

Šolski center Celje

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

# GOZDARSKA DESKA S HIDRAVLIČNIMI KLEŠČAMI ZA HLODOVINO

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorja:

Rok KRIVEC, S-4.a

Rok POZNIČ, S-4.a

Mentor:

Roman ZUPANC, inž. str.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2014

## **Povzetek**

Raziskovalna naloga predstavlja konstrukcijo traktorskega priključka, in sicer desko za zlaganje lesa na deponiji, od koder ga odpelje tovornjak. Raziskava se je začela z pregledovanjem videoposnetkov in slik tega priključka, raziskati je bilo potrebno tudi trg ponujenih izdelkov, kjer sva prišla do ugotovitve, da taki priključki že obstajajo, vendar imajo določene pomanjkljivosti in visoke cene. Želela sva izdelati varen, funkcionalno uporaben, robusten, univerzalen za vse čelne hidravlike in cenovno ugoden priključek. Na podlagi teh zahtev sva se odločila za obliko in konstrukcijo izdelka. Prve ideje so nastale na papirju, kasneje pa sva začela izdelovati 3D-modele s pomočjo programa Pro Engineer. Na podlagi omejitev izdelave izdelka sva se odločila, da izdelava desko s hidravličnimi kleščami, ki jo bo možno priklopiti na vse traktorje, ki imajo nameščeno čelno hidravliko kategorije 2. Tako bo izdelek postal konkurenčen izdelkom, ki so že na trgu. Pri izdelavi izdelka sva veliko časa namenila oblikovanju kosov, da se ti čim lepše prilegajo deski. Uporabljala sva standardne materiale, s čimer sva zelo znižala ceno izdelka, za razrez materiala pa sva uporabljala laser, ki je cenovno ugoden in doseže zadovoljivo toleranco za natančno izdelavo izdelka.

## Kazalo vsebine

<b>Povzetek</b> .....	2
1. Uvod .....	6
2. Hipoteze: .....	7
2.1 Opis raziskovalnih metod .....	7
3. Raziskava trga .....	8
4. Spravilo lesa .....	9
5. Opis raziskovanja .....	10
5.1 Zbiranje zamisli in idej .....	10
5.2 Izdelava skic .....	11
5.3 Iskanje elementov in naprav .....	11
6. Ideja .....	12
6.1 Preračun konstruiranih izdelkov .....	12
6.2 Konstruiranje vpetja za čelno hidravliko .....	16
6.3 Konstruiranje deske .....	16
6.4 Konstruiranje klešč .....	18
6.5 Konstruiranje stranske ojačitve deske .....	19
6.6 Konstruiranje zaščite cilindrov .....	20
7. Izdelava .....	21
7.1 Struženje sornikov .....	21
7.2 Laserski razrez sestavnih delov .....	22
7.3 Vrtanje lukenj za sornike .....	22
7.4 Varjenje vpetja .....	23
7.5 Izbira cilindra .....	24
7.6 Varjenje rezila, vpetja klešč ter cilindra, stranske ojačitve in vpetja poteznice .....	25
7.7 Varjenje deske .....	26
7.8 Varjenje zaščite cilindrov .....	27
7.9 Barvanje .....	29
8. Preizkus delovanja .....	30
9. Utemeljitev rezultatov .....	31
10. Zaključek .....	32

11.	Zahvala .....	32
12.	Viri in literatura.....	33

## **Kazalo slik**

<b>Slika 1:</b>	Končni izdelek.....	6
<b>Slika 2:</b>	3D-model deske.....	7
<b>Slika 3:</b>	Primer izdelka ponujenega na trgu.....	8
<b>Slika 4:</b>	Deponija lesa.....	9
<b>Slika 5:</b>	Deponija lesa.....	9
<b>Slika 6:</b>	Prva skica deske s kleščami .....	10
<b>Slika 7:</b>	3D model deske.....	11
<b>Slika 8:</b>	3D model vpetja .....	16
<b>Slika 9:</b>	Model deske upognjen dvakrat .....	17
<b>Slika 10:</b>	Model deske upognjen trikrat.....	17
<b>Slika 11:</b>	Model klešč iz iverne plošče .....	18
<b>Slika 12:</b>	3D model klešč.....	18
<b>Slika 13:</b>	3D-model rezila.....	19
<b>Slika 14:</b>	3D-model stranske ojačitve .....	19
<b>Slika 15:</b>	3D model zaščite cilindrov.....	20
<b>Slika 16:</b>	Končno zvarjena deska.....	21
<b>Slika 17:</b>	Struženje sornika.....	21
<b>Slika 18:</b>	Večanje premera luknje.....	22
<b>Slika 19:</b>	Točkovno zvarjeno vpetje .....	23
<b>Slika 20:</b>	Končno zvarjeno vpetje.....	23
<b>Slika 21:</b>	Točkovno zvarjeno rezilo.....	25
<b>Slika 22:</b>	Točkovno zvarjena stranska ojačitev .....	25
<b>Slika 23:</b>	Zavarjeno vpetje poteznice.....	26
<b>Slika 24:</b>	Končno zvarjena deska.....	26
<b>Slika 25:</b>	Zaščita cilindrov .....	27
<b>Slika 26:</b>	Deska brez zaščite .....	27

<b>Slika 27:</b> Deska z nameščenimi zaščiti .....	28
<b>Slika 28:</b> Deska z nameščenimi zaščiti .....	28
<b>Slika 29:</b> Deska prebarvana s temeljno barvo.....	29
<b>Slika 30:</b> Barva končnega izdelka .....	29
<b>Slika 31:</b> Preizkus deske .....	30

## **Kazalo tabel**

<b>Tabela 1:</b> Izbira primernega hidravličnega cilindra .....	24
---	----

## **Kazalo prilog**

**Priloga 1:** Vpetje hidravlike

**Priloga 2:** Vpetje poteznice

**Priloga 3:** Podpora vpetja

**Priloga 4:** Nosilec cilindra

**Priloga 5:** Vpetje klešč

**Priloga 6:** Rezilo deske

**Priloga 7:** Deska

**Priloga 8:** Sornik vpetja hidravlike

**Priloga 9:** Sornik vpetja klešč

## 1. Uvod

Na kmetiji Spodnji Ošovnik, kjer živi Rok Krivec, se ukvarjajo z gozdarstvom, zaradi nakupa novega in močnejšega traktorja se je razvila potreba po močnejši novejši in robustnejši gozdarski opremi. S sošolcem obiskujeva zadnji letnik strojne šole v Celju. Za četrto izpitno enoto pa je potrebno izdelati izdelek, zato sva se odločila da bova združila izdelek z raziskovalno nalogo. Slednja je bila za naju velik izziv, vendar sva se strinjala, da je izdelava »rampirne« deske odlična priložnost in hkrati izziv. Ko sva raziskovala trg, sva ugotovila, da takšni izdelki že obstajajo, zato sva povprašala, kakšna je kakovost izdelkov, kakšna je cena izdelka ter če je možno na njihovem izdelku napraviti še kakšno izboljšavo. Stroj ni bil za naše razmere samo cenovno predrag, ampak tudi ni bil dovolj dovršeno narejen. Pri realizaciji najinega projekta sva upoštevala nasvete mentorja in pa tudi dolgoletne gozdarske izkušnje Rokovega očeta.

Raziskava trga je pokazala, da v Sloveniji obstajata dva proizvajalca gozdarskih desk s hidravličnimi kleščami. Uniforest izdeluje deske z dvojnimi kleščami, kar se nama je zdelo povsem nepotrebno, težje izdelave, pri izdelavi pa porabimo veliko več materiala. Gozdarske nadgradnje Mihelič pa imajo nekoliko bolj izpopolnjeno desko, vendar nimajo možnosti priklopa na čelno hidravliko, pa tudi hidravlične cevi so premalo zaščitene, zato obstaja velika nevarnost, da se te med delom v gozdu poškodujejo. Oba izdelka pa imata absolutno previsoko ceno.



**Slika 1:** Končni izdelek

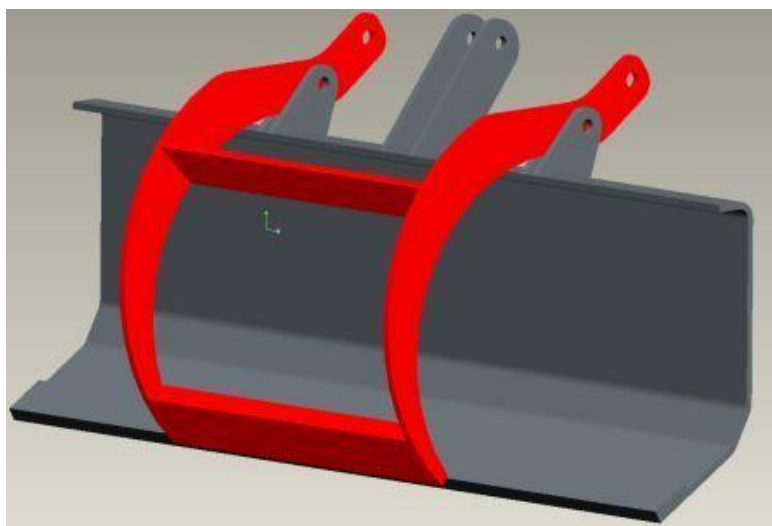
## 2. Hipoteze:

1. Izdelamo lahko preprost, robusten in uporaben izdelek.
2. Izdelamo lahko desko, ki ima polovično ceno od cene izdelka na trgu.
3. Izboljšamo lahko zaščito hidravličnih cevi in cilindrov.
4. Izdelamo lahko izdelek, ki bo uporaben na vseh traktorjih s čelno hidravliko.

### 2.1 Opis raziskovalnih metod

Za raziskovalno delo sva uporabljala različne metode raziskovanja. Najprej sva pridobila čim več informacij o podobnih izdelkih z interneta, gozdarske literature o spravilu lesa in iz predlogov posameznikov, ki so nama pomagali pri načrtovanju izdelka.

V raziskovalno nalogo sva vključila tudi modelirni program Pro Engineer, saj sva tako lažje spremenila najine ideje iz 2D-modelov v 3D in tako ugotovila, kakšne so pomanjkljivosti in prednosti najinega izdelka. S tem programom sva tudi zmodelirala vse dele deske in jih skupaj sestavila v končno celoto.



**Slika 2:** 3D-model deske

### 3. Raziskava trga

Doma imamo srednje veliko kmetijo, poglaviten vir dohodka je živinoreja, velik vir dohodka pa je tudi sečnja in spravilo lesa do deponije. Nakup novega traktorja je pomenilo tudi, da bo potrebno ta traktor na novo gozdarsko opremiti. Veliki oviri pri tem sta seveda cena in pa tudi način izdelave, saj so nekateri izdelki osnovani povsem neuporabno. Ker s takšnimi izdelki še nisva imela izkušenj, sva si najprej ogledala nekaj videoposnetkov na spletnem portalu YouTube ter nekaj slik na Googlu. Povprašala sva nekaj gozdarjev, ki uporabljajo čelno »rampirno« desko brez hidravličnih klešč, kakšno je njihovo mnenje o najini ideji. Vsi so bili navdušeni nad idejo, vsak pa nama je dal tudi kakšen nasvet, na kaj morama paziti pri izdelavi deske. Na spletu sva si ogledala veliko slik slovenskega proizvajalca Miheliča. Na začetku sva bila navdušena nad njihovimi izdelki, po podrobnejši raziskavi pa sva ugotovila kar nekaj pomanjkljivosti. Odločila sva se da izdelava desko, ki bo funkcionalno uporabna in dovolj robustna za vse vrste traktorjev, ki se uporabljajo pri spravilu lesa, saj je to ključno za večjo učinkovitost pri tem opravilu.



**Slika 3:** Primer izdelka ponujenega na trgu



#### 4. Spravilo lesa

Spravilo lesa je nujen postopek pri gozdarstvu, saj je potrebno posekan les čim hitreje spraviti do deponije, od koder ga gozdarski kamioni odpeljejo. Pri spravilu lesa moramo paziti na veliko stvari, kot so osebna varnost in varnost sodelavcev, čim manjša poškodba tal, učinkovitost spravila in tudi urejenost gozdnih cest, da so po končanem opraviu v enakem stanju, kot pred posegom. Gozdarstvo je opravilo, ki se opravlja predvsem spomladi, ko ni več snega ter čez celo poletje in jeseni do snega. Letno na naši kmetiji in nekaj okoliških posekamo od 600 do 800 kubičnih metrov in jih spravimo do deponije. Potrebno je delati učinkovito, saj se vsaka nepazljivost in neučinkovitost pokaže z izgubo časa in posledično denarja.



**Slika 4:** Deponija lesa



**Slika 5:** Deponija lesa

## 5. Opis raziskovanja

### 5.1 Zbiranje zamisli in idej

V prvi fazi sva začela zbirati ideje, kako tem bolje izdelati funkcionalno uporabno desko, ki bo nudila vse, kar se bo od nje zahtevalo, hkrati pa bo narejena dovolj robustno, da se bo lahko uporabljala na vseh traktorjih, ki so primerni za delo v gozdu in so opremljeni z čelno hidravliko. Poleg svojih idej sva upoštevala tudi mnenja mentorja in izkušenih gozdarjev. Na podlagi nasvetov, sva se odločila, da izdelava desko, ki jo bo možno namestiti na vsako čelno hidravliko, hkrati pa bo nudila tudi učinkovitejšo ter lažje delo pri spravilu lesa in razrezu letega.

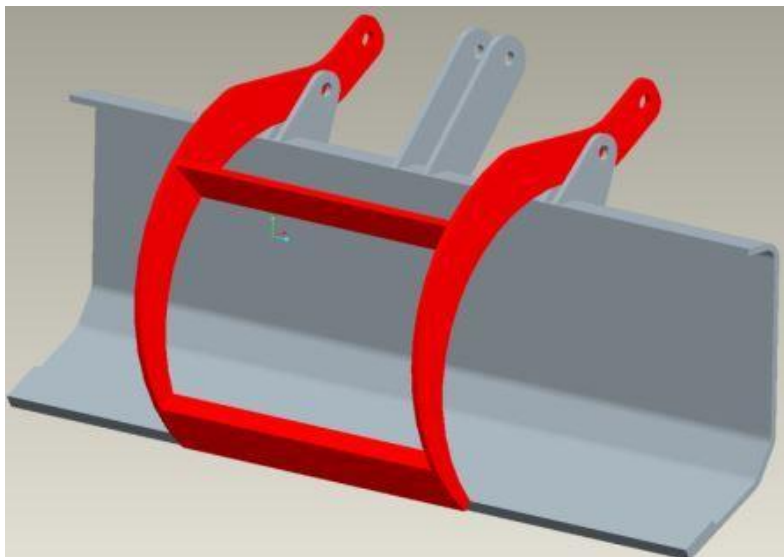
Z najino desko želiva doseči večjo varnost pri delu v gozdu in manjše poškodbe verige na motorni žagi pri razrezu hlodovine na deponiji. Omogočala bo tudi hitrejše in lažje zlaganje lesa, kot pa s standardno »rampirno« desko. Omogočala bo tudi lažje odstranjevanje vej z gozdnih cest, uporabljali pa jo bomo lahko tudi pri rezanju drv za kurjavo, saj bomo lahko hlod dvignili na višjo višino in se nam ne bo potrebno pripogibati ob rezanju le-teh, s tem pa bomo tudi preprečili otopitev verige, ker ne bomo mogli po nesreči zadeti v kakšen kamen.



**Slika 6:** Prva skica deske s kleščami

## 5.2 Izdelava skic

Na osnovi idej in zamisli sva se lotila risanja idejnih modelov deske. Prve ideje so nastajale na papirju, ko pa sva se točno odločila za obliko izdelka, pa sva začela modelirati desko v modelirnem programu Pro Engineer. Ob risanju modelov so se začele nekatere ideje realizirati kot zelo dobre, pri nekaterih pa so se pojavile pomanjkljivosti. Nekatere ideje so bile tehnološko pretežke za izdelavo, nekatere pa so funkcionalno omejevale lastnosti deske. Na koncu je nastal model izdelka, pri katerem sva za odpiranje in zapiranje klešč uporabila dva dvosmerna hidravlična cilindra, ki ju bo poganjala hidročrpalka, nameščena v traktorju. Glavno gibanje po višini pa bo opravljala čelna hidravlika.



**Slika 7:** 3D model deske

## 5.3 Iskanje elementov in naprav

Po podatkih iz strojniškega priročnika in po podatkih trgovcev sva izbrala najprimernejše in cenovno ugodne materiale. Skušala sva uporabiti čim več standardnih elementov, nekaj sestavnih delov pa sva tudi izdelala iz pločevine, ki sva jo našla doma in je ustrezala zahtevanim lastnostim. Uporabila sva standardne vijake in matice, univerzalne mazalne čepke in standardne cilindre, saj sva tako zagotovila čim nižje stroške izdelave.

## 6. Ideja

Odločila sva se da izdelava čelno desko za »rampanje« lesa s hidravličnimi kleščami, ki bodo omogočale prenašanje hlodov po deponiji, odstranjevanju vej z gozdne ceste, izravnavanju neravnin na gozdnih cestah in še nekaj podobnim stvarjem. Deska bo služila tudi kot utež na sprednjem delu traktorja, kar bo omogočilo lažje spravilo lesa pri vlečenju le-tega navzgor, v primeru prevelikega bremena zadaj pa lahko en hlod primemo spredaj s kleščami, s čimer še povečamo obremenitev na sprednja kolesa. Ko privlečemo les do deponije, ga je potrebno razrezati na potrebno dolžino. Za to lahko uporabimo klešče in sprednjo hidravliko in z njuno pomočjo cel hlod dvignemo in ga razžagamo na potrebno dolžino, brez da bi poškodovali verigo na motorni žagi, saj je hlod dvignjen od tal. Odločila sva se, da bo deska vpeta na sprednjo hidravliko, s čemer se bova izognila dodatnim cilindrom, dodatni porabi materiala, zagotovila pa bova univerzalnejši in cenovno ugodnejši izdelek. Hidravlične klešče bosta odpirala dva dvosmerna hidravlična cilindra vsak na svoji strani klešč. Z dvema cilindroma se bova izognila upogibanju in strižni sili na vpetje klešč na deski, z dvema cilindroma pa bova dosegla tudi večjo silo stiska hloda in manjše obremenitve na vpetje ter manjšo obremenitev hidravlične črpalke. Integrirana črpalka na traktorju deluje konstantno, zato ne bo možno povečevati oziroma manjšati hitrosti zapiranja klešč. Uporabila sva dvosmerne cilindre kar pomeni, da bodo delovali v obe smeri, zato je potrebno, da so na traktorju nameščeni hidravlični ventili za dvosmerno delovanje. Sprednja hidravlika je v najinem primeru enosmerna, kar pa ne igra velike vloge pri delovanju deske.

### 6.1 Preračun konstruiranih izdelkov

Za uspešno in optimalno konstruiranje strojnih delov, ki prenašajo obremenitev, moramo spoznati silo, ki je potrebna za porušitev nekega strojnega elementa. Najin izdelek ni posebno zahtevne izdelave, zato ni bilo potrebno izvesti veliko preračunov. Pri računanju sva upoštevala varnostni faktor na visoki stopnji, saj se lahko najdejo posamezniki, ki bi to napravo preobremenili, posledice tega pa je lahko porušitev izdelka. Izdelek mora biti zanesljiv, hkrati pa optimalno izdelan. Preden sva začela z izračuni, sva morala določiti vrsto in velikost obremenitve, ki vpliva na določen strojni element.

### 1. Strig sornika vpetja

$$F = 20000 \text{ N}$$

$$L = 55 \text{ mm}$$

$$D = \text{ø} 29 \text{ mm}$$

---

$$\tau = \frac{F}{2A} = \frac{20000}{2 \times 660.52} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 29^2}{4} = 660.52 \text{ mm}^2$$

### Upogib sornika vpetja

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{550000}{2394.4} = 229.7 \text{ N/mm}^2$$

$$W = \frac{\pi \times d^3}{32} = 2394.4 \text{ mm}^3$$

$$M = F \times \frac{l}{2} = 20000 \times \frac{55}{2} = 550000 \text{ Nmm}$$

### 2. Moment okoli sornika vpetja klešč

$$P = 200 \text{ bar}$$

$$\text{ø} = 12 \text{ mm}$$

$$L = 90 \text{ mm}$$

---

$$M_A = F \times 90 = 2035.75 \text{ Nm}$$

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 12^2}{4} = 133.09 \text{ mm}^2 = 0.00011309 \text{ m}^2$$

$$F = p \times S = 200 \times 10^5 \times 0.00011309 = 2261.95 \text{ N}$$

Strig sornika vpetja klešč

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 25.5^2}{4} = 510.7 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{2A} = \frac{2261.95}{2 \times 510.7} = 2.22 \text{ N/mm}^2$$

### 3. Površinski tlak pod cilindrom

$$\phi = 25.5 \text{ mm}$$

$$p = 200 \text{ bar}$$

$$L = 45 \text{ mm}$$

---


$$A = 2\pi r^2 \times 45 \times \frac{1}{3} = 2\pi \times 25.5^2 \times \frac{1}{3} = 15321.2 \text{ mm}^2 = 0.0153212 \text{ m}^2$$

$$F = S \times p_f = 0.0153212 \times 200 \times 10^5 = 306423.09 \text{ N}$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{306423.09}{15321.2} = 19.9 \text{ N/mm}^2$$

Upogib batnice.

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{153211.5}{1627.87} = 94.12 \text{ N/mm}^2$$

$$W = \frac{\pi \times d^3}{32} = 1627.87 \text{ mm}^3$$

$$M = F \times \frac{l}{2} = 153211.5 \text{ Nmm}$$

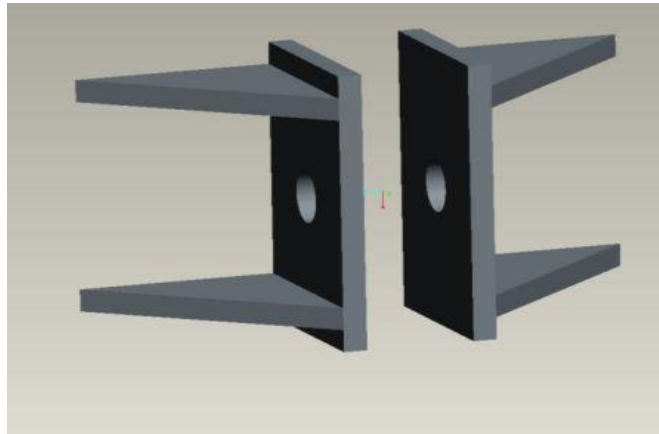
4. Strig vpetja cilindra s kleščami

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times 25.5^2}{4} = 510.7 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{2A} = \frac{306423.09}{2 \times 510.7} = 300 \text{ N/mm}^2$$

## 6.2 Konstruiranje vpetja za čelno hidravliko

Izdelati sva hotela vpetje, ki bo omogočalo vpetje deske na vsako čelno hidravliko druge kategorije, kar bi pomenilo, da jo lahko vpnemo tudi zadaj, saj imamo zadaj na traktorjih po širini nastavljive roke za vpetje. Univerzalno vpetje bi pomenilo, da lahko eno desko uporabljamo na vseh traktorjih s prednjo ali zadnjo hidravliko, pogoj uporabe na čelni hidravliki je le druga kategorija vpetja.



Slika 8: 3D model vpetja

## 6.3 Konstruiranje deske

Pri konstruiranju deske sva morala upoštevati širino izdelka in višino končnega izdelka. Desko sva določila, da ne sme biti širša kot 1500 mm, saj nam lahko v primeru večje širine pride v napoto na večjih ovinkih ali pa pri vleki lesa do traktorja, ko je le-ta postavljen pravokotno na gozdno cesto. Višina prav tako pomembno vpliva na funkcionalnost in uporabnost izdelka. Previsoka deska nam onemogoča pogled na stanje pred traktorjem, prenizka deska je pa funkcionalno neuporabna, saj v primeru debelega lesa le-tega ne moremo prijete s kleščami in zložiti na kup na deponiji lesa. Naslednji izziv nama je predstavljala oblika deske, odločiti sva se morala ali bo deska upognjena na enem ali več mestih. Prvi modeli, ki sva jih načrtala, so bili upognjeni samo na enem mestu, kar pa se je izkazalo za pomanjkljivost. Naslednji model je bil ukrivljen na dveh mestih, kar bi že zagotovilo večjo funkcionalnost izdelka, vendar sva midva želela poleg funkcionalnega izdelka tudi robustnega, zato sva ga upognila na treh različnih mestih, kar izdatno znižuje možnost neželene deformacije deske. Desko sva z upogibnim strojem na zgornji strani upognila za 90

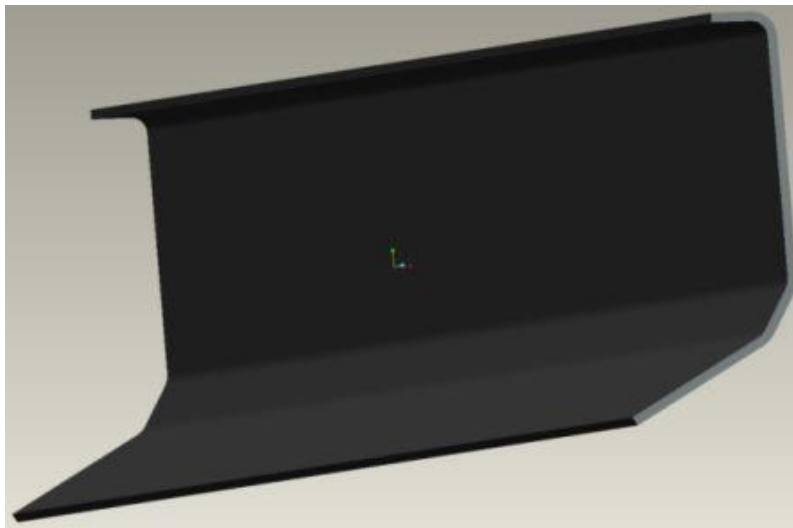


## Gozdarska deska s hidravličnimi kleščami za hlodovino

stopinj, s čemer sva ojačila zgornji del deske, obenem pa je nastala površina, na katero sva privarila nosilce za klešče. Na spodnjem delu sva desko na dveh različnih mestih ukrivila za  $150^\circ$ , s tem pa sva povečala spodrivanje lesa pri zlaganju na kup, obenem pa ojačila celo konstrukcijo. Na spodnji del deske sva zavarila še dodatno rezilo za večjo robustnost deske.



**Slika 9:** Model deske upognjen dvakrat



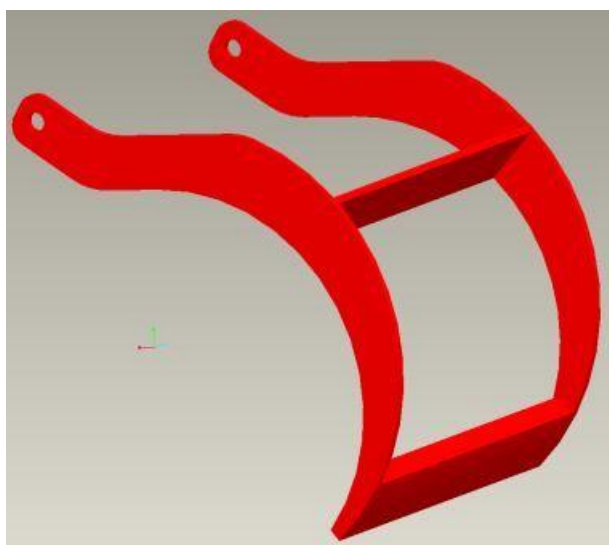
**Slika 10:** Model deske upognjen trikrat

## 6.4 Konstruiranje klešč

Deski sva dodala tudi klešče. Odpiranje in zapiranje klešč bosta omogočala dva dvosmerna cilindra, ki bosta nameščena na zadnji strani deske, zaščitena pa sta iz vseh smeri, s čemer se izognemo možnostim poškodbe hidravličnih cevi. Pri konstruiranju klešč sva si pomagala z žico, saj sva najprej naredila žični model klešč, kasneje pa je žični model nadomestil model klešč narejenih iz iverne plošče. Ko sva dobila željeno obliko, sva jo prenesla na računalnik, da je bilo mogoče takšno obliko izrezati z laserjem. Klešče bodo uporabne kot večnamenske, uporabljali jih bomo lahko za zlaganje lesa na deponiji, odstranjevanje vej z gozdnih cest, izravnavanje neravnin na gozdnih cestah. Prav tako si bomo lahko s kleščami pomagali pri rezanju drv za kurjavo, saj bomo lahko hlod dvignili in se nam ne bo potrebno pripogibati pri rezanju le-teh.



**Slika 11:** Model klešč iz iverne plošče



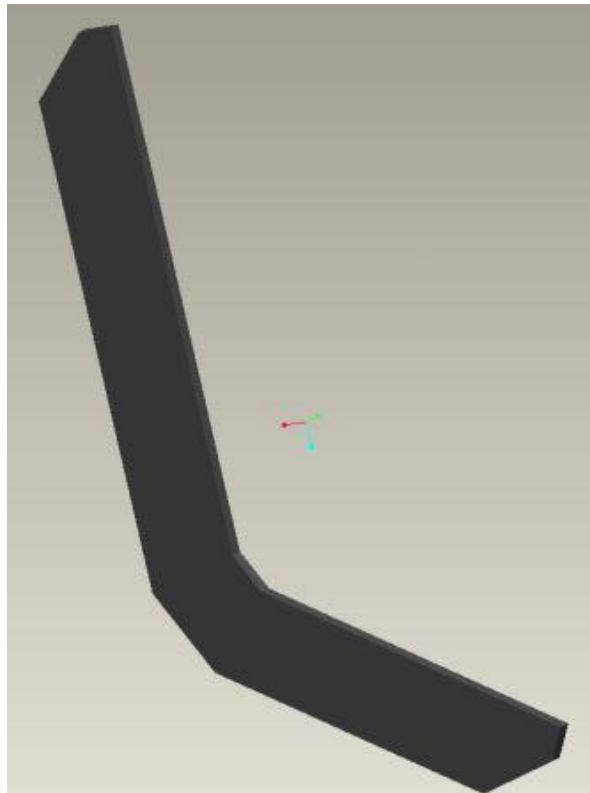
**Slika 12:** 3D model klešč

## 6.5 Konstruiranje stranske ojačitve deske

Desko sva na spodnjem delu tudi ojačila z rezilom, ob straneh pa sva privarila še dodatne ojačitve po obliki deske. Ojačeno razilo na deski služi predvsem manjši obrabi deske pri ravnanju gozdnih cest, zato je nujno potreben sestavni del deske. Ojačitve ob straneh deske pa sva namestila iz preventivnega razloga, saj s tem še ojačimo celo konstrukcijo deske.



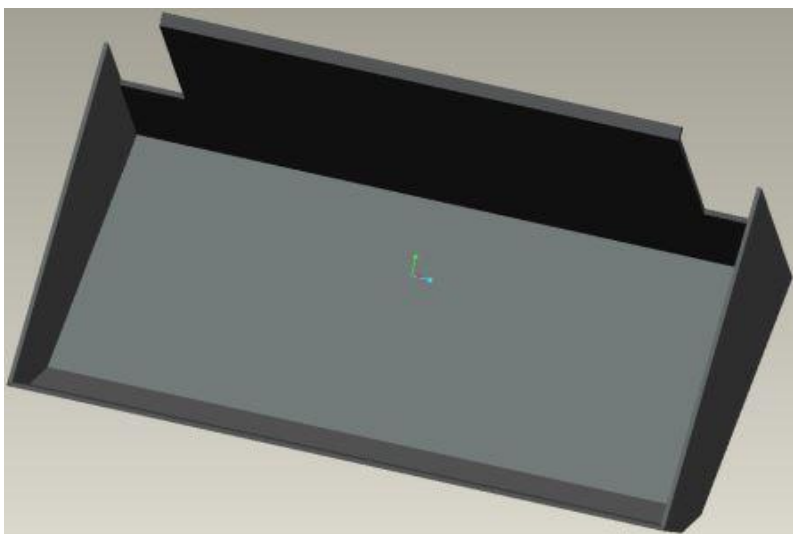
**Slika 13:** 3D-model rezila



**Slika 14:** 3D-model stranske ojačitve

## 6.6 Konstruiranje zaščite cilindrov

Najina poglavitna naloga pri izdelku je bila zaščita cilindrov. Med raziskovanjem trga sva ugotovila, da noben izdelek na trgu nima popolne zaščite hidravlične napeljave, zato sva se odločila, da bova najin izdelek v tem pogledu izboljšala ter preprečila poškodbe napeljave. Po končanem izdelovanju deske in hidravlične napeljave sva izvedla prvi test delovanja. Med testom sva ugotovila, da cilindri spreminjajo lego glede na odprtost oziroma zaprtost klešč. Prva ideja je bila, da bi zaščito z objemkami privijačila na cilindre, kar pa ni bilo mogoče zaradi spreminjanja lege cilindrov. Odločila sva se, da narediva zaščito, ki bo na desko privijačena z vijaki, omogočala bo pa dovolj prostora, da se bosta cilindra pod zaščito neovirano premikala. Privarila sva štiri M 10 vijake na desko, ki držijo zaščito na svojem mestu, hkrati pa omogočajo, da jo lahko hitro snamemo, če je potrebno kakšno popravilo hidravlične napeljave pod njej.



**Slika 15:** 3D model zaščite cilindrov

## 7. Izdelava



**Slika 16:** Končno zvarjena deska

### 7.1 Struženje sornikov

Sorniki so vezni členi deske, ki jo držijo skupaj, hkrati pa omogočajo vrtenje. Sorniki so v najinem primeru obremenjeni na upogib in strig. Izdelala sva jih s pomočjo stružnice. Vse sornike sva pred struženjem odžagala na potrebno dolžino. Za večjo natančnost pri struženju pa sva jih podprla še z konjem. Sornike sva pred sestavljanjem dobro namazala, da sva jih lažje namestila.



**Slika 17:** Struženje sornika

## 7.2 Laserski razrez sestavnih delov

Risbe skonstruiranih delov sva nesla v podjetje EMPK v Lučah. Z veseljem so nama pomagali pri izdelavi izdelka, zato smo se dogovorili, da nama bodo pomagali pri razrezu materiala. Za razrez uporabljajo laser. Ta je bil v najinem primeru odličen, saj nama ni bilo potrebno dosegati visokih toleranc, hkrati pa je bilo rezanje hitro zaključeno.

## 7.3 Vrtanje lukenj za sornike

Ko so bili deli izrezani je bilo potrebno na določena mesta zvrtni luknje. Položaj lukenj sva določala z pomičnim merilom. Točno lego sva zatočkala in predvrtala z manjšim svedrom. V najinem primeru je večina lukenj 26 mm, zato je bilo potrebno večje število predvrtanj preden sva dosegla željeno mero.



**Slika 18:** Večanje premera luknje

## 7.4 Varjenje vpetja

Vpetje je bilo potrebno ustrezno privariti po višini kot tudi po širini. Z vpetjem na višji višini sva zagotovila, da je možno desko spustiti nižje, kot je položaj sprednjih koles. Z natančnim varjenjem po širini pa sva dosegla univerzalnost priklopa. Vse sva najprej zvarila točkovno, da so bile še možne korekcije položaja vpetja. Vpetje je ojačeno s podpornimi trikotniki, ki preprečujejo upogibanje in lomljenje vpetja.



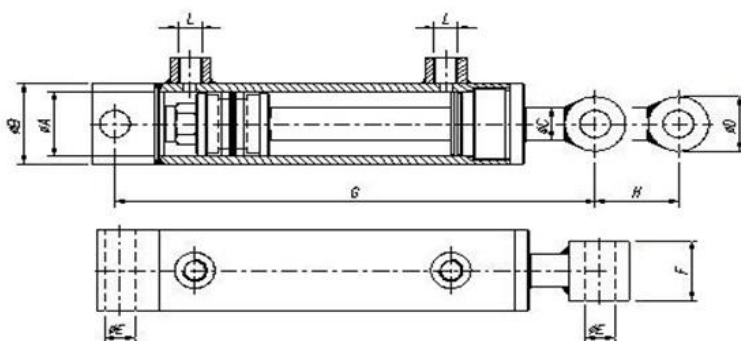
**Slika 19:** Točkovno zvarjeno vpetje



**Slika 20:** Končno zvarjeno vpetje

## 7.5 Izbira cilindra

Za izbiro cilindrov je bilo potrebno upoštevati namen uporabe, ustrezno dolžino in največjo silo, ki bo vplivala na cilindra. Cilindra bosta odpirala in zapirala klešče, zato je bilo potrebno izbrati dvosmerne cilindre. Z dolžino cilindra spreminjamo hod klešč, večji kot je hod cilindra, bolj se klešče odprejo. Za desko sva izbrala cilindra z batnicama 30 mm hoda 150 mm, največji tlak v cilindrih pa je 200 barov.



CYLINDER HOLE	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	G	H (hod) [mm]	L
50/30-100	50	60	30	40	25,5	45	300	100	3/8"
50/30-150	50	60	30	40	25,5	45	350	150	3/8"
50/30-200	50	60	30	40	25,5	45	400	200	3/8"
50/30-250	50	60	30	40	25,5	45	450	250	3/8"
50/30-300	50	60	30	40	25,5	45	500	300	3/8"
50/30-350	50	60	30	40	25,5	45	550	350	3/8"
50/30-400	50	60	30	40	25,5	45	600	400	3/8"
50/30-450	50	60	30	40	25,5	45	650	450	3/8"
50/30-500	50	60	30	40	25,5	45	700	500	3/8"
50/30-550	50	60	30	40	25,5	45	750	550	3/8"
50/30-600	50	60	30	40	25,5	45	800	600	3/8"
50/30-650	50	60	30	40	25,5	45	850	650	3/8"
50/30-700	50	60	30	40	25,5	45	900	700	3/8"
50/30-750	50	60	30	40	25,5	45	950	750	3/8"
50/30-800	50	60	30	40	25,5	45	1000	800	3/8"
50/30-850	50	60	30	40	25,5	45	1050	850	3/8"
50/30-900	50	60	30	40	25,5	45	1100	900	3/8"
50/30-950	50	60	30	40	25,5	45	1150	950	3/8"
50/30-1000	50	60	30	40	25,5	45	1200	1000	3/8"

**Tabela 1:** Izbira primernega hidravličnega cilindra



## 7.6 Varjenje rezila, vpetja klešč ter cilindra, stranske ojačitve in vpetja poteznice

Desko sva na spodnjem robu ojačila z rezilom, da preprečiva možnosti upogiba deske. Pri varjenju vpetja klešč je bilo potrebno posebej paziti, da so klešče nameščene na sredini deske, tako da se bodo neovirano odprle in zaprle ter da bodo vsi štirje nosilci privarjeni točno na svojem mestu. Glede na lego vpetja klešč in dolžino cilindrov je bilo potrebno privariti tudi nosilce cilindrov. Za nosilce klešč in cilindrov sva izbrala konstrukcijsko jeklo debeline 12 mm.



**Slika 21:** Točkovno zvarjeno rezilo



**Slika 22:** Točkovno zvarjena stranska ojačitev



**Slika 23:** Zavarjeno vpetje poteznice

### 7.7 Varjenje deske

Ko sva vse glavne komponente točkovno zvarila skupaj, je bilo potrebno izdelek končno zvariti. Uporabila sva elektroobločno varjenje z rutilnimi elektrodami Jadran S. »Rutilna elektroda v plašču vsebuje  $\text{TiO}_2$ , ki je zelo dober ionizator, kar pomeni, da je elektroda lahka za varjenje. To tudi pomeni, da z njo lahko varimo z izmeničnim in enosmernim tokom in v vseh legah. Trdnost zvarov, izdelanih na konstrukcijskem jeklu z rutilno elektrodo, je  $450\text{--}500 \text{ Nmm}^{-2}$  in žilavost pri  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , ugotovljena s preizkusom ISO-V,  $50\text{--}80 \text{ J}$ .« (Tušek, 2010: 527.) Napetost sva spreminjala na varilnem stroju glede na debelino varjenca. Zvare sva očistila in večkrat pobrusila, da ni bilo v zvaru kakršnih koli napak.



**Slika 24:** Končno zvarjena deska

## 7.8 Varjenje zaščite cilindrov

Pri varjenju zaščite je bilo potrebno paziti, da nam zaščite med varjenje ni zvilo, saj bi lahko imeli pri kasnejši namestitvi zaščite probleme z nameščanju. Zaščita je bila skonstruirana tako, da so cilindri zaščiteni z vseh strani, saj s tem preprečimo možnosti poškodb hidravlične napeljave.



**Slika 25:** Zaščita cilindrov



**Slika 26:** Deska brez zaščite

Gozdarska deska s hidravličnimi kleščami za hlodovino



**Slika 27:** Deska z nameščeni zaščiti



**Slika 28:** Deska z nameščeni zaščiti

## 7.9 Barvanje

Izdelek sva temeljito pobrusila in oprala s čistilom. Nanesla sva eno plast temeljne barve. Ko je bila prva plast barve posušena, sva nanesla drugo plast. Gibljive dele sva pobarvala rdeče, da že prej postanemo pozorni nanje, ostale negibljive dele pa sva pobarvala črno.



**Slika 29:** Deska prebarvana s temeljno barvo



**Slika 30:** Barva končnega izdelka

## 8. Preizkus delovanja



**Slika 31:** Preizkus deske

Desko sva med samim sestavljanjem večkrat preizkusila. Prva faza preizkusa je bilo preizkušanje samega vpetja deske. Naslednja faza preizkusa pa je bila priključitev deske na traktor in preizkus le-te brez hidravličnih klešč. Po prestanem preizkusu sva na desko privarila še vpetje klešč in cilindrov ter napeljala in zvezala vse hidravlične komponente deske. Pred barvanjem je sledila še zadnja faza preizkusa deske z uporabo hidravličnih klešč. Preizkus je bil uspešno izveden, zato sva jo lahko brez večjih popravkov prebarvala. Po barvanju deske pa se je pričelo čakanje na prvo sečnjo, ki je zaradi obilice snega ni bilo kar nekaj časa, sedaj ko je pomlad, pa je pri spravi lesa med najpomembnejšimi komponentami gozdarske opreme.

## 9. Utemeljitev rezultatov

Ob začetku raziskovalne naloge sva si postavila tri hipoteze. Med samim izdelovanjem deske pa sva le-te potrdila oziroma ovrgla.

Hipoteza 1: Izdelava preprostega, robustnega in uporabnega izdelka je mogoča.

Hipoteza 2: Izdelava izdelka primerljivega s polovico cene izdelka na trgu je mogoča.

Hipoteza 3: Izdelava izdelka s popolno zaščito hidravlične napeljave je mogoča.

Hipoteza 4: Izdelati izdelek, ki je uporaben na vseh traktorjih s čelno hidravliko, je mogoče.

Z izdelavo deske s hidravličnimi kleščami za hlodovino sva potrdila vse štiri najine hipoteze. Izdelan izdelek je bil nameščen na traktor New holland T4040, na katerega se je v kasnejši fazi namestila še ostala gozdarska oprema. Uporabljal pa se bo vsaj pet mesecev v letu.

## **10. Zaključek**

Izdelava izdelka in konstruiranje je bilo namenjeno dijakoma zaključnega letnika strojne šole. Izdelek je dosegljiv na trgu, vendar sva s pomočjo mnenj izkušenejših oseb v tej stroki izdelala izdelek, ki je povsem konkurenčen izdelkom na trgu. Na začetku raziskovalne naloge nisva bila prepričana v najine sposobnosti, saj je bil to za naju kar velik projekt. S pomočjo mentorja in profesionalnih sekačev sva izdelek izdelala in ga izpopolnila. Izdelki na trgu za delovanje deske uporabljajo šest hidravličnih cilindrov. V najinem primeru pa sta samo dva. Glavno gibanje v najinem primeru dela čelna hidravlika, odpiranje in zapiranje klešč je narejeno enako, kot pri izdelkih na trgu, nagibanje deske naprej in nazaj pa je mogoče z uporabo hidravlične poteznice. Na izdelek sva namestila najmanjše možno število cilindrov, s čimer sva omogočila priključitev deske tudi na traktorje, ki imajo manjše število hidravličnih ventilov. Prizadevala sva si, da smo težave reševali timsko, saj samo v tem primeru lahko izdelamo kakovosten izdelek. V Sloveniji so takšni izdelki zelo redki, zato je bila raziskava še težja in sva morala uporabljati tudi tujo literaturo.

## **11. Zahvala**

Zahvaljujemo se mentorju Romanu Zupancu, dipl. inž., ki nama je s svojimi nasveti in spodbudami pomagal pri izdelavi načrtov deske.

Zahvaljujemo se Meliti Leskovar za lektoriranje naloge in Bojanu Klakočerju, univ. dipl. inž., za pomoč pri preračunih sestavnih delov deske.

Zahvaljujemo se podjetju EMPK za pomoč pri razrezu in dobavi materiala ter kmetiji Spodnji Ošovnik za financiranje celotnega projekta.



## 12. Viri in literatura

- [1] Čretnik, S. (2010). *Pro/ENGINEER Wildfire 5.0*. Ljubljana: Pasadena.
- [2] Kraut, B. (2003). *Krautov strojniški priročnik*. 14. izdaja. Ljubljana: Littera picta.
- [3] Kark Kutzman (2010). *Moderno proizvodno inženirstvo priročnik*. Grafis trade 2010
- [4] Gozdarske predelave Mihelič (online). (citirano 11. 3. 2014). Dostopno na naslovu: <http://gozdarska-oprema.net/>.
- [5] Woods BatWing (online). (citirano 11. 3. 2014). Dostopno na naslovu: [http://www.woodsequipment.com/uploadedfiles/FlipBooks/Product\\_Guide/2013PRODUCTGUIDE.html](http://www.woodsequipment.com/uploadedfiles/FlipBooks/Product_Guide/2013PRODUCTGUIDE.html).
- [6] Uniforest (online). (citirano 11. 3. 2014). Dostopno na naslovu: <http://www.uniforest.si/>.
- [7] Tractors in the Woods (online). (citirano 11. 3. 2014). Dostopno na naslovu: <http://extension.psu.edu/business/ag-safety/vehicles-and-machinery/tractor-safety/e-55>.
- [8] Acroni, d.o.o (online). (citirano 11. 3. 2014) dostopno na naslovu: <http://www.acroni.si/?subpageid=22>.
- [9] Rosi teh (online). (citirano 11. 3. 2014) dostopno na naslovu: [http://www.rosi.si/sl/Hidravlicni\\_cilindri\\_hole/](http://www.rosi.si/sl/Hidravlicni_cilindri_hole/).