Traktorski priključak za malčiranje

Borko, Nikola

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:235:659270

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Nikola Borko

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Student:

Prof. dr. sc. Nenad Bojčetić, dipl. ing. Nikola Borko

Zagreb, 2020.

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

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Nenadu Bojčetiću na pomoći i stručnim savjetima tijekom izrade ovog rada.

Također, zahvaljujem se obitelji, kolegama i prijateljima koji su mi bili podrška tijekom studiranja.

Nikola Borko

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: Nikola Borko

Mat. br.: 0035210318

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Traktorski priključak za malčiranje**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Tractor attachment for mulching**

Opis zadatka:

Koncipirati i konstruirati stroj za malčiranje trave i sitnog grmlja. Radna širina malčiranja 1600mm, snaga traktora na koji se stroj učvršćuje minimalno 50KS.
U radu je potrebno:

- analizirati i prikazati postojeća rješenja sličnih strojeva,
- koncipirati više varijanti rješenja,
- definirati kriterije za uspoređivanje varijanti rješenja,
- varijante rješenja usporediti te vrednovanjem odabrati najpovoljniju,
- izraditi detaljno konstrukcijsko rješenje odabrane varijante,
- izraditi računalni model stroja u 3D CAD programskom paketu,
- izraditi tehničku dokumentaciju, pri čemu će se opseg konstrukcijske razrade dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

28. studenog 2019.

Datum predaje rada:
1. rok: 21. veljače 2020.
2. rok (izvanredni): 1. srpnja 2020.
3. rok: 17. rujna 2020.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 24.2. – 28.2.2020.
2. rok (izvanredni): 3.7.2020.
3. rok: 21.9. - 25.9.2020.

Zadatak zadao:

prof. dr. sc. Nenad Bojčetić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

SADRŽAJ I
POPIS SLIKA III
POPIS TABLICA IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE V
POPIS OZNAKA VI
SAŽETAK VII
SUMMARY VIII
1. UVOD 1
1.1. Malč 1
1.2. Malčer 1
1.3. Traktor 2
1.4. Poteznica 3
1.5. Priključno vratilo 4
2. PREGLED PATENATA 5
2.1. Patent US3650096A 5
2.2. Patent US3505800A 6
3. ANALIZA TRŽIŠTA 7
3.1. Malčer ELITE L tvrtke INO Brežice 7
3.2. Malčer Barbi tvrtke Mashio 8
3.3. Malčer GS-50 tvrtke Gramip 9
3.4. Malčer T30 tvrtke Ortolan 10
4. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA 11
5. MORFOLOŠKA MATRICA 12
6. KONCEPTI 15
6.1. Koncept 1 15
6.2. Koncept 2 16
6.3. Koncept 3 17
7. VREDNOVANJE KONCEPATA 18
8. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA 19
8.1. Odabir multiplikatora 19
8.2. Proračun remenskog prijenosa 20
8.3. Čekić za malčiranje 24
8.4. Proračun vratila 24
8.5. Proračun pera 25
8.6. Proračun zavara bubnja i vratila 26
8.7. Proračun zavara nosača čekića 27
8.8. Proračun vijka 28
8.9. Proračun bubnja 28

8.10. Odabir ležaja 29
9. OPIS PRIKLJUČKA 31
10. ZAKLJUČAK 34
LITERATURA 35
PRILOZI 36

POPIS SLIKA

Slika 1. Malč ... 1
Slika 2. Malčer ... 1
Slika 3. Traktor ... 2
Slika 4. Poteznica ... 3
Slika 5. Priključno vratilo ... 4
Slika 6. Kardansko vratilo ... 4
Slika 7. Patent US3650096A – radni položaj ... 5
Slika 8. Patent US3650096A - sklapanje ... 5
Slika 9. Patent US3505800A ... 6
Slika 10. Malčer ELITE L 160 ... 7
Slika 11. Malčer BARBI 160 ... 8
Slika 12. Malčer GS-50 160 ... 9
Slika 13. Malčer T30 160 ... 10
Slika 14. Koncept 1 ... 15
Slika 15. Koncept 2 ... 16
Slika 16. Koncept 3 ... 17
Slika 17. Dimenzije multiplikatora ... 19
Slika 18. Odabrani multiplikator ... 19
Slika 19. Vratilo TL-311D ... 20
Slika 20. Remen SPA ... 20
Slika 21. Odabir vrste remena ... 21
Slika 22. Standardna dužina remena SPA ... 22
Slika 23. Jedinična snaga remena ... 23
Slika 24. Remenica STYLE S2 ... 23
Slika 25. Seppi 63-RM-26 ... 24
Slika 26. Zavar bubnja i vratila ... 26
Slika 27. Vijak M12x75 ... 28
Slika 28. Ležaj s kućištem SKF FNL 509A ... 29
Slika 29. Ležaj s kućištem SKF FNL 509 B ... 30
Slika 30. 3D model malčera ... 31
Slika 31. Položaj noževa na bubnju ... 32
Slika 32. Gumena i metalna zavjesa ... 32
Slika 33. Remenski prijenos ... 33

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tipovi priključnih vratila 4
Tablica 2. Specifikacije malčera ELITE L 7
Tablica 3. Specifikacije malčera Barbi 8
Tablica 4. Specifikacija malčera GS-50 9
Tablica 5. Specifikacija malčera T30 10
Tablica 6. Morfološka matrica 12
Tablica 7. Pughova matrica odlučivanja 18

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

BROJ CRTEŽA	Naziv iz sastavnice
ZR-100-00	Traktorski malčer
ZR-101-00	Sklop kućišta
ZR-102-00	Sklop bubnja
ZR-102-02	Vratilo
ZR-102-05	Nosač čekića

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
i_R	-	Prijenosni omjer remenica
D_1	mm	Promjer pogonske remenice
D_2	mm	Promjer gonjene remenice
i_R^*	-	Stvarni prijenosni omjer remenica
n_B	o/min	Broj okretaja radnog bubnja
n_M	o/min	Broj okretaja izlaznog vratila multiplikatora
L_w	mm	Računska duljina remena
L	mm	Duljina remena
a	mm	Razmak osi remenica
a_{stv}	mm	Stvarni razmak osi remenica
z	-	Broj remena
P	kW	Snaga sustava
P_1	kW	Jedinična snaga remena
C_{uk}	-	Ukupan korekcijski faktor
C_B	-	Faktor primjene
c_L	-	Faktor duljine remena
c_β	-	Faktor obuhvatnog kuta
T_V	Nm	Moment na vratilu
$\tau_{t.DI}$	N/mm^2	Trajna dinamička čvrstoća
$\tau_{t.dop}$	N/mm^2	Dopušteno naprezanje na uvijanje
t_1	mm	Dubina utora za pero
h	mm	Visina pera
F_t	N	Obodna sila
p	N/mm^2	Bočni tlak
p_{dop}	N/mm^2	Dopušteni bočni tlak
a	mm	Debljina zavara
τ_s	N/mm^2	Smično naprezanje
W_p	N/mm^2	Polarni moment otpora
$m_č$	kg	Masa čekića
$v_č$	m/s	Obodna brzina čekića
A_{zav}	mm^2	Površina zavara
R_e	N/mm^2	Granica elastičnosti
$\tau_{s.dop}$	N/mm^2	Dopušteno smično naprezanje

SAŽETAK

Ovaj završni rad prikazuje razvoj i konstruiranje traktorskog priključka za malčiranje. U radu je napravljena analiza patenata i već postojećih uređaja. Na temelju izrađene funkcijske dekompozicije i morfološke matrice napravljena su tri koncepta. Nakon vrednovanja koncepata odabran je najbolji te je napravljen proračun i odabir standardnih dijelova, kreirani su 3D modeli te u konačnici tehnička dokumentacija.

Ključne riječi: razvoj, konstruiranje, traktor, malčer

SUMMARY

This bacherol thesis show development and construction of tractor attachment for mulching. This work is analyzing patents and already existing products . Based on the developed functional decomposition and morphological matrix were made three concepts. After evaluating the concepts was selected the best on and was made calculation and selection of standard parts, were created 3D models and finally technical documentation.

Key words: development, design, tractor, mulcher

1. UVOD

1.1. Malč

Malč je organska materija nastala usitnjavanjem biljne mase na području livada i šuma. Neke najvažnije mase iz kojih se dobiva malč su: kore drveta, trave, granje, otpalo lišće te piljevina. Malč se upotrebljava u poljoprivredi, vinogradarstvu i voćarstvu, a neke najvažnije funkcije zašto se upotrebljava su: očuvanje vlage tla, poboljšanje plodnosti i zdravlja tla te smanjenje rasta korova.

Slika 1. Malč

1.2. Malčer

Malčer je stroj koji je namijenjen malčiranju biljnih ostataka u poljoprivredi, vinogradarstvu, voćarstvu te čišćenju ostalih komunalnih i infrastrukturnih površina.

Slika 2. Malčer

1.3. Traktor

Traktor je vozilo namijenjeno obavljanju poslova po cestama i poljima, sposobno za nošenje, upravljanje, vuču i pogon oruđa - priključaka ili pokretnih i nepokretnih strojeva i vuču prikolica. Traktor također možemo definirati kao motorno vozilo koje razvija snagu na poteznici i priključnom vratilu.

Slika 3. Traktor

Traktori se prema snazi na priključnom vratilu dijele na:

- laki traktori – do 37 kW
- srednji traktori – od 37 do 110 kW
- teški traktori – preko 110 kW

Prema namjeni korištenja traktori se dijele na:

- univerzalni
- voćarsko-vinogradarski
- vrtlarski
- traktori s visokim clearensom - traktori s veliki razmak najnižeg dijela traktora od tla
- traktori za osnovnu obradu tla - traktori za oranje, rigolanje i dubinsko rahljenje
- traktori za dopunsku obradu tla – traktori za tanjuranje, valjanje, drljanje i kultivaciju

1.4. Poteznica

Poteznica je uređaj za priključivanje oruđa, odnosno strojeva za traktor načinom koji omogućava obavljanje određenih radova. Postoji klasična poteznica koju nalazimo na starijim tipovima traktora, ali i na novijim motorima velikih instaliranih snaga, radi vuče širokozahvatnih oruđa te hidraulična (trozglobna) koja služi za priključivanje ovjesnih i poluovjesnih oruđa i strojeva.

Glavni dijelovi poteznice su: ramena hidrauličkih podizača, lijeva podizna poluga, desna podizna poluga sa vijkom za poravnanje i gornja traktorska poluga (upornica).

Slika 4. Poteznica

Hidraulični podizači rade na hidrostatskom principu, tj. potisnom silom na putu pomicanja klipa nasuprot teretu obavljaju rad. Podizači mogu obavljati slijedeće:

- podizanje i spuštanje ovjesnih i poluovjesnih oruđa
- prisilno spuštanje oruđa
- podržavanje oruđa u podignutom stanju
- održavanje stalnog položaja oruđa sa radnim dijelovima ispod ili iznad površine tla
- održavanje stalnog vučnog otpora

1.5. Priključno vratilo

Priključno vratilo služi za pogon mehanizama i radnih dijelova priključnih strojeva. Priključno vratilo nalazi se sa stražnje strane, dok se kod nekih traktora nalazi i sa prednje strane. Broj okretaja priključnog vratila standardiziran je na 540 okretaja u minuti, i to kod tzv. nazivnog broja okretaja radilice motora ili kod maksimalne snage traktora. Na traktorima većih snaga kao standard primjenjuje se 1000 okretaja u minuti. Postoje i dvobrzinska priključna vratila sa 540 i 1000 okretaja u minuti. Broj okretaja, oblik i dimenzije priključnog vratila standardizirane su po standardu *ISO 500*, a karakteristike vratila prikazane su u Tablici 1. Slika 6. prikazuje kardansko vratilo pomoću kojeg se snaga s traktora prenosi na priključke.

Tablica 1. Tipovi priključnih vratila

Tip	Promjer (mm)	Nazivna brzina (o/min)	Broj zubi
1	35	540	6
2	35	1000	21
3	45	1000	20

Slika 5. Priključno vratilo

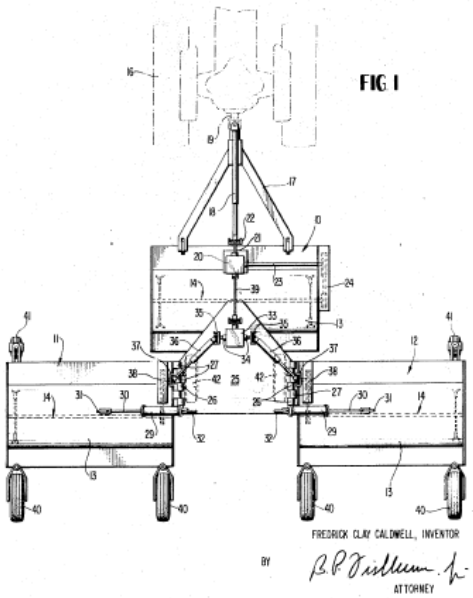
Slika 6. Kardansko vratilo

2. PREGLED PATENATA

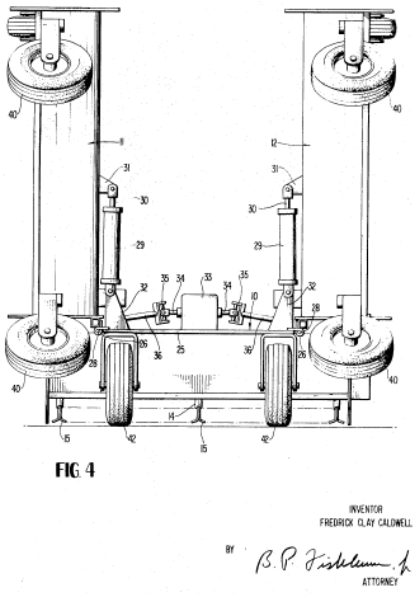
2.1. Patent US3650096A

Patent je prijavljen 24.09.1969. godine u Americi, a istekao je 21.03.1989. godine.

Patent prikazuje priključak za višestruko malčiranje koji je vučen pomoću traktora. Košnju trave omogućuju pojedinačni rotori kojima se snaga dovodi i grana pomoću jednog traktorskog vratila. Vanjski malčeri su sklopivi, čime uređaj zadovoljava specifikaciju širine vozila na cesti prilikom transporta te može proći relativno uskim putevima. Sposoban je za malčiranje vrlo velike širine trave u jednom potezu, a pojedini segmenti malčera mogu slijediti konturu tla ukoliko je ona neravna. Za razliku od konvencionalnih malčera, rotori mlatilice nemaju tendenciju odbijanja kamenja ili drugih krhotina koje se nađu na tlu prilikom košnje, što uređaj čini sigurnim za upotrebu na javnim mjestima.



Slika 7. Patent US3650096A – radni položaj

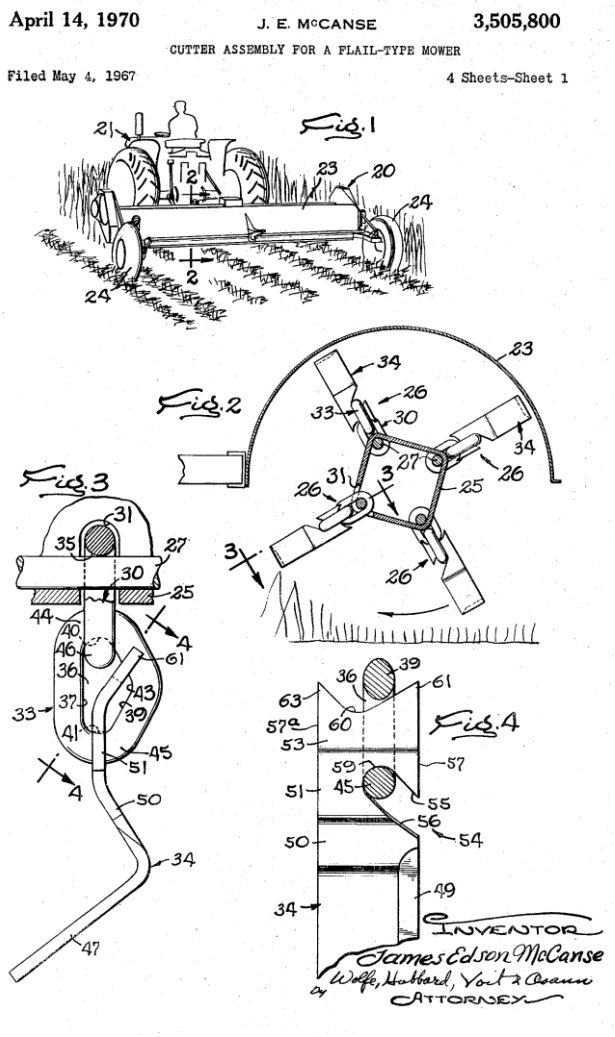


Slika 8. Patent US3650096A - sklapanje

2.2. Patent US3505800A

Patent je prijavljen 04.05.1967. godine u Americi, a istekao je 14.04. 1987. godine.

Za malčiranje se koristi bubanj kvadratnog poprečnog presjeka po čijem obodu se nalaze noževi. Rezne oštrice su paralelne s bubnjem te se nalaze na značajno velikom radijusu čime se postižu veliku brzinu rezanja. Veza između bubnja i noževa nije kruta, kako bi se spriječilo moguće pucanje noževa prilikom udara u krutine poput kamenčića ili zemlje. Moguća je podesivost razine sjećkanja. Najveće mane su relativno velika buka, posebice pri pokretanju malčera zbog direktnog klizanja metala po metalu(noževi po lancima) te vrlo brzo trošenje noževa, posebice pri neravnim terenima.



Slika 9. Patent US3505800A

3. ANALIZA TRŽIŠTA

U današnje vrijeme postoji mnogo priključaka za malčiranje pa će u nastavku biti prikazano nekoliko primjera zajedno sa njihovim specifikacijama.

3.1. Malčer ELITE L tvrtke INO Brežice

Malčer je predviđen za svestranu primjenu na svim poljoprivrednim površinama, za održavanje zelenih površina i zapuštenih terena. Malčer možemo primijeniti kod usitnjavanja žetvenih ostataka, te za usitnjavanje ostataka rezidbe u voćnjacima i vinogradima za drobljenje grana debljine do 5 cm. Konstrukcija je vrlo robusna i predviđena za intenzivno korištenje. Raspored radnih tijela je u duploj spirali što štedi potrošnju energije.

Tablica 2. Specifikacije malčera ELITE L

Model	Potrebna snaga traktora KW	Radna širina cm	Ukupna širina cm	Broj okretaja ulaznog vratila o/min	Ukupna broj čekića	Masa kg	Maksimalan promjer grana cm
160	27-35	162	178	540	20	405	5

Slika 10. Malčer ELITE L 160

3.2. Malčer Barbi tvrtke Mashio

Malčer se može koristiti za košnju trave, usitnjavanje žetvenih ostataka, čišćenje terena ili za usitnjavanje grančica u voćnjacima i vinogradima. Položaj bubnja se može podešavati za optimalno usitnjavanje.

Tablica 3. Specifikacije malčera Barbi

Model	Potrebna snaga traktora KW	Radna širina cm	Ukupna širina cm	Broj okretaja ulaznog vratila o/min	Ukupna broj čekića	Masa kg	Maksimalan promjer grana cm
160	26-34	160	175	540	22	275	4

Slika 11. Malčer BARBI 160

3.3. Malčer GS-50 tvrtke Gramip

Malčer je predviđen za svestranu primjenu na svim poljoprivrednim površinama, za održavanje zelenih površina i zapuštenih terena. Malčer možemo primijeniti kod usitnjavanja žetvenih ostataka te za usitnjavanje ostataka rezidbe u voćnjacima i vinogradima do debljine 5 cm. Konstrukcija je vrlo robusna i predviđena za intenzivno korištenje.

Tablica 4. Specifikacija malčera GS-50

Model	Potrebna snaga traktora KW	Radna širina cm	Ukupna širina cm	Broj okretaja ulaznog vratila o/min	Ukupna broj čekića	Masa kg	Maksimalan promjer grana cm
160	24-44	160	172	540	12	372	5

Slika 12. Malčer GS-50 160

3.4. Malčer T30 tvrtke Ortolan

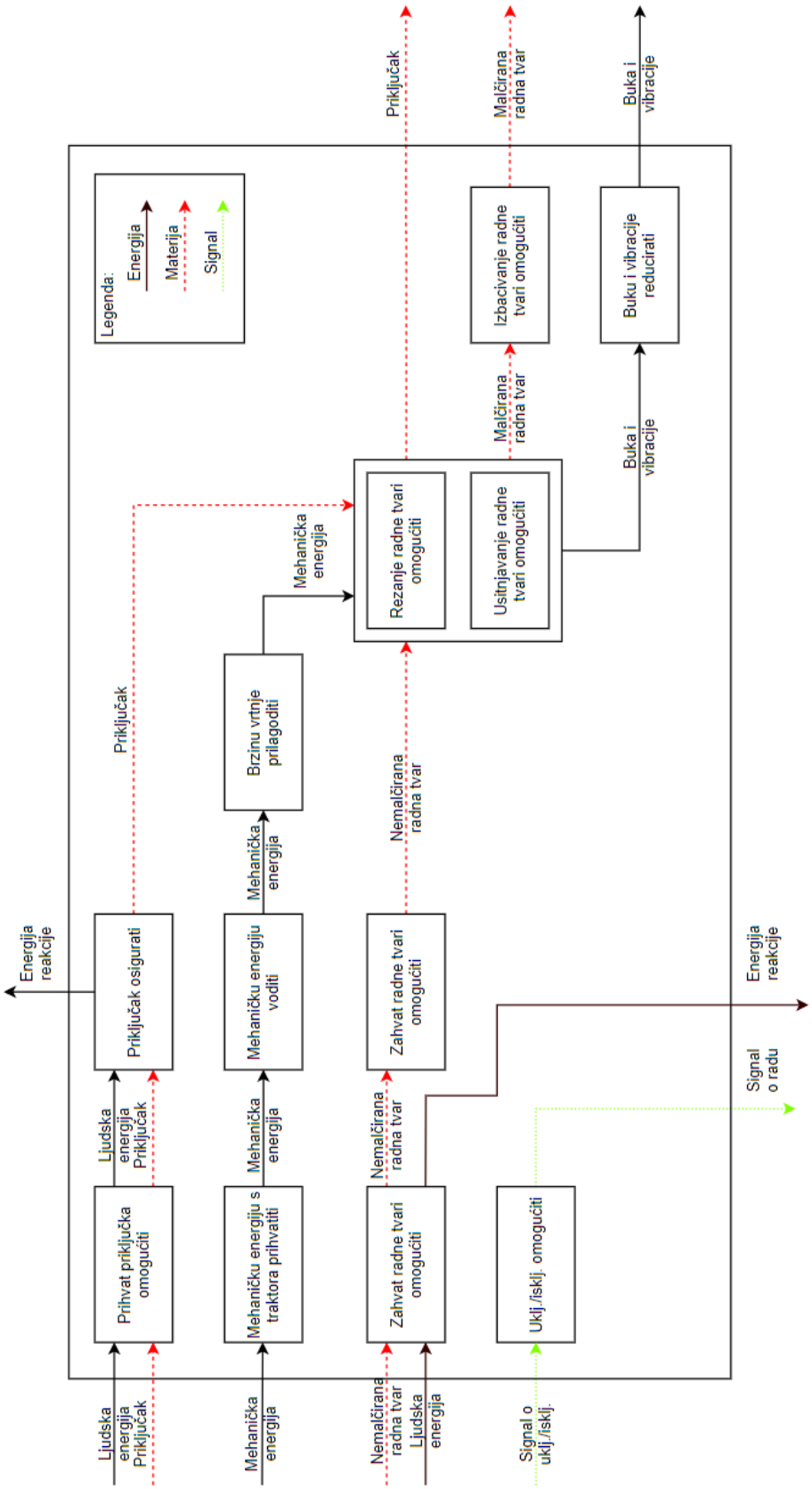
Malčer je namijenjen za košnju trave te za sječu voćnjaka i vinograda (vrtovi, parkovi, stadioni i zračne luke). Ima podesivi stražnji valjak promjera 193 mm sa strugalicom.

Tablica 5. Specifikacija malčera T30

Model	Potrebna snaga traktora KW	Radna širina cm	Ukupna širina cm	Broj okretaja ulaznog vratila o/min	Ukupna broj čekića	Masa kg	Maksimalan promjer grana cm
160	29-59	160	176	540	22	405	5

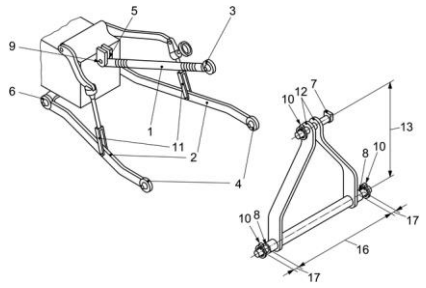
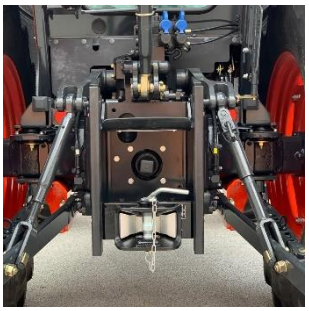
Slika 13. Malčer T30 160

4. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA



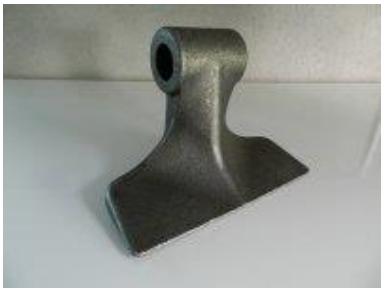
5. MORFOLOŠKA MATRICA

Tablica 6. Morfološka matrica

Funkcija	Rješenje	
Prihvat priključka omogućiti	Poteznica 	Kuka 
Priključak osigurati	Svornjak	
Mehaničku energiju s traktora prihvatiti	Izlazno vratilo	

Mehaničku energiju voditi	Kardansko vratilo			
Brzinu vrtnje prilagoditi	Multiplikator	Remenski prijenos	Lančani prijenos	Zupčani prijenos
Visinu malčiranja regulirati	Klizač	Kotači	Valjak	
Zahvat radne tvari omogućiti	Oblik kućišta	Vodilice		

<table>
<tr><td rowspan="2">Rezanje radne tvari omogućiti

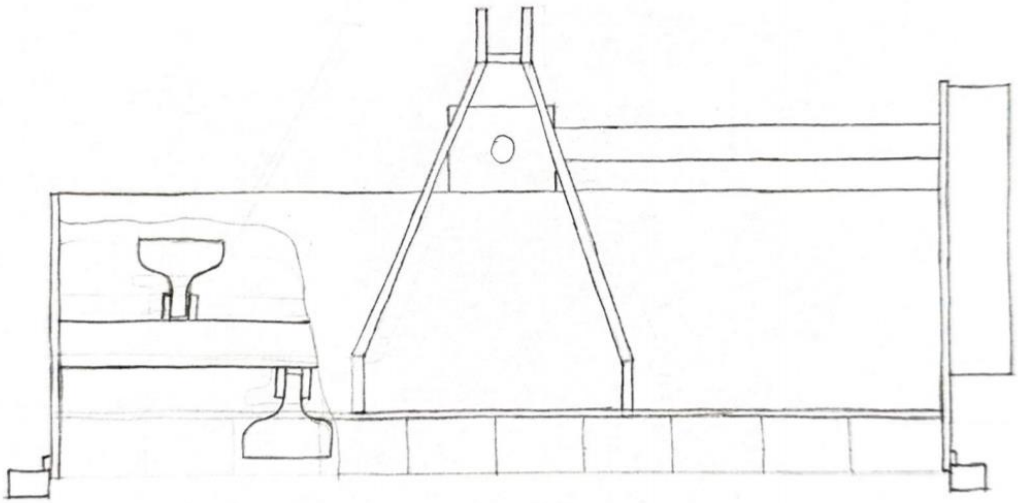
Usitnjavanje radne tvari omogućiti</td><td>Čekić
  </td><td colspan="2">Nož
 </td></tr>
<tr><td colspan="3">Čelično uže
 </td></tr>
<tr><td>Izbacivanje radne tvari omogućiti</td><td>Gumena zavjesa
 </td><td>Lančana zavjesa
 </td><td>Metalna zavjesa
 </td></tr>
</table>

6. KONCEPTI

U nastavku će biti prikazano nekoliko koncepata koji nastaju iz morfološke matrice kombiniranjem parcijalnih rješenja za pojedine podfunkcije.

6.1. Koncept 1

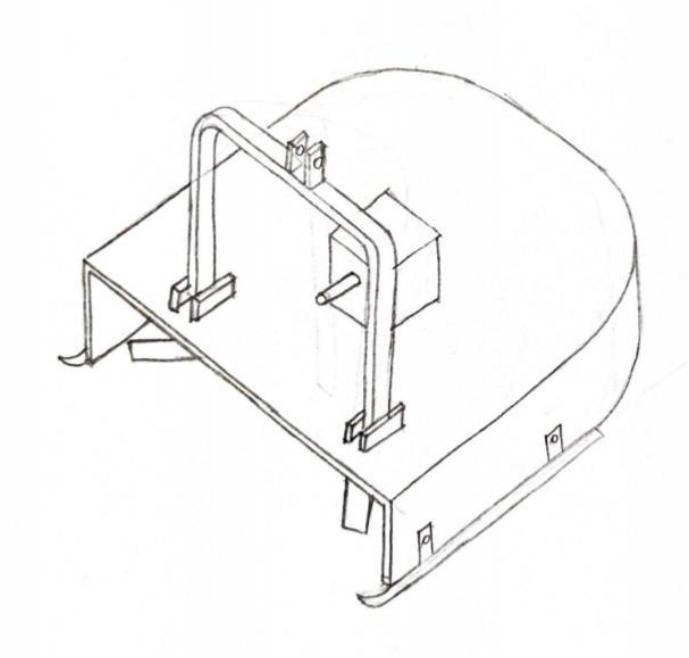
Slika 14. prikazuje koncept 1. Malčer se na traktor spaja pomoću poteznice. Snaga se s traktora pomoću kardanskog vratila dovodi do multiplikatora, dalje se pomoću vratila dovodi do remenskog prijenosa u kojem se vrši druga multiplikacija kako bi se postigla potrebna brzina vrtnje radnog bubnja. Malčiranje se vrši pomoću čekića koji se nalaze na obodu radnog bubnja. Visina malčiranja regulira se pomoću klizača smještenih na bočnim stranama malčera.



Slika 14. Koncept 1

6.2. Koncept 2

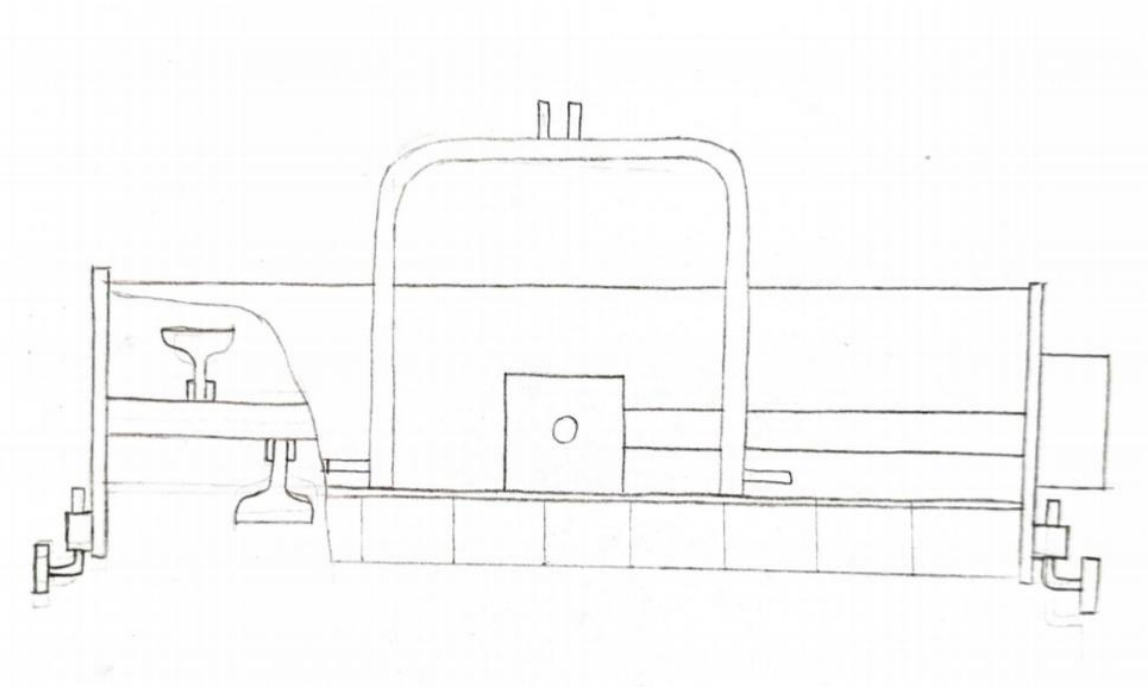
Slika 15. prikazuje koncept 2. Snaga se s traktora do multiplikatora smještenog na malčeru dovodi kardanskim vratilom gdje se postiže potrebni broj okretaja radnog bubnja. Radni bubanj je postavljen vertikalno te se na njemu nalaze 3 noža koja služe za malčiranje. Radna visina regulira se pomoću klizača smještenih na bočnim stranama.



Slika 15. Koncept 2

6.3. Koncept 3

Slika 16. prikazuje koncept 3. Snaga se pomoću kardanskog vratila dovodi do multiplikatora u kojem se vrši prva multiplikacija, te se dalje pomoću vratila snaga dovodi do lančanog prijenosnika u kojem se postiže potrebni broj okretaja radnog bubnja. Za malčiranje služe čekići smješteni po obodu radnog bubnja. Visina malčiranja se regulira pomoću 4 kotača.



Slika 16. Koncept 3

7. VREDNOVANJE KONCEPATA

Nakon generiranja koncepata potrebno je odabrati jedan s kojim će se nastaviti u daljnju konstrukcijsku razradu. Za vrednovanje koristit će se *Pughova matrica odlučivanja*. Prvo je potrebno odrediti kriterije po kojima će se koncepti vrednovati, a zatim odabrati referentni koncept prema kojem će se ostali vrednovati. Koncept 2 je odabran kao referentni. Ako neki koncept bolje zadovoljava kriterij od referentnog dodjeljuje mu se (+), ako zadovoljava podjednako dodjeljuje se (0), a ako zadovoljava lošije dodjeljuje mu se (-). Nakon dodjeljivanja, ocjene se zbrajaju te se dobiva konačna ocjena svakog koncepta. Koncept s najboljom ocjenom ide u daljnju konstrukcijsku razradu.

Tablica 7. Pughova matrica odlučivanja

Kriterij	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Dimenzije	+	0	+
Cijena izrade	-	0	-
Brzina malčiranja	+	0	+
Efikasnost	+	0	+
Debljina malčiranja	+	0	+
Zaštita od preopterećenja	+	0	-
SUMA	4	0	2

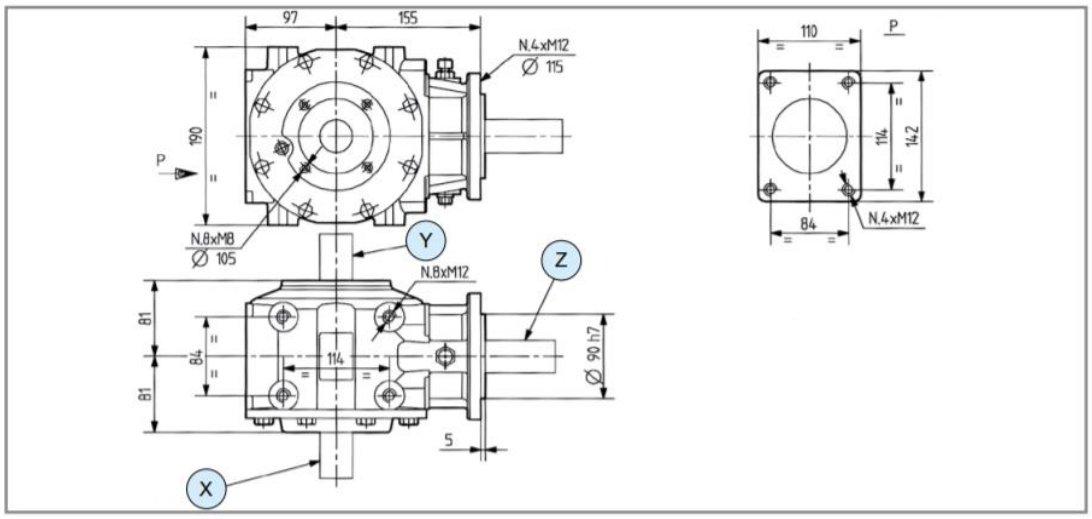
Nakon provedenog ocjenjivanja određeno je da se u daljnju konstrukcijsku razradu ide s konceptom 1.

8. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA

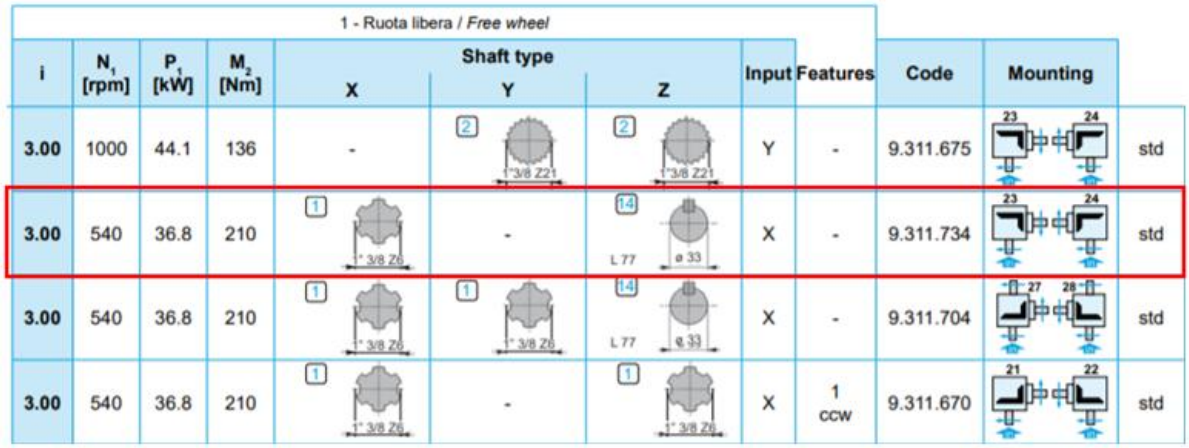
8.1. Odabir multiplikatora

Brzina vrtnje izlaznog vratila traktora iznosi 540 o/min, a istraživanjem tržišta utvrđeno je kako potrebna brzina vrtnje radnog bubnja malčera iznosi između 1650 i 2300 o/min potrebno je izvršiti multiplikaciju broja okretaja. Multiplikacija će se izvršiti u 2 stupnja, prva multiplikacija pomoću multiplikatora, a druga pomoću remenskog prijenosa.

Odabran je multiplikator T-311A tvrtke Comer Industries, a karakteristike multiplikatora prikazane su u nastavku.



Slika 17. Dimenzije multiplikatora

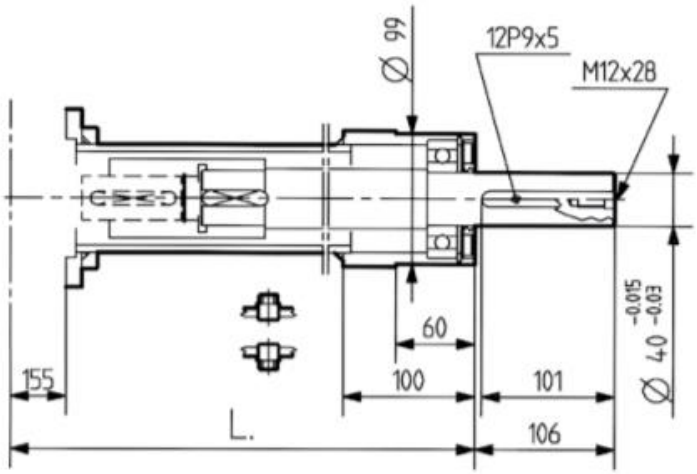


1 - Ruota libera / *Free wheel*

i	N_1 [rpm]	P_1 [kW]	M_2 [Nm]	Shaft type X	Shaft type Y	Shaft type Z	Input	Features	Code	Mounting	
3.00	1000	44.1	136	-	2 1"3/8 Z21	2 1"3/8 Z21	Y	-	9.311.675	23 24	std
3.00	540	36.8	210	1 1" 3/8 Z6	-	14 L 77 ø 33	X	-	9.311.734	23 24	std
3.00	540	36.8	210	1 1" 3/8 Z6	1 1" 3/8 Z6	14 L 77 ø 33	X	-	9.311.704	27 28	std
3.00	540	36.8	210	1 1" 3/8 Z6	-	1 1" 3/8 Z6	X	1 CCW	9.311.670	21 22	std

Slika 18. Odabrani multiplikator

Za prijenos snage s multiplikatora do remenskog prijenos koristi se vratilo TL-311D, također tvrtke Comer Industries. Tvrtka nudi nekoliko duljina vratila, a odabrana je 780 mm.



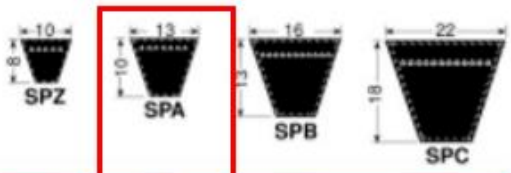
Slika 19. Vratilo TL-311D

8.2. Proračun remenskog prijenosa

Kako bi se postigao potreban broj okretaja radnog bubnja u drugom stupnju multiplikacije koristit će se remenski prijenos. Odabrana brzina vrtnje radnog bubnja je 2100 o/min pa potreban prijenosni omjer remenskog prijenosa iznosi:

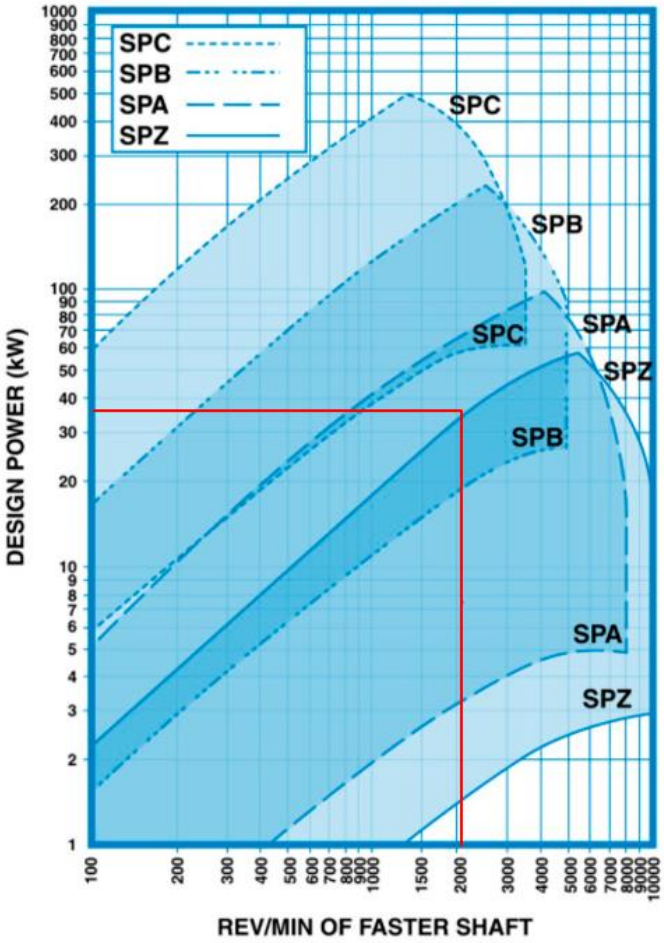
$$i_R = \frac{n_B}{n_M} = \frac{1620}{2100} = 0{,}7714. \qquad \textbf{(1)}$$

Na temelju snage i brzine vrtnje brže remenice odabran je klinasti uski remen SPA 13x10 tvrtke CHALLENGE.



Section	SPZ	SPA	SPB	SPC
Top Width Nominal mm	10.0	13.0	16.0	22.0
Pitch Width mm	8.5	11.0	14.0	19.0
Section Height Nominal mm	8.0	10.0	14.0	18.0
Inside Length Li = Lp minus x	x = 37	x = 45	x = 60	x = 83
Outside Length La = Li plus y	y = 50	y = 63	y = 82	y = 113

Slika 20. Remen SPA



Slika 21. Odabir vrste remena

Prema preporukama proizvođača odabran je promjer manje, tj. gonjene remenice pa on iznosi:

$$D_2=140 \text{ mm.} \tag{2}$$

Promjer pogonske remenice dobije se preko prijenosnog omjera i promjera gonjene remenice:

$$D_1 = \frac{D_1}{i_R} = \frac{140}{0{,}7714} = 181{,}48 \text{ mm.} \tag{3}$$

Odabrani promjer pogonske remenice:

$$D_1=180 \text{ mm.} \tag{4}$$

Novi prijenosni omjer remenskog prijenosa iznosi:

$$i_R^* = \frac{D_2}{D_1} = \frac{140}{180} = 0{,}778. \tag{5}$$

S obzirom na promjenu prijenosnog omjera stvarna brzina vrtnje radnog bubnja iznosi:

$$n_B = \frac{n_M}{i_R^*} = \frac{1620}{0{,}778} = 2083 \text{ o/min.} \quad \textbf{(6)}$$

Preporučen osni razmak remenica dobije se iz izraza (7), a odabrani je a=300mm.

$$0{,}7(D_1+D_2) < a < 2(D_1+D_2) \quad \textbf{(7)}$$

Računska duljina remena dobije se iz:

$$L_w = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4a} = 1103{,}99 \text{ mm.} \quad \textbf{(8)}$$

Iz kataloga proizvođača odabrana je standardna duljina remena L=1107 mm.

SPA (13N)
13 x10

Metric Lp	Metric Lp	Metric Lp
632	1482	3150
657	1500	3182
682	1507	3350
707	1532	3450
732	1550	3550
750	1557	3750
757	1582	4000
782	1600	4250
800	1607	4500
807	1632	
825	1650	
832	1657	
850	1682	
857	1700	
875	1707	
882	1732	
900	1750	
907	1757	
925	1782	
932	1800	
950	1807	
957	1832	
975	1857	
982	1882	
1000	1900	
1007	1937	
1032	1950	
1057	1957	
1060	1982	
1082	2000	
[illegible]	2032	
1107	2057	
1120	2060	
1132	2120	
1150	2132	

Slika 22. Standardna dužina remena SPA

Stvarni osni razmak remenica iznosi:

$$a_{stv} = a - \frac{L_w - L}{2} = 300 - \frac{1103{,}99 - 1107}{2} = 301{,}5 \text{ mm}. \quad \textbf{(9)}$$

Jedinična snaga remena određena je linearnom interpolacijom iz kataloga proizvođača, a ona iznosi P_1=8,48 kW.

SPA power ratings (kW) rev/min	90	100	112	118	125	132	140	160	180	200
400	0.87	1.11	1.43	1.56	1.73	1.90	2.09	2.59	3.06	3.55
600	1.20	1.55	1.99	2.19	2.44	2.69	2.97	3.66	4.35	5.02
720	1.40	1.81	2.32	2.57	2.86	3.15	3.48	4.30	5.11	5.88
800	1.50	1.97	2.54	2.81	3.13	3.44	3.81	4.72	5.61	6.47
960	1.72	2.28	2.96	3.30	3.66	4.04	4.47	5.55	6.59	7.62
1200	2.04	2.72	3.55	3.98	4.42	4.88	5.41	6.72	7.99	9.24
1440	2.35	3.15	4.12	4.64	5.17	5.71	6.33	7.86	9.35	10.81
1600	2.53	3.41	4.47	5.02	5.60	6.19	6.87	8.54	10.14	11.72
2000	2.98	4.03	5.33	5.95	6.66	7.38	8.20	10.18	12.04	13.92
2400	3.31	4.56	6.04	6.76	7.58	8.39	9.32	11.52	13.61	15.60
2800	3.66	5.11	6.78	7.61	8.54	9.45	10.48	12.91	15.21	17.29
2880	3.68	5.16	6.84	7.68	8.62	9.53	10.57	13.02	15.34	17.42
3200	3.88	5.47	7.27	8.18	9.18	10.15	11.23	13.76	16.09	18.51
3600	4.11	5.83	7.77	8.76	9.83	10.85	12.00	14.60	16.91	19.71

Slika 23. Jedinična snaga remena

Ukupan korekcijski faktor:

$$C_{uk} = \frac{C_B}{c_L \cdot c_\beta} = \frac{1{,}1}{0{,}85 \cdot 0{,}99} = 1{,}307. \quad \textbf{(10)}$$

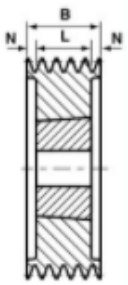
Potreban broj klinastih remena:

$$z = \frac{P \cdot C_{uk}}{P_1} = \frac{36{,}8 \cdot 1{,}307}{8{,}48} = 5{,}66. \quad \textbf{(11)}$$

Odabran broj klinasti remena: z=6.

Odabrana je remenica istog proizvođača kao i remeni.

STYLE S2

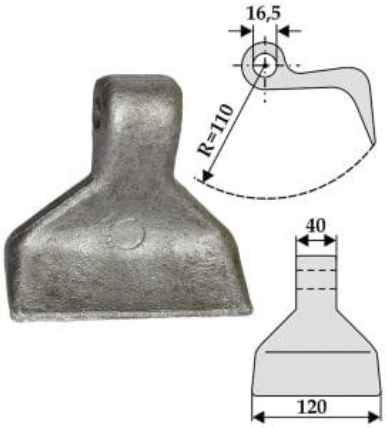


Pitch Dia dw	Outside Dia du	Groove No.	Bush Size	Max Bore	Pulley Config. & Style	Rim Width B	L	N	Weight kgf
140	145.5	1	1610	42	S3	20	26	6.0	1.8
140	145.5	2	2012	50	S6	35	32	3.0	2.6
140	145.5	3	2517	65	S4	50	45	5.0	3.0
140	145.5	4	2517	65	S4	65	45	20.0	3.6
140	145.5	5	2517	65	S2	80	45	17.5	4.1
140	145.5	6	2517	65	S2	95	45	25.0	4.1

Slika 24. Remenica STYLE S2

8.3. Čekić za malčiranje

Prema zahtjevima malčiranja te potrebnoj radnoj širini za malčiranje je odabran čekić 63-RM-26 tvrtke Seppi. Dimenzije su prikazane na slici ispod.



Slika 25. Seppi 63-RM-26

8.4. Proračun vratila

Proračun vratila obavljen je prema približnoj metodi opisanoj u [10]. Kod ove metode u obzir se uzima samo naprezanje pri uvijanju, dok se naprezanje pri savijanju te ostali utjecajni faktori kompenziraju uzimanjem manje vrijednosti dopuštenog naprezanja na savijanje.

U ovom slučaju zanemareni su gubici u multiplikatoru, remenskom prijenosu i ležajevima te snaga na vratilu iznosi:

$$P_V = 37 \text{ kW} \tag{12}$$

Brzina vrtnje vratila:

$$n_V = 2083 \ \frac{\text{okr}}{\text{min}} \tag{13}$$

Moment koji opterećuje vratilo:

$$T_V = \frac{P_V}{2\pi \cdot n_V} = \frac{37000}{2\pi \cdot 2083 \cdot \frac{1}{60}} = 169{,}62 \text{ Nm} \tag{14}$$

Dopušteno naprezanje na uvijanje:

$$\tau_{\text{t,dop}} \approx \frac{\tau_{t.DI}}{10} = \frac{230}{10} = 23 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{15}$$

Trajna dinamička čvrstoća za čelik E335 iznosi:

$$\tau_{t.DI} = 230 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{16}$$

Promjer vratila računa se prema:

$$d_{izr} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot T_V}{\tau_{\mathrm{t,dop}}}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 169{,}62 \cdot 10^3}{23}} = 33{,}28 \text{ mm} \quad \textbf{(17)}$$

Izračunatom promjeru potrebno je pribrojiti dubinu utora za pero te se tako dobiva minimalni promjer:

$$d_{\min} = d_{izr} + t_1 = 33{,}28 + 4{,}7 = 37{,}98 \text{ mm} \quad \textbf{(18)}$$

Dubina utora za pero prema [9] za promjer vratila (17):

$$t_1 = 4{,}7 \text{ mm} \quad \textbf{(19)}$$

Odabrani promjer vratila:

$$d = 40 \text{ mm} \quad \textbf{(20)}$$

8.5. Proračun pera

U nastavku će biti proveden proračun pera na bočni tlak na mjestu spoja vratila i remenice.

Visina pera iz [10] iznosi:

$$h = 8 \text{ mm} \quad \textbf{(21)}$$

Nosiva duljina pera za pero duljine 45 mm:

$$l_t = l - b = 45 - 12 = 33 \text{ mm} \quad \textbf{(22)}$$

Obodna sila na vratilu:

$$F_t = \frac{T_V}{\frac{d}{2}} = \frac{169{,}62 \cdot 10^3}{\frac{40}{2}} = 8481 \text{ N} \quad \textbf{(23)}$$

Bočni tlak:

$$p \approx \frac{F_t}{0{,}5 \cdot h \cdot l_t} = \frac{8481}{0{,}5 \cdot 8 \cdot 33} = 64{,}25 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \textbf{(24)}$$

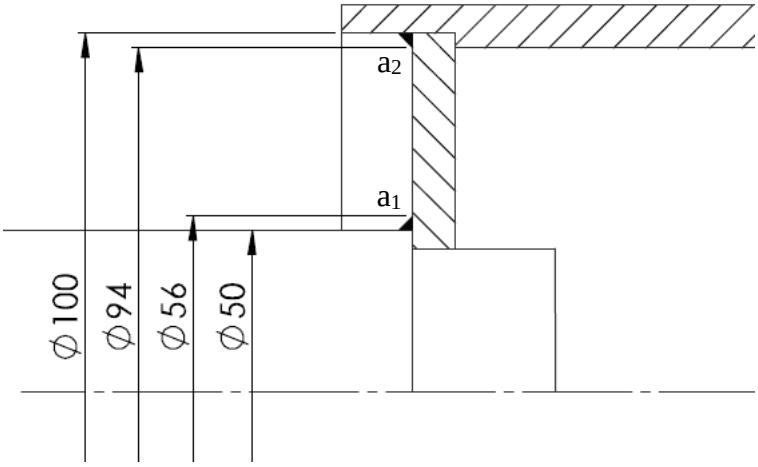
Dopušteni bočni tlak za jednostrano opterećenje, jake udare i glavinu od čelika:

$$p_{dop} = 80 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \textbf{(25)}$$

$$p = 64{,}25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < p_{dop} = 80 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \textbf{(26)}$$

Kako je vrijednost izračunatog bočnog tlaka manja od dopuštenog, zaključuje se da pero zadovoljava proračun na bočni tlak.

8.6. Proračun zavara bubnja i vratila



Slika 26. Zavar bubnja i vratila

Zavar a_1:

Odabrana debljina zavara:

$$a_1 = 3 \text{ mm} \tag{27}$$

Polarni moment otpora zavara a_1:

$$W_{pz1} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D_{z1}^4 - d_{z1}^4}{D_{z1}} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{56^2 - 50^4}{56} = 12568{,}11 \text{ mm}^3 \tag{28}$$

Smično naprezanje u zavaru a_1:

$$\tau_{z1} = \frac{T_V}{W_{pz1}} = \frac{169{,}62 \cdot 10^3}{12568{,}11} = 13{,}49 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{29}$$

Dopušteno normalno dinamičko naprezanje za zarezno djelovanje K3 i grupu opterećenja B4 iz [10] iznosi:

$$dop\sigma_{D(-1)} = 90 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{30}$$

Dopušteno dinamičko smično naizmjenično naprezanje:

$$dop\tau_{D(-1)} = \frac{dop\sigma_{D(-1)}}{\sqrt{2}} = \frac{90}{\sqrt{2}} = 63{,}64 \ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{31}$$

$$\tau_{z1} = 13{,}49 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < dop\tau_{D(-1)} = 63{,}64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{32}$$

Čvrstoća zavara a_1 zadovoljava.

Zavar a_2:

Odabrana debljina zavara:

$$a_2 = 3 \text{ mm} \tag{33}$$

Polarni moment otpora zavara a_2:

$$W_{pz2} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D_{z2}^4 - d_{z2}^4}{D_{z2}} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{100^2 - 94^4}{100} = 43049{,}84 \text{ mm}^3 \tag{34}$$

Smično naprezanje u zavaru a_2:

$$\tau_{z2} = \frac{T_V}{W_{pz2}} = \frac{169{,}62 \cdot 10^3}{43049{,}84} = 3{,}94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{35}$$

$$\tau_{z2} = 3{,}94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < dop\tau_{D(-1)} = 63{,}64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{36}$$

Čvrstoća zavara a_2 zadovoljava.

8.7. Proračun zavara nosača čekića

Masa odabranog čekića iznosi:

$$m_{č} = 1{,}3 \text{ kg} \tag{37}$$

Obodna brzina čekića:

$$v_{č} = d \cdot \pi \cdot n_B = 0{,}296 \cdot \pi \cdot \frac{2083}{60} = 32{,}28 \text{ m/s} \tag{38}$$

Centrifugalna sila kojom čekić djeluje na nosač:

$$F_c = m \cdot \frac{v_{č}^2}{r} = 1{,}3 \cdot \frac{32{,}28^2}{0{,}148} = 9152{,}7 \text{ N} \tag{39}$$

Površina zavara:

$$A_{zav} = 2 \cdot a \cdot 30 = 2 \cdot 3 \cdot 30 = 180 \text{ mm}^2 \tag{40}$$

Naprezanje u zavaru:

$$\sigma = \frac{F_c}{A_{zav}} = \frac{9152{,}7}{180} = 50{,}85 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{41}$$

Dopušteno naprezanje zavara:

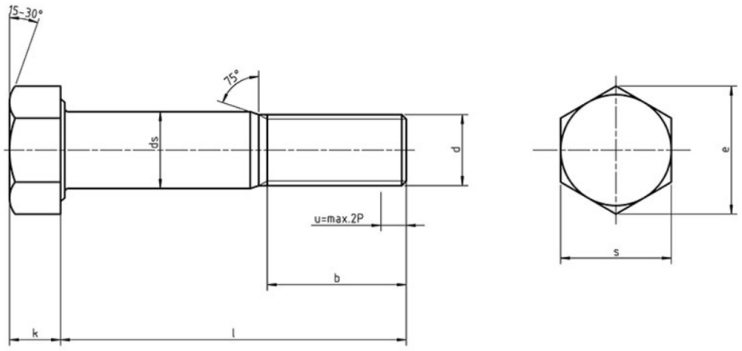
$$\sigma_{dop} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{42}$$

$$\sigma = 50{,}85 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{dop} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{43}$$

Kako je naprezanje u zavaru manje od dopuštenog, zavar nosača čekića zadovoljava.

8.8. Proračun vijka

Uslijed rotacije bubnja čekić centrifugalnom silom smično opterećuje vijak te će u nastavku biti proveden proračun. Centrifugalna sila izračunata je u izrazu (39). Dimenzije odabranog vijka prikazane su na slici ispod.



d	M12
k	8
d_s	13
b	23
s	22

Slika 27. Vijak M12x75

Smično naprezanje u vijku:

$$\tau_s = \frac{F_c}{\frac{d_s^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{9152{,}2}{\frac{13^2 \cdot \pi}{4}} = 68{,}95\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \tag{44}$$

Granica elastičnosti za materijal vijka 10.9 iznosi:

$$R_e = 900\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \tag{45}$$

Dopušteno smično naprezanje vijka:

$$\tau_{s,dop} = 0{,}4 \cdot R_e = 0{,}4 \cdot 900 = 360\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \tag{46}$$

Da bi vijak zadovoljavao, izračunato smično naprezanje mora biti manje od dopuštenog.

$$\tau_s = 68{,}95 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \leq \tau_{s,dop} = 360\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \tag{47}$$

Zadovoljava!

8.9. Proračun bubnja

Za bubanj je odabrana okrugla cijev promjera 108mm i debljine stjenke 6mm. Moment na vratilu, a samim time i moment na bubnju izračunat je u izrazu (14).

Unutarnji promjer cijevi jednak je:

$$d = D - 2 \cdot s = 108 - 2 \cdot 6 = 96\mathrm{mm} \tag{48}$$

Polarni moment otpora cijevi:

$$W_p = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{108^4 - 96^4}{108} = 92928{,}31 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \quad \textbf{(49)}$$

Naprezanje na uvijanje:

$$\tau_t = \frac{T_V}{W_p} = \frac{169{,}62 \cdot 10^3}{92928{,}31} = 1{,}83 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \quad \textbf{(50)}$$

Dopušteno naprezanje na uvijanje prema [11] iznosi:

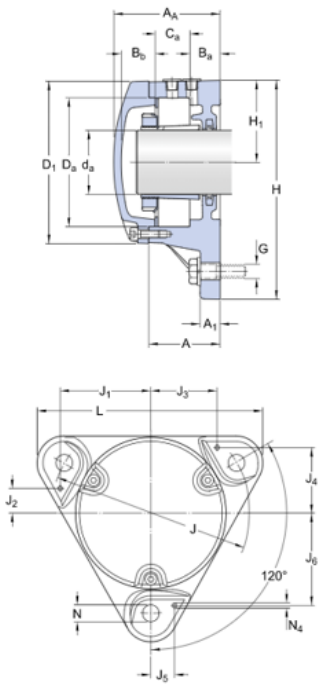
$$\tau_{t,dop} = 110 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \quad \textbf{(51)}$$

Kako je izračunato naprezanje na uvijanje manje od dopuštenog, zaključuje se da cijev zadovoljava.

$$\tau_t = 1{,}83 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} < \tau_{t,dop} = 110 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \quad \textbf{(52)}$$

8.10. Odabir ležaja

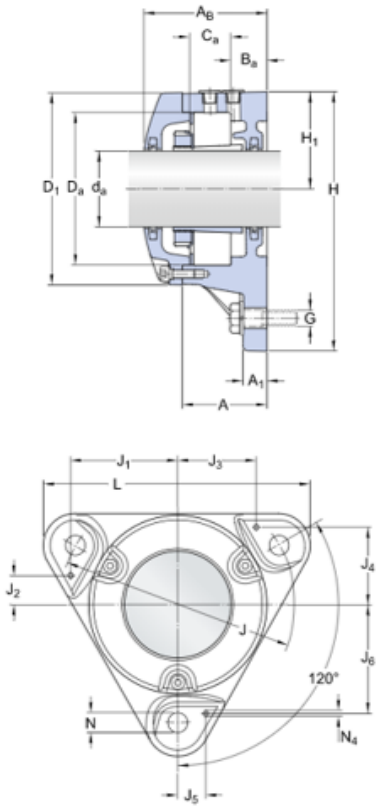
Odabrani ležajevi su od tvrtke SKF. Za ležištenje radnog bubnja odabrani su ležajevi s kućištem. Na slikama ispod prikazane su dimenzije tih ležajeva.



DIMENSIONS

d_a	40 mm
C_a	25 mm
D_a	85 mm
A	49 mm
A_1	12 mm
A_A	72 mm
B_a	19 mm
B_b	19 mm
D	113 mm
H	160 mm
H_1	60 mm
J	160 mm
L	179 mm
N	14 mm

Slika 28. Ležaj s kućištem SKF FNL 509A



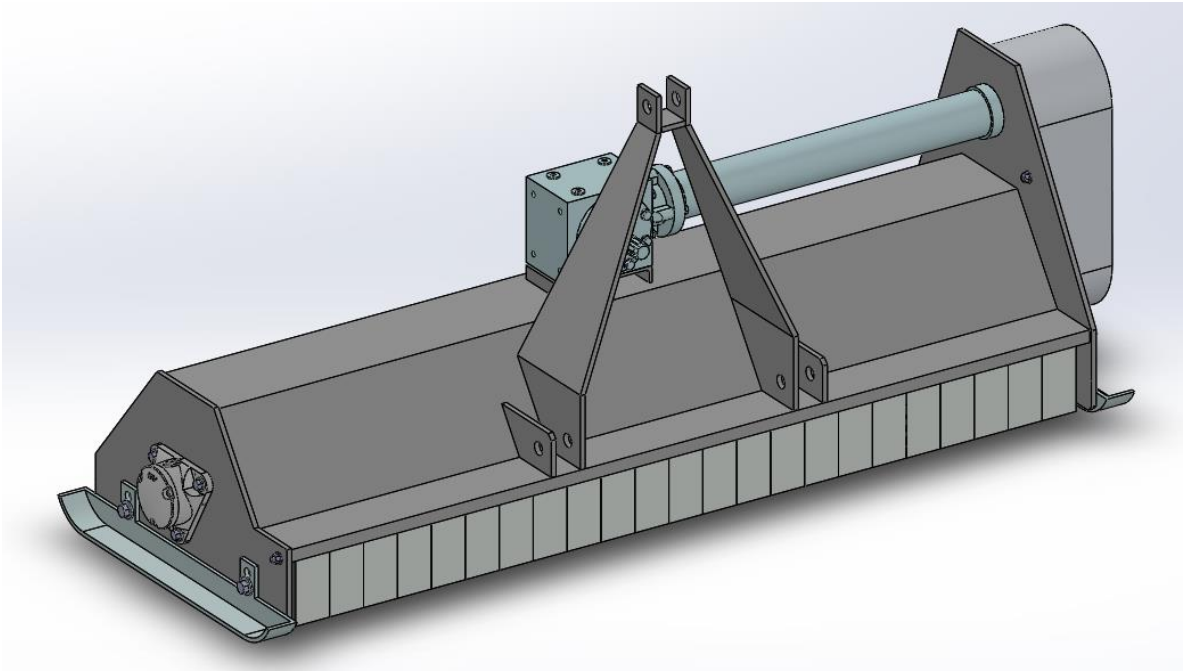
DIMENSIONS

d_a	40 mm
C_a	25 mm
D_a	85 mm
A	49 mm
A_1	12 mm
A_B	70.5 mm
B_a	19 mm
D	113 mm
H	160 mm
H_1	60 mm
J	160 mm
L	179 mm
N	14 mm

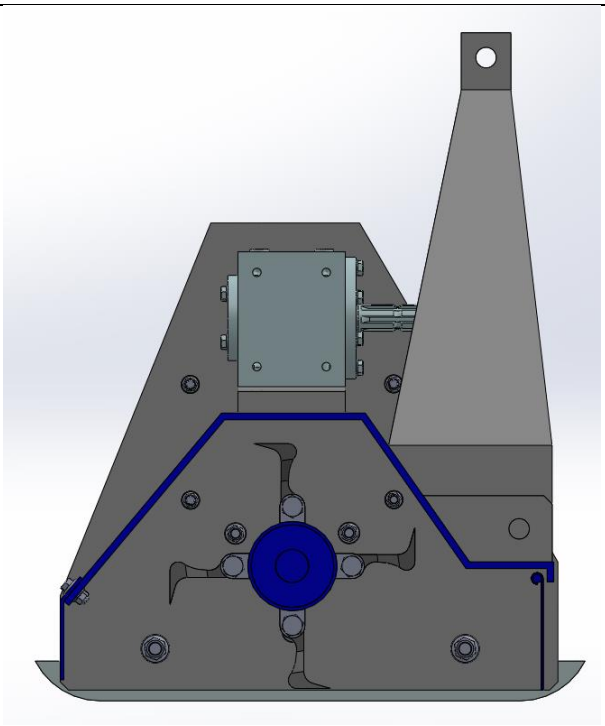
Slika 29. Ležaj s kućištem SKF FNL 509 B

9. OPIS PRIKLJUČKA

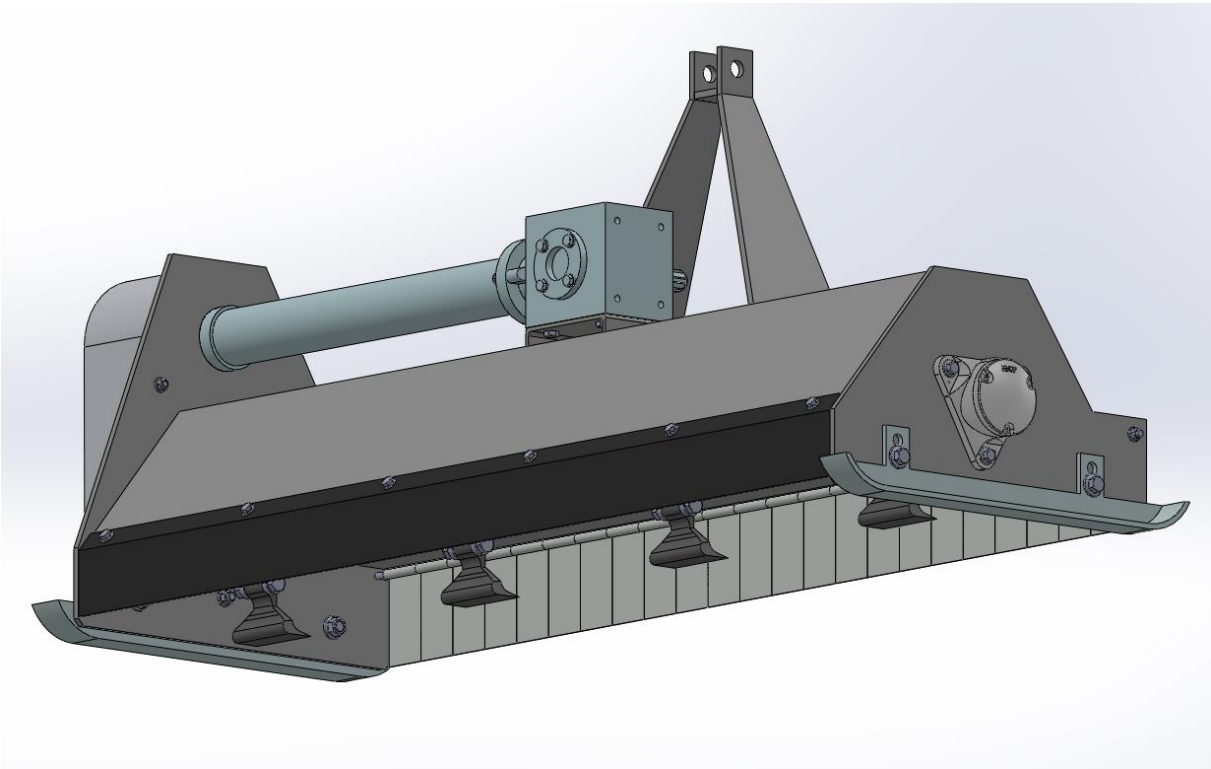
Slika 29. prikazuje 3D model malčera izrađenog u programskom paketu Solidworks. Malčer se na traktor spaja priključkom u tri točke. Snaga se s traktora do multiplikatora dovodi kardanskim vratilom te se pomoću ravnog vratila i remenskog prijenosa dovodi do radnog bubnja. Remenski prijenos pokriven je zaštitnim limom kako bi se spriječio ulazak nečistoća. Čekići su vijčanim spojem povezani na ušice koje su zavarene na radni bubanj. Zbog centrifugalne sile, čekići su prilikom vrtnje bubnja pozicionirani okomito na uzdužnu os radnog bubnja. Radni bubanj zavaren je na dva vratila te je uležišten s obje strane na bočne stranice kućišta malčera. Na bočne stranica kućišta vijčanim spojem pričvršćeni su klizači kojima se regulira visina malčiranja. Kako bi se spriječilo raspršivanje nastalog malča prilikom malčiranja na prednjoj strani malčera nalazi se metalna zavjesa, dok se na stražnjoj strani nalazi gumena zavjesa.



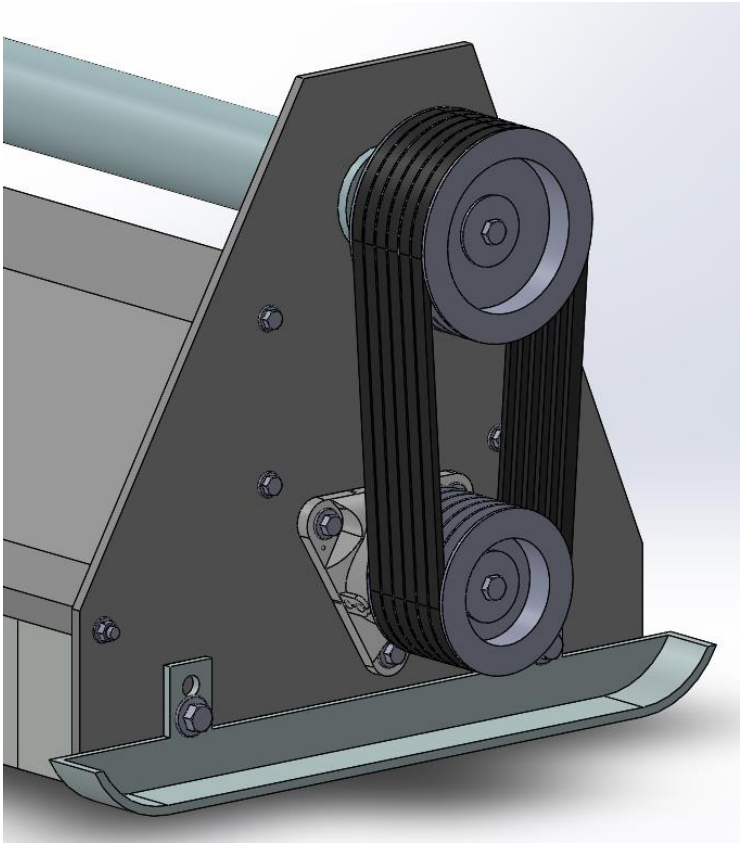
Slika 30. 3D model malčera



Slika 31. Položaj noževa na bubnju



Slika 32. Gumena i metalna zavjesa



Slika 33. Remenski prijenos

10. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog završnog rada bio je koncipirati i konstruirati stroj za malčiranje trave i sitnog grmlja. Na početku je bila provedena analiza tržišta kako bi se vidjelo kakve sve vrste stroja postoje te kako oni funkcioniraju. Zatim su se izradile funkcijska dekompozicija i morfološka matrica na temelju kojih su se generirala 3 koncepta. Nakon toga, slijedilo je njihovo međusobno ocjenjivanje kako bi se dobio najbolji s kojim se krenulo u detaljnu konstrukcijsku razradu. Malčer je bio modeliran u programskom paketu Solidworks u kojem je bila izrađena i tehnička dokumentacija.

LITERATURA

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Mulch

[2] https://www.savjetodavna.hr/2014/01/22/poljoprivredni-traktor-i-osnovno-odrzavanje-traktora/

[3] https://patents.google.com/

[4] https://www.inobrezice.com/hrv/

[5] https://www.maschio.com/

[6] https://www.industriehof.com/en/catalogue/c3/c12/c484/

[7] https://pdf.directindustry.com/pdf/challenge-power-transmission-plc/challenge-technical-catalogue/69450-177324.html

[8] https://www.skf.com/

[9] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.

[10] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.

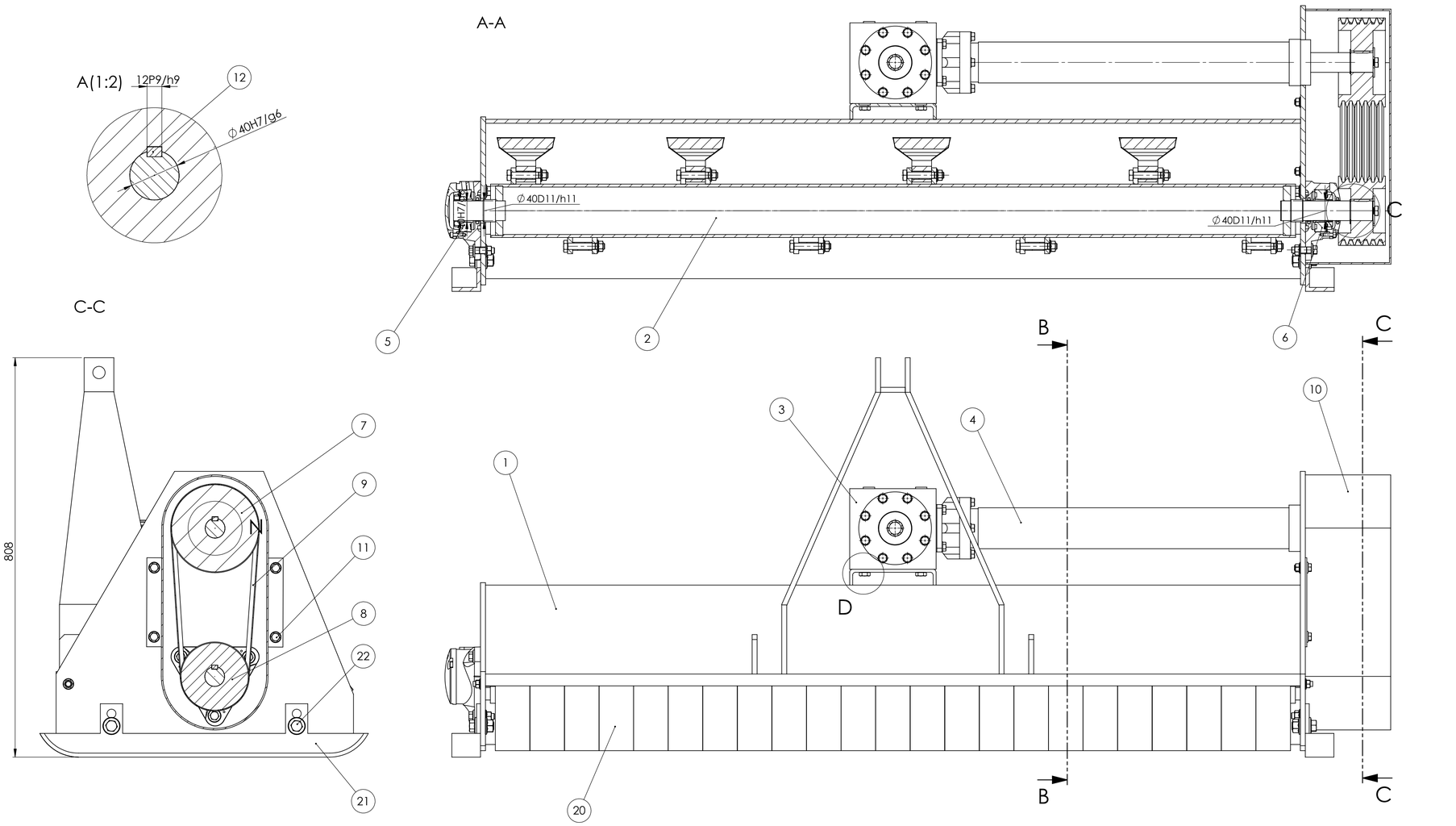
[11] Vučković K.: Vratila- podloge uz predavanja, 2019.

[12] Vučković K.: Remenski prijenos- podloge uz predavanja, 2019.

PRILOZI

I. CD-R disc

II. Tehnička dokumentacija



Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
24	Matica M12	6	DIN 6923	10		0,13kg
23	Matica M16	4	DIN 6923	10		0,2kg
22	Vijak M16x35	4	DIN 6921	10.9		0,45kg
21	Klizač	2	ZR-100-06	S235JR	665x108x58	8,6kg
20	Metalna zavjesa	23	ZR-100-05	S235JR	70x140x15	4,13kg
19	Nosač metalne zavjese	1	ZR-100-04	S235JR	∅10x1700	1,05kg
18	Matica M10	12	DIN 6923	10		0,26kg
17	Vijak M10x25	10	DIN 6921	10.9		0,33kg
16	Gumena zastava	1	ZR-100-03	AEM	125x25x1650	0,99kg
15	Vijak M12x40	6	DIN 6921	10.9		0,25kg
14	Pločica	2	ZR-100-02	S235JR	∅60x3	0,13kg
13	Uskočnik ∅40	2	DIN 471		∅46x1,75	0,006kg
12	Pero	2	DIN 6885	C45	45x12x8	0,03kg
11	Vijak M12x16	6	DIN 933	10.9		0,19kg
10	Poklopac remenskog prijenosa	1	ZR-100-01	S235JR	510x276x173	7,71kg
9	Remen SPA 13N	6	DIN 2215		Challenge	0,76kg
8	Remenica d140 S2	1	ISO 4183		Challenge	4,1kg
7	Remenica d180 S2	1	ISO 4183		Challenge	8,5kg
6	Ležaj s kućištem FNL 509 B	1			SKF	3,2kg
5	Ležaj s kućištem FNL 509 A	1			SKF	3,2kg
4	Vratilo TL-311D	1			Comer Industries	17,5kg
3	Multiplikator T-311A	1			Comer Industries	22kg
2	Sklop bubnja	1	ZR-102-00		296x1860	50,11kg
1	Sklop kućišta	1	ZR-101-00		1670x602x795	128,73kg

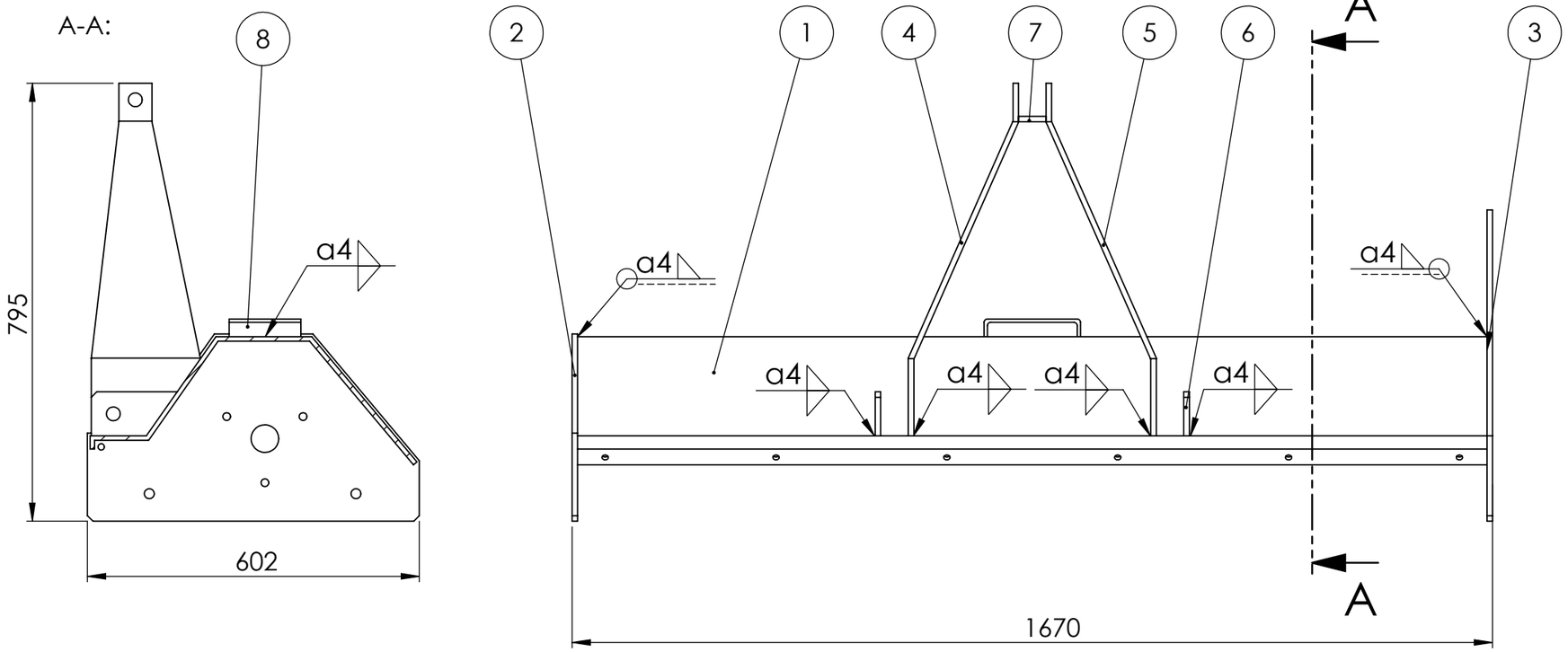
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis
	Projektirao	11.09.2020	Nikola Borko	
	Razradio	11.09.2020	Nikola Borko	
	Crtao	11.09.2020	Nikola Borko	
	Pregledao		prof. Nenad Bojčetić	
	Mentor		prof. Nenad Bojčetić	

FSB Zagreb
Studij strojarstva

ISO - tolerancije	
∅40 H7/g6	0,050
	0,009
∅40D11/h11	0,400
	0,008
12P9/h9	0,025
	-0,061

Objekt:
Objekt broj:
R. N. broj:
Napomena:
Smjer: Konstrukcijski
Kopija
Materijal:
Masa: 262,556kg
ZAVRŠNI RAD
Mjerilo originala 1:5
Naziv: Traktorski malčer
Pozicija:
Format: A2
Listova: 1
List: 1
Crtež broj: ZR-100-00

Design by CADLab



Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
8	Nosač multiplikatora	1	ZR-101-08	S235JR	175x130x32	0,49kg
7	Spojnica nosača	1	ZR-101-07	S235JR	60x50x10	0,24kg
6	Bočni nosač	2	ZR-101-06	S235JR	155x80x10	0,76kg
5	Desni nosač	1	ZR-101-05	S235JR	668x200x200	6,65kg
4	Lijevi nosač	1	ZR-101-04	S235JR	668x200x200	6,65kg
3	Desna stranica	1	ZR-101-03	S235JR	602x565x10	18,82kg
2	Lijeva stranica	1	ZR-101-02	S235JR	602x340x10	11,72kg
1	Kućište	1	ZR-101-01	S235JR	1650x593x297	83,4kg

Broj naziva - code

	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	11.09.2020.	Nikola Borko	
Razradio	11.09.2020.	Nikola Borko	
Crtao	11.09.2020.	Nikola Borko	
Pregledao		prof. Nenad Bojčetić	
Mentor		prof. Nenad Bojčetić	

FSB Zagreb

Studij strojarstva

ISO - tolerancije

Objekt:

Objekt broj:

R. N. broj:

Napomena:

Smjer: Konstrukcijski

Kopija

Materijal:

Masa: 128,73kg

ZAVRŠNI RAD

Mjerilo originala

1:10

Naziv: Sklop kućišta

Pozicija: 1

Format: A3

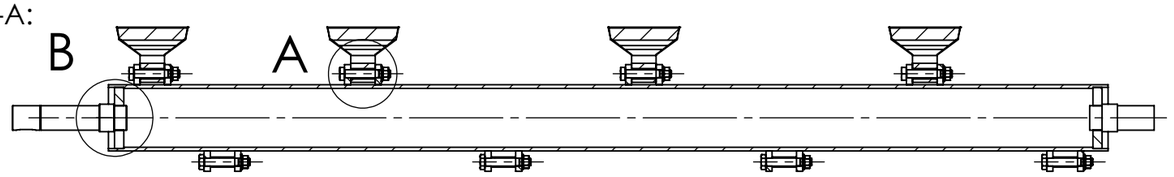
Listova: 1

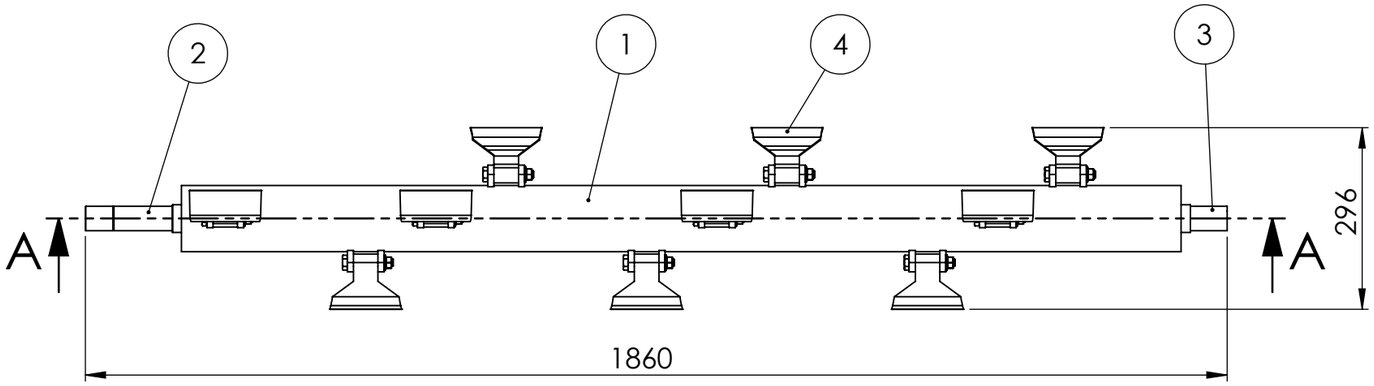
List: 1

Crtež broj: ZR-101-00

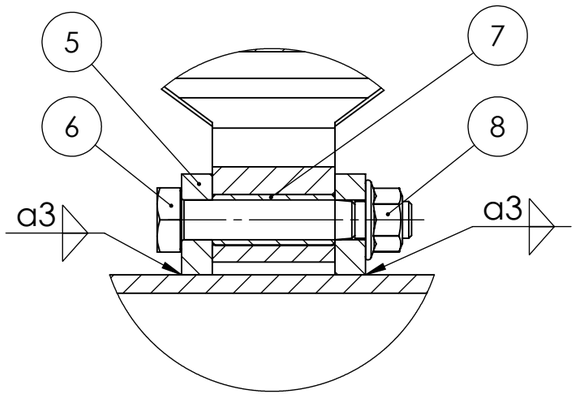
Design by CADLab

A-A:

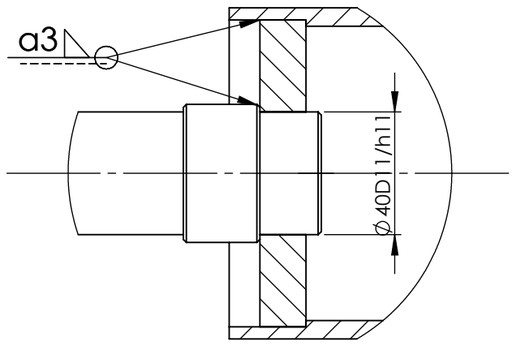




A(1:2)



B(1:2)



Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
8	Matica M12	14	DIN 6923	10		0,31kg
7	Čahura	14	ZR-102-07	Bronca	∅16,5x40	0,84kg
6	Vijak M12x75	14	DIN 7999	10.9		1,37kg
5	Nosač čekića	28	ZR-102-05	S235JR	35x30x10	1,5kg
4	Čekić 63-RM-26	14			Seppi	18,2kg
3	Lijevo vratilo	1	ZR-102-03	E335	∅45x105	1,1kg
2	Desno vratilo	1	ZR-102-02	E335	∅45x187	1,89kg
1	Bubanj	1	ZR-102-01	S235JR	1650x593x297	24,9kg

Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis
	Projektirao	11.09.2020.	Nikola Borko	
	Razradio	11.09.2020.	Nikola Borko	
	Crtao	11.09.2020.	Nikola Borko	
	Pregledao		prof. Nenad Bojčetić	
	Mentor		prof. Nenad Bojčetić	

FSB Zagreb

Studij strojarstva

ISO - tolerancije	
∅40D11/h11	0,400
	0,008

Objekt:

Objekt broj:

R. N. broj:

Napomena:

Smjer: Konstrukcijski

Kopija

Materijal:

Masa: 50,11kg

ZAVRŠNI RAD

Mjerilo originala 1:10

Naziv: Sklop bubnja

Pozicija: 2

Format: A3

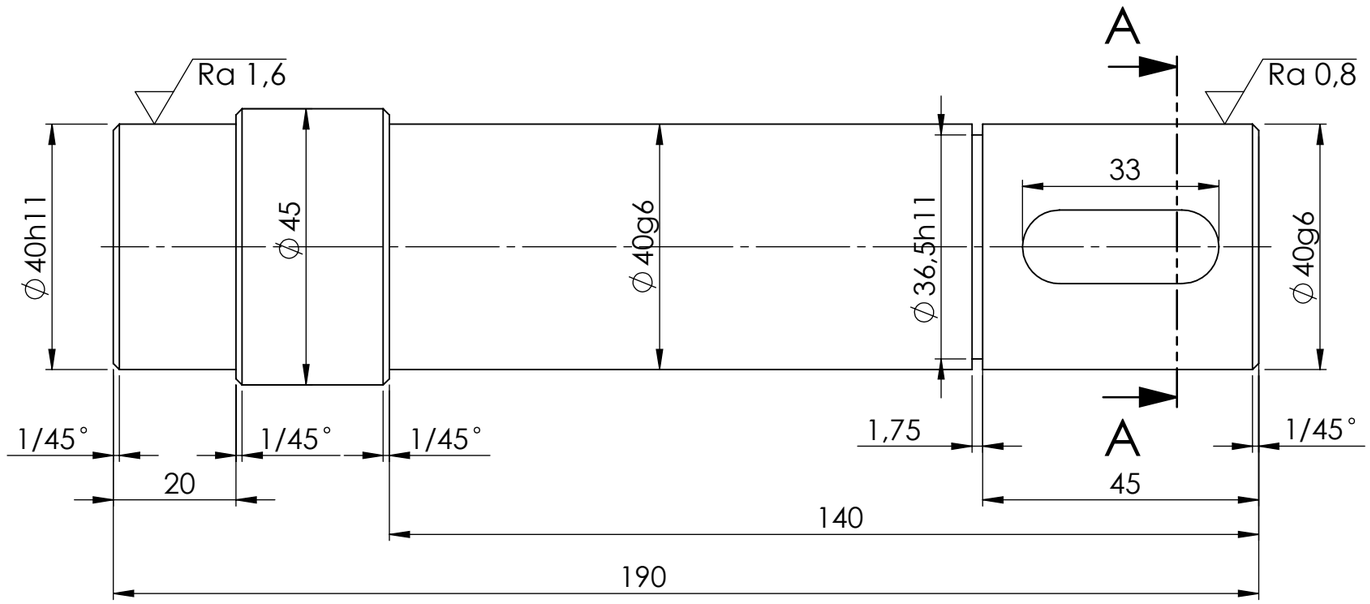
Listova: 1

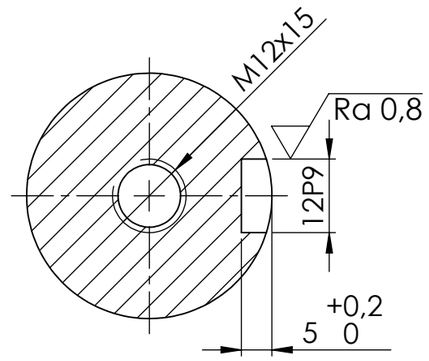
List: 1

Crtež broj: ZR-102-00

Design by CADLab

Ra 6,3 (Ra 1,6 , Ra 0,8)



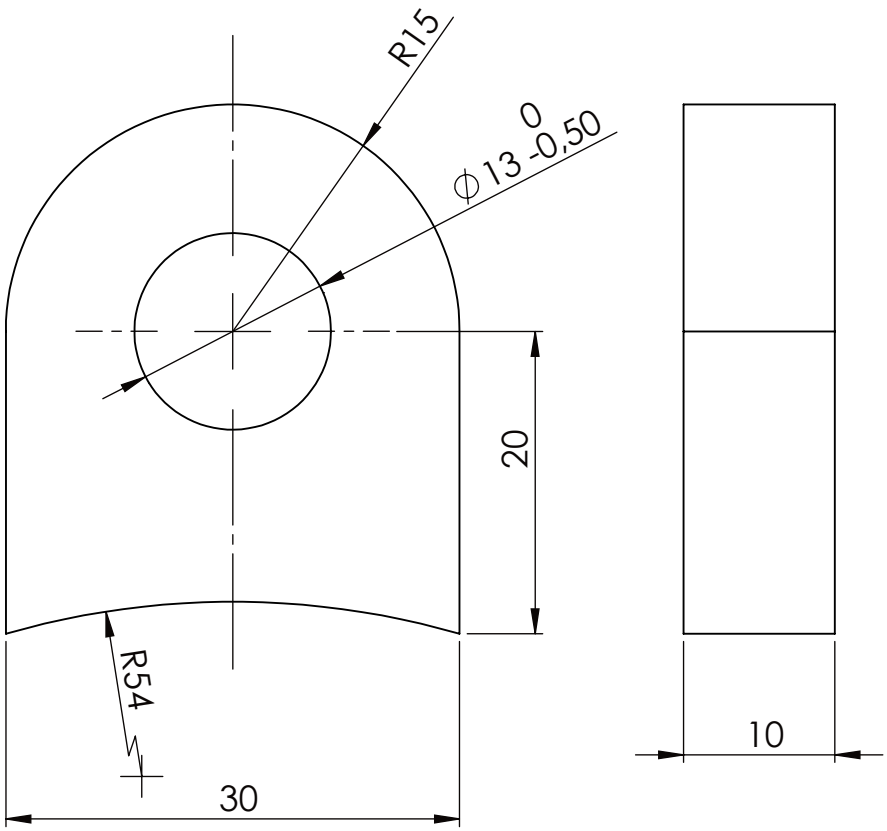


Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
	Projektirao	11.09.2020.	Nikola Borko		
	Razradio	11.09.2020.	Nikola Borko		
	Crtao	11.09.2020.	Nikola Borko		
	Pregledao		prof. Nenad Bojčetić		
	Voditelj rada		prof. Nenad Bojčetić		

ISO - tolerancije			
∅40 h11	0 / -0,160	Objekt:	Objekt broj:
			R. N. broj:
∅36,5 h11	0 / -0,160	Napomena:	Smjer: Konstrukcijski
∅40 g6	-0,009 / -0,025	Materijal: E335	Masa: 1,89 kg
12 P9	-0,018 / -0,061	ZAVRŠNI RAD	Kopija
		Mjerilo originala 1:1	Naziv: Desno vratilo
		Pozicija: 2	Format: A3
		Listova: 1	
		Crtež broj: ZR-102-02	List: 1

Design by CADLab

Ra 1,6



	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	11.09.2020.	Nikola Borko	
Razradio	11.09.2020.	Nikola Borko	
Crtao	11.09.2020.	Nikola Borko	
Pregledao		prof. Nenad Bojčetić	
Voditelj rada		prof. Nenad Bojčetić	

FSB Zagreb

Objekt:

Objekt broj:

R. N. broj:

Napomena:

Smjer: Konstrukcijski

Kopija

Materijal: S235JR

Masa: 0,05kg

ZAVRŠNI RAD

Mjerilo originala 1:1

Naziv: Nosač čekića

Pozicija: 5

Format: A4

Listova: 1

List: 1

Crtež broj: ZR-102-05

Design by CADLab