

Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov



SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO IN MEHATRONIKO

Pot na Lavo 22

3000 Celje

## **RAZISKOVALNA NALOGA**

# **Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov**

**Avtorja:** Rok GOJZDNIK

Jošt NAPRET

**Mentor:** Igor LAH, univ. dipl. inž.

Celje, marec 2008

## Kazalo vsebine

Kazalo slik.....	3
1 Povzetek.....	4
2 Uvod.....	5
3 Hipoteza.....	6
4 Potek raziskave.....	7
5 Namen in cilj raziskovalne naloge.....	8
6 Predstavitev rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov.....	9
7 Določitev in izračun pogona (reduktorja), gnanega s hidravličnim motorjem.....	11
7.1 Izbira hidravličnega motorja.....	12
7.2 Izbira zobnikov reduktorja.....	13
8 Modeliranje s programsko opremo Pro/Engineer Wildfire.....	15
9 Konstruiranje pogona (reduktorja).....	17
10 Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov.....	22
11 Uporaba hidravličnih elementov na izdelku.....	27
12 Zahvala.....	30
13 Zaključek.....	31
14 Viri in literatura.....	32

## Kazalo slik

Slika 1: Rezalnik za odrezavanje hmeljskih poganjkov s kardanskim pogonom .....	10
Slika 2: Del ohišja rezalnika .....	16
Slika 3: Mali zobnik reduktorja ( $z = 17$ ) .....	18
Slika 4: Verižnik za pogon diskov rezalnika .....	18
Slika 5: Sestavljanje reduktorja 1 .....	19
Slika 6: Sestavljanje reduktorja 2 .....	20
Slika 7: Sestavljanje reduktorja 3 .....	20
Slika 8: Sestavljen reduktor s hidravličnim motorjem .....	21
Slika 9: Razrez materiala .....	22
Slika 10: Varjenje ohišja reduktorja .....	23
Slika 11: Struženje osi reduktorja .....	23
Slika 12: Reduktor med izdelavo .....	24
Slika 13: Izdelan reduktor .....	24
Slika 14: Pozicija reduktorja na rezalniku .....	25
Slika 15: Nameščen reduktor, brez pokrova in hidravličnega motorja ..	25
Slika 16: Hidravlični motor EPM 100 .....	27
Slika 17: Hidravlična cev .....	28
Slika 18: Hitri priključek .....	28
Slika 19: Nastavek za spajanje hidravličnih cevi .....	29

## 1 Povzetek

V tej raziskovalni nalogi sva se v sodelovanju s podjetjem SIT Gojzdnik odločila izboljšati obstoječi traktorski priključek (rezalnik za odrezavanje hmeljskih poganjkov). Obstoječi rezalnik je zelo uporaben, vendar je praksa pokazala, da kardanski pogon, gnan s traktorjem kot pogonskim strojem, ni dovolj uporaben, predvsem zaradi varnostnih in praktičnih razlogov (pogosto prihaja do lomov orodja in neučinkovitosti stroja pri delu). V ta namen so nama v podjetju dali nalogo skonstruirati in izdelati rezalnik na hidravlični pogon. Vse zahteve sva pri prenovljenem stroju upoštevala, ga skonstruirala in izdelala.

## 2 Uvod

Cilj, ki sva si ga v raziskovalni nalogi zadala, je, da izdelava rezalnik na hidravlični pogon, ki bo lažji za uporabo in hkrati varnejši. Raziskava trga je pokazala, da podjetje SIT Gojzdnik edino v Sloveniji in eno izmed redkih v Evropi izdeluje tovrstne stroje. Izdelajo in prodajo jih do 10 kosov na leto, kar ni veliko, vendar so stroji zelo uporabni in cenjeni s strani kupcev, zato je zelo pomembno, da se stroj razvija in izpopolnjuje glede na njihove potrebe.

Pri delu s strojem se je pojavilo nekaj pomanjkljivosti. Predvsem je problem kardanski pogon, ki zaradi nepravilne uporabe traktorskega priključka (prevelika hitrost traktorja, kardanske gredi brez varnostne sklopke) pušča za sabo posledice, kot lom pogonskega mehanizma in preobremenitev rezalnika, kar pa močno zmanjšuje življenjsko dobo stroja in povečuje stroške vzdrževanja. Najina predpostavka je bila, da izdelava podoben rezalnik s hidravličnim pogonom, ki bo preprečeval preobremenitve in izboljšal kakovost dela s strojem ter podaljšal njegovo življenjsko dobo.

### 3 Hipoteza

Na podlagi pogovora s predstavniki podjetja SIT Gojzdnik, uporabniki rezalnika, raziskavo in preužitvijo trga ter po pogovoru z mentorjem smo postavili hipotezo najine raziskovalne naloge.

Ali je možno izdelati omenjeni traktorski priključek, ki bo:

- izpolnjeval zahteve naročnika (SIT Gojzdnik),
- varnejši za uporabo,
- cenejši,
- uporabnejši,
- učinkovitejši pri delu?



## 4 Potek raziskave

Že v osnovi sva se raziskave lotila postopoma. Najprej sva podrobno preučila obstoječi rezalnik in ga tudi praktično preizkusila. Tako sva pridobila veliko uporabnih informacij ter raziskala probleme pri delu s strojem. Nato sva razmislila o vseh možnih rešitvah problema ter novih idejah in zamislih. Da pa ne bi izpustila kakšnih pomembnih spoznanj, sva, kolikor je le bilo možno, pretehtala prednosti ter slabosti kardanskega in hidravličnega pogona.

Tako sva prišla do konkretnih informacij o stroju in snovanje izboljšane pogona se je lahko pričelo. Nov hidravlični pogon sva v sodelovanju z mentorjem ter predstavnikom podjetja skonstruirala, preračunala ter ga izdelala.

## 5 Namen in cilj raziskovalne naloge

Namen te raziskovalne naloge je:

Skonstruirati nov hidravlični pogon stroja, ki bo zadoščal zahtevam naročnika. Cilj te raziskovalne naloge pa je predvsem zavarovati stroj pred preobremenitvami. Pomembno je tudi zmanjšati stroške vzdrževanja stroja ter podaljšati njegovo življenjsko dobo.

Tako sva si v tej nalogi zadala glavni cilj, da narediva hidravlični pogon stroja, ki bo upošteval vse zahteve naročnika in omogočal čim kvalitetnejše delo. Pri tem pa sva pazila, da izboljšan izdelek ne bo kompliciran, ampak čimbolj preprost.



## 6 Predstavitev obstoječega rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov

Rezalnik za odrezavanje hmeljskih poganjkov je v osnovi sestavljen iz pogonskega dela, ohišja in treh rezalnih krožnikov - nožev.

Stroj se uporablja kot traktorski priključek pri spomladanski rezi olesenelih delov hmeljnih poganjkov iz zemlje. Deluje tako, da prednja dva krožnika - noža režeta malo pod površino zemlje, zadnji pa odrezano zemljo in olesenele dele rastline razmetava. Je preprost, enostaven in zelo uporaben hmeljarski stroj.

### **Slabosti obstoječega rezalnika na kardanski pogon:**

- ob nepravilni uporabi nekvalitetno opravljeno delo,
- dokaj drago vzdrževanje,
- zaradi uporabe kardanske gredi brez varnostne sklopke lahko prihaja do loma orodja, ker uporabniki gledajo samo na čas in ne na kvaliteto reza ter se ne ozirajo na morebitne poškodbe stroja,
- reduktor, ki je nameščen na rezalniku za kotni prenos, je zahteven za izdelavo in drag.

### **Prednosti novega rezalnika na hidravlični pogon:**

- stroj bo zavarovan pred morebitnimi preobremenitvami s pomočjo varnostnega ventila na traktorju,
- lažje in cenejše vzdrževanje,
- nižja cena novega stroja,
- enostavnejša izvedba reduktorja,
- ni potrebno kupiti kardanske gredi,
- krajši čas izdelave rezalnika,
- v stroju je manj različnih strojnih elementov.

Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov



Slika 1: Rezalnik za odrezavanje hmeljskih poganjkov s kardanskim pogonom

## 7 Določitev in izračun pogona (reduktorja), gnanega s hidravličnim motorjem

Za uspešno in optimalno konstruiranje novega hidravličnega pogona moramo upoštevati, da bo pogon stroju zagotovil optimalno delovanje. Ker je izdelek dokaj zahteven, je bilo potrebno izvesti preračune, ki določajo obremenitve naprave. Posledično določimo in preverimo obliko in pravilne dimenzije strojnih delov, ki bodo prenašali določene obremenitve. Za varnost bo na novem pogonu skrbel varnostni hidravlični ventil, kajti znano je, da uporabniki med uporabo napravo mnogokrat preobremenjujejo in se ne zavedajo posledic, kot so lahko tudi porušitev strojnega dela v napravi ali pa uničijo cel stroj. Konstruktor mora predvideti tudi takšne predpostavke, da je izdelek zanesljiv, hkrati pa optimalno izdelan.

Pri preračunih novega pogona sva upoštevala vse predpostavke in zahteve naročnika.

Osnovna naloga pri preračunih je bila preračunati reduktor za rezalnik, ki bo na izhodu imel  $150-250 \text{ min}^{-1}$ . Gnan bo s hidravličnim motorjem, motor pa bodo gnale črpalke na traktorjih. Oddajni volumen črpalke traktorja znaša 25-45 l/min, odvisno od starosti in tipa traktorja.

## 7.1 Izbira hidravličnega motorja

Izbrali bomo hidravlični motor s sprejemnim volumnom  $99 \text{ cm}^3/\text{vrt}$ , zato da manjšega motorja ne bomo prepogosto preobremenjevali. Seveda pa mora motor zagotavljati zadosten vrtilni moment, ki pri tem tipu motorju znaša  $164 \text{ Nm}$  pri  $140 \text{ bar}$ . Izračunati moramo prestavno razmerje reduktorja, če predpostavimo, da mora imeti rezalnik na izhodu zadostno število vrtljajev pri različnih črpalkah. Ti vrtljaji naj ne bodo manjši od  $150 \text{ min}^{-1}$  pri črpalkah s pretokom  $25 \text{ l/min}$ . Povprečni pretok črpalk na traktorjih znaša  $35 \text{ l/min}$ , pri tem pretoku pa naj bodo izhodni vrtljaji rezalnika  $210 \text{ min}^{-1}$ .

a) Preračun vrtljajev hidravličnega motorja pri oddajnem volumnu črpalke

$35 \text{ l/min}$ :

$$Q = 35 \text{ l/min}$$

$$V = 99 \text{ cm}^3/\text{vrt.} = 0.099 \text{ l/vrt.}$$

$$n_v = ?$$

$$Q = n_v * V$$

$$n_v = Q / V$$

$$n_v = 35 / 0.099 = 353.5 \text{ min}^{-1}$$

$$n_v = 353.5 \text{ min}^{-1}$$

b) Določitev prestavnega razmerja reduktorja:

$$i = n_v / n_i$$

$$i = 353.5 / 210 = 1.6835$$

c) Kontrola izhodnih vrtljajev rezalnika za črpalko z oddajnim volumnom 25 l/min.

$$Q = 25 \text{ l/min}$$

$$V = 99 \text{ cm}^3/\text{vrt.} = 0.099 \text{ l/vrt.}$$

$$n_v = ?$$

$$Q = n_v * V$$

$$n_v = Q / V$$

$$n_v = 25 / 0.099 = 252.5 \text{ min}^{-1}$$

$$n_v = 252.5 \text{ min}^{-1}$$

$$i = 1.6835$$

$$n_v = 252.5 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{izh} = ?$$

$$n_{izh} = 252.5 / 1.6835 = 150 \text{ min}^{-1}$$

Iz tega preračuna ugotovimo, da bo rezalnik obratoval z zadostnim številom vrtljajev tudi pri manj zmogljivih črpalkah (pretok nad 25 l/min).

7.2 V reduktor bomo vgradili en zobnik, ki ima 28 zob in modul 4, zato ker so ti zobniki že uporabljeni na rezalniku in bomo s tem znižali stroške in čas izdelave rezalnika.

Tako bo imel manjši zobnik naslednje število zob:

$$z_2 = 28$$

$$i = 1.6835$$

$$z_1 = ?$$

$$i = z_2 / z_1$$

$$z_1 = z_2 / i$$

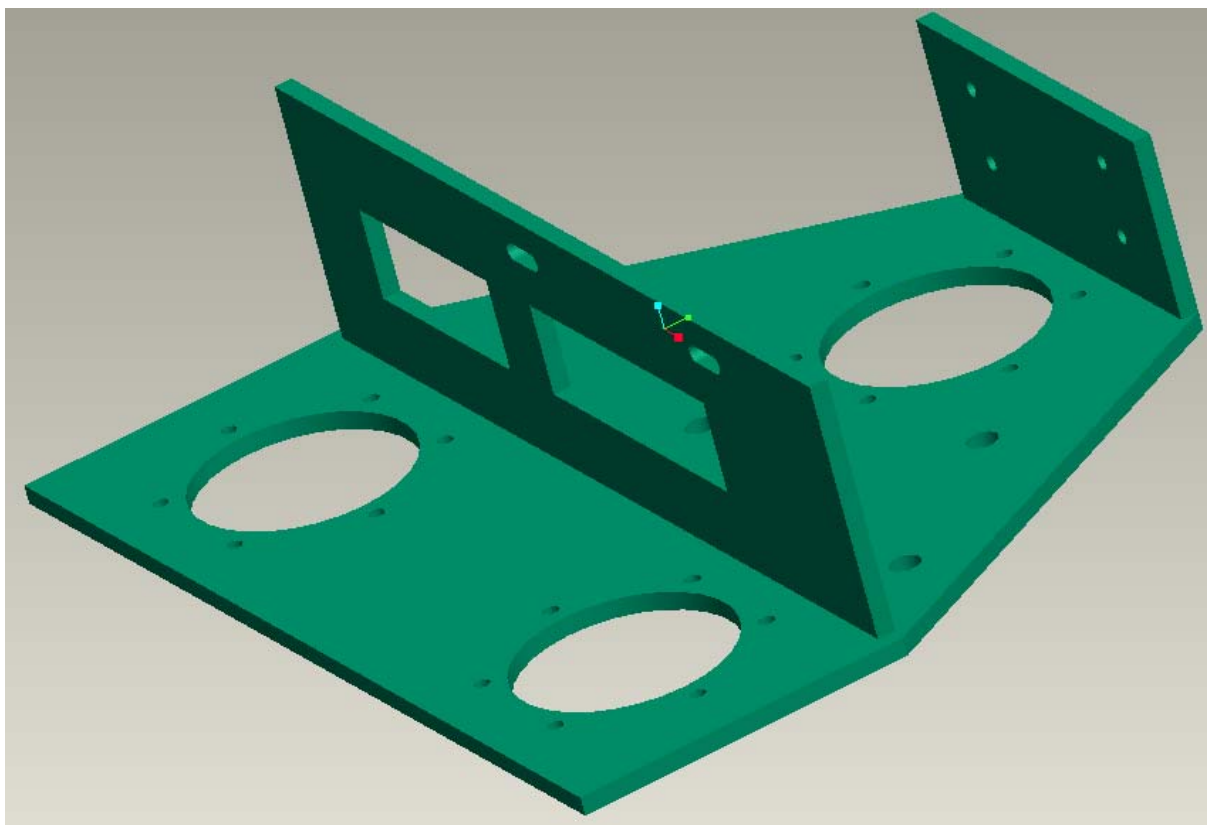
$z_1 = 28 / 1.6835 = 16.63 \Rightarrow$  iz tega sledi, da bomo izdelali manjši zobnik s 17 zobmi in modulom 4.

Vsi ostali strojni elementi novega pogona so izbrani na podlagi izkušenj.

## 8 Modeliranje s programsko opremo Pro/Engineer Wildfire

Modeliranje s programsko opremo Pro/Engineer predstavlja enega najnaprednejših postopkov izdelave modela v digitalni obliki. S pomočjo te programske opreme dobimo najpopolnejšo 3D-podobo kasnejšega izdelka. Sama programska oprema je izdelana na osnovi tridimenzionalnih gradnikov, ki delujejo po treh sistemih. Prvi je metoda končnih elementov, kjer model pozna samo mrežno povezavo mejne točke. Ta metoda temelji na gradnji površin, ki se med seboj povezujejo v sklop. Drugi je površinski model, ki pozna vse točke na njegovi površini, vsebuje pa eno slabost, in sicer da ga ni mogoče parametrično spreminjati. Tretji princip, na katerem deluje program, pa so volumski modelirniki, ki so se razvili iz površinskih. Pri gradnji se uporablja princip odvzemanja in dodajanja. Osnovni gradniki za delo pa so sledeči: poteg oblike v prostor, vrtenje oblike okoli osi, sledenje obline po določeni poti (krivulji) in pa sprememba preseka. Programska oprema je dodelana in zato zajema še vse možne gradnike, kot so posnetja, luknje, zaokrožitve itd.

## Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov

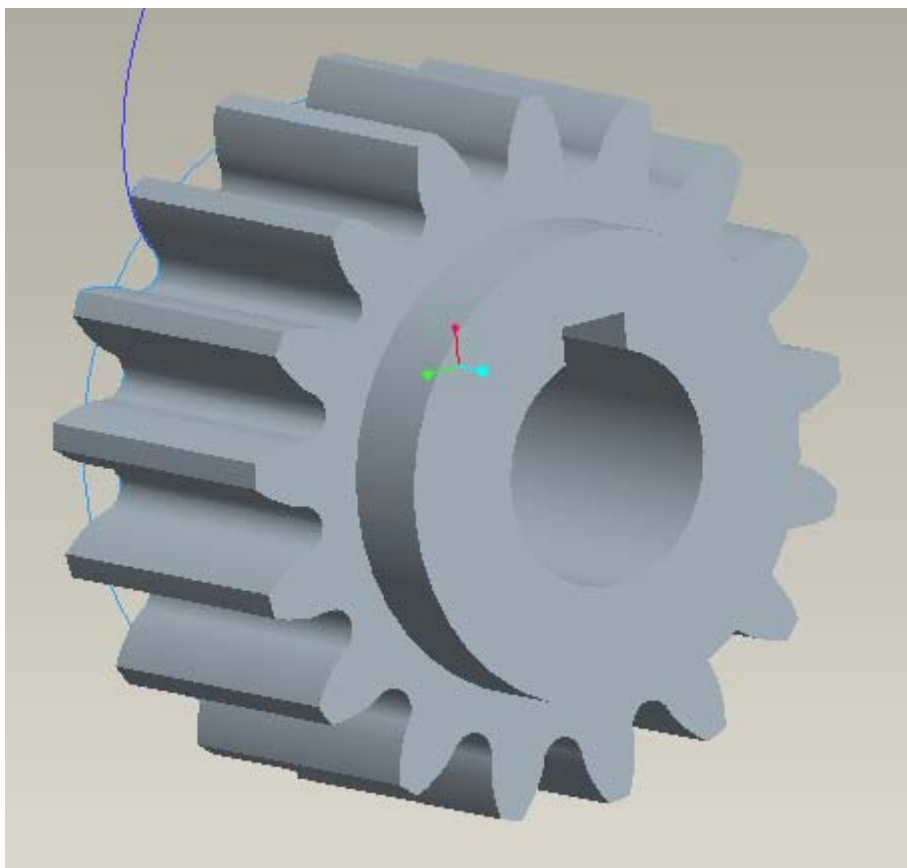


**Slika 1: Del ohišja rezalnika**

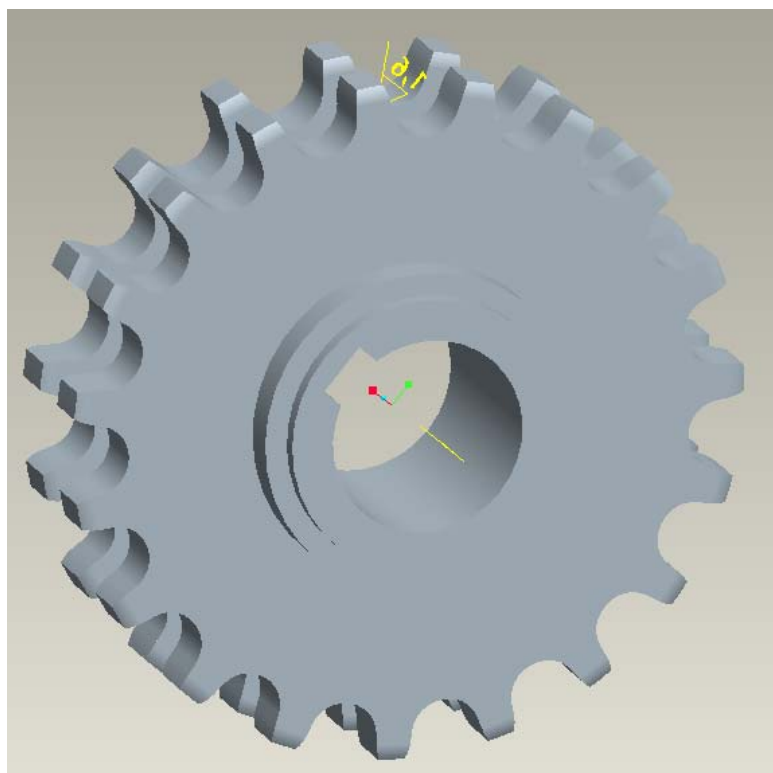


## 9 Konstruiranje pogona (reduktorja)

Ko so izračunani in določeni vsi osnovni deli reduktorja, se lahko lotimo modeliranja posameznih delov. Tako se je pričelo modeliranje z zgoraj predstavljeno programsko opremo. Pričela sva s spodnjo ploščo reduktorja, v kateri je na eni strani luknja, skozi katero potuje gred. Na tej plošči sta privarjeni dve puši, v katerih sta vgrajena ležaja. Nato je bilo potrebno zmodelirati tudi ostale dele (stranice, zgornji pokrov) ohišja reduktorja, ki se potem zvarijo. Največji problem pri modeliranju sta bila zobnika. Ni ju enostavno zmodelirati, vendar nama je s pomočjo strokovne literature, izkušenj in nasvetov tudi to uspelo. Kot zadnji gradnik sva zmodelirala še gred, ki s pomočjo zobnika žene verižni pogon orodja (krožnikov - nožev). Poleg teh osnovnih delov ima reduktor še veliko manjših, a zelo pomembnih gradnikov: vijaki, zagozde ... Zaradi zahteve podjetja sva zmodelirala tudi posamezne kose celega rezalnika. Osredotočila sva se torej predvsem na izdelavo konstrukcije reduktorja in pazila na vse faktorje, varnostne količnike, upoštevala pa sva izkušnje podjetja in skonstruirala reduktor, čigar postopek konstruiranja prikazujeva na spodnjih slikah.



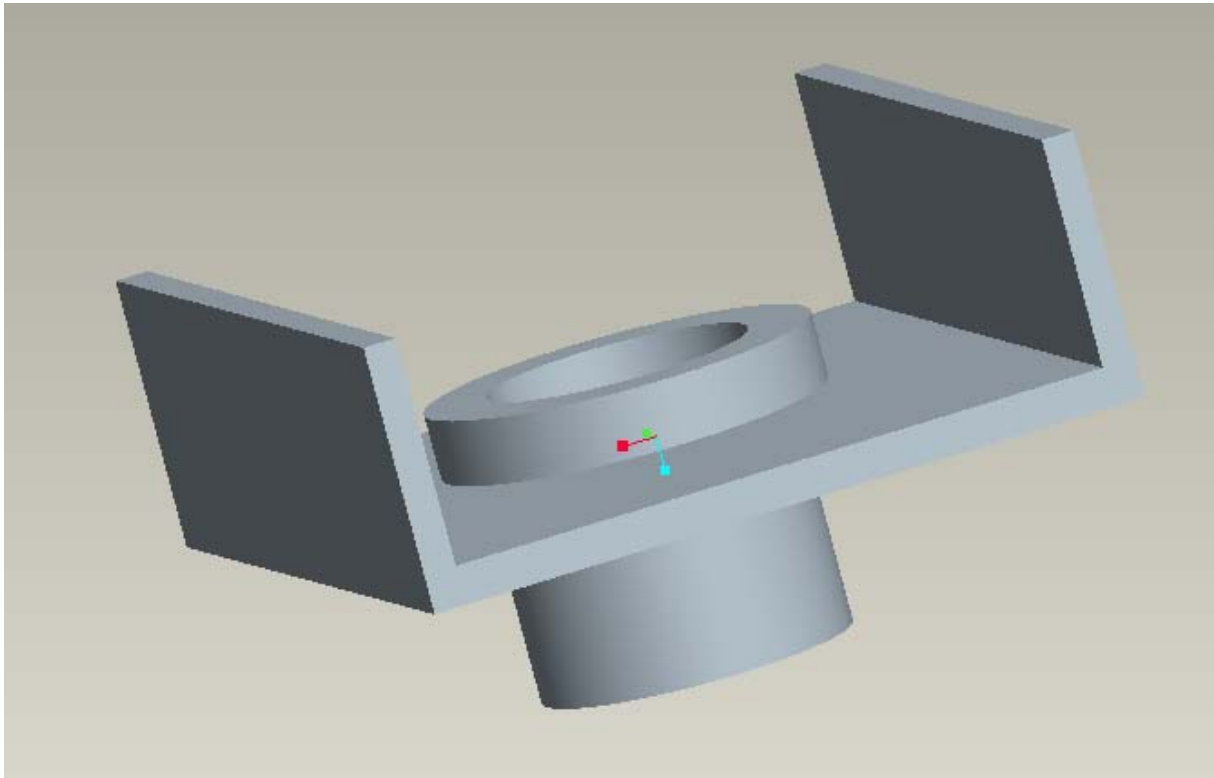
**Slika 2: Mali zobnik reduktorja ( $z = 17$ )**



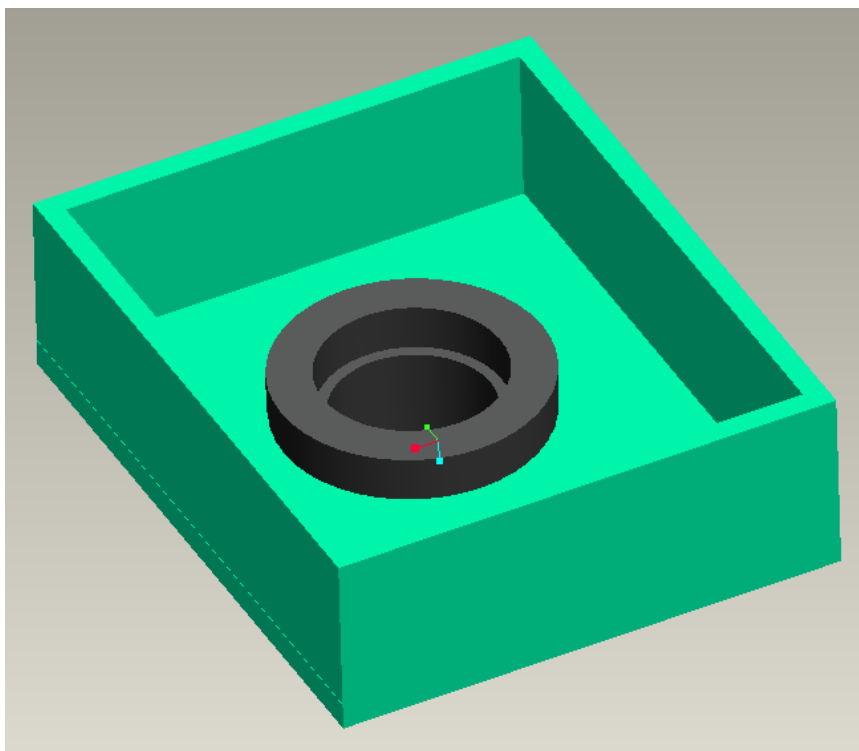
**Slika 3: Verižnik za pogon diskov rezalnika**

## Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov

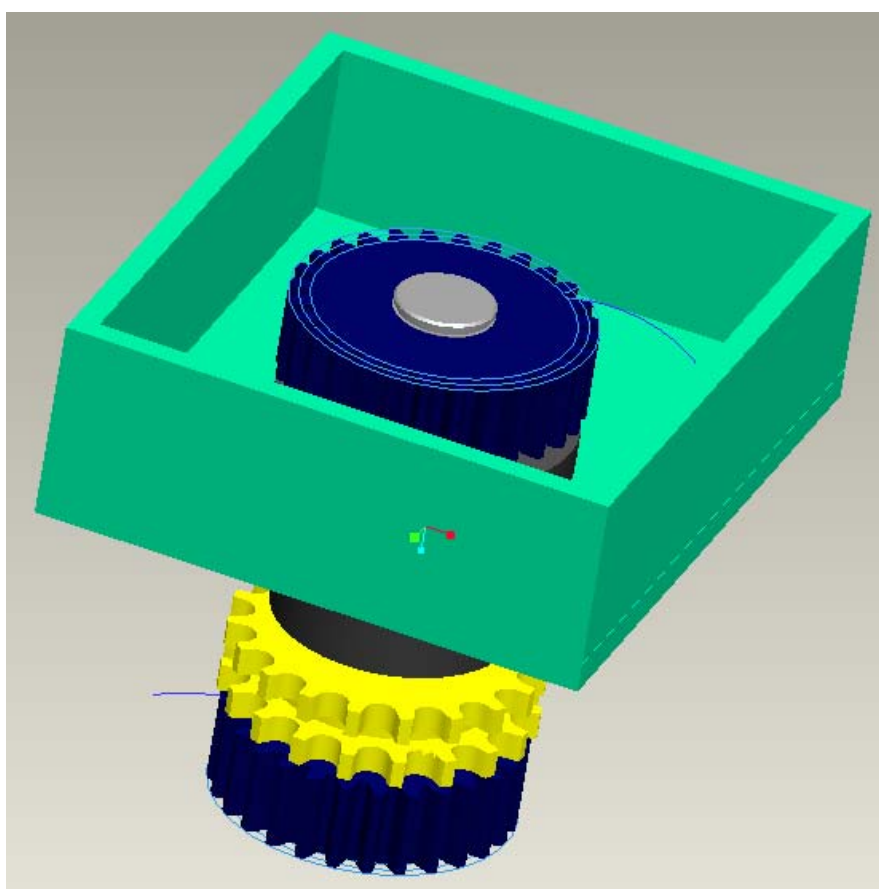
Programska oprema nam omogoča najprej izdelavo posameznih delov naprave in pa sestavljanje posameznih delov v celoto. Tako skozi postopke izdelave dobimo realno (3-dimenzionalno) sliko kasnejšega izdelka. Po tem postopku sva ustvarjala tudi midva.



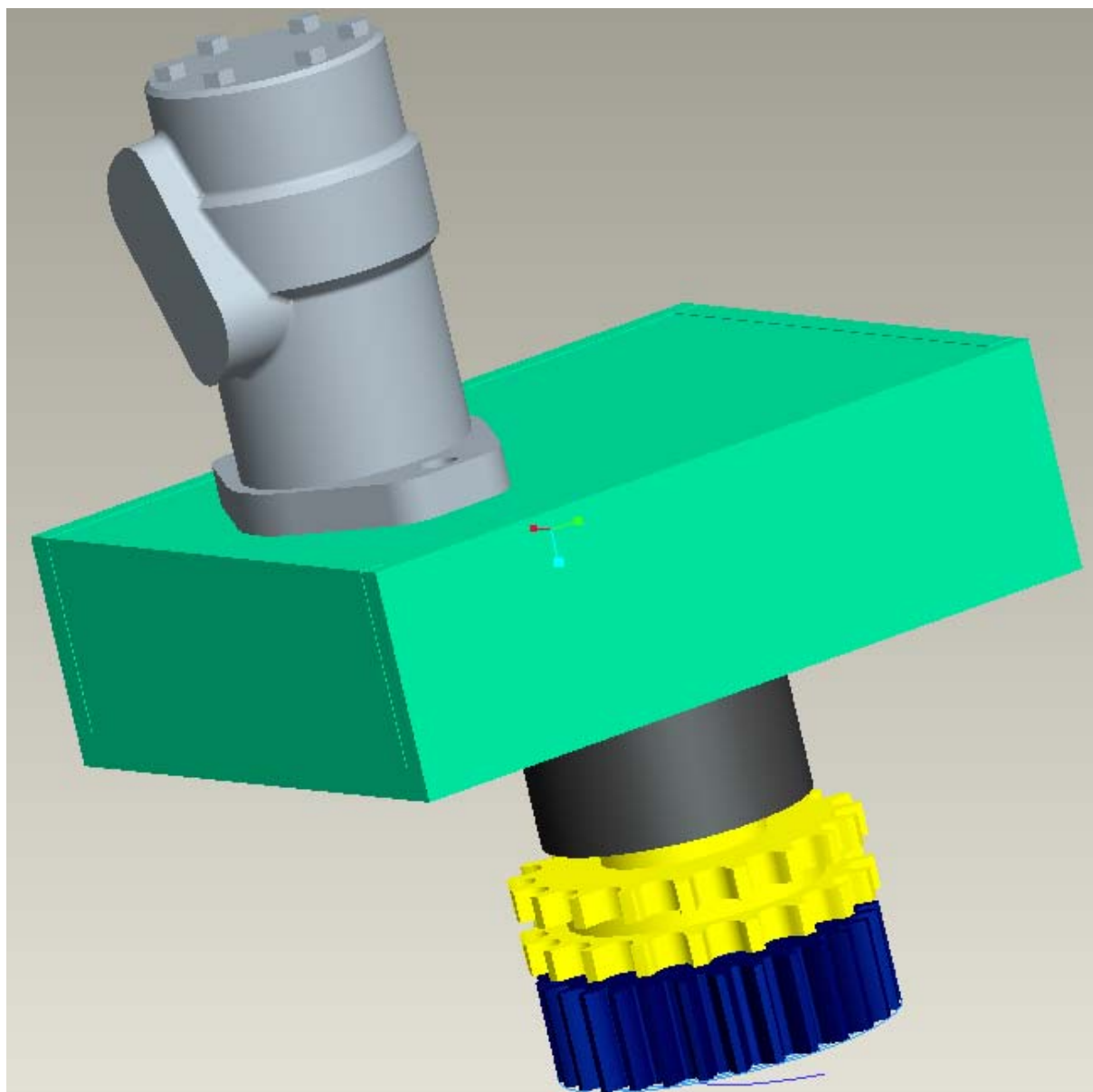
**Slika 4: Sestavljanje reduktorja 1**



Slika 5: Sestavljanje reduktorja 2



Slika 6: Sestavljanje reduktorja 3



**Slika 7: Sestavljen reduktor s hidravličnim motorjem**

## 10 Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov

V nekaj naslednjih slikah bova prikazala nekaj utrinkov v delavnici. Za to, da je nastal nov rezalnik na hidravlični pogon sva porabila kar nekaj dopoldanskih in popoldanskih ur. Uporabila sva veliko postopkov obdelave materiala (laserski razrez, struženje, žaganje, frezanje, varjenje ...) in vložila ter pridobila veliko praktičnega znanja iz strojništva.



**Slika 8: Razrez materiala**



**Slika 9: Varjenje ohišja reduktorja**



**Slika 10: Struženje osi reduktorja**

Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov



**Slika 11: Reduktor med izdelavo**



**Slika 12: Izdelan reduktor**



Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov



Slika 13: Pozicija reduktorja na rezalniku



Slika 14: Nameščen reduktor, brez pokrova in hidravličnega motorja

Kratek opis postopka izdelave rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov in novega hidravličnega pogona. Najprej sva najino idejo spravila na papir v prvih skicah. Po nekaj popravkih so že nastale prave delavniške risbe. Vse ideje smo nato razvijali skupaj z mentorjem. Uporabila sva veliko lastnih izkušenj ter nasvetov mentorjev, iz postavljenih hipotez pa se je začel razvijati načrt izdelave. Ko so bili vsi načrti tudi v 3D-obliki, so stvari postale bolj jasne. Nato smo "izpilili" malenkosti celotnega postopka. Sledila je nabava materiala, pridobivanje in priprava vsega potrebnega orodja ter vseh ostalih nujnih stvari za uresničitev projekta. Po naročilu je prispel material in delo se je začelo.

Tako je prej nerealna ideja o izdelku postala realna. Lahko rečeva, da je najin projekt zahteval združitev vseh znanj, pridobljenih v dosedanjem izobraževanju. Projekt je bil raziskovalna naloga v pravem pomenu besede, saj je bilo potrebno raziskati veliko novih stvari. Kljub veliko porabljenim uram ugotavljava, da se je najino delo izplačalo.

## 11 Uporaba hidravličnih elementov na izdelku

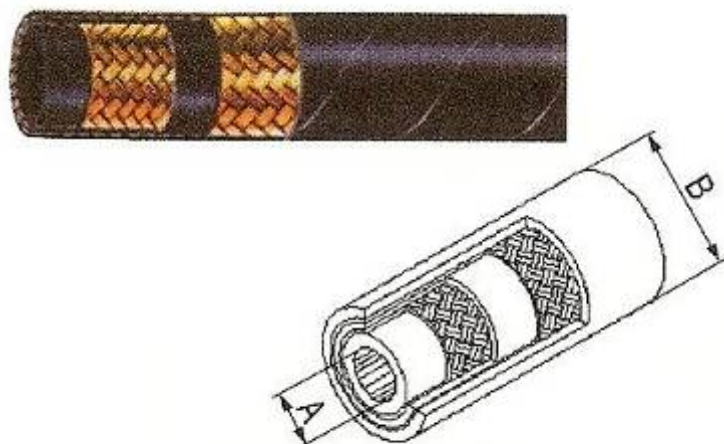
Zelo pomemben del najine raziskovalne naloge je uporaba hidravličnih elementov. Za samo izvedbo hidravlike smo uporabili standardne elemente, ki so bili izbrani iz kataloga proizvajalca oz. prodajalca le-teh. Najpomembnejši element hidravlike na tem izdelku je hidravlični motor, ki poganja stroj. Potrebni elementi pa so še gibka cev za hidravliko, priključni elementi hidravlike za priklop na traktor, montažni priključki, nastavljiv varnostni ventil in tesnila.

Samo vodenje hidravlike na tem priključku se izvaja iz traktorske kabine. Edina posebnost je nastavljiv varnostni ventil, ki ga nastavimo po potrebi. Pomemben je predvsem zato, ker stroj varuje pred preobremenitvami. Vodenje stroja je zelo preprosto, saj se za vklop in izklop uporablja samo ena traktorska ročica, ki upravlja hidravlično črpalko traktorja.



Slika 15: Hidravlični motor EPM 100

Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov

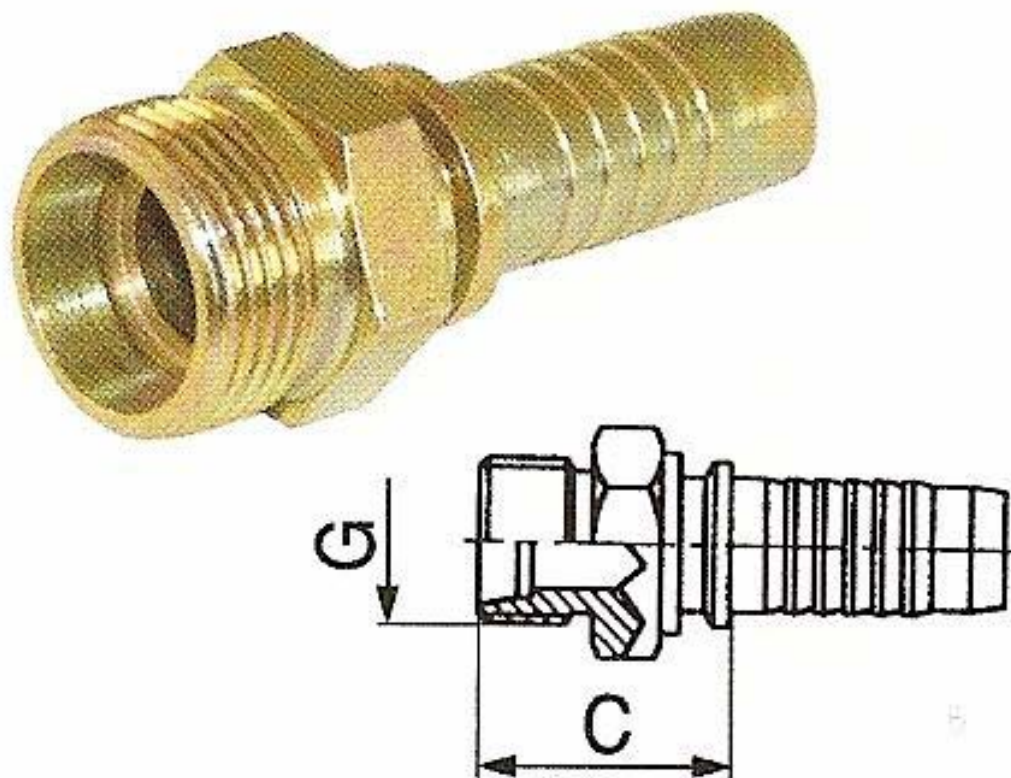


**Slika 16: Hidravlična cev**



**Slika 17: Hitri priključek**

Izdelava rezalnika za odrezavanje hmeljskih poganjkov



Slika 18: Nastavek za spajanje hidravličnih cevi

## 12 Zahvala

Zahvaljujema se najinemu mentorju, ki je skrbel za organizacijo in potek raziskovalne naloge. Zahvaljujema se tudi vsem profesorjem in delavcem naše šole, ki so kakorkoli pripomogli k uresničitvi najine raziskovalne naloge. Zahvala gre tudi razredničarki, ki je lektorirala pisni izdelek te raziskovalne naloge. Glavna zahvala pa gre gospodu Danilu Gojzdniku, ki nama je s svojim podjetjem omogočil realizacijo raziskovalne naloge.

## 13 Zaključek

V tej raziskovalni nalogi sva spoznala, kaj v resnici pomeni izdelati nov izdelek. Ugotavljava, da smo veliko znanja, potrebnega za nalogo, pridobili v vseh štirih letih šolanja. Uporabiti je bilo potrebno široka znanja, ne le s področja strojništva, temveč tudi z drugih področij. Ko sva si na začetku zadala nalogo izdelati rezalnik, je bilo vse težko in videti neizvedljivo. Nisva obupala, skupaj z mentorji in vsemi, ki so nama pomagali, smo strnili glave in vse probleme ter težave smo začeli postopoma reševati. Prišel je nastajati zanimiv izdelek. Vse težave sva ob delu sproti reševala in se iz njih tudi veliko naučila. Na koncu nama je jasno, da vsa ugodila zahtevam naročnika ter izdelala optimalni izdelek.

Vesela sva tudi, da bo najin posodobljen hmeljarski stroj pripomogel k razvijanju in lažšanju dela v hmeljarstvu.

## 14 Viri in literatura

1. PUHAR J., STROPNIK J. (2003). Krautov strojniški priročnik. Ljubljana: Littera picta, d.o.o.
2. ČRETNIK S. (2005). Pro/Engineer Wildfire V. 2.0. Ljubljana: Pasadena
3. Katalog Prillinger fluidtechnik. (2006).
4. GUBENŠEK I. (2005). Računalništvo in informatika. Celje: Šolski center Celje.
5. POŽENEL P. (2005). Trojezični strojniški slovar. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
6. MERKLE D., SCHRADER B., THOMES M. (1994). Hidravlika. Slovenske Konjice: Festo Didactic – ICA.