---

**Skurić, Ivo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:235340>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-25**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

## ZAVRŠNI RAD

Ivo Skurić

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **ZAVRŠNI RAD**

Mentor:

Doc. dr. Sc Ivica Galić

Student:

Ivo Skurić

Zagreb, 2016.

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

Zahvaljujem se svome mentoru, doc. dr. sc. Ivici Galiću na ukazanom povjerenju, strpljenju te danim savjetima i uputama. Zahvaljujem se i svojoj obitelji na podršci tijekom pisanja rada.

Ivo Skurić



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, brodostrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

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

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student:

Ivo Skurić

Mat. br.: 0035191668

Naslov rada na  
hrvatskom jeziku:

**Konstrukcijsko rješenje namatalice ribarskog štapa**

Naslov rada na  
engleskom jeziku:

**Design solution of Fishing Reels**

Opis zadatka:

Namatalice su mehanizmi koji služe za namatanje plastičnog užeta prilikom lovljenja ribe pomoću ribarskog štapa. Ovaj mehanizam osim što ima funkciju multiplikacije brzine vrtnje, istodobno služi i za pravilno slaganje plastičnog užeta na rolicu. Sve rotacije su omogućene korištenjem valjnih ležajeva, a prilikom lova većih riba kao što je tuna, namatalice posjeduju i kočnicu.

Potrebno je izraditi konstrukcijsko rješenje namatalice s kočnicom. Tijekom razmatranja rješenja potrebno je uzeti u obzir:

- riba koja će se loviti pomoći ove namatalice je tuna maksimalne težine do 50 kg,
- namatalice obavezno mora posjedovati kočnicu za zadržavanje ribe do 50 kg,
- sve rotacije omogućiti pomoći valjnih ležajeva,
- prijenosni omjer treba biti  $i = 0,204$ ,
- provjeru čvrstoće i ostale potrebne proračune izvršiti prema važećim normama.

Vrijednosti nužne za provedbu proračuna kao i odabir pojedinih komponenti usvojiti iz postojećih sličnih rješenja, iskustvenih vrijednosti te u dogовору с mentorom.

Uz rad priložiti podatke odabranih komercijalnih proizvoda.

Kompletno konstrukcijsko rješenje razraditi do razine radioničkih crteža.

U radu navesti korištenu literaturu, norme kao i eventualnu pomoć.

Zadatak zadan:

25. studenog 2015.

Rok predaje rada:

**1. rok:** 25. veljače 2016

**2. rok (izvanredni):** 20. lipnja 2016.

**3. rok:** 17. rujna 2016.

Predviđeni datumi obrane:

**1. rok:** 29.2., 02. i 03.03. 2016.

**2. rok (izvanredni):** 30. 06. 2016.

**3. rok:** 19., 20. i 21. 09. 2016.

Zadatak zadao:

Doc. dr. sc. Ivica Galić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

## Sadržaj:

1	Popis slika: .....	II
2	Popis oznaka .....	III
3	Popis tehničke dokumentacije .....	VI
4	Sažetak .....	VII
5	Summary .....	VIII
6	Uvod.....	1
6.1	Izvedbe namatalica .....	1
7	Konstrukcijsko rješenje .....	5
7.1	Proračun .....	5
7.1.1	Proračun kočnice.....	5
7.1.2	Proračun zupčanika .....	9
7.1.3	Proračun ležajeva .....	14
7.1.4	Proračun karakteristika opruga .....	19
7.1.5	Proračun kočnih poluga .....	20
7.1.6	Proračun vratila 2 .....	22
7.1.7	Provjera pomaka metodom konačnih elemenata .....	26
8	Zaključak .....	28
9	Literatura.....	29

## 1 Popis slika:

Slika 1: Zvijezdasta izvedba.....	2
Slika 2: Kočnica zvjezdaste izvedbe .....	2
Slika 3: Shimano TIAGRA .....	3
Slika 4: Shimano TLD.....	3
Slika 5: Twin drag .....	4
Slika 6: Sile na polugi .....	5
Slika 7: Kut trenja poluge.....	6
Slika 8: Sile sklopa natezača .....	6
Slika 9: Sile na vratilu 2 .....	7
Slika 10: Sile na bubenju (špuli) .....	8
Slika 11: SKF-RNA 4900 RS.....	14
Slika 12: SKF-NKI 7/16 TN s pomakom od 2 mm.....	15
Slika 13: SKF-BA 7 .....	16
Slika 14: SKF-600-2RSH.....	17
Slika 15:SKF-NK 10/12 TN.....	18
Slika 17: Opterećenja na vratilu 2 .....	22
Slika 18: Dijagrami unutarnjih sila i momenata.....	24
Slika 19: pomaci vratila 2.....	26
Slika 20: Pomaci na bubenju.....	27

## 2 Popis oznaka

Oznaka	Jedinica	Opis
b	mm	Debljina zupčanika
$b_1$	-	Faktor veličine strojnog dijela
$b_2$	-	Faktor kvalitete strojne obrade
c	$\frac{N}{mm}$	Konstanta opruge
C	N	Dinamička nosivost ležaja
$C_1$	-	Faktor za odabiranje faktora zareznog djelovanja
$C_2$	-	Faktor za odabiranje faktora zareznog djelovanja
d	mm	Promjer vratila
$D_{Diska}$	mm	Promjer diska
$D_{\S\_unutarnji}$	mm	Promjer provrta špule
$D_{tr}$	mm	Promjer trenja špula/disk
f	mm	Razlika duljina opterećene/neopterećene opruge
$F_1$	N	Sila na kosini poluge kočnice
$F_2$	N	Normalna sila na klizaču
$F_3$	N	Aksijalna sila vratila
$F_A$	N	Sila na ležajnom mjestu A
$F_B$	N	Sila na ležajnom mjestu B
$F_C$	N	Sila na ležajnom mjestu C
$F_D$	N	Sila na ležajnom mjestu D
$F_N$	N	Normalna sila kućište/poluga kočnice
$F_o$	N	Sila opruge
$F_R$	N	Sila ljudske ruke na polugi kočnice
$F_{PU}$	N	Sila u plastičnom užetu
$F_t$	N	Obodna sila na diobenoj kružnici
$F_{trD}$	N	Sila trenja špula/disk

$F_{tr1}$	$N$	Sila trenja kućište/poluga kočnice
$F_{tr2}$	$N$	Sila trenja klizača/poluga kočnice
$h_{max}$	$mm$	Maksimalni radijus namatanja plastičnog užeta na špulu
$i_{1-2}$	-	Prijenosni omjer zupčanika
$K_{H\alpha}$	-	Faktor raspodjele opterećenja pri opteretivosti boka
$K_{F\alpha}$	-	Faktor raspodjele opterećenja pri opteretivosti korjena
$l_0$	$mm$	Duljina neopterećene opruge
$l$	$mm$	Duljina opterećene opruge
$L_{10h\_min}$	-	Radni sati ležaja
$m$	$mm$	Modul zupčanika
$M_s$	$Nmm$	Moment savijanja vratila
$M_o$	$Nmm$	Moment u osi poluge kočnice
$M_{PU}$	$Nmm$	Moment uzrokovani opterećenjem plastičnog užeta
$M_{trD}$	$Nmm$	Moment trenja špula/disk
$M_{red}$	$Nmm$	Reducirani moment vratila
$n_m$	$min^{-1}$	Broj okretaja ležaja
$n_{max\_čovjeka}$	$min^{-1}$	Maksimalni broj okretaja čovjeka
$q_L$	-	Korekcijski faktor raspodjele sile
$Y_F$	-	Faktor oblika za proračun opterećenja korjena zuba
$S_F$	-	Sigurnost protiv loma zuba
$S_{pos}$	-	Potrebna sigurnost
$T$	$Nmm$	Moment torzije vratila
$X_{max}$	$mm$	Maksimalni progib opruge
$Z_1$	-	Broj zubi prvog zupčanika
$Z_2$	-	Broj zubi drugog zupčanika
$\alpha_0$	-	Faktor čvrstoće materijala vratila obzirom na način njegovog opterećenja odnosno naprezanja
$\beta_{kf}$	-	Efektivni faktor zareznog djelovanja kod savijanja
$\beta_{kt}$	-	Efektivni faktor zareznog djelovanja kod uvijanja
$\varepsilon$	-	Faktor izgleda ležaja
$\varepsilon_{\alpha 2}$	-	Stupanj prekrivanja profila
$\varepsilon_{K1}$	-	Stupanj prekrivanja pojedinačnog zahvata

$\varepsilon_{K2}$	-	Stupanj prekrivanja pojedinačnog zahvata
$\mu$	-	Faktor trenja
$\sigma_{flim}$	$\frac{N}{mm^2}$	Jednosmjerna čvrstoća oblikovanog korjena zuba
$\sigma_F$	$\frac{N}{mm^2}$	Narezanje na savijanje u korjenu zuba
$\sigma_{fDN}$	$\frac{N}{mm^2}$	Trajna dinamička čvrstoća za naizmjenično promjenljivo naprezanje pri savijanju
$\sigma_{fDN,dop}$	$\frac{N}{mm^2}$	Trajna dopuštena dinamička čvrstoća za naizmjenično promjenljivo naprezanje pri savijanju

### 3 Popis tehničke dokumentacije

CRTEŽ 1: Sklop namatalice ribarskog štapa

CRTEŽ 2: Sklop natezača

CRTEŽ 3: Sklop lijevog diska

CRTEŽ 4: Desni disk

CRTEŽ 5: Sklop ručice

CRTEŽ 6: Sklop kočnih poluga

CRTEŽ 7: Sklop kućišta

CRTEŽ 8: Vratilo 2

CRTEŽ 9: Zupčanik 1

CRTEŽ 10: Zupčanik 2

## 4 Sažetak

U ovom radu opisan je postupak konstruiranja namatalice ribarskog štapa koja se koristi za tzv. "big game fishing". Za tu vrstu ribolova potrebna je izdržljiva i efikasna oprema, kako se u takvom riblovu lovu ribe od 10 i više kilograma, proračunavanje ovog mehanizma za namatanje plastičnog užeta temeljimo na izdržljivosti plastičnog užeta. Plastično uže koje se koristi za ovaku vrstu ribolova može izdržati do 40-50 kilograma, stoga prvi, početni uvjet koji namatalica mora zadovoljiti je sposobnost zadržavanja tereta od 50 kilograma. Nakon istraživanja postojećih rješenja i istraživanja tržišta, napravljeno je konstrukcijsko rješenje s kojim je moguće zadovoljiti takav uvjet. Takvo konstrukcijsko rješenje opisano je u ovom radu.

## 5 Summary

In this paper design solution of fishing reel is described. This type of reel is used in “big game fishing”. That kind of fishing requires a durable and efficient equipment. Calculation of this mechanism for winding plastic rope is based on the durability of plastic rope. Plastic rope that is used for this type of fishing can withstand up to 40-50 kilograms, so the first initial condition that this reel must have is the ability to maintain load of 50 kilograms. After research of existing solutions and market research, the design is created with which it is possible to meet such requirement. Such a design solution is described in this paper.

## 6 Uvod

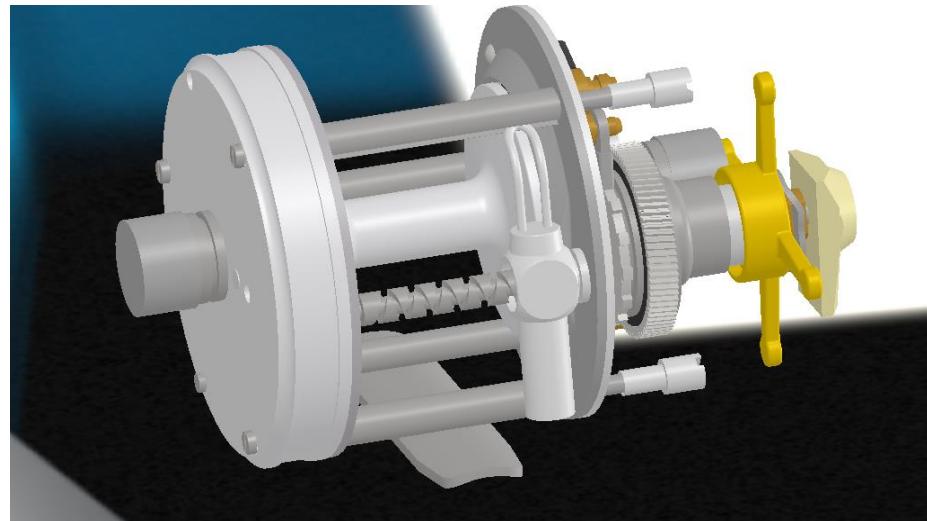
Postoji mnogo različitih vrsta namatalica plastičnog užeta za ribolov, međutim koliko god različito izgledale sve imaju jednu zajedničku karakteristiku, multiplikator. Multiplikator se sastoji od jednog ili više zupčastog para. U ribolovu je najvažniji faktor sam ribar, izdržljivost i strpljenje najveće su njegove vrline. Za hvatanje ovakvih riba ribaru je potrebna precizna regulacija kočenja bubenja (špule), jer je kod ovakvog ribolova ribu potrebno izmarati, to je također vrlo bitna razlika između ribolova na različite vrste riba. Tako se i multiplikatorove uloge razlikuju, za manje ribe mu je glavna uloga upravo brzo izvlačenje ribe na površinu (takvi manipulatori mogu imati velike prijenosne omjere), što se vrši povećanjem brzine preko zupčastih parova, dok za ribolov na veće ribe ljudska snaga nedovoljno jaka za pružanje otpora ribi preko multiplikatora. Stoga se kod takvih mehanizama odabire kompromis između okretnog momenta i brzine namatanja, pa takvi mehanizmi imaju manji prijenosni omjer, te u slučaju preopterećenja obavezno moraju sadržavati kočnicu. Također je bitno kočnicom ostvariti konstantnu silu opiranja nad kojom ribar mora imati kontrolu, stoga sve kočnice na namatalicama funkcioniраju na isti princip, preko sile trenja. Trenutačno na tržištu postoju dvije glavne podjele kočnica namatalica za veće ribe:

### 6.1 Izvedbe namatalica

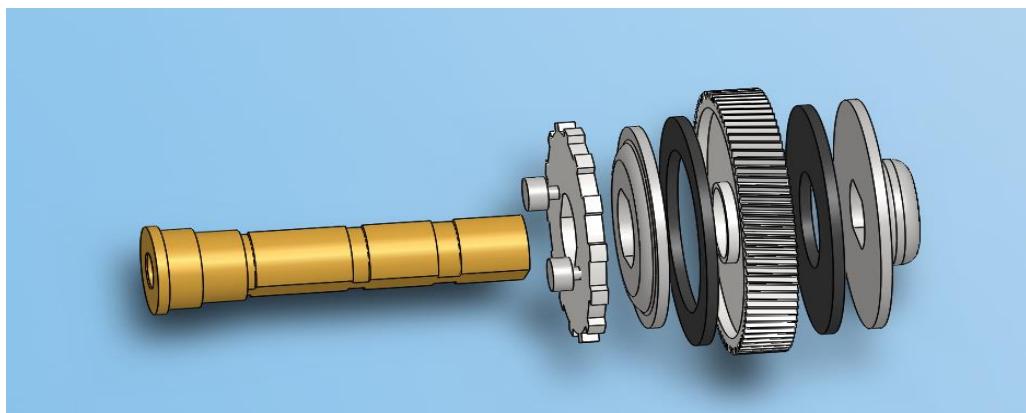
#### 1. Izvedba: Zvijezda

Kočenje se vrši preko vratila ručke koje je spojeno s većim zupčanikom. Ribar manipulira sa silom trenja okretanjem matice u obliku zvijezde, te tok sila prelazi preko većeg zupčanika na lamelne diskove te se povećanjem sile pritezanja povećava i normalna sila na diskove, te samim time i trenje...

Ovakva izvedba se koristi za manipulatore koji imaju mogućnost (prilikom namotavanja) automatske raspodjele namatanja plastičnog užeta po bubenju namatalice. ovakva izvedba ipak ne može izdržati opterećenja naspram izvedbi s polugom.



Slika 1: Zvijezdasta izvedba

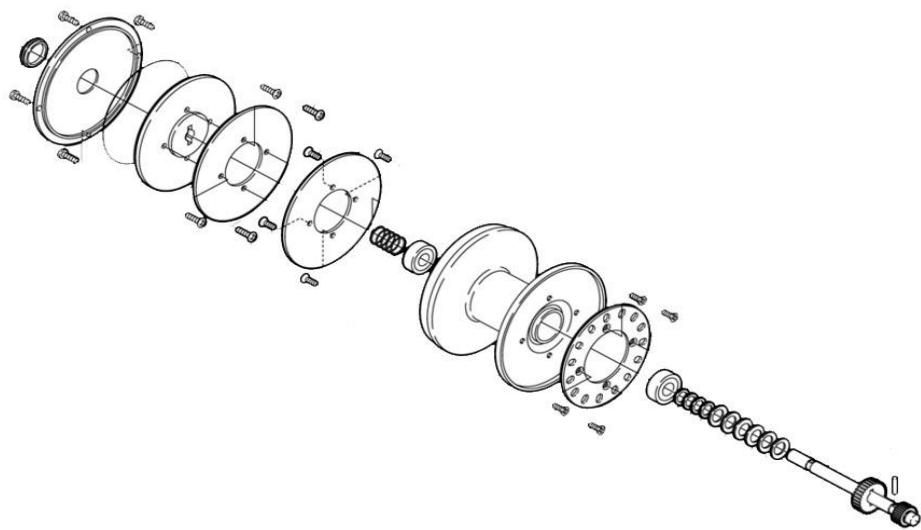


Slika 2: Kočnica zvjezdaste izvedbe

## 2. Izvedba: Poluga

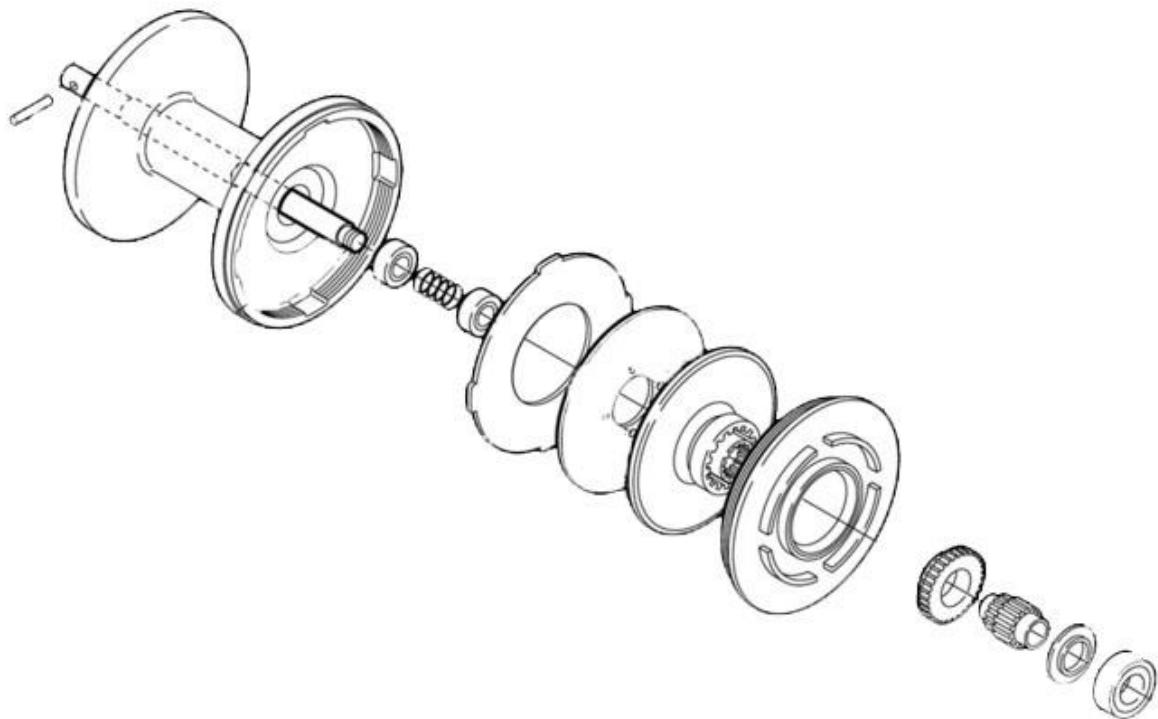
Ovakva izvedba je daleko zastupljenija kod ribolova na veće ribe. Glavna razlika od zvijezde je u tome što se kočenje regulira preko vratila zupčanika manjeg promjera, te su diskovi direktno vezani za bubanj. Način rada ovakvih kočnica veoma je sličan načinu rada automobilskih diskova. Sila trenja se stvara na većem radijusu od zvjezdaste izvedbe, što rezultira većim momentom kočenja. Postoje tri podskupine ovakvih kočnica:

- a) Diskovi se nalaze s lijeve strane bubnja



Slika 3: Shimano TIAGRA

- b) Diskovi se nalaze s desne strane bubnja



Slika 4: Shimano TLD

- c) Diskovi su raspodjeljeni na lijevu i desnu stranu bubenja



*Slika 5: Twin drag*

Način rasporeda diskova na lijevoj i desnoj strani kao što je prikazano na slici 5, odabran je za temelj razrade konstrukcijskog rješenja iz par razloga koje ćemo navesti.

## 7 Konstrukcijsko rješenje

Sve izvedbe s polugom imaju zajednički način rada, a to je da se diskovi zakretanjem poluge preko vratila međusobno približavaju, što uzrokuje normalnu silu između diskova te uz određeni koeficijent trenja između diskova rezultira silu trenja koja nastoji fiksirati bubanj za vratilo namatalice.

Na osnovi razmatranja pozitivnih i negativnih strana različitih podizvedbi namatalica s polugom, dolazimo do zaključka da kada se diskovi nalaze samo sa desne ili lijeve strane dolazi do neželjene pojave sprega sile trenja i sile u plastičnom užetu, također još jedna negativna pojava je izuzetno aksijalno opterećenje ležajeva, jer se u takvim izvedbama sva normalna sila prenosi upravo preko ležajeva vratila koji su naslonjeni na bubanj. Negativna strana Twin drag izvedbe je dodatna nepoželjan moment trenja koja se stvara na manjem zupčaniku u dodiru s kućištem namatalice. S obzirom da se taj moment trenja nalazi na znatno manjem radijusu od sile trenja u diskovima, te je koeficijent trenja na tom dodiru znatno manji, neće znatno utjecati na sveukupni proračun. Pozitivna strana ovakve izvedbe je ujednačenost radialnog opterećenja na ležajevima te potpuno izbjegavanje aksijalnog opterećenja. Druga pozitivna strana je ujednačena normalna sila na diskovima, što u izvedbama s diskovima s lijeve ili desne strane uzrokuje velika opterećenja diska te njegovo brže zagrijavanje.

Da bismo mogli izmodelirati ovakvo konstrukcijsko rješenje, moramo prvo proračunati glavnu karakteristiku namatalice, a to je sposobnost otpora opterećenja plastičnog užeta od približno 500N. Za konstruiranje djelova koji prate proračun pomoći će nam jednostavne skice.

### 7.1 Proračun

#### 7.1.1 Proračun kočnice

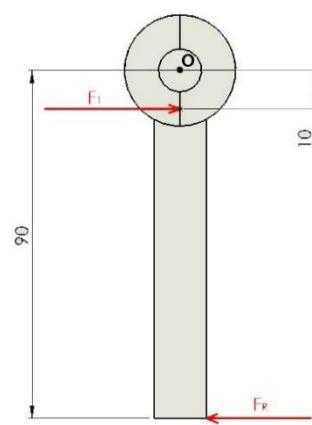
##### 7.1.1.1 Proračun poluge

Za silu kojom čovjek može djelovati na polugu uzimamo vrijednost 100N.

$$\sum M_O = 0$$

$$-F_R \cdot 90 + F_1 \cdot 10 = 0$$

$$F_1 = \frac{F_R \cdot 90}{10}$$



Slika 6: Sile na polugi

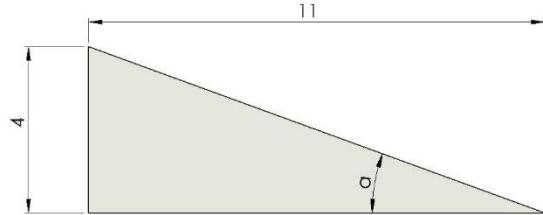
$$F_1 = \frac{100 \cdot 90}{10}$$

$$F_1 = 900N$$

Poluga u sebi sadrži kosine po kojima se giba klizač, kut trenja kosina izračunati ćemo preko sljedeće jednadžbe:

$$\sin \alpha = \frac{4}{11}$$

$$\alpha = 21.32^\circ$$



Slika 7: Kut trenja poluge

Na slici 8 prikazan je pojednostavljen prikaz međusobnog odnosa položaja između kućišta, poluge i klizača u svrhu pojednostavljenja daljnog proračuna.

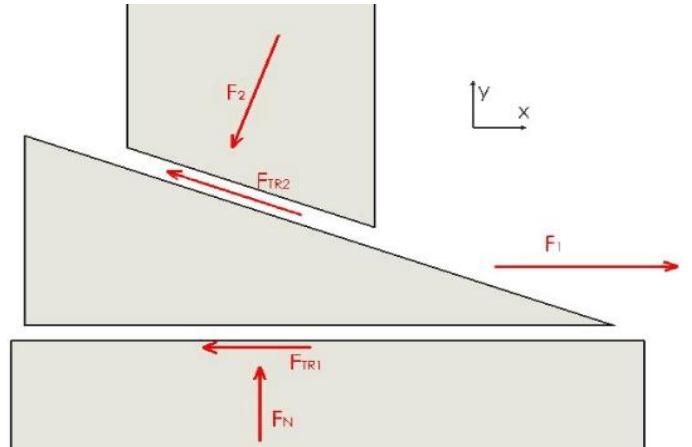
Za faktor trenja uzimamo  $\mu=0.2$  (čelik/čelik).

$$\sum F_X = 0$$

$$F_1 = F_{tr1} + F_{tr2} \cos \alpha + F_{2X} \quad (1)$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{2Y} = F_N + F_{tr2} \sin \alpha \quad (2)$$



Slika 8: Sile sklopa natezača

Jednadžba (2):

$$F_2 \cdot \cos \alpha = F_N + F_{tr2} \sin \alpha$$

$$\frac{F_{tr2}}{\mu} \cdot \cos \alpha = \frac{F_{tr1}}{\mu} + F_{tr2} \sin \alpha$$

$$F_{tr2} \cdot \cos \alpha - \mu F_{tr2} \sin \alpha = F_{tr1}$$

$$F_{tr2}(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) = F_{tr1} \quad (3)$$

Uvrštavanjem iz jednadžbe (3) u jednadžbu (1):

$$F_1 = F_{tr2} \cdot (\cos \alpha - \mu \sin \alpha + \cos \alpha) + F_{2X}$$

$$F_1 = \mu \cdot F_2 \cdot (2 \cos \alpha - \mu \sin \alpha) + F_2 \sin \alpha$$

$$F_1 = F_2 \cdot (\mu \cdot (2 \cos \alpha - \mu \sin \alpha) + \sin \alpha) \quad (4)$$

Jednadžba (4):

$$F_2 = \frac{F_1}{\mu \cdot (2 \cos \alpha - \mu \sin \alpha) + \sin \alpha}$$

$$F_2 = \frac{900}{0.2 \cdot (2 \cos(21.32^\circ) - 0.2 \sin(21.32^\circ)) + \sin(21.32^\circ)}$$

$$F_2 = 1247 \text{ N}$$

### 7.1.1.2 Vratilo-disk

Komponenta sile  $F_2$  u smjeru osi y (na slici 8), preko aksialnog ležaja opteretiti će vratilo 2, te samim time i disk koji se nalazi u fiksnoj vezi s vratilom.

Za krutost opruge i maksimalni progib uzimamo vrijednosti:

$$c = 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}}; X_{max} = 3 \text{ mm.}$$

Aksijalna sila na vratilu 2 (Komponenta sile  $F_2$  u smjeru osi y (na slici 8)):

$$F_3 = F_2 \cos \alpha$$

$$F_3 = 1247 \cos(21.32^\circ)$$

$$F_3 = 1161.66 \text{ N}$$

Karakteristika opruge:

$$F_O = c \cdot X_{max}$$

$$F_O = 20 \cdot 3$$

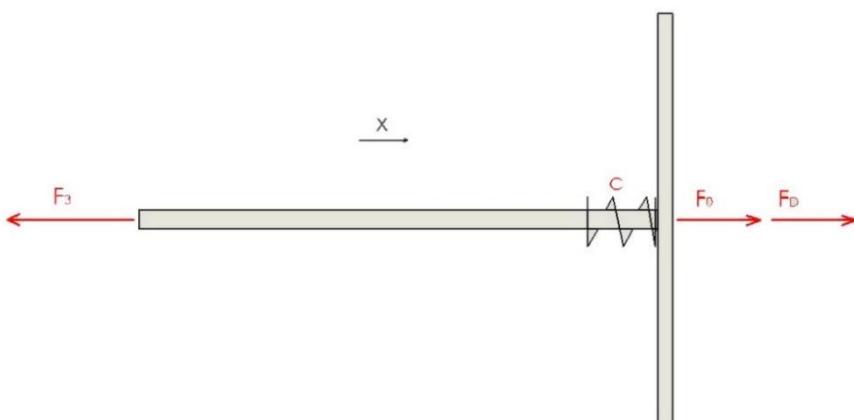
$$F_O = 60 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_D = F_3 - F_O$$

$$F_D = 1161.66 - 60$$

$$F_D = 1101.66 \text{ N}$$



Slika 9: Sile na vratilu 2

### 7.1.1.3 Bubanj (špula)

Za faktor trenja uzimamo vrijednost  $\mu=0.6$ ; za maksimalnu visinu namotavnja uzimamo vrijednost  $h_{max} = 60 mm$ .

Promjer sile trenja:

$$D_{Diska} = 115 mm$$

$$D_{\text{š\_unutarnji}} = 55 mm$$

$$D_{tr} = \frac{3}{4} \cdot \frac{D_{Diska}^3 - D_{\text{š\_unutarnji}}^3}{D_{Diska}^2 - D_{\text{š\_unutarnji}}^2}$$

$$D_{tr} = \frac{3}{4} \cdot \frac{115^3 - 55^3}{115^2 - 55^2}$$

$$D_{tr} = 99.6 mm$$

Sila trenja raspodijeljena je po površini dodira diskova i bubenja te će rezultirati momentom kočenja:

$$F_{trD} = \frac{F_D}{2} \cdot \mu$$

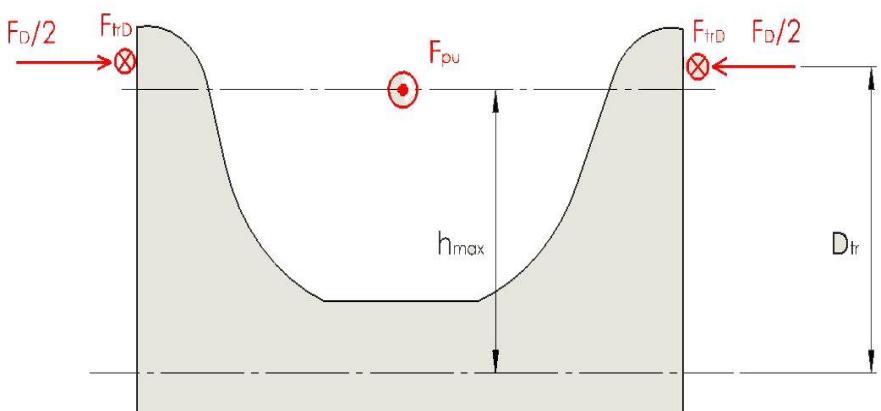
$$F_{trD} = \frac{1101.66}{2} \cdot 0.6$$

$$F_{trD} = 330.498 N$$

$$M_{trD} = F_{trD} \cdot \frac{D_{tr}}{2}$$

$$M_{trD} = 330.498 \cdot \frac{0.0996}{2}$$

$$M_{trD} = 16.46 Nm$$



Slika 10: Sile na bubenju (špuli)

Proračunski moment plastučnog užeta:

$$M_{PU} = F_{PU} \cdot h_{max}$$

$$M_{PU} = 500 \cdot 0.06$$

$$M_{PU} = 30 Nm$$

$$2 \cdot M_{trD} > M_{PU}$$

$$2 \cdot 16.46 > 30 Nm$$

$$32.92 > 30 Nm$$

Zadovoljen je uvjet kočenja!

## 7.1.2 Proračun zupčanika

Zupčani par	m	$Z_1$	$Z_2$	$i_{1-2}$	b
MANJI (1-3)	1 mm	60	15	0.2	5 mm
VEĆI (2-4)	2.5 mm	16	14	0.875	5 mm

Proračun zupčanika vršiti ćemo prema maksimalnom mogućem opterećenju.

### 7.1.2.1 Proračun zupčanog para manjeg prijenosnog omjera (1-3)

Materijal zupčanika: kaljen Č 5420

$$\sigma_{f\lim} = 500 \frac{N}{mm^2}; \\ S_F = 1.3$$

Reduktor: str 67. tablica 28.

Reduktor: str 70. tablica 36.

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{f\lim}}{S_F}$$

$$\sigma_F = \frac{500}{1.3}$$

Dozvoljeno naprezanje na korjenu zuba zupčanika:

$$\sigma_F = 384.62 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b \cdot m} \cdot Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot K_{F\alpha}$$

$$F_t = \frac{\sigma_F \cdot b \cdot m}{Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot K_{F\alpha}}$$

Faktor oblika:

$$Y_{F2} = 3.25$$

Reduktor: str 72. dijagram 5.

$$Y_\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_{\alpha 2}} = \frac{1}{1.65} = 0.606$$

Stupanj prekrivanja:

$$\varepsilon_{\alpha 2} = \varepsilon_{K1} + \varepsilon_{K2} = 0.9 + 0.75 = 1.65$$

$$\varepsilon_{K1} = \varepsilon'_{K1} \cdot \frac{z_1}{z_{K1}} = 0.94 \cdot \frac{60}{60} = 0.9$$

$$z_{K1} = \frac{2 \cdot d_1}{d_{a1} - d_1} = \frac{2 \cdot 60}{62 - 60} = 60$$

$$\varepsilon'_{K1} = 0.94$$

Reduktor: str 71. dijagram 4.

$$\varepsilon_{K2} = \varepsilon'_{K2} \cdot \frac{z_2}{z_{K2}} = 0.78 \cdot \frac{15}{15} = 0.75$$

$$z_{K2} = \frac{2 \cdot d_2}{d_{a2} - d_2} = \frac{2 \cdot 15}{17 - 15} = 15$$

$$\varepsilon'_{K2} = 0.78$$

Reduktor: str 71. dijagram 4.

Kvalitetu obrade ozubljenja ćemo naknado odabrati uz uvjet  $q_L < \frac{1}{\varepsilon_{\alpha 2}} = 0.5814$ .

$$K_{H\alpha} = 1$$

$$F_t = \frac{\sigma_F \cdot b \cdot m}{Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot K_{F\alpha}}$$

$$F_t = \frac{384.62 \cdot 5 \cdot 1}{3.25 \cdot 0.606 \cdot 1}$$

Obodna sila na diobenoj kružnici zupčanika:

$$F_t = 976.44 \text{ N}$$

$$\frac{F_t}{b} = \frac{976.44}{5} = 195.3 \frac{N}{mm}$$

Odabrana kvaliteta obrade zupčanika: 7

Izračunavanje maksimalnog tereta na bubnju za zupčani par 1-3 uzimajući u obzir prethodne podatke:

$$M_{Z2} = F_t \cdot \frac{d_2}{2}$$

$$M_{Z2} = 976.44 \cdot \frac{0.015}{2}$$

$$M_{Z2} = 7.323 \text{ Nm}$$

$$F_R = \frac{M_{Z2}}{h_{max}}$$

$$F_R = \frac{7.323}{0.06}$$

$$F_R = 122.05 \text{ N}$$

Maksimalna dopuštena težina ribe za zupčani par s većim prijenosnim omjerom smije iznositi:

$$m_r = \frac{F_R}{g}$$

$$m_r = \frac{122.05}{9.81}$$

$$m_r = 12.44 \text{ kg}$$

### 7.1.2.2 Proračun zupčanog para većeg prijenosnog omjera

Materijal zupčanika: kaljen Č 5420

$$\sigma_{flim} = 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2};$$

Reduktor: str 67. tablica 28.

$$S_F = 1.3$$

Reduktor: str 70. tablica 36.

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{flim}}{S_F}$$

$$\sigma_F = \frac{500}{1.3}$$

$$\sigma_F = 384.62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b \cdot m} \cdot Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot K_{F\alpha}$$

$$F_t = \frac{\sigma_F \cdot b \cdot m}{Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot K_{F\alpha}}$$

Faktor oblika:

$$Y_{F2} = 3.35$$

Reduktor: str 72. dijagram 5.

$$Y_\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_{\alpha 2}} = \frac{1}{1.483} = 0.674$$

Stupanj prekrivanja:

$$\varepsilon_{\alpha 2} = \varepsilon_{K1} + \varepsilon_{K2} = 0.758 + 0.725 = 1.483$$

$$\varepsilon_{K1} = \varepsilon'_{K1} \cdot \frac{z_1}{z_{K1}} = 0.758 \cdot \frac{16}{16} = 0.758$$

$$z_{K1} = \frac{2 \cdot d_1}{d_{a1} - d_1} = \frac{2 \cdot 40}{45 - 40} = 16$$

$$\varepsilon'_{K1} = 0.94$$

Reduktor: str 71. dijagram 4.

$$\varepsilon_{K2} = \varepsilon'_{K2} \cdot \frac{z_2}{z_{K2}} = 0.725 \cdot \frac{14}{14} = 0.725$$

$$z_{K2} = \frac{2 \cdot d_2}{d_{a2} - d_2} = \frac{2 \cdot 35}{40 - 35} = 14$$

$$\varepsilon'_{K2} = 0.78$$

Reduktor: str 71. dijagram 4.

Kvalitetu obrade ozubljenja ćemo naknado odabrati uz uvjet  $q_L < \frac{1}{\varepsilon_{\alpha 2}} = 0.5814$ .

$$K_{H\alpha} = 1$$

$$F_t = \frac{\sigma_F \cdot b \cdot m}{Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot K_{F\alpha}}$$

$$F_t = \frac{384.62 \cdot 5 \cdot 2.5}{3.35 \cdot 0.674 \cdot 1}$$

Obodna sila na diobenoj kružnici zupčanika:

$$F_t = 2129.3 \text{ N}$$

$$\frac{F_t}{b} = \frac{2129.3}{5} = 425.86 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Kvaliteta obrade zupčanika: 8

$$M_{Z2} = F_t \cdot \frac{d_2}{2}$$

$$M_{Z2} = 2129.3 \cdot \frac{0.035}{2}$$

$$M_{Z2} = 37.262 \text{ Nm}$$

$$F_R = \frac{M_{Z2}}{h_{max}}$$

$$F_R = \frac{37.262}{0.06}$$

$$F_R = 621.05 \text{ N}$$

Maksimalna dopuštena težina ribe za zupčani par s manjim prijenosnim omjerom smije iznositi:

$$m_r = \frac{F_R}{g}$$

$$m_r = \frac{621.05}{9.81}$$

$$m_r = 63.31 \text{ kg}$$

Sigurnost uvjetovana čvrstoćom plastičnog užeta:

$$S = \frac{m_r}{m_R}$$

$$S = \frac{63.31}{50}$$

$$S = 1.266$$

### 7.1.3 Proračun ležajeva

#### 7.1.3.1 Proračun ležajeva na vratilu 2

**Ležajevi u vezi vratilo-bubanj:**

Radijalna sila koja djeluje na ležaj:

$$F_r = \frac{m_R \cdot g}{2}$$

$$F_r = \frac{50 \cdot 9.81}{2}$$

$$F_r = 245.25 \text{ N}$$

Ekvivalentno dinamičko radialno optrećenje ležaja:

$$P_r = F_r = 245.25 \text{ N}$$

Odabiranje ležajeva:

$$C_1 = P_r \cdot \left( \frac{60 \cdot n_m \cdot L_{10h\_min}}{10^6} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}$$

Proračunska brzina vrtnje ležaja:

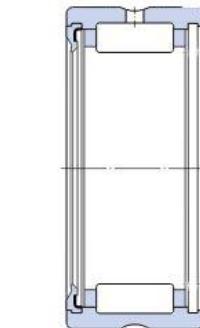
$$n_m = n_{\max\_čovjeka} \cdot i_{\max}$$

$$n_m = \frac{240}{0.2}$$

$$n_m = 1200 \text{ min}^{-1}$$

Predviđeni broj radnih sati ležaja:

$$L_{10h\_min} = 8000 \text{ h}$$



Slika 11: SKF-RNA 4900 RS

Faktor oblika ležaja:

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

$$C_1 = 245.25 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1200 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}}$$

Predložak Vratilo - Izbor i proračun valjnih ležajeva prema ISO 281:2007

$$C_1 = 1650.96 \text{ N}$$

Odabrali smo ležajeve RNA 4900 RS prema SKF-ovom katalogu s dinamičkim opterećenjem  
 $C = 7.4 \text{ kN}$

### Ležajevi u vezi vratilo-kućište:

Radijalna sila koja djeluje na ležaj:

$$F_r = \frac{m_R \cdot g}{2}$$

$$F_r = \frac{50 \cdot 9.81}{2}$$

$$F_r = 245.25 \text{ N}$$

Ekvivalentno dinamičko radialno optrećenje ležaja:

$$P_r = F_r = 245.25 \text{ N}$$

Odabiranje ležajeva:

$$C_1 = P_r \cdot \left( \frac{60 \cdot n_m \cdot L_{10h\_min}}{10^6} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}$$

Predložak Vratilo - Izbor i proračun valjnih ležajeva prema ISO 281:2007

Proračunska brzina vrtnje ležaja:

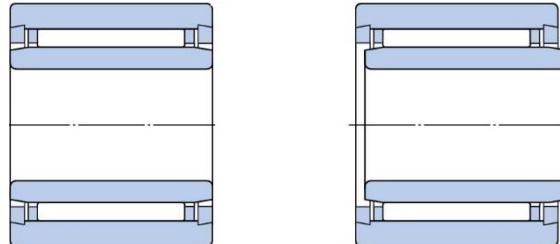
$$n_m = n_{\max\_čovjeka} \cdot i_{\max}$$

$$n_m = \frac{240}{0.2}$$

$$n_m = 1200 \text{ min}^{-1}$$

Predviđeni broj radnih sati ležaja:

$$L_{10h\_min} = 8000 \text{ h}$$



Slika 12: SKF-NKI 7/16 TN s pomakom od 2 mm

Faktor oblika ležaja:

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

$$C_1 = 245.25 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1200 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}}$$

$$C_1 = 1650.96 \text{ N}$$

Odabrali smo ležajeve NKI 7/16 TN prema SKF-ovom katalogu s maksimalnim dinamičkim opterećenjem  $C = 5.9 \text{ kN}$

### Aksijalni ležajevi u vezi vratilo-kućište:

Aksijalna sila koja djeluje na ležaj:

$$F_a = F_3 = 1117.87 \text{ N}$$

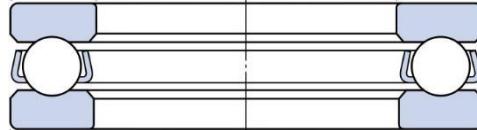
$$P_a = 1117.87 \text{ N}$$

Za maksimalno opterećenje (kada na bubanj djeluje sila od 500 N), proračun ležajeva radimo na njegovo maksimalno staticko opterećenje  $C_0$

$$C_0 = P_a = 1117.87 \text{ N}$$

Odabran je ležaj BA 7 prema SKF-ovom katalogu s karakteristikama:

$$C = 2.5 \text{ kN}; C_0 = 2.9 \text{ kN}.$$



Slika 13: SKF-BA 7

Pri maksimalnoj aksijalnoj sili vratila 2, odrediti ćemo maksimalnu dozvoljenu brzinu okretanja vratila.

$$P_a = 1117.87 \text{ N}$$

Predviđeni broj radnih sati:

$$L_{10h\_min} = 8000 \text{ h}$$

$$C_1 = C$$

Faktor oblika ležaja:

$$\varepsilon = 3$$

$$C_1 = P_r \cdot \left( \frac{60 \cdot n_m \cdot L_{10h\_min}}{10^6} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}$$

Predložak Vratilo - Izbor i proračun valjnih ležajeva prema ISO 281:2007

$$n_m = \frac{10^6}{60 \cdot L_{10h\_min}} \cdot \left( \frac{C_1}{P_r} \right)^\varepsilon$$

$$n_m = \frac{10^6}{60 \cdot 8000} \cdot \left( \frac{2.5}{1117.87} \right)^3$$

$$n_m = 23.3 \text{ min}^{-1}$$

### 7.1.3.2 Proračun ležajeva na vratilu 1

#### Kuglični ležaj u vezi vratilo 1 – kućište

Radijalna komponenta na zupčanicima većeg prijenosnog omjera pri maksimalnom opterećenju:

$$F_t = 2129.3 \text{ N}$$

$$F_r = F_t \cdot \sin\alpha$$

$$F_r = 2129.3 \cdot \sin(20)$$

$$F_r = 728.263 \text{ N}$$

$$P_r = \frac{F_r}{2} = \frac{728.263}{2}$$

$$P_r = 364.13 \text{ N}$$

Proračunska brzina vrtnje ležaja:

$$n_m = 1200 \text{ min}^{-1}$$

Faktor izgleda ležaja:

$$\varepsilon = 3$$

$$C_1 = P_r \cdot \left( \frac{60 \cdot n_m \cdot L_{10h\_min}}{10^6} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}$$

Predložak Vratilo - Izbor i proračun valjnih ležajeva prema ISO 281:2007

$$C_1 = 364.13 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1200 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$C_1 = 3029.68 \text{ N}$$

Odabran ležaj 600-2RSR prema SKF-ovom katalogu s karakteristikama:

$$C = 4.8kN; C_0 = 2 \text{ kN.}$$



Slika 14: SKF-600-2RSR

### Igličasti ležaj u vezi vratilo 1 – kućište

Radijalna sila koja djeluje na ležaj:

$$F_t = 2129.3 \text{ N}$$

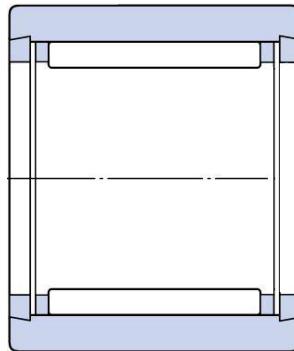
$$F_r = F_t \cdot \sin\alpha$$

$$F_r = 2129.3 \cdot \sin(20)$$

$$F_r = 728.263 \text{ N}$$

$$P_r = \frac{F_r}{2} = \frac{728.263}{2}$$

$$P_r = 364.13 \text{ N}$$



Slika 15: SKF-NK 10/12 TN

Proračunska brzina vrtnje ležaja:

$$n_m = 1200 \text{ min}^{-1}$$

Faktor oblika ležaja:

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

$$C_1 = P_r \cdot \left( \frac{60 \cdot n_m \cdot L_{10h\_min}}{10^6} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}$$

Predložak Vratilo - Izbor i proračun valjnih ležajeva prema ISO 281:2007

$$C_1 = 364.13 \cdot \left( \frac{60 \cdot 1200 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}}$$

$$C_1 = 2451.23 \text{ N}$$

Odabran ležaj NK 10/12 TN prema SKF-ovom katalogu s karakteristikama:

$$C = 4.6kN; C_0 = 5.7kN.$$

### 7.1.4 Proračun karakteristika opruga

Tlačne opruge u vezi bubanj – vratilo 2

Potreban uvjet je mogućnost odvajanja diskova od bubnja namatalice.

$$l_0 = 19 \text{ mm}$$

$$l = 16 \text{ mm}$$

$$f = l_0 - l$$

$$f = 19 - 16$$

$$f = 3 \text{ mm}$$

Sila u opruzi:

$$F_o = 60 \text{ N}$$

$$c = \frac{F_o}{f}$$

$$c = \frac{60}{3}$$

Konstanta opruge:

$$c = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Proračun opruge prema Deckeru:

Najmanja vlačna čvrstoća opruge:

$$\sigma_m = 1700 \text{ MPa}$$

Modul smicanja:

$$G = 83000 \text{ MPa}$$

$$\tau_{i\ dop} = 0.5 \cdot \sigma_m$$

$$\tau_{i\ dop} = 850 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_i = \frac{G \cdot d}{\pi \cdot i_f \cdot D_{sr}^2} \cdot f$$

$$\tau_i = \frac{83000 \cdot 1.5}{\pi \cdot 4 \cdot 24^2} \cdot 3$$

$$\tau_i = 51.6 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_i < \tau_{i \text{ dop}}$$

$$51.6 < 850 \frac{N}{mm^2}$$

Čvrstoča opruga zadovoljava!

### 7.1.5 Proračun kočnih poluga

Promjer na kojemu se dolazi do dodira kočnih poluga sa lijevim diskom:

$$D_{kp} = 23mm$$

Moment koji je potrebno svladati:

$$M_{max} = 30 Nm$$

Pretpostavljeni broj optuga:

$$n_{kp} = 2$$

Sila koja djeluje na jednoj kočnoj opruzi:

$$F_{kp} = \frac{M_{max}}{n_{ko} \cdot \frac{D_{kp}}{2}}$$

$$F_{kp} = \frac{30}{2 \cdot \frac{0.023}{2}}$$

$$F_{kp} = 1304.35 N$$

Smično opterećenje koje je uzrokovano silom u kočnoj opruzi:

$$\tau_{kp} = \frac{F_{ko}}{A}$$

Površina poprečnog presjeka svornjaka na kojem vršimo proračun čvrstoće:

$$A = \frac{d_{kp}^2 \pi}{4}$$

$$A = \frac{5^2 \pi}{4}$$

$$A = 19.625 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{kp} = \frac{1304.35}{19.625}$$

$$\tau_{kp} = 66.4 \frac{N}{mm^2}$$

Za materijal svornjaka uzimamo č 0370:

$$\tau_{dop} = 140 \frac{N}{mm^2}$$

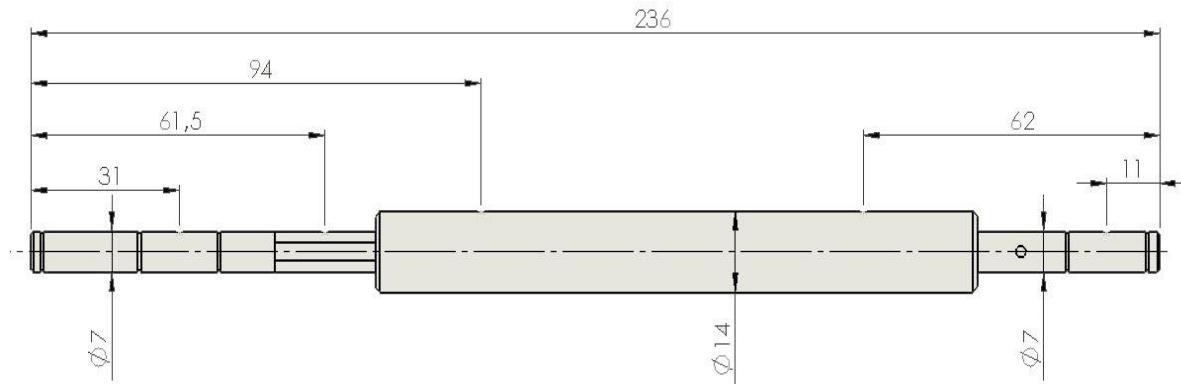
Sigurnost:

$$S = \frac{\tau_{dop}}{\tau_{kp}}$$

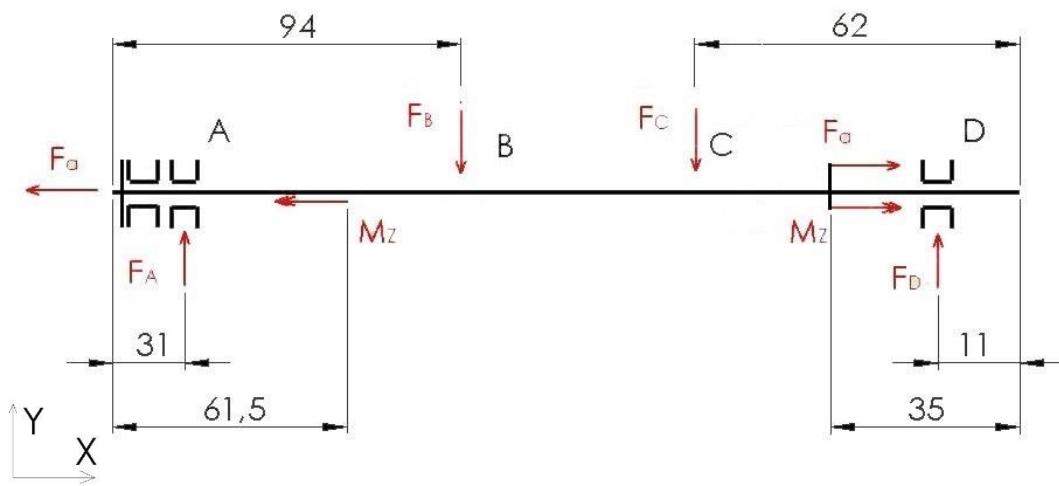
$$S = \frac{140}{66.4}$$

$$S = 2.11$$

### 7.1.6 Proračun vratila 2



Slik 15: Okvirne dimenzije vratila 2



Slika 16: Opterećenja na vratilu 2

Poznate su nam sile na ležajnim mjestima B i C te moment potreban za svladavanje maksimalnog opterećenja:

$$F_B = F_C = \frac{F_R}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ N}$$

Torzija vratila (maksimalna):

$$M_Z = \frac{M_R}{2} = \frac{30000}{2} = 15000 \text{ Nmm}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_A + F_D - F_B - F_C = 0$$

$$F_A + F_D = 500 \text{ N} \quad (1)$$

Proračunavanje sile u ležaju D:

$$\sum M_A = 0$$

$$-F_B \cdot (94 - 31) - F_C \cdot (236 - 32) + F_D \cdot (236 - 11) = 0$$

$$F_D = \frac{F_C \cdot (236 - 32) + F_B \cdot (94 - 31)}{(236 - 11)}$$

$$F_D = \frac{250 \cdot (236 - 32) + 250 \cdot (94 - 31)}{(236 - 11)}$$

$$F_D = 296.66 \text{ N} \quad (2)$$

Prebacivanjem iz jednadžbe (2) u jednadžbu (1):

$$F_A + F_D = 500 \text{ N}$$

$$F_A = 500 - 296.66$$

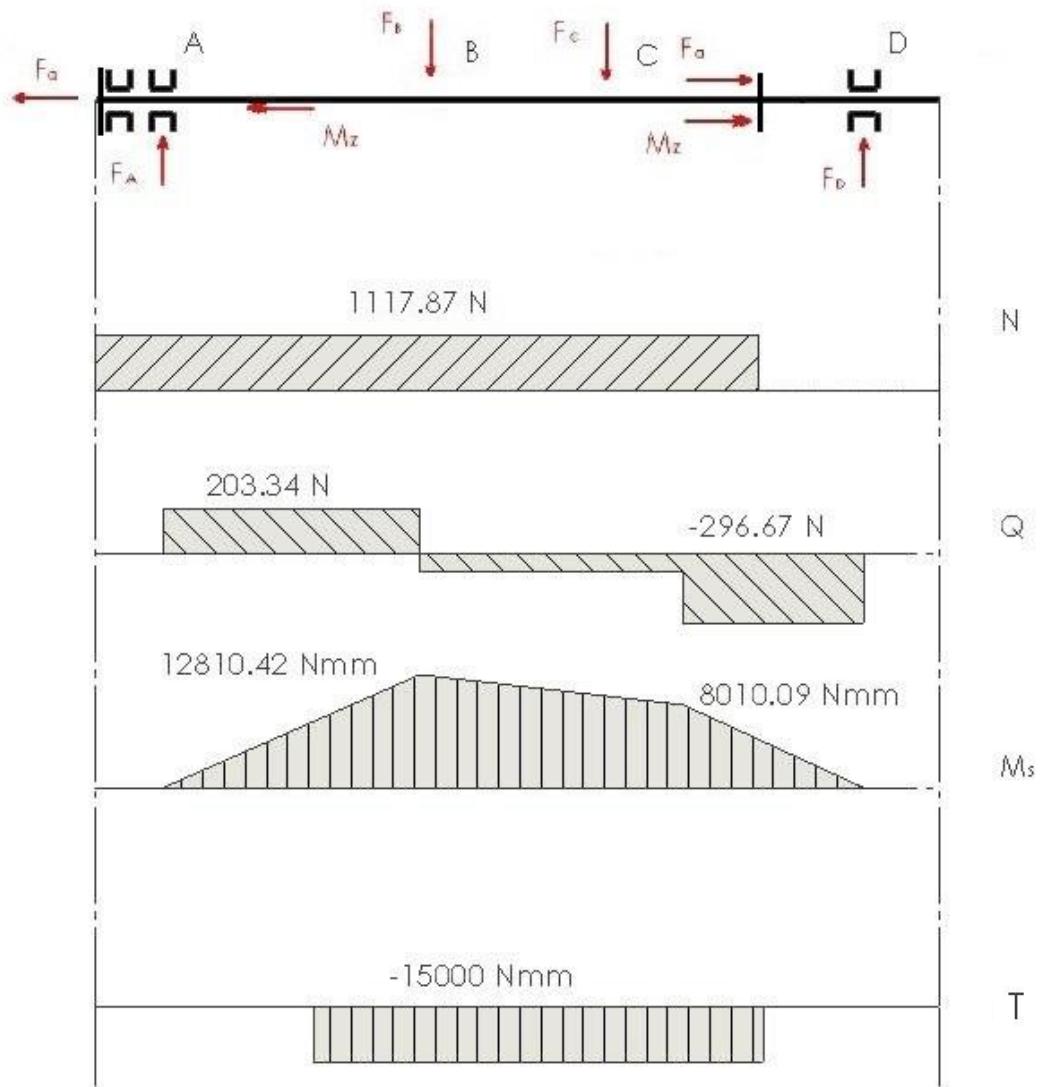
$$F_A = 203.34 \text{ N}$$

Sada su nam poznate sve sile koje opterećuju vratilo 2.

Daljnji proračun vršiti ćemo definiranjem kritičnih presjeka i proračunavanjem čvrstoće vratila na tim mjestima:

1. kritični presjek nalazi se na području maksimalnog momenta savijanja.

2. kritični presjek nalazi se na mjestu promjene poprečnog presjeka na mjestu većih naprezanja.



Slika 17: Dijagrami unutarnjih sila i momenata

Provjera dimenzija na kritičnim presjecima:

$$\text{za } 30CrNiMo8 \text{ vrijedi: } \sigma_{fDN} = 625 \frac{N}{mm^2}; \tau_{tDI} = 385 \frac{N}{mm^2}.$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{fDN}}{1.73 \cdot \tau_{tDI}}$$

$$\alpha_0 = \frac{625}{1.73 \cdot 385}$$

$$\alpha_0 = 0.938$$

$$\sigma_{fDN,dop} = 208.33 \frac{N}{mm^2}$$

Kritični presjek 1:

Reducirani moment:

$$M_{red1} = \sqrt{M_{S1}^2 + 0.75(\alpha_0 \cdot T)^2}$$

$$M_{red1} = \sqrt{12810.42^2 + 0.75(0.938 \cdot 15000)^2}$$

$$M_{red1} = 17679.9 Nmm$$

Minimalni promjer vratila:

$$d_{1min} = 2.17 \sqrt[3]{\frac{M_{red1}}{\sigma_{fDN,dop}}}$$

$$d_{1min} = 2.17 \sqrt[3]{\frac{17679.9}{208.33}}$$

$$d_{1min} = 9.53606 mm < d_1 = 14 mm$$

Zadovoljava!

Kritični presjek 2:

Moment savijanja:

$$M_{S2} = F_A \cdot 33$$

$$M_{S2} = 203.34 \cdot 33$$

$$M_{S2} = 6710.22 Nmm$$

Reducirani moment:

$$M_{red2} = \sqrt{(M_{S2} \cdot \beta_{kf})^2 + 0.75(\alpha_0 \cdot T \cdot \beta_{kt})^2}$$

Zarezna djelovanja:

$$\beta_{kf} = 1 + C_1 \cdot (\beta_{kf2} - 1)$$

Vratilo: str.35 dijagram 2; dijagram 3.

$$\beta_{kf} = 1 + 1 \cdot (1.4 - 1)$$

str.36 dijagram 4; dijagram 5.

$$\beta_{kf} = 1.4$$

$$\beta_{kt} = 1 + C_2 \cdot (\beta_{kt1,4} - 1)$$

$$\beta_{kt} = 1 + C_2 \cdot (\beta_{kt1,4} - 1)$$

$$\beta_{kt} = 1 + 1 \cdot (1.25 - 1)$$

$$\beta_{kt} = 1.25$$

$$M_{red2} = \sqrt{(6710.22 \cdot 1.4)^2 + 0.75(0.938 \cdot 15000 \cdot 1.25)^2}$$

$$M_{red2} = 15910.5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{fDNred}' = \frac{2.17^3}{d_1^3} \cdot M_{red2}$$

$$\sigma_{fDNred}' = \frac{2.17^3}{7^3} \cdot 15910.5$$

$$\sigma_{fDNred}' = 473.98 \frac{N}{mm^2}$$

Sigurnost na dopušteno naprezanje pri najvećem mogućem opterećenju:

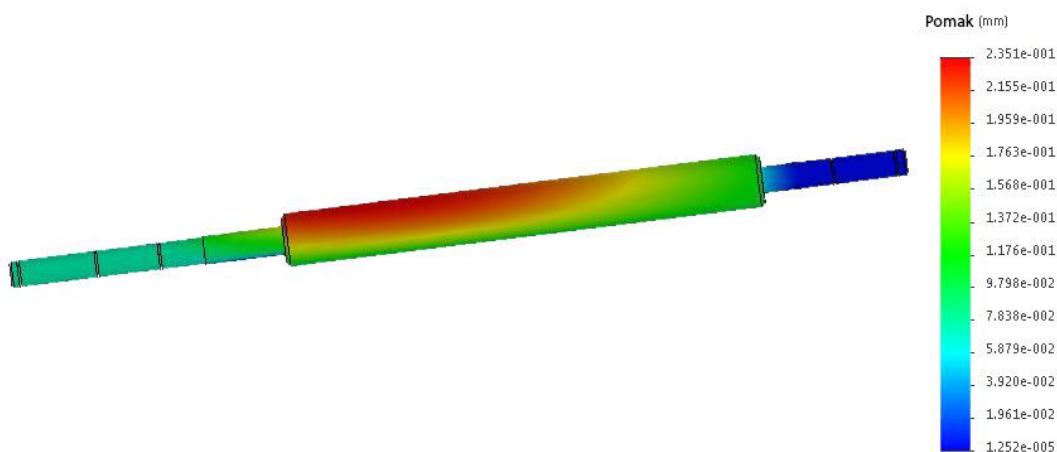
$$S_{pos} = \frac{b_1 \cdot b_2 \cdot \sigma_{fDN}}{\varphi \cdot \sigma_{fDNred}'}$$

$$S_{pos} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 625}{1 \cdot 473.98}$$

$$S_{pos} = 1.32$$

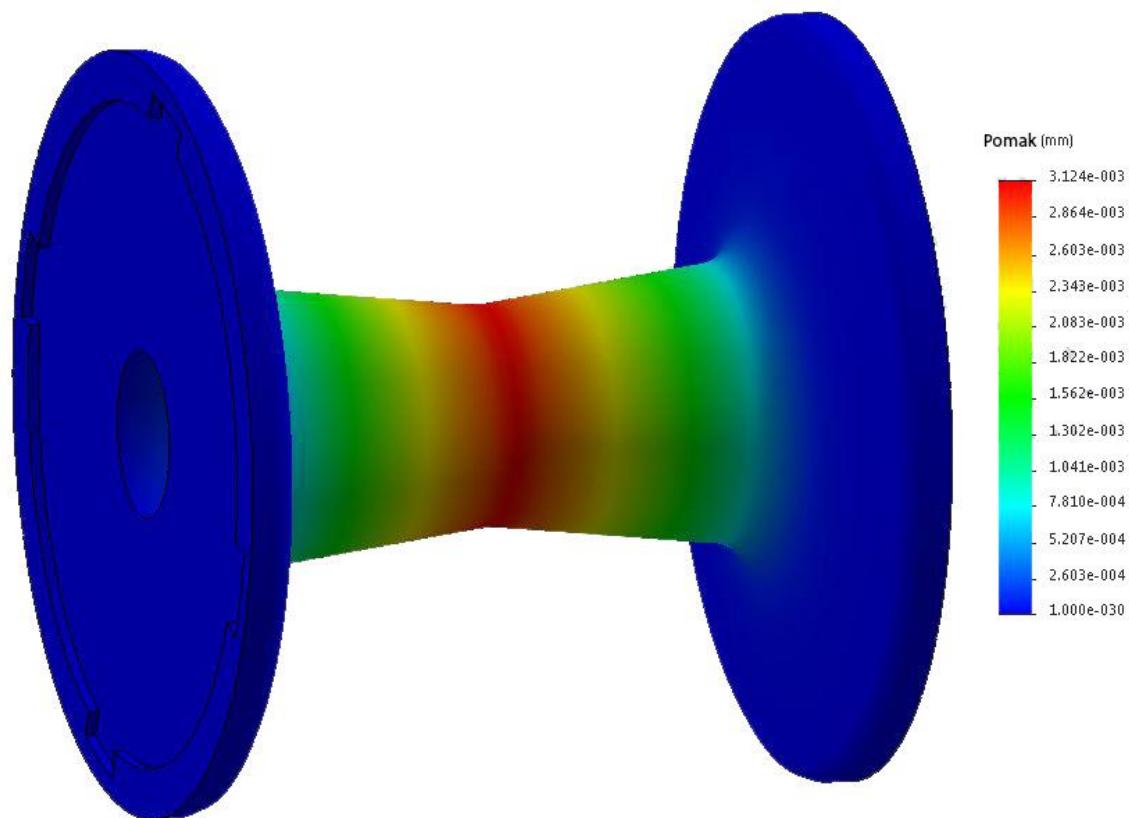
### 7.1.7 Provjera pomaka metodom konačnih elemenata

Metodom konačnih elemenata u programskom paketu Solidworks provjeriti ćemo deformirane oblike vratila 2 i bubenja.



Slika 18: pomaci vratila 2

Pri najvećem opterećenju na vratilu 2 najveća se naprezanja i deformacije pojavljuju upravo na proračunatom kritičnom presjeku.



Slika 19: Pomaci na bubenju

Najveći pomaci i naprezanje na bubenju za vrijeme zadržavanja tereta od 50 kilograma javljaju se na nazužem poprečnom presjeku.

## 8 Zaključak

Za ovaku vrstu ribolova potrebna je kvalitetna izvedba namatalice, za ovaj rad fokusirali smo se na izvedbu same kočnice mehanizma. Inspiracija za ovaj rad je izvedba „twin drag“ kočnica, takvu vrstu kočnica bez konkurenčije proizvodi američka firma „Accurate fishing“ koja se zahvaljujući njima probila na svjetska tržišta. Ovim radom dokazali smo sposobnost otpora takve vrste kočnica na visoka opterećenja zadovoljivši zadane početne uvjete. Kao što je u uvodu navedeno iskustvo ribara je presudni faktor u ovakvoj vrsti ribolova, a ovakva izvedba kočnica s diskovima raspodjeljenim na lijevoj i desnoj strani omogućava ribaru preciznije upravljanje mehanizmom.

## 9 Literatura

[1] Reduktor, Proračun i konstrukcija jednostupanjskog zupčanog prijenosnika, Opalić, M., Rakamarić, P., Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Katedra za elemente strojeva i konstrukcija, Zagreb Deker

[2] Vratilo (Proračun), Horvat, Z. i suradnici, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Katedra za elemente strojeva i konstrukcija, Zagreb Accurate fisfing

[3] Krautov strojarski priručnika, Sajema d.o.o., Zagreb, 2009.

[4] Shimano,online katalog,

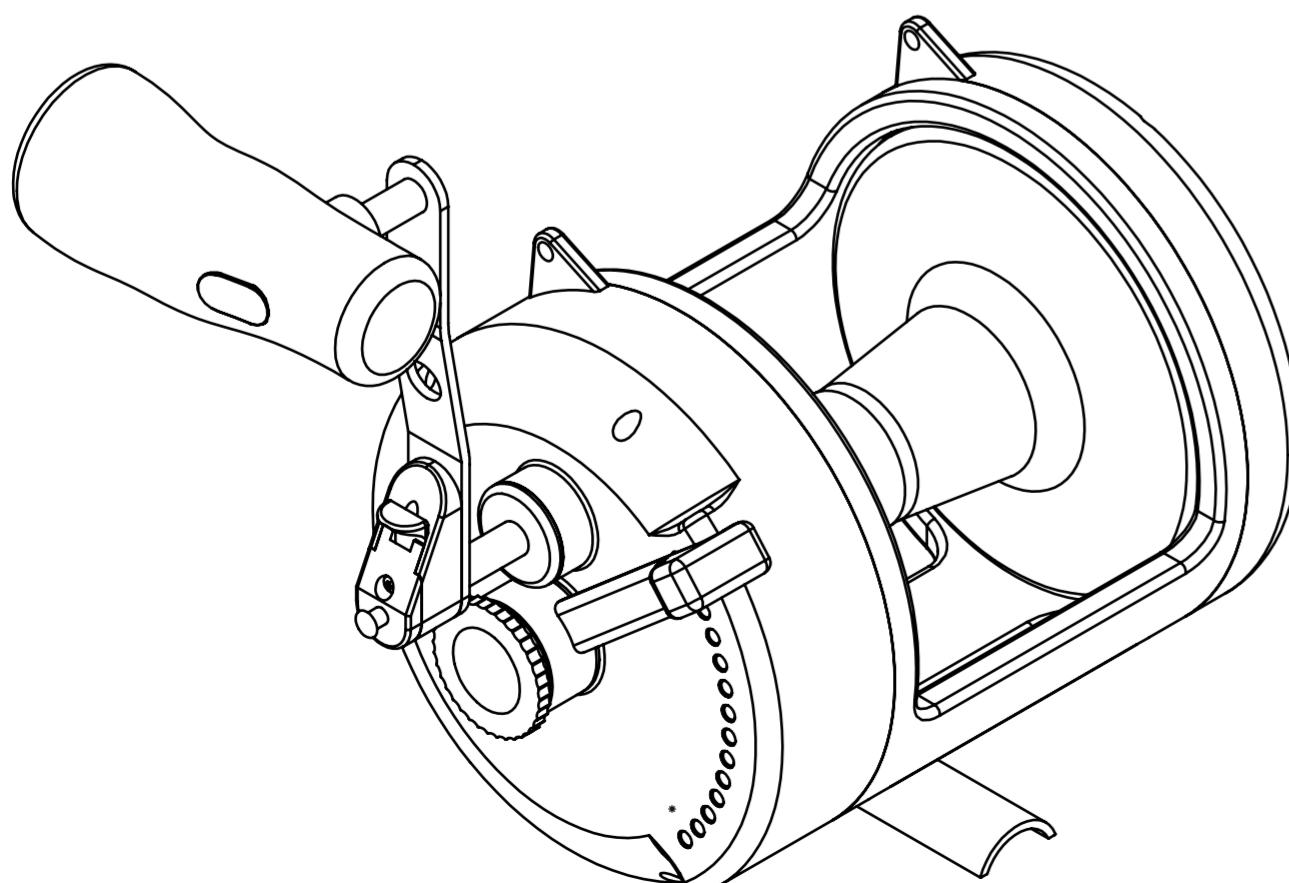
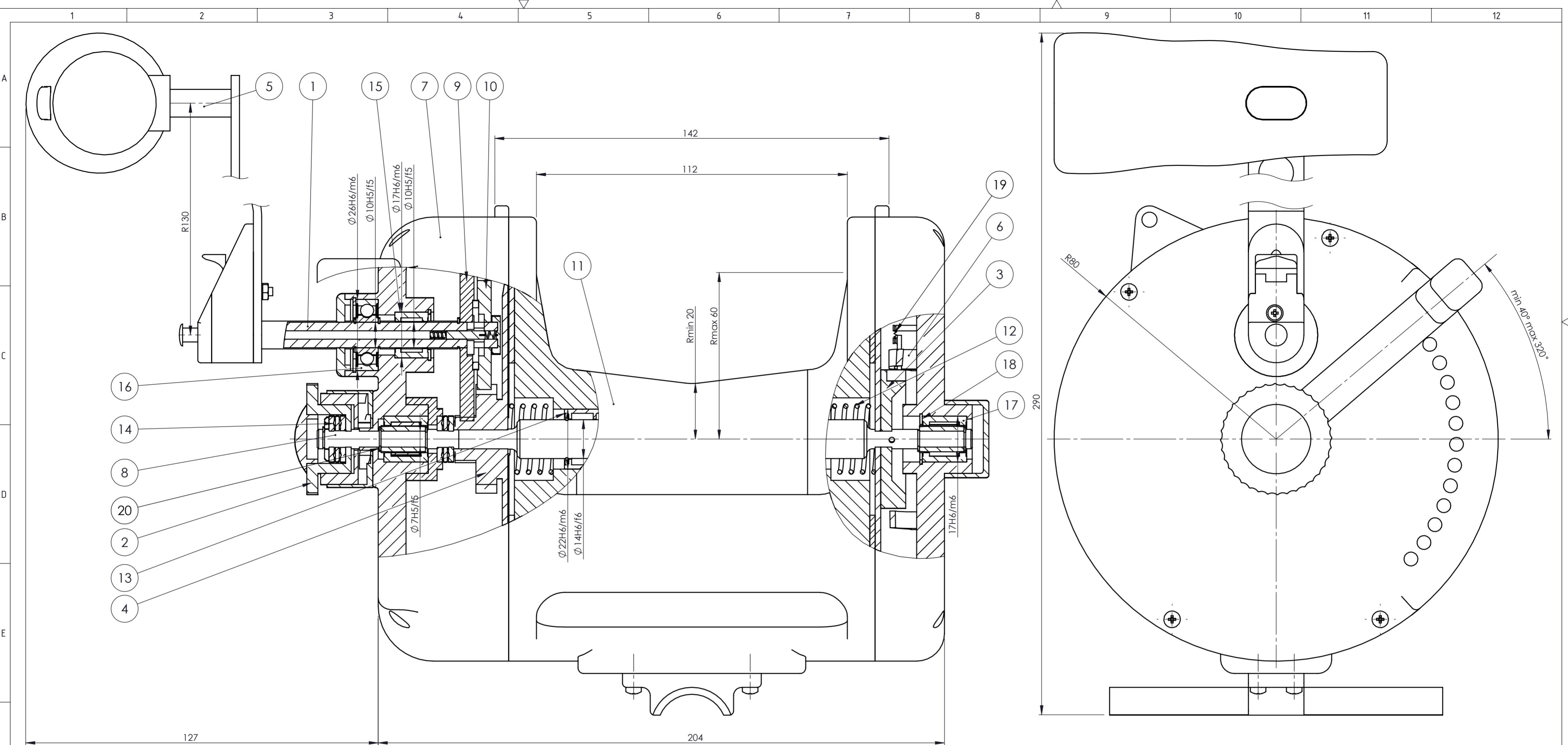
<http://fish.shimano-eu.com/content/eu/en/Home/about-us/articles/shimano-catalogue-2016-out-now-.html>

[5] Accurate fishing, twindrag system,

<https://www.accuratefishing.com/twindrag-system/>

[6] SKF, online katalog,

[http://www.skf.com/portal/skf/home/products?maincatalogue=1&lang=en&newlink=1\\_6\\_1](http://www.skf.com/portal/skf/home/products?maincatalogue=1&lang=en&newlink=1_6_1)



Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
20	Unutarnji uskočnik	8	DIN 5103	Opružni čelik	$\varnothing 11 \times 0.64$	0.001 kg
19	Opruga 2	2	IS-1000-1-13	38Si7	$\varnothing 2 \times 6$	0.01 kg
18	Vanjski uskočnik	2	DIN 472	Opružni čelik	$\varnothing 18.5 \times 0.89$	0.001 kg
17	Ležaj 5	2	NKI 7/16 TN		$\varnothing 17 \times 16$	0.02 kg
16	Ležaj 4	1	600 2RSH		$\varnothing 26 \times 8$	0.03 kg
15	Ležaj 3	1	NK 10/12 TN		$\varnothing 17 \times 12$	0.03 kg
14	Ležaj 2	2	BA 7		$\varnothing 17 \times 6$	0.03 kg
13	Ležaj 1	2	RNA 4900 RS		$\varnothing 22 \times 12$	0.03 kg
12	Opruga 1	2	IS-1000-1-12	38Si7	$\varnothing 26 \times 16$	0.02 kg
11	Sklop bubnja	1	IS-1000-1-11	AlZnMg	$\varnothing 138 \times 132$	0.38 kg
10	Zupčanik 2	1	IS-1000-1-10	15CrNi6	$\varnothing 45 \times 5$	0.12 kg
9	Zupčanik 1	1	IS-1000-1-09	15CrNi6	$\varnothing 62 \times 5$	0.09 kg
8	Vratilo 2	1	IS-1000-1-08	30CrNiMo8	$236 \times \varnothing 14$	0.32 kg
7	Sklop kućišta	1	IS-1000-1-07		$\varnothing 170 \times 240$	0.76 kg
6	Sklop kočnih poluga	2	IS-1000-1-06		$42 \times 13 \times 16$	0.05 kg
5	Sklop ručice	1	IS-1000-1-05		$150 \times 80 \times 120$	0.32 kg
4	Desni disk	1	IS-1000-1-04		$\varnothing 115 \times 20$	0.33 kg
3	Sklop lijevog diska	1	IS-1000-1-03		$\varnothing 115 \times 11$	0.28 kg
2	Sklop natezača	1	IS-1000-1-02		$115 \times 30 \times 40$	0.21 kg
1	Sklop mjenjača	1	IS-1000-1-01		$\varnothing 14 \times 115$	0.12 kg

Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao 15.2.2016. Ivo Škurić	Razradio 15.2.2016. Ivo Škurić	Crtao 15.2.2016. Ivo Škurić	Pregledao 15.2.2016. Ivica Galić

ISO - tolerancije	Objekt:	Objekt broj:
$\varnothing 14H6/f6$ +0.038 +0.016		R. N. broj:
$\varnothing 7H5/f5$ +0.025 +0.013	Napomena:	Konstrukcijski smjer
$\varnothing 17H6/m6$ -0.018 +0.004	Materijal:	Materijal: Masa: 3.31 kg ZAVRŠNI RAD
$\varnothing 22H6/m6$ +0.005 -0.021		Naziv: Namatalica ribarskog štapa
$\varnothing 26H6/m6$ +0.005 -0.021	Mjerilo originala	Pozicija: Format: A2

1:1 Crtež broj: IS-1000-1 List: 1

1 2 3 4 5 6 7 8

A

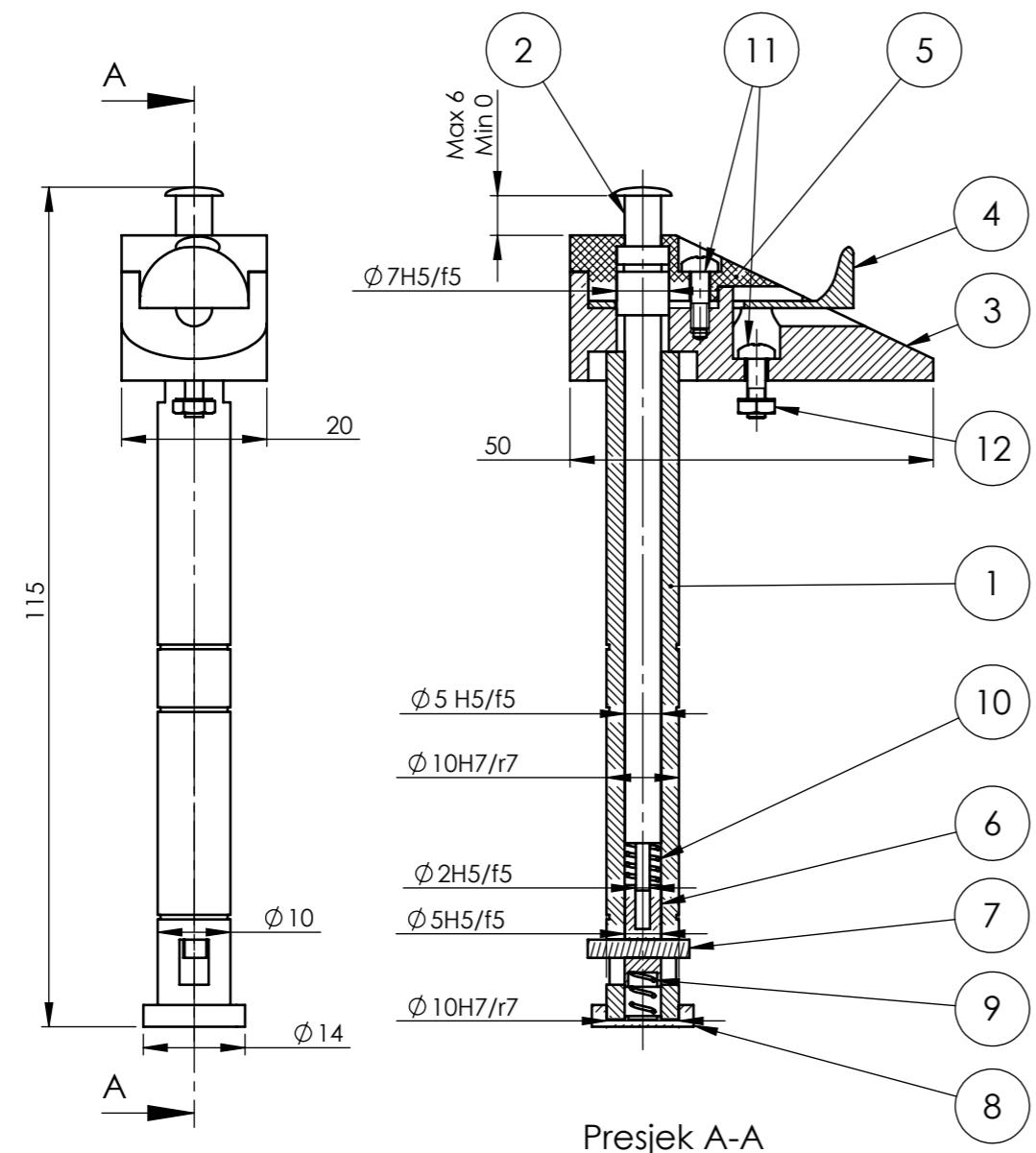
B

C

D

E

Design by CADlab



Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
12	Matica	1	ISO 4032	8.0	M 2.5	0.005 kg
11	Vijak	2	ISO 7045	8.8	M 2.5 x 8	0.005 kg
10	Opruga 2	2	IS-1000-1-01-10	38Si7	Ø5x7	0.005 kg
9	Opruga 1	1	IS-1000-1-01-9	38Si7	Ø4x7	0.005 kg
8	Poklopac mjenjača	1	IS-1000-1-01-8	St 52-3	Ø14x4	0.01 kg
7	Prijenosna poluga	1	IS-1000-1-01-7	30 CrNimo 8	14 x 2.5 x 3	0.01 kg
6	Prijenosnik	1	IS-1000-1-01-6	30 CrNimo 8	Ø5x14	0.01 kg
5	Gornje kućište mjenjača	1	IS-1000-1-01-5	St 52-3	32 x 20 x 9	0.01 kg
4	Gumb	1	IS-1000-1-01-4	St 52-3	37 x 15 x 9	0.01 kg
3	Donje kućište mjenjača	1	IS-1000-1-01-3	St 52-3	50 x 20 x 15	0.01 kg
2	Poluga mjenjača s utorom	1	IS-1000-1-01-2	30 CrNimo 8	Ø7.2x97	0.01 kg
1	Vratilo 1	1	IS-1000-1-01-1	30 CrNimo 8	Ø10x92	0.02 kg

Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	15.2.2016.	Ivo Skurić	
Razradio	15.2.2016.	Ivo Skurić	
Crtao	15.2.2016.	Ivo Skurić	
Pregledao	15.2.2016.	Ivica Galić	
Mentor	15.2.2016.	Ivica Galić	

ISO - tolerancije Objekt: Objekt broj:

Ø5H5/f5 +0.020 R. N. broj:

+0.010

Ø7H5/f5 +0.025 Napomena: Konstrukcijski smjer Kopija

+0.013

Ø10H7/r7 -0.004 Materijal: Masa: 0.12 kg ZAVRŠNI RAD

-0.034

Ø7H5/f5 +0.014 Naziv: Pozicija: Format: A3

+0.006

Ø2H5/f5 +0.014 Mjerilo originala 1:1 Naziv: Listova: 1

+0.006

 FSB Zagreb

Crtež broj: IS-1000-1-01 List: 1

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

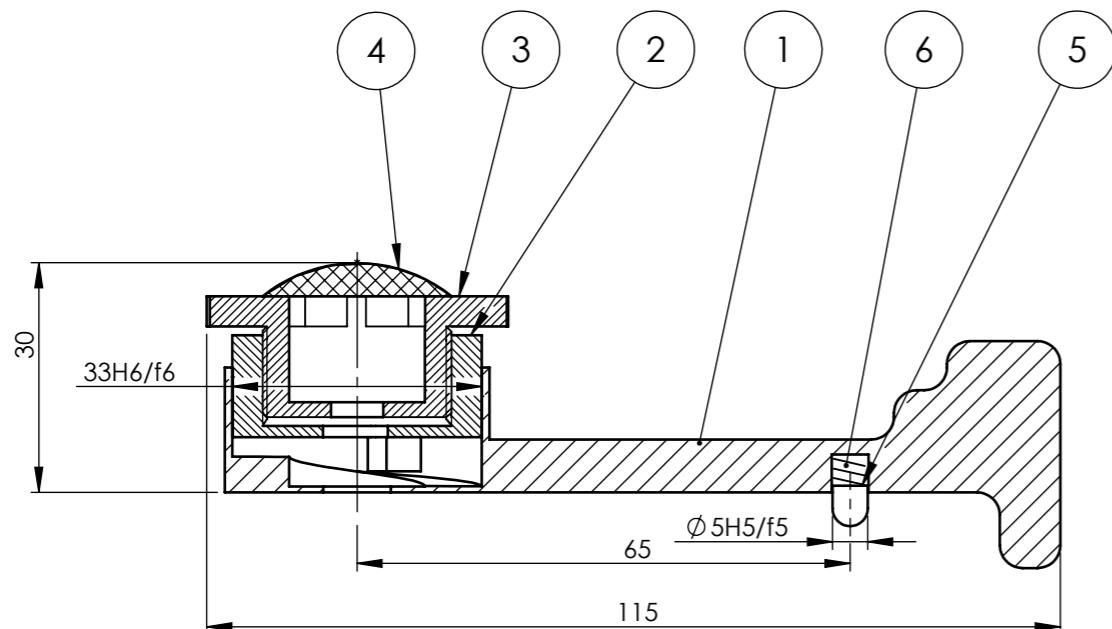
1                    2                    3                    4                    5                    6                    7                    8

A

B

1

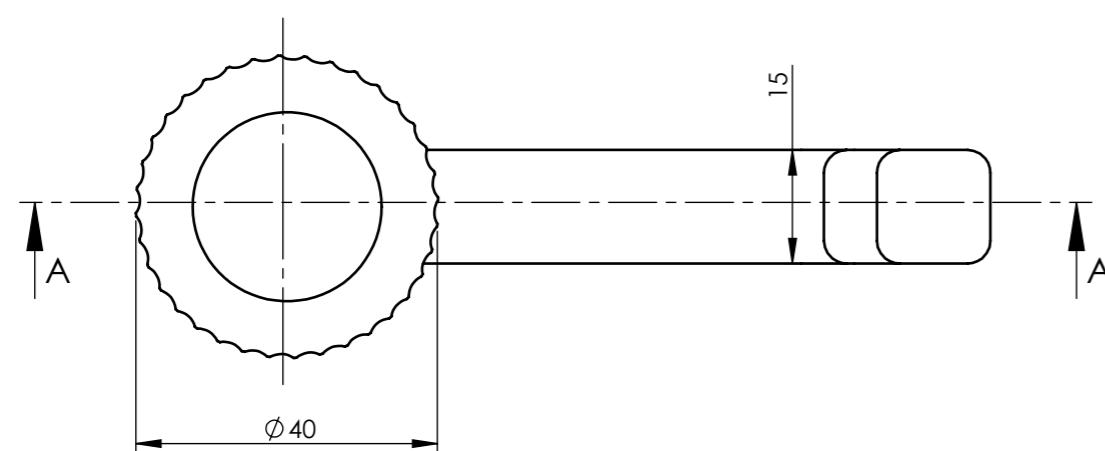
Presjek A-A



1

E

卷之三



6	Opruga	1	DIN 17223	38Si7	$\emptyset 5x7$	0.01 kg
5	Pozicioner	1	IS-1000-1-02-5	St 52-3	$\emptyset 5x6$	0.01 kg
4	Poklopac matice	1	IS-1000-1-02-4	ABS	$\emptyset 25x8.5$	0.01 kg
3	Matica za podešavanje M24 x 2	1	IS-1000-1-02-3	St 52-3	$\emptyset 40x18$	0.03 kg
2	Klizač M24 x 2	1	IS-1000-1-02-2	St 52-3	$\emptyset 33x19$	0.03 kg
1	Natezna poluga	1	IS-1000-1-02-1	St 52-3	110 x 30 x 35	0.12 kg

Poz.	Naziv dijela		Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime		Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	15.2.2016.	Ivo Skurić			
		Razradio	15.2.2016.	Ivo Skurić			
		Crtao	15.2.2016.	Ivo Skurić			
		Pregledao	15.2.2016.	Ivica Galić			
		Mentor	15.2.2016.	Ivica Galić			

ISO - tolerancije Objekt: Objekt broj:

$\varnothing 33H6/f6$	$+0.057$	R. N. broj:
	$+0.025$	
$\varnothing 5H5/f5$	$+0.020$	Napomena:
	$+0.012$	Konstrukcijski smjer

**MATERIJAL** **MASNI - 0,01 kg.** **ZAVRŠNI RAD**

Materijal: Masa: 0.21 kg ZAVRSNI RAD Format: A3

Mjerilo originala Sklop Natača 2 Format: A3  
Listova: 1

1:1 Crtež broj: IS-1000-1-02 List: 1

A horizontal scale bar with numerical markings from 0 to 100 in increments of 10. A small vertical arrow points downwards from the left end of the scale bar.

1 2 3 4 5 6 7 8

A

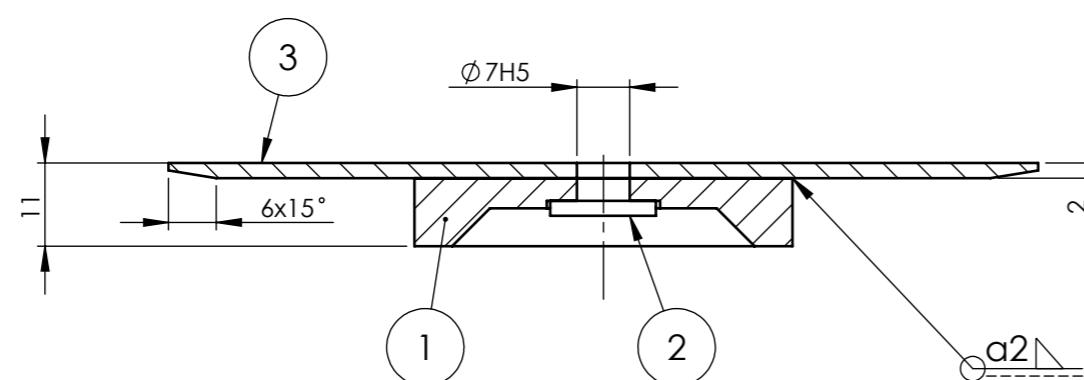
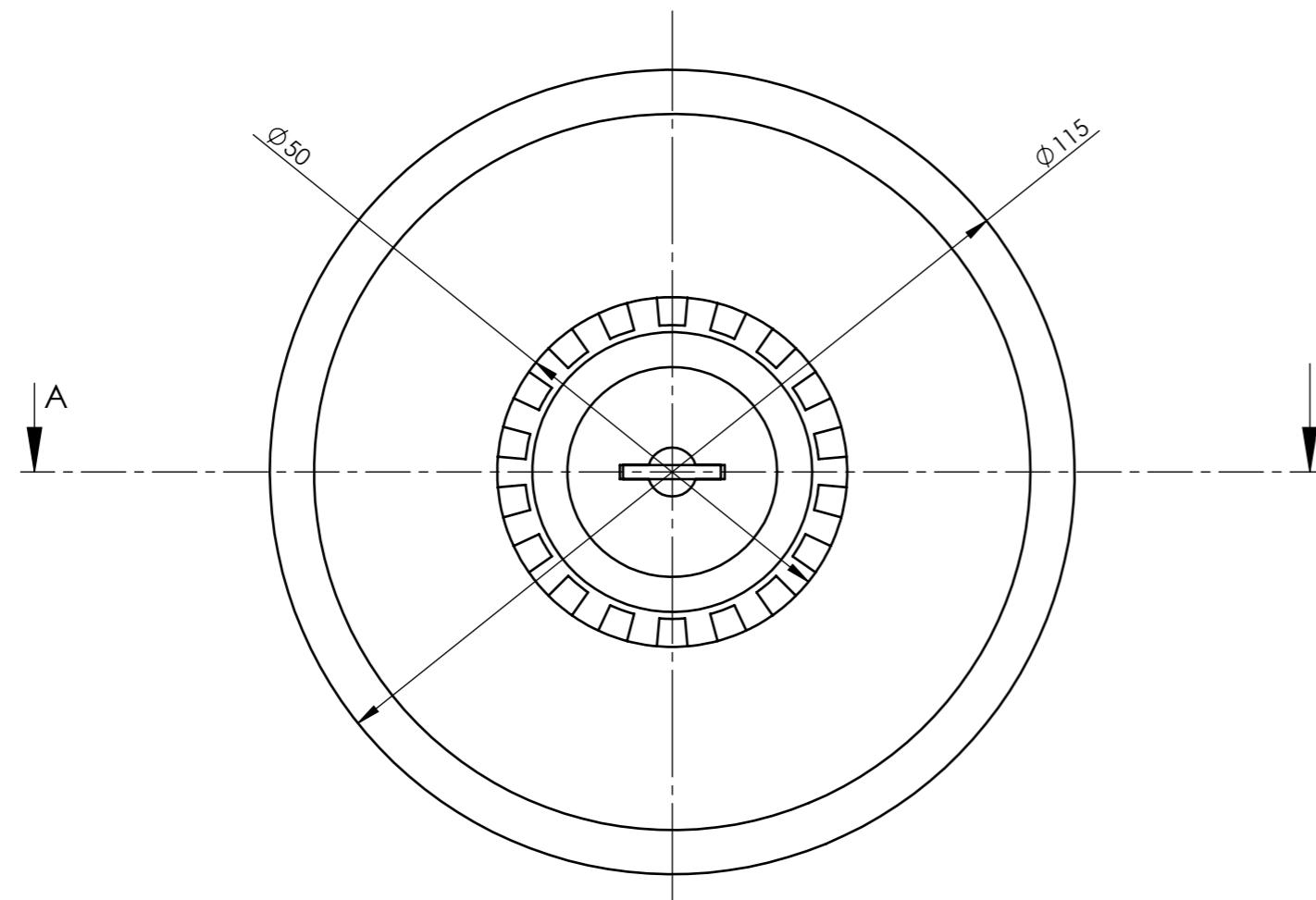
B

C

D

E

Design by CADlab



Presjek A-A

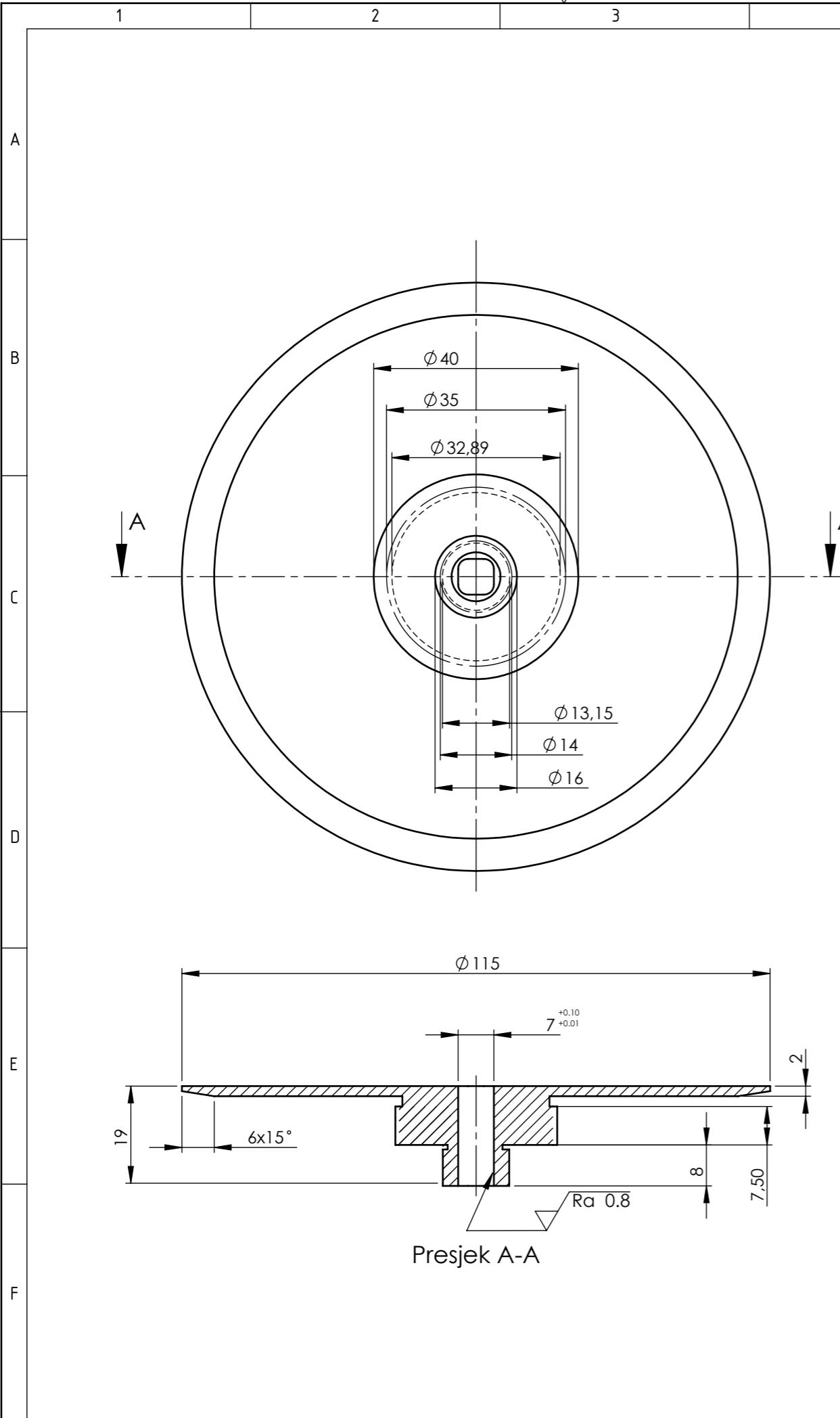
- Provrt se radi nakon zavarivanja diska (3) i graničnika (1) postupkom MIG zavarivanja.
- Svornjak (2) se nalazi u dosjedu s vratirom s crteža IS-1000-1-07 te se zajedno sklapaju.

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
3	Disk	1	IS-1000-1-03-2	30 CrNiMo 8	Ø3x115	0.15 kg
2	Svornjak	1	ISO 8734	30CrNiMo8	Ø4x14	0.02 kg
1	graničnik	1	IS-1000-1-03-1	30 CrNiMo 8	Ø50x8	0.11 kg
Broj naziva - code		Datum		Ime i prezime		Potpis
Projektirao		15.2.2016.		Ivo Skurić		
Razradio		15.2.2016.		Ivo Skurić		
Crtao		15.2.2016.		Ivo Skurić		
Pregledao		15.2.2016.		Ivica Galić		
Mentor		15.2.2016.		Ivica Galić		
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
Ø7H5		+0.006				
		0				
		Napomena:		Konstrukcijski smjer		Kopija
		Materijal:		Masa: 0.28 kg		ZAVRŠNI RAD
		Naziv:		Pozicija:		
Mjerilo originala		Sklop Ljevog Diska		Format: A3		
		1:1		3		
		Crtež broj: IS-1000-1-03		Listova: 1		
				List: 1		

FSB Zagreb

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

1 2 3 4 5 6 7 8



$\sqrt{Ra} 3.2$   $(\sqrt{Ra} 0.8)$

	Zupčanik 3	Zupčanik 4		
Broj zuba	$Z_3$	15	$Z_4$	14
Modul	$m_{1-3}$	1 mm	$m_{2-4}$	2.5 mm
Standardni profil	-	ISO 53	-	ISO 53
Promjer diobene kružnice	$d_3$	15 mm	$d_4$	35 mm
Pomak profila	$x_3m$	-	$x_4m$	-
Promjer temeljne kružnice	$d_{b3}$	14.095 mm	$d_{b4}$	32.889 mm
Kvaliteta	-	7	-	8
Promjer kinematske kružnice	$d_{w3}$	15 mm	$d_{w4}$	15 mm
Broj zubi zupčanika u zahvatu	$Z_1$	60	$Z_2$	16
Razmak osi vratila	$A_{1-3}$	37.5 mm	$A_{2-4}$	37.5 mm
Kut zahvatne linije	$\alpha$	$20^\circ$	$\alpha$	$20^\circ$
Debljina zupčanika	$b_3$	7.5 mm	$b_4$	7.5 mm

Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	15.2.2016.	Ivo Skurić	
Razradio	15.2.2016.	Ivo Skurić	
Crtao	15.2.2016.	Ivo Skurić	
Pregledao	15.2.2016.	Ivica Galić	
Mentor	15.2.2016.	Ivica Galić	

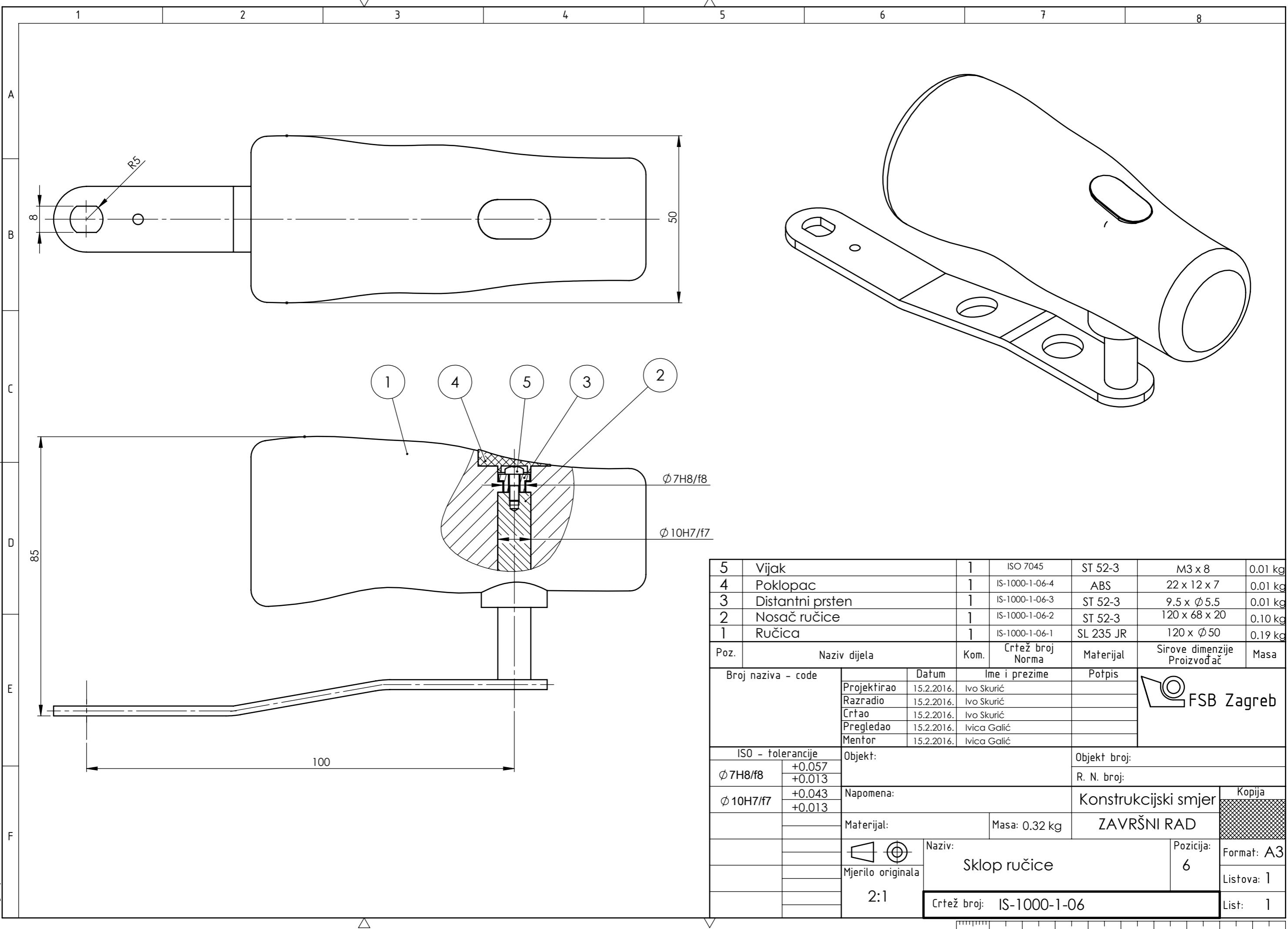
  

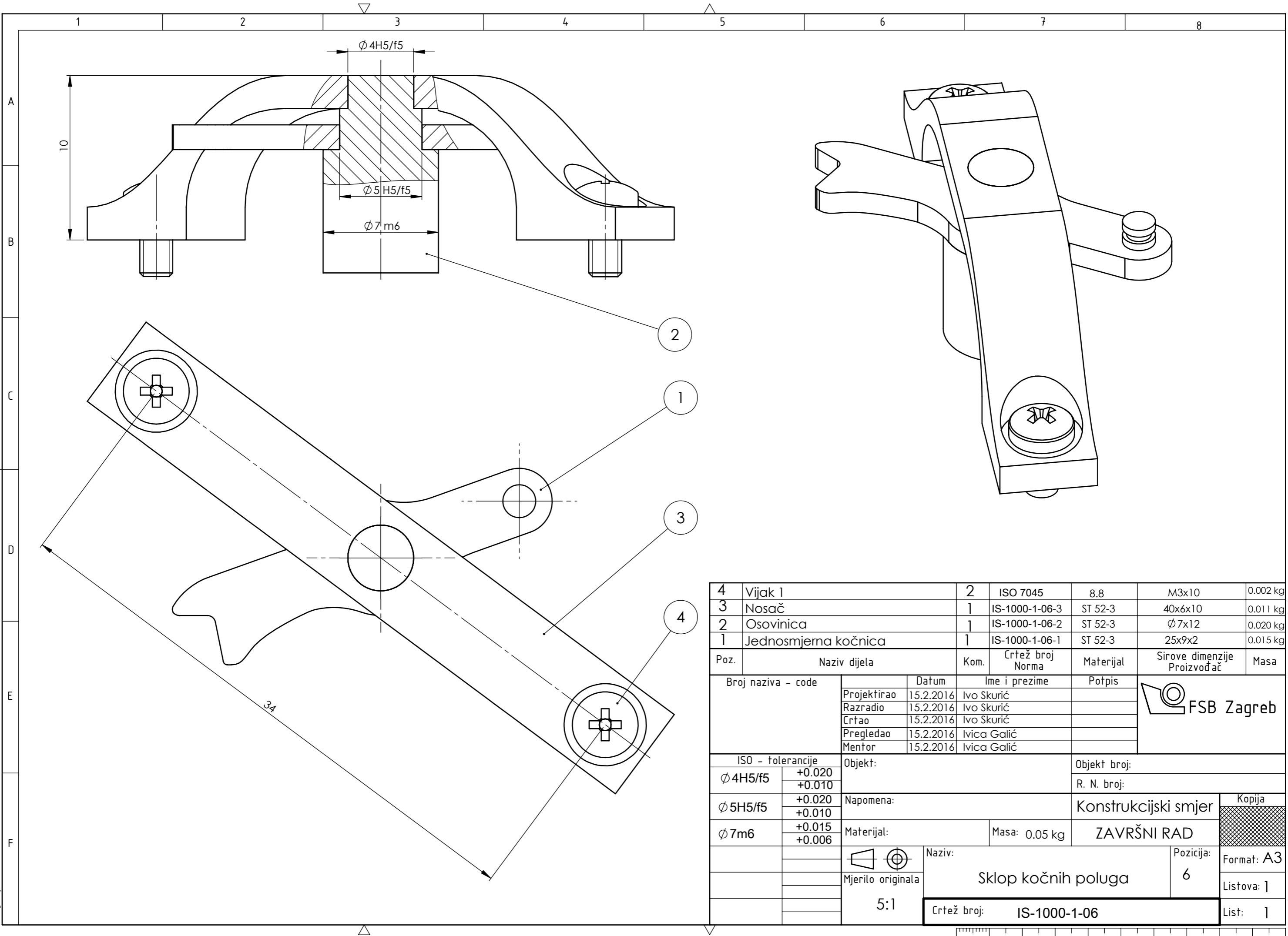
ISO - tolerancije	Objekt:	Objekt broj:
		R. N. broj:
	Napomena:	Konstrukcijski smjer
	Materijal: 15CrNi6	Masa: 0.33 kg
		ZAVRŠNI RAD

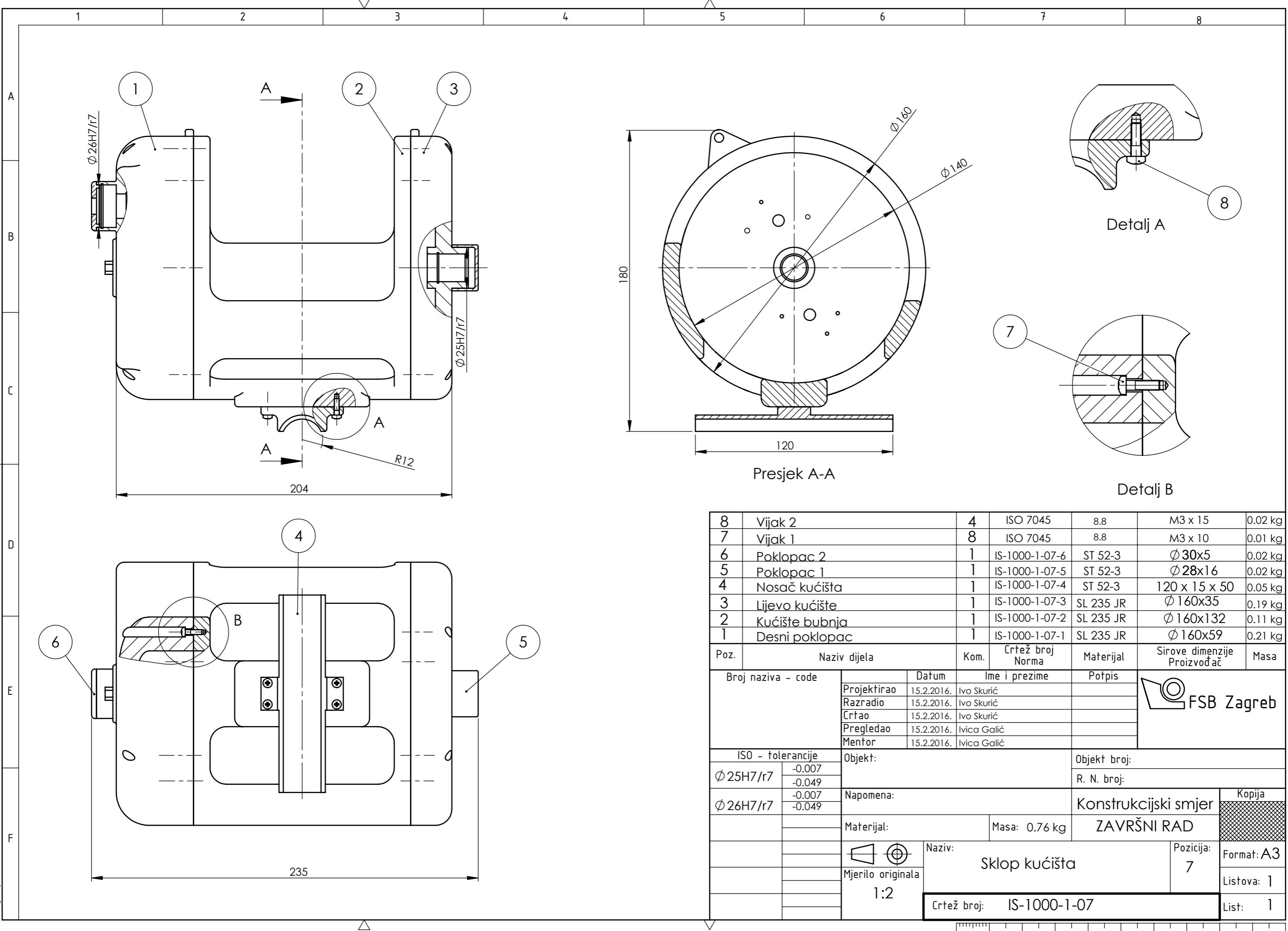
  

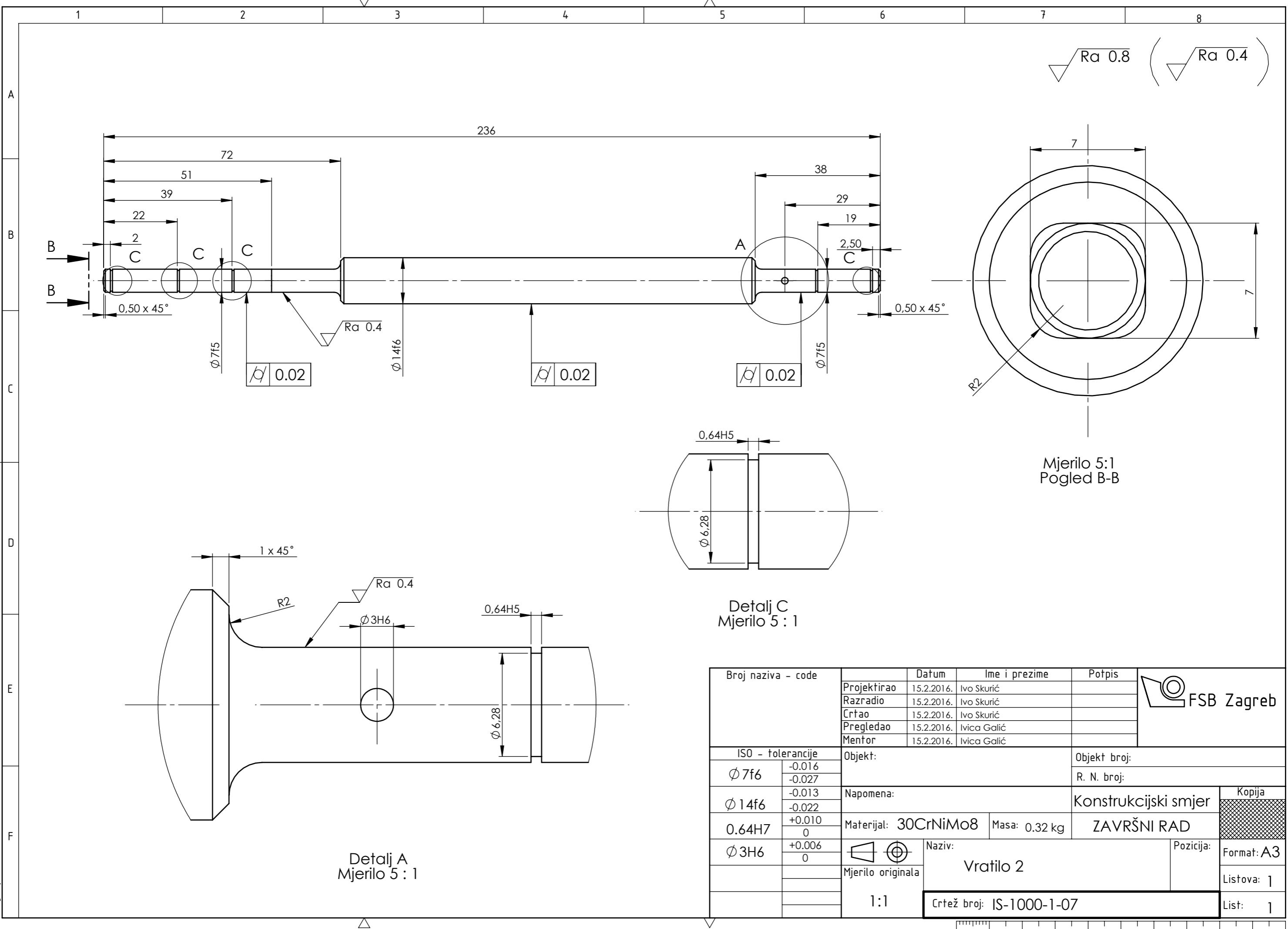
Mjerilo originala	Naziv:	Pozicija:
1:1	Desni disk	4
		Format:
		Listova:
		List:

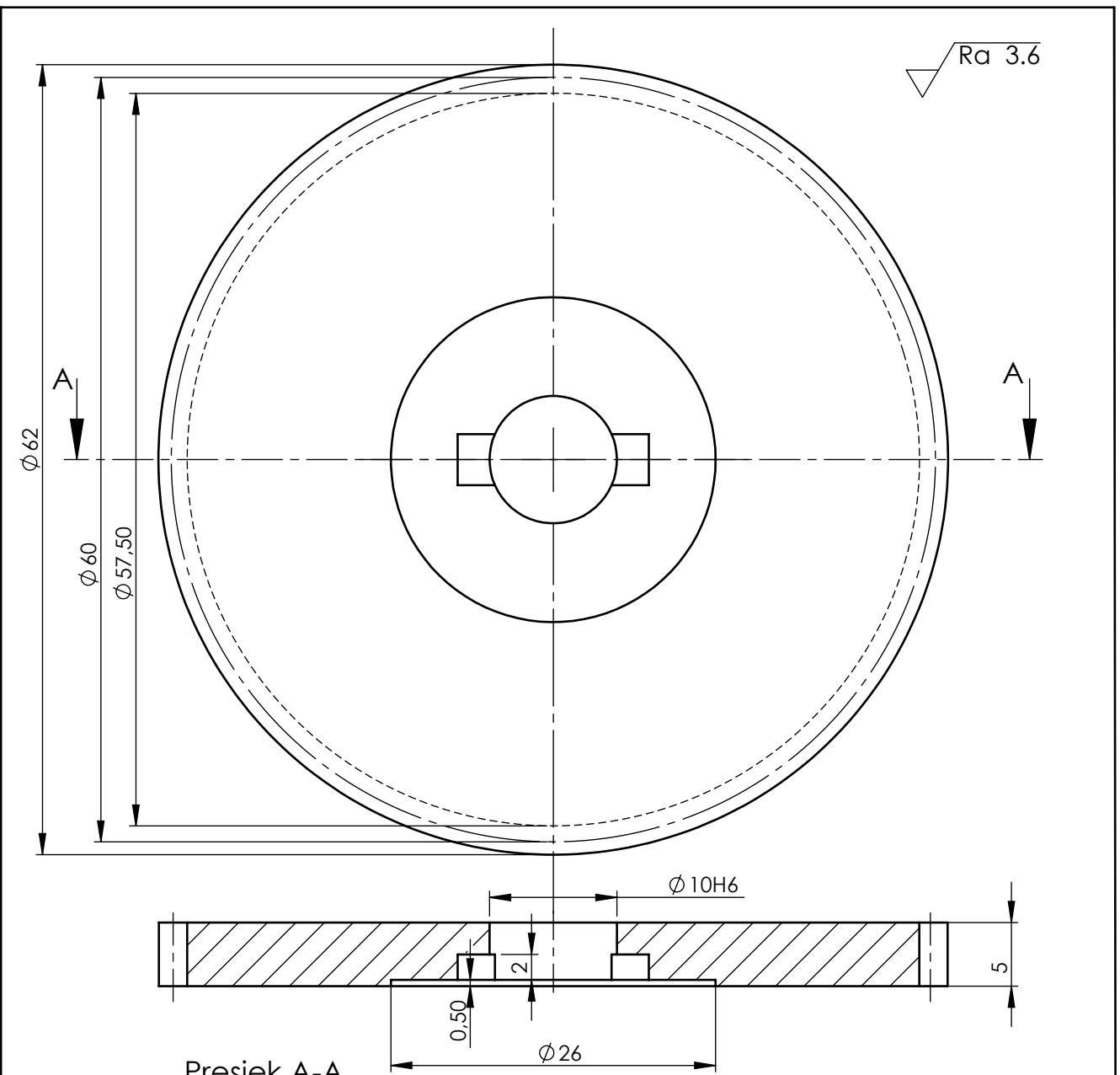
FSB Zagreb







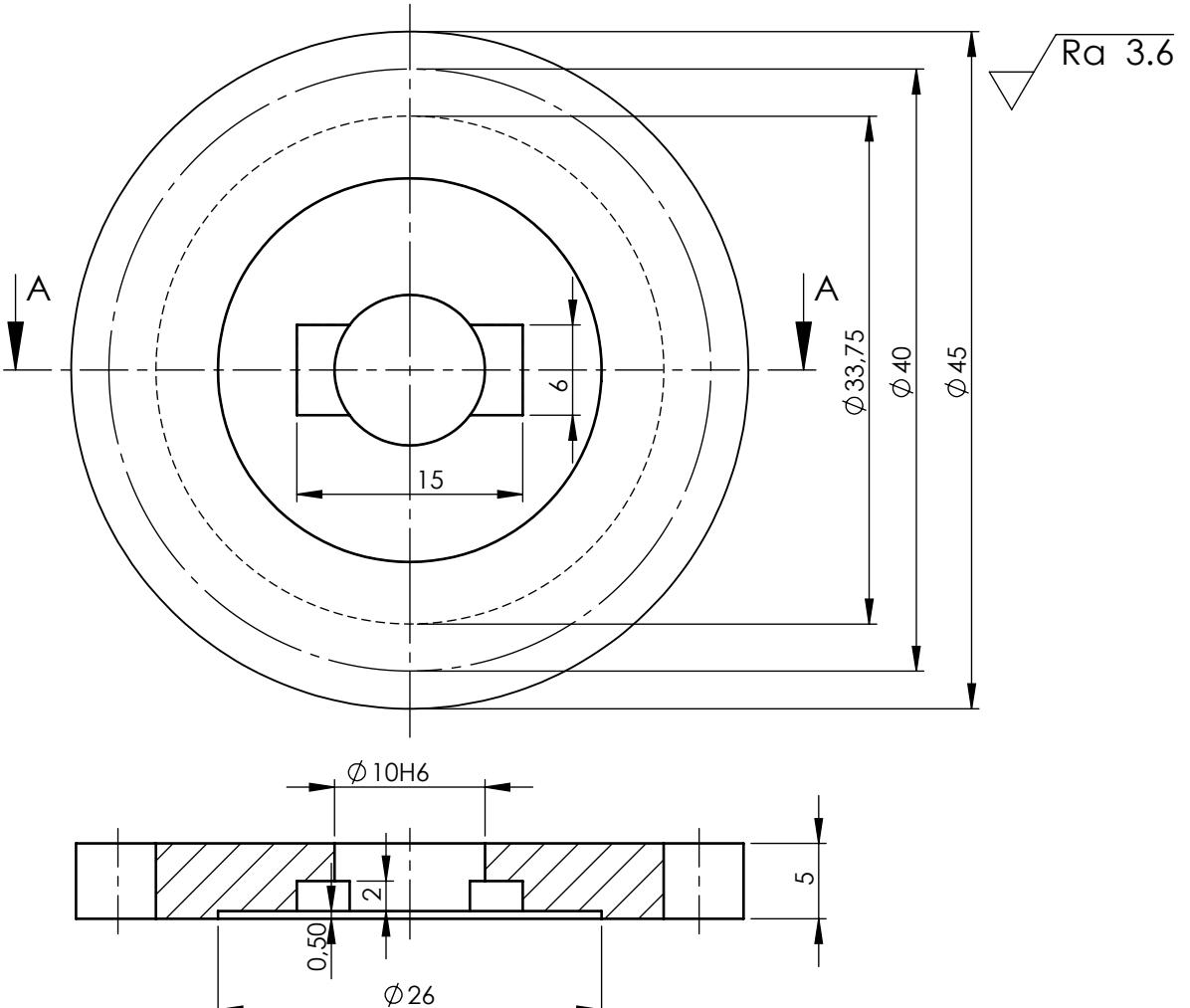




Presjek A-A

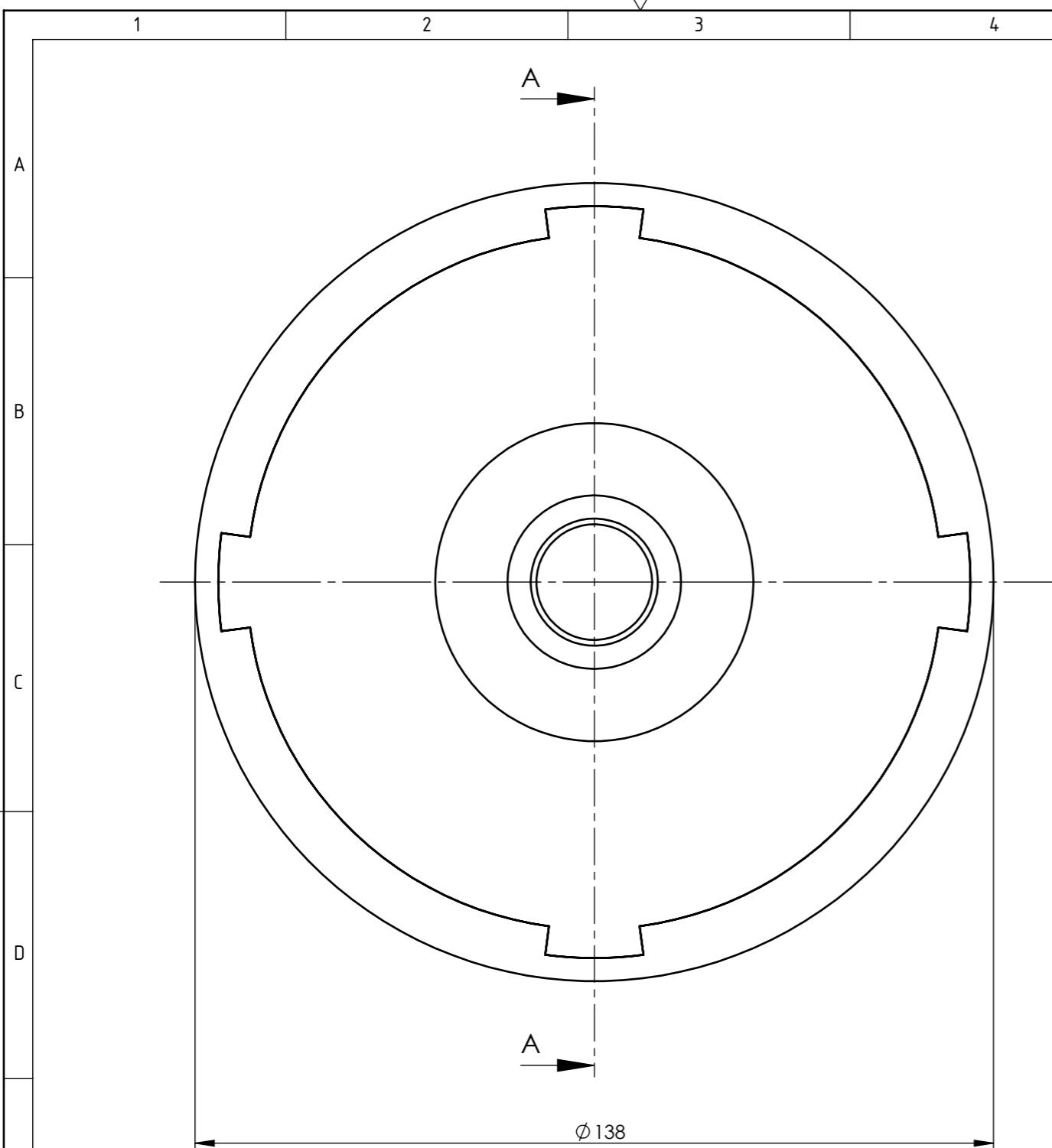
Broj zuba	$Z_1$	60	Kvaliteta	-	7
Modul	$m_{1-3}$	1 mm	Promjer kinematske kružnice	$d_{w1}$	60 mm
Standardni profil	-	ISO 53	Broj zubi zupčanika u zahvatu	$Z_3$	15
Promjer diobene kružnice	$d_1$	60 mm	Razmak osi vratila	$A_{1-3}$	37.5 mm
Pomak profila	$X_1 m$	-	Kut zahvatne linije	$\alpha$	20°
Promjer temeljne kružnice	$d_{b1}$	56.382 mm	Debljina zupčanika	$b_1$	5 mm

Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
	Projektirao	15.2.2016.	Ivo Skurić	
	Razradio	15.2.2016.	Ivo Skurić	
	Crtao	15.2.2016.	Ivo Skurić	
	Pregledao	15.2.2016.	Ivica Galić	
ISO - tolerancije	Objekt:	Objekt broj:		
$\phi 10H6$	+0.009			
	0			
			R. N. broj:	
		Napomena:	Konstrukcijski smjer	Kopija
		Materijal: 15CrNi6	Masa: 0.09 kg	ZAVRŠNI RAD
			Naziv:	Format: A4
		Mjerilo originala	Zupčanik 1	
		1:1	Pozicija: 9	Listova: 1
				List: 1
Design by CADLab		Crtež broj: IS-1000-1-09		

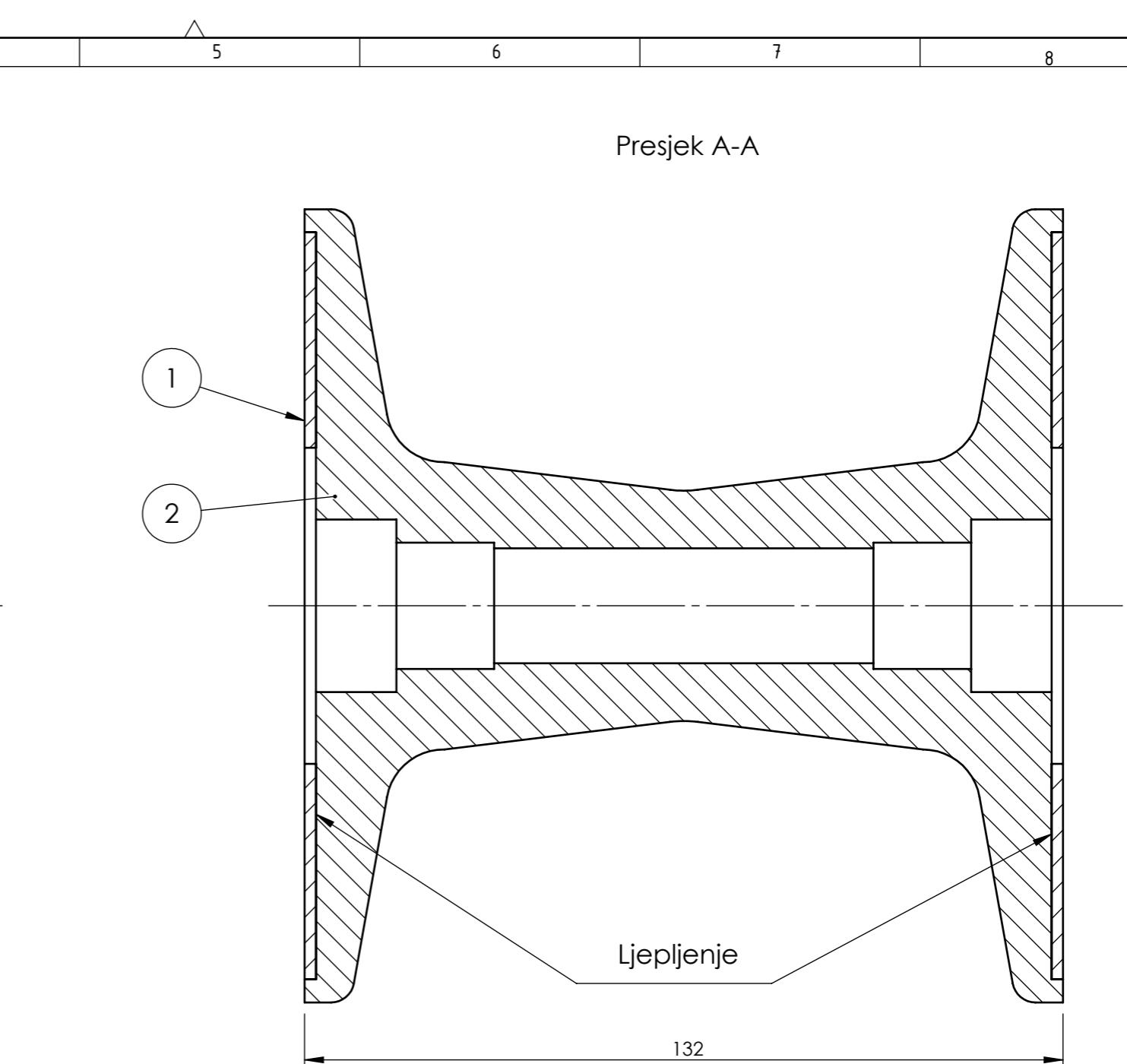


Presjek A-A

	Broj zuba	$Z_2$	16	Kvaliteta	-	8
	Modul	$m_{2-4}$	2.5 mm	Promjer kinematske kružnice	$d_{w2}$	40 mm
	Standardni profil	-	ISO 53	Broj zubi zupčanika u zahvatu	$Z_2$	14
	Promjer diobene kružnice	$d_2$	40 mm	Razmak osi vratila	$a_{2-4}$	37.5 mm
	Pomak profila	$x_2m$	-	Kut zahvatne linije	$\alpha$	20°
	Promjer temeljne kružnice	$d_{b2}$	37.59 mm	Debljina zupčanika	$b_2$	5 mm
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	15.2.2016.	Ivo Skurić		
		Razradio	15.2.2016.	Ivo Skurić		
		Crtao	15.2.2016.	Ivo Skurić		
		Pregledao	15.2.2016.	Ivica Galić		
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
$\emptyset 10H6$	+0.009					
	0				R. N. broj:	
		Napomena:			Konstrukcijski smjer	
		Materijal: 15CrNi6		Masa: 0.12 kg	ZAVRŠNI RAD	
			Naziv:	Zupčanik 2		Kopija
						
		Mjerilo originala		Pozicija: 10		Format: A4
		2:1		Crtež broj: IS-1000-1-08		
						List: 1



Ljepljenje:  
Tarni disk najlepiti na bubanj  
koristeći dvokomponentno  
epoxy ljeplilo.



Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
2	Tarni disk	2	IS-1000-1-10-2	SBR	Ø 130x2	0.03 kg
1	Bubanj	1	IS-1000-1-10-1	Magnalium	Ø 132x138	0.32 kg
Naziv dijela		Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	
Broj naziva - code		Datum		Ime i prezime		Potpis
Projektirao		15.2.2016.		Ivo Skurić		
Razradio		15.2.2016.		Ivo Skurić		
Crtao		15.2.2016.		Ivo Skurić		
Pregledao		15.2.2016.		Ivica Galić		
Mentor		15.2.2016.		Ivica Galić		
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
						R. N. broj:
		Napomena:		Konstrukcijski smjer		Kopija
		Materijal:		Masa: 0.38 kg		ZAVRŠNI RAD
		Naziv:		Pozicija:		Format: A3
		Mjerilo originala		Sklop bubenja		11
		1:1		Crtež broj: IS-1000-1-10		Listova: 1
						List: 1