



SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO IN MEHATRONIKO  
Pot na Lavo 22  
3000 Celje

## RAZISKOVALNA NALOGA

# Vzdolžni hidravlični cepilec drv

Avtorji:

Matej Zorko, S-4.a

Denis Mur, S-4.a

Darjan Lukman, S-4.a

Mentor:

Matej Veber, univ. dipl. inž. el.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2008

## Kazalo vsebine

<b>POVZETEK .....</b>	<b>3</b>
SUMMARY .....	3
<b>1 UVOD.....</b>	<b>4</b>
1.1 TEZA/HIPOTEZA .....	4
1.2 IZBOR IN PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH METOD .....	4
<b>2 PROBLEMI NA KATERE SMO NALETALI IN KAKO SMO JIH REŠILI .....</b>	<b>5</b>
<b>3 OPIS GLAVNIH DELOV KI SMO JIH MORALI IZDELATI.....</b>	<b>6</b>
3.1 IZBIRA NOSILNEGA PROFILA .....	6
3.2 IZDELAVA VPETJA GLAVNEGA CILINDRA .....	6
3.4 IZDELAVA VODILA ZA SEKIRO.....	8
3.5 IZDELAVA OPORNIH NOG .....	9
3.6 IZDELAVA TROTOČKOVNEGA PRIKLJUČKA.....	9
3.7 IZDELAVA OPORNEGA OGRODJA .....	10
3.8 IZDELAVA NOSILCEV DVIŽNE RAMPE .....	10
3.9 IZDELAVA OSI DVIŽNE RAMPE IN MAZALK .....	11
3.10 IZDELAVA DVIŽNE RAMPE.....	12
3.11 IZDELAVA NOSILCEV VPETJA CILINDRA ZA DVIG RAMPE.....	12
3.12 IZDELAVA VZVODA ZA VERTIKALNI POMIK SEKIRE .....	13
<b>4 POSTOPEK VARJENJA.....</b>	<b>14</b>
<b>5 KONČNA OPRAVILA.....</b>	<b>15</b>
5.1 BARVANJE .....	15
5.2 NAMESTITEV HIDRAVLICNE NAPELJAVE .....	16
<b>6 VEZALNA SHEMA HIDRAVLIKE V PROGRAMU FLUIDSIM – H.....</b>	<b>17</b>
<b>7 TEHNIČNE LASTNOSTI NAŠEGA CEPILCA .....</b>	<b>18</b>
7.1 IZRAČUN PRIBLIŽNE EKONOMSKE VREDNOSTI IZDELKA .....	18
<b>8 KONKURENCA IN NAŠ IZDELEK.....</b>	<b>19</b>
<b>9 ZAKLJUČEK.....</b>	<b>21</b>
<b>10 IZHODIŠČA ZA NADALJNO RAZISKAVO .....</b>	<b>22</b>
<b>11 ZAHVALA.....</b>	<b>23</b>
<b>12 LITERATURA IN VIRI.....</b>	<b>24</b>

## Kazalo slik

SLIKA 1: NAPAČNO VODILO .....	5
SLIKA 2: POVRATNI VOD .....	5
SLIKA 3: I PROFIL.....	6
SLIKA 4: VPETJE GLAVNEGA CILINDRA (1) .....	6
SLIKA 5: VPETJE CILINDRA (2) .....	6
SLIKA 6: CEPILNA SEKIRA (1).....	7
SLIKA 7: CEPILNA SEKIRA (2).....	7
SLIKA 8: VODILO SEKIRE.....	8
SLIKA 9: NAMESTITEV MAZALNIKA .....	8
SLIKA 10: OPORNA NOGA.....	9
SLIKA 11: DVE OPORNI NOGI.....	9
SLIKA 12: TROTOČKOVNI SISTEM (1) .....	9
SLIKA 13: TROTOČKOVNI SITEM (1) .....	9
SLIKA 14: OPORNO OGRODJE .....	10
SLIKA 15: NOSILEC DVIŽNE RAMPE .....	10
SLIKA 16: NOSILEC DVIŽNE RAMPE, ZVARJEN TER OJAČAN.....	10
SLIKA 17: ZVARJEN NOSILEC Z OJAČITVIJO.....	10
SLIKA 18: VRTANJE LUKNJE ZA MAZANJE .....	11
SLIKA 19: PRITRDITEV MAZALNIKA .....	11
SLIKA 20: SESTAVLJANJE RAMPE .....	12
SLIKA 21: DVIŽNA RAMPA .....	12
SLIKA 22: IZDELAVA NOSILCEV .....	12
SLIKA 23: PRITRDITEV NOSILCA (SPODAJ) .....	12
SLIKA 24: PRITRDITEV NOSILCA (ZGORAJ) .....	12
SLIKA 25: VZVOD (1) .....	13
SLIKA 26: VZVOD (2) .....	13
SLIKA 27: VARJENJE POSAMEZNIH SKLOPOV .....	14
SLIKA 28: BARVANJE CEPILNE SEKIRE.....	15
SLIKA 29: BARVANJE CEPILNIKA.....	15
SLIKA 30: HIDRAVLIČNE KOMPONENTE .....	16
SLIKA 31: VSE HIDRAVLIČNE KOMPONENTE NAMEŠČENE NA CEPILNIKU.....	16
SLIKA 32: VEZALNA SHEMA HIDRAVLIKE.....	17
SLIKA 33: CEPILEC, KI JE NA TRGU ŽE NEKAJ ČASA.....	19
SLIKA 34: CEPILEC, KI SMO GA IZDELALI.....	19
SLIKA 35: NASTAVLJIVA SEKIRA .....	20

## Kazalo tabel

TABELA 1: LASTNOSTI CEPILCA.....	19
TABELA 2: VREDNOST IZDELKA.....	19

## **Povzetek**

Pri cepljenju drv s hidravličnimi cepilniki pogosto naletimo na debelejše in posledično težje kose lesa. V takšnih primerih so najboljša rešitev horizontalni cepilci. A tudi pri njih je potrebno kose lesa z rokami spraviti na cepilno ploskev, zato smo si zamislili, da bi naš cepilnik opremili z dvižno rampo, ki bi s pomočjo hidravlike to delo opravila namesto nas. Drugi problem pri standardnih cepilnikih pa je, da ne moremo cepilne sekire prilagajati debelini lesa. Zato smo sekiro s pomočjo vodil in hidravlike spravili v vertikalno gibanje.

## **Summary**

When splitting wood with hydraulic log splitters we often come across thicker and consequently heavier chunks of wood. In such cases the best solution are horizontal splitters. However, even with those, pieces of wood need to be placed onto a splitting surface manually, which led us to an idea of using a rising barrier. If we equipped our splitter with such a barrier, its hydraulics would do the work instead of us. Another problem with these standard log splitters is that a splitting axe is not adjustable to the thickness of a log, which is why we have used guide rails and hydraulics, enabling the axe to move vertically.

## 1 Uvod

Na začetku smo zrisali skico, ki nam je dala osnutek, kako bi cepilec izgledal. Potem smo zrisali načrt, po katerem smo se kasneje pri izdelovanju ravnali. A kljub načrtu smo morali pri določenih delih improvizirati, ker smo naleteli na določene nepričakovane probleme. S tega načrta smo videli, kakšen material potrebujemo za začetek. Osnova so nam bili različni jekleni profili, prav tako pa je bilo potrebno nabaviti hidravlične cilindre in cevi, brez katerih ne bi naprava funkcionirala.

### 1.1 Teza/hipoteza

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo si postavili naslednje teze oz. hipoteze:

- Kako čimbolj avtomatizirati postopek cepljenja drv?
- Kako cepiti drva s čim manj fizičnega dela?
- Ali bomo lahko naš cepilnik uporabljali tudi za osebno rabo pri spravilu lesa?
- Kako do cenejše izdelave v primerjavi s serijskimi?

### 1.2 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod

Tega problema smo se lotili tako, da smo povprašali profesorje, kaj menijo o tem projektu. Odziv je bil zelo dober, saj je poleg zahtevnosti naloge to tudi eden izmed največjih in najobširnejših izdelkov, kar so jih do sedaj dijaki predstavili in izdelali. Delo je bilo težko tudi zaradi dela z rezalnimi stroji, kotnimi brusilkami in podobnim orodjem, saj je treba z njim ravnati skrajno previdno, ker lahko kaj kmalu pride do resnih poškodb. Problem je bil tudi pri varjenju, saj imamo le malo prakse in je bilo to delo neke vrste učenje. Tako ima naša raziskovalna naloga poudarek predvsem na izdelku, ker smo zanj porabili več kot mesec intenzivnega dela. To pa je tudi naš cilj, ker smo doma potrebovali podobno napravo, a ker je nova zelo draga, smo izrabili to priložnost in izdelek predstavili širši javnosti. Obenem pa je to postal naš izziv, ki smo ga, po mnenju drugih, dobro opravili.

## **2 Problemi na katere smo naleteli in kako smo jih rešili**

Ko smo izdelek zaključili in ga preizkusili, smo opazili, da nismo izbrali pravega profila za vodilo sekire. Tako smo ga morali nadomestiti z novim in močnejšim. Novi pa je moral biti pritrjen pod ostrejšim kotom, tako da so se sile bolj enakomerno razporedile.

Slika 1: Napačno vodilo

Pri preizkusu hidravlike smo ugotovili, da se enosmerno delujoč cilinder ni stisnil skupaj. Potem smo iz zapečatenega izhoda ventila povezali cev direktno na povratni vod.

Slika 2: Povratni vod

### **3 Opis glavnih delov ki smo jih morali izdelati**

#### **3.1 Izbira nosilnega profila**

Za osnovo smo si izbrali jekleni profil I-170. Njegova dolžina je morala biti takšna, kolikor meri glavni hidravlični cilinder, njegov nosilec in sekira z vodili. Na upogib pa bi moral zdržati toliko, kolikor sile je sposoben iztisniti cilinder.

Slika 3: I profil

#### **3.2 Izdelava vpetja glavnega cilindra**

Vpetje za hidravlični cilinder, ki opravlja glavni hod, mora biti izdelano zelo robustno. Prilagoditi ga je bilo potrebno izvrtini, skozi katero se vstavi zatič, ki drži cilinder pri miru. Premer luknje je 50 mm, zato smo dali izdelati zatič takšnega premera. Potrebno je bilo tudi določiti višino izvrtine, ki je, glede na premer povprečne debeline cepljenega lesa, znašala 160 mm.

Slika 4: Vpetje glavnega cilindra (1)

Slika 5: Vpetje cilindra (2)

### **3.3 Izdelava sekire**

Cepilno sekiro smo izdelali iz treh jeklenih plošč, debeline 20 mm in širine 100 mm. Nato smo dve krajši pravokotno privarili na daljšo in tako dobili sekiro v obliki križa. Pred varjenjem je bilo potrebno stranice profilov še zbrusiti, tako da so postale ostre in dobile obliko noža.

Slika 6: Cepilna sekira (1)

Slika 7: Cepilna sekira (2)



### **3. 4 Izdelava vodila za sekiro**

Sekira je izdelana iz ploščatih jekleni profilov. Tako je bilo potrebno izdelati ohišje, ki je bilo sestavljeno iz treh jeklenih plošč. Sekira se mora natančno prilegati temu utoru, da ne pride do neželene ohlapnosti, ki bi lahko povzročila lom na zvarjenih mestih. Pri večkratnem pomiku sekire se pojavlja trenje, ki smoga odpravili z namestitvijo mazalke.

Slika 8: Vodilo sekire

Slika 9: Namestitev mazalnika

### 3. 5 Izdelava opornih nog

Cepilec je nošen s pomočjo trotočkovnega priključka na traktorju, vendar je potrebno zaradi razbremenitve traktorja izdelati še dodatno oporo. Tako smo iz jeklenih cevi in jeklenega profila izdelali en par nog. Višina nog mora biti takšna, da pri postavljenem cepilcu njegova zgornja točka sega približno do višine rok povprečno velikega odraslega človeka.

Slika 10: Oporna noga

Slika 11: Dve oporni nogi

### 3. 6 Izdelava trotočkovnega priključka

Zaradi nošenja in mobilnosti naprave je potrebno izdelati priključek, ki se vpne na traktor, ki za ljudi pretežko napravo brez problema prenaša naokoli. Takšno vpetje imenujemo trotočkovni priklop in se uporablja na večini traktorskih priključkov. Izdelali smo ga iz šestih jeklenih plošč, ki smo jih po dve vzporedno skupaj privarili na standardizirano dolžino. Te plošče imajo izvrtino, ki je prav tako standardizirana in je enaka na vseh traktorskih priključkih. Vse skupaj je bilo potrebno še ojačati z jeklenimi U-profili, saj pri transportu nastanejo zelo velike obremenitve.



Slika 12: Trotočkovni sistem (1)

Slika 13: Trotočkovni sistem (1)

### **3.7 Izdelava opornega ogrodja**

Leseni cepljenci bi pri cepljenju padli z vodil, zato je potrebno izdelati ogrodje, ki služi, da cepljenci ne padejo s cepilca. Narejeno je iz jeklenih cevi, ki so na ogrodje privarjeni z jeklenim ploščatim profilom.

Slika 14: Oporno ogrodje

### **3.8 Izdelava nosilcev dvižne rampe**

Glavna značilnost našega cepilca je dvižna rampa, ki razbremeni delavca, da mu ni potrebno ročno nakladati drv. Najprej smo izdelali nosilce, da smo lahko potem nadgradili rampo.

Slika 15: Nosilec dvižne rampe

Slika 16: Nosilec dvižne rampe, zvarjen ter ojačan

Slika 17: Zvarjen nosilec z ojačitvijo

### **3. 9 Izdelava osi dvižne rampe in mazalk**

Dvižna rampa je pritrjena na os, ki se uležaji v nosilce, ki smo jih izdelali pred tem. A zaradi pogostega krožnega gibanja nastaja trenje, ki ga odpravimo z mazanjem.

Slika 18: Vrtanje luknje za mazanje

Slika 19: Pritrditev mazalnika

### **3. 10 Izdelava dvižne rampe**

Dvižna rampa je sestavljena iz večjih ploščatih jeklenih profilov. Konstruirana je tako, da na ravnem terenu sega točno do tal, da lahko brez težav cepljenec zvalimo nanjo. Hidravlika potem poskrbi, da se vse skupaj dvigne in cepljenec pade na delovno ploskev. Rampa služi tudi kot opora, da cepljenec ne pade na tla.

Slika 20: Sestavljanje rampe

Slika 21: Dvižna rampa

### **3. 11 Izdelava nosilcev vpetja cilindra za dvig rampe**

Za vpetje cilindra za dvig rampe je potrebno izdelati in namestiti en par nosilcev. Vsak posebni nosilec je sestavljen iz dveh jeklenih plošč, ki sta na koncu pobrušeni tako, da dobita zaobljeno obliko. Na izvrtine za sornik so privarjene matice, ki so prav tako okroglo pobrušene zaradi lepšega izgleda. Matice služijo večji naležni površini.

Slika 22: Izdelava nosilcev

Slika 23: Pritrditev nosilca (spodaj)

Slika 24: Pritrditev nosilca (zgoraj)

### **3. 12 Izdelava vzvoda za vertikalni pomik sekire**

Ker niso vsi cepljenci enakega premera, je potrebno sekiro zaradi njene križaste oblike pomikati in prilagajati debelini cepljencev. Da sekiro in hidravlični cilinder povežemo, je potrebno izdelati vzvod. Izdelali smo ga iz jeklenega ploščatega profila, ki smo ga na ogrodje nosilca pritrdili s pomočjo vijaka in matice. Na sekiri pa je prav tako pritrjen z vijakom, le da je na profilu utor za prilagajanje položaju.

Slika 25: Vzvod (1)

Slika 26: Vzvod (2)

#### **4 Postopek varjenja**

Varili smo po postopku elektroobločnega varjenja z elektrodami premera 3,25 mm in 4 mm. Na začetku smo imeli z varjenjem precej težav, s časoma pa so postajali zvari vse boljši. Sedaj smo sposobni variti različne zware, ki so stodontno varni.

Slika 27: Varjenje posameznih sklopov

## 5 Končna opravila

### 5.1 Barvanje

Barvanje je bilo sestavljeno iz enega sloja temeljne barve in enega sloja laka. Barve smo kupili v podjetju SPEKTER, d. o. o. Pred barvanjem pa je bilo potrebno celotno napravo zbrusiti, očistiti zware in premazati s sredstvom proti rji. To delo nam je predstavljalo izziv predvsem zaradi težko dostopnih mest in barvanja spodnjega dela cepilca, ker smo pri tem morali težko napravo ročno obrniti.

Slika 28: Barvanje cepilne sekire



Slika 29: Barvanje cepilnika



## 5. 2 Namestitev hidravlične napeljave

Po barvanju je bilo zadnje opravilo namestitev hidravlične napeljave. Napeljavo smo kupili v podjetju HIDRO, d.o.o., ki jo je za nas zvezalo, tako da je bilo potrebno le priključiti glavne cevi in vse skupaj pritrditi na našo napravo. Napeljava je sestavljena iz treh dvosmernih krmilnikov in več metrov hidravličnih cevi.

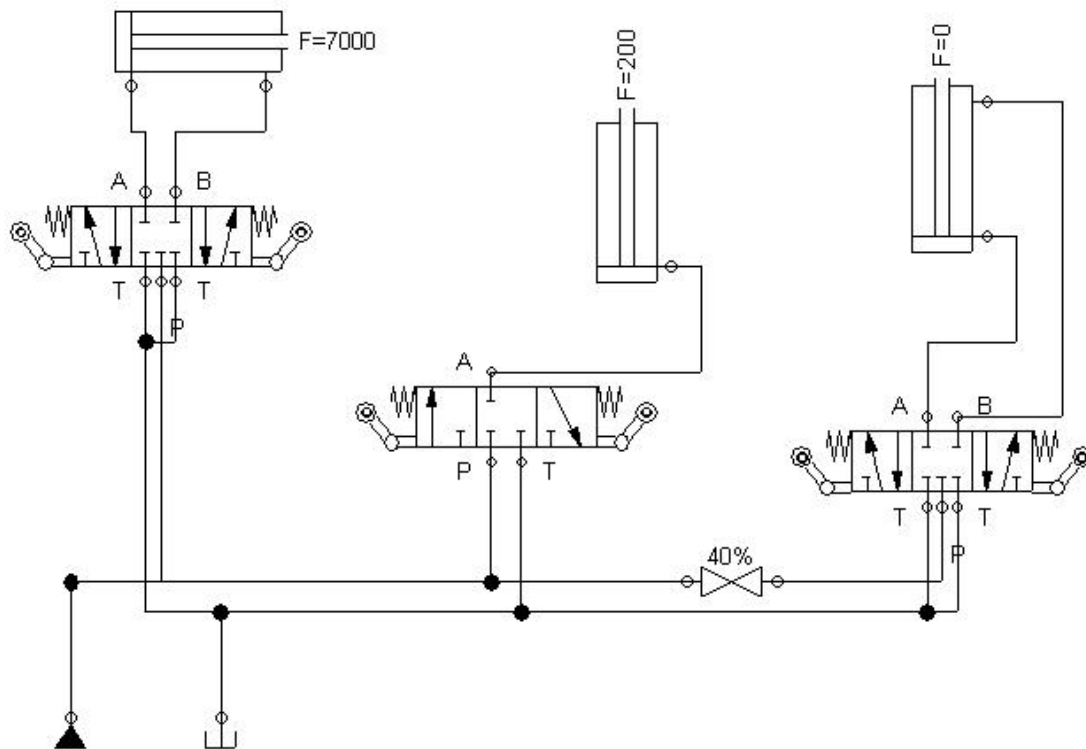
Slika 30: Hidravlične komponente



Slika 31: Vse hidravlične komponente nameščene na cepilniku

## 6 Vezalna shema hidravlike v programu FluidSIM – H

Delovanje našega sistema smo simulirali v programu FluidSIM – Hydraulics. Tako smo dobili občutek kako bo sistem deloval.



Slika 32: Vezalna shema hidravlike

## 7 Tehnične lastnosti našega cepilca

Tabela 1: Lastnosti cepilca

Cepilna sila:	13,3 ton
Cepilna dolžina:	850 mm
Pogon in opis:	Traktorska črpalka
Dimenzije (Š x D x V):	2200x950x1450 mm
Hod cilindra:	800 mm
Hitrost:	7-17.5 cm/s

### 7.1 Izračun približne ekonomske vrednosti izdelka

Tabela 2: Vrednost izdelka

Material (jeklo)	450€
Hidravlične cevi+kolena	300€
Hidravlični ventili	240€
Hidravlični cilindri	420€
barve	60€
Potrošni material	110€
Delo (3 delavci, 80 ur, 5€/h)	1200€
<b>skupaj</b>	<b>2780€</b>

Kljub velikim stroškom materiala in dela smo ugotovili, da je naš izdelek še vedno cenejši kakor drugi podobni cepilci, ki jih izdelujejo serijsko. Največji stroški so nam bili konstrukcijsko jeklo, hidravlični cilindri, cevi ter ventili. Vso delo smo opravili sami, zato smo veliko privarčevali. Če bi upoštevali našo urno postavko pet evrov in število opravljenih ur bi se stroški bistveno spremenili.

## 8 Konkurenca in naš izdelek

Na spodnjih slikah predstavljamo primerjavo cepilca znanega proizvajalca, ki ga izdelujejo serijsko in je na trgu prisoten že nekaj let.

Slika 33: Cepilec, ki je na trgu že nekaj časa

Slabosti izdelka znanega proizvajalca so, da je potrebno drva naložiti ročno, drva razcepi le na polovico, zato je potrebno postopek cepljenja ponoviti večkrat.



Slika 34: Cepilec, ki smo ga izdelali

## Vzdolžni hidravlični cepilec drv

Prednost našega izdelka je rampa, ki s pomočjo hidravlike dvigne drva na cepilno površino. Naša cepilna sekira je zasnovana tako, da drva razcepi na štiri dele. S pomočjo hidravlike naravnamo središče sekire na središče drva, tanjša drva pa lahko razcepimo na polovico.

Slika 35: Nastavljiva sekira

## 9 Zaključek

Po končani nalogi smo prišli do spoznanja, da bo cepilec zelo olajšal naše delo v gozdu, s tem pa smo tudi potrdili zastavljene hipoteze. Z raziskovalno nalogo smo potrdili, da smo se v šoli pri praktičnem pouku in ostalih strokovnih predmetih marsikaj naučili in to znanje uspešno združili. Ta naloga se nam je že na začetku zdela zelo težavna in ta domneva se je tudi potrdila. Na koncu pa nam je le uspelo. Tudi mentor je izrazil mnenje, da bi takšen cepilec z lahkoto izdelovali serijsko.

## **10 Izhodišča za nadaljno raziskavo**

Naš cepilec bi lahko nadgradili z elektomagnetnimi ventili in senzorjem, ki bi zaznaval prisotnost drv. Dodali bi tudi krmilnik, ki bi nadzoroval delovanje sistema. To bi omogočilo popolno avtomatizacijo celotnega procesa cepljenja. Nadgradili bi ga lahko tudi s krožno žago ki bi razcepljena drva razžagala na določene mere in tekočim trakom, ki bi polena transportiral na prikolico.

## **11 Zahvala**

Zahvaljujemo se našemu mentorju, ki nas je spodbujal in nam pomagal pri težavah, s katerimi smo se srečevali.

Zahvaljujemo se tudi vsem proizvajalcem, ki so nam pomagali pri dobavi materiala.



## 12 Literatura in viri

[1] KRAUT, B. (2003). Krautov strojniški priročnik. Ljubljana: Littera picta.

[2] ČETINA, P. (2004). Strojni elementi – zbrano učno gradivo. Celje.

[3] <http://www.hidro-inzeniring.si/>

[4] <http://www.strojnistvo.com>