

Cjepač drva s elektromehaničkim pogonom

Pavlović, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:592474>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**

Repository / Repozitorij:

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



FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ZAVRŠNI RAD

Luka Pavlović

Zagreb, 2022.

FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr. sc. Matija Hoić

Student:

Luka Pavlović

Zagreb, 2022.

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

Zahvaljujem se svojem mentoru dr. sc. Matiji Hoiću na ukazanoj pomoći i dobroj volji prilikom izrade rada.

Zahvaljujem se i svojim roditeljima te bratu jer su mi bili potpora kroz moje kompletno školovanje.

Luka Pavlović



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite
Povjerenstvo za završne i diplomске ispite studija strojarstva za smjerove:

Procesno-energetski, konstrukcijski, inženjersko modeliranje i računalne simulacije i brodstrojarski

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 22 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 22 -	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Luka Pavlović**

JMBAG: **0035212723**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Cjepač drva s elektromehaničkim pogonom**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Wood chopping machine with electromechanical drive**

Opis zadatka:

Potrebno je konstruirati cjepač za pripremu ogrjevnog drva za potrebe pojedinačnog kućanstva. Kako bi ga korisnik mogao održavati i samostalno mijenjati dotrajale dijelove, konstrukcijsko rješenje treba koristiti mehanički prijenos snage s pogonskog elektromotora umjesto tipično korištenog hidrauličnog. Konstrukcijsko rješenje treba biti samostalni uređaj koji ne treba čvrstu vezu prema okolini.

Projektne parametri cjepača:

- 1) Sila pritiska: $F = 60 \text{ kN}$;
- 2) Najveća duljina cjepanice: $L = 600 \text{ mm}$;
- 3) Najveći promjer cjepanice: $D = 250 \text{ mm}$;
- 4) Brzina cijepanja: $n = 2 \text{ cjepanice / min}$;
- 5) Napon mreže: $U = 230 \text{ V}$.

Rad treba sadržavati:

- 1) Uvodno razmatranje o cjepačima za drvo;
- 2) Analizu radnih principa postojećih konstrukcijskih rješenja;
- 3) Nekoliko konceptijskih rješenja;
- 4) Izbor optimalne varijante za zadane projektne zahtjeve;
- 5) Proračun nosive konstrukcije i izbor standardnih komponenti;
- 6) Sklopni crtež cjepača s potrebnim presjecima i detaljima.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

Datum predaje rada:

Predviđeni datumi obrane:

30. 11. 2021.

1. rok: 24. 2. 2022.
2. rok (izvanredni): 6. 7. 2022.
3. rok: 22. 9. 2022.

1. rok: 28. 2. - 4. 3. 2022.
2. rok (izvanredni): 8. 7. 2022.
3. rok: 26. 9. - 30. 9. 2022.

Zadatak zadao:

Doc. dr. sc. Matija Hoić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Vladimir Soldo

SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	III
POPIS TABLICA	IV
POPIS OZNAKA.....	V
1. UVOD.....	1
2. OGRJEVNO DRVO.....	2
2.1. Obrada.....	2
2.2. Ogrjevna vrijednost.....	3
2.3. Tvrdoća	4
3. STROJEVI ZA CIJEPANJE DRVA	5
4. ANALIZA TRŽIŠTA	7
4.1. Remet Electric Splitter LE-100.....	7
4.2. Scheppach HL730.....	8
4.3. Zipper ZI-HS30EZ.....	9
4.4. Villager HLS 55 T	10
4.5. Wessex Country LS-100.....	11
5. Konceptualna razrada cjepača	12
5.1. Morfološka matrica.....	12
5.2. Koncept 1.....	14
5.3. Koncept 2.....	15
5.4. Koncept 3.....	16
5.5. Vrijednovanje koncepata	17
6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA STROJA	19
6.1. Princip rada stroja	19
6.2. Određivanje kinematike stroja.....	20
6.3. Odabir sklopa elektromotora i reduktora	21
6.4. Provjera čvrstoće.....	23
6.4.1. Provjera navojnoga vretena	23

6.4.2. Provjera zavara nosača alata	25
6.4.3. Pero	26
6.5. Odabir aksijalnih ležaja	26
7. ZAKLJUČAK.....	28
POPIS LITERATURE.....	29
POPIS PRILOGA	30

POPIS SLIKA

Slika 1. Ogrjevno drvo.....	2
Slika 2. Remet Electric Splitter LE-100	7
Slika 3. Scheppach HL730.....	8
Slika 4. Zipper ZI-HS30EZ	9
Slika 5. Villager HLS 55 T	10
Slika 6. Wessex Country LS-100.....	11
Slika 7. Koncept 1.....	15
Slika 8. Koncept 2.....	16
Slika 9. Koncept 3.....	17
Slika 10. Idealan oblik klina	19
Slika 11. Maksimalan hod alata	20
Slika 12. Tehnički podaci odabranog sklopa elektromotora sa reduktorom.....	23
Slika 13. SKF 51107	27
Slika 14. SKF 81207 TN.....	27

POPIS TABLICA

Tablica 1. Ogrjevne vrijednosti nekih goriva	3
Tablica 2. Ogrjevne vrijednosti nekih drvnih vrsta	3
Tablica 3. Tvrdoća drvnih vrsta prema Janki	4
Tablica 4. Morfološka matrica	12
Tablica 5. Vrjednovanje koncepata	18

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
$A_{j,nv}$	mm^2	Površina jezgre navojnog vretena
A_{zavr}	mm^2	Površina zavora
d_2	mm	Srednji promjer navoja
$d_{3,nv}$	mm	Promjer jezgre navojnog vretena
F_p	N	Najveća tražena sila pritiska
$F_{t,v}$	N	Sila na obodu vretena
$F_{v,zavr}$	N	Posmična sila koja opterećuje zavar
F_{vr}	N	Sila koja djeluje na navojno vreteno
h_{max}	m	Maksimalan hod alata
h_p	mm	Visina pera
$l_{t,p}$	mm	Nosiva duljina pera
M_f	Nmm	Moment savijanja
n_{red}	–	Broj okretaja na izlasku iz reduktora
n_{vr}	°/s	Broj okretaja vretena
P_{el}	W	Potrebna snaga elektromotora
P_h	–	Korak navoja
P_p	N/mm^2	Bočni tlak
t_{cikl}	s	Vrijeme trajanja jednog ciklusa
T_{nv}	Nmm	Uvojno naprezanje navojnog vretena
V_a	m/s	Brzina gibanja alata
v_m	m/s	Brzina gibanja matice
V_p	mm^3	Polarni moment otpora
β	–	Kut nagiba trapeznog navoja
η_i	–	Stupanj korisnosti aksijalnog ležaja
η_{nv}	–	Stupanj korisnosti navojnog vretena
η_{red}	–	Stupanj korisnosti reduktora
$\mu_{\check{c}-b}$	–	Faktor trenja za dodir čelik-bronca
$\sigma_{Df,zavr}$	N/mm^2	Dopušteno naprezanje zavora
$\sigma_{f,zavr}$	N/mm^2	Savojno naprezanje zavora
$\sigma_{red,nv}$	N/mm^2	Reducirano naprezanje navojnog vretena
$\sigma_{red,zavr}$	N/mm^2	Ukupno naprezanje zavora
$\sigma_{t,nv}$	N/mm^2	Tlačno naprezanje navojnog vretena

τ_{nv}	N/mm^2	Torzijsko naprezanje navojnog vretena
τ_{zavr}	N/mm^2	Posmično naprezanje zavara

1. UVOD

Drvo je kroz kompletan razvoj ljudske civilizacije igralo ključnu ulogu; kako u pradavnoj prošlosti, tako i danas. Od goriva za loženje prapovijesnih vatri i izrade primitivnoga oružja i oruđa, preko prvih drvnih konstrukcija, domova i prijevoznih sredstava, do današnjega modernoga pokušaja; uloge drveta kao sirovine su nebrojene.

Uloga drveta oko koje će ovaj rad biti fokusiran jeste ona ogrjevna. Iako su danas sve popularniji i pristupačniji drugi energenti koji se koriste kao ogrjevna sredstva (plin, struja, loživo ulje, peleti), drvo ostaje prvi izbor hrvatskih kućanstava. Čak 30% istih bira drvo kao sirovinu za grijanje. Uzevši u obzir trenutnu situaciju na svjetskom tržištu energenata, uzrokovanu pooštavanjem odnosa Europe i Rusije, koja je najveći svjetski izvoznik plina, za očekivati je da ova brojka neće tako brzo pasti.

Republika Hrvatska obiluje šumama i šumskim zemljištima. Gotovo 50% cjelokupne kopnene površine države pokriveno je šumama. Javni šumoposjednik, odnosno tvrtka koja gospodari državnim šumskim dobrom, jesu Hrvatske šume d.o.o., te svaka sječa stabala, bilo za vlastite, bilo za komercijalne potrebe, mora biti odobrena upravo od strane spomenute tvrtke. Preko 80% stabala u Hrvatskoj su bjelogoričnoga porijekla. Vrste koje prednjače su bukva, hrast kitnjak, hrast lužnjak i grab; a upravo one posjeduju najveće ogrjevne vrijednosti što svakako ide korist opciji grijanja na drva. Od crnogoričnoga drveta najzastupljenija je jela, no ona se primarno koristi kao građevinski materijal.

Stotinama godina proces pribavljanja drva za ogrjev bio je potpuno manualan. Ručne pile i sjekire bili su alati kojima su se koristili ljudi širom svijeta. Tek pojavom parnog stroja, a zatim i motora s unutarnjim izgaranjem te elektromotora, proces rezanja i cijepanja drva za ogrjev biva bitno olakšan. Drvna industrija je bogata glomaznim i snažnim strojevima raznih uloga i namjena, no mehanizirane naprave manjih dimenzija koje bi bile financijski prihvatljive prosječnome kućanstvu bitno su manje razvijene, osobito na hrvatskome tržištu. Upravo na tome tragu pojavila se ideja o temi ovoga rada; izrada kompaktnoga, sigurnoga i efikasnoga stroja za cijepanje drva, stroja koji bi zamijenio teški fizički napora cijepanja drva uz pomoć sjekire.

2. OGRJEVNO DRVO

Pod pojmom ogrjevno drvo, smatra se ono drvo koje svojim sagorijevanjem oslobađa toplinsku energiju koja se koristi za grijanje objekata. Kvaliteta ogrjevnoga drveta ovisi o gustoći i postotku vlage, dvama karakteristikama koje definiraju ogrjevnu vrijednost drveta; veća gustoća te manji postotak vlage nužno znače i veću ogrjevnu vrijednost. Drvne vrste koje ispunjavaju spomenute zahtjeve, a koje se mogu naći u našim šumama, su upravo ranije spomenuti hrast, bukva te grab.



Slika 1. Ogrjevno drvo

2.1. Obrada

Drva za ogrjev u kućanstva najčešće dolaze u obliku trupaca dužine jednoga metra. Postupak obrade i pripreme drveta započinje rezanjem trupaca na željenu dužinu. Rezanje se najčešće izvodi motornom pilom ili kružnom pilom, odnosno cirkularom. Nakon toga, drvo odlazi na cijepanje koje se može vršiti na dva različita načina. Prvi je onaj ručni, to jest uporabom sjekire. Cijepanje sjekirom mukotrpan je i težak proces koji zahtjeva puno truda i vremena. Drugi je način, onaj mnogo interesantniji iz perspektive ovoga rada, uporabom stroja pogonjenoga nekim od izvora mehaničke energije gibanja (elektromotor, motor s unutarnjim izgaranje). Dobijene cjepanice treba zaštititi od vremenskih nepogoda te se iz toga razloga moraju prikladno skladištiti, nakon čega su spremne za uporabu.

2.2. Ogrjevna vrijednost

Ogrjevna vrijednost definirana je količinom topline koja se oslobodi prilikom izgaranja neke gorive tvari u reakciji s kisikom pod standardnim uvjetima. Mjeri se mjernim instrumentom kalorimetrom.

U tablici ispod prikazane su ogrjevne vrijednosti često korišteni goriva.

Tablica 1. Ogrjevne vrijednosti nekih goriva

Gorivo	Ogrjevna vrijednost [MJ/kg]
Peleti	18
Drvo (do 20% vlage)	16 – 22
Prirodni plin	42 – 45
Ukapljeni naftni plin	46 – 51
Loživo ulje	42 – 47
Ugljen	18 - 25

Očekivano, drvo zaostaje za gotovo svim ostalim vrstama goriva po pitanju ogrjevne vrijednosti. No, taj nedostatak ono nadoknađuje relativno jednostavnom eksploatacijom, dostupnošću, cijenom i ekološkom prihvatljivošću.

Bitno je napomenuti kako ogrjevna vrijednost bitno varira ovisno o vrsti drveta. U tablici ispod prikazane su ogrjevne vrijednosti raznih vrsta drveća, a koje možemo pronaći u hrvatskim šumama.

Tablica 2. Ogrjevne vrijednosti nekih drvnih vrsta

Vrsta drveta	Ogrjevna vrijednost [MJ/kg]
Breza	19,5
Hrast	20,5
Vrba	18,5
Bukva	20
Topola	18,5
Jasen	20
Jablan	17
Bagrem	21

Vrste koje posjeduju relativno velike ogrjevne vrijednosti (hrast, jasen i bukva) su upravo one kojima su bogate hrvatske šume. Ta činjenica upravo predstavlja još jedan argument u korist uporabe ogrjevnoga drveta kao načina grijanja.

2.3. Tvrdoća

Tvrdoća se definira kao otpornost materijala prema prodiranju stranoga tijela u njegovu strukturu. Iz perspektive ovoga rada, aspekt tvrdoće posebno je bitan. Razlog tomu je direktna povezanost tvrdoće drveta i potrebne sile cijepanja, a samim time i potrebne snage pogonskoga sustava.

Postoji nekoliko metoda kojima se utvrđuje tvrdoća drveta. Ona najpoznatija i najraširenija naziva se Janka test. Postupak je relativno jednostavan: čelična kuglica promjera 11,28 milimetar utiskuje se u drvo do polovine promjera, pri tome se mjeri potrebna sila te se dobivena vrijednost naziva tvrdoća prema Janki.

Osnova podjela drvnih vrsta prema ovoj kategoriji jest ona na tvrda i meka drva. U tablici ispod drvene vrste razvrstane su prema spomenutom ključu, a uz svaku vrstu napisana je i vrijednost tvrdoće prema Janki.

Tablica 3. Tvrdoća drvnih vrsta prema Janki

Vrsta drveta; tvrdoća prema Janki [kN]	
Mekano drvo	Tvrdo drvo
Topola [2,4]	Breza [5,3]
Smreka [3]	Jasen [5,9]
Jablan [3,1]	Bukva [6]
Jela [4,2]	Hrast [6,1]
Bazga [4,3]	Bagrem [7,1]

Uzevši u obzir vrijednosti iz tablica 2. i 3., lako je uvidjeti korelaciju između tvrdoće i ogrjevne vrijednosti određene vrste drveta. Upravo sa time na umu, uz činjenicu da su hrvatske šume većim dijelom ispunjene tvrdim vrstama drveća, valja prići dizajniranju i konstrukcijskoj razradi ovoga stroja.

3. STROJEVI ZA CIJEPANJE DRVA

Radi potrebe bržega i učinkovitijega načina dobivanja drveta spremnoga za ogrjev razvijenu su strojevi za cijepanje drva; strojevi koji spomenuto izrađuju od prvotno izrezanih trupaca motornom ili kružnom pilom na primjerenu dužinu.

Mogu se podijeliti u nekoliko kategorija: prema izvedbi konstrukcije, prema namjeni, prema pogonskome sustavu te prema izvedbi alata za cijepanje.

Prema izvedbi konstrukcije strojevi se granaju na:

- a) Okomite – vertikalni hod alata za cijepanje, drvo se postavlja uspravno na predviđeno postolje
- b) Vodoravne – horizontalni hod alata za cijepanje, drvo se polaže na predviđeno postolje
- c) Mješoviti tip – strojevi koji imaju opciju izbora između okomitoga i vodoravnoga položaja

Prema namjeni razlikuju se strojevi za:

- a) Kućanstvo – kompaktni, manjih dimenzija s naglaskom na sigurnost i jednostavnost; namijenjeni manje zahtjevnim uvjetima rada
- b) Industriju – glomazni, većih dimenzija, složene izrade i velike snage cijepanja s naglaskom na produktivnost; namijenjeni zahtjevnijim uvjetima rada

S obzirom na pogonski sustav, razlikuju se strojevi za cijepanje gonjeni:

- a) Elektromotorom – koriste napon električne mreže, ekološki najprihvatljiviji, ne proizvode štetne ispušne plinove pa je moguć rad i u zatvorenim prostorima; glavni nedostatak je ovisnost o izvoru električne energije
- b) Motorom s unutarnjim izgaranjem (dizel ili benzin motori te traktorski priključak) – jači i učinkovitiji od strojeva sa elektromotorom te ih iz toga razloga češće nalazimo u industrijskoj primjeni, vrlo mobilni jer ne ovise o vanjskom izvoru energije; glavni je nedostatak cijena
- c) Ručnim pogonom – sporija i fizički zahtjevnija opcija sve rjeđe korištena u novije vrijeme, najčešće izvedena koristeći princip poluge uz dodatak opruge

Strojevi za cijepanje drva se prema izvedbi alata za cijepanje dijele na:

- a) Strojove sa alatom u obliku sjekire – translatorno (češće) ili kružno (rjeđe) gibanje alata cijepa drvo; većina strojeva ima ovakvu izvedbu alata

- b) Strojeve sa alatom u obliku konusa s navojem – cijepanje se postiže istovremenom rotacijom i translacijom alata koji prodire u drvo; bitno manje popularna izvedba

4. ANALIZA TRŽIŠTA

Ovo poglavlje bavi se evaluacijom tržišta. U obzir će se uzeti nekoliko najpopularnijih strojeva za cijepanje te će se analizirati njihove karakteristike.

4.1. Remet Electric Splitter LE-100

Remet Electric Splitter LE-100 vodoravne je izvedbe sa alatom u obliku konusa s navojem te je pogonjen elektromotorom. Maksimalan promjer drva za cijepanje iznosi 50 cm, dok promjer alata iznosi 100 mm. Elektromotor dolazi u tri verzije, odnosno može se odabrati elektromotor snage 4 kW, 5,5 kW ili 7,5 kW. U ovisnosti o odabranom elektromotoru težina ovog cjepača iznosi 106 kg, 112 kg ili 127 kg. Nadalje, ovaj cjepač ima sklopive ručke te je opremljen kotačima za olakšani transport.



Slika 2. Remet Electric Splitter LE-100

4.2. Scheppach HL730

Scheppach HL730 vertikalne je izvedbe sa alatom u obliku sjekire te se pogoni hidrauličnim motorom snage 2,1 k W. Maksimalna visina drva za cijepanje iznosi 55 cm, a maksimalna sila cijepanja iznosi 7 t. Težina uređaja iznosi 98,6 kg te je opremljen kotačima, što ga čini prikladnim za jednostavan transport. Namijenjen je lakšim uvjetima rada, odnosno uporabi u kućanstvu.



Slika 3. Scheppach HL730

4.3. Zipper ZI-HS30EZ

Zipper ZI-HS30EZ stroj je vertikalne izvedbe sa alatom u obliku sjekire pogonjen hidrauličnim motorom snage 5,5 kW. Maksimalna visina drva za cijepanje iznosi 110 cm, dok je maksimalna sila cijepanja 30 t. Nadalje, stroj je opremljen kotačima za olakšani transport, međutim težina stroja iznosi 386 kg te je stoga njegov transport otežan u odnosu na prethodno spomenute cjepače. Stroj je primarno namijenjen industrijskoj uporabi, odnosno u velikim pogonima.



Slika 4. Zipper ZI-HS30EZ

4.4. Villager HLS 55 T

Villager HLS 55 T stroj je za cijepanje sa alatom u obliku sjekire pogonjen elektromotorom snage 2,2 kW. Ovaj kompaktan cjepač prikladan je za cijepanje drva maksimalnog promjera 25 cm te maksimalne duljine u iznosu od 52 cm. Najveća sila cijepanja iznosi 5 t. Stroj teži svega 50 kg te je opremljen kotačima što ga čini jednostavnim za transport. Proizvođač, osim isključivo horizontalne izvedbe, nudi i verziju stroja sa izmjenom položaja prema želji.



Slika 5. Villager HLS 55 T

4.5. Wessex Country LS-100

Wessex Country LS-100 vertikalne je izvedbe sa alatom u obliku sjekire. Ovaj stroj pogonjen je pomoću hidrauličnog cilindra koji se spaja na traktor te u ovisnosti od snage traktora razvija silu cijepanja do 10 t. Težina ovog stroja iznosi 65 kg te nije opremljen kotačima, već se transportira jednostavnim priključkom na traktor. Zbog svoje kompaktne izvedbe stroju je potrebno vrlo malo mjesta za rad.



Slika 6. Wessex Country LS-100










5. Konceptualna razrada cjepača




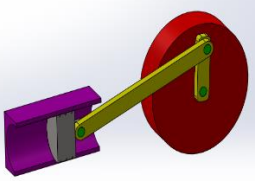


Na temelju analize strojeva za cijepanje drva iz prethodnoga poglavlja, te uzevši u obzir parametre zadatke, pristupa se konceptualnoj razradi cjepača. Cilj je konstruirati kompaktan, jednostavan i dugotrajan cjepač namijenjen uporabi u kućanstvu, sa naglaskom na sigurnost.






5.1. Morfološka matrica

Proces konceptualizacije započinje se izradom morfološke matrice. U prvi stupac tablice upisuju se konstrukcijski zahtjevi stroja, dok se u preostalim stupcima predlažu moguća rješenja.

Tablica 4. Morfološka matrica

Stroj pozicionirati	Horizontalno (2, 3) 	Vertikalno (1) 	Kombinacija 
Sustav pogoniti	Elektromotor (1, 2, 3) 	MSUI 	Traktorski priključak 
Stabilnost osigurati	Ravno postolje (1) 	4 kotača s kočnicama (3) 	2 kotača s osloncem (2) 
Prijenos snage izvesti	Reduktor (1)	Remenski prijenos (3)	Kombinacija (2)

			
Alat za cijepanje izvesti	Klin (1) 	Dvostruki klin (2) 	Konus s navojem (3) 
Gibanje alata osigurati	Vodilice (1, 2) 	Ležaj (3) 	
Rotacijsko u translacijsko gibanje pretvoriti	Navojno vreteno (1) 	Klipni mehanizam (2) 	Bez pretvorbe (3)
Cjepanicu prihvatiti	Šipke (3) 	Žlijeb (2) 	Bez prihvata (1)
Povratni hod omogućiti	Klipni mehanizam (2) 	Granični prekidač (1) 	

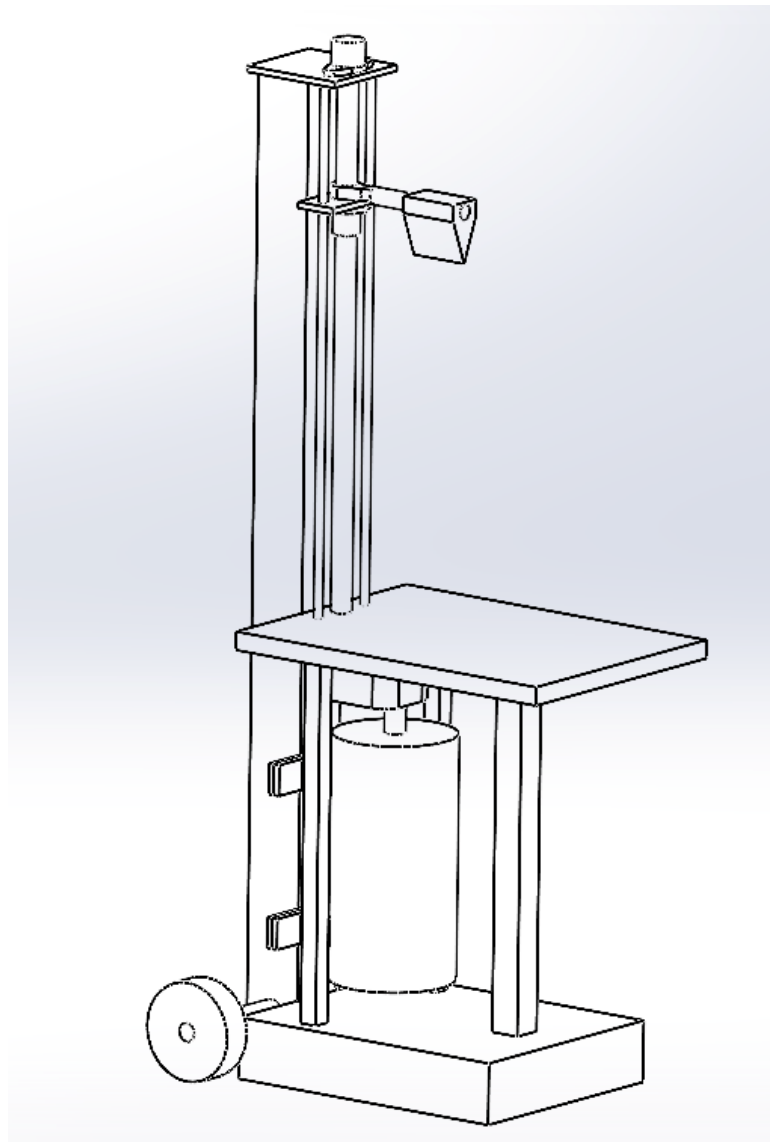
Pomak omogućiti	4 kotača (3) 	2 kotača s ručkama (1, 2) 	
Tip kotača	Puni kotač (poliamid) (3) 	Pneumatski kotač (1, 2) 	
Preveliko opterećenje motora spriječiti	Motorno zaštitna sklopka (1, 2, 3) 		
Duljinu hoda alata regulirati	Promjena položaja alata za cijepanje (2)	Promjena položaja graničnog prekidača (1)	

Na temelju morfološke matrice biraju se tri koncepta čije će karakteristike, prednosti i nedostaci biti analizirani u nastavku.

5.2. Koncept 1

Prvi koncept stroj je vertikalne izvedbe koji priprema ogrjevno drvo translacijom klina kroz cijepanicu koja je postavljena uspravno na postolje. Pretvorba rotacijskog u translacijsko gibanje izvedena je u pomoć navojnoga vretena uzduž kojega se giba matica na koju je spojen nosač klina. Stroj je postavljen na čvrsto donje postolje čime je osigurana stabilnost, a jednostavan transport omogućen je uz pomoć dva glavna kotača sa jednim kotačem za oslanjanje, te svi zajedno u kontakt sa tlom dolaze naginjanjem stroja. Broj okretaja reguliran

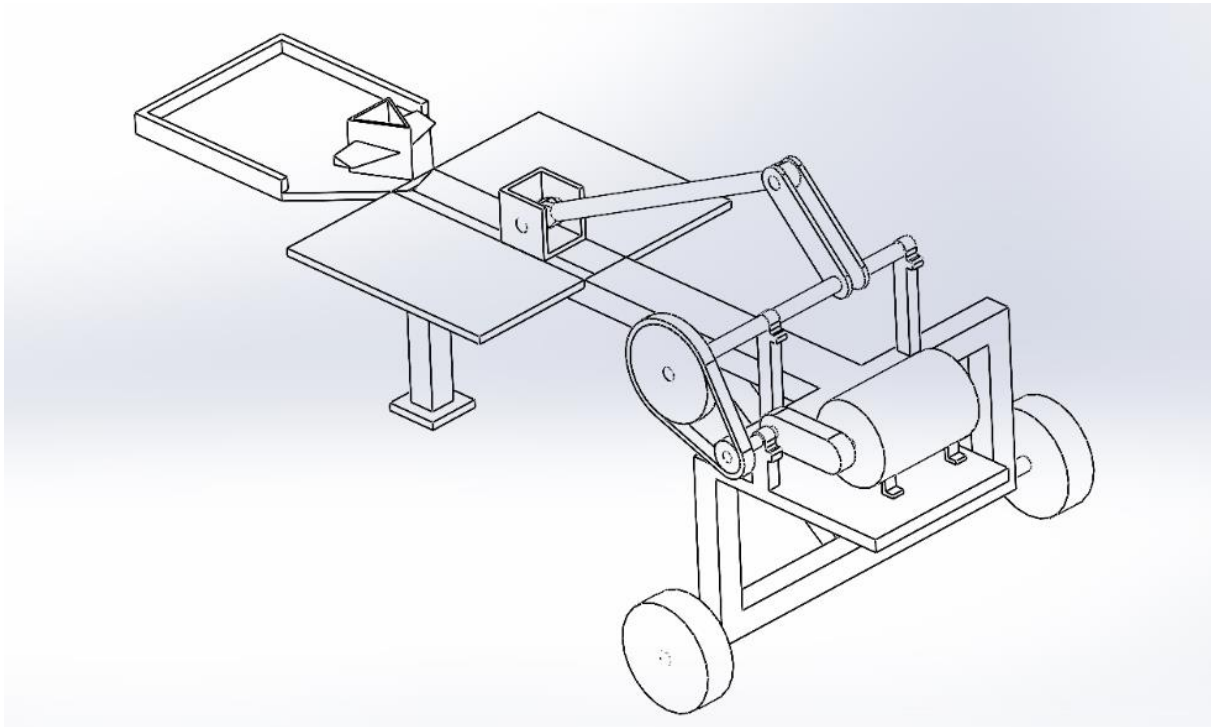
je reduktorom sa šupljim vratilom na koji se uz pomoć pera direktno spaja vreteno. Duljina hoda alata za cijepanje regulirana je graničnim prekidačem čiji se položaj može mijenjati ovisno o želji korisnika.



Slika 7. Koncept 1

5.3. Koncept 2

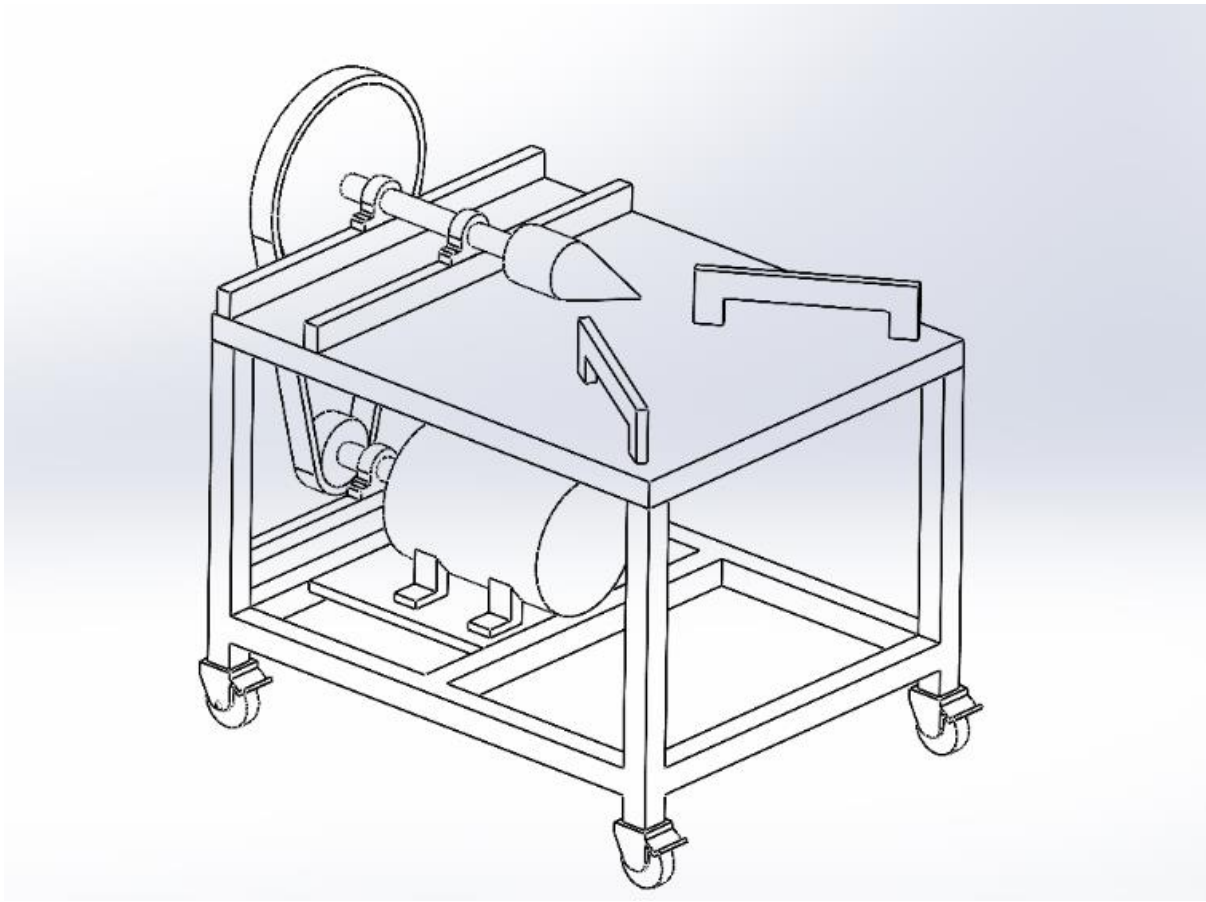
Drugi koncept stroj je horizontalne izvedbe pogonjen elektromotorom na koji je spojen reduktor. Za reduktor je spojeno vrtilo koje snagu prenosi do klipnoga mehanizma koji rotacijsko gibanje pretvara u translacijsko te se klin na kraju mehanizma giba horizontalno uz pomoć vodilica. Cjepanica se polaže u predviđeni žlijeb koji osigurava njezin položaj pri cijepanju. Alat za cijepanje izveden je u obliku dvostrukoga klina što omogućava cijepanje drveta na više dijelova, ali u isto vrijeme povećava potrebnu silu pritiska. Glavni nedostatak ovoga koncepta su povećane dimenzije stroja.



Slika 8. Koncept 2

5.4. Koncept 3

Posljednji koncept čija će analiza biti predmet ovoga rada, jest stroj za cijepanje horizontalne izvedbe sa alatom u obliku konusa s navojem. Glavna prednost ovakvoga rješenja jest izostanak potrebe za pretvorbom rotacijskog u translacijsko gibanje, zbog čega se alat može direktno vezati za vratilo gonjenje remenice. Međutim, nedostaci se nalaze u slabijoj efikasnosti cijepanja, te u samoj sigurnosti korištenja stroja iz razloga što korisnik mora upotrijebiti vlastitu silu kako bi drvo gurnuo na navoje konusa. Transport bi bio omogućen uz pomoć 4 kotača sa kočnicama koji bi osiguravale stabilnost tokom rada.



Slika 9. Koncept 3

5.5. Vrijednovanje koncepata

U tablici ispod ispisani su kriteriji vrijednovanja koncepata te su svakom od 3 analizirana koncepta priložene odgovarajuće ocjene. Ocjene se kreću od 1 do 5; ocjena 1 označava potpuno neispunjenje kriterija, dok ocjena 5 označava potpuno zadovoljenje kriterija. Na dnu tablice prikazana je suma ocjena za svaki koncept.

Tablica 5. Vrijednovanje koncepata

Kriterij	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Efikasnost cijepanja	4	5	3
Vijek trajanja	5	4	4
Sigurnost	5	4	3
Dimenzije	5	3	4
Iskoristivost sustava	3	4	5
Mobilnost	4	4	4
Potreba za održavanjem	4	4	5
Jednostavnost korištenja	5	5	3
Ukupno:	35	33	31

Sukladno procjeni zadovoljenja istaknutih kriterija vrijednovanja, koncept 1 je taj sa kojim se ulazi u daljnju razradu, proračun i konstrukciju.

6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA STROJA

Nakon odabira koncepta, ulazi se u konstrukciju razradu samoga stroja. Prvi dio bavi se opisom stroja i nekih dijelova istoga te kinematskim vezama, odnosno određivanjem veze broja obrtaja reduktora sa zadanom brzinom cijepanja. U drugom dijelu prikazan je proračun strojnih dijelova stroja.

6.1. Princip rada stroja

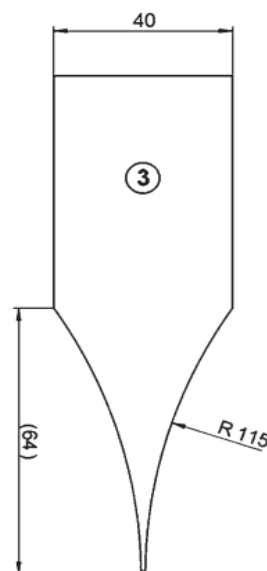
Stroj radi na način da vertikalno translacija klin kroz cijepanicu postavljenu na predviđeno postolje čime ju dijeli na dva dijela. Prijenos snage izveden je pomoću reduktora za koji se spaja navojno vreteno sa maticom na koju se veže klin.

Sklop elektromotora i reduktora, za izračunate parametre snage i brzine vrtnje, biti će izabran iz kataloga njemačke tvrtke Demag.

Gotovo navojno vreteno sa potrebni završecima odabrano je iz kataloga tvrtke Bornemann Gewindetechnik.

Ciklus cijepanja sastoji se od radnoga te povratnoga hoda. Kako bi stroj mogao samostalno raditi bez konstantne potrebe za intervencijom korisnika, u gornji i donji krajnji položaj postaviti će se granični prekidači. Promjena duljine hoda alata za cijepanje biti će omogućena opcijom promjene položaja gornjega graničnoga prekidača kako bi korisnik mogao prilagoditi stroj duljini cijepanice.

U svrhu maksimizacije efikasnosti sile pritiska stroja prilikom cijepanja, optimizirati će se oblik klina. Idealan oblik klina preporučan u relevantnoj literaturi jest prikazan na slici ispod.



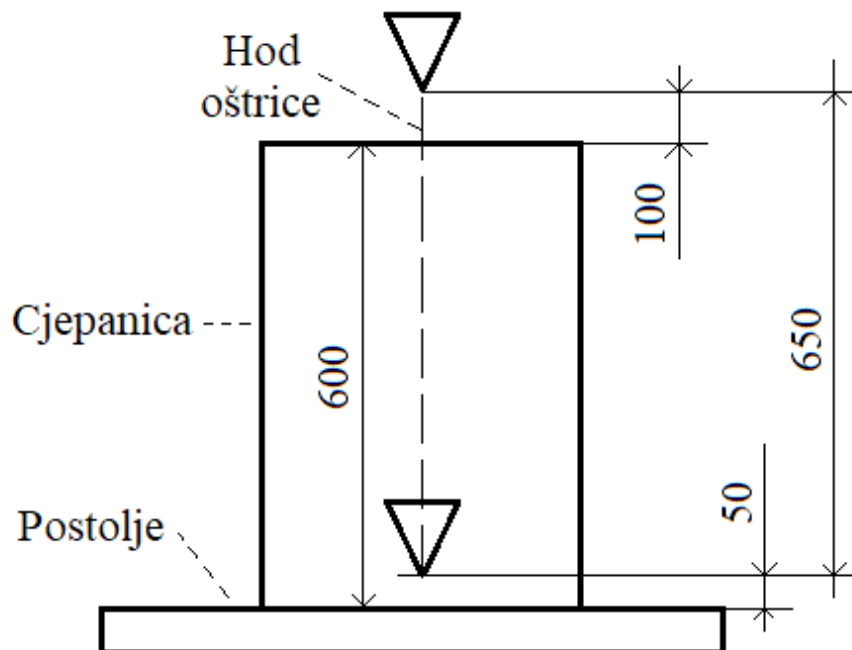
Slika 10. Idealan oblik klina

S obzirom na mogućost preopterećenja motora u slučaju cijepanja drva čija tvrdoća znatno odskaače od prosječnih vrijednosti, elektromotor će se zaštititi uz pomoć motorno-zaštitne sklopke koja se na isti spaja serijski.

6.2. Određivanje kinematike stroja

Projektним parametrima određenima zadatkom, definirani su: potrebna sila pritiska, brzina cijepanja te najveća veličina cjepanice. Na osnovu istih, potrebno je definirati kinematiku stroja.

Zadana najveća duljina cjepanice određuje potreban maksimalan hod alata za cijepanje. Regulacija hoda alata za cijepanje biti će omogućena konstrukcijskim rješenjem, no proračun kinematike uz zadanu brzinu cijepanja provodi se za najveći predviđeni hod.



Slika 11. Maksimalan hod alata

Iz sigurnosnih, ali i iz praktičnih razloga (dovoljno vremena za pozicioniranje nove cjepanice) krajnja gornja točka alata udaljena je za 100 mm od vrha cjepanice. Uzevši u obzir predviđeno zaustavljanje alata na 50 mm od postolja, maksimalan hod alata za cijepanje jednak je 650 mm.

Parametrima zadatka zadana je brzina cijepanja od 2 cjepanice po minuti, što znači da stroj mora u 30 sekundi napraviti radni te povratni hod kako bi izvršio jedan ciklus cijepanja.

Brzina gibanja alata za cijepanje iznosi:

$$V_a = \frac{h_{max}}{\frac{t_{cikl}}{2}}, \quad (6.1)$$

gdje je:

$h_{max} = 0,65$ m – maksimalan hod alata za cijepanje

$t_{cikl} = 30$ s – vrijeme trajanja 1 ciklusa cijepanja.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (6.1) dobiva se:

$$V_a = \frac{0,65}{\frac{30}{2}} = 0,04333 \text{ m/s}. \quad (6.2)$$

Brzina gibanja alata izravno određuje brzinu gibanja matice po navojnome vretenu, što posljedično određuje i potreban broj okretaja na izlazu reduktora. Odnos brzine vertikalnoga gibanja matice po vretenu i broja okretaja vretena određen je korakom navoja:

$$n_{vr} = \frac{V_m}{P_h}, \quad (6.3)$$

gdje je:

$V_m = V_a = 43,33$ mm/s – brzina gibanja matice,

$P_h = 12$ mm – korak navoja odabranoga vretena (Tr 48x12).

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (6.3) dobiva se:

$$n_{vr} = \frac{43,33}{12} = 3,61 \text{ o/sec}. \quad (6.4)$$

Izračunati broj okretaja vretena mora biti jednak broju okretaja na izlasku iz reduktora koji je spojen na elektromotor:

$$n_{red} = n_{vr} = 3,61 \text{ o/sec}. \quad (6.5)$$

6.3. Odabir sklopa elektromotora i reduktora

Osim broja okretaja, za odabir pogonskoga sklopa elektromotora i reduktora, treba izračunati i potrebnu snagu motora. Elektromotor će biti dimenzioniran tako da nominalnim momentom može pokriti najveću zahtijevanu silu pritiska alata za cijepanje.

Potrebna snaga elektromotora osim tražene sile pritiska mora pokriti i sve gubike u sustavu:

$$P_{em} = \frac{F_p \cdot V_a}{\eta_{m.v.} \cdot \eta_1^2 \cdot \eta_{red}}, \quad (6.6)$$

gdje je:

$F_p = 60000 \text{ N}$ – tražena najveća sila pritiska,

$\eta_{n.v.}$ – stupanj korisnosti navojnoga vretena,

$\eta_l = 0,99$ – stupanj korisnosti aksijalnih ležaja,

$\eta_{red} = 0,98$ – stupanj korisnosti reduktora.

Kako bi se izračunao stupanj djelovanja navojnoga vretena potrebno je odrediti kut uspona navoja te korigirani kut trenja. Odabrano je navojno vreteno Tr 48x12 čija će provjera biti pokazana u sljedećem poglavlju.

Kut uspona navoja jednak je:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{P_h}{d_2 \cdot \pi}\right), \quad (6.7)$$

gdje je:

$d_2 = 42 \text{ mm}$ – srednji promjer navoja Tr48x12.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (6.7) dobiva se:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{12}{42 \cdot \pi}\right) = 5,1965^\circ. \quad (6.8)$$

Korigirani kut trenja jednak je:

$$\rho'' = \arctan\left(\frac{\mu}{\cos(\beta)}\right), \quad (6.9)$$

gdje je:

$\mu = 0,1$ – faktor trenja za dodir čelik-bronca,

$\beta = 15^\circ$ - kut nagiba trapeznoga navoja.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (6.9) dobiva se:

$$\rho'' = \arctan\left(\frac{0,1}{\cos(15)}\right) = 5,9106^\circ. \quad (6.10)$$

Stupanj djelovanja navojnoga vretena računa se prema jednadžbi:

$$\eta_{n.v.} = \frac{\tan(\varphi)}{\tan(\varphi + \rho)} = \frac{\tan(5,1965)}{\tan(5,1965 + 5,9106)} = 0,4632 \quad (6.11)$$

Uvrštavanjem izračunatih vrijednosti u izraz (6.6) dobiva se potrebna snaga elektromotora:

$$P_{em} = \frac{60000 \cdot 0,04333}{0,4632 \cdot 0,99^2 \cdot 0,98} = 6028,06 \text{ W} \quad (6.12)$$

Iz kataloga elektromotora njemačke tvrtke Demag, za proračunatu potrebnu snagu i brzinu vrtnje, odabran je sklop elektromotora s reduktorom:

AUH 30 DD-B14.1-35-1/12,8 – ZBA 132 C 8/2-B050

Technical data:

Mounting code	AUH30DD-B14.1-35-1/12,8 - ZBA 132 C 8/2-B050
Output speed	54,7/225,0 rpm
Motor speed	700/2880 rpm
Output	1,100/4,500 KW
Cyclic Duration Factor	100/100 %
Type of enclosure of motor	IP 54
Ambient temperature	
geared motor	-10...+40 °C
Installation altitude	≤ 1.000 m
Transmission ratio	12,80
Terminal box position	right, 1
Mounting position	horizontal
Total weight, net approx.	82 kg

Current data:

Voltage	Y 230/ V
Frequency	50 Hz
Current	Y 9,00/15,70 A

Technical data of the brake:

Brake torque	33,0 Nm
Voltage	104 V DC
Current	0,29 A
Brake rectifier GP	230V AC

Equipment:

Insulation to temperature class F
 Fan disk
 Brake rectifier GP
 Reduced-noise design
 Universal type

Slika 12. Tehnički podaci odabranog sklopa elektromotora sa reduktorom

6.4. Provjera čvrstoće

6.4.1. Provjera navojnoga vretena

Navojno vreteno napravljeno je od čelika C45, a opterećeno je na tlak te na torziju.

Tlačno naprezanje navojnoga vretena jednako je:

$$\sigma_t = \frac{F_{vr}}{A_j}, \quad (6.13)$$

gdje je:

$F_{vr} = F_p = 60000 \text{ N}$ – tlačna sila koja djeluje na vreteno

A_j – površina jezgre navojnoga vretena.

Površina jezgre navojnoga vretena računa se pomoću formule:

$$A_j = \frac{d_3^2 \cdot \pi}{4}, \quad (6.14)$$

gdje je:

$d_3 = 35 \text{ mm}$ – promjer jezgre navojnoga vretena.

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (6.14) dobiva se:

$$A_j = \frac{35^2 \cdot \pi}{4} = 962 \text{ mm}^2. \quad (6.15)$$

Izračunata površina jezgre unosi se u izraz (6.13) te se dobiva traženo tlačno naprezanje:

$$\sigma_t = \frac{60000}{962} = 62,37 \text{ N/mm}^2. \quad (6.16)$$

Torzijsko naprezanje navojnoga vretena jednako je:

$$\tau = \frac{T}{W_p}, \quad (6.17)$$

gdje je:

T – uvojno opterećenje navojnoga vretena,

W_p – polarni moment otpora.

Uvojno opterećenje navojnoga vretena jednako je:

$$T = F_{vr} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi + \rho'') = 60000 \cdot \frac{42}{2} \cdot \tan(5,1965 + 5,9106) = 247364,3 \text{ Nmm}. \quad (6.18)$$

Polarni moment otpora računa se pomoću jednadžbe:

$$W_p = \frac{d_3^3 \cdot \pi}{16} = \frac{35^3 \cdot \pi}{16} = 8418,5 \text{ mm}^3. \quad (6.19)$$

Sa izračunatim vrijednostima uvojnoga opterećenja te polarnoga momenta otpora ulazi se u izraz (6.17):

$$\tau = \frac{247364,3}{8418,5} = 29,38 \text{ N/mm}^2. \quad (6.20)$$

Reducirano naprezanje presjeka računa se pomoću teorije najveće distorzijske energije (HMH teorija):

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{62,37^2 + 3 \cdot 29,38^2} = 80,5 \text{ N/mm}^2. \quad (6.21)$$

Usporedbom dobivenoga reduciranog iznosa naprezanja sa dopuštenim naprezanjem dolazi se do zaključka kako navojno vreteno zadovoljava proračun.

6.4.2. Provjera zavora nosača alata

Nosač alata povezan je zavarenim spojem glavinu, a trpi opterećenje na smik te savijanje. Najveća vertikalna sila koja opterećuje nosač jest zadana sila pritiska te iznosi $F_v = F_p = 60000 \text{ N}$, a moment savijanja $M_f = 1500 \text{ Nm}$. Zavar je kutni dimenzije a5.

Posmično naprezanje zavora iznosi:

$$\tau = \frac{F_v}{A}, \quad (6.22)$$

gdje je:

$F_v = 60000 \text{ N}$ – posmična sila koja opterećuje zavar,

$A = 1250 \text{ mm}^2$ – površina zavora.

Uvrštavanjem poznatih vrijednosti u izraz (6.22) dobiva se:

$$\tau = \frac{60000}{1250} = 48 \text{ N/mm}^2. \quad (6.23)$$

Naprezanje uslijed savijanja iznosi:

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W}, \quad (6.24)$$

gdje je:

$M_f = 1500000 \text{ Nmm}$ – moment savijanja

$W = 8680,9 \text{ mm}^3$ – moment otpora zavora.

Uvrštavanjem poznatih podataka u izraz (6.24) dobivamo:

$$\sigma_f = \frac{1500}{8680,9} = 157,46 \text{ N/mm}^2. \quad (6.25)$$

Ukupno naprezanje iznosi:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2} = \sqrt{157,46^2 + 3 \cdot 48^2} = 174,38 \text{ N/mm}^2. \quad (6.26)$$

Dopušteno naprezanje zavara je $\sigma_{DI} = 180 \text{ N/mm}^2$. Uspoređivanjem izraza (6.26) s dopuštenim naprezanjem zaključuje se da zavar zadovoljava proračun.

6.4.3. Pero

Spoj vretena i reduktora izvodi se uz pomoć pera DIN6885.

Odabran je reduktor sa šupljim vratilom te je utor za pero izrađen od strane proizvođača elektromotora, a iznosi $b \times h = 10 \times 8$. Odabrana je duljina pera od 80 mm.

Potrebno je kontrolirati bočni tlak:

$$p = \frac{F_t}{0,5 \cdot h \cdot l_t}, \quad (6.27)$$

gdje je:

$F_t = 14285,7 \text{ N}$ – sila na obodu vratila,

$h = 8 \text{ mm}$ – visina pera,

$l_t = 70 \text{ mm}$ – nosiva duljina pera.

Uvrštavanjem gore navedenih vrijednosti u (6.27) dobiva se:

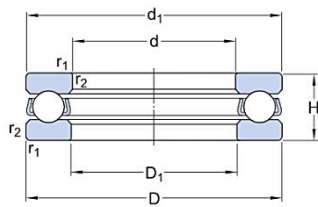
$$p = \frac{14285,7}{0,5 \cdot 8 \cdot 70} = 51,02 \text{ N/mm}^2 \quad (6.28)$$

Dopušteni bočni tlak iznosi $p_{dop} = 70 \text{ N/mm}^2$ te usporednom toga iznosa sa iznosom dobivenim u (6.28) zaključuje se kako je pero zadovoljilo proračun.

6.5. Odabir aksijalnih ležaja

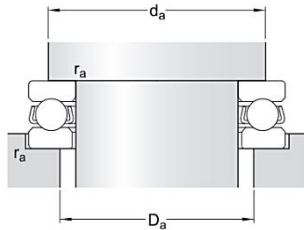
Koristeći upute SKF-a za izbor aksijalnih ležaja, odabrana su 2 aksijalna ležaja:

SKF 51107 za donje te SKF 81207 TN za gornje ležajno mjesto.



Dimensions

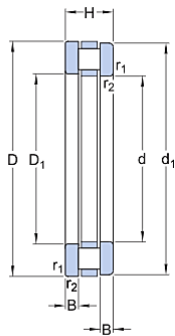
d	35 mm	Bore diameter
D	52 mm	Outside diameter
H	12 mm	Height
d ₁	≈ 52 mm	Outside diameter shaft washer
D ₁	≈ 37 mm	Inner diameter housing washer
r _{1,2}	min. 0.6 mm	Chamfer dimension washer



Abutment dimensions

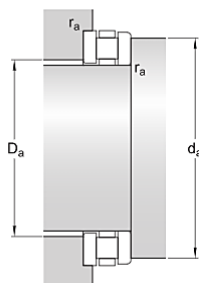
d _a	min. 45 mm	Abutment diameter shaft
D _a	max. 42 mm	Abutment diameter housing
r _a	max. 0.6 mm	Fillet radius

Slika 13. SKF 51107



DIMENSIONS

d	35 mm	Bore diameter
D	62 mm	Outside diameter
H	18 mm	Nominal height
d ₁	62 mm	Outside diameter shaft washer
D ₁	37 mm	Bore diameter housing washer
B	5.25 mm	Height shaft washer
r _{1,2}	min. 1 mm	Chamfer dimension housing washer



ABUTMENT DIMENSIONS

d _a	min. 58 mm	Abutment diameter shaft
D _a	max. 39 mm	Abutment diameter housing
r _a	max. 1 mm	Fillet radius

Slika 14. SKF 81207 TN

7. ZAKLJUČAK

Ovaj je rad za cilj imao konstrukciju jednostavnoga i praktičnoga stroja za cijepanje drva koji bi bio prikladan za uporabu u prosječnome kućanstvu koje koristi ogrjevno drvo kao način grijanja. Kroz prvi dio rada dan je kratak uvod u svijet grijanja na drva; opisane su karakteristike, prednosti i nedostaci takvoga načina grijanja. Kroz sljedeći dio naglasak je stavljen na same strojeve za cijepanje drva kroz koji su analizirane različite izvedbe i konstrukcijska rješenja. Na osnovu znanja stečenoga kroz to poglavlje prišlo se koncipiranju novoga stroja. Nakon izrade morfološke matrice te stvaranja tri moguće koncepcije stroja, pristupilo se vrjednovanju svake izvedbe te je na taj način dobiven koncept sa koji se ušlo u daljnju konstrukcijsku razradu. Izabrano rješenje jest uspravno izveden stroj koji uz pomoć elektromotora i reduktora, na čijem je izlazu spojeno navojno vreteno, translacijom klina kroz drvo obavlja posao cijepanja. Posljednji dio radi bavi se izbornom i proračunom najopterećenijih strojnih dijelova.

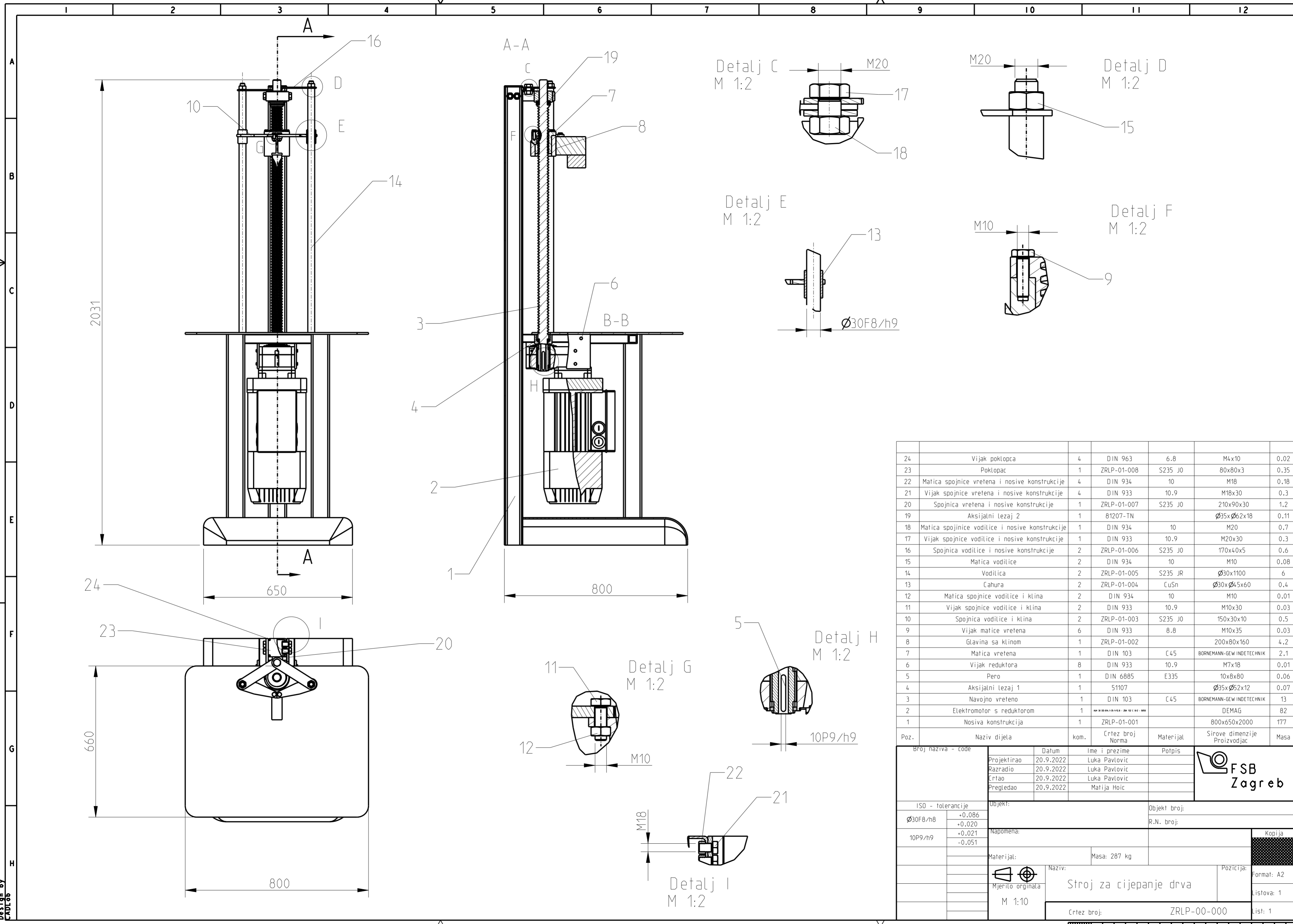
Konstrukcijsko rješenje prikazano kroz ovaj rad može svakako može udovoljiti zadanim zahtjevima. Velika sigurnost pri radu te jednostavnost uporabe svakako su glavne prednosti ovakve izvedbe. No, prostora za optimizaciju i unaprjeđenje stroja itekako ima. Slaba učinkovitost najveći je nedostatak u usporedbi sa strojevima slične namjene i snage te na nju mora biti stavljena naglasak kroz buduće analize.

POPIS LITERATURE

- [1] <https://world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/heat-values-of-various-fuels.aspx>
- [2] <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/sumeuhrv>
- [3] <https://korak.com.hr/korak-020-prosinac-2007-tvrdoca-drva/>
- [4] https://hr.wikipedia.org/wiki/Ogrjevno_drvo
- [5] <https://forestry.usu.edu/forest-products/wood-heating>
- [6] <https://www.skf.com/ph>
- [7] <https://www.demagcranes.com/en>
- [8] <https://www.bornemann-gewindetechnik.de/en/>
- [9] <https://www.toolnation.com/scheppach-5905309901-hl730-log-splitter-230-volt.html>
- [10] <https://www.zipper-maschinen.at/en/log-splitter-9461>
- [11] <https://www.villager.eu/products/hls-55-t-horizontal-log-splitter>
- [12] <https://www.hughpage.co.uk/shop/new-machinery/miscellaneous/wessex-log-splitter/?fbclid=IwAR3yLLnplFxABthpSbLkw4FI4MboIwhTND0uC7PMFM-UFS90b9somEvSTyk>
- [13] *Strojarski priručnik*, Sajema, Zagreb, 2009.
- [14] Decker: *Elementi strojeva*, Golden marketing, Zagreb, 2006.

POPIS PRILOGA

I. Tehnička dokumentacija



Poz.	Naziv dijela	kom.	Crtez broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvodjac	Masa
24	Vijak poklopca	4	DIN 963	6.8	M4x10	0.02
23	Poklopac	1	ZRLP-01-008	S235 JO	80x80x3	0.35
22	Matica spojnice vretena i nosive konstrukcije	4	DIN 934	10	M18	0.18
21	Vijak spojnice vretena i nosive konstrukcije	4	DIN 933	10.9	M18x30	0.3
20	Spojnica vretena i nosive konstrukcije	1	ZRLP-01-007	S235 JO	210x90x30	1.2
19	Aksijalni lezaj 2	1	81207-TN		Ø35xØ62x18	0.11
18	Matica spojnice vodilice i nosive konstrukcije	1	DIN 934	10	M20	0.7
17	Vijak spojnice vodilice i nosive konstrukcije	1	DIN 933	10.9	M20x30	0.3
16	Spojnica vodilice i nosive konstrukcije	2	ZRLP-01-006	S235 JO	170x40x5	0.6
15	Matica vodilice	2	DIN 934	10	M10	0.08
14	Vodilica	2	ZRLP-01-005	S235 JR	Ø30x1100	6
13	Čahura	2	ZRLP-01-004	CuSn	Ø30xØ45x60	0.4
12	Matica spojnice vodilice i klina	2	DIN 934	10	M10	0.01
11	Vijak spojnice vodilice i klina	2	DIN 933	10.9	M10x30	0.03
10	Spojnica vodilice i klina	2	ZRLP-01-003	S235 JO	150x30x10	0.5
9	Vijak matice vretena	6	DIN 933	8.8	M10x35	0.03
8	Glavina sa klinom	1	ZRLP-01-002		200x80x160	4.2
7	Matica vretena	1	DIN 103	C45	BORNEMANN-GEW INDETECHNIK	2.1
6	Vijak reduktora	8	DIN 933	10.9	M7x18	0.01
5	Pero	1	DIN 6885	E335	10x8x80	0.06
4	Aksijalni lezaj 1	1	51107		Ø35xØ52x12	0.07
3	Navojno vreteno	1	DIN 103	C45	BORNEMANN-GEW INDETECHNIK	13
2	Elektromotor s reduktorom	1			DEMAG	82
1	Nosiva konstrukcija	1	ZRLP-01-001		800x650x2000	177

Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao		20.9.2022	Luka Pavlovic	
Razradio		20.9.2022	Luka Pavlovic	
Crtao		20.9.2022	Luka Pavlovic	
Pregledao		20.9.2022	Matija Hoic	

ISO - tolerancije		Objekt:	Objekt broj:
Ø30F8/h8	+0.086 +0.020		R.N. broj:
10P9/h9	+0.021 -0.051		

Napomena:		Materijal:	Masa: 287 kg
Mjerito originala			
M 1:10			

Naziv:		Pozicija:
Stroj za cijepanje drva		Format: A2
Crtez broj: ZRLP-00-000		Listova: 1
		List: 1

