

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Kristian Gručić**

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Mario Štorga, dipl. ing.

Student:

Kristian Gručić

Zagreb, 2015.

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

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Mariu Štorgi na usmjeravanju, korisnim savjetima i podršci tijekom izrade završnog rada.

Kristian Gruičić



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, brodostrojarški i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

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

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **KRISTIAN GRUIČIĆ** Mat. br.: 1191220617

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **UKRAJNA RAMPZA ZA INVALIDSKA KOLICA PRILAGOĐENA KOMPAKTNIM VIŠENAMJENSKIM PUTNIČKIM VOZILIMA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **WHELLECHAIR RAMP FOR COMPACT MULTI-PURPOSE VEHICLES**

Opis zadatka:

Kako bi ulazak u vozilo osobama koje koriste invalidska kolica bio što lakši, koriste se ukrajne rampe različitih izvedbi smještene na različitim mjestima na vozilu. Zbog jednostavnosti utovara, montaže na vozilo bez velikih preinaka i zauzimanja što manje mjesta na parkiralištu najčešće se rampe smještaju na stražnji kraj vozila, no zbog svojih dimenzija i mase uglavnom nisu prikladne za manja kombi vozila. U okviru ovog rada potrebno je koncipirati i konstruirati ukrajnu rampu za osobe koje koriste invalidska kolica kompaktnih dimenzija, prilagođenu manjim putničkim kombi vozilima koja su vrlo česta na hrvatskom i europskom tržištu. Ciljana brzina podizanja je približno 5m/min, maksimalna dopuštena nosivost rampe je 300 kg. Potrebne preinake na vozilu zbog montaže rampe trebaju biti minimalne.

U radu je potrebno:

- Analizom tržišta definirati zahtjeve i izraditi tehničku specifikaciju za razvoj stroja.
- Metodičkom razradom obuhvatiti različita konceptualna rješenja.
- Tehno-ekonomskom analizom odabrati projektno rješenje.
- Odabrano projektno rješenje razraditi uz uporabu standardnih sklopova, te s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova. Pri konstrukcijskoj razradi paziti na tehnološko oblikovanje komponenti te sigurnost korisnika pri korištenju stroja.
- Izraditi računalni 3D model stroja i tehničku dokumentaciju.

Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.


Zadatak zadan:  
25. studenog 2014.


Rok predaje rada:  
1. rok: 26. veljače 2015.  
2. rok: 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:  
1. rok: 2., 3., i 4. ožujka 2015.  
2. rok: 21., 22., i 23. rujna 2015.

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Mario Štorga

  
Prof. dr. sc. Igor Balen

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	V
POPIS OZNAKA .....	VI
SAŽETAK.....	IX
SUMMARY .....	X
1. UVOD.....	1
2. PREGLED TRŽIŠTA I POSTOJEĆIH RJEŠENJA .....	2
2.1. AMF Bruns .....	5
2.1.1. Linearlift AL1 Solid.....	5
2.1.2. Linearlift AL1 Split.....	6
2.1.3. Schwenklift BSL 350 .....	7
2.2. Anteo.....	8
2.2.1. Futura 3 HD-IV .....	8
2.3. Usporedba postojećih proizvoda.....	9
3. PATENTI.....	11
3.1. Patent 1.....	11
3.2. Patent 2.....	13
3.3. Patent 3.....	14
3.4. Usporedba patenata .....	17
4. DEFINICIJA CILJA.....	18
5. DEFINIRANJE TEHNIČKE SPECIFIKACIJE .....	19
6. FUNKCIJSKA DEKOMPONENCIJA.....	23
7. MORFOLOŠKA MATRICA .....	24
8. KONCEPTI.....	26
8.1. Koncept 1 .....	26
8.2. Koncept 2 .....	27
8.3. Koncept 3 .....	28
8.4. Koncept 4 .....	30
8.5. Usporedba koncepata .....	33
9. PRORAČUN I KONSTRUKCIJSKA RAZRADA.....	34
9.1. Proračun platforme.....	34
9.2. Proračun šipki .....	38
9.3. Proračun okvira .....	40
9.4. Proračun kliznih prstenova.....	44
9.5. Odabir elektromotora i vretena .....	45
9.6. Provjera vretena .....	48

9.7. Provjera matice .....	50
9.8. Odabir aksijalnog ležaja .....	51
9.9. Proračun stupa .....	52
9.10. Odabir vijaka temeljne ploče .....	53
9.11. Prikaz 3D modela rampe .....	55
10. ZAKLJUČAK .....	56
LITERATURA .....	57
PRILOZI .....	58

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Invalidska kolica.....	1
Slika 2.	Bočno smještena rampa.....	2
Slika 3.	Vozilo prilagođeno ulasku osoba u invalidskim kolicima .....	3
Slika 4.	Vozilo s liftom smještenim u prtljažnom prostoru .....	3
Slika 5.	Linearlift AL1 Solid .....	5
Slika 6.	Linearlift AL1 Split .....	6
Slika 7.	Schwenklift BSL 350 .....	7
Slika 8.	Anteo Futura 3 HD-IV .....	8
Slika 9.	Patent 1 .....	12
Slika 10.	Patent 2 .....	13
Slika 11.	Patent 2 detalj .....	14
Slika 12.	Patent 3 .....	15
Slika 13.	Patent 3 detalj .....	16
Slika 14.	Prosječne dimenzije invalidskih kolica .....	19
Slika 15.	Visina osobe u invalidskim kolicima .....	20
Slika 16.	Funkcijska dekompozicija .....	23
Slika 17.	Koncept 1 .....	26
Slika 18.	Koncept 2 .....	27
Slika 19.	Koncept 3 .....	28
Slika 20.	Koncept 3 – detalj 1 .....	29
Slika 21.	Koncept 3 – detalj 2.....	29
Slika 22.	Koncept 3 u sklopljenom položaju .....	30
Slika 23.	Koncept 4 – bočni pogled.....	30
Slika 24.	Koncept 4 – pogled sprijeda .....	31
Slika 25.	Koncept 4 – detalj pogonskog mehanizma.....	31
Slika 26.	Koncept 4 – detalj graničnika.....	32
Slika 27.	Koncept 4 u sklopljenom položaju .....	32
Slika 28.	Shema opterećene platforme .....	34
Slika 29.	Q i M – dijagrami platforme.....	35
Slika 30.	Pravokutni profil platforme .....	36
Slika 31.	Šipka .....	38
Slika 32.	Šipka za uže.....	39
Slika 33.	Shema opterećenog okvira .....	40
Slika 34.	Shema opterećene polovice okvira.....	41
Slika 35.	N, Q i M – dijagrami okvira .....	42
Slika 36.	Presjek okvira .....	42
Slika 37.	Shema opterećenja prstena .....	44
Slika 38.	Elektromotor.....	48
Slika 39.	Model izvijanja vretena .....	49
Slika 40.	Aksijalni ležaj.....	51
Slika 41.	Shema opterećenog stupa .....	52
Slika 42.	Opterećenje temeljne ploče .....	53
Slika 43.	3D model rampe u spušenom položaju .....	55
Slika 44.	3D model rampe u sklopljenom položaju.....	55

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba postojećih rješenja.....	4
Tablica 2. Linearlift AL1 specifikacija .....	6
Tablica 3. Linearlift AL1 Split specifikacija.....	7
Tablica 4. Schwenklift BSL 350 specifikacija .....	8
Tablica 5. Anteo Futura 3 HD-IV specifikacija .....	9
Tablica 6. Usporedba proizvoda.....	9
Tablica 7. Usporedba patenata .....	17
Tablica 8. Definicija cilja .....	18
Tablica 9. Dimenzije vozila.....	21
Tablica 10. Morfološka matrica .....	24
Tablica 11. Usporedba koncepata .....	33
Tablica 12. Podaci za ležaj .....	51



**POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

BROJ CRTEŽA	Naziv iz sastavnice
Z15-KG-1-00-00	Ukrcajna rampa za invalidska kolica
Z15-KG-1-01-00	Pogonski sklop
Z15-KG-1-01-01	Zavarena nosiva konstrukcija
Z15-KG-1-01-01/1	Temeljna ploča
Z15-KG-1-01-01/2	Nosivi prsten
Z15-KG-1-01-01/3	Stup
Z15-KG-1-01-01/4	Prirubnica
Z15-KG-1-01-02	Vreteno
Z15-KG-1-01-03	Matica
Z15-KG-1-02-00	Sklop platforme
Z15-KG-1-02-01	Zavarena konstrukcija platforme
Z15-KG-1-02-01/1	Profil platforme
Z15-KG-1-02-01/2	Cijev
Z15-KG-1-02-01/3	Limena ograda
Z15-KG-1-02-01/4	Pločica za polugicu
Z15-KG-1-02-01/5	Ukruta

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
$A_j$	$\text{mm}^2$	površina jezgre navoja vretena
$A_{vij}$	$\text{mm}^2$	površina jezgre vijka
$A_{zav}$	$\text{mm}^2$	površina proračunskog presjeka zavara prstena
$b_{po}$	mm	širina presjeka profila okvira
$b_{pp}$	mm	unutarnja širina presjeka profila platforme
$B_{pp}$	mm	vanjska širina presjeka profila platforme
$d$	mm	veliki promjer navoja vretena
$d_2$	mm	srednji promjer navoja vretena
$d_3$	mm	mali promjer navoja vretena
$d_s$	mm	promjer šipke
$d_{su}$	mm	promjer šipke za uže
$d_u$	mm	nazivni promjer užeta
$d_{z1}$	mm	unutarnji promjer proračunskog presjeka zavara prstena
$d_{z2}$	mm	unutarnji promjer proračunskog presjeka zavara stupa
$D_{z1}$	mm	vanjski promjer proračunskog presjeka zavara prstena
$D_{z2}$	mm	vanjski promjer proračunskog presjeka zavara stupa
$E$	$\text{N/mm}^2$	Youngov modul elastičnosti
$F_a$	N	aksijalna sila
$F_A$	N	rezultantna sila u osloncu A
$F_{Ax}$	N	sila u osloncu A u smjeru osi x
$F_{Ay}$	N	sila u osloncu A u smjeru osi z
$F_{BH}$	N	horizontalna sila u osloncu B
$F_{BV}$	N	vertikalna sila u osloncu B
$F_{max}$	N	maksimalna sila koju može prenositi vijak
$F_{min}$	N	najmanja prekidna sila u užetu
$F_{OH}$	N	horizontalna sila u osloncu O
$F_{BH}$	N	horizontalna sila u osloncu B
$F_{BV}$	N	vertikalna sila u osloncu B
$F_{PH}$	N	horizontalna sila na izdanku prstena
$F_{P,R}$	N	rezultantna sila na izdanku prstena
$F_{PV}$	N	vertikalna sila na izdanku prstena
$F_{PH}$	N	horizontalna sila na izdanku prstena
$F_{P,R}$	N	rezultantna sila na izdanku prstena
$F_S$	N	sila u užetu
$F_T$	N	obodna sila pri dizanju

$F_{tr}$	N	sila trenja
$F_{vij}$	N	sila u vijku
$F_{vr}$	N	sila koja opterećuje vreteno
$g$	m/s <sup>2</sup>	ubrzanje sile teže
$G$	N	težina čovjeka u kolicima
$G_{konst/2}$	N	težina polovice konstrukcije
$h_{po}$	mm	visina presjeka okvira
$h_{pp}$	mm	unutarnja visina presjeka profila platforme
$H_{pp}$	mm	vanjska visina presjeka profila platforme
$H_I$	mm	dubina temeljnog profila navoja
$i$	-	prijenosni omjer reduktora
$i_{min}$	mm	minimalni polumjer inercije
$I_{min}$	mm <sup>4</sup>	minimalni moment tromosti
$I_{y,1}$	mm <sup>4</sup>	moment tromosti profila platforme
$I_{y,po}$	mm <sup>4</sup>	moment tromosti presjeka okvira
$l_0$	mm	duljina izvijanja
$l_p$	mm	krak sile na izdanku prstena
$l_{FA}$	mm	krak sile $F_A$
$l_{FBH}$	mm	krak sile $F_{BH}$
$l_{FOH}$	mm	krak sile $F_{OH}$
$l_{GA}$	mm	udaljenost između oslonca A i sile $G/2$
$l_{OB}$	mm	udaljenost između oslonaca okvira
$l_{vij}$	mm	razmak između vijaka
$m$	mm	visina matice
$m_{EM}$	kg	masa elektromotora s reduktorom
$m_G$	kg	masa čovjeka u kolicima
$m_{konst/2}$	kg	masa polovice konstrukcije
$M_k$	Nm	moment kočnice elektromotora
$M_{pl}$	Nmm	moment savijanja koji opterećuje polovicu ploče
$M_{f,zav1}$	Nmm	moment savijanja zavara na prstenu
$M_{f,zav2}$	Nmm	moment savijanja zavara stupa
$M_{y,1}$	Nmm	moment savijanja profila platforme
$M_{y,2}$	Nmm	moment savijanja šipke
$M_{y,3}$	Nmm	moment savijanja šipke za užu
$M_{y,4}$	Nmm	moment savijanja okvira
$M_{red}$	Nm	okretni moment na izlazu iz reduktora
$n$	min <sup>-1</sup>	brzina vrtnje
$n_{red}$	min <sup>-1</sup>	brzina vrtnje na izlazu iz reduktora
$n_{red,pot}$	min <sup>-1</sup>	potrebna brzina vrtnje na izlazu iz reduktora
$p$	N/mm <sup>2</sup>	bočni tlak navoja matice
$p_{dop}$	N/mm <sup>2</sup>	dopušteni bočni tlak navoja matice

$P$	mm	korak navoja
$P_h$	mm	uspon navoja
$P_{EM}$	W	snaga elektromotora
$R_e$	N/mm <sup>2</sup>	granica tečenja materijala vijka
$S$	-	faktor sigurnosti
$S_K$	-	faktor sigurnosti protiv izvijanja
$S_{K,potr}$	-	potreban faktor sigurnosti protiv izvijanja
$S_U$	-	faktor sigurnosti za uže
$T$	Nm	potreban okretni moment na izlazu iz reduktora
$T_{vr}$	Nmm	moment torzije vretena
$v_{diz}$	m/s	ciljana brzina podizanja
$v_{diz,ostv}$	m/s	ostvarena brzina podizanja
$\alpha$	°	kut
$\beta$	°	polovica kuta profila trapeznog navoja
$\eta_L$	-	iskoristivost ležaja
$\lambda$	-	vitkost
$\mu$	-	faktor trenja pri gibanju
$\mu_{vr}$	-	faktor trenja između vretena i matice
$\lambda$	-	vitkost
$\rho'$	°	kut
$\sigma_{dop}$	N/mm <sup>2</sup>	dopušteno naprezanje
$\sigma_{dop,vr}$	N/mm <sup>2</sup>	dopušteno ekvivalentno naprezanje trapeznog navoja
$\sigma_{dop,zav}$	N/mm <sup>2</sup>	dopušteno naprezanje u zavaru
$\sigma_{dop,vij}$	N/mm <sup>2</sup>	dopušteno naprezanje za vijke
$\sigma_{fDI(0)}$	N/mm <sup>2</sup>	dinamička izdržljivost pri savijanju za čisto istosmjerno opterećenje
$\sigma_{f,1}$	N/mm <sup>2</sup>	naprezanje uslijed savijanja platforme
$\sigma_{f,2}$	N/mm <sup>2</sup>	naprezanje uslijed savijanja šipke
$\sigma_{f,3}$	N/mm <sup>2</sup>	naprezanje uslijed savijanja šipke za uže
$\sigma_{f,4}$	N/mm <sup>2</sup>	naprezanje uslijed savijanja okvira
$\sigma_{f,zav1}$	N/mm <sup>2</sup>	naprezanje u zavaru prstena uslijed savijanja
$\sigma_M$	N/mm <sup>2</sup>	vlačna čvrstoća materijala vretena
$\sigma_{red}$	N/mm <sup>2</sup>	reducirano naprezanje
$\sigma_{vr}$	N/mm <sup>2</sup>	tlačno naprezanje vretena
$\sigma_{zav1}$	N/mm <sup>2</sup>	ekvivalentno naprezanje u zavaru prstena
$\sigma_{zav2}$	N/mm <sup>2</sup>	naprezanje u zavaru stupa
$\tau_{vr}$	N/mm <sup>2</sup>	torzijsko naprezanje vretena
$\tau_{zav1}$	N/mm <sup>2</sup>	smično naprezanje u zavaru prstena

## **SAŽETAK**

U radu je prikazan razvoj ukrcajne rampe za osobe s invaliditetom prilagođene kompaktnim višenamjenskim putničkim vozilima. Provedena je analiza tržišta i pretraga patenata na temelju kojih su pronađeni nedostaci postojećih rješenja te su definirane smjernice za razvoj. Funkcijskom dekompozicijom proizvod je razložen na funkcije te je za svaku od njih u morfološkoj matrici predloženo parcijalno rješenje. Pomoću parcijalnih rješenja iz morfološke matrice generirani su koncepti od kojih je vrednovanjem odabran najbolji za daljnju razradu. Napravljeni su potrebni proračuni te konačno konstrukcijsko oblikovanje proizvoda na temelju kojih je izrađen 3D model i tehnička dokumentacija.

Ključne riječi: invalidska kolica, rampa, vozilo, funkcija

## **SUMMARY**

In this paper is shown the development of wheelchair ramp for compact multi-purpose vehicles. Market analysis was made as well as patent search. With market analysis and patent search flaws of current solutions were found and guidelines were defined. With functional decomposition product is decomposed into functions and for each of them solution is found in morphological matrix. Concepts are generated with solutions for sub-functions from morphological matrix. In concept evaluation, the best one is selected for further development. Required calculations are made and based on them 3D model and technical documentation are made.

Key words: wheelchair, ramp, vehicle, function

## 1. UVOD

Kako bi se olakšao život osobama s invaliditetom koriste se razna pomagala. Najvažnije od svih su invalidska kolica (Slika 1) koja osobi omogućuju kretanje samostalno ili uz tuđu pomoć. Prva invalidska kolica pojavila su se još u 17. stoljeću i bila su izrađena od drveta koje je ostalo dominantan konstrukcijski materijal sve do 1933. kad su Harry Jennings i Herbert Everest izumili prva moderna, lagana, sklopiva kolica od čelika te postali prvi masovni proizvođač invalidskih kolica. Osim ovih klasičnih, koja se pogone snagom čovjeka danas postoje i kolica na električni pogon koja omogućuju osobama s invaliditetom veću samostalnost pri kretanju. Ipak i njihova brzina kretanja približna je brzini pješaka tako da je za savladavanje većih udaljenosti potrebno koristiti se vozilom.



**Slika 1. Invalidska kolica**

U cestovnom prometu za potrebe prijevoza osoba s invaliditetom koriste se vozila različitih kategorija i dimenzija, ovisno o tome da li je osoba s invaliditetom vozač ili putnik, što je češći slučaj. Najveći problem koji se javlja prilikom prijevoza osoba s invaliditetom je njihov ulazak u vozilo. Posebne poteškoće se javljaju ako osoba mora izlaziti iz kolica prilikom ulaska u vozilo. Iz tog razloga za prijevoz osoba s invaliditetom uglavnom se koriste višenamjenska putnička vozila (kombi vozila) koja imaju dovoljno prostora za prihvat putnika u invalidskim kolicima, posebno ukoliko je riječ o vozilima organiziranog prijevoza, a kako bi se ulazak olakšao koriste se ukrcajne rampe. Ukrcajne rampe razlikuju se po svom smještaju na vozilu i konstrukcijskoj izvedbi, od jednostavnih sklopivih rampi koje tvore kosinu po kojoj se kolica uvezu u vozilo do složenih liftova koji podižu osobu u kolicima. Svaka od izvedbi ima svoje prednosti i nedostatke koje će se detaljnije proučiti u nastavku ovoga rada te pronaći rješenje koje bi umanjilo neke od postojećih nedostataka.

## 2. PREGLED TRŽIŠTA I POSTOJEĆIH RJEŠENJA

Pregledom tržišta pronađeni su uređaji različitih konstrukcijskih izvedbi.

Osnovna podjela, prema smještaju na vozilu dijeli rampe na bočno smještene i na rampe smještene na stražnji kraj vozila, odnosno u njegov prtljažni prostor.

Bočno smještene rampe, prikazane slikom 2 pokretane su jednim ili više elektromotora, prikladne su i ukoliko je osoba s invaliditetom vozač te su kompaktnih dimenzija i ne zauzimaju prostor u vozilu, no primjena im je uglavnom ograničena na veća kombi vozila koja imaju veći razmak od tla iz razloga što se ugrađuju ispod karoserije vozila. Drugi važan nedostatak ovakve izvedbe je potreba za velikom širinom prostora oko vozila prilikom ulaska odnosno izlaska iz vozila.



**Slika 2. Bočno smještena rampa**

Rampe smještene na stražnji kraj vozila, odnosno u njegov prtljažni prostor dijele se na kose rampe bez pogonskog mehanizma i na rampe s pogonskim mehanizmom (liftove).

Rampe bez pogonskog mehanizma jednostavne su konstrukcije te prikladne za sve dimenzije kombi vozila. Nakon rasklapanja tvore kosinu po kojoj se osoba u kolicima samostalno ili uz pomoć uveze u vozilo. Glavni nedostatak im je to što su ograničene maksimalnim dozvoljenim nagibom kosine, što se može riješiti na 2 načina:

- 1) Povećanjem duljine kosine uz zadržavanje iste visine se smanjuje kut nagiba, ali ujedno rastu dimenzije rampe te je otežana primjena na skućenim prostorima kao što su parkirališta.
- 2) Snižavanje visine rampe se postiže različitim modifikacijama na vozilu poput snižavanja podnice, ugradnje podesivog ovjesa i slično, što u konačnici poskupljuje izvedbu i čini ju manje prikladnom za naknadnu ugradnju. Stoga proizvođači često prilikom proizvodnje automobila namijenjenog osobama s invaliditetom rade spomenute konstrukcijske preinake (Slika 3).





**Slika 3. Vozilo prilagođeno ulasku osoba u invalidskim kolicima**

Rampe s pogonskim mehanizmom (liftovi) podižu osobu u kolicima u vozilo pomoću mehanizma pokretanog hidrauličkim cilindrima. Najčešće se smještaju unutar vozila, to jest u njegov prtljažni prostor, a rjeđe ispod karoserije (samo kod velikih kombi vozila). Konstrukcija im je složenija nego ona rampi bez pogonskog mehanizma, većih su dimenzija i mase te se uglavnom ugrađuju na veća kombi vozila, ali zahtijevaju manje prostora na parkiralištu i uglavnom nisu potrebne modifikacije na karoseriji. Primjer jedne takve rampe prikazan je na slici 4.



**Slika 4. Vozilo s liftom smještenim u prtljažnom prostoru**

**Tablica 1. Usporedba postojećih rješenja**

Vrsta rampe	Bočno smještena	Kosa rampe bez pogonskog mehanizma	Lift smješten u prtljažni prostor
Potrebne modifikacije na vozilu	+/-	-	+
Zauzimanje prostora u vozilu	+	+/-	-
Potreban prostor na parkiralištu za ulaz/izlaz	-	-	+
Masa	+/-	+	-
Raspon vozila prikladnih za ugradnju	-	+	+/-
Potreba za korištenjem ljudske snage	+	-	+
Ukupno	0	-1	1

Iz usporedbe različitih izvedbi prikazane u tablici 1 dolazi se do zaključka kako su optimalne rampe s pogonskim mehanizmom (liftovi) smještene u stražnji kraj vozila. Glavne prednosti su im jednostavna ugradnja bez velikih modifikacija na karoseriji te jednostavno korištenje obzirom da zauzimaju najmanje mjesta na parkiralištu. Ono što se pokazalo kao najveći nedostatak je nešto veća masa, zauzimanje više prostora u vozilu i manja prikladnost za ugradnju u manja kombi vozila.

Temeljem toga će se u nastavku pregled konkretnih proizvođača i modela ograničiti na ove rampe.

## 2.1. AMF Bruns

Njemačka tvrtka AMF Bruns posluje već preko 50 godina i jedan je od vodećih europskih proizvođača opreme za prijevoz osoba s invaliditetom. Proizvodni pogoni smješteni su u Apeni i Friesoytheu. Osim ukrcajnih rampi proizvode i nosiljke, specijalizirana sjedala te ostalu opremu.

### 2.1.1. Linearlift AL1 Solid

Uređaj prikazan na slici 5 dostupan je u 3 dimenzije te je prikladan i za ugradnju na bočnu stranu vozila. Konstrukcija je aluminijska te je uređaj moguće ugraditi u srednje velika i velika kombi vozila. Ugrađena LED svjetla povećavaju uočljivost u prometu.



Slika 5. Linearlift AL1 Solid

**Tablica 2. Linearlift AL1 specifikacija**

Dimenzije	1290/350/1500 mm 1200/350/1250 mm 1120/350/1285 mm
Dimenzije platforme	920x1380 mm 830x1130 mm 750x1065 mm
Nosivost	400 kg
Visina podizanja	900 mm
Masa uređaja	120-130 kg (ovisno o verziji)
Pogon	elektro-hidraulički motor 12V
Trajanje podizanja	-
Trajanje spuštanja	-

Vozila prikladna za ugradnju: Citroen Jumper, Fiat Ducato, Ford Transit, Mercedes-Benz Sprinter, Mercedes-Benz Vito, Mercedes-Benz Viano, Nissan Interstar, Nissan Primastar, Opel Movano, Opel Vivaro, Peugeot Boxer, Renault Master, Renault Trafic, VW Crafter, VW T5

### 2.1.2. *Linearlift AL1 Split*

Modificirana verzija Linearlifta AL1 sa dvodijelnom platformom za praktičnije sklapanje. Također dostupna u 3 dimenzije, prikladna i za bočnu ugradnju, aluminijske konstrukcije te opremljena LED svjetlima. Prikladna za ugradnju u srednje velika i velika kombi vozila.

**Slika 6. Linearlift AL1 Split**

Tablica 3. Linearlift AL1 Split specifikacija

Dimenzije	1200/500/1405 mm 1120/500/1190 mm 1040/500/1190 mm
Dimenzije platforme	830x1300mm 750x1085mm 670x1085mm
Nosivost	400 kg
Visina podizanja	900 mm
Masa uređaja	140-150 kg (ovisno o verziji)
Pogon	elektro-hidraulički motor 12V
Trajanje podizanja	-
Trajanje spuštanja	-

Vozila prikladna za ugradnju: Citroen Jumper, Fiat Ducato, Ford Transit, Mercedes-Benz Sprinter, Mercedes-Benz Vito, Mercedes-Benz Viano, Nissan Interstar, Nissan Primastar, Opel Movano, Opel Vivaro, Peugeot Boxer, Renault Master, Renault Trafic, VW Crafter, VW T5

### 2.1.3. Schwenklift BSL 350

Model već 30 godina u uporabi. Platforma se zakreće oko stupa te se spušta po njemu što čini uređaj praktičnim za primjenu na skućenim parkiralištima. Prikladan za ugradnju isključivo na velika kombi vozila.



Slika 7. Schwenklift BSL 350

Tablica 4. Schwenklift BSL 350 specifikacija

Dimenzije	-
Dimenzije platforme	950x1200 mm
Nosivost	350 kg
Visina podizanja	-
Masa uređaja	150 kg
Pogon	elektro-hidraulički motor 12V
Trajanje podizanja	10 s
Trajanje spuštanja	8 s

Vozila prikladna za ugradnju: Citroen Jumper, Fiat Ducato, Ford Transit, Mercedes-Benz Sprinter, Nissan Interstar, Opel Movano, Peugeot Boxer, Renault Master, VW Crafter

## 2.2. Anteo

Talijanska tvrtka Anteo sa sjedištem u Bologni osnovana je 1969. godine. Specijalizirana je za proizvodnju različitih ukrcajnih rampi za teretna i osobna vozila te svoje proizvode izvozi po čitavom svijetu.

### 2.2.1. Futura 3 HD-IV

Uređaj ima aluminijsku konstrukciju te je dostupan u 4 različite dimenzije. Pogodan je za ugradnju u srednje velika i velika kombi vozila.



Slika 8. Anteo Futura 3 HD-IV

**Tablica 5. Anteo Futura 3 HD-IV specifikacija**

Dimenzije	1140/340/1220 mm 1140/340/1320 mm 1140/340/1420 mm 1240/340/1470 mm
Dimenzije platforme	800x1150 mm 800x1250 mm 800x1350 mm 900x1400 mm
Nosivost	320-350 kg
Visina podizanja	-
Masa uređaja	145-160 kg (ovisno o verziji)
Pogon	12V elektro-hidraulički motor 500 W ili 12V elektro-hidraulički motor 800 W
Brzina podizanja	5 m/min
Brzina spuštanja	6 m/min

Vozila prikladna za ugradnju: Citroen Jumper, Citroen Relay, Fiat Ducato, Ford Transit, Ford Tourneo, Iveco Daily, Mercedes-Benz Sprinter, Nissan Interstar, Nissan Primastar, Opel Movano, Opel Vivaro, Peugeot Boxer Combi, Renault Master, Renault Trafic, VW Crafter

### 2.3. Usporedba postojećih proizvoda

Nakon pronađenih nekoliko karakterističnih modela na tržištu slijedi usporedba na temelju kriterija definiranih u tablici 6.

**Tablica 6. Usporedba proizvoda**

	Linearlift AL1 Solid	Linearlift AL1 Split	Schwenklift BSL 350	Futura 3 HD-IV
Zauzimanje prostora u vozilu	+/-	+	+/-	+/-
Masa	+	+/-	+/-	+/-
Nosivost	+	+	+/-	+/-
Raspon vozila	+/-	+/-	-	+/-
Praktičnost za korištenje	+/-	+	+/-	+/-
Ukupno	2	3	-1	0

Nakon provedene usporedbe i ocjenjivanja može se zaključiti da je najbolji od uspoređenih proizvoda Linearlift AL1 Split. Niti u jednoj kategoriji nije negativno ocijenjen, a pobjedu mu donosi ponajviše praktičnost, zahvaljujući dvodijelnoj platformi.



### 3. PATENTI

Osim pregleda postojećih rješenja obavljena je i pretraga patenata koristeći Internet aplikaciju Google Patent Search. Uz svaki patent navedena je direktna poveznica, datum objave, autor te crtež i kratak opis koji je preveden s engleskog jezika i sažet.

#### 3.1. Patent 1

US 3874527 A – Vehicle mounted access ramp for wheelchair users

Autor: Robert E. Royce

Datum objave: 1.4.1975.

Poveznica:

[https://www.google.hr/patents/US3874527?dq=wheelchair+ramps+for+cars&hl=en&sa=X&ei=IS-LVlitIc7YPc\\_DgPgD&sqi=2&pj=1&ved=0CCIQ6AEwAQ](https://www.google.hr/patents/US3874527?dq=wheelchair+ramps+for+cars&hl=en&sa=X&ei=IS-LVlitIc7YPc_DgPgD&sqi=2&pj=1&ved=0CCIQ6AEwAQ)

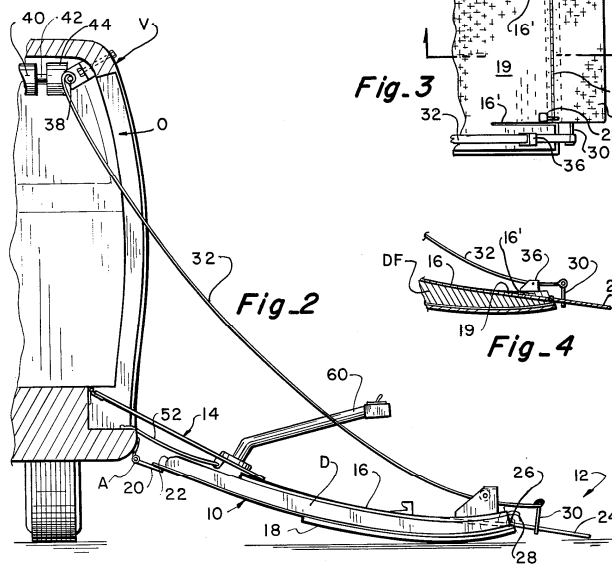
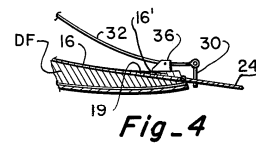
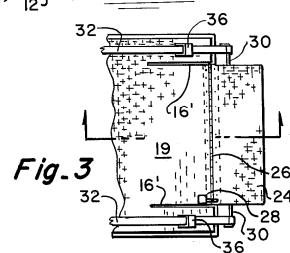
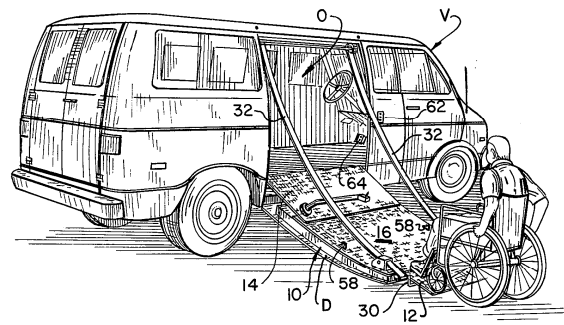
Opis:

Vrata vozila (poz. 10) modificirana su na način da se mogu spustiti rotirajući se oko horizontalno postavljene osovine. Unutarnja površina vrata (poz. 14 i 16) prilagođena je kako bi se kolica mogla kretati po njima. Vrata se podižu i spuštaju pomoću fleksibilnih traka (poz. 32) namotanih na vratilo (poz. 38) smješteno na rubu. Snaga potrebna za podizanje se dovodi na vratilo s 2 elektromotora (poz. 40) preko pužnog prijenosnika (poz. 44).

PATENTED APR 1 1975

3,874,527

SHEET 1 OF 2



Slika 9. Patent 1

### 3.2. Patent 2

US 4907936 A – Wheelchair lift for vehicles

Autor: Fernand J. Bourdage

Datum objave: 13.3.1990.

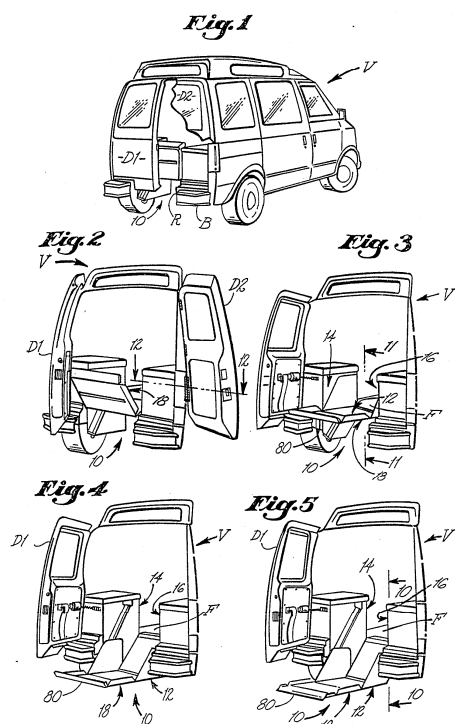
Poveznica:

<https://www.google.hr/patents/US4907936?dq=wheelchair+ramp+for+van&hl=en&sa=X&ei=Vy-LVnKyCYnyPOaUgNAC&sqi=2&pj=1&ved=0CFMQ6AEwCA>

Opis:

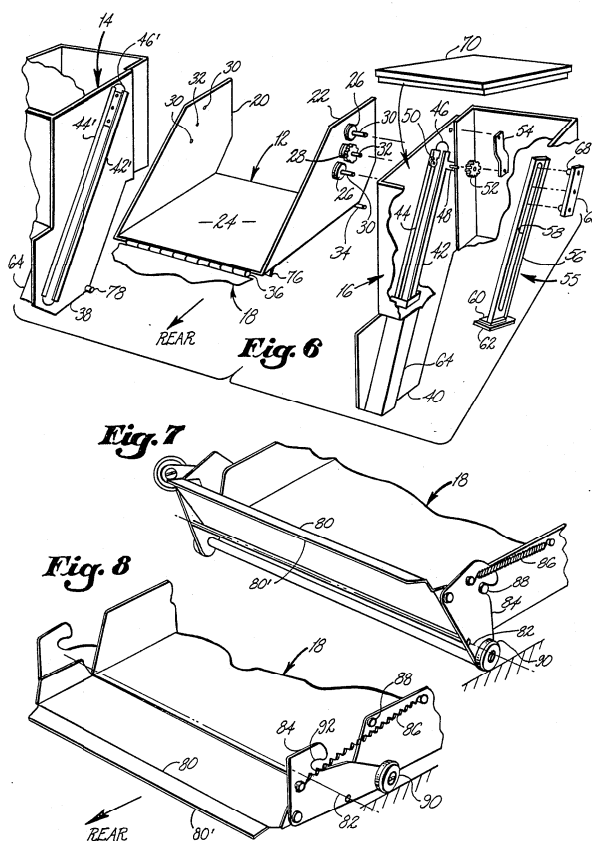
Lift za invalidska kolica prilagođen za ugradnju u stražnji kraj kombi vozila. Sastoji se od rasklopive platforme (poz. 80) koja se kreće po paru vodilica (poz. 14 i 16). Kretanje po vodilicama omogućuju valjčići (poz. 26 i 28). Platforma se pokreće lancem kojeg pogone lančanici spojeni na elektromotor.

U.S. Patent Mar. 13, 1990 Sheet 1 of 5 4,907,936



Slika 10. Patent 2

U.S. Patent Mar. 13, 1990 Sheet 2 of 5 4,907,936



Slika 11. Patent 2 detalj

### 3.3. Patent 3

US 3651965 A – Wheelchair ramp for automotive vehicles

Autori: Damico Sam, Randolph Leonard N., Simonelli Le Roy S.

Datum objave: 28.3.1972.

Poveznica:

<https://www.google.hr/patents/US3651965?dq=wheelchair+ramp+for+van&hl=en&sa=X&ei=Vy-LVnKyCYnyPOaUgNAC&sqi=2&pfj=1&ved=0CFoQ6AEwCQ>

Opis:

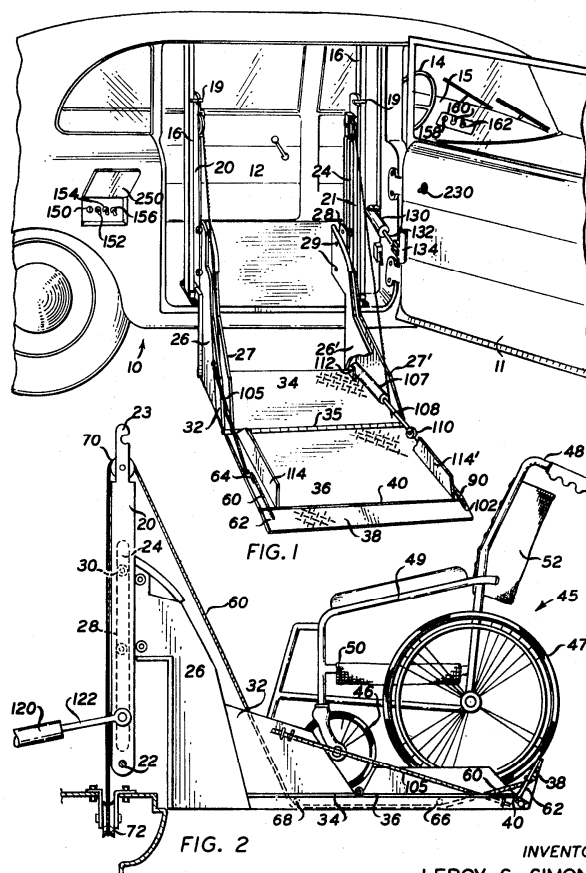
Rampa je predviđena da bude trajno pričvršćena na vozilo. Dva potpornja (poz. 26) su pričvršćena na dvije strane vrata vozila. Dvije poluge koje se svojim donjim krajevima zakreću oko potpornja nose prvi podni dio rampe (poz. 34). Drugi dio rampe (poz. 36) je

šarkama (poz. 35) spojen s prvim i trećim dijelom (poz. 38). Hidrauličkim cilindrima (poz. 84) na ručni pogon i užadima (poz. 60 i 90) podiže se i spušta čitava rampa.

PATENTED MAR 28 1972

3,651,965

SHEET 1 OF 5



INVENTORS  
 LEROY S. SIMONELLI  
 LEONARD B. RANDOLPH  
 BY SAM DAMICO

*Shelving, Fitzsimmons & Shelving*  
 Attorneys

Slika 12. Patent 3

PATENTED MAR 28 1972

3,651,965

SHEET 2 OF 5

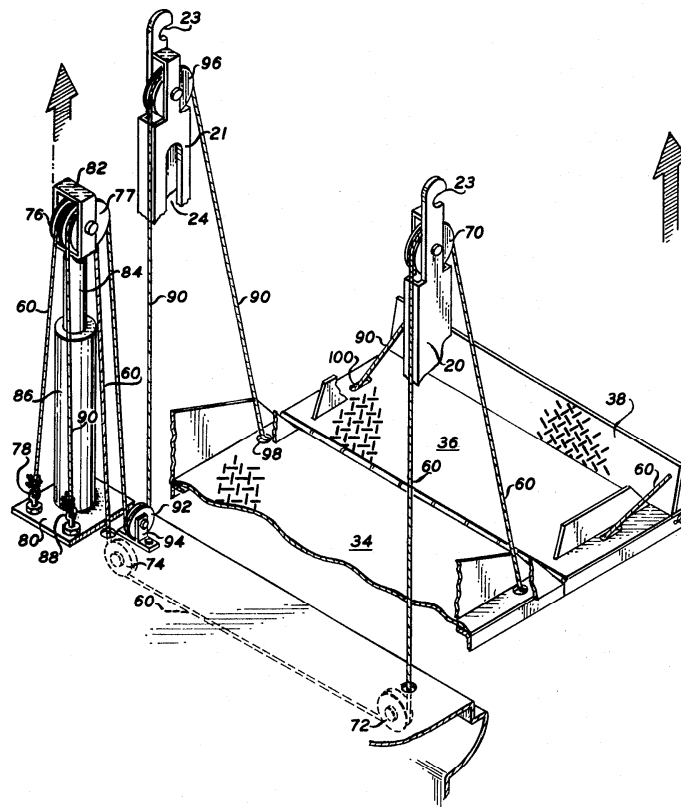


FIG. 3

INVENTORS  
LEROY S. SIMONELLI  
LEONARD B. RANDOLPH  
SAM DAMICO

BY

*Schlenger, Fitzgibbon & Schlenger*  
Attorneys

Slika 13. Patent 3 detalj

### 3.4. Usporedba patenata

Tablica 7. Usporedba patenata

Patent	Patent 1	Patent 2	Patent 3
Dimenzije	+	-	+
Masa	+/-	+/-	+/-
Jednostavnost ugradnje na vozilo	-	+/-	+
Praktičnost	+/-	+/-	+/-
Jednostavnost konstrukcije	+	-	+/-
Ukupno	1	-2	2

Nakon provedene usporedbe patenata po kriterijima definiranim u tablici 7, može se zaključiti da je najbolji patent 3 koji je vrlo ujednačen u svim kriterijima, a najveću prednost mu donosi jednostavnost ugradnje na vozilo bez velikih preinaka.

## 4. DEFINICIJA CILJA

Tablica 8. Definicija cilja

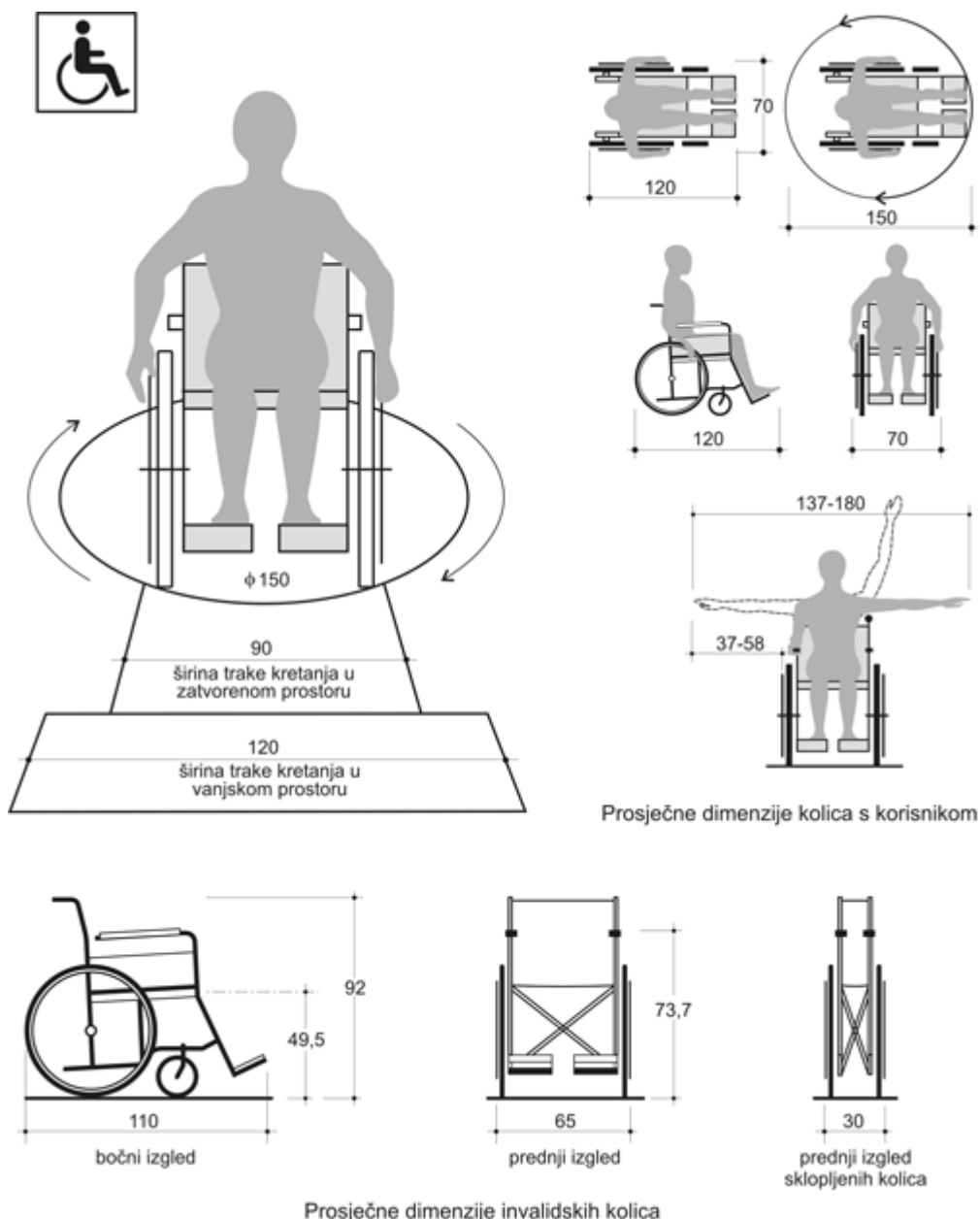
DEFINICIJA CILJA ZA RAZVOJ PROIZVODA	Naziv projekta: <b>Ukrcajna rampa za invalidska kolica prilagođena kompaktnim višenamjenskim putničkim vozilima</b>	Datum:
<b>Opis proizvoda:</b>		
Stroj za podizanje osoba u invalidskim kolicima prilikom ulaska u vozilo.		
<b>Primarno tržište:</b>		
Osobe s invaliditetom i njihove obitelji		
<b>Sekundarno tržište :</b>		
Taxi službe, domovi za starije i nemoćne osobe		
<b>Koje karakteristike se podrazumijevaju:</b>		
Sigurnost korisnika, korištenje električne energije za pogon		
<b>Ciljane grupe korisnika:</b>		
Kućanstva, ustanove, autoprijevozničke tvrtke		
<b>Pravci kreativnog razvoja:</b>		
Smanjenje dimenzija, jednostavnost za korištenje, jednostavnost montaže na vozilo		
<b>Limiti projekta:</b>		
Dimenzije ugradbenog prostora (vozila)		



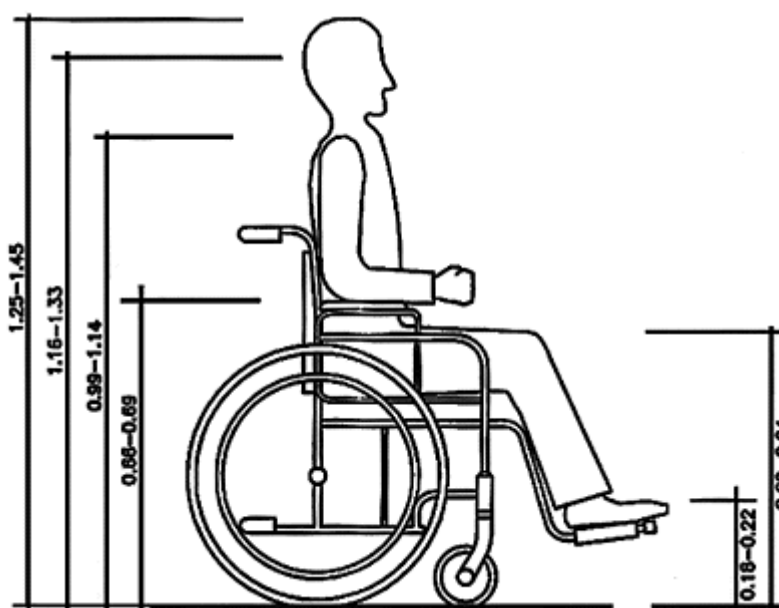
## 5. DEFINIRANJE TEHNIČKE SPECIFIKACIJE

Kako bi se definirala tehnička specifikacija uređaja te omogućila konstrukcijska razrada potrebno je pronaći dimenzije invalidskih kolica i dimenzije vozila prikladnih za ugradnju.

Iz [2] i [3] pronađene su prosječne dimenzije osoba u invalidskim kolicima, prikazane slikama 14 i 15.



Slika 14. Prosječne dimenzije invalidskih kolica



Slika 15. Visina osobe u invalidskim kolicima

Iz slika 14 i 15 slijede dimenzije osoba u invalidskim kolicima:

Visina: 1250 do 1450 mm

Širina: 700 mm

Duljina: 1200 mm

Tablica 9. Dimenzije vozila

Vozilo	Visina utovarnog ruba [mm]	Širina prtljažnog prostora [mm]	Visina prtljažnog prostora [mm]
Dacia Dokker	570	1189	1094
Fiat Doblo XL	600	-	1480
Ford Tourneo Connect	-	-	1245
Ford Grand Tourneo Connect	-	-	1234
Nissan NV200	524	1220	1358
Opel Combo Tour L1 H1	572	1210	1166
Opel Combo Tour L2 H1	572	1210	1166
Opel Combo Tour L1 H2	572	1215	1480
Peugeot Partner Tepee	582	-	1192
Renault Kangoo	573	1125	1155
Renault Grand Kangoo	580	1131	1115
VW Caddy Life	575	1185	1227
VW Caddy Maxi Life	585	1185	1243

U tablici 9 prikazane su unutarnje dimenzije prtljažnog prostora kompaktnih višenamjenskih putničkih vozila dostupnih na tržištu. Kako bi osobe u invalidskim kolicima stale u vozilo bez preinaka na karoseriji, vozilo mora imati minimalnu visinu prtljažnog prostora 1250 mm, a to su vozila Fiat Doblo XL, Nissan NV200 i Opel Combo Tour L1H2. Na ostalim vozilima bilo bi potrebno izvršiti preinaku kojom bi se podigla visina prtljažnog prostora.

Nakon provedenog pregleda postojećih proizvoda na tržištu, vozila prikladnih za ugradnju, prosječnih dimenzija osoba u invalidskim kolicima te uz poštivanje ograničenja propisanih u zadatku, definirana je sljedeća tehnička specifikacija za uređaj:

Pogon: elektromotorni za podizanje, ručno sklapanje

Najveća dopuštena nosivost rampe: 300 kg

Brzina podizanja: 5 m/min (uz odstupanje od +/- 5%)

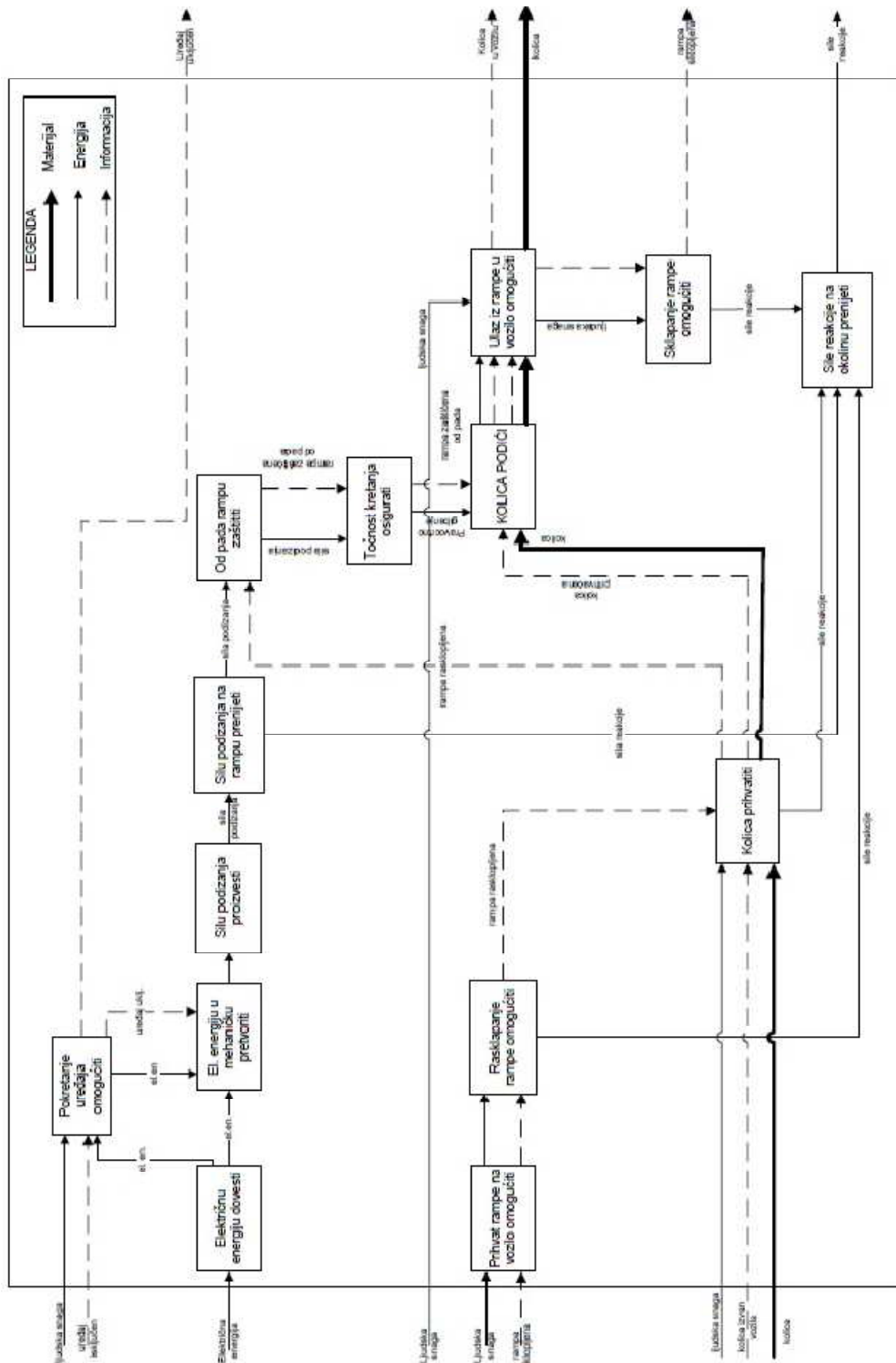
Najveća visina podizanja platforme: 600 mm (+5 do 10 mm rezerve)

Najveća dopuštena širina uređaja: 1150 mm

Najveća visina uređaja u sklopljenom položaju u vozilu: 1250 mm

Minimalne dimenzije korisnog prostora platforme (širina/duljina): 710/1200 mm






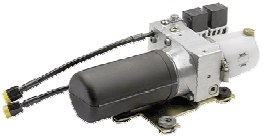


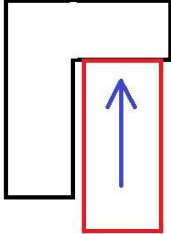

## 6. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA



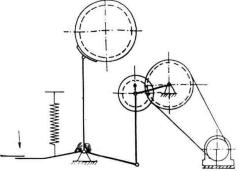
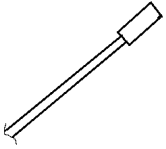


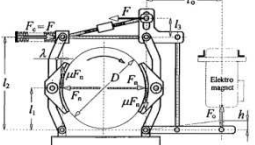
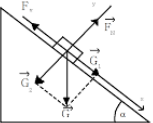




Slika 16. Funkcijska dekompozicija

## 7. MORFOLOŠKA MATRICA

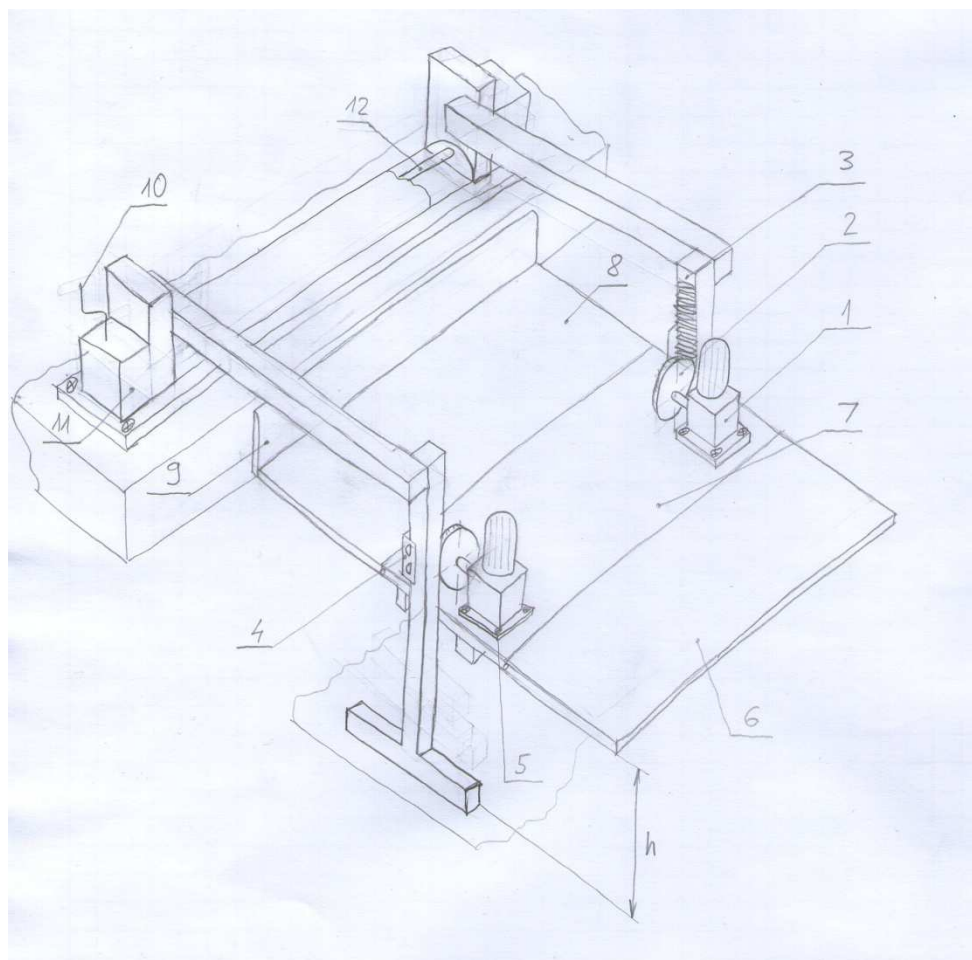
Tablica 10. Morfološka matrica

Pokretanje rampe omogućiti	Daljinski upravljač 	Tipke 	Prekidač 
Električnu energiju dovesti	Električni kabel 		
Električnu energiju u mehaničku pretvoriti	Elektromotor 	Elektro-hidraulička pumpa 	
Silu podizanja proizvesti	Zupčanik i zubna letva 	Vreteno 	Hidraulički cilindar 
Silu podizanja na rampu prenijeti	Oblikom 	Vijcima 	

Prihvat rampe na vozilo omogućiti	Vijci 		
Rasklapanje/sklapanje rampe omogućiti	Ručka 	Mehanizam za rasklapanje 	Poluga 
Točnost kretanja osigurati	Vodilice 	Vreteno 	
Od pada rampu zaštititi	Kočnica za držanje 	Samokočnost 	
Kolica prihvatiti	Platforma 		
Ulaz iz rampe u vozilo omogućiti	Rasklopivi lim 		

## 8. KONCEPTI

### 8.1. Koncept 1



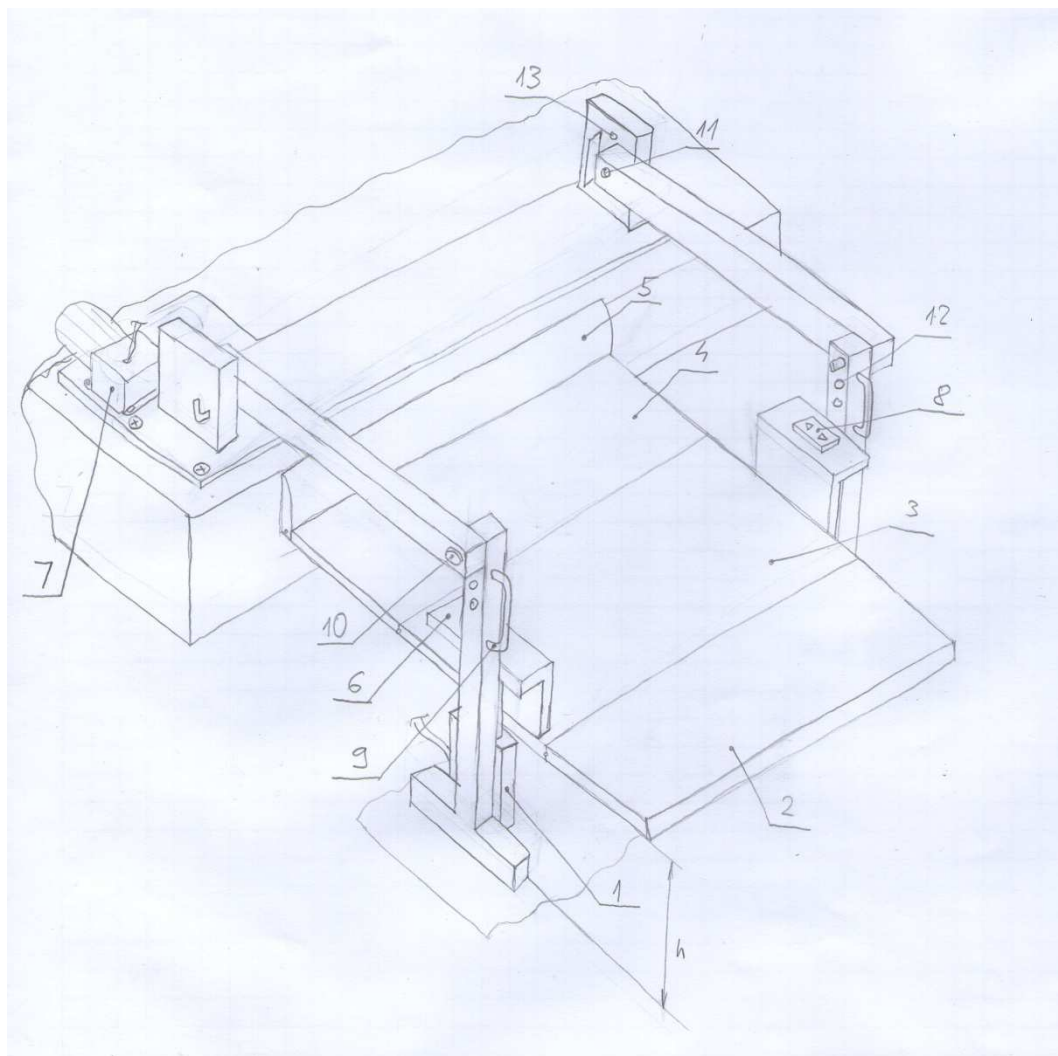
**Slika 17. Koncept 1**

Dva elektromotora (poz. 1) se preko zupčanika (poz. 2) podižu po zubnoj letvi (poz. 3). Pravilno vođenje osigurava vodilica s kotačićima (poz. 4). Sila podizanja se pomoću vijaka (poz. 5) prenosi na sklopivu četverodijelnu platformu (poz. 6, 7, 8, 9). Segment označen pozicijom 9 je u trenutku podizanja u sklopljenom položaju, a rasklapa se ručno i prelazi preko utovarnog ruba vozila nakon što je podizanje platforme završeno kako bi osoba u kolicima mogla ući u vozilo. Nakon što je osoba u kolicima ušla u vozilo segmenti platforme 6, 8 i 9 se sklupaju tvoreći oblik slova „u“. Rampa se uvlači u vozilo okretanjem ručice (poz. 10) čime se pokreće mehanizam koji se sastoji od pužnog vijka i kola sa svake strane rampe



(unutar kućišta (poz. 11)) te vratila (poz. 12) smještenog ispod zaštitnog lima. Mehanizam je samokočan te se tako sprječava pomicanje rampe u sklopljenom položaju.

## 8.2. Koncept 2

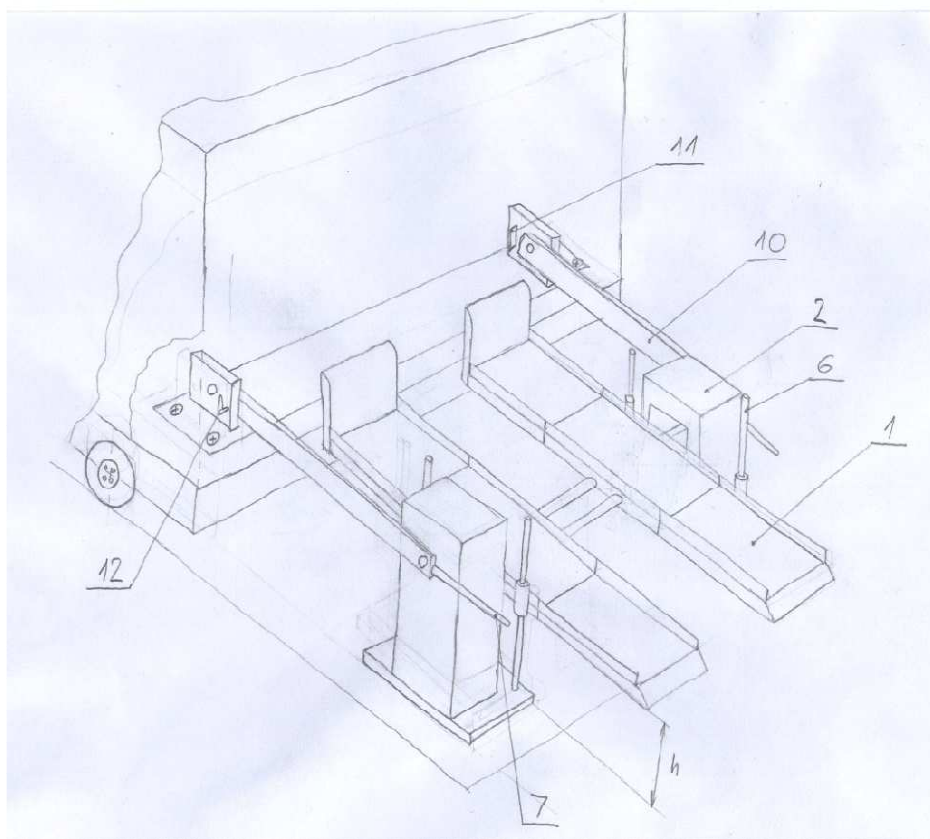


Slika 18. Koncept 2

Dva hidraulička cilindra (poz. 1) podižu četverodijelnu platformu (poz. 2, 3, 4 i 5) preko 2 L-profila (poz. 6). Hidrauličke cilindre pokreće pumpa s elektromotorom (poz. 7). Uređaj se pokreće preko daljinskog upravljača (poz. 8). Segment označen pozicijom 5 je u trenutku podizanja u sklopljenom položaju, a rasklapa se ručno i prelazi preko utovarnog ruba vozila nakon što je podizanje platforme završeno kako bi osoba u kolicima mogla ući u vozilo. Nakon što je osoba u kolicima ušla u vozilo segmenti platforme 2, 4 i 5 se sklapaju tvoreći oblik slova „u“.

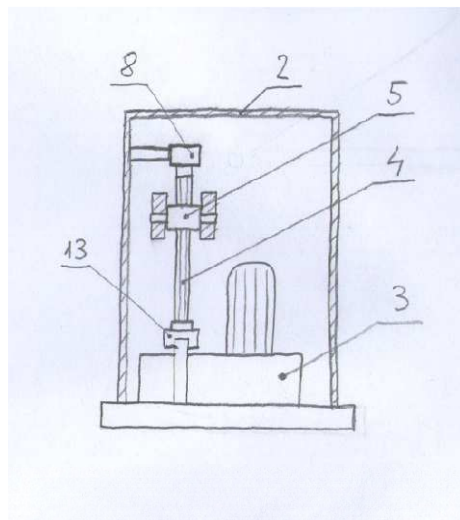
Rampa se u vozilo uvlači ručno, a prihvat je omogućen dvjema ručkama (poz. 9). Rampa se prilagođava visini vozila umetanjem svornjaka (poz. 10 i 11) u odgovarajuću rupu (poz. 12 i 13).

### 8.3. Koncept 3

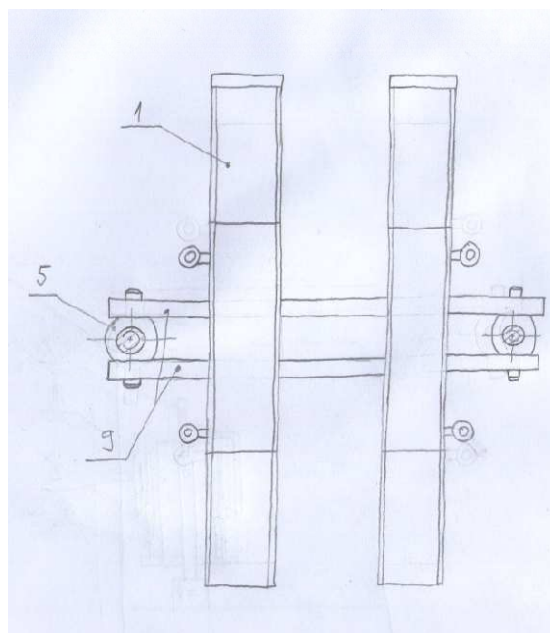


**Slika 19. Koncept 3**

Rampa prikazana na slici 19 sastoji se od dvije sklopive platforme (poz. 1) koje podižu 2 elektromotora (poz. 3) smještena u kućište (poz. 2) preko vretena (poz. 4) i matice (poz. 5). Pravilno vođenje platforme osiguravaju 4 vodilice (poz. 6). Nakon što se osoba u kolicima podigne na potrebnu visinu, prednji segmenti platforme se rasklope naslanjajući se pritom na rub vozila te se osoba može uvesti u vozilo. Sklapanje platforme vrši se na način da se svi segmenti ručno preklope tvoreći oblik slova „u“. Nakon toga pomoću ručki (poz. 7) cijela se platforma podigne u vozilo.



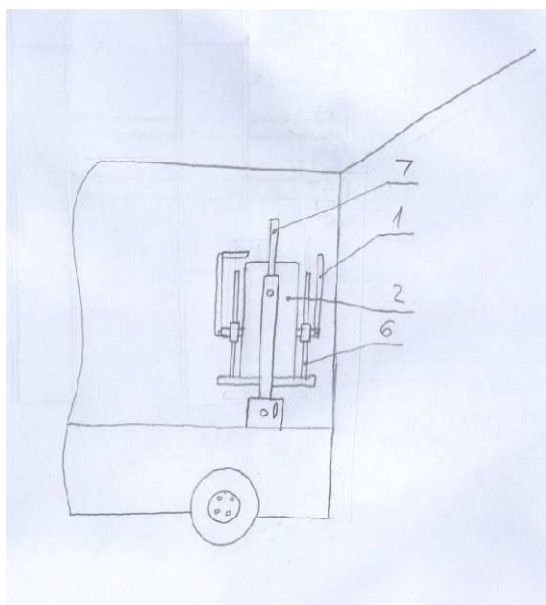
**Slika 20. Koncept 3 – detalj 1**



**Slika 21. Koncept 3 – detalj 2**

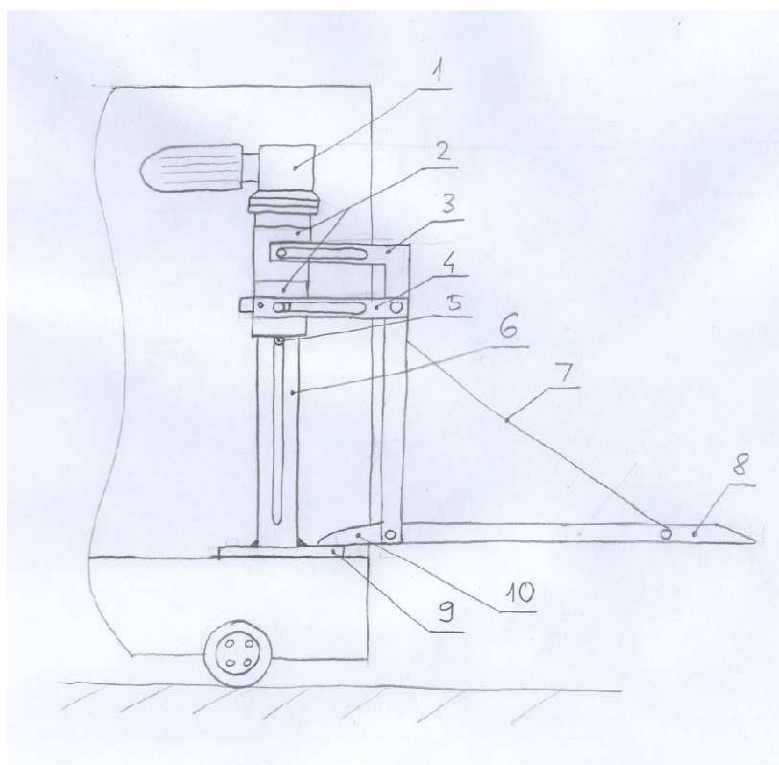
Elektromotor (poz. 3) okreće vreteno (poz. 4) koje je radijalno uležišteno na gornjem kraju (poz. 8) i aksijalno na donjem (poz. 13) te tako podiže maticu (poz. 5). Matica je povezana preko poprečnih nosača (poz. 9) s platformom (poz 1) prema slici 21.

Na slici 22 prikazana je rampa u sklopljenom položaju u vozilu.

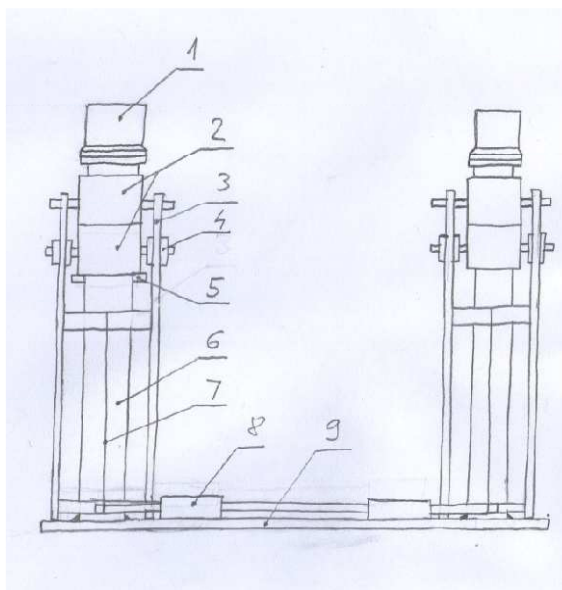


Slika 22. Koncept 3 u sklopljenom položaju

#### 8.4. Koncept 4

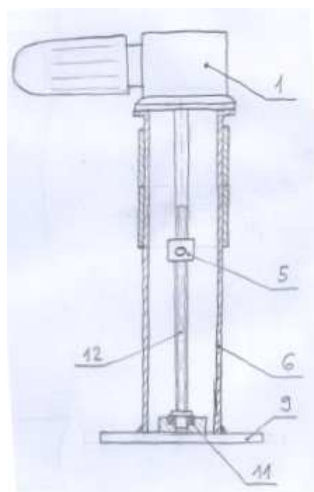


Slika 23. Koncept 4 – bočni pogled



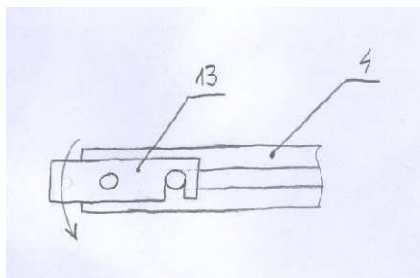
**Slika 24. Koncept 4 – pogled sprijeda**

Uređaj prikazan na slici 23 pokreću 2 elektromotora (poz. 1). Svaki elektromotor pokreće vreteno (poz. 12) po kojem se giba matica (poz. 5) koja preko 2 izdanka prenosi silu podizanja na klizne prstenove (poz. 2). Klizni prstenovi gibaju se po stupu (poz. 6) koji je zavaren na temeljnu ploču (poz. 9) te su povezani s okvirom (poz. 3) i krakovima (poz. 4). Okvir je preko užeta (poz. 7) i zgloba spojen s dvodijelnom platformom (poz. 8) koja nosi osobu u invalidskim kolicima. Nakon što se platforma podigne na željenu visinu, sklopivi lim (poz. 10) se spusti te se osoba u kolicima uveze u vozilo.

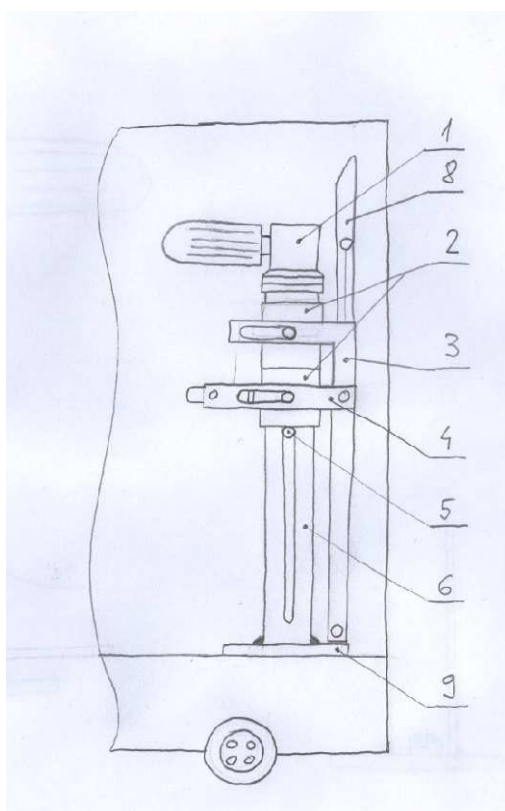


**Slika 25. Koncept 4 – detalj pogonskog mehanizma**

Uređaj se sklapa na način da se sklopivi lim (poz. 10) i platforma (poz. 8) ručno podignu u okomit položaj. Nakon toga zakrene se graničnik (poz. 13) kako bi se oslobodili kraci (poz. 4) i omogućila translacija njih i okvira po izdancima prstenova. Rampa u sklopljenom položaju prikazana je na slici 27.



Slika 26. Koncept 4 – detalj graničnika



Slika 27. Koncept 4 u sklopljenom položaju

### 8.5. Usporedba koncepata

Kriteriji za usporebu koncepata su masa uređaja, zauzimanje prostora u vozilu, cijena, praktičnost za korištenje, jednostavnost ugradnje u vozilo i utjecaj na vidljivost iz vozila.

**Tablica 11. Usporedba koncepata**

Koncept	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3	Koncept 4
Masa uređaja	-	+/-	+/-	+/-
Zauzimanje prostora u vozilu	+/-	+/-	+/-	+
Cijena	-	-	+	+
Praktičnost za korištenje	+/-	-	-	+
Jednostavnost ugradnje u vozilo	+/-	+/-	+/-	+/-
Utjecaj na vidljivost iz vozila	+/-	+/-	+	-
Ukupno	-2	-2	1	2

Iz provedene usporedbe može se zaključiti da je najbolji koncept 4 koji će se u nastavku detaljno razraditi. Prednost pred ostalima mu daju niža cijena, praktičnost za korištenje zahvaljujući jednostavnom sklapanju te zauzimanje najmanje prostora u vozilu, što je postignuto smještajem pogonskih motora na vrh konstrukcije.

## 9. PRORAČUN I KONSTRUKCIJSKA RAZRADA

### 9.1. Proračun platforme

Platforma je dugačka 1200 mm i opterećena težinom čovjeka u kolicima.

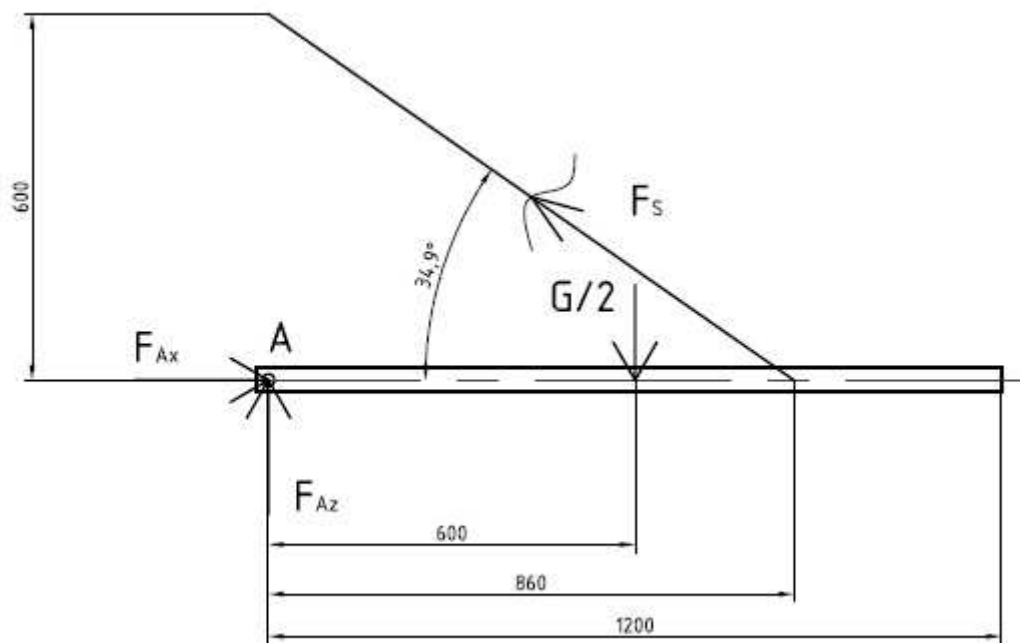
Najveća masa čovjeka u kolicima, prema tekstu zadatka:

$$m_G = 300 \text{ kg}$$

Težina čovjeka u kolicima:

$$G = m_G \cdot g = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N} \quad (1)$$

Pošto je platforma simetrična i simetrično opterećena, može se promatrati samo jedna polovica konstrukcije s polovičnim opterećenjem.



Slika 28. Shema opterećene platforme

Prema slici 28, postavljaju se jednadžbe uvjeta ravnoteže:

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{Ax} - F_S \cdot \cos 34,9^\circ = 0 \quad (2)$$

$$\sum F_z = 0$$

$$-F_{Az} - F_S \cdot \sin 34,9^\circ + \frac{G}{2} = 0 \quad (3)$$



$$\sum M_A = 0$$

$$F_S \cdot \sin 34,9^\circ \cdot 860 - \frac{G}{2} \cdot 600 = 0 \quad (4)$$

Iz jednađzbi (2), (3) i (4) slijedi:

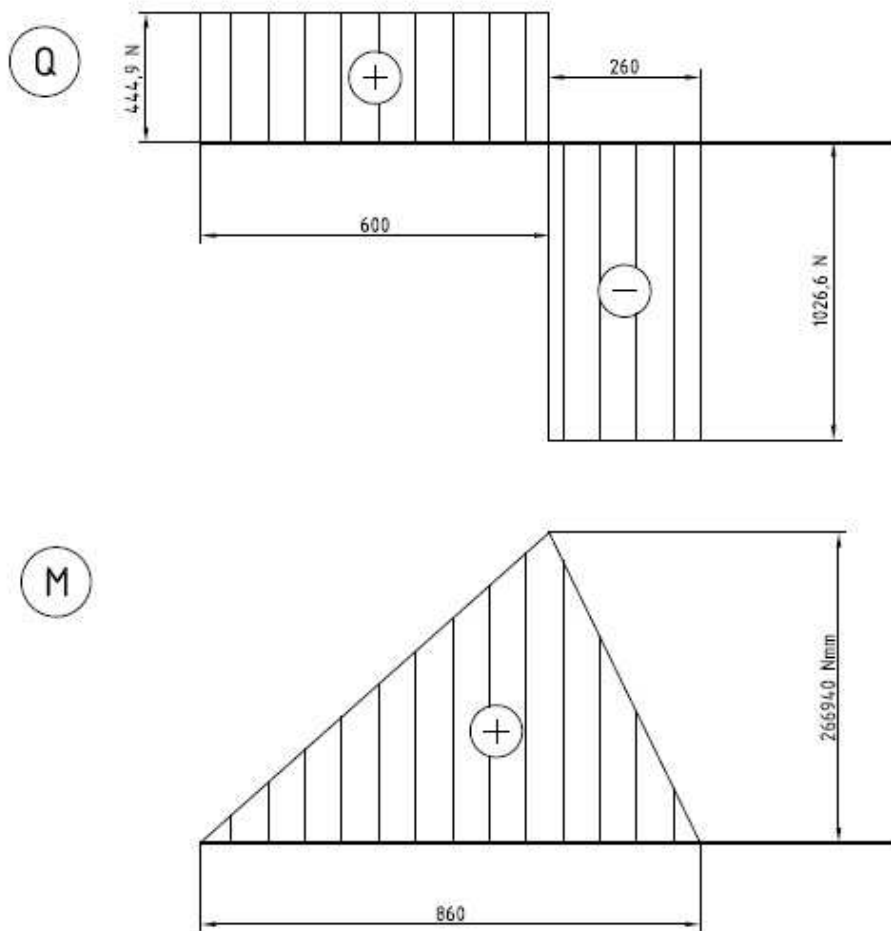
$$F_{Ax} = 1471,5 \text{ N}$$

$$F_{Az} = 444,9 \text{ N}$$

$$F_S = 1794,3 \text{ N} - \text{sila u užetu}$$

Rezultantna sila u osloncu A:

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Az}^2} = \sqrt{1471,5^2 + 444,9^2} = 1537,3 \text{ N} \quad (5)$$



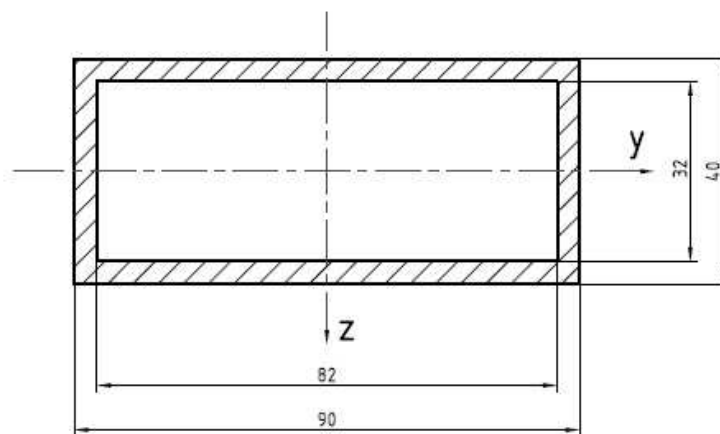
Slika 29. Q i M – dijagrami platforme

Iz dijagrama unutarnjih sila i momenta savijanja sa slike 29, očita se najveća vrijednost momenta savijanja:

$$M_{y,1} = F_{Az} \cdot l_{AG} = 444,9 \cdot 600 = 266940 \text{ Nmm} \quad (6)$$

$$l_{GA} = 600 \text{ mm} - \text{razmak između oslonca A i sile } \frac{G}{2}$$

Odabran je pravokutni profil iz [4], str. 83:



**Slika 30. Pravokutni profil platforme**

Pomoću dimenzija prikazanih na slici 30 računa se:

Moment tromosti profila oko osi y:

$$I_{y,1} = \frac{B_{pp} \cdot H_{pp}^3}{12} - \frac{b_{pp} \cdot h_{pp}^3}{12} = \frac{90 \cdot 40^3}{12} - \frac{82 \cdot 32^3}{12} = 256085,3 \text{ mm}^4 \quad (7)$$

$B_{pp} = 90 \text{ mm}$  - vanjska širina presjeka profila, iz konstrukcije (Slika 30)

$H_{pp} = 40 \text{ mm}$  - vanjska visina presjeka profila, iz konstrukcije (Slika 30)

$b_{pp} = 82 \text{ mm}$  - unutarnja širina presjeka profila, iz konstrukcije (Slika 30)

$h_{pp} = 32 \text{ mm}$  - unutarnja visina presjeka profila, iz konstrukcije (Slika 30)

Naprezanje uslijed savijanja:

$$\sigma_{f,1} = \frac{M_{y,1}}{I_{y,1}} \cdot \frac{H_{pp}}{2} = \frac{266940}{256085,3} \cdot \frac{40}{2} = 20,8 \text{ N/mm}^2 \quad (8)$$

Prema [5], str. 707., iz Smithovog dijagrama za materijal S235JRG2 očitano je iznos dinamičke izdržljivosti pri savijanju za čisto istosmjerno opterećenje:

$$\sigma_{fDI(0)} = 300 \text{ N/mm}^2$$

Odabrani faktor sigurnosti:

$$S = 2$$

Dopušteno naprezanje:

$$\sigma_{dop} = \frac{\sigma_{fDI(0)}}{S} = \frac{300}{2} = 150 \text{ N/mm}^2 \quad (9)$$

$$\sigma_{f,1} < \sigma_{dop} - \text{zadovoljava}$$

Potrebno je odabrati i odgovarajuće uže.

$$F_S = 1794,3 \text{ N} - \text{sila u užetu}$$

$$S_U = 7 - \text{odabrani faktor sigurnosti za uže}$$

Minimalna prekidna sila:

$$F_{min} \geq F_S \cdot S_U = 1794,3 \cdot 7 = 12560,1 \text{ N} \approx 12,6 \text{ kN} \quad (10)$$

Iz [5], str. 595 odabire se čelično uže bez jezgre 1x7 (DIN 3052:1972-03)

$$d_u = 4 \text{ mm} - \text{nazivni promjer užeta}$$

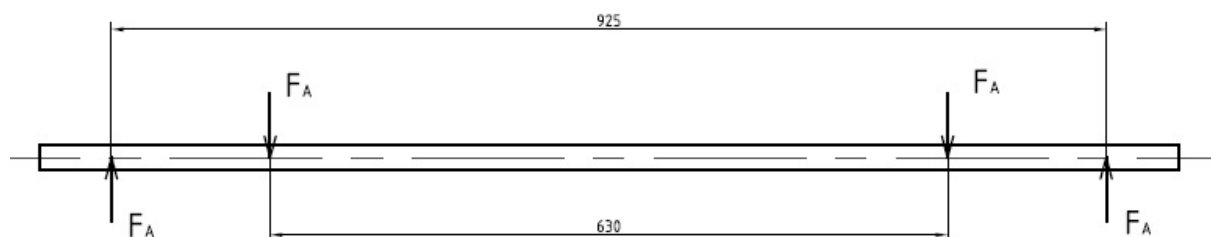
$$F_{min} = 13,7 \text{ kN} - \text{najmanja prekidna sila}$$

$$R_m = 1570 \text{ N/mm}^2 - \text{vlačna čvrstoća}$$

## 9.2. Proračun šipke

Platformu nose dvije šipke spojene s okvirom i užetom.

Šipka koja je spojena s okvirom simetrično je opterećena na savijanje silom  $F_A$  sa svake strane.



Slika 31. Šipka

Moment savijanja:

$$M_{y,2} = F_A \cdot l_{FA} = 1537,3 \cdot 147,5 = 226751,8 \text{ Nmm} \quad (11)$$

$$l_{FA} = \frac{925 - 630}{2} = 147,5 \text{ mm} - \text{krak sile, iz konstrukcije}$$

Naprezanje uslijed savijanja:

$$\sigma_{f,2} = \frac{M_{y,2}}{0,1 \cdot d_s^3} = \frac{226751,8}{0,1 \cdot 24^3} = 164 \text{ N/mm}^2 \quad (12)$$

$d_s = 24 \text{ mm}$  – promjer šipke, iz konstrukcije

Prema [5], str. 707., iz Smithovog dijagrama za materijal E295 očitano je iznos dinamičke izdržljivosti pri savijanju za čisto istosmjerno opterećenje:

$$\sigma_{fDI(0)} = 370 \text{ N/mm}^2$$

Odabrani faktor sigurnosti:

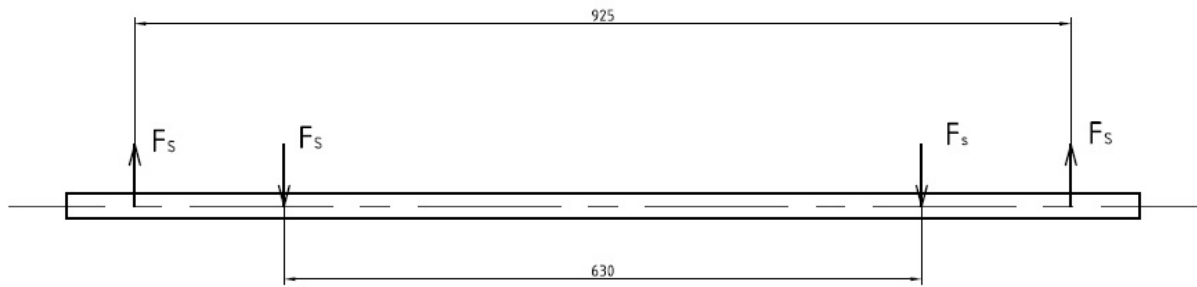
$$S = 2$$

Dopušteno naprezanje:

$$\sigma_{dop} = \frac{\sigma_{fDI(0)}}{S} = \frac{370}{2} = 185 \text{ N/mm}^2 \quad (13)$$

$\sigma_{f,2} < \sigma_{dop}$  – zadovoljava

Šipka na koju je vezano uže, simetrično je opterećena na savijanje silom  $F_S$  sa svake strane, prema slici 32.



Slika 32. Šipka za uže

Moment savijanja:

$$M_{y,3} = F_S \cdot l_{FS} = 1794,3 \cdot 147,5 = 264659,3 \text{ Nmm} \quad (14)$$

$$l_{FS} = \frac{925-630}{2} = 147,5 \text{ mm - krak sile, iz konstrukcije}$$

Naprezanje uslijed savijanja:

$$\sigma_{f,3} = \frac{M_{y,3}}{0,1 \cdot d_{su}^3} = \frac{264659,3}{0,1 \cdot 24^3} = 191,4 \text{ N/mm}^2 \quad (15)$$

$d_{su} = 24 \text{ mm}$  – promjer šipke za uže, iz konstrukcije

Prema [5], str. 708., iz Smithovog dijagrama za materijal E335 očitano je iznos dinamičke izdržljivosti pri savijanju za čisto istosmjerno opterećenje:

$$\sigma_{fDI(0)} = 450 \text{ N/mm}^2$$

Odabrani faktor sigurnosti:

$$S = 2$$

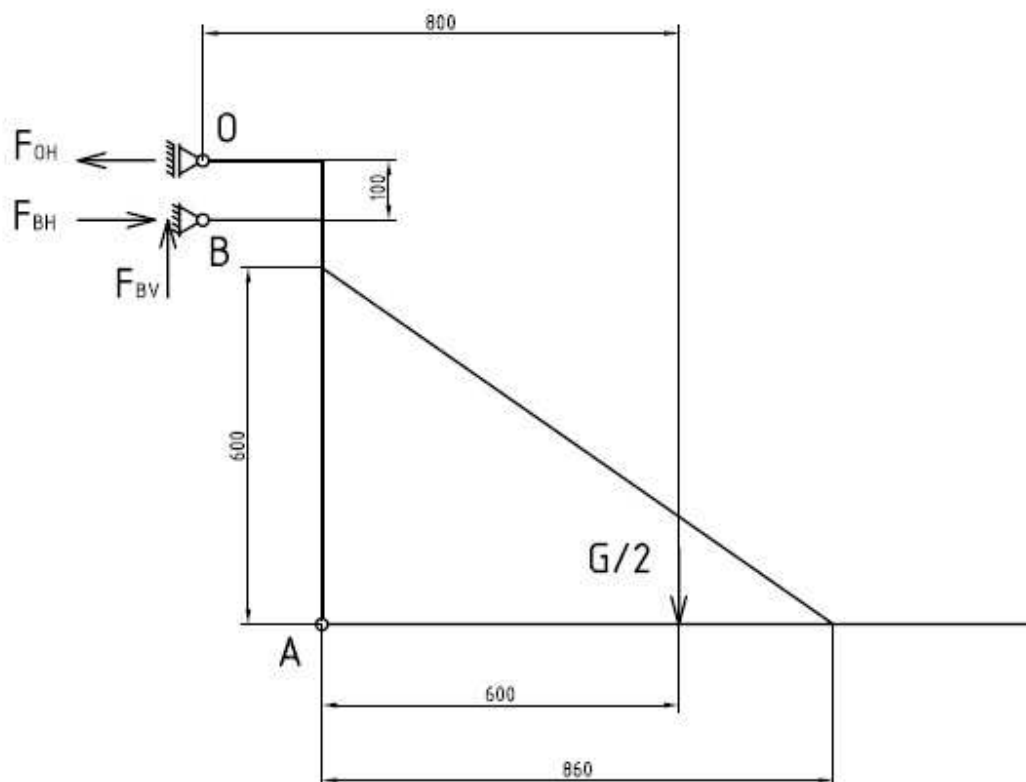
Dopušteno naprezanje:

$$\sigma_{dop} = \frac{\sigma_{fDI(0)}}{S} = \frac{450}{2} = 225 \text{ N/mm}^2 \quad (16)$$

$\sigma_{f,3} < \sigma_{dop}$  – zadovoljava

### 9.3. Proračun okvira

Okvir je spojen s platformom preko šipke i užeta. Na konstrukciji se nalaze 2 okvira postavljena simetrično s obzirom na opterećenje tako da je dovoljno promatrati jednoga od njih.



Slika 33. Shema opterećenog okvira

Iz prikaza opterećenja sa slike 33 se postavljaju jednadžbe uvjeta ravnoteže:

$$\sum F_H = 0$$

$$-F_{OH} + F_{BH} = 0 \quad (17)$$

$$\sum F_V = 0$$

$$F_{BV} - \frac{G}{2} = 0 \quad (18)$$

$$\sum M_O = 0$$

$$-\frac{G}{2} \cdot 800 + F_{BH} \cdot 100 = 0 \quad (19)$$

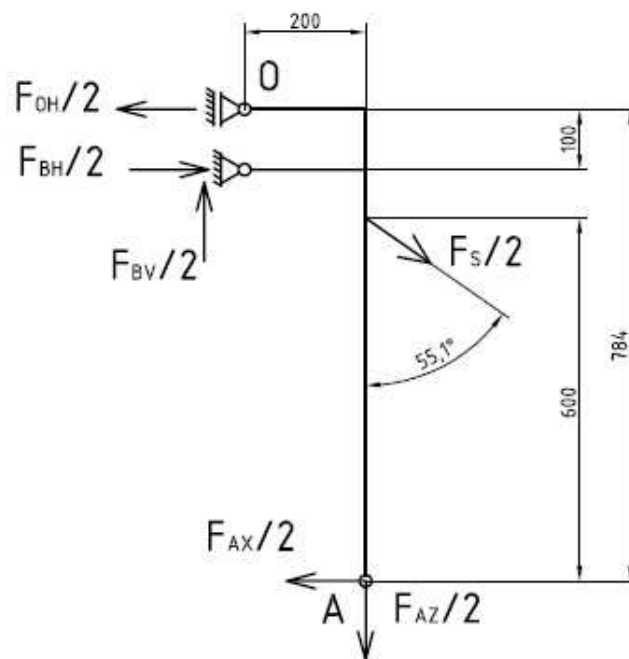
Iz jednađbi (18), (19) i (20) slijedi:

$$F_{BH} = \frac{G}{2} \cdot \frac{800}{100} = 1471,5 \cdot \frac{800}{100} = 11772 \text{ N} \quad (20)$$

$$F_{OH} = F_{BH} = 11772 \text{ N} \quad (21)$$

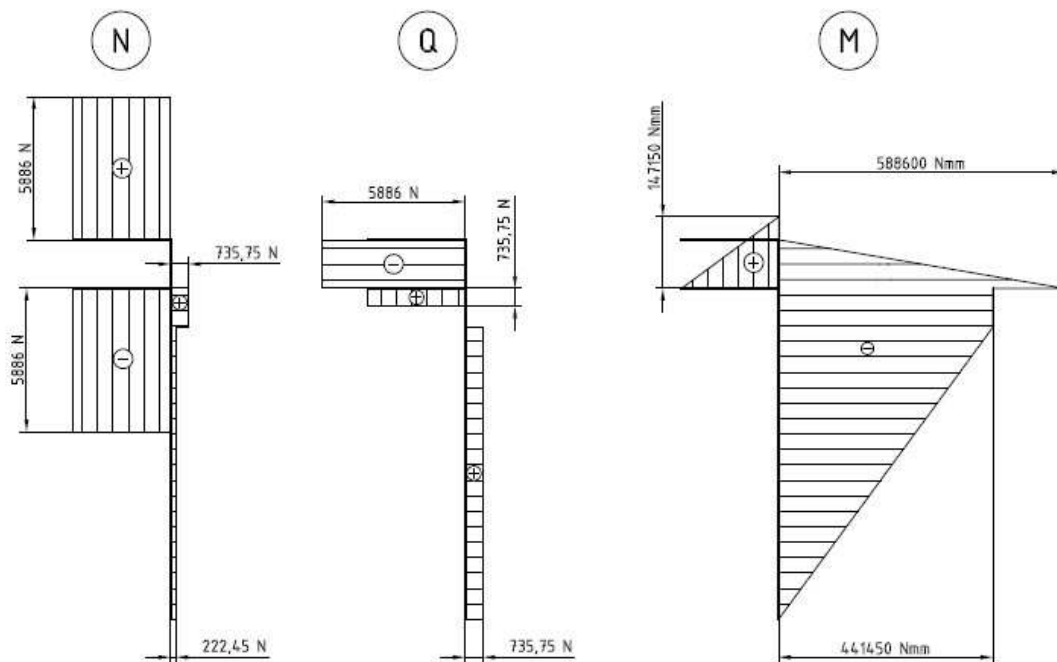
$$F_{BV} = 1471,5 \text{ N} \quad (22)$$

Okvir je simetričan tako da je dovoljno promatrati samo jednu njegovu polovicu.



Slika 34. Shema opterećene polovice okvira

Sile  $F_S$ ,  $F_{Ax}$  i  $F_{Ay}$  izračunate su pod 9.1. te se pomoću njih konstruiraju N, Q i M dijagrami.



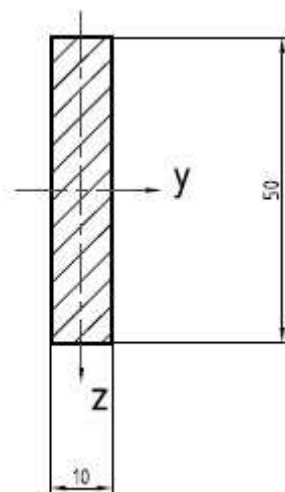
Slika 35. N, Q i M – dijagrami okvira

Iz dijagrama unutarnjih sila i momenta savijanja sa slike 35 očita se najveći iznos momenta savijanja.

Najveći moment savijanja, očitano iz M-dijagrama:

$$M_{y,4} = \frac{F_{OH}}{2} \cdot l_{OB} = 5886 \cdot 100 = 588600 \text{ Nmm} \quad (23)$$

$l_{OB} = 100 \text{ mm}$  - razmak između oslonaca okvira



Slika 36. Presjek okvira



Naprezanje uslijed savijanja:

$$\sigma_{f,4} = \frac{M_{y,4}}{I_{y,p0}} \cdot \frac{h_{p0}}{2} = \frac{588600}{104166,7} \cdot \frac{50}{2} = 141,3 \text{ N/mm}^2 \quad (24)$$

Moment inercije presjeka okvira:

$$I_{y,p0} = \frac{b_{p0} \cdot h_{p0}^3}{12} = \frac{10 \cdot 50^3}{12} = 104166,7 \text{ mm}^4 \quad (25)$$

$b_{p0} = 10 \text{ mm}$  - širina presjeka profila okvira, iz konstrukcije (Slika 36)

$h_{p0} = 50 \text{ mm}$  – visina presjeka profila okvira, iz konstrukcije (Slika 36)

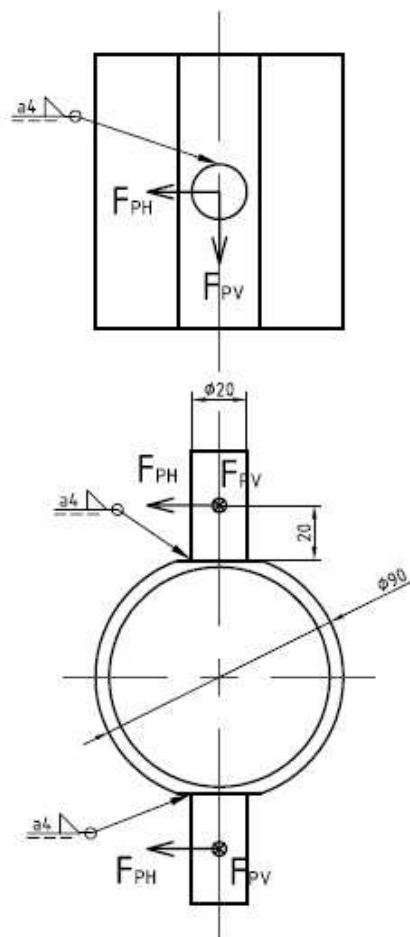
Za materijal S235JRG2 i čisto istosmjerno savojno opterećenje dopušteno naprezanje izračunato je pod 9.1. i iznosi

$$\sigma_{dop} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{f,4} < \sigma_{dop}$  - zadovoljava

#### 9.4. Proračun kliznih prstenova

Klizni prstenovi koji služe za vođenje opterećeni su sa svake strane na izdancima horizontalnom i vertikalnom silom koje su iznosom jednake silama  $\frac{F_{BH}}{2}$  i  $\frac{F_{BV}}{2}$  izračunatima pod 9.3.



Slika 37. Shema opterećenja prstena

Horizontalna sila na izdanak prstena:

$$F_{PH} = \frac{F_{BH}}{2} = 5886 \text{ N} \quad (26)$$

Vertikalna sila na izdanak prstena:

$$F_{PV} = \frac{F_{BV}}{2} = 735,75 \text{ N} \quad (27)$$

Rezultantna sila na jedan izdanak prstena:

$$F_{P,R} = \sqrt{F_{PH}^2 + F_{PV}^2} = \sqrt{5886^2 + 735,75^2} = 5931,8 \text{ N} \quad (28)$$

Moment savijanja koji opterećuje zavar:

$$M_{f,zav1} = F_{P,R} \cdot l_p = 5931,8 \cdot 20 = 118636 \text{ Nmm} \quad (29)$$

$l_p = 20 \text{ mm}$  – krak sile, iz konstrukcije (Slika 38)

Naprezanje uslijed savijanja u zavaru:

$$\sigma_{f,zav1} = \frac{M_{f,zav1}}{0,1 \cdot \frac{D_{z1}^4 - d_{z1}^4}{D_{z1}}} = \frac{118636}{0,1 \cdot \frac{28^4 - 20^4}{28}} = 73,1 \text{ N/mm}^2 \quad (30)$$

$D_{z1} = 28 \text{ mm}$  – vanjski promjer proračunskog presjeka zavara, iz konstrukcije (Slika 37)

$d_{z1} = 20 \text{ mm}$  - unutarnji promjer proračunskog presjeka zavara, iz konstrukcije (Slika 37)

Posmično naprezanje u zavaru:

$$\tau_{zav1} = \frac{F_{P,R}}{A_{zav}} = \frac{5931,8}{301,6} = 19,7 \text{ N/mm}^2 \quad (31)$$

Površina proračunskog presjeka zavara:

$$A_{zav} = \frac{(D_{z1}^2 - d_{z1}^2) \cdot \pi}{4} = \frac{(28^2 - 20^2) \cdot \pi}{4} = 301,6 \text{ mm}^2 \quad (32)$$

Ekvivalentno naprezanje u zavaru:

$$\sigma_{zav1} = \sqrt{\sigma_{f,zav1}^2 + 3 \cdot \tau_{zav1}^2} = \sqrt{73,1^2 + 3 \cdot 19,7^2} = 80,7 \text{ N/mm}^2 \quad (33)$$

Dopušteno ekvivalentno naprezanje u kutnom zavaru, prema [6], str. 38, Tablica 1.11. za materijal S235JRG2, jednosmjerno promjenjivo opterećenje i kvalitetu zavara III

$$\sigma_{dop,zav} = 110 \text{ N/mm}^2 \quad (34)$$

$\sigma_{zav1} < \sigma_{dop,zav}$  – zadovoljava

## 9.5. Odabir elektromotora i vretena

Pošto konstrukciju platforme i okvira podižu 2 elektromotora ukupno opterećenje se dijeli na pola.

Težina polovice tereta:

$$\frac{G}{2} = 1471,5 \text{ N}$$

Težina polovice konstrukcije:

$$G_{konst/2} = m_{konst/2} \cdot g = 25 \cdot 9,81 = 245,3 \text{ N} \quad (35)$$

$m_{konst/2} \approx 25 \text{ kg}$  - masa polovice konstrukcije platforme i okvira, procjena

Trenje koje se javlja prilikom gibanja prstenova po stupu jednako je umnošku sume horizontalnih sila na izdanke prstenova i faktora trenja:

$$F_{tr} = 4 \cdot \mu \cdot F_{pH} = 4 \cdot 0,02 \cdot 5886 = 470,9 \text{ N} \quad (36)$$

Faktor trenja pri gibanju za parove materijala čelik na čelik, podmazano, prema [5], str. 169., Tablica 3.

$$\mu = 0,01 \dots 0,05$$

$$\mu = 0,02 \text{ - odabrano}$$

Ukupna sila koju vreteno mora podići:

$$F_{vr} = \frac{G}{2} + G_{konst/2} + F_{tr} = 1471,5 + 245,3 + 470,9 = 2187,7 \text{ N} \approx 2200 \text{ N} \quad (37)$$

Iz brzine podizanja i uspona navoja, dobije se potrebna brzina vrtnje vretena.

Ciljana brzina podizanja, zadana u zadatku:

$$v_{diz} = 5 \text{ m/min} = 0,083 \text{ m/s} = 83 \text{ mm/s}$$

Odabran je četverovojni navoj Tr 32x24 (P6), prema [5], str. 687, Tablica 13.

$$P = 6 \text{ mm - korak navoja}$$

$$P_h = 24 \text{ mm - uspon navoja}$$

$$d = 32 \text{ mm - veliki promjer navoja}$$

$$d_2 = 29 \text{ mm - srednji promjer navoja}$$

$$d_3 = 25 \text{ mm - mali promjer navoja}$$

$$A_j = 491 \text{ mm}^2 \text{ - površina jezgre}$$

$$H_1 = 3 \text{ mm - dubina temeljnog profila navoja}$$

Potrebna brzina vrtnje na izlazu iz reduktora:

$$n_{red,potr} = \frac{v_{diz}}{P_h} = \frac{83}{24} = 3,46 \text{ s}^{-1} = 207,6 \text{ min}^{-1} \quad (38)$$

Potreban okretni moment na izlazu iz reduktora:

$$T = F_T \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \frac{1}{\eta_L} = 679,8 \cdot \frac{29}{2} \cdot \frac{1}{0,98} = 10058,3 \text{ Nmm} = 10,1 \text{ Nm} \quad (39)$$

$\eta_L = 0,98$  - iskoristivost ležaja

Obodna sila pri dizanju, prema [6], str. 136:

$$F_T = F_{vr} \cdot \tan(\alpha + \rho') = 2200 \cdot \tan(14,8^\circ + 2,37^\circ) = 679,8 \text{ N} \quad (40)$$

$$\tan \alpha = \frac{P_h}{d_2 \cdot \pi} = \frac{24}{29 \cdot \pi} = 0,26343 \quad (41)$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0,26343 = 14,8^\circ \quad (42)$$

$$\tan \rho' = \frac{\mu_{vr}}{\cos \beta} = \frac{0,04}{\cos 15^\circ} = 0,041411 \quad (43)$$

$\mu_{vr} = 0,03 \dots 0,05$  - faktor trenja između vretena i matice, prema [6], str. 136

$\mu_{vr} = 0,04$  – odabrano

$\beta = 15^\circ$  - za trapezni navoj, prema [6], str. 136

$$\rho' = \tan^{-1} 0,041411 = 2,37^\circ \quad (44)$$

$\rho' < \alpha$  - navoj nije samokočan tako da je potrebno odabrati elektromotor s ugrađenom kočnicom

Iz potrebnog okretnog momenta i potrebne brzine vrtnje slijedi odabir elektromotora, reduktora i kočnice.

Odabran je sklop elektromotora i reduktora s ugrađenom kočnicom SK92072AF-71S/4 Bre5 proizvođača Nord [7]:

$P_{EM} = 250 \text{ W}$  - snaga elektromotora

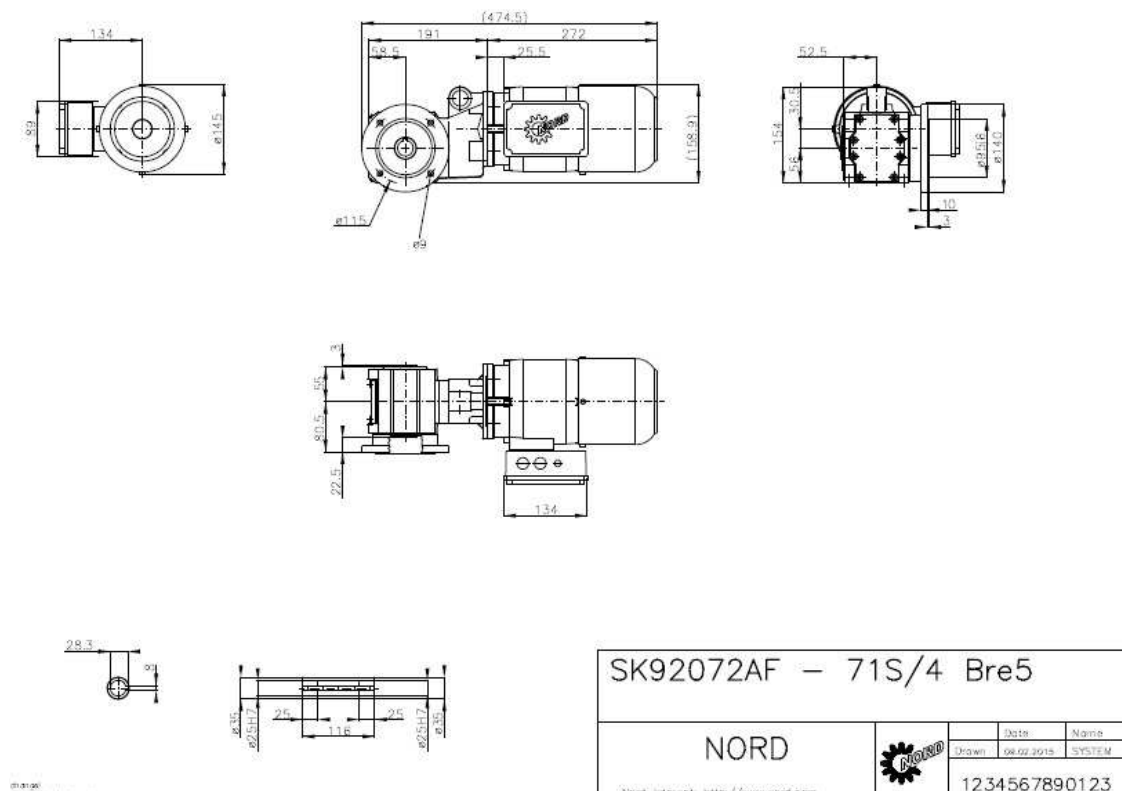
$M_{red} = 11 \text{ Nm}$  - okretni moment na izlazu iz reduktora

$n_{red} = 214 \text{ min}^{-1}$  - brzina vrtnje na izlazu iz reduktora

$i = 6,44$  - prijenosni omjer reduktora

$M_k = 5 \text{ Nm}$  - moment kočnice

$m_{EM} = 23 \text{ kg}$  - masa elektromotora s reduktorom



Slika 38. Elektromotor

Potrebno je provjeriti okretni moment i ostvarenu brzinu podizanja

$M_2 > T$  – zadovoljava

Ostvarena brzina podizanja:

$$v_{diz,ostv} = \frac{n_{red}}{60} \cdot P_h = \frac{214}{60} \cdot 24 = 85,6 \text{ mm/s} = 5,14 \text{ m/min} \quad (45)$$

Ostvarena brzina podizanja je za 3% veća od ciljane, što je unutar dopuštenih granica odstupanja.

## 9.6. Provjera vretena

Potrebno je kontrolirati čvrstoću vretena i sigurnost protiv izvijanja.

Tlačno naprezanje:

$$\sigma_{vr} = \frac{F_{vr}}{A_j} = \frac{2200}{491} = 4,5 \text{ N/mm}^2 \quad (46)$$

Torzijsko naprezanje:

$$\tau_{vr} = \frac{T_{vr}}{0,2 \cdot d_3^3} = \frac{11000}{0,2 \cdot 25^3} = 3,5 \text{ N/mm}^2 \quad (47)$$

Moment torzije vretena:

$$T_{vr} = T = 11 \text{ Nm} = 11000 \text{ Nmm}$$

Reducirano (ekvivalentno) naprezanje:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{vr}^2 + 3 \cdot \tau_{vr}^2} = \sqrt{4,5^2 + 3 \cdot 3,5^2} = 7,5 \text{ N/mm}^2 \quad (48)$$

Dopušteno ekvivalentno naprezanje trapeznog navoja pri izmjenično promjenjivom opterećenju, prema [6], str. 138:

$$\sigma_{dop, vr} = 0,13 \cdot \sigma_M = 0,13 \cdot 650 = 84,5 \text{ N/mm}^2 \quad (49)$$

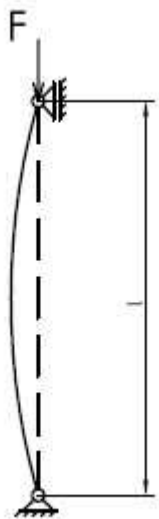
Vlačna čvrstoća za materijal E335, prema [5], str. 700, Tablica 1.

$$\sigma_M = 600 \dots 720 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_M = 650 \text{ N/mm}^2 - \text{odabrano}$$

$$\sigma_{red} < \sigma_{dop, vr} - \text{zadovoljava}$$

Sigurnost protiv izvijanja



**Slika 39. Model izvijanja vretena**

Prema [8], str. 272, za mehanički model izvijanja prikazan slikom 39 slijedi:

$$l_0 = l = 644 \text{ mm} - \text{duljina izvijanja, iz konstrukcije}$$

Vitkost:

$$\lambda = \frac{l_0}{i_{min}} = \frac{644}{6,25} = 103,04 \quad (50)$$

Minimalni polumjer inercije:

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A_j}} = \sqrt{\frac{19174,8}{491}} = 6,25 \text{ mm} \quad (51)$$

Moment tromosti kružnog presjeka:

$$I_{min} = \frac{\pi \cdot d_3^4}{64} = \frac{\pi \cdot 25^4}{64} = 19174,8 \text{ mm}^2 \quad (52)$$

Prema [6], str. 138, za  $\lambda \geq 90$  sigurnost protiv izvijanja, računa se po Euleru:

$$S_K = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2 \cdot \sigma_{red}} = \frac{\pi^2 \cdot 210000}{103,04^2 \cdot 7,5} = 26 \quad (53)$$

Potrebna sigurnost protiv izvijanja, prema [6], str. 138:

$$S_{K,potr} = 2,6 \dots 6$$

$$S_{K,potr} = 6 - \text{odabrano}$$

$$S_K > S_{K,potr} - \text{zadovoljava}$$

## 9.7. Provjera matice

Potrebno je provesti kontrolu matice na bočni tlak.

$$p = \frac{F_{vr} \cdot P}{m \cdot d_2 \cdot \pi \cdot H_1} = \frac{2200 \cdot 6}{34 \cdot 29 \cdot \pi \cdot 3} = 1,42 \text{ N/mm}^2 \quad (54)$$

$m = 34 \text{ mm}$  - visina matice, iz konstrukcije

$$d_2 = 24 \text{ mm}$$

$$H_1 = 4 \text{ mm}$$

Dopušteni bočni tlak navoja za brončane matice, prema [6], str. 139

$$p_{dop} = 5 \dots 15 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{dop} = 7 \text{ N/mm}^2 - \text{odabrano}$$

$$p < p_{dop} - \text{zadovoljava}$$



### 9.8. Odabir aksijalnog ležaja

Aksijalni ležaj ima zadatak preuzeti silu s vretena.

$$F_a = F_{vr} = 2200 \text{ N} = 2,2 \text{ kN} - \text{aksijalna sila}$$

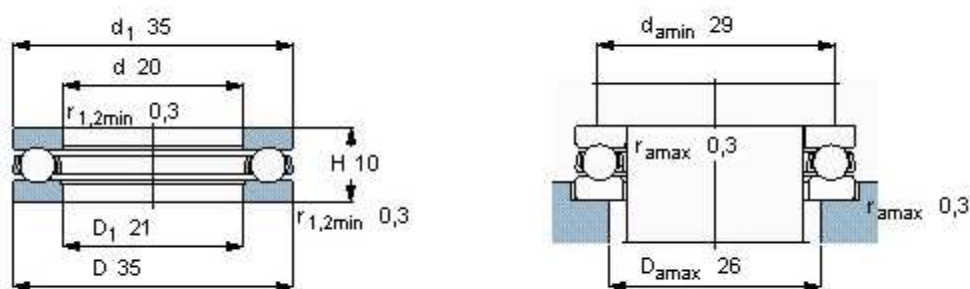
$$n = 214 \text{ min}^{-1} - \text{brzina vrtnje}$$

Odabir ležaja proveden je preko SKF-ove Internet aplikacije [9]:

Odabrani ležaj: 51104

**Tablica 12. Podaci za ležaj**

<b>L<sub>10mh</sub></b> SKF rating life	8470 hour
<b>a<sub>SKF</sub></b> SKF life modification factor a <sub>SKF</sub>	0.34
<b>κ</b> Viscosity ratio	0.63
<b>P</b> Equivalent dynamic bearing load	2.2 kN
<b>η<sub>c</sub></b> Factor for contamination level	0.12
<b>v<sub>1</sub></b> Required kinematic viscosity for κ=1	87.3 mm <sup>2</sup> /s
<b>L<sub>10h</sub></b> Basic rating life	25200 hour
<b>C/P</b> Load ratio	6.9

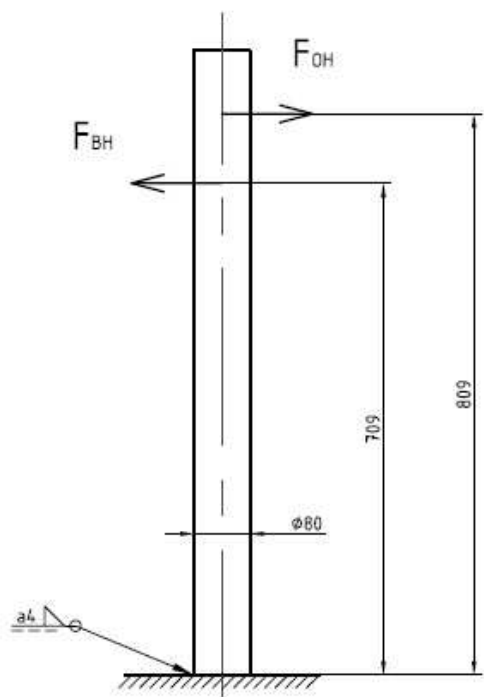


**Slika 40. Aksijalni ležaj**

### 9.9. Proračun stupa

Stup ima višestruku ulogu. Nosi elektromotor te se po njemu gibaju klizni prstenovi i prenosi se moment savijanja s konstrukcije na vozilo.

Potrebno je proračunati zavar kojim je stup spojen na temeljnu ploču.



Slika 41. Shema opterećenog stupa

Moment savijanja koji opterećuje zavar:

$$M_{f,zav2} = F_{OH} \cdot l_{FOH} - F_{BH} \cdot l_{FBH} = 11772 \cdot 809 - 11772 \cdot 709 = 1177200 \text{ Nmm} \quad (55)$$

$l_{FOH} = 809 \text{ mm}$  - krak sile  $F_{OH}$ , iz konstrukcije (Slika 41)

$l_{FBH} = 709 \text{ mm}$  - krak sile  $F_{BH}$ , iz konstrukcije (Slika 41)

Naprezanje u zavaru:

$$\sigma_{zav2} = \frac{M_{f,zav2}}{0,1 \cdot \frac{D_{z2}^4 - d_{z2}^4}{D_{z2}}} = \frac{1177200}{0,1 \cdot \frac{88^4 - 80^4}{88}} = 54,5 \text{ N/mm}^2 \quad (56)$$

$D_{z2} = 88 \text{ mm}$  – vanjski promjer proračunskog presjeka zavara, iz konstrukcije (Slika 41)

$d_{z2} = 80 \text{ mm}$  - unutarnji promjer proračunskog presjeka zavara, iz konstrukcije (Slika 41)

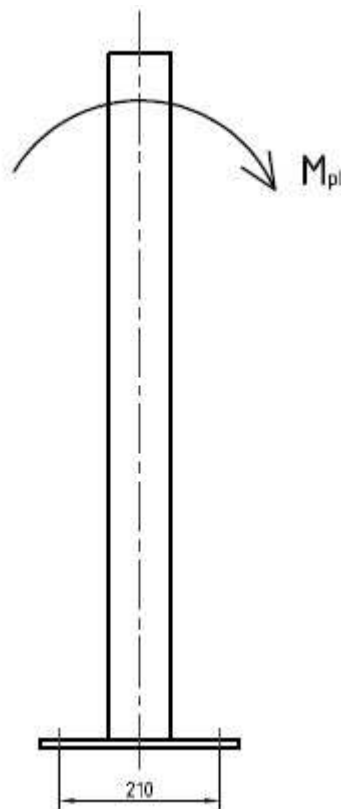
Dopušteno savojno naprezanje u zavaru, prema [6], str. 38, Tablica 1.11. za materijal S235JRG2, jednosmjerno promjenjivo opterećenje i kvalitetu zavara III

$$\sigma_{dop,zav} = 110 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{zav2} < \sigma_{dop,zav}$  – zadovoljava

### 9.10. Odabir vijaka temeljne ploče

Temeljna ploča na koju su zavarena 2 stupa spojena je na pod vozila pomoću 4 vijka. Kako je ploča simetrična i simetrično opterećena promatramo jednu polovicu.



Slika 42. Opterećenje temeljne ploče

Moment savijanja koji opterećuje polovicu ploče jednak je momentu koji opterećuje zavar izračunatom pod 9.9:

$$M_{pl} = M_{f,zav2} = 1177200 \text{ Nmm}$$

Sila u vijku:

$$F_{vij} = \frac{M_{pl}}{l_{vij}} = \frac{1177200}{210} = 5605,7 \text{ N} \quad (57)$$

$l_{vij} = 210 \text{ mm}$  - razmak između vijaka, iz konstrukcije (Slika 42)

Za spajanje rampe za vozilo odabrani su vijci M10.

Prema [5], str. 718 maksimalna sila koju može prenositi vijak iznosi:

$$F_{max} \leq A_{vij} \cdot \sigma_{dop,vij} \quad (58)$$

$A_{vij} = 52,3 \text{ mm}^2$  – površina jezgre vijka M10, prema [5], str. 671

Za prednapregnute vijke uzima se, prema [5], str. 718:

$$F_{max} = 1,3 \cdot F_{vij} = 1,3 \cdot 5605,7 = 7287,4 \text{ N} \quad (59)$$

Dopušteno naprezanje za vijke, prema [5], str. 718:

$$\sigma_{dop,vij} = 0,3 \cdot R_e \quad (60)$$

Uvrštavanjem izraza (60) u (58) te preuređivanjem, dobije se potreban iznos granice tečenja:

$$R_e \geq \frac{F_{max}}{0,3 \cdot A_{vij}} = \frac{7287,4}{0,3 \cdot 52,3} = 464,5 \text{ N/mm}^2$$

Prema [5], str. 718 za spajanje rampe na vozilo odabrani su vijci razreda čvrstoće 6.8 s granicom tečenja:

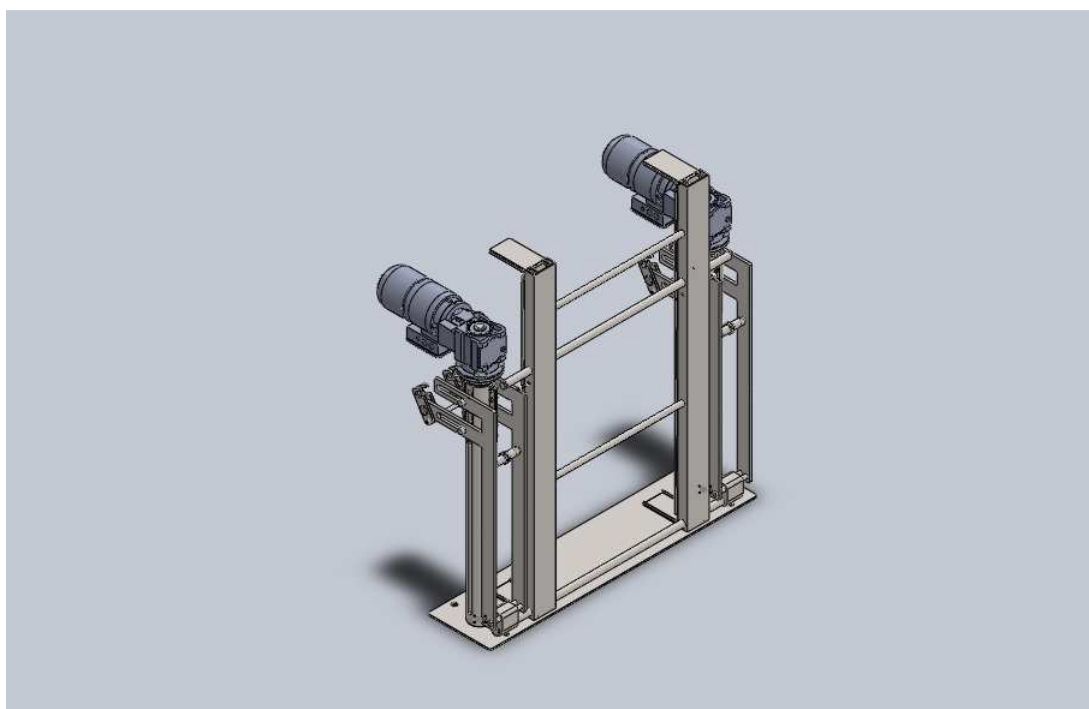
$$R_e = 480 \text{ N/mm}^2$$

### 9.11. Prikaz 3D modela rampe

3D model rampe izrađen je u programskom paketu Solidworks te je prikazan na slikama 43 i 44.



Slika 43. 3D model rampe u spušenom položaju



Slika 44. 3D model rampe u sklopljenom položaju

## **10. ZAKLJUČAK**

U odnosu na postojeće proizvode konstruirana rampa zauzima manje mjesta u vozilu te ostavlja više slobodnog prostora za prtljagu u teretnom prostoru što se postiglo podizanjem rampe u visinu umjesto u duljinu. S masom od približno 140 kg spada među laganije na tržištu. Manje dimenzije i masa čine ju prikladnom za kompaktna višenamjenska putnička vozila za razliku od ostalih rampi čija je primjena uglavnom ograničena na veća vozila. Također, za razliku od postojećih rješenja na tržištu, umjesto hidrauličkih cilindara koristi vretena pokretana elektromotorima što može pojeftiniti izvedbu te ju učiniti dostupnom širem krugu korisnika. Dodatno smanjenje mase moglo bi se postići dimenzioniranjem rampe za nešto manju nosivost od zadanih 300 kg koja je 2 do 3 puta veća od prosjeka osobe u invalidskim kolicima. To bi u konačnici rezultiralo i mogućnošću primjene motora manje snage, a time i manjih dimenzija te još boljeg iskorištenja prostora u vozilu i manjeg negativnog utjecaja na vidljivost.

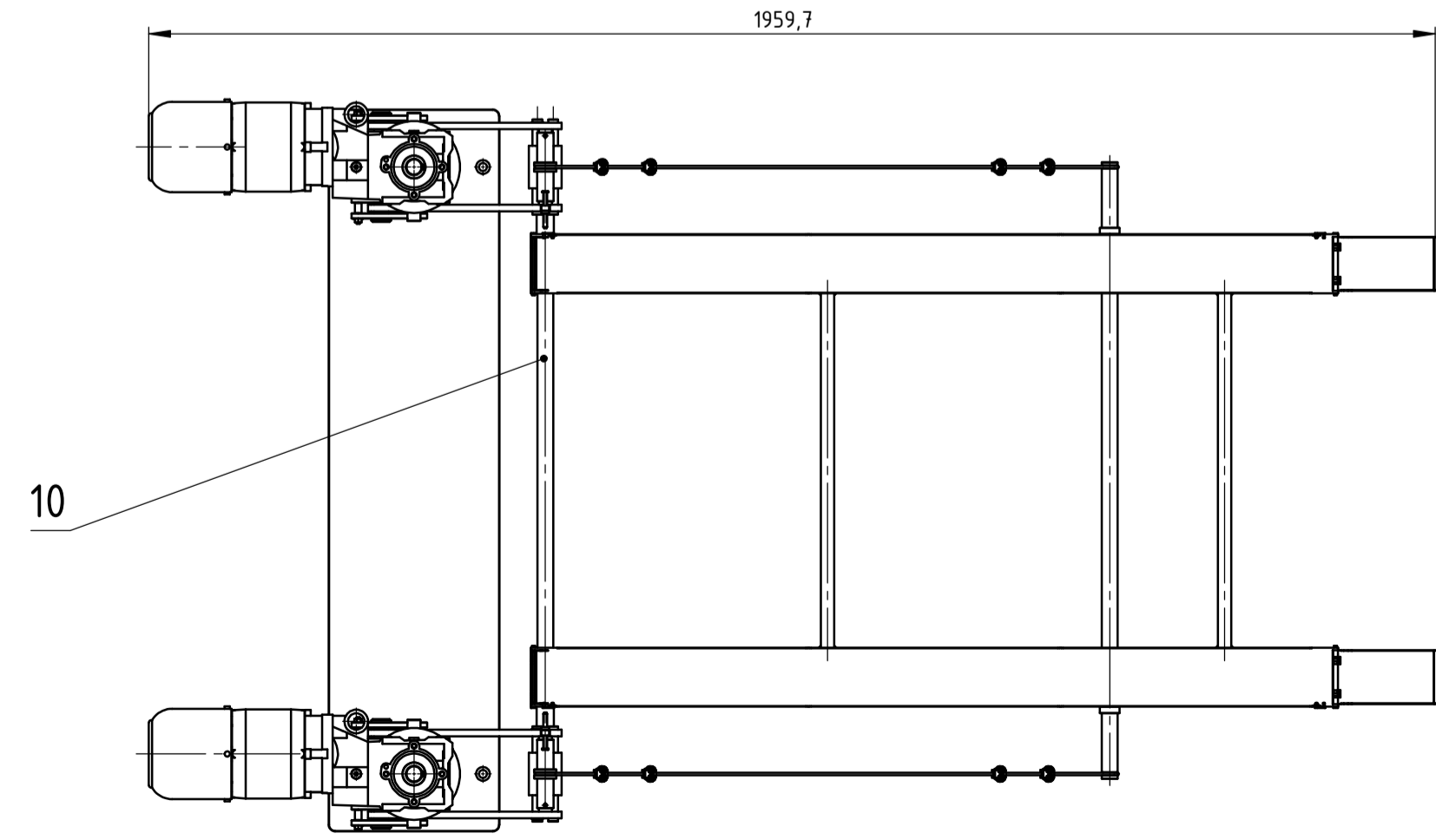
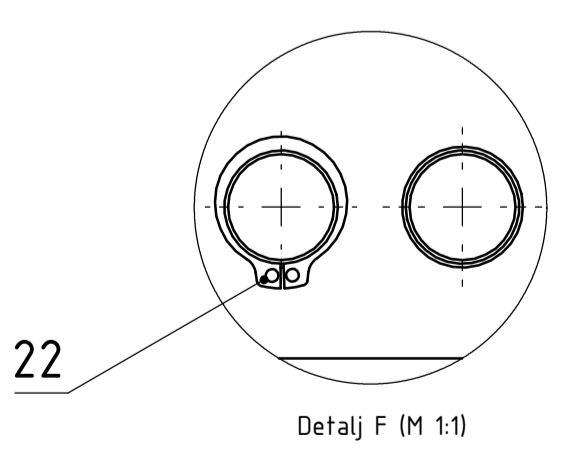
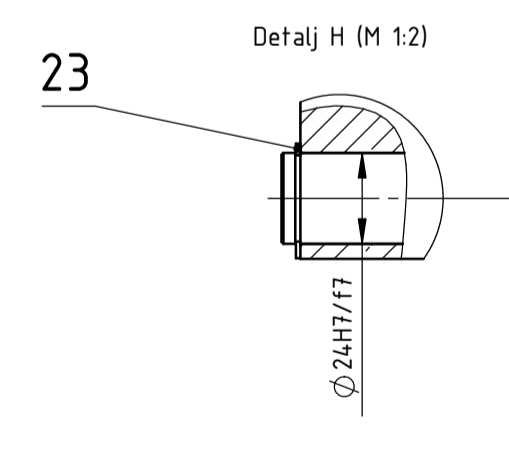
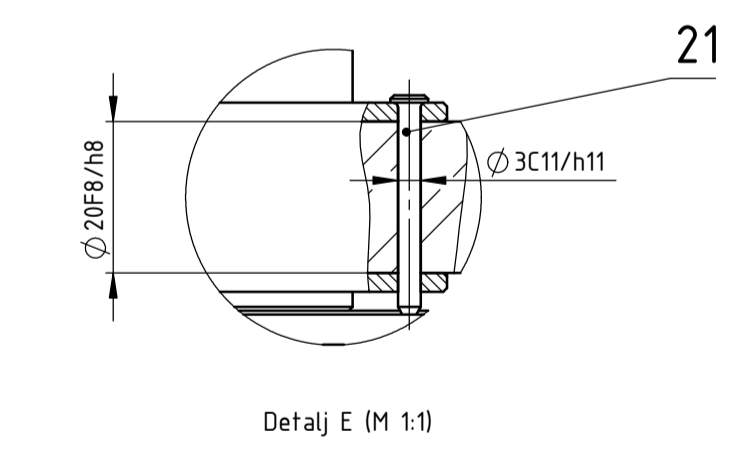
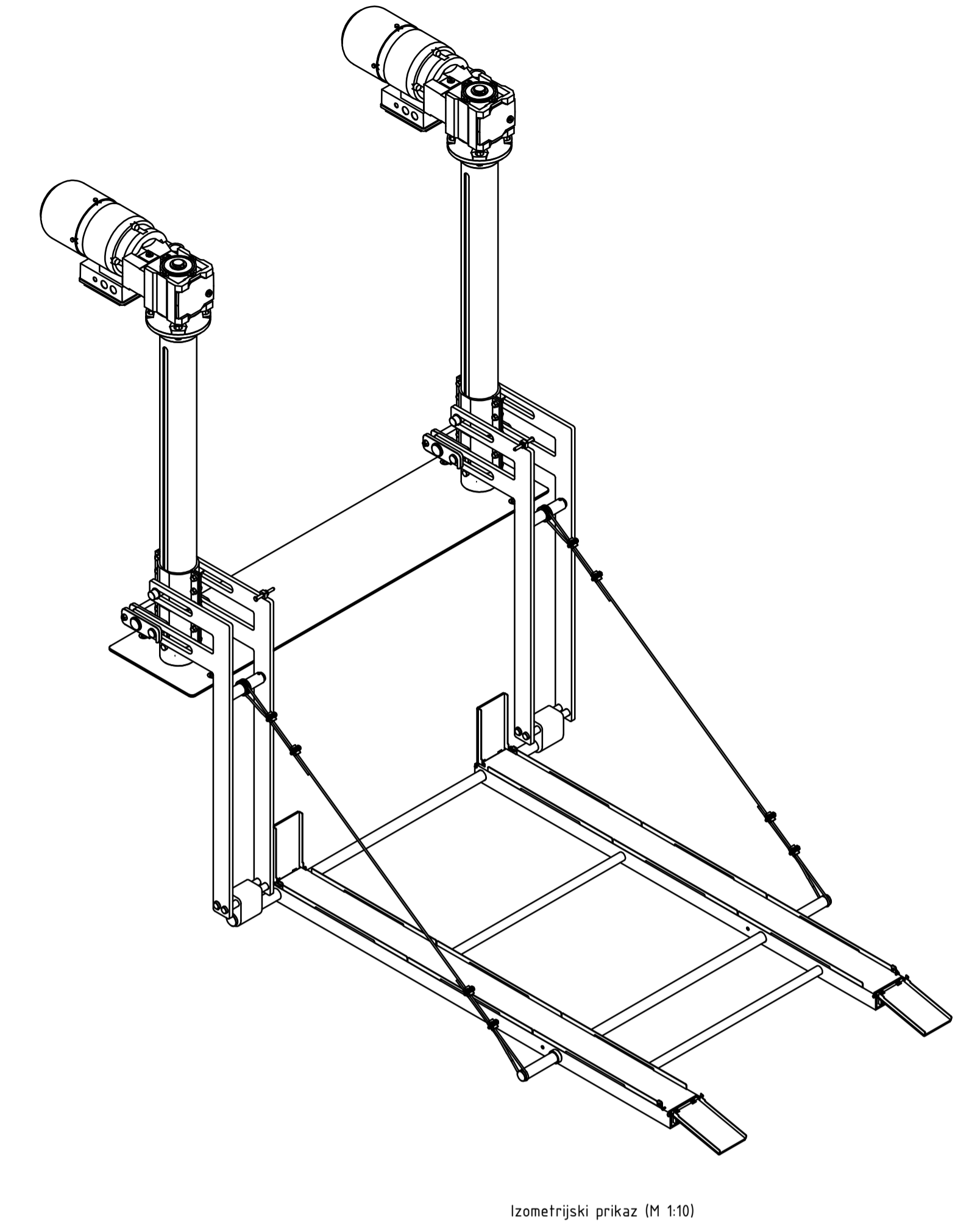
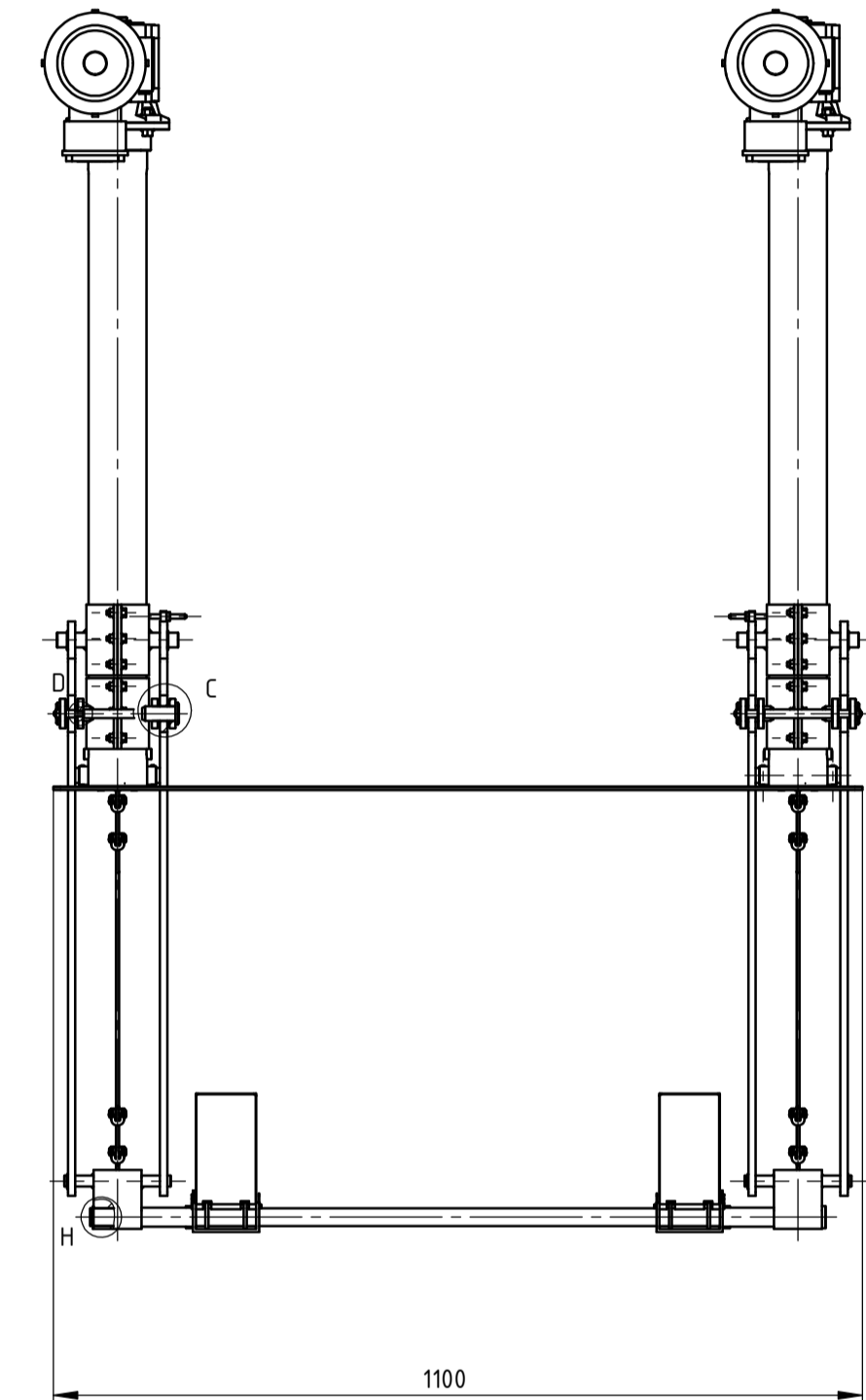
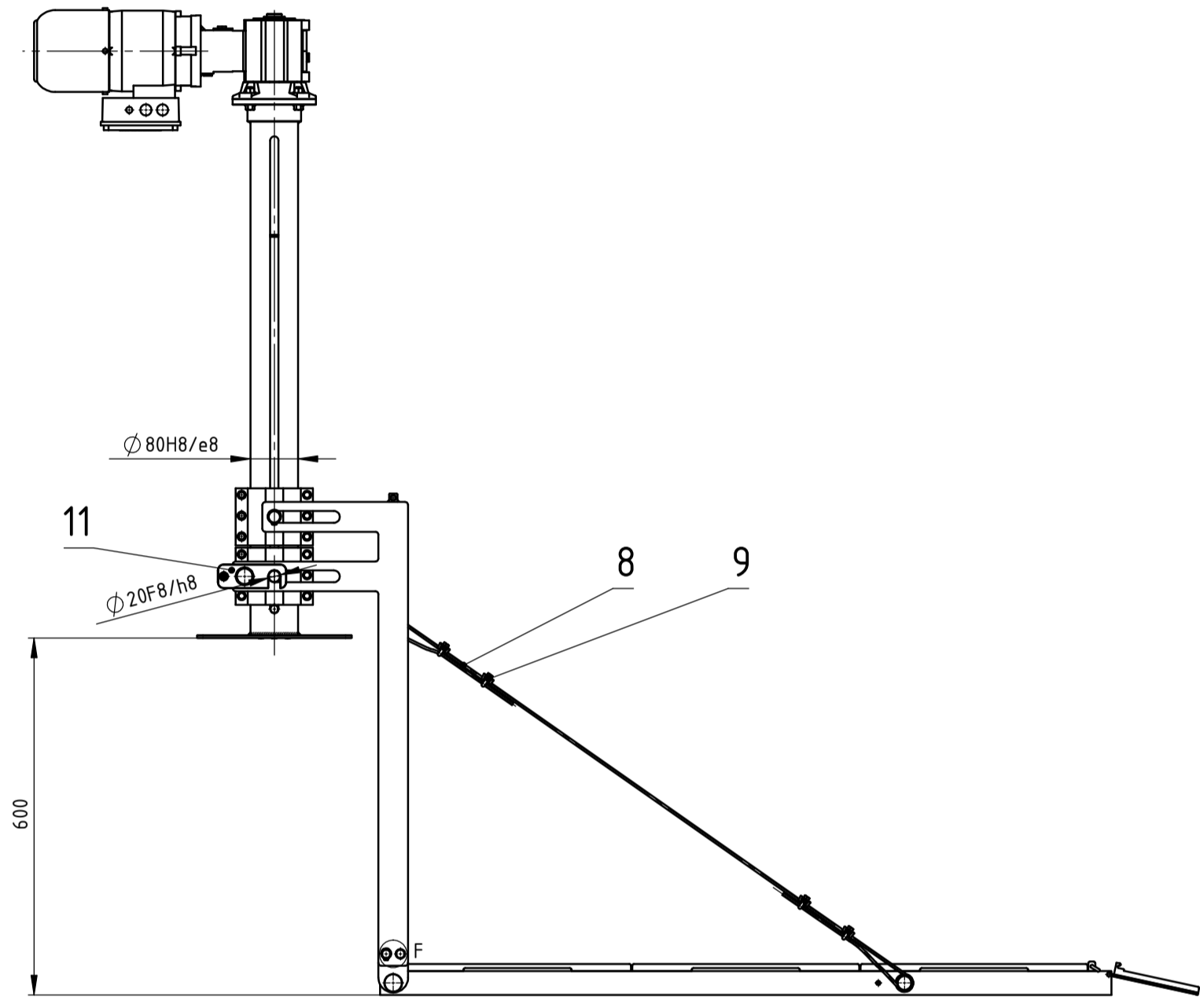
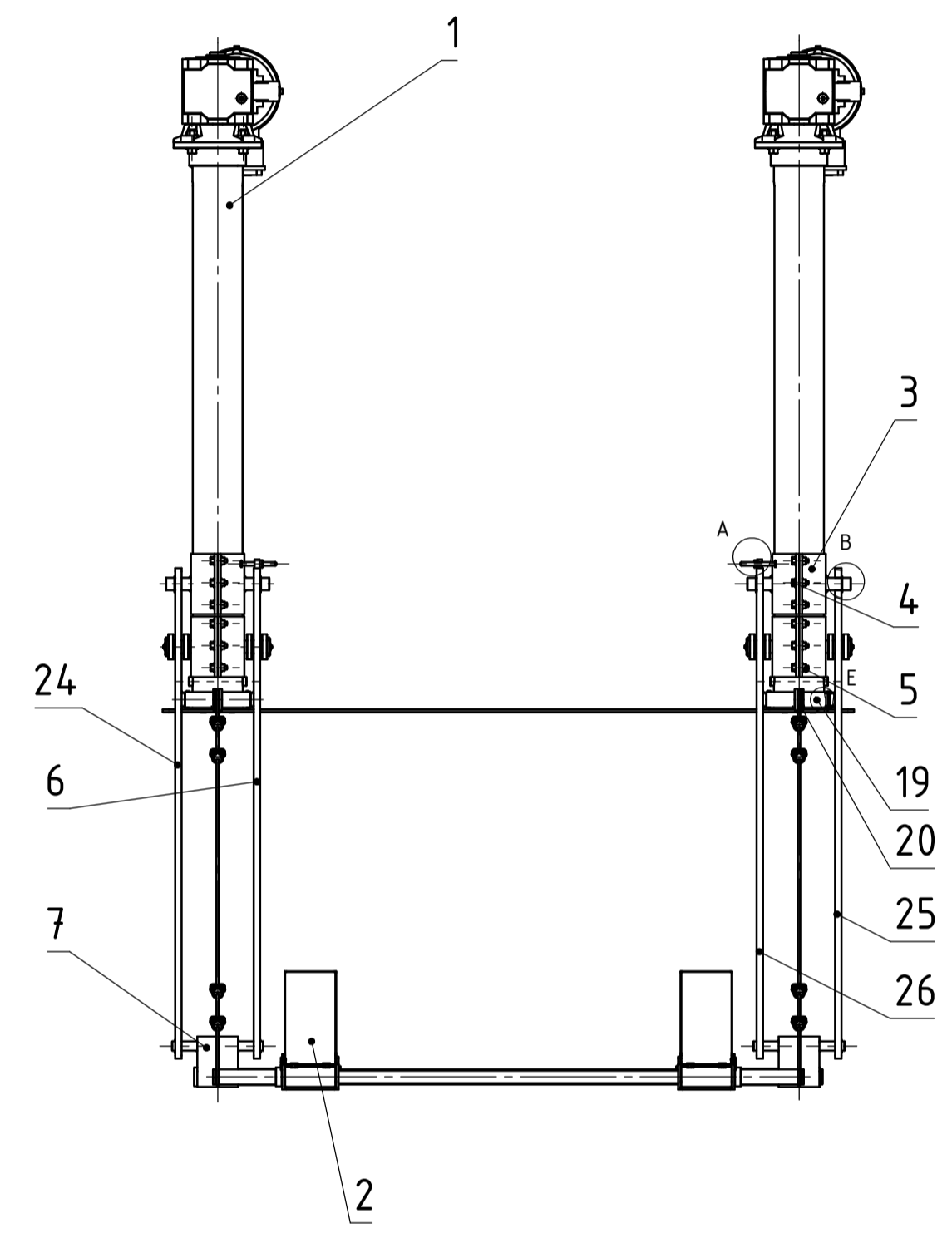
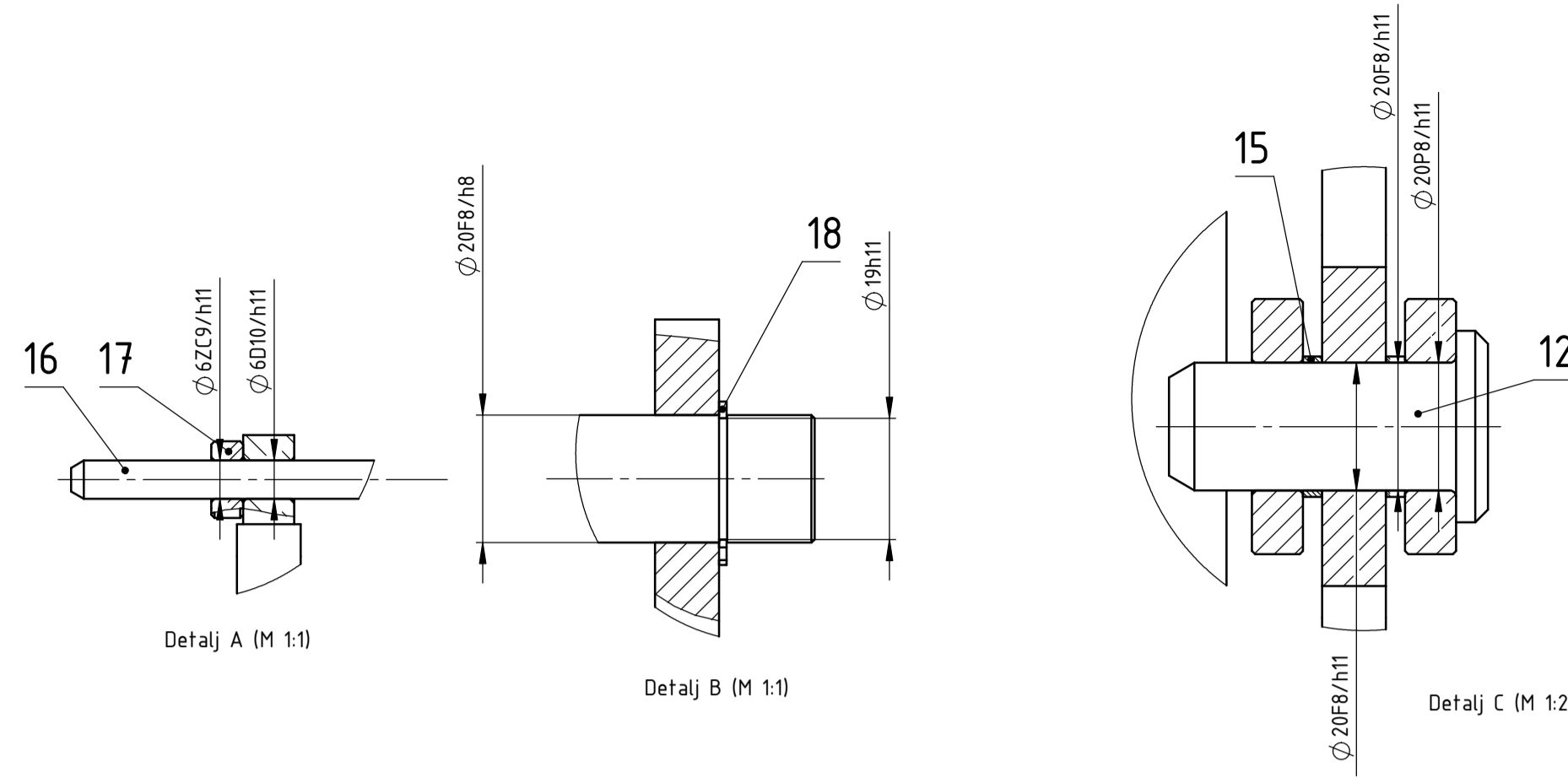
## LITERATURA

- [1] [www.google.com/patents](http://www.google.com/patents)
- [2] <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/290469.html>
- [3] <http://161.53.244.3/~andrejab/ERGO/Pristupa%C4%8Dnost%20za%20osobe%20s%20i%20nvaliditetom.htm>
- [4] Strojopromet, katalog
- [5] Krautov strojarški priručnik, Sajema, Zagreb, 2009.
- [6] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Golden marketing-Tehnička knjiga Zagreb, 2006.
- [7] [http://www4.nord.com/cms/us/product\\_catalogue/motors/motors\\_1/pdp\\_motors\\_1\\_153\\_5.jsp](http://www4.nord.com/cms/us/product_catalogue/motors/motors_1/pdp_motors_1_153_5.jsp)
- [8] Alfirević, I.: Nauka o čvrstoći I, Tehnička knjiga, Zagreb, 1995.
- [9] <http://www.skf.com/group/products/index.html>
- [10] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.
- [11] <http://www.amf-bruns-behindertenfahrzeuge.de/>
- [12] <http://www.anteo.com/frameset.php?linguaggio=uk&flag=on>
- [13] [http://www.opel.hr/vehicles/opel\\_range/cars/combo-tour/pregled.html](http://www.opel.hr/vehicles/opel_range/cars/combo-tour/pregled.html)
- [14] <http://www.volkswagen.hr/>
- [15] <http://www.fiat.hr/>
- [16] <http://www.nissan.de/>
- [17] <http://ford.hr/>
- [18] <http://www.dacia.hr/>
- [19] <http://www.renault.hr/>
- [20] <http://www.peugeot.hr/>

## **PRILOZI**

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

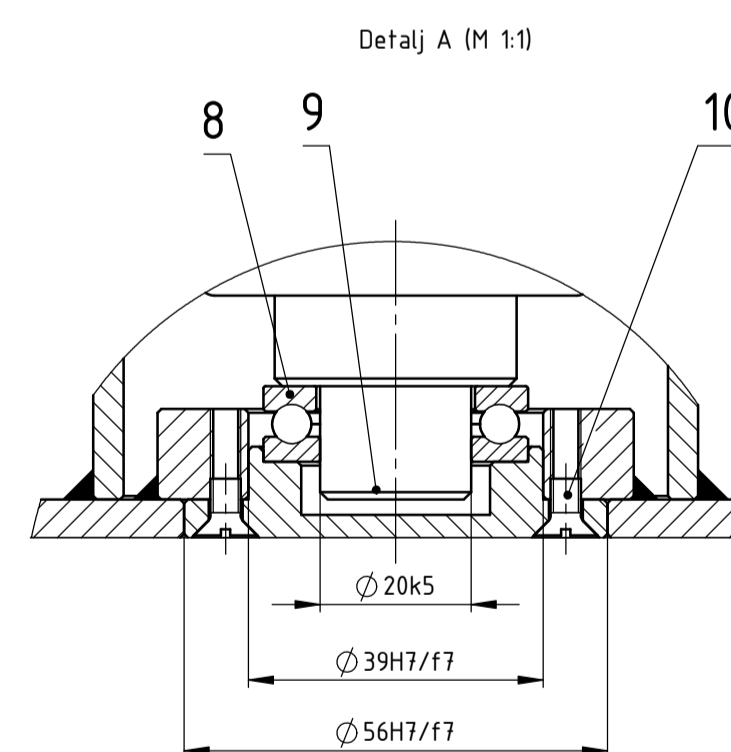
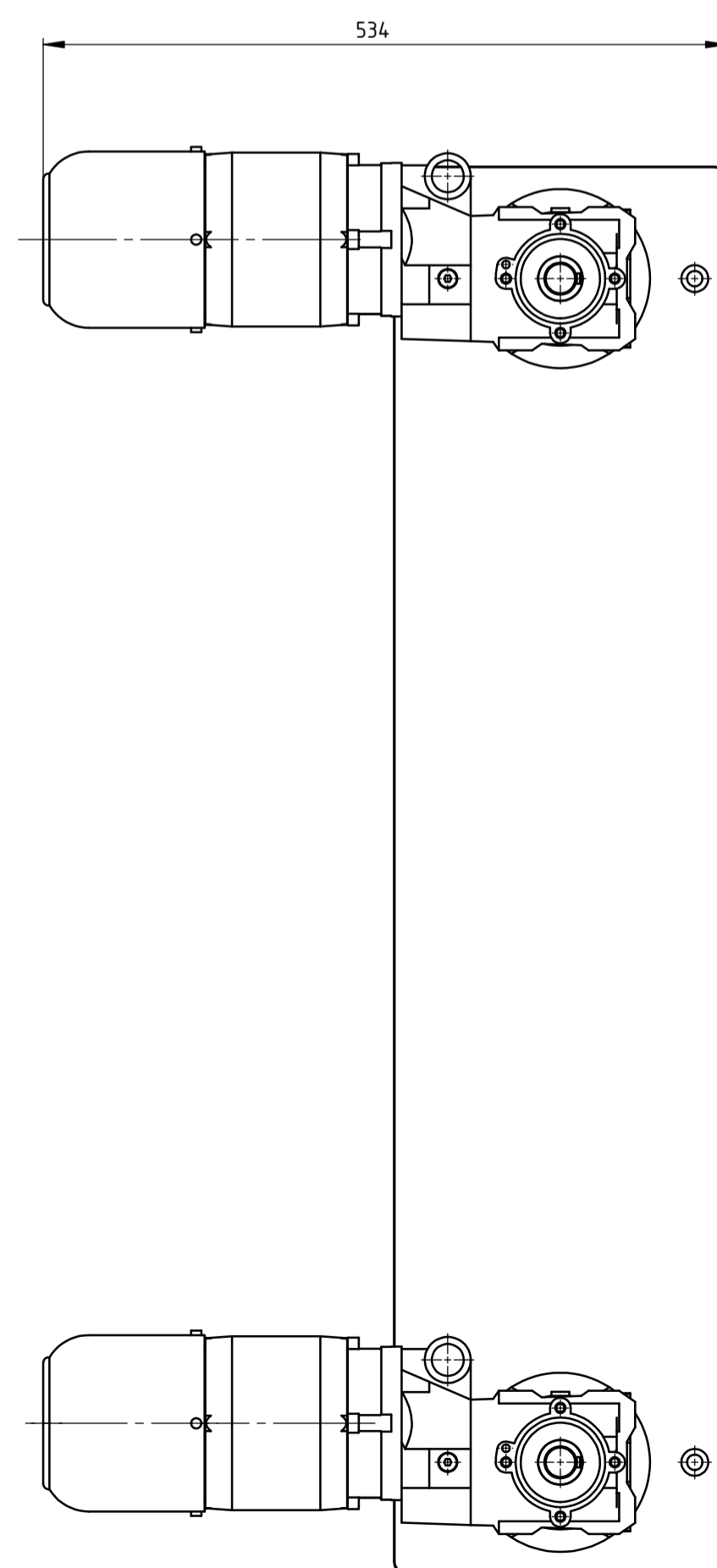
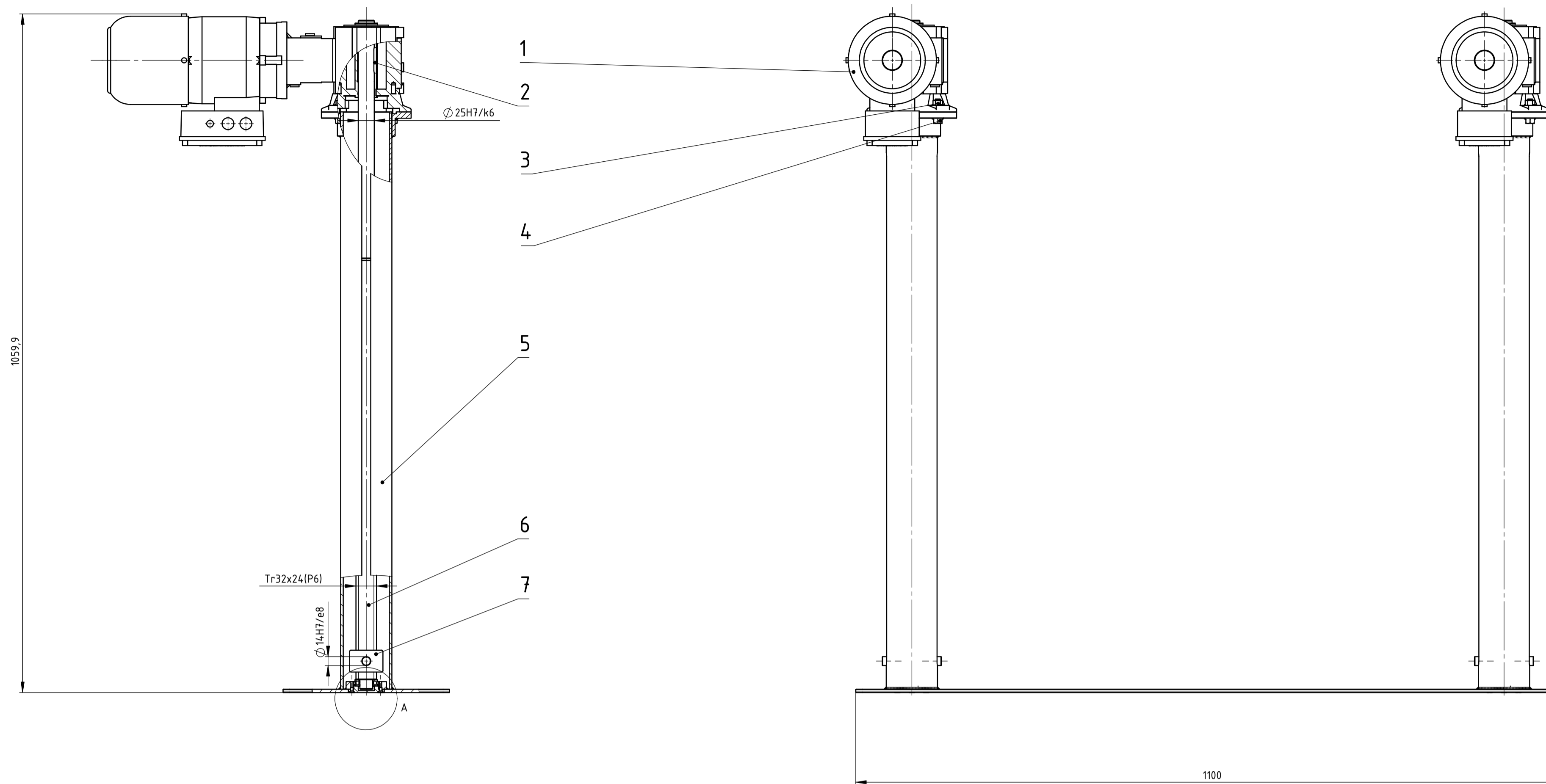




24	Okvir desni unutarnji	1	Z15-KG-1-16-00	S235JRG2		4,4kg
25	Okvir desni vanjski	1	Z15-KG-1-15-00	S235JRG2		4,4kg
24	Okvir lijevi vanjski	1	Z15-KG-1-14-00	S235JRG2		4,4kg
23	Uskočnik $\varnothing 24$	1	DIN 471		Vijci Kranjec	0,008kg
22	Uskočnik $\varnothing 15$	4	DIN 471		Vijci Kranjec	0,005kg
21	Svornjak $\varnothing 3x28$	4	ISO 2341		Vijci Kranjec	0,001kg
20	Distantni prsten užeta	4	Z15-KG-1-13-00	S235JRG2	$\varnothing 34,7 / \varnothing 25x5$	0,016kg
19	Nosač užeta	2	Z15-KG-1-12-00	S235JRG2	$\varnothing 25 / \varnothing 20x105$	0,14kg
18	Uskočnik $\varnothing 20$	4	DIN 471		Vijci Kranjec	0,006kg
17	Navučeni prsten svornjaka	2	Z15-KG-1-11-00	S235JRG2	$\varnothing 12 / \varnothing 6x5$	0,003kg
16	Svornjak $\varnothing 6x55$	2	ISO 2341		Vijci Kranjec	0,01kg
15	Distantni prsten graničnika	8	Z15-KG-1-10-00	S235JRG2	$\varnothing 22 / \varnothing 20x3$	0,002kg
14	Distantni prsten spojnice graničnika	2	Z15-KG-1-09-00	S235JRG2	$\varnothing 10 / \varnothing 8x16$	0,003kg
13	Spojnica graničnika	2	Z15-KG-1-08-00	S235JRG2	$\varnothing 12x173$	0,1kg
12	Svornjak $\varnothing 20x45$	4	ISO 2341		Vijci Kranjec	0,1kg
11	Graničnik	8	Z15-KG-1-07-00	S235JRG2	$40x115x8$	0,2kg
10	Šipka	1	Z15-KG-1-06-00	E295	$\varnothing 24x1000$	3,5kg
9	Užetna veza	8	DIN 1142		Feromoto d.o.o.	0,01kg
8	Uže 1x7	2	DIN3052:1972-03		Lanac d.o.o.	0,15kg
7	Spojnica okvira	2	Z15-KG-1-05-00	S235JRG2		1,9kg
6	Okvir lijevi unutarnji	1	Z15-KG-1-04-00	S235JRG2		4,4kg
5	Matica M6	24	DIN 6923	4	Vijci Kranjec	0,002kg
4	Vijak M6x20	24	DIN 6921	4,6	Vijci Kranjec	0,005kg
3	Polovica kliznog prstena	8	Z15-KG-1-03-00	S235JRG2		0,7kg
2	Sklop platforme	1	Z15-KG-1-02-00			24,5kg
1	Pogonski sklop	1	Z15-KG-1-01-00			84kg

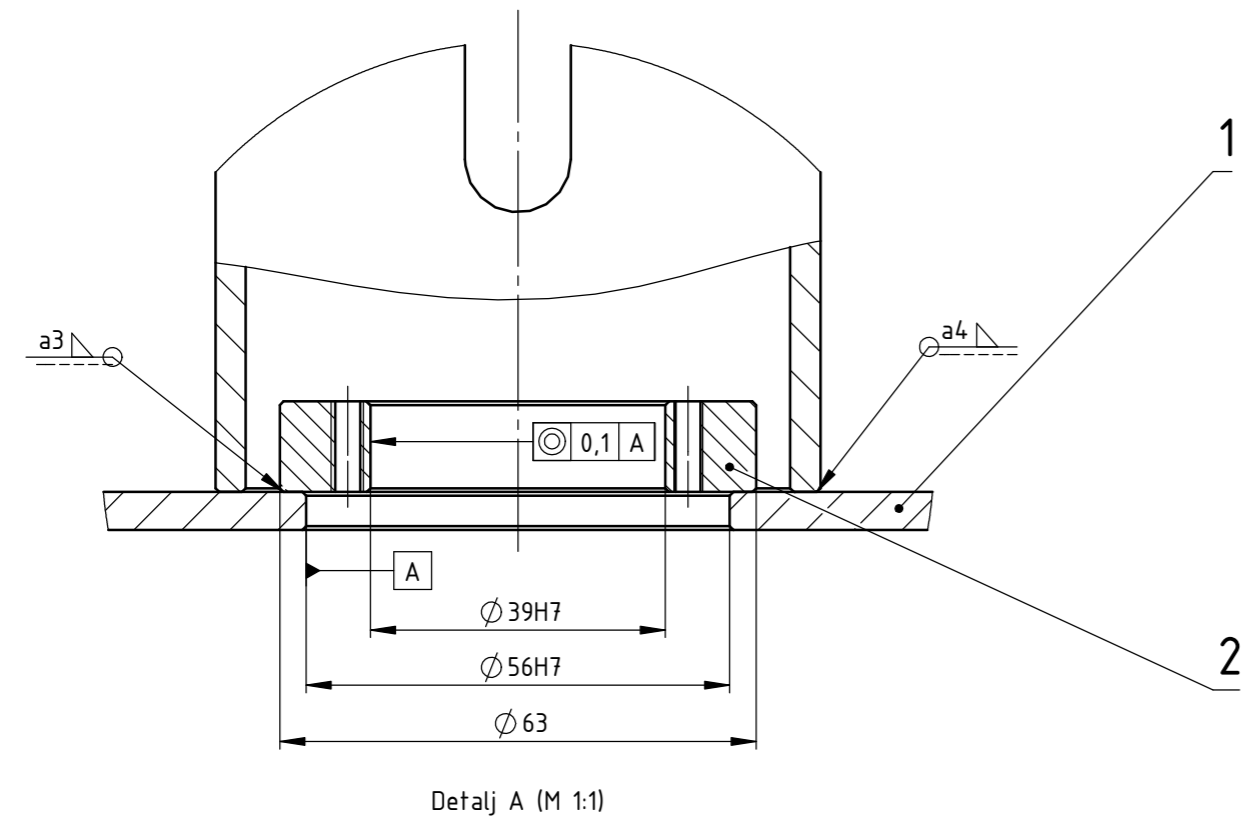
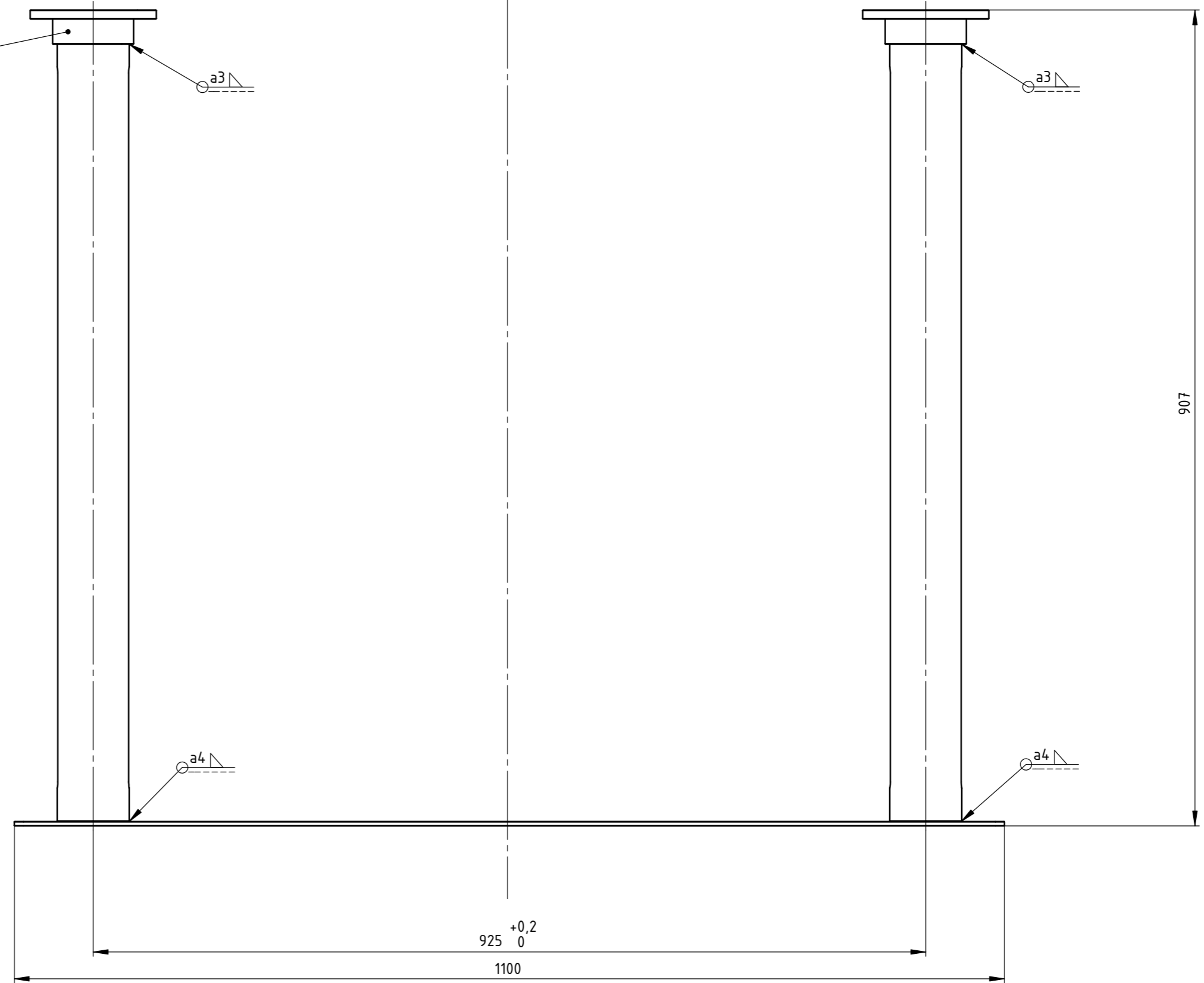
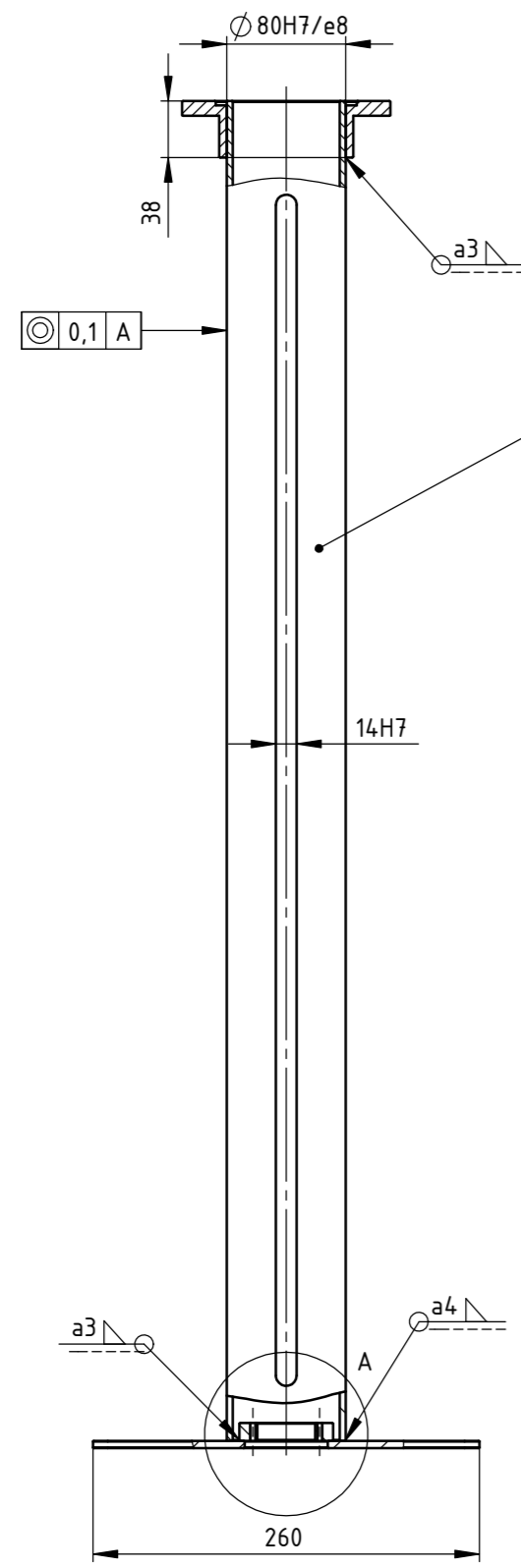
Projekcija	20.2.2015	Kristijan Grujić	
Razradio	20.2.2015	Kristijan Grujić	
Crtao	20.2.2015	Kristijan Grujić	
Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga	
Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga	

ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:	
$\varnothing 6ZC9/h11$	-0,005 -0,110	$\varnothing 20P8/h11$	+0,108 -0,055	R. N. broj:	
$\varnothing 6D10/h11$	+0,153 +0,030	$\varnothing 80H8/e8$	+0,152 +0,060	Smjer: Konstrukcijski	
$\varnothing 24H7/f7$	+0,062 +0,020	$\varnothing 3C11/h11$	+0,180 +0,060	Kopija	
$\varnothing 20F8/h8$	+0,086 +0,020			Materijal: Masa: 142,2kg ZAVRŠNI RAD	
$\varnothing 19h11$	0 -0,130			Naziv: UKRCAJNA RAMPA ZA INVALIDSKA KOLICA	
$\varnothing 20F8/h11$	+0,173 +0,016			Mjerilo originala: 1:10	
				Crtež broj: Z15-KG-1-00-00	
				Format: A1	
				Listova: 1	
				List: 1	

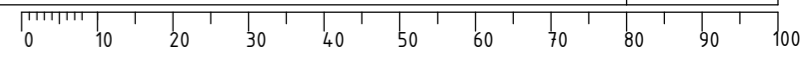
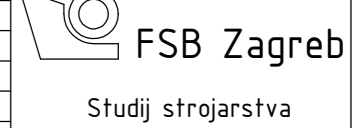


10	Vijak s upuštenom glavom M4X8	8	ISO 2009		Vijci Kranjec	0,003kg
9	Ležajno mjesto	2	Z15-KG-1-01-04	S235JRG2	Ø56/ Ø39x12	0,1kg
8	Aksijalni ležaj 51104	2	DIN 711-1988-02		SKF	0,02kg
7	Matica	2	Z15-KG-1-01-03	CC483K		0,5kg
6	Vreteno	2	Z15-KG-1-01-02	E335		5,6kg
5	Zavarena nosiva konstrukcija	1	Z15-KG-1-01-01	S235JRG2		25,4kg
4	Matica M8	8	DIN 6923	4	Vijci Kranjec	0,003kg
3	Vijak M8x30	8	DIN 6921	4.6	Vijci Kranjec	0,01kg
2	Pero 8x7x40	2	DIN 6885-3		Vijci Kranjec	0,2kg
1	Elektromotor	2	SK92072AF-715/4Br45		Nord	23kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije	Masa
Broj naziva - code	Datum	Ime i prezime		Potpis		
	Projektirao 20.2.2015.	Kristijan Gručić				
	Razradio 20.2.2015.	Kristijan Gručić				
	Crtao 20.2.2015.	Kristijan Gručić				
	Pregledao prof.dr.sc. Mario Štorga					
	Voditelj rada prof.dr.sc. Mario Štorga					
ISO - tolerancije	Objekt: UKRCAJNA RAMP ZA INVALIDSKA	Objekt broj:				
Ø 20k5	+0,011 +0,002	KOLICA		R. N. broj:		
Ø 39H7/f7	+0,075 +0,025	Napomena:		Smjer: Konstrukcijski		Kopija
Ø 56H7/f7	+0,090 +0,030	Materijal:		Masa: 84,4kg	ZAVRŠNI RAD	
Ø 25H7/k6	+0,019 -0,015	Naziv: POGONSKI SKLOP		Pozicija: 1		Format: A1
Ø 14H7/e8	+0,077 +0,032	Mjerilo originala		1		Listova: 1
	1:5	Crtež broj: Z15-KG-1-01-00		List: 1		

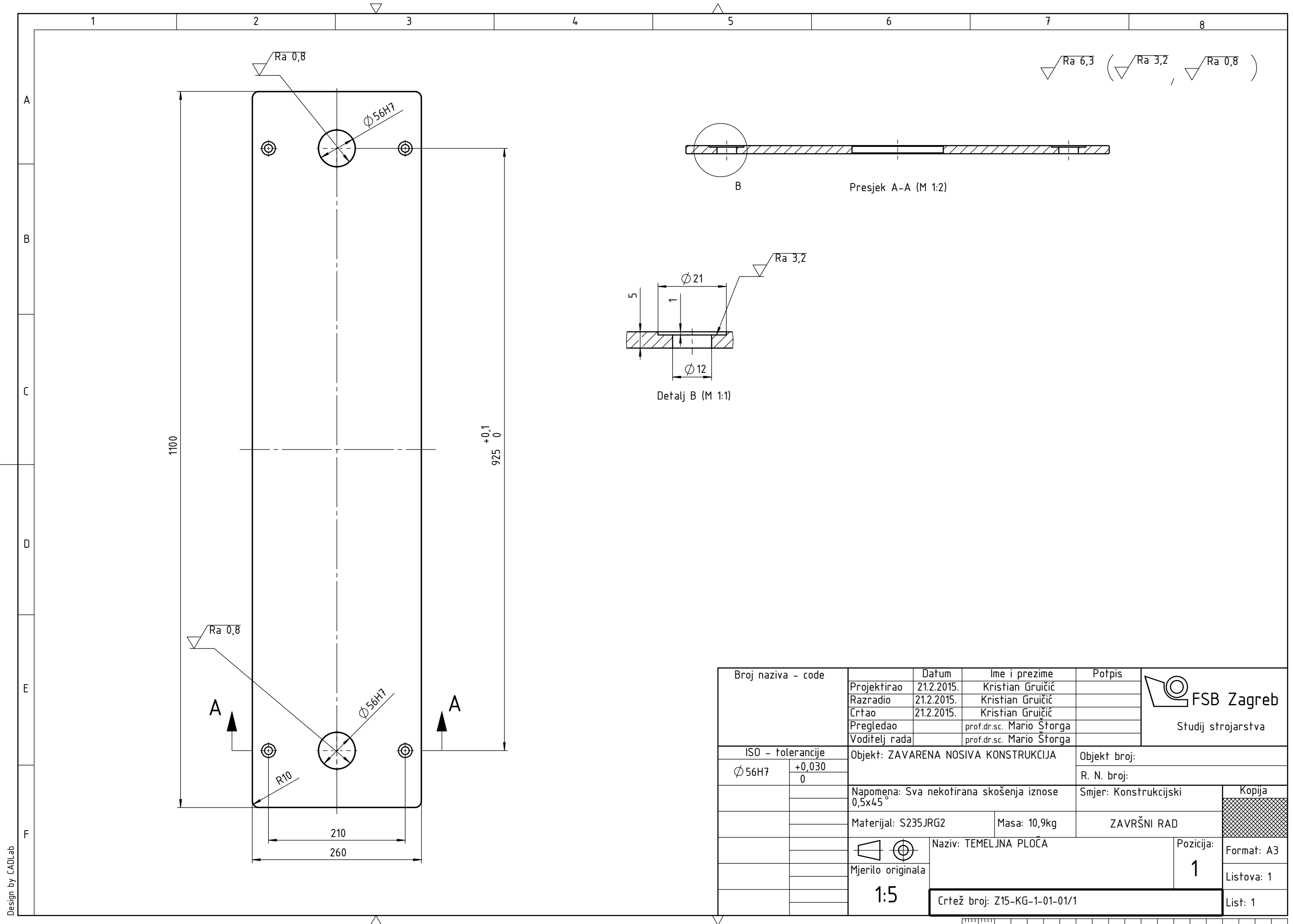
FSB Zagreb  
Studij strojarstva



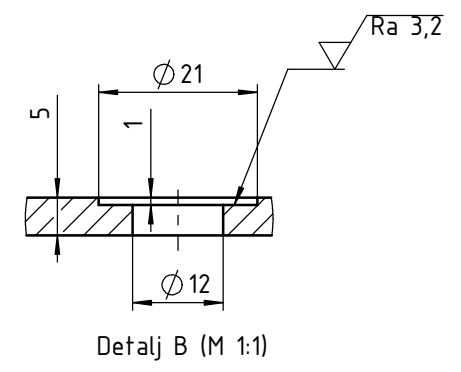
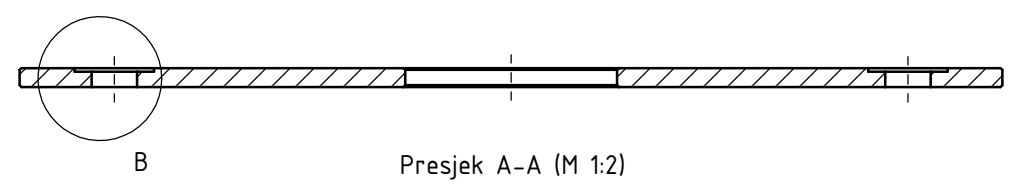
4	Prirubnica	2	Z15-KG-1-01-01/4	S235JRG2	Ø 140/ Ø 80x38	1kg
3	Stup	2	Z15-KG-1-01-01/3	S235JRG2	Ø 80/ Ø 72x902	6kg
2	Nosivi prsten	2	Z15-KG-1-01-01/2	S235JRG2	Ø 56/ Ø 39x12	0,18kg
1	Temeljna ploča	1	Z15-KG-1-01-01/1	S235JRG2	260x1100x5	10,9kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		21.2.2015.	Kristian Gruičić			
Razradio		21.2.2015.	Kristian Gruičić			
Crtao		21.2.2015.	Kristian Gruičić			
Pregledao			prof.dr.sc. Mario Štorga			
Voditelj rada			prof.dr.sc. Mario Štorga			
ISO - tolerancije			Objekt: POGONSKI SKLOP		Objekt broj:	
Ø 80H7/e8	+0,146 +0,060			R. N. broj:		
Ø 56H7	+0,030 0	Napomena:		Smjer: Konstrukcijski		
14H7	+0,018 0	Materijal: S235JRG2	Masa: 25,4kg	ZAVRŠNI RAD		
Ø 39H7	+0,025 0	Mjerilo originala		Naziv: ZAVARENA NOSIVA KONSTRUKCIJA		
		1:5		Pozicija: 5		
		Crtež broj: Z15-KG-1-01-01		Format: A2		
				Listova: 1		
				List: 1		



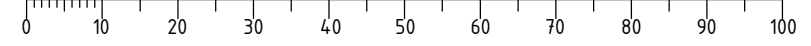
Design by CADlab&DŽ



$\sqrt{Ra\ 6,3}$  (  $\sqrt{Ra\ 3,2}$  ,  $\sqrt{Ra\ 0,8}$  )

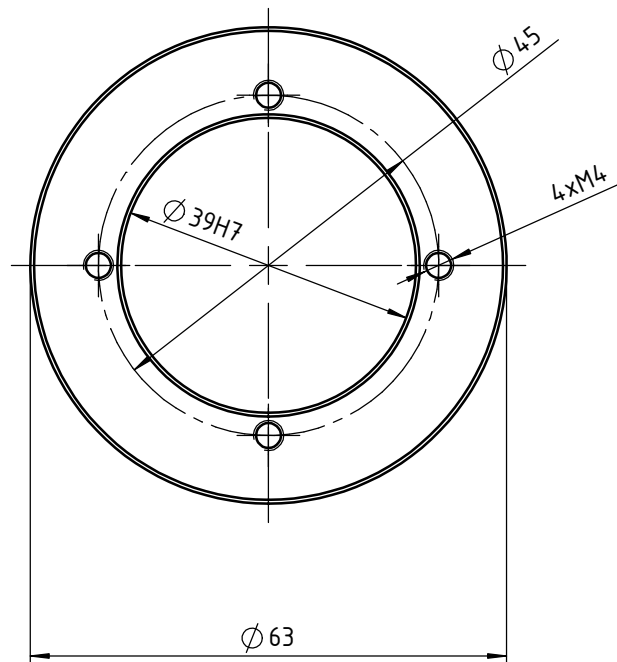
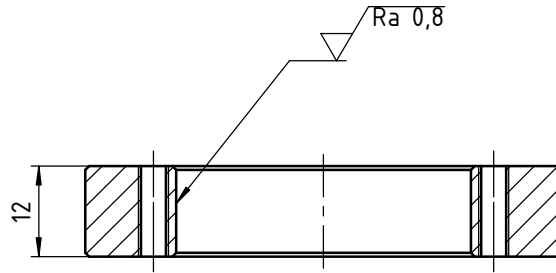


Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 Studij strojarstva
	Razradio	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: ZAVARENA NOSIVA KONSTRUKCIJA		Objekt broj:	
$\phi 56H7$	+0,030 0			R. N. broj:	
		Napomena: Sva nekotirana skošenja iznose 0,5x45°		Smjer: Konstrukcijski	
		Materijal: S235JRG2	Masa: 10,9kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv: TEMELJNA PLOČA		Kopija	
		Mjerilo originala		Pozicija:	
		1:5		1	
		Crtež broj: Z15-KG-1-01-01/1		Format: A3	
				Listova: 1	
				List: 1	

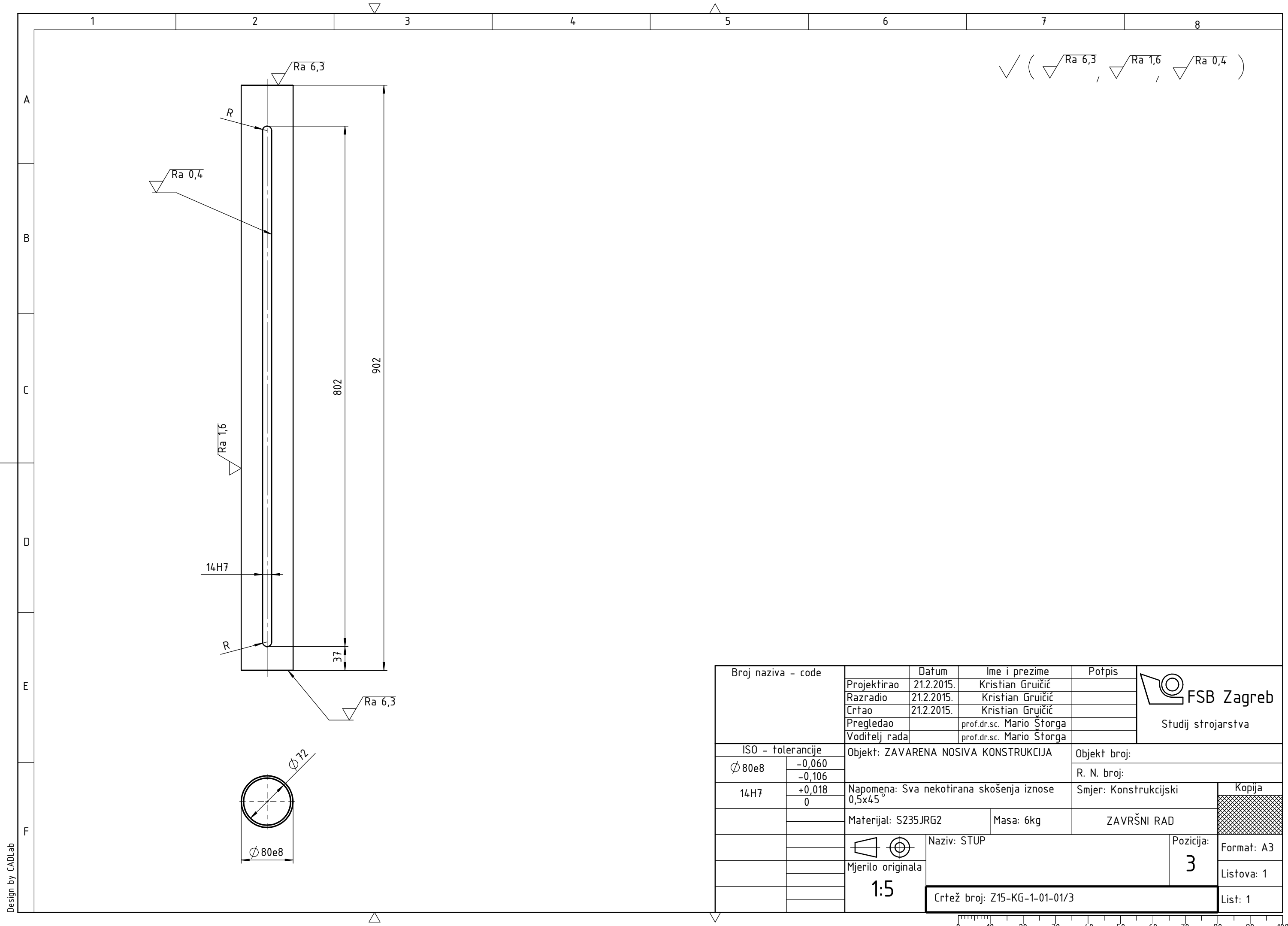


Design by CADLab


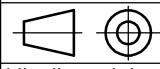
$\sqrt{Ra\ 6,3}$  ( $\sqrt{Ra\ 0,8}$ )

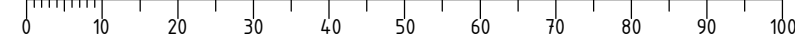


Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Razradio	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: ZAVARENA NOSIVA KONSTRUKCIJA		Objekt broj:	
$\varnothing 39H7$	+0,025 0			R. N. broj:	
		Napomena: Sva nekotirana skošenja iznose 0,5x45°		Smjer: Konstrukcijski	
		Materijal: S235JRG2	Masa: 0,18kg	ZAVRŠNI RAD	Kopija
		 Naziv: NOSIVI PRSTEN		Pozicija: <b>2</b>	
		Mjerilo originala		Format: A4	
		1:1		Listova: 1	
		Crtež broj: Z15-KG-1-01-01/2			List: 1



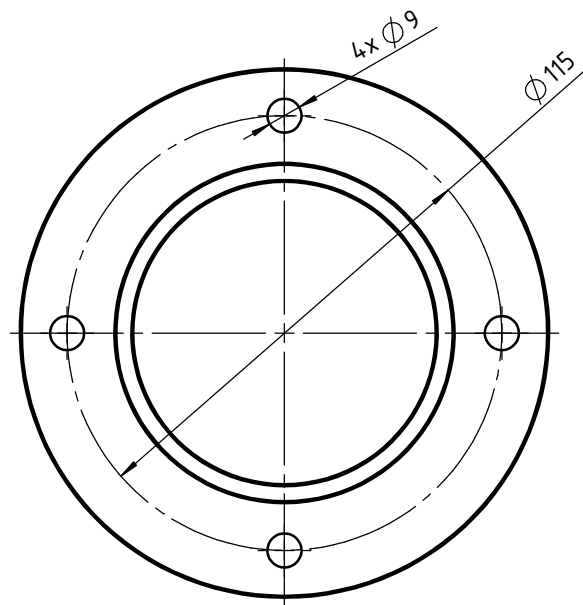
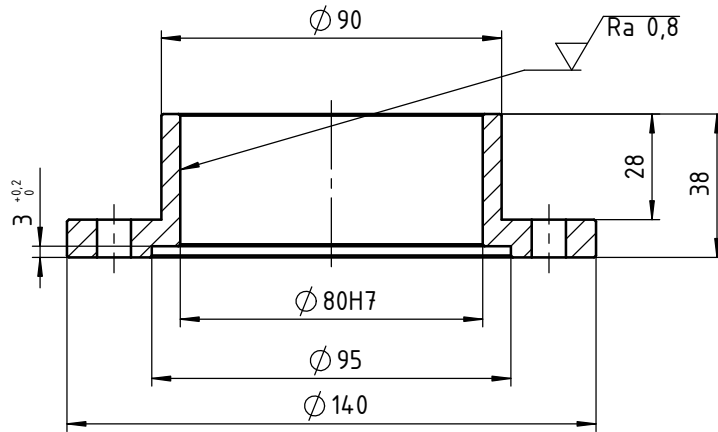
✓ ( ✓ Ra 6,3 , ✓ Ra 1,6 , ✓ Ra 0,4 )

Broj naziva - code	Projektirao	21.2.2015.	Kristian Gručić	Potpis	 Studij strojarstva
	Razradio	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: ZAVARENA NOSIVA KONSTRUKCIJA		Objekt broj:	
Ø80e8	-0,060 -0,106			R. N. broj:	
14H7	+0,018 0	Napomena: Sva nekotirana skošenja iznose 0,5x45°		Smjer: Konstrukcijski	
		Materijal: S235JRG2	Masa: 6kg	ZAVRŠNI RAD	
		 Mjerilo originala		Naziv: STUP	
	1:5			Pozicija: 3	Kopija
		Crtež broj: Z15-KG-1-01-01/3			Format: A3
					Listova: 1
					List: 1

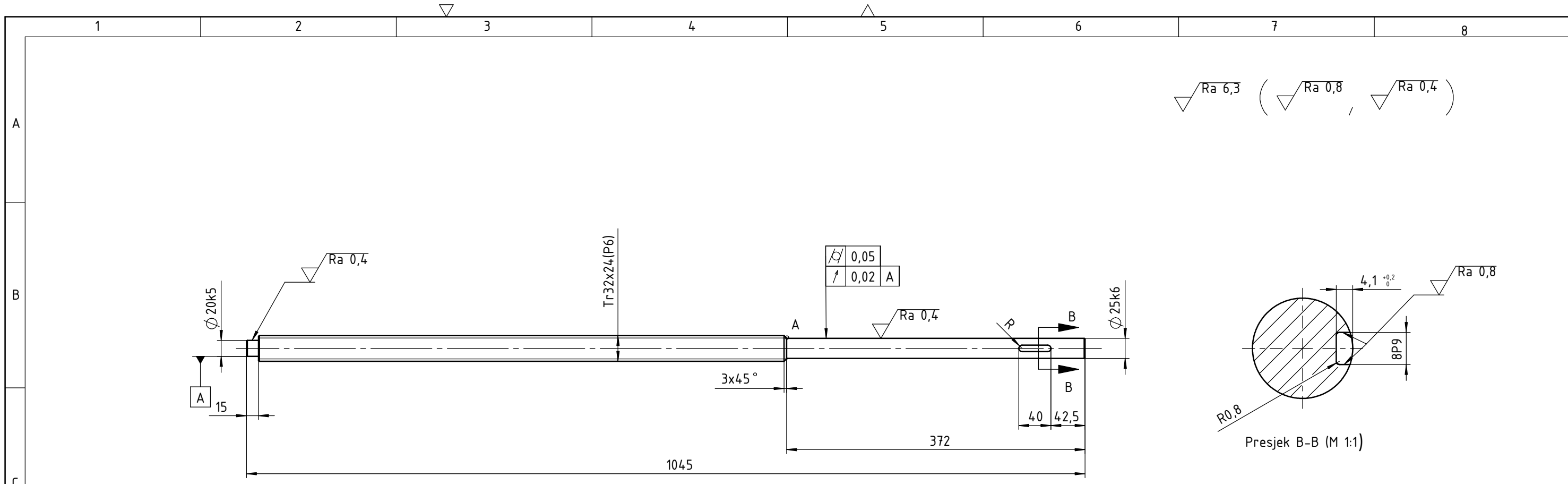


Design by CADLab

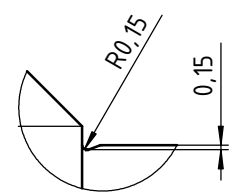
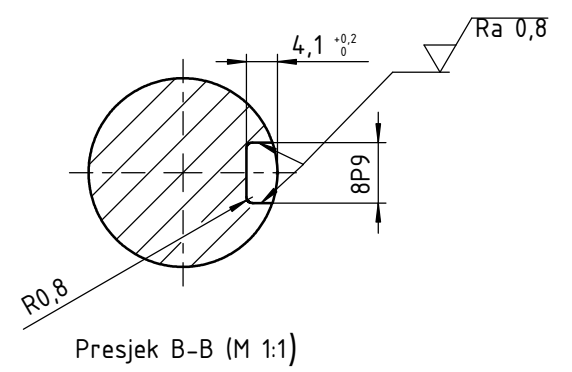
√ Ra 6,3 ( √ Ra 0,8 )



Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Razradio	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	21.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: ZAVARENA NOSIVA KONSTRUKCIJA		Objekt broj:	
∅ 80H7	+0,030 0			R. N. broj:	
		Napomena: Sva nekotirana skošenja iznose 0,5x45°		Smjer: Konstrukcijski	
		Materijal: S235JRG2		Masa: 1kg	
		Materijal: S235JRG2		ZAVRŠNI RAD	
		 Naziv: PRIRUBNICA		Pozicija: <b>4</b>	
		Mjerilo originala		Format: A4	
		1:2		Listova: 1	
		Crtež broj: Z15-KG-1-01-01/4		List: 1	



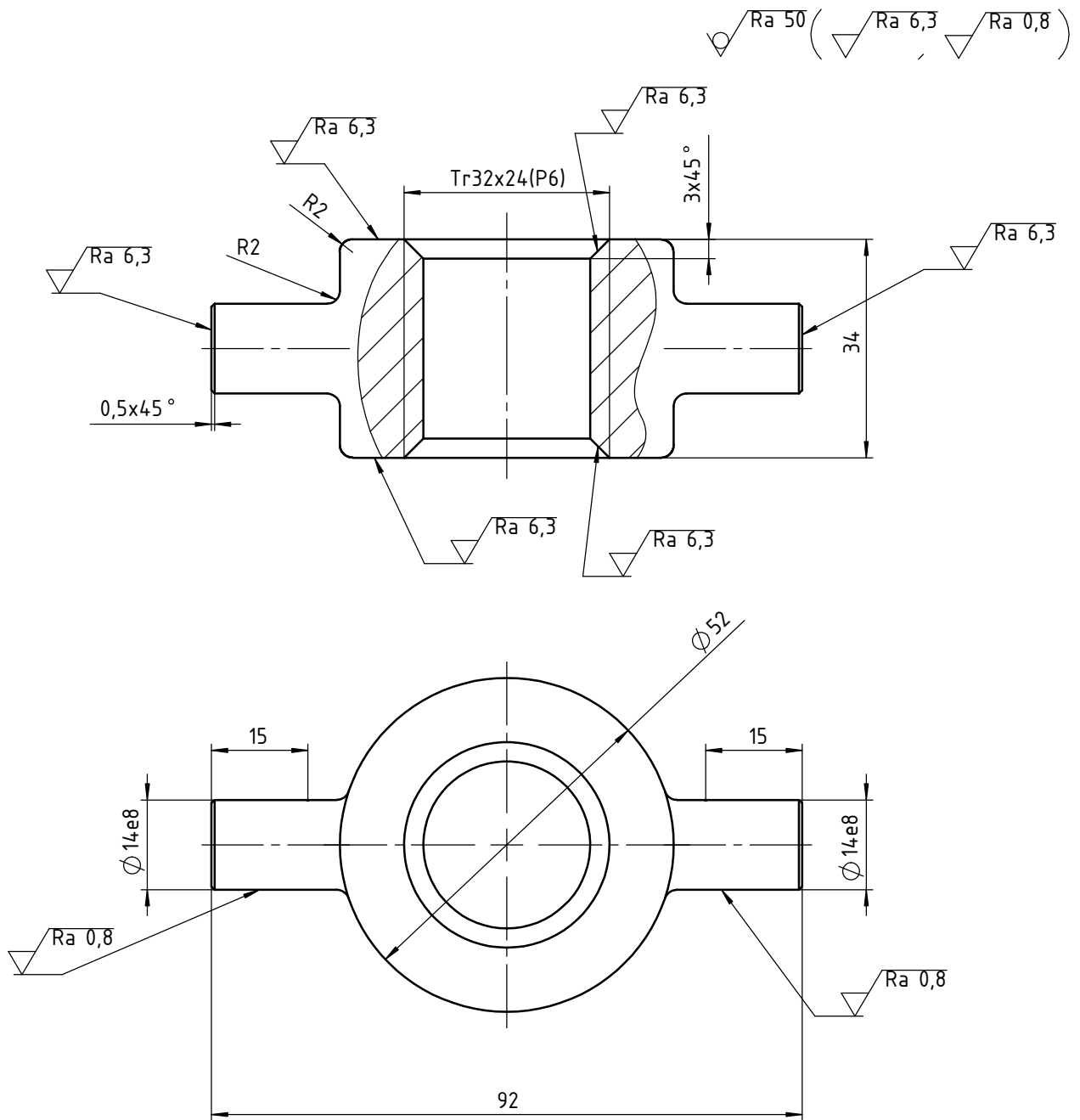
▽ Ra 6,3 ( ▽ Ra 0,8 , ▽ Ra 0,4 )



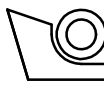
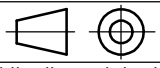
Detalj A (M 5:1)

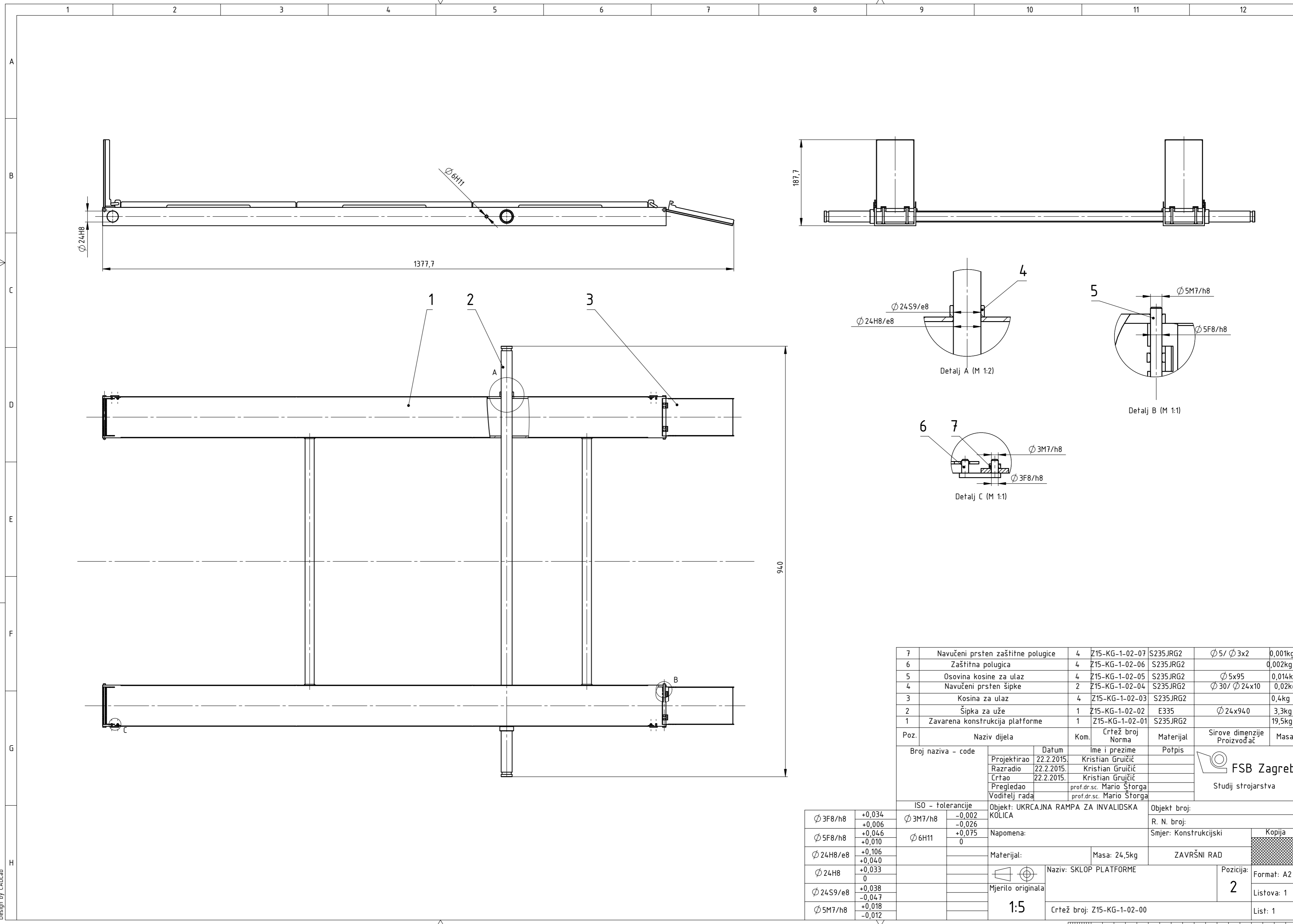
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Razradio	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: POGONSKI SKLOP		Objekt broj:	
Ø 20k5	+0,011	Napomena: Sva nekotirana skošenja iznose 1x45°.		R. N. broj:	
	+0,002			Smjer: Konstrukcijski	
Ø 25k6	+0,015	Materijal: E335	Masa: 5,6kg	ZAVRŠNI RAD	
	+0,002			Kopija	
8p9	-0,015				
	-0,051				
		 Naziv: VRETENO		Pozicija:	
		Mjerilo originala		<b>6</b>	
		<b>1:5</b>		Format: A3	
		Crtež broj: Z15-KG-1-01-02		Listova: 1	
				List: 1	





NAPOMENA: Izdanke matice  $\varnothing 14$  pobrusiti do 15 mm od ruba.

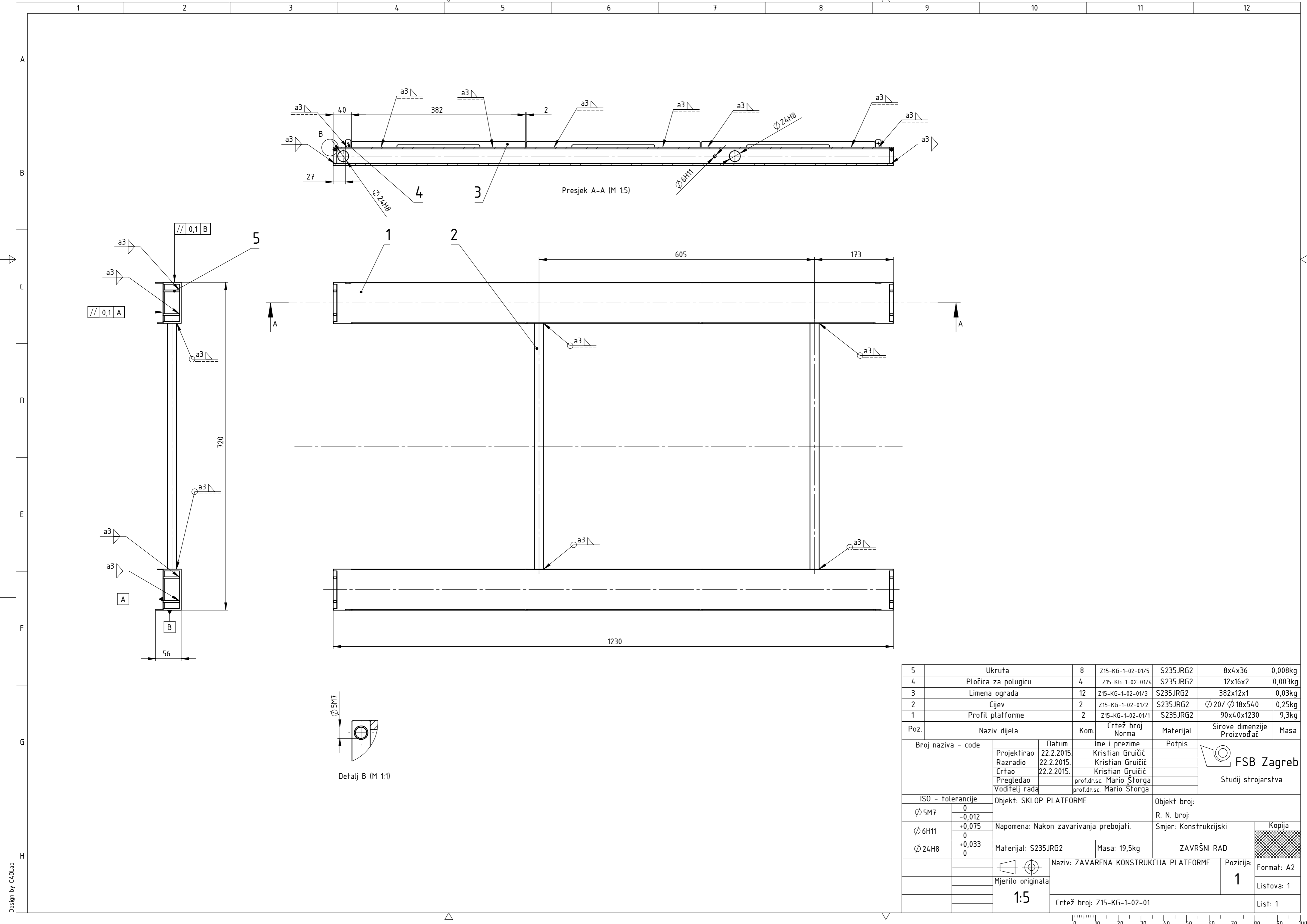
Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Razradio	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: POGONSKI SKLOP		Objekt broj:	
$\varnothing 14e8$	-0,032			R. N. broj:	
	-0,059				
Napomena:				Smjer: Konstrukcijski	
Materijal: CC483K			Masa: 0,5kg	ZAVRŠNI RAD	
 Mjerilo originala		Naziv: MATICA			Pozicija:
1:1		Crtež broj: Z15-KG-1-01-03			7
					Kopija
					Format: A4
					Listova: 1
					List: 1



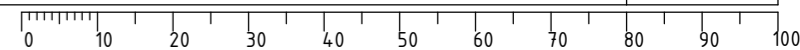
7	Navučeni prsten zaštitne polugice	4	Z15-KG-1-02-07	S235JRG2	Ø5/ Ø3x2	0,001kg
6	Zaštitna polugica	4	Z15-KG-1-02-06	S235JRG2		0,002kg
5	Osovina kosine za ulaz	4	Z15-KG-1-02-05	S235JRG2	Ø5x95	0,014kg
4	Navučeni prsten šipke	2	Z15-KG-1-02-04	S235JRG2	Ø30/ Ø24x10	0,02kg
3	Kosina za ulaz	4	Z15-KG-1-02-03	S235JRG2		0,4kg
2	Šipka za uže	1	Z15-KG-1-02-02	E335	Ø24x940	3,3kg
1	Zavarena konstrukcija platforme	1	Z15-KG-1-02-01	S235JRG2		19,5kg

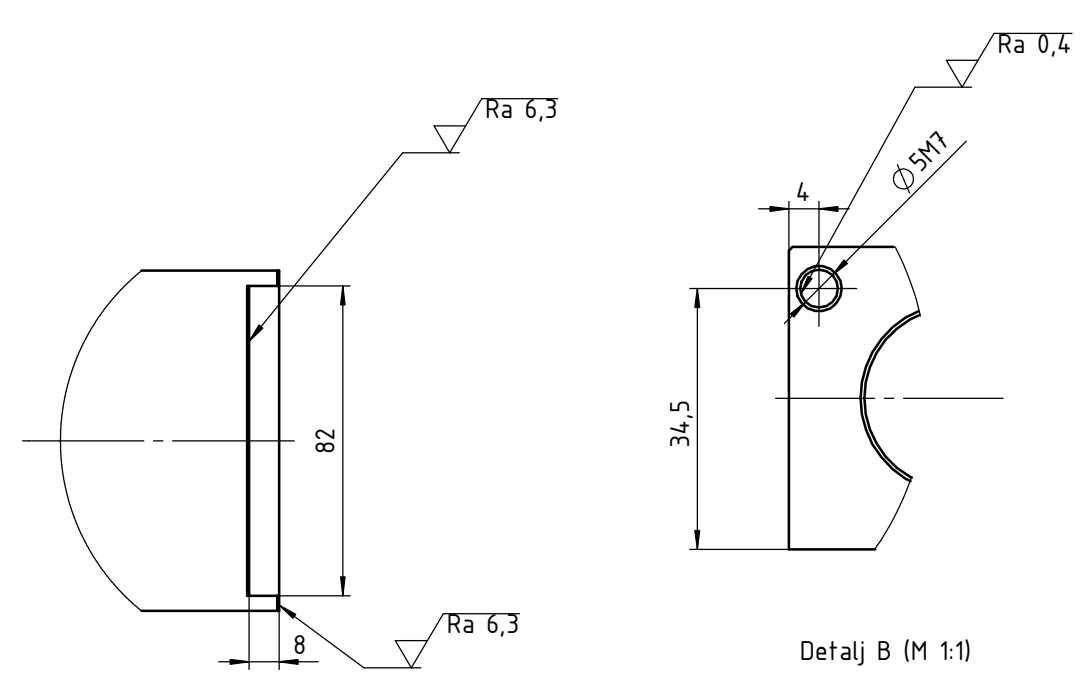
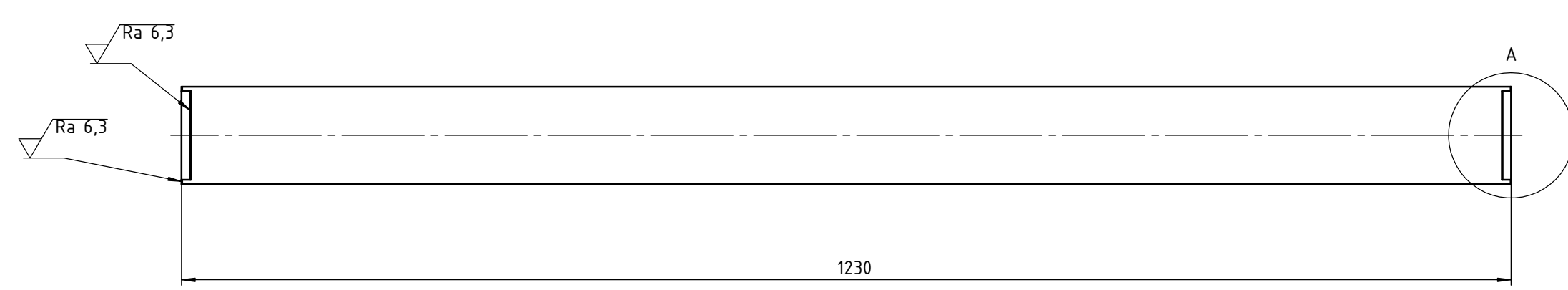
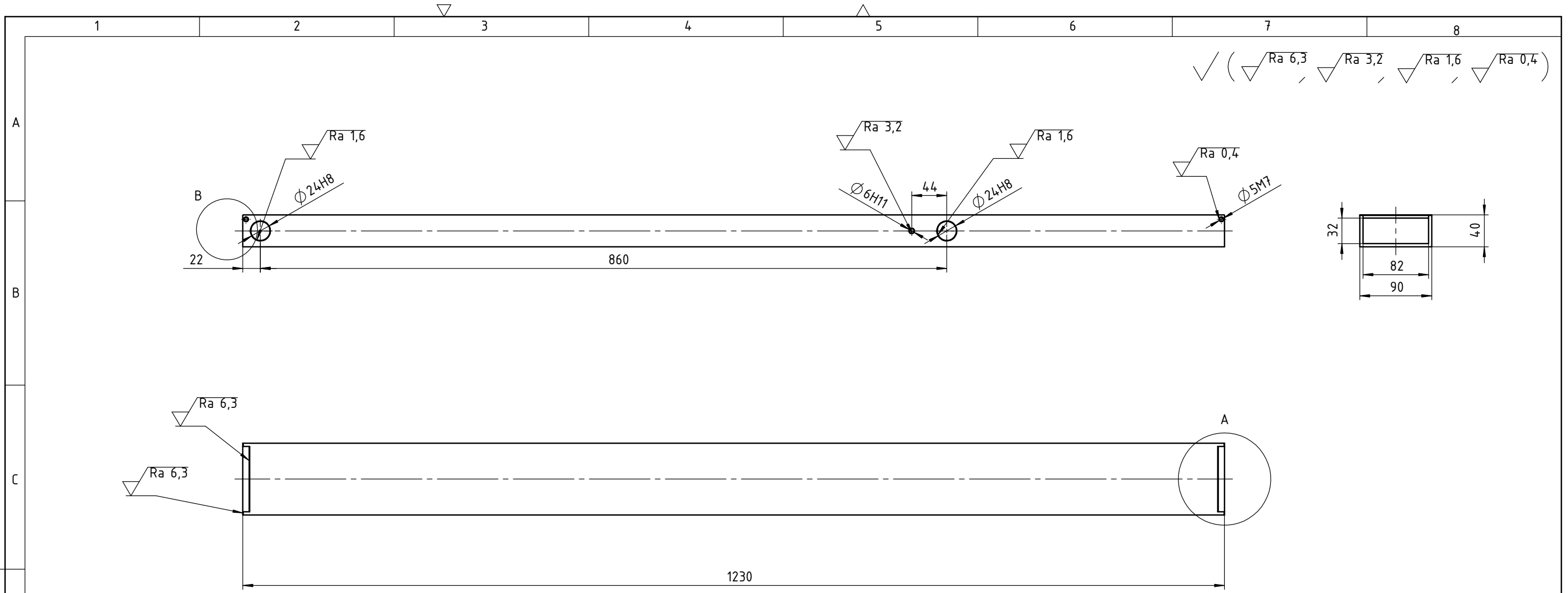
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		22.2.2015.	Kristian Gručić			
Razradio		22.2.2015.	Kristian Gručić			
Crtao		22.2.2015.	Kristian Gručić			
Pregledao			prof.dr.sc. Mario Štorga			
Voditelj rada			prof.dr.sc. Mario Štorga			

ISO - tolerancije		Objekt: UKRCAJNA RAMPA ZA INVALIDSKA KOLICA		Objekt broj:	
Ø3F8/h8	+0,034 +0,006	Ø3M7/h8	-0,002 -0,026	R. N. broj:	
Ø5F8/h8	+0,046 +0,010	Ø6H11	+0,075 0	Smjer: Konstrukcijski	
Ø24H8/e8	+0,106 +0,040			Kopija	
Ø24H8	+0,033 0			ZAVRŠNI RAD	
Ø24S9/e8	+0,038 -0,047			Materijal: Masa: 24,5kg	
Ø5M7/h8	+0,018 -0,012			Naziv: SKLOP PLATFORME	
		Mjerilo originala		Pozicija: 2	
		1:5		Format: A2	
		Crtež broj: Z15-KG-1-02-00		Listova: 1	
				List: 1	

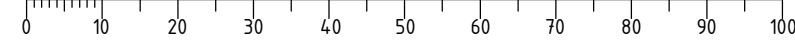


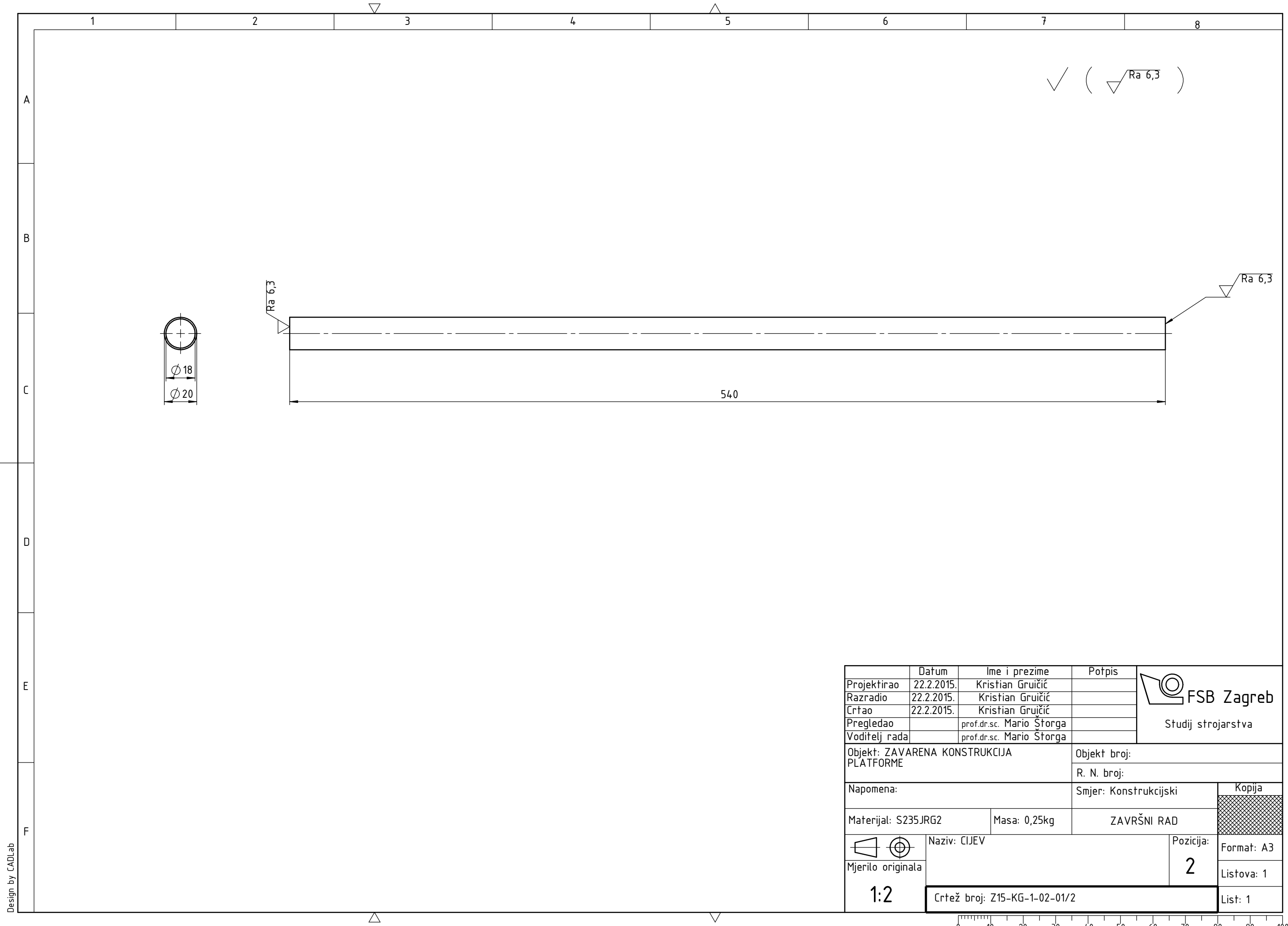
5	Ukruta	8	Z15-KG-1-02-01/5	S235JRG2	8x4x36	0,008kg
4	Pločica za polugicu	4	Z15-KG-1-02-01/4	S235JRG2	12x16x2	0,003kg
3	Limena ograda	12	Z15-KG-1-02-01/3	S235JRG2	382x12x1	0,03kg
2	Cijev	2	Z15-KG-1-02-01/2	S235JRG2	Ø 20/ Ø 18x540	0,25kg
1	Profil platforme	2	Z15-KG-1-02-01/1	S235JRG2	90x40x1230	9,3kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
		Projektirao	Kristian Gruičić			
		Razradio	Kristian Gruičić			
		Crtao	Kristian Gruičić			
		Pregledao	prof.dr.sc. Mario Štorga			
		Voditelj rada	prof.dr.sc. Mario Štorga			
ISO - tolerancije		Objekt: SKLOP PLATFORME		Objekt broj:		
Ø 5M7	0 -0,012			R. N. broj:		
Ø 6H11	+0,075 0	Napomena: Nakon zavarivanja prebojati.		Smjer: Konstrukcijski		Kopija
Ø 24H8	+0,033 0	Materijal: S235JRG2	Masa: 19,5kg	ZAVRŠNI RAD		
		Mjerilo originala		Naziv: ZAVARENA KONSTRUKCIJA PLATFORME		Pozicija: 1
		1:5		Crtež broj: Z15-KG-1-02-01		Format: A2
						Listova: 1
						List: 1





Broj naziva - code	Projektirao	22.2.2015.	Ime i prezime	Kristian Gručić	Potpis	 Studij strojarstva
	Razradio	22.2.2015.	Kristian Gručić			
	Crtao	22.2.2015.	Kristian Gručić			
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga			
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga			
ISO - tolerancije		Objekt: ZAVARENA KONSTRUKCIJA PLATFORME		Objekt broj:		
Ø 24H8	+0,033 0	Napomena: Sva nekotirana skošenja iznose 0,5x45°		R. N. broj:		
Ø 5M7	0 -0,012	Materijal: S235JRG2	Masa: 9,3kg	Smjer: Konstrukcijski	Kopija	
Ø 6H11	+0,075 0	Naziv: PROFIL PLATFORME		ZAVRŠNI RAD		
		Mjerilo originala		Pozicija:	Format: A3	
		1:5		1	Listova: 1	
		Crtež broj: Z15-KG-1-02-01/1		List: 1		



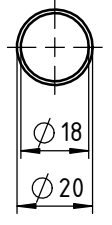


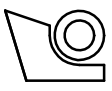
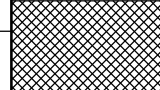
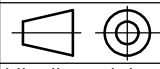
✓ ( ✓ Ra 6,3 )

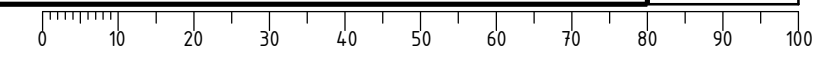
Ra 6,3

Ra 6,3

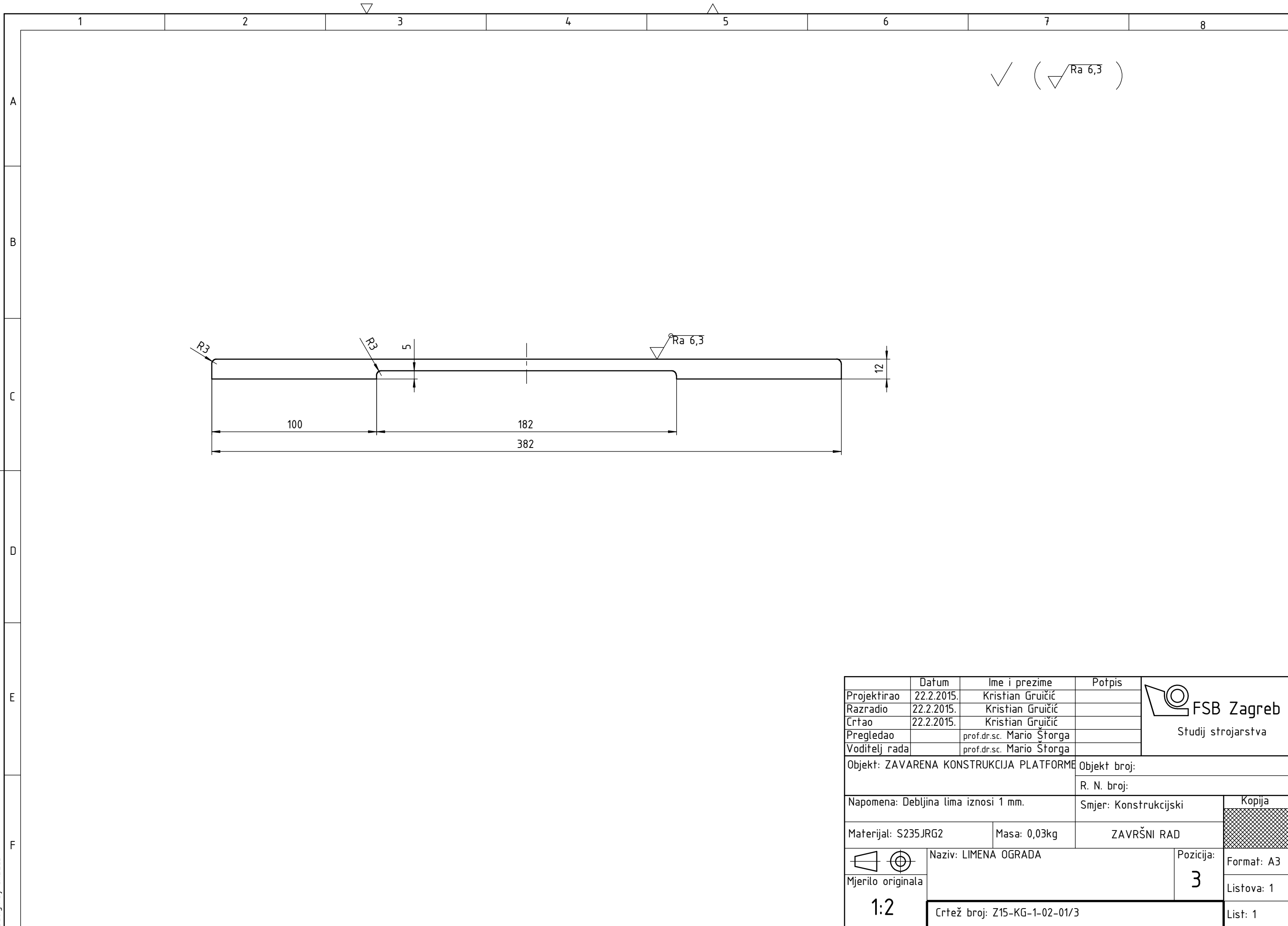
540


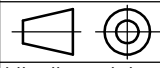


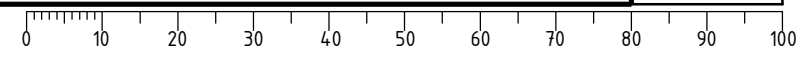
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
Projektirao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
Razradio	22.2.2015.	Kristian Gručić		
Crtao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
Objekt: ZAVARENA KONSTRUKCIJA PLATFORME			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Smjer: Konstrukcijski	Kopija
Materijal: S235JRG2		Masa: 0,25kg	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv: CIJEV		Pozicija:	Format: A3
Mjerilo originala			<b>2</b>	Listova: 1
<b>1:2</b>	Crtež broj: Z15-KG-1-02-01/2			List: 1



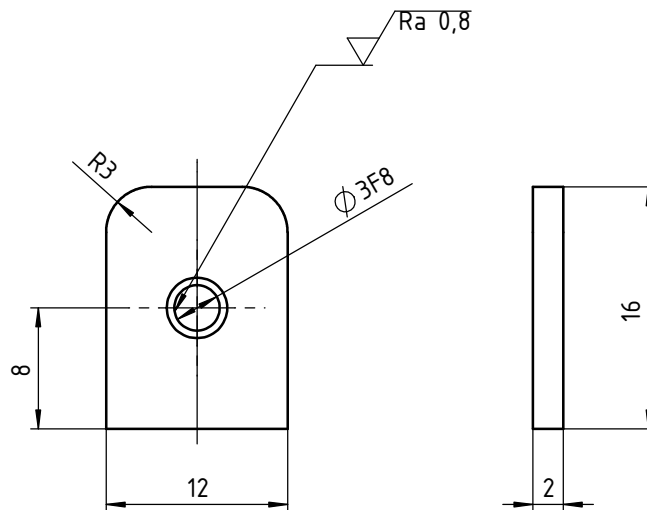
Design by CADLab

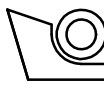


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
Projektirao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
Razradio	22.2.2015.	Kristian Gručić		
Crtao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
Objekt: ZAVARENA KONSTRUKCIJA PLATFORME		Objekt broj:		
		R. N. broj:		
Napomena: Debljina lima iznosi 1 mm.		Smjer: Konstrukcijski	Kopija	
Materijal: S235JRG2	Masa: 0,03kg	ZAVRŠNI RAD		
 Mjerilo originala	Naziv: LIMENA OGRADA		Pozicija:	Format: A3
1:2			3	Listova: 1
		Crtež broj: Z15-KG-1-02-01/3		List: 1

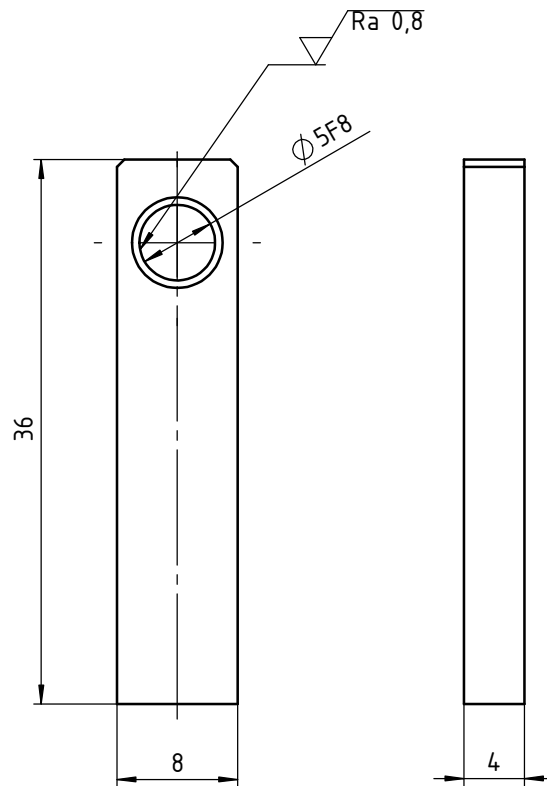


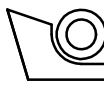
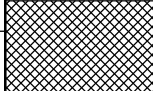


▽ Ra 6,3 (    ▽ Ra 0,8    )



Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Razradio	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: ZAVARENA KONSTRUKCIJA PLATFORME		Objekt broj:	
Ø3F8	+0,020			R. N. broj:	
	+0,003				
Napomena: Nekotirano skošenje iznosi 0,5x45°			Smjer: Konstrukcijski		Kopija
Materijal: S235JRG2			Masa: 0,003kg		ZAVRŠNI RAD
 Mjerilo originala <b>2:1</b>			Naziv: PLOČICA ZA POLUGICU		Pozicija: <b>4</b>
Crtež broj: Z15-KG-1-02-01/4					Format: A4
					Listova: 1
					List: 1

▽ Ra 6,3 ( ▽ Ra 0,8 )



Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Razradio	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Crtao	22.2.2015.	Kristian Gručić		
	Pregledao		prof.dr.sc. Mario Štorga		
	Voditelj rada		prof.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije		Objekt: ZAVARENA KONSTRUKCIJA PLATFORME		Objekt broj:	
Ø 5F8	+0,028			R. N. broj:	
	+0,010				
		Napomena: Sva nekotirana skošenja iznose 0,5x45°.		Smjer: Konstrukcijski	
		Materijal: S235JRG2		Masa: 0,008kg	
		ZAVRŠNI RAD			
		  Naziv: UKRUTA			
		Mjerilo originala		5	
		2:1		Crtež broj: Z15-KG-1-02-01/5	
				Format: A4	
				Listova: 1	
				List: 1	