



ŠCC  
Srednja šola za strojništvo in mehatroniko  
Pot na Lavo 22  
3000 Celje

## RAZISKOVALNA NALOGA

# DRVAR

**Avtorji:**

Luka Gajšek  
Kristijan Hajnšek  
Damijan Pustivšek

**Mentor:**

dr. Ivan Gubenšek, dipl. ing.str.

Celje, marec 2008

## Kazalo vsebine

1	Povzetek.....	- 4 -
2	Uvod.....	- 5 -
3	Hipoteze.....	- 6 -
4	Namen in cilj raziskovalne naloge.....	- 7 -
5	Raziskava obstoječih naprav.....	- 8 -
5.1	Rezalno-cepilni stroj TAJFUN RCA 320-2.....	- 8 -
5.2	Rezalno-cepilni stroj HAKKI PILKE OK60.....	- 9 -
5.3	Rezalno-cepilni stroj Posch Spaltfix K-4000.....	- 12 -
6	Opis delovnega stroja.....	- 14 -
6.1	Funkcije rezalno-cepilnega stroja.....	- 15 -
6.2	Zaporedje funkcij rezalno-cepilnega stroja.....	- 15 -
6.3	Funkcijski diagram delovanja stroja.....	- 16 -
7	Izbira tehničnih lastnosti rezalno-cepilnega stroja.....	- 17 -
7.1	Osnovni podatki.....	- 17 -
7.2	Izračun hidravlične črpalke.....	- 17 -
7.3	Izračun hidravličnega cilindra cepilnika.....	- 18 -
7.4	Pomik traku naprej.....	- 18 -
7.5	Določitev karakteristik meča.....	- 18 -
7.6	Transportni trak drva.....	- 18 -
8	Snovanje idejnega osnutka.....	- 19 -
8.1	Predstavitev cepilnika.....	- 19 -
8.2	Prednosti osnutka:.....	- 21 -
8.3	Idejni osnutki.....	- 21 -
9	Zaključek.....	- 23 -
10	Zahvala.....	- 24 -
11	Viri in literatura.....	- 25 -

## Kazalo slik

Slika 1: Zasnova cepilnika .....	- 5 -
Slika 2: Rezalno-cepilni stroj.....	- 7 -
Slika 3: Rezalno-cepilni stroj TAJFUN RCA 320-2 .....	- 8 -
Slika 4: Ogled in preizkus .....	- 11 -
Slika 5: Delovanje rezalno-cepilnega stroja .....	- 11 -
Slika 6: Komandna plošča rezalno-cepilnega stroja .....	- 12 -
Slika 7: <i>Rezalno-cepilni stroj Posch Spaltfix K-4000</i> .....	- 13 -
Slika 8: Odlagalna miza .....	- 14 -
Slika 9: Prijemna roka hloda in rezalni meč .....	- 15 -
Slika 10: Vpenjalo sekire .....	- 19 -
Slika 11: Komandni pult.....	- 20 -
Slika 12: Hidravlična črpalka in reduktor.....	- 20 -
Slika 13: Izmetni transporter .....	- 21 -
Slika 14: Ideja 1 .....	- 22 -
Slika 15: Ideja 2 .....	- 22 -

## Kazalo tabel

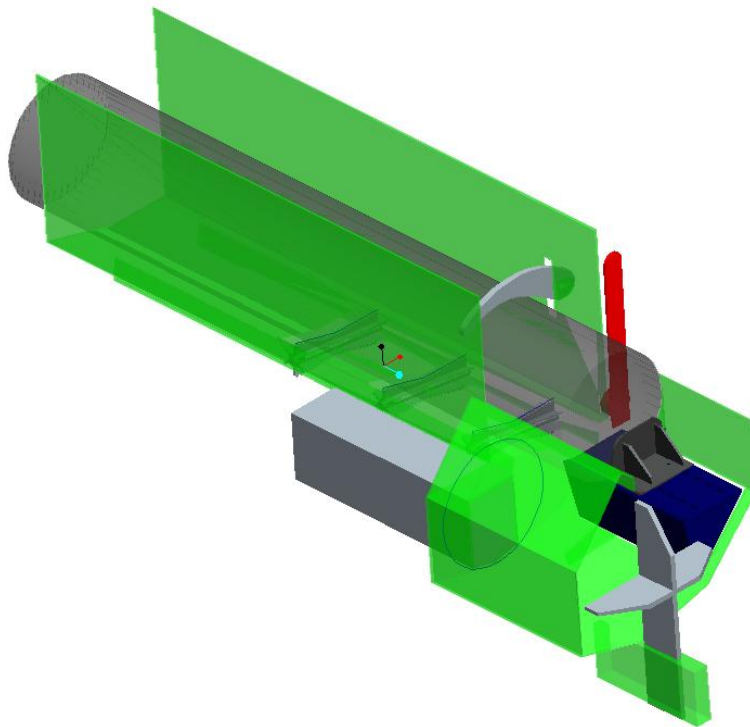
Tabela 1: Funkcije rezalnega-cepilnega stroja .....	- 15 -
Tabela 2: Zaporedje funkcij rezalno-cepilnega stroja .....	- 15 -
Tabela 3: Tehnični podatki:.....	- 19 -

## 1 Povzetek

V tej raziskovalni nalogi smo se odločili skonstruirati traktorski priključek, in sicer rezalno cepilni stroj. Najprej smo raziskovali trg in ugotovili, da podobne naprave na trgu že obstajajo, ampak z mnogo slabostmi oziroma pomanjkljivostmi. Zato smo začeli snovati omejeni delovni priključek, ki bo preprost, univerzalen, varen, učinkovit ter zanesljiv. Vse te lastnosti smo upoštevali in vključili v lastnost priključka, ga preučili in skonstruirali.

## 2 Uvod

Za raziskovalno nalogo smo si zadali cilj, da izdelamo traktorski priključek. Po dolgotrajnem premisleku je padla odločitev, da izboljšamo že obstoječi hidravlični cepilni stroj tako, da mu dodamo rezalni meč. S tem bo priprava drv hitrejša, lažja in avtomatizirana. Raziskava trga je pokazala, da so podobne naprave že na tržišču, vendar so njihovi problemi, da so zelo drage, nekatere nevarne, spet druge pa manj funkcionalne. Naša predpostavka pa je, da izdelamo podobno, v osnovi preprosto, vendar univerzalno uporabno napravo, ki bo zadostila potrebam potencialnih kupcev in jim s tem omogočili lažje delo.



Slika 1: Zasnova cepilnika

### 3 Hipoteze

Na podlagi pogovora z uporabniki in proizvajalci podobnih obstoječih priključkov, na podlagi raziskave in s preučitvijo trga ter po pogovoru z mentorjem smo postavili naslednje hipoteze naše raziskovalne naloge:

- čim bolj preprost,
- varen za uporabo,
- cenovno dostopen,
- konstrukcijsko vzdržljiv,
- enostaven za transport,
- čim hitrejši-učinkovitejši.

## 4 Namen in cilj raziskovalne naloge

Namen te raziskovalne naloge je sledeč:

Skonstruirati nov priključek, katerega osnovni namen je razrez in razcep hlodovine ter nakladanje razcepljenih polen na prikolico.

Cilj te raziskovalne naloge je nadgradnja osnovnega cepilnika in izboljšave že obstoječih podobnih rezalno-cepilnih strojev, kot so: varnost, hitrost delovanja, manjša lastna teža, enostavno rokovanje, enostavna izdelava konstrukcije, čim večja zmogljivost s čim manj napora.

Tako smo si v tej nalogi zadali glavni cilj, da združimo najboljše lastnosti podobnih, že obstoječih priključkov v naš izdelek. Pri tem pa smo pazili, da ne bo izdelek kompliciran, ampak čim bolj preprost.



Slika 2: Rezalno-cepilni stroj

## 5 Raziskava obstoječih naprav

Raziskave smo se lotili postopoma. Najprej smo na podlagi lastnih izkušenj s podobnim že obstoječim izdelkom dobili idejo, da bi cepilec predelali in ga nadgradili. Med konstruiranjem novega izdelka smo izkušnje in informacije uporabili pri snovanju. Da bi čim bolj podrobno raziskali situacijo, smo se posvetovali tudi s slovenskimi podjetji, ki izdelujejo podobne priključke. Da pa ne bi izpustili kakšnih pomembnih spoznanj, smo, kolikor je bilo možno, preučili prednosti ter slabosti.

Sedaj bomo predstavili podobne rezalno-cepilne stroje, ki že obstajajo na domačem in tujem trgu.

### 5.1 Rezalno-cepilni stroj TAJFUN RCA 320-2

**RCA 320-2** omogoča žaganje hlodov od premera **10 do 32 cm** na dolžino **20 do 50 cm**. Z dvizno mizo **DM 1501** hlod najprej dvignemo na delovno višino, od koder ga s pomočjo dodajalnega traku premaknemo do omejevala in ga odžagamo. Odžagani del se nato s pomočjo cepilnega noža razcepi na dva ali štiri dele (standard) ali šest delov (dodatna oprema). **RCA 320-2** ima dva hidravlična cilindra, pri čemer ima vsak silo cepljenja **do 10 t**.



Slika 3: Rezalno-cepilni stroj TAJFUN RCA 320-2

TEHNIČNI PODATKI RCA 320-2	
dolžina polena	20-50 cm
premer hloda	10-32 cm
meč	Oregon 16"
veriga	3/8" Oregon MULTICUT
sila cepljenja	2 X 100 kN
širina x višina x dolžina	238 X 160 X 128 cm
teža s transporterjem	900 kg + 130 kg
potrebna moč traktorja	30 kW (za transport 60 kW)
hitrost vstopne kardanske gredi	430 min-1
višina pri naklonu 45°	307 cm
TRANSPORTER	
dolžina	4 m
širina traku	43 cm
hitrost traku	nastavljiva brezstopenjsko (0-0,8 m/s)
teža	130 kg
DVIŽNA MIZA DM 1501 (zložljiva)	
dvižna sila	4500 N
širina x višina x dolžina	130 X 90 X 150 cm
teža	125 kg
RCA 320-2 E	
moč elektromotorja	11 kW
napetost	400 V/50 Hz
vrtljaji motorja	2.910 min-1



**Prednosti:**

- Majhna potrebna moč traktorja.
- Cena.

**Slabosti:**

- Cepilni premer.
- Težka konstrukcija.
- Upravljanje ročno.

**5.2 Rezalno-cepilni stroj HAKKI PILKE OK60**

TEHNIČNI PODATKI	
<u>Max. Debelina</u>	25cm
<u>Max. Dolžina</u>	55cm
Krožna žaga	Ø700mm
Teža s transporterjem	480kg
HIDRAVLIKA	
Pretok olja	39l/180bar
Rezervoar olja	50l
Sila cepljenja	55kn
Premer bata	Ø63mm
TRANSPORTER	
Dolžina	3,2m
Teža	60kg
ELEKTROMOTOR	
Moč	7,5kw
Vrtljaji motorja	1440obr/min



Med izdelovanjem raziskovalne naloge smo si odšli ogledat ter naredili preizkus delovanja rezalno-cepilnega stroja.

Med preizkusom delovanja je bilo ugotovljeno:

- Dodajna miza je prekratka.
- Zatikanje na dodajnem koritu.
- Pokončni valji ovirajo, kot pomagajo pri transportu hloda po dodajnem koritu.
- Manjka nakladalna miza.
- Pridržalna roka nima prave funkcije.
- Problematično zadrževanje zadnjega reza hloda.
- Varovalna pločevina se zvije zaradi naleta hlodov z grčami.
- Nosilni del meča je premaknjen preveč naprej (zadene v grčo ali ukrivljen hlod).
- Nadzor nad gibanjem meča ni najboljši.
- Moč na verigi je odlična.
- Rezalna hitrost je zadovoljiva.
- Padanje kosov na 'glavo' v korito.
- Točka vpetja naslona za rezanje na dolžino je preveč naprej (zatikanje hlodov).
- Premikanje naslona je približno 10 mm, kar je občutno premalo.
- Fotocelica za omejitev dolžine rezanja ne deluje.
- Korito je pregloboko.
- Cepilnik slabo preklaplja z enega na dva cilindra.
- Cepilna sila je premajhna.
- Konstrukcija se preveč deformira – 'diha' (s prostim očesom se vidi deformacija).
- Odzemno mesto transportnega traku je preveč oddaljeno od cepilnega križa.
- Transportni trak mora imeti kotnike visoke vsaj 50 mm.
- Upravljanje je zadovoljivo.
- Po približno 1,5 h delovanja se olje segreje na približno 40-45 °C.
- Ni možnosti, da se cepilnik vrne le delno in zatem nadaljuje s cepanjem, vedno se mora popolnoma vrniti in nato nadaljuje s cepanjem.



Slika 4: Ogled in preizkus



Slika 5: Delovanje rezalno-cepilnega stroja



Slika 6: Komandna plošča rezalno-cepilnega stroja

Na osnovi preizkusa delovanja lahko razvrstimo delovanje rezalno-cepilnega stroja na:

**Prednosti:**

- teža,
- cena,
- majhna pogonska moč.

**Slabosti:**

- cepilni premer,
- cepilna dolžina,
- električni pogon.

### **5.3 Rezalno-cepilni stroj Posch Spaltfix K-4000**

Značilnosti stroja:

- Dvojna prijemalna roka s prikazovalnikom premera hloda.
- Rezalni meč žage je dolžine 750 mm.
- Hidravlično upravljana podložna miza – samodejno delovanje.
- Potisna sila cepilnika je 22 t.

- Vzdolžni pomik je izveden z valji.
- Cepanje do 15 polen/hlod.
- Premer hloda do 40 cm.
- Centralno upravljanje stroja
- Optimalni prevzem pri rezanju/odlaganju.



*Slika 7: Rezalno-cepilni stroj Posch Spaltfix K-4000*

**Prednosti:**

- cepilni premer,
- cepilna dolžina,
- potisna sila.

**Slabosti:**

- cena,
- teža.

## 6 Opis delovnega stroja

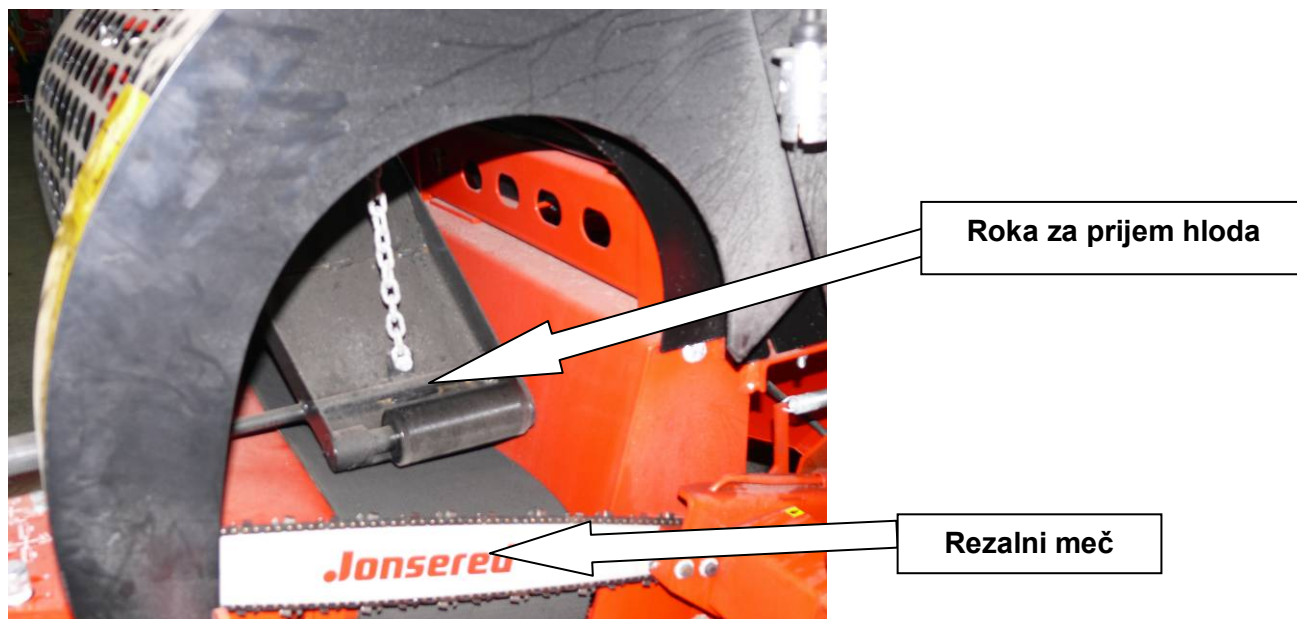
Naslednje alineje pojasnjujejo delovanje stroja:

- Valji potisnejo hlod naprej do naslona. Tipalo položaja izklopi transportne valje.
- Roka zagrabi hlod.
- Odlagalna miza se (slika) samodejno odmakne po osi hloda.
- Požene se veriga na meču in začne se delovni gib rezanja z mečem.
- Na koncu se veriga ustavi, meč se začne vračati nazaj in odlagalna miza odlaga odrezan kos.
- Dvigne se držalna roka hloda.
- Lahko se izvede podajanje hloda na naslednji rez. Odlagalna miza se začne vračati, in osno se vrne nazaj k hlodu in sočasno se začne proces cepanja. S tem je končan prvi cikel.



Odlagalna miza, ki preprečuje, da bi se odžagani del hloda postavil pokonci.

Slika 8: Odlagalna miza



Slika 9: Prijemna roka hloda in rezalni meč

## 6.1 Funkcije rezalno-cepilnega stroja

Tabela 1: Funkcije rezalno-cepilnega stroja

	Funkcija 1	Funkcija 2	Funkcija 3
1	pomik traku naprej		
2	delovna dolžina rezanja - tipalo	izklop traku naprej	
3	prijem hloda-roka	vklop obratov meča	aktiviranje podloge odrezanca
4	pomik meča	izklop meča	dviganje meča
5	odlaganje odrezanca v korito	pomik križa	transportni trak za drva-vklop
6	vklop cepilnika		
7	na koncu poti	dvig roke hloda	vračanje cepilnika
8	začetek	transportni trak za drva-vklop	

## 6.2 Zaporedje funkcij rezalno-cepilnega stroja

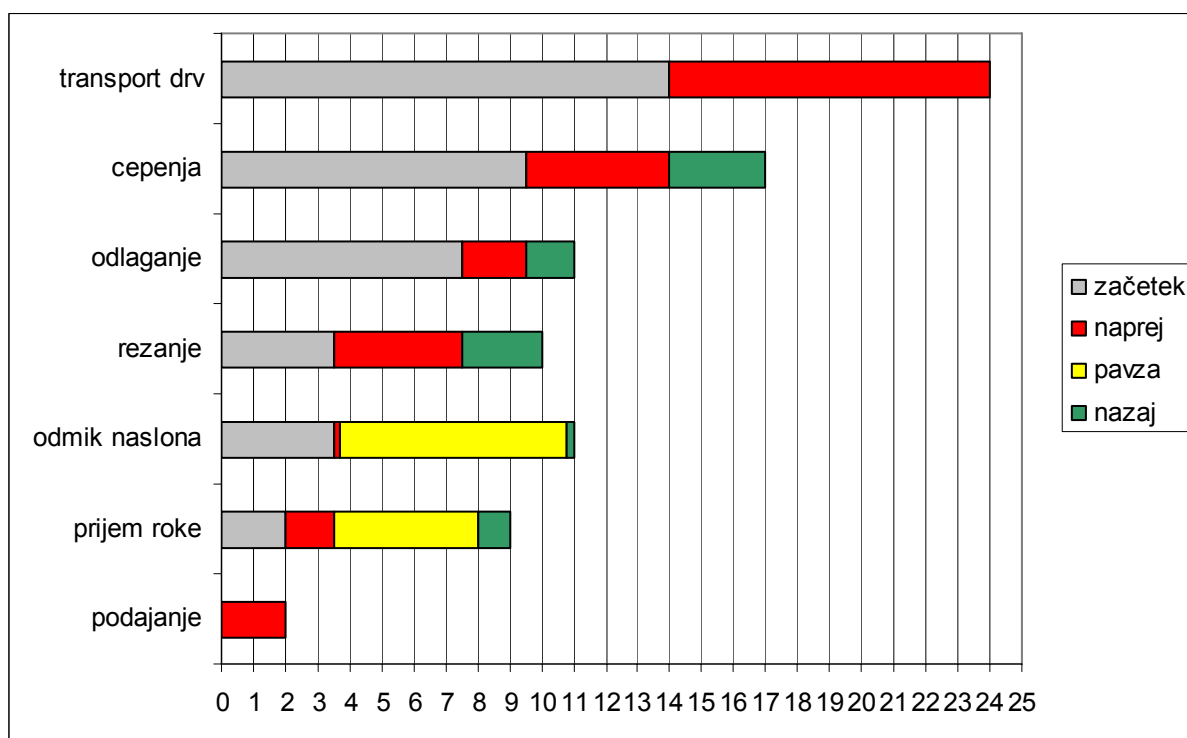
Tabela 2: Zaporedje funkcij rezalno-cepilnega stroja

1	pomik traku naprej
2	delovna dolžina rezanja - tipalo
3	izklop traku naprej
4	prijem hloda-roka
5	vklop obratov meča
6	aktiviranje podloge odrezanca
7	pomik meča
8	izklop meča

9	dviganje meča
10	odlaganje odrezanca v korito
11	pomik križa
12	vklop cepilnika
13	na koncu poti cepilnika
14	dvig roke hloda
15	vračanje cepilnika
16	transportni trak drva

### 6.3 Funkcijski diagram delovanja stroja

Funkcijski diagram delovanja stroja v odvisnosti od časa





## 7 Izbira tehničnih lastnosti rezalno-cepilnega stroja

Za uspešno in optimalno konstruiranje strojnih delov, ki prenašajo obremenitve, moramo spoznati silo, ki je potrebna za porušitev nekega strojnega elementa. Ker je naš izdelek dokaj zahteven, je bilo potrebno izvesti mnogo preračunov, ki določajo obremenitve naprave in posledično določimo in preverimo obliko in pravilne dimenzije strojnih delov, ki bodo prenesli določene obremenitve. Seveda so se pri preračunih upoštevali varnostni faktorji na visoki ravni, kajti znano je, da uporabniki te naprave mnogokrat preobremenjujejo in se ne zavedajo posledic, ki so lahko tudi porušitev nekega strojnega dela na napravi. Konstruktor mora predvideti tudi takšne predpostavke, da je izdelek zanesljiv, hkrati pa optimalno izdelan.

Preden začnemo s preračuni, moramo določiti vrsto obremenitve, teh obremenitev pa je lahko več. Za vsak strojni del je lahko druga.

### 7.1 Osnovni podatki

Na osnovi konkurenčnih izdelkov in zahtev kupcev smo se odločili za naslednje osnovne lastnosti rezalno-cepilnega stroja:

- premer hloda 40 cm,
- dolžina rezanja od 20 do 60 cm, korak 5 cm,
- potisna sila 13 t,
- delovni tlak hidravlike 200 barov.

Vsi ostali pomembni podatki za izračun bodo podani v nadaljevanju pri določenih preračunih.

### 7.2 Izračun hidravlične črpalke

#### Osnovni podatki

vrtljaji kardana	540	min <sup>-1</sup>
vrtljaji črpalke	1600	min <sup>-1</sup>
volumen črpalke	22,5	cm <sup>3</sup>
delovni tlak	200	bar
dolžina hoda cepilnika	600	mm

Pretok črpalke:

$$Q = \frac{V \cdot p}{1000} = \frac{22,5 \cdot 200}{1000} = 36 \text{ l/min}$$

Potrebna pogonska moč na črpalci:

$$P = \frac{Q \cdot p}{600} = \frac{36 \cdot 200}{600} = 13,6 \text{ kW}$$

### 7.3 Izračun hidravličnega cilindra cepilnika

premer bata	100	mm
premer batnice	40	mm

Hitrost pomika cepilnika naprej:

$$v_{hc\_naprej} = \frac{4000000 \cdot Q}{60 \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{4000000 \cdot 36}{60 \cdot \pi \cdot 100^2} = 7.6 \text{ cm/s}$$

Hitrost pomika cepilnika nazaj:

$$v_{hc\_nazaj} = \frac{4000000 \cdot Q}{60 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{4000000 \cdot 36}{60 \cdot \pi \cdot (100^2 - 40^2)} = 6.6 \text{ cm/s}$$

Potisna sila:

$$F = p \cdot A = 200 \cdot \frac{\pi \cdot 100^2}{4} = 157.1 \text{ kN}$$

volumen olja v cilindru pri potisku	4,71	l
volumen olja v cilindru pri vračanju	3,96	l

### 7.4 Pomik traku naprej

hitrost pomika	200	mm/s
premer valja	100	mm
vtljlaji valja	38,2	min <sup>-1</sup>
čas podajanja hloda	3	s

### 7.5 Določitev karakteristik meča

število obratov	12000	min <sup>-1</sup>
premer meča	70	mm
hod meča	90	°
hitrost pomikanja meča	10	°/s
obodna hitrost verige	43,98	m/s
čas hoda meča	9	s

### 7.6 Transportni trak za drva

dolžina	3	m
hitrost pomika	600	mm/s
premer valja	100	mm
vtljlaji valja	114,6	min <sup>-1</sup>
čas podajanja hloda	5	s

S temi podatki so bile zastavljene želje, omejitve in zahteve novega cepilno-rezalnega stroja.

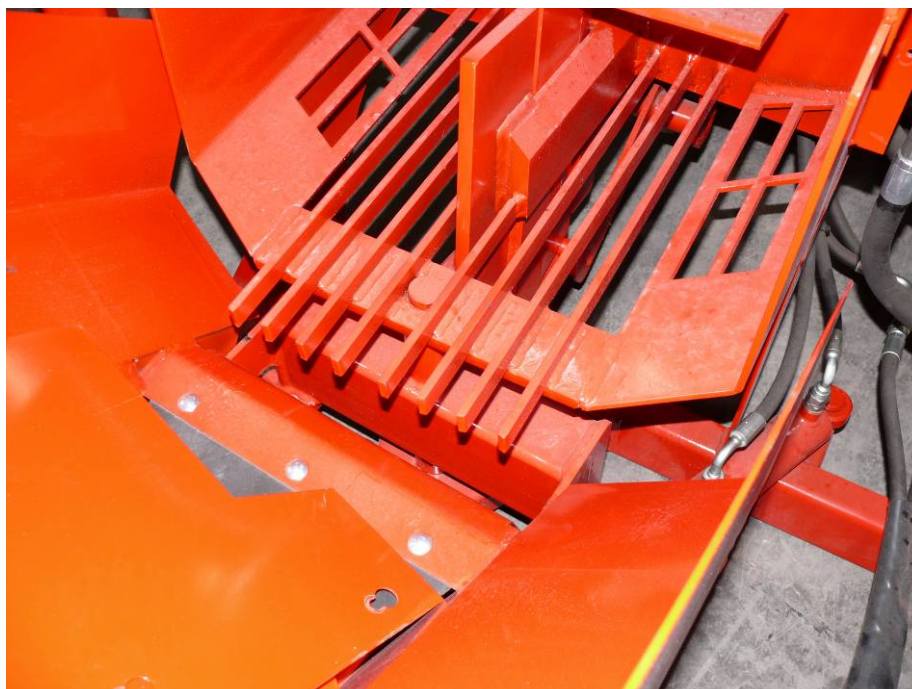
## 8 Snovanje idejnega osnutka

Vsi omenjeni stroji so predragi glede na zahtevane potrebe naših kupcev. Zaradi tega smo sklenili, da nadgradimo obstoječi cepilnik z dodatno funkcijo rezanja.

### 8.1 Predstavitev cepilnika

Tabela 3: Tehnični podatki:

Cepilna dolžina	Od 20 do 40 cm
Cepilni premer	40 cm
Poraba energije	10 kW
Potisna sila	13 t
Drog rezalne naprave	18"
Veriga žage	3/8"/69 členov
Količina hidravličnega olja	65 l
Največja širina v delovnem položaju	9,5 m
Dolžina dovodnega transporterja	2620 mm
Skupna teža	1065 kg
Dolžina izmetnega transporterja	4 m, zložljiv
Širina transporterja	400 mm
Delovni tlak	200 bar



Slika 10: Vpenjalo sekire



Slika 11: Komandni pult



Slika 12: Hidravlična črpalka in reduktor



Slika 13: Izmetni transporter

## 8.2 Prednosti osnutka:

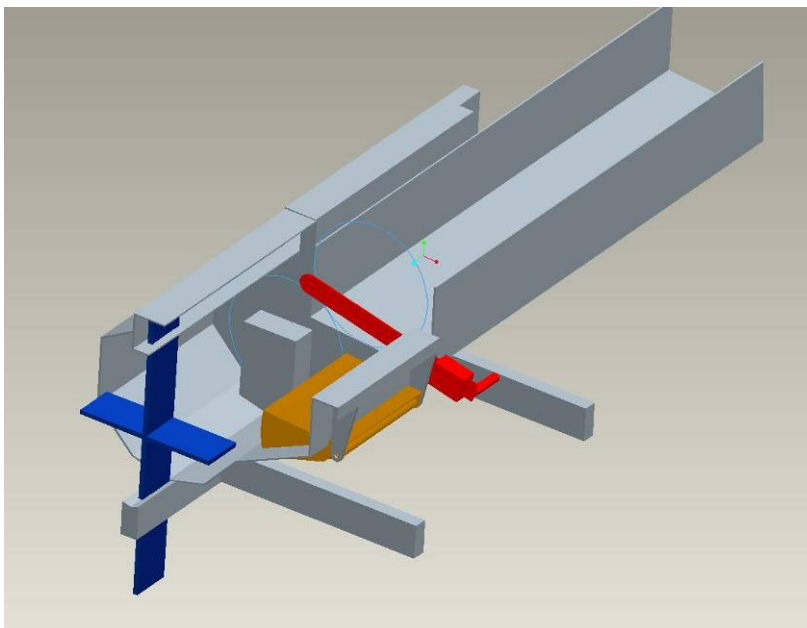
- enostavna konstrukcija,
- ugodna cena,
- preizkušen cepilnik v praksi,
- možnost samodejnega delovanja,
- velika cepilna sila,
- velik premer hlodov.

Tako smo prišli do konkretnih informacij o teh priključkih in snovanje se je začelo. Priključek smo v sodelovanju z mentorjem in izdelovalcem analitično določili in ga izdelali.

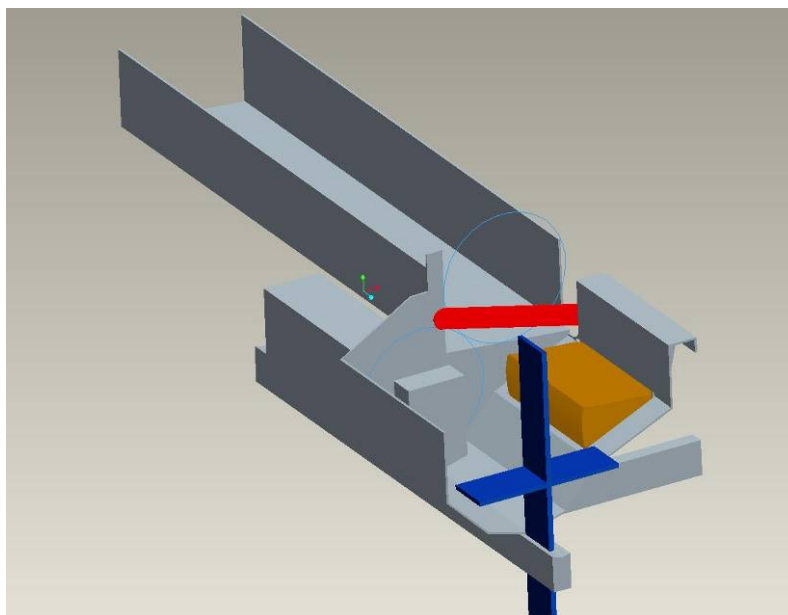
## 8.3 Idejni osnutki

Na podlagi preizkusa prototipa smo prišli do idej, s katerimi bi ga izboljšali. Z mentorjem smo izbrali dve, ki najbolj vplivata na deformacije osnovnega nosilca. Prva slika prikazuje sekuro, ki je vpeta zgoraj in spodaj, s čimer zmanjšamo deformacije in prerez osnovnega nosilca.

Druga slika pa prikazuje sekiro, vpeto samo spodaj. Zaradi tega mora biti prerez osnovnega nosilca večji.



Slika 14: Ideja 1



Slika 15: Ideja 2

## 9 Zaključek

V tej raziskovalni nalogi smo spoznali, da je po štirih letih šolanja nekaj znanja vendarle ostalo v glavi. V tej nalogi je bilo potrebno uporabiti široka znanja ne le iz področja strojništva, temveč tudi iz drugih področij, ki smo se jih dotaknili pri pouku. N Že na začetku, ko smo si zadali nalogo izdelati, jo inovacijsko dovršiti ter jo realizirati, nam je postajalo vedno bolj jasno, da bo naloga zelo zahtevna. Kasneje, ko se je pokazal projekt za izjemno zanimiv, smo začutili, da uspeh ne bo izostal. Priključek, ki smo ga izdelali, je zanesljiv in primeren za vsakogar.

Primeren je za vsako kmetijo, saj je njegova uporaba enostavna, hitra in varna. Upamo tudi, da smo s to raziskovalno nalogo in izdelkom prispevali vsaj delček k razvoju gozdarske mehanizacije v Sloveniji.

V tej raziskovalni nalogi je zajetih še veliko preračunov, ki jih zaradi konkurence ne moremo izdati v javnost.

## 10 Zahvala

Zahvaljujemo se našemu mentorju dr. Ivanu Gubenšku, ki je skrbel za praktične nasvete in vzpodbude pri delu. Glavna zahvala pa gre podjetju Vitli KRPAN, ki je po svojih močeh prispevalo delček k realizaciji raziskovalne naloge. Zahvaljujemo pa se jim tudi za material in pomoč pri izdelavi rezalno-cepilnega stroja. Zahvaljujemo se tudi g. Anici Gradič, ki nam je raziskovalno nalogo tudi slovnično pregledala.



## 11 Viri in literatura

1. Krautov strojniški priročnik.(2003).14. izdaja, Ljubljana: Littera picta, 2002.
2. Avgust Kostajnšek, TABELE 1 dodatek za Snovanje in konstruiranje 2. (2004). Srednja tehniška in poklicna šola Trbovlje.
3. Roloff/Matek, Maschinenelemente, Braunschweig: Vieweg 2000.
4. Andrew Parr, Hydraulics and Pneumatics: A Technicians and Engineers Guide, Oxford: BH 2006.
5. Eaton, Industrial Hydraulics Manual, Dostopno na <http://www.amazon.com>.
6. [www.tajfun.si](http://www.tajfun.si) (2008) [Online]. [Citirano 5. marec 2008; 14.30].  
Dostopno na <http://www.tajfun.si>.
7. [www.posch.com](http://www.posch.com) (2008) [Online]. [Citirano 2. marec 2008; 10.15].  
Dostopno na <http://www.posch.com> .