

ŠOLSKI CENTER CELJE
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Hidravlična zagozda

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorja:

Urban Rat, S-4. a

Anže Serdoner, S-4. a

Mentor:

Roman Zupanc, inž. str.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2014

Povzetek

V raziskovalni nalogi bomo predstavili hidravlično zagozdo, ki se uporablja pri podiranju dreves. Za nalogo smo se odločili po ogledu posnetka, ki je prikazoval uporabo naprave pri delu. Raziskava trga, ki smo jo opravili po ogledu posnetkov, je pokazala, da tovrstne naprave v Sloveniji in sosednjih državah ni. Poleg podiranja dreves z navadnimi zagozdami se to lahko stori tudi z ročnimi hidravličnimi batnimi dvigalkami, vendar pa je za to potrebno izžagati večji kos debla. Hidravlično zagozdo, kakršno bomo izdelali, proizvajajo na Švedskem, vendar se niso razširili na svetovni trg. V Evropi so za enkrat manj znani. Iz videnih slik in videoposnetkov smo začeli konstruirati in snovati hidravlično zagozdo, ki bo imela večjo moč in bo cenejša od obstoječe, že predstavljene na trgu. Poleg tega smo spremenili notranji mehanizem oziroma samo delovanje. V nalogi so opisani postopki izdelovanja, rešitve oziroma ideje, ki smo jih narisali na papir, in težave, s katerimi smo se soočali. Predstavili bomo tudi postopke izdelave nekaterih delov, preračune, končne zaključke ter ugotovitve.

Kazalo vsebine

Kazalo slik.....	5
Kazalo tabel.....	6
Kazalo prilog.....	7
1 Uvod.....	8
2 Primerjava hidravlične zagozde s hidravlično dvigalko	8
2.1 Predstavitev problema	9
3. Hipoteze	10
3.1 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod.....	10
3.2 Pot do ideje	10
3.2.1 Osnovna ideja.....	11
3.2.2 Druge ideje	11
3.2.3 Končna ideja	12
4. Raziskava trga	12
4.1 Mehanska zagozda FAIE MK4	13
4.2 Hidravlična zagozda Nordforest.....	14
5. Postopek načrtovanja izdelka	15
6. Predstavitev problemov pri konstruiranju	16
6.1 Problem ohišja črpalke	16
7. Primerjava materialov za zagozdo	18
7.2 Poliamid.....	18
7.1 Aluminij.....	19
8. Preračun.....	20
8.1 Preračun premera bata	20
8.2 Preračun števila gibov	22
8.3 Kontrola dolžine batnice glede na uklon	23
9. Izdelava in izbira elementov.....	24

Hidravlična zagozda

9.1 Kupljeni elementi	24
9.1.1 Posnemalo	24
9.1.2 Batno tesnilo z vodilnim obročem	25
9.1.3 Vodilni obroč batnice.....	26
9.1.4 Tesnilo batnice	27
9.1.5 Vijak po DIN 931.....	28
9.1.6 Vijak po DIN 912.....	28
9.1.7 Gumijasti ročaji.....	29
9.2 Nekateri izdelani elementi	29
9.2.1 Batnica	30
9.2.2 Cilinder	31
9.2.3 Bat	32
9.2.4 Glava cilindra	33
9.2.5 Kocka	34
9.2.6 Prirobnica zagozde.....	35
9.2.7 Zagozda.....	36
10. Opis delovanja naprave	37
11. Rezultati	38
12. Zaključek.....	39
13. Zahvala	40
14. Viri in literatura.....	41

Kazalo slik

Slika 1: Hidravlična zagozda.....	8
Slika 2: Podiranje z ročno hidravlično dvigalko	9
Slika 3: Skica osnovne zamisli z batnico in cilindrom.....	11
Slika 4: Skica izboljšane ideje z batom in matico	12
Slika 5: Mehanska zagozda FAIE MK4.....	13
Slika 6: Hidravlična zagozda Nordforest	14
Slika 7: Hidravlična zagozda zmodelirana v programu Pro/Engineer	15
Slika 8: Sistem ročne dvigalke	17
Slika 9: Zamisel sistema na hidravlični zagozdi	17
Slika 10: Surovci poliamida	18
Slika 11: Surovec aluminija	19
Slika 12: Posnemalo	24
Slika 13: Batno tesnilo z vodilnim obročem	25
Slika 14: Vodilni obroč batnice.....	26
Slika 15: Tesnilo batnice	27
Slika 16: Vijak M8 x 14 mm.....	28
Slika 17: Vijak M5 x 12 mm.....	28
Slika 18: Gumijast ročaj	29
Slika 19: Načini obdelovanja materiala	29
Slika 20: Batnica	30
Slika 21: Cilinder	31
Slika 22: Bat	32
Slika 23: Glava cilindra.....	33
Slika 24: Kocka	34
Slika 25: Prirobnica zagozde.....	35
Slika 26: Zagozda s prirobnico.....	36

Kazalo tabel

Tabela 1: Mehanske lastnosti poliamida PA 6 in PA 66..... 18
Tabela 2: Mehanske lastnosti aluminija 19

Kazalo prilog

Priloga 1: Kosovnica	42
Priloga 2: Batnica	43
Priloga 3: Cilinder	44
Priloga 4: Bat.....	45
Priloga 5: Glava cilindra	46
Priloga 6: Kocka.....	47
Priloga 7: Prirobnica zagozde	48
Priloga 8: Zagozda	49

1 Uvod

V raziskovalni nalogi smo se sprva posvetili samemu konstruiranju in snovanju hidravlične zagozde. Da smo sploh lahko začeli konstruirati, smo morali najprej ugotoviti, kako zagozda deluje. V literaturi podatkov o hidravličnih zagozdah praktično ni. Na spletu smo našli nekaj primernih opisov zagozd, kakršno imamo namen izdelati. Po videnih videoposnetkih in slikah smo lahko začeli s konstruiranjem zunanjih elementov. Ker nas je še vedno pestil problem o delovanju zagozde, smo razstavili 4-tonsko hidravlično ter na tak način videli notranjo zgradbo mehanizma. Vse ugotovitve smo narisali in zapisali na papir in s tem začeli razvijati idejo. Določiti smo morali še moč zagozde. Moč, predstavljena na spletu, je znašala 15 ton, medtem ko smo mi hoteli izdelati zagozdo, ki bi imela moč približno 20 ton.

2 Primerjava hidravlične zagozde s hidravlično dvigalko



Slika 1: Hidravlična zagozda

Hidravlična zagozda deluje po istem principu kot navadna ročna hidravlična dvigalka. Bistvena razlika je v tem, da je ročna dvigalka postavljena in je tako njeno delovanje usmerjeno v vertikalni smeri. Hidravlična zagozda deluje in stoji v horizontalni legi. Druga bistvena razlika pa je v postavitvi ročičnega mehanizma, ki je pri dvigalki postavljen ob rezervoarju, pri zagozdi pa na spodnji strani oziroma na zadnjem delu naprave.

2.1 Predstavitev problema

Naš problem pred samo izdelavo je bil, kako postaviti sistem, kjer so kroglice in kanali za pretakanje olja in ustvarjanje pritiska na zadnjo stran hidravlične zagozde, namesto ob strani, kakor pri navadnih hidravličnih dvigalkah. Ker smo hoteli izdelati močnejšo zagozdo od obstoječe, smo morali z izračuni določiti nov premer batnice in premer luknje, skozi katero se pretaka olje, ki ustvarja pritisk na batnico. Naslednji problem, ki smo ga imeli, je bil sledeč izbor: ali v notranjem delu vstaviti samo batnico z ustreznim tesnilom ali raje batnico manjšega premera in nanjo pritrditi bat ustreznega premera s tesnili. To bi pomenilo manjšo težo pri končnem izdelku in lažjo sestavo.

Prav tako smo se odločali ali samo zagozdo na koncu batnice izdelati aluminijasto, kot je na slikah, ki smo jih našli na spletu, ali iz posebne plastike, ki ima podobne trdnostne lastnosti kot aluminij.

Težave pri delovanju oziroma uporabi hidravlične zagozde, ki smo jih videli na posnetkih so, da ko zagozda doseže veliko obremenitev zaradi teže drevesa, postane črpanje zelo naporno in zahtevno. Zadal si, da bo naša hidravlična zagozda imela čim lažjo in praktično uporabo s čim manj napora. Hidravlična zagozda predstavlja veliko lažjo in varnejšo sečnjo dreves. Pri podiranju velikih dreves je poleg žaganja potrebno v zarezo zabiti navadno plastično ali kovinsko zagozdo, da pri delu ne stiska meča motorne žage, kar je na razgibanem in strmih terenu težko izvedljivo. Ko gre žaganje proti koncu, je potrebno, tik preden prežagamo deblo, umakniti motorno žago, da je pri padanju sila drevesa ne poškoduje.

Z uporabo hidravlične zagozde je potrebno manj sile pri podiranju drevesa predvsem zaradi velikosti zagozde in njene moči. Žaganje lahko prenehamo že prej in varno umaknemo motorno žago, sami pa se postavimo za drevo in varno črpamo zagozdo, dokler drevo ne začne padati.



Slika 2: Podiranje z ročno hidravlično dvigalko

3. Hipoteze

Po opazovanju raznih podatkov, slik in videoposnetkov, s katerimi smo si pomagali, smo si zastavili hipoteze raziskovalne naloge.

- **Hipoteza 1:** Hidravlično zagozdo je možno skonstruirati z večjo nazivno močjo od moči hidravličnih zagozd, predstavljenih na trgu.
- **Hipoteza 2:** Zasnova in uporaba hidravlične zagozde je poenostavljena ali izboljšana od hidravličnih zagozd na trgu.
- **Hipoteza 3:** Hidravlična zagozda je skonstruirana tako, da lahko večino elementov izdelamo v strojni delavnici.

3.1 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod

Pri raziskovalnem delu smo uporabili več metod dela. Na začetku smo zbrali informacije, nato smo pregledali strokovno literaturo ter pregledali vire na spletu, kjer smo o omenjeni temi našli največ podatkov.

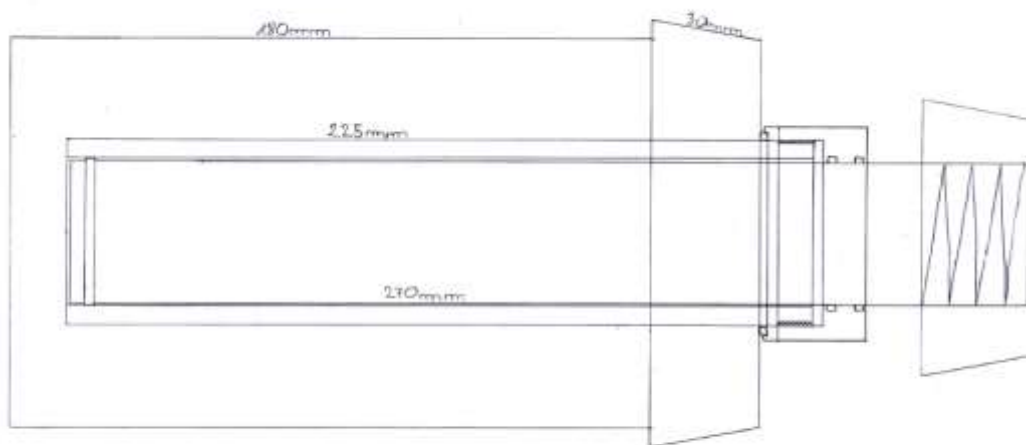
Najpomembnejša metoda je bila uporaba programa za 3D-modeliranje, *Pro/Engineer*. Z omenjenim programom smo lahko že pred izdelavo videli, kje bodo potrebne spremembe oziroma na kakšne težave se bomo morali pripraviti.

3.2 Pot do ideje

Do ideje smo prišli po naključju. Med šolsko uro v računalniški učilnici smo se s sošolci pogovarjali o delu v gozdu. Na spletu smo pregledovali posnetke o velikih gozdarskih strojih in traktorjih, nato pa smo med izborom priporočenih posnetkov opazili zagozdo, ki jo gozdar uporablja pri podiranju dreves. Po ogledu posnetka se nam je ideja zdela zanimiva. O posnetku smo se posvetovali s profesorjem. Ker nas delo v gozdu zanima in o tem nekaj že vemo, smo se odločili, da pričnemo z izdelavo naloge.

3.2.1 Osnovna ideja

Zgled za našo prvo zamisel je izhajal iz že obstoječe hidravlične zagozde. Po videnih slikah smo sklepali, da je zasnova enostavna s cilindrom in batnico, s primernim tesnilom brez bata. Matica, ki služi temu, da stisne skupaj celotno zagozdo, pa je vodilo batnice, s potrebnimi tesnili. Zaradi moči batnice in pritiska, ki se ustvarja v komori med batnico in delovnim cilindrom, smo se odločili, da idejo o batnici brez bata ovržemo, matico pa spremenimo.



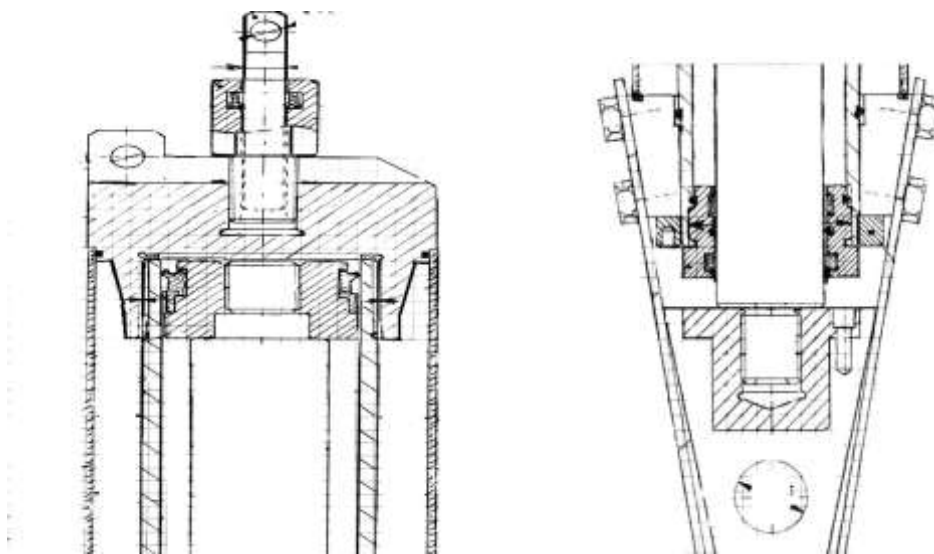
Slika 3: Skica osnovne zamisli z batnico in cilindrom

3.2.2 Druge ideje

Med razmišljanjem smo prišli do ideje, da bi našo zagozdo izdelali daljinsko vodeno, in sicer na način, da bi bil mehanizem za črpanje olja mobilni in z zagozdo povezan s cevmi. S tem bi pridobili na varnosti, saj bi se lahko varno umaknili in črpali stran od drevesa, ki ga podiramo. Takšna izvedba pa po drugi strani ni praktična, saj bi nas pri transportu in uporabi ovirale cevi. Razmišljali smo tudi o električni črpalki, s katero bi se izognili vsem naporom pri črpanju, ampak bi bila zagozda zaradi teže akumulatorja in črpalke neprimerna za delo v gozdu.

3.2.3 Končna ideja

Po dobrem premisleku smo postavili končno idejo, ki se razlikuje od prve v tem, da je uporabljen bat z ustreznimi tesnili, ta pa je pritrjen na batnico manjšega premera. Tako bomo z manjšim pritiskom dosegli enako oziroma večjo silo, ki jo potrebujemo. Matico smo spremenili tako, da smo jo razstavili na dva dela. Na sliki sta matica, ki stiska celotno zagozdo, in glava cilindra, ki je pritrjena v cilinder in služi kot vodilo batnici z ustreznimi tesnili.



Slika 4: Skica izboljšane ideje z batom in matico

4. Raziskava trga

Raziskava trga je bila dokaj omejena. Ko smo se pri nekaterih slovenskih prodajalcih gozdarske opreme pozanimali o zagozdi, smo ugotovili, da o napravi še niso slišali, zato nam niso mogli svetovati pri izdelavi. Med brskanjem po spletu smo napravo našli na dveh tujih spletnih straneh, kjer je bila ponujena možnost nakupa, cena hidravlične zagozde pa je bila po našem mnenju previsoka. Našli smo še samo nekaj tujih člankov o hidravlični zagozdi, ki smo jih prikazali na slikah.

Proizvajalec tovrstnih zagozd je en sam – to je Švedsko podjetje Nordforest. Njihova spletna stran je, iz nam neznanih razlogov, nedosegljiva. Poleg te zagozde smo našli tudi po obliki podobne zagozde, vendar so mehanske in že na pogled videti manj zmogljivejše.

4.1 Mehanska zagozda FAIE MK4

Zagozda je bila za nas nezanimiva, ker je bila povsem drugačna kakršno imamo namen izdelati. Mehanska zagozda FAIE MK4 deluje mehansko preko zobniškega prenosa in ima zelo majhne zmogljivosti v primerjavi s hidravlično zagozdo, ki smo se jo namenili izdelati.

Karakteristike mehanske zagozde Faie MK4:

- Raztezna sila: 60 kN
- Nazivna moč: 350 N
- Teža: 9.9 kg



Slika 5: Mehanska zagozda FAIE MK4

4.2 Hidravlična zagozda Nordforest

Vse podatke in ugotovitve smo črpali iz že znanih podatkov o zagozdi švedskega proizvajalca Nordforest, ki smo jo našli na spletu. Ta zagozda je zelo praktična, vendar se nam je cenovno zdela zelo draga. Po posvetu z mentorjem smo našli pomanjkljivosti oziroma lastnosti, ki bi jih lahko izboljšali. Med drugim bi povečali tudi minimalno moč zagozde.



Slika 6: Hidravlična zagozda Nordforest

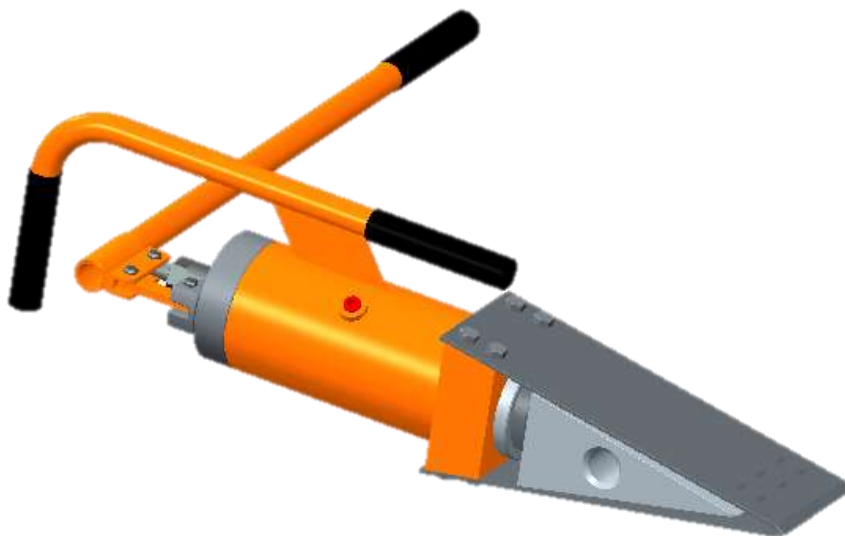
Karakteristike hidravlične zagozde Nordforest:

- Nazivna moč: 15 t
- Delovna sila: 40 kg
- Teža: 10. 2 kg
- Kot zagozde: 21 °

5. Postopek načrtovanja izdelka

Izdelek smo začeli načrtovati, ko smo določili, kolikšno moč zagozde želimo pridobiti. Začeli smo z dimenzioniranjem batnice. Potrebovali smo mere vseh vodilnih obročev, tesnil in posnemal, ki bodo vgrajeni v notranjem delu zagozde. Mere plošč so bile podane že med podatki na spletu, vendar smo jih malo prilagodili glede na naše zahteve oziroma glede na spremembe, ki jih želimo doseči.

Ko smo imeli načrte končane in večino delov skonstruiranih, smo se lotili modeliranja v programu *Pro/Engineer* in si tako ustvarili boljšo predstavbo o delovanju in sestavnih elementih naprave.



Slika 7: Hidravlična zagozda zmodelirana v programu Pro/Engineer

6. Predstavitev problemov pri konstruiranju

Pri konstruiranju smo imeli nekaj težav pri sami konstrukciji hidravlične zagozde. Veliko je bilo potrebno brskati po katalogih, kjer smo iskali standardne mere tesnil, posnemal, vodilnih obročev batnice in o-tesnil. Omenjenih elementov je veliko različnih velikosti, zato načrtovanih mer ni bilo potrebno veliko prilagajati. Ko smo elemente dokončali, smo se lahko odločili za končne mere bata, batnice, cilindra in rezervoarja.

Eden večjih problemov je bila pravilna izpeljava sistema pretakanja olja in zraka od cilindra in bata do delovnega bata in cilindra, kjer se bi ustvaril tlak, ki bi potiskal batnico.

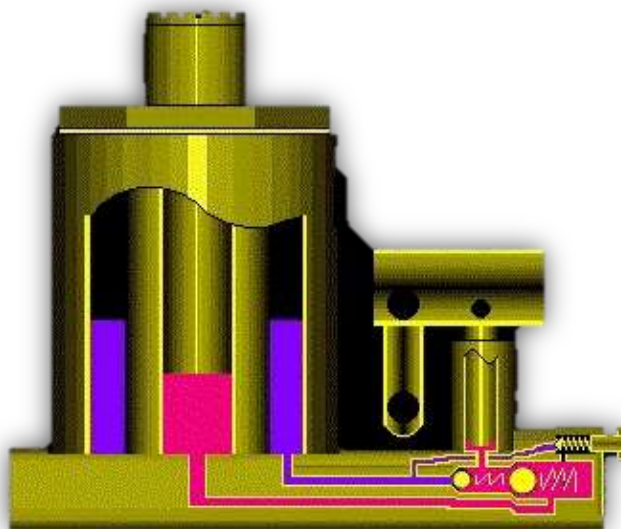
6.1 Problem ohišja črpalke

Sistem delovanja v ohišju črpalke smo morali skonstruirati, ker je v navadnih ročnih dvigalkah črpalka ob strani cilindra, pri naši zagozdi pa jo je bilo potrebno postaviti v zadnji del zagozde. Princip delovanja bo ostal isti, vendar bomo zaradi drugačne postavitve spremenili lege in pozicijo kanalov, kroglic in vzmeti.

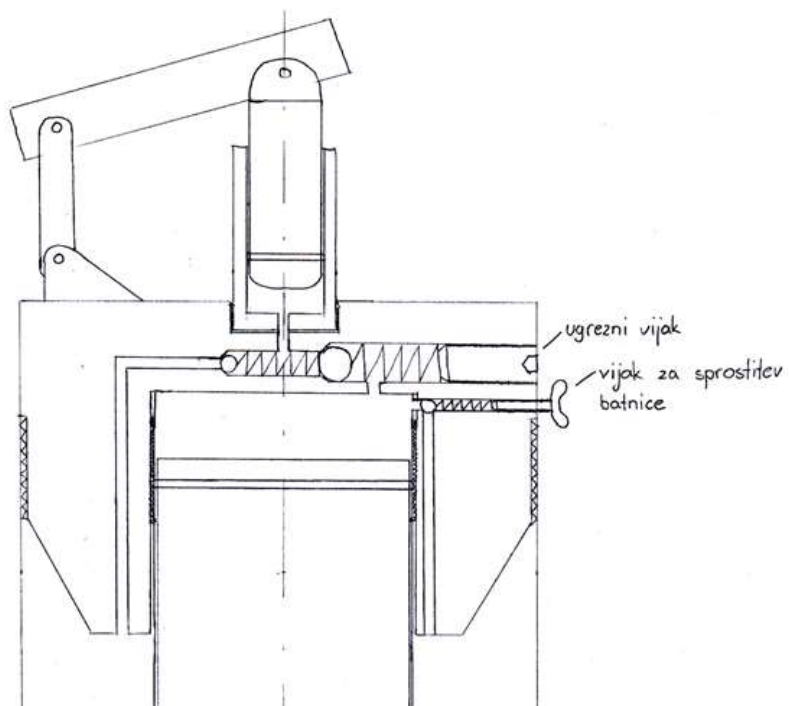
Ko smo razstavili ročno hidravlično dvigalko smo ugotovili, da so v kanalih samo kroglice brez vzmeti. Sklepali smo, da v njih ni vzmeti zaradi prostega pada, ker se tako kroglice, ko pade tlak, same vrnejo v začetno lego. Ker bo naša zagozda delovala v vodoravni legi, bodo potrebne še vzmeti.

Na naslednji sliki je prikazano delovanje hidravlične dvigalke, ki deluje v vertikalni smeri, a ima vzmeti, ki podpirajo kroglice, da deluje v vseh položajih. Takšen mehanizem imamo namen uporabiti tudi mi.

Hidravlična zagozda



Slika 8: Sistem ročne dvigalke



Slika 9: Zamisel sistema na hidravlični zagozdi

7. Primerjava materialov za zagozdo

Ker smo želeli, da bila teža hidravlične zagozde čim manjša, smo razmišljali, kje bi lahko izgubili na teži same naprave. Pomislili smo na zagozdo, ki drsi med dvema jeklenima ploščama. Prvotna zamisel je bila, da bi bila zagozda izdelana iz aluminija. Vedeli smo, da se v industriji vedno bolj uporabljajo termoplasti, ki imajo dobre mehanske lastnosti. Zanimalo nas je, ali obstaja termoplast, ki ima čim bolj podobne mehanske lastnosti, kot aluminij.

7.2 Poliamid

Poliamid je termoplast, ki ga odlikujejo izjemno dobre mehanske lastnosti, še posebej natezna in tlačna trdnost, nizek koeficient trenja in velika odpornost proti obrabi.

Veliko se uporablja v industriji za izdelavo različnih zobnikov, verižnikov, valjev, drsnih puš in strojnih elementov, ki so izpostavljeni udarnim obremenitvam.

	PA 6	PA 66
Modul elastičnosti	1,4 kN/mm ²	2,0 kN/mm ²
Natezna trdnost	70–85 N/mm ²	77–84 N/mm ²
Trdota	75 N/mm ²	100 N/mm ²
Talilno področje	220 °C	225–265°C

Tabela 1: Mehanske lastnosti poliamida PA 6 in PA 66



Slika 10: Surovci poliamida

7.1 Aluminij

S poliamidom smo primerjali aluminij. Materiala sta sicer podobna, ker pa se vseeno razlikujeta, smo se odločili, da bomo izdelali dve zagozdi, in sicer eno iz aluminija in drugo iz poliamida. Menjava zagozd bo enostavna zaradi prirobnice, ki bo privita s štirimi vijaki.

	Aluminij
Modul elastičnosti	72 kN/mm ²
Natezna trdnost	100–130 N/mm ²
Trdota	90 N/mm ²
Talilno področje	660.47 °C

Tabela 2: Mehanske lastnosti aluminija



Slika 11: Surovec aluminija

8. Preračun

Pri dimenzioniranju določenih elementov hidravlične zagozde smo morali uporabiti različne preračune, da smo lahko zagozdo dokončno dimenzionirali.

8.1 Preračun premera bata

Podatki:

- Sila v enem gibu (F_1) = 320 N
- Premer malega bata (d) = 12 mm
- Zamišljena realna sila zagozde (F_R) = 200000 N = 20 t
- Dolžina ročice (l_1) = 500 mm
- Dolžina med vpetjema (l_2) = 32.43 mm
- Kot med silo F_R in zagozdo (α) = 78 °

Preračun sile na malem batu (F_M)

$$F_M = \frac{F_1 \times l_1}{l_2}$$

$$F_M = \frac{320 \times 500}{32.43} = 4933.7 \text{ N}$$

Tlak, ki se ustvari v cilindru (p)

$$p = \frac{F_M}{\pi \times r^2}$$

$$p = \frac{4933.7}{\pi \times (0.006)^2} = 43623485.71 \text{ Pa}$$

Hidravlična zagozda

Preračun sile v osi zagozde (F_o)

$$F_o = F_R \times 2 \times \cos 78$$

$$F_o = 200000 \times 2 \times \cos 78 = 83164.68 \text{ N}$$

Preračun površine bata (A_D)

$$A_D = \frac{F_o \times \pi \times r^2}{F_M}$$

$$A_D = \frac{83164.68 \times \pi \times 6^2}{4933.7} = 1906.42 \text{ mm}^2$$

Preračun premera bata (D)

$$D = \sqrt{\frac{A_D \times 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{1906.42 \times 4}{\pi}} = 49.3 \text{ mm}$$

Ugotovitev:

Iz preračuna smo ugotovili, da je za našo zamišljeno realno silo zagozde potreben bat s premerom 49.3 mm. Ta izračun smo pri dimenzioniranju upoštevali in bat skonstruirali na premer 50 mm, tako da bo naša zagozda imela realno oziroma nazivno moč 20 t, kar pa je dovolj za njeno uporabo.

8.2 Preračun števila gibov

Podatki:

- Delovni gib malega bata (h_1) = 30 mm
- Delovni gib velikega bata (h_2) = 160 mm
- Premer malega bata (d) = 12 mm
- Premer velikega bata (D) = 50 mm

Preračun enega giba (h_x)

$$h_x = h_1 \times \left(\frac{d}{D}\right)^2$$

$$h_x = 30 \times \left(\frac{12}{50}\right)^2 = 1.728 \text{ mm}$$

Preračun števila gibov (N)

$$N = \frac{h_2}{h_x}$$

$$N = \frac{160}{1.728} = 92.6 \text{ gibov}$$

Ugotovitev:

Iz preračuna smo ugotovili, da bomo morali opraviti 92.6 gibov, da bomo dosegli popolnoma iztegnjeno zagozdo, kar pa v večini primerov podiranja ni potrebno in je predvidenih gibov, da se bo drevo podrlo, okoli 55.

8.3 Kontrola dolžine batnice glede na uklon

Podatki:

- Premer batnice (d) = 35 mm
- Varnostni faktor (v) = 5
- Maksimalna obremenitev batnice (F) = 200000 N
- Elastični modul (E) = 2.1×10^5 N/mm²

Izračun vztrajnostnega momenta (I)

$$I = \frac{\pi \times d^4}{64}$$

$$I = \frac{\pi \times 35^4}{64} = 73661.75 \text{ mm}^4$$

Kontrola batnice glede na uklon (L)

$$L = \sqrt{\frac{\pi^2 \times E \times I}{F \times v}}$$

$$L = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 73661.75}{200000 \times 5}} = 390.7 \text{ mm}$$

Ugotovitev:

Iz preračuna smo ugotovili, da maksimalna dolžina batnice pri obremenitvi 20 ton na os batnice znaša 390.7 mm. Ker je naša batnica konstruirana na 200 mm dolžine brez bata in zagozde, smo ugotovili, da ustreza obremenitvam glede na uklon.

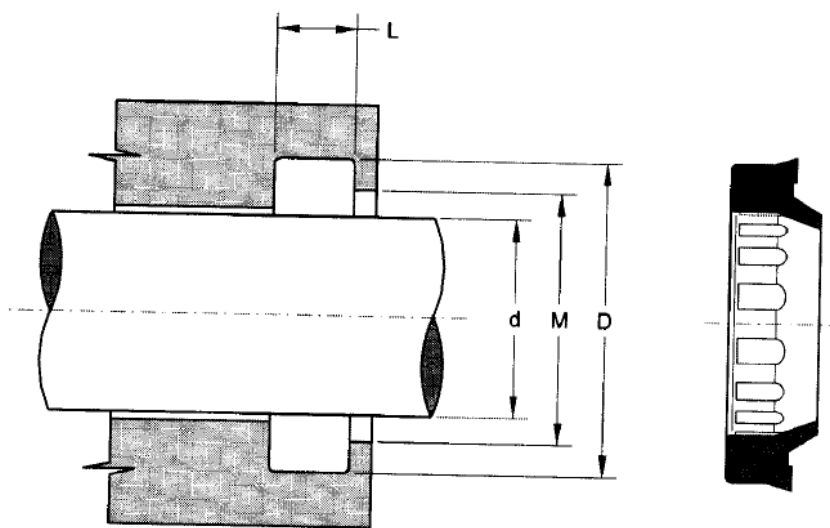
9. Izdelava in izbira elementov

Vseh elementov, ki jih potrebujemo za izdelavo hidravlične zagozde, ne moremo izdelati in jih bo potrebno kupiti. Kupovali bomo standardne elemente in se tako izognili nepotrebnim stroškom z naročanjem po meri narejenih elementov.

9.1 Kupljeni elementi

9.1.1 Posnemalo

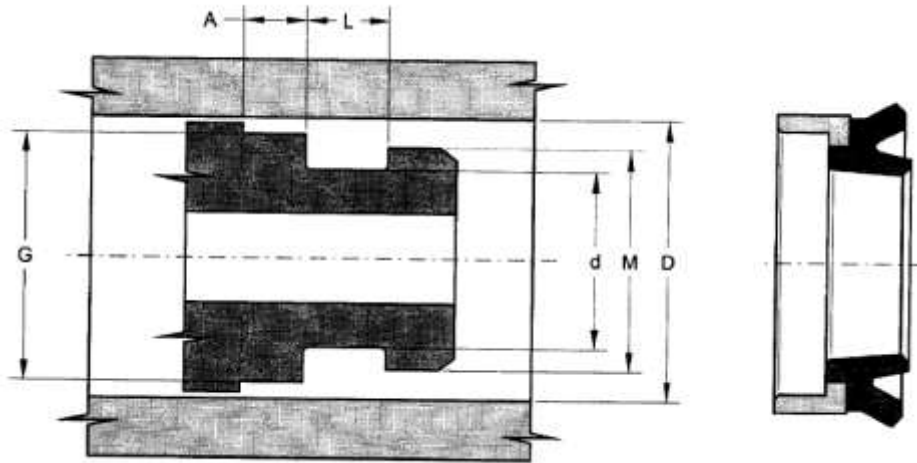
Posnemalo bomo kupili v trgovini Mapro, d. o. o. Izbrali smo standardno posnemalo s trgovsko oznako MSA 35/A. Vgrajeno bo v glavo cilindra in bo služilo čiščenju batnice pred vstopom nazaj v cilindar. Utor, v katerega bo posnemalo vgrajeno, bomo izdelali po standardnih merah za takšno posnemalo.



Slika 12: Posnemalo

9.1.2 Batno tesnilo z vodilnim obročem

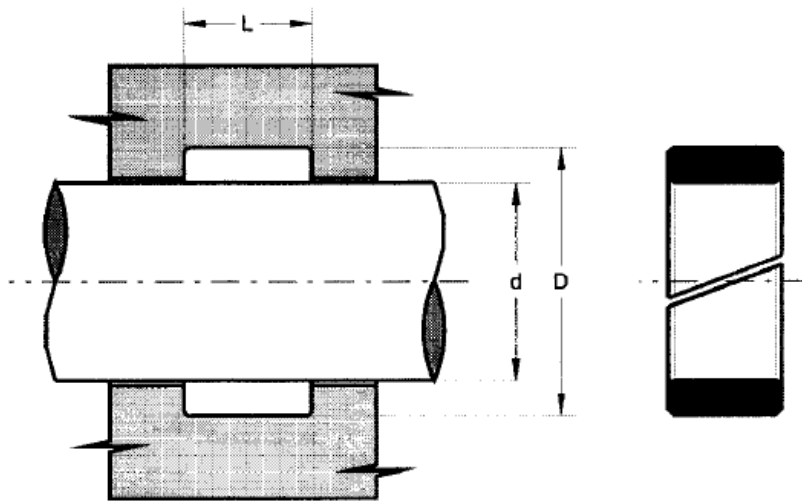
Batno tesnilo z vodilnim obročem bomo kupili v trgovini Mapro, d. o. o. Izbrali smo standardno batno tesnilo z vodilnim obročem trgovske oznake MKDF 50 35 10. Vgrajen bo na bat in bo služil kot tesnilo za bat in vodilni obroč za bat. Utor, v katerega bo vgrajen, bo izdelan po standardnih merah za takšno batno tesnilo z vodilnim obročem.



Slika 13: Batno tesnilo z vodilnim obročem

9.1.3 Vodilni obroč batnice

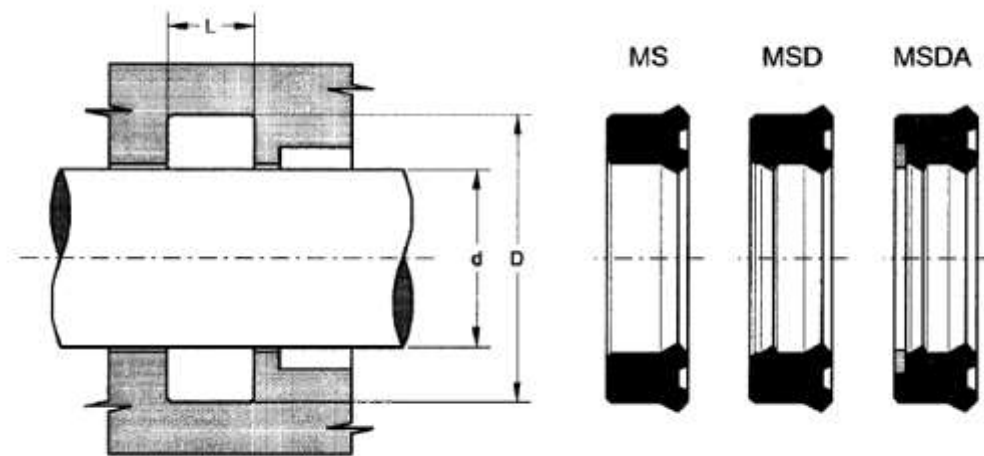
Vodilni obroč batnice bomo kupili v trgovini Mapro, d. o. o. Izbrali smo standardno vodilo batnice trgovske oznake MFR 35 40 5.6. Vgrajen bo v glavo cilindra in bo služil kot vodilo batnice ob gibanju. Utor bo izdelan po standardnih merah za takšen vodilni obroč.



Slika 14: Vodilni obroč batnice

9.1.4 Tesnilo batnice

Tesnilo batnice bomo kupili v trgovini Mapro, d. o. o. Izbrali smo standardno tesnilo batnice trgovske oznake MSD 12 19 5.8. Vgrajeno bo v glavo cilindra in bo služilo za tesnjenje med batnico in glavo cilindra. Utor, v katerega bo vgrajeno tesnilo, bomo izdelali po standardnih merah za takšno tesnilo.



Slika 15: Tesnilo batnice

9.1.5 Vijak po DIN 931

Kupili bomo 8 vijakov po standardu DIN 931, dimenzij $M8 \times 14$ mm. Vijaki bodo privijačeni v kocko in bodo služili temu, da bodo držali plošči, privijačeni na kocko pod pravilnim kotom.



Slika 16: Vijak $M8 \times 14$ mm

9.1.6 Vijak po DIN 912

Kupili bomo 4 vijake po standardu DIN 912, dimenzij $M5 \times 12$ mm. Vijaki bodo privijačeni v zagozdo in bodo služili temu, da bodo držali prirobnico, vpeto v zagozdo.



Slika 17: Vijak $M5 \times 12$ mm

9.1.7 Gumijasti ročaji

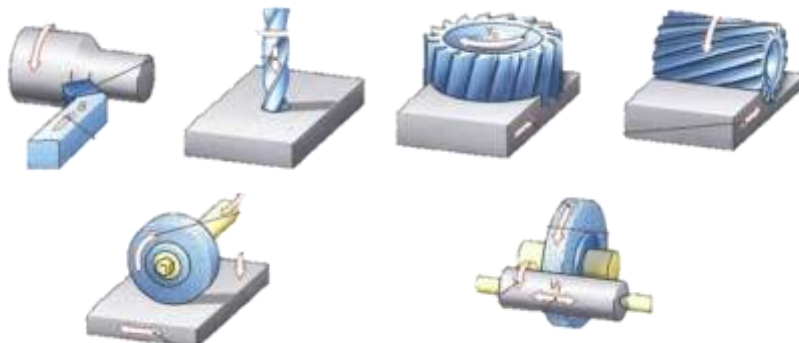
Kupili bomo tri gumijaste ročaje in jih namestili na za to predvidene prostore. Ti ročaji bodo služili temu, da bomo zanje držali, ko bomo črpali ali nosili zagozdo.



Slika 18: Gumijast ročaj

9.2 Nekateri izdelani elementi

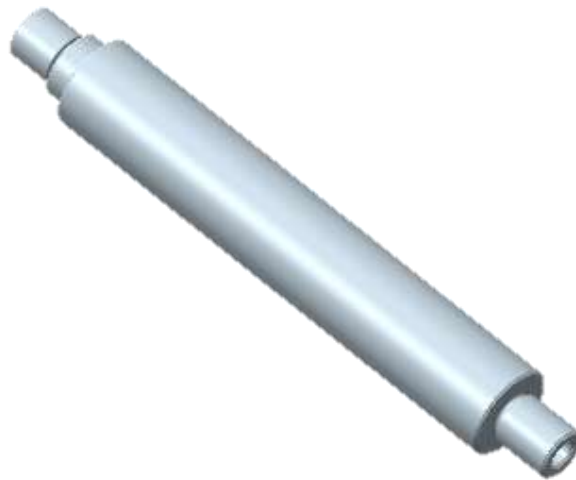
Odločili smo se, da bomo čim več sestavnih elementov izdelali sami in tako zmanjšali stroške izdelave hidravlične zagozde. Pri izdelavi bomo uporabili veliko različnih načinov obdelovanja materiala, kar nam bo kot bodočim strojnikom v odlično popotnico.



Slika 19: Načini obdelovanja materiala

9.2.1 Batnica

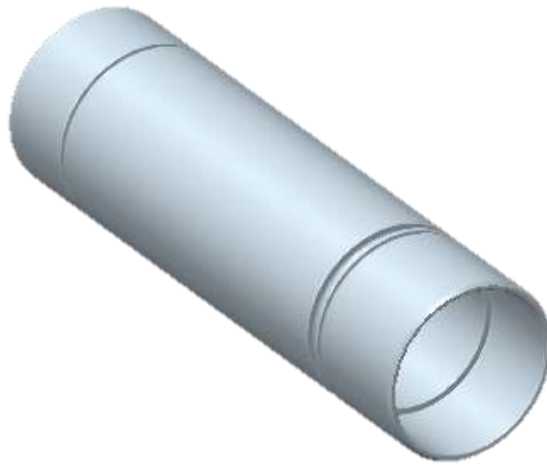
Iz preračunov smo ugotovili, da za želeno silo potrebujemo bat velikosti $\varnothing 50$ mm. Glede na bat smo konstruirali batnico, ki smo jo dimenzionirali na $\varnothing 35$ mm, imela pa bo tudi izvrtino skozi center do približno sredine batnice, kar jo bo naredilo veliko lažjo. Na eni strani bo postružena batnica na navoj za pritrnitev bata, postruženo pa bo tudi ležišče za tesnilo. Na drugi strani bo postružen samo navoj, na katerega bo pritrjena zagozda oziroma prirobnica.



Slika 20: Batnica

9.2.2 Cilinder

Cilinder smo konstruirali glede na bat in batnico, ki se gibljeta v njem. Cilinder je zasnovan tako, da se na eni strani z navojem pritrudi v ohišje črpalke (zgornji del), na drugi strani pa se vanj z navojem pritrudi glava cilindra, ki služi kot vodilo batnici. Vse skupaj se prav tako z navojem pritrudi v kocko in nato pričvrsti z matico, ki stisne celotno zagozdo skupaj.



Slika 21: Cilinder

9.2.3 Bat

Bat smo dimenzionirali glede na izračune. Na batu bodo vsi potrebni utori za tesnila in vodilni obroč. Dimenzije za utore smo našli v katalogu trgovine Mapro, d. o. o., kjer prodajajo tovrstne vodilne obroče in tesnila. Na sprednji strani bata bomo izvrtali še dve manjši luknjici, ki bosta služili kot nastavek za ključ, da bomo pričvrstili bat na batnico.



Slika 22: Bat

9.2.4 Glava cilindra

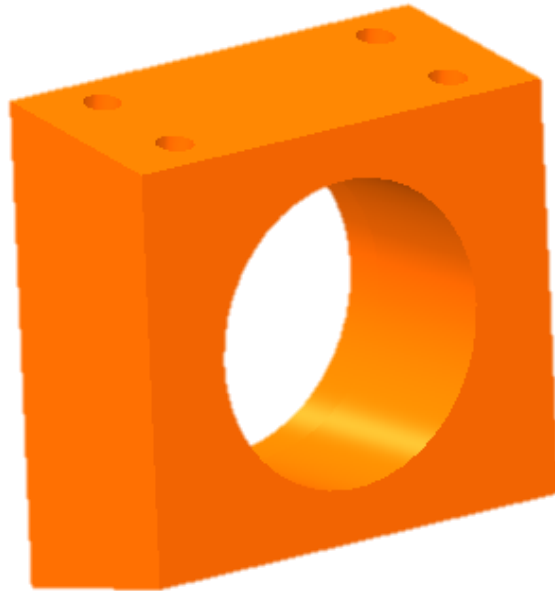
Glava cilindra bo pritrjena na sprednji strani cilindra in bo služila kot vodilo batnice in tesnilo cilindra. V njej bodo postruženi vsi potrebni utori za tesnila, vodilni obroč in posnemalo. Narejena bo iz aluminija, zaradi majhne teže in ker ne prenaša velikih obremenitev. Na sprednji strani bodo izvrtani dve luknji, tako kot pri batu, ki bodo služile kot nastavek za ključ za pričvrstitev v cilinder.



Slika 23: Glava cilindra

9.2.5 Kocka

Kocka bo pritrjena oziroma stisnjena na rezervoar zagozde, skozi njo pa bo privit cilinder, ki bo na drugi strani kocke pričvrščen z matico. Matica bo stisnila kocko na rezervoar. Zgornja in spodnja stranica kocke sta pod kotom, ker bodo nanju privijačene plošče z zobmi. Te plošče bodo služile temu, da se bo zagozda obdržala v drevesu in je ne bo odrivalo.



Slika 24: Kocka

9.2.6 Prirobnica zagozde

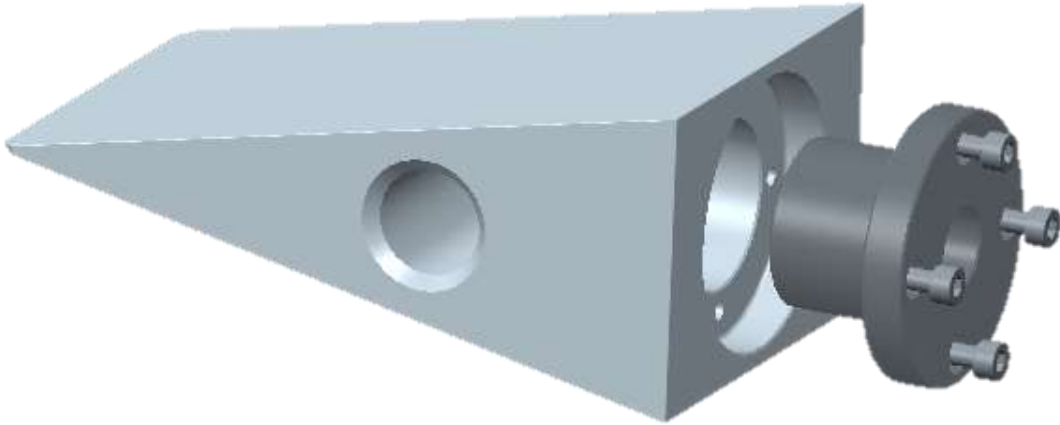
Odločili smo se, da bomo izdelali zagozdo iz aluminija in plastike, ker pa sta oba materiala premehka za takšne obremenitve, smo zasnovali prirobnico zagozde, ki bo jeklena in bo v zagozdo privijačena s štirimi vijaki. V prirobnico bo privijačena batnica in tako bodo tudi vse sile, ki bodo delovale na zagozdo, usmerjene v prirobnico, ki je dovolj trda za tovrstne obremenitve.



Slika 25: Prirobnica zagozde

9.2.7 Zagozda

Zagozda bo narejena iz aluminija in poliamida, ki ima skoraj iste trdnostne lastnosti kot aluminij. Edina razlika med njima je, da je poliamid lažji od aluminija. V zagozdo bo pritrjena prirobnica, vse skupaj pa bo privijačeno na batnico. Zagozda ima s strani luknjo, skozi katero bomo vtaknili ročico, da bomo lahko hidravlično zagozdo stisnili v začetni položaj.



Slika 26: Zagozda s prirobnico

10. Opis delovanja naprave

Zagozda bo enostavna za transport, imela bo ročico namenjeno prenašanju. Uporaba zagozde bo zahtevala še predznanje uporabljanja motorne žage. Uporabljala se bo za sečnjo večjih oziroma srednje velikih dreves na kakršni koli gozdni površini. Najprej bomo morali z motorno žago v pravilni smeri podiranja zarezati zasek na drevesu. Zasek mora biti dovolj velik in pod pravilnim kotom, da se bo drevo podrla v želeno smer. Ko bomo izžagali zasek, bomo z druge strani pričeli žagati drevo pravokotno na smer rasti drevesa. Drevo bomo žagali do globine reza, dokler nam ne bo pričelo stiskati meča motorne žage. Motorno žago bomo varno umaknili in uporabili hidravlično zagozdo. Zagozdo bomo potisnili v rez na drevesu tako, da se bodo zobje na plošči zagozde prijeli v drevo. Tako bomo imeli zagozdo vpeto in pripravljeno za črpanje, ne da bi se nam ta izdrla iz drevesa. Ročico bomo vstavili v nastavek za ročico in pričeli s črpanjem. Črpali bomo tako dolgo, dokler ne bo drevo začelo padati ali pa bo ročica postala pretrda za črpanje, kar bo pomenilo, da bomo morali poglobiti rez z motorno žago. V tem primeru hidravlično zagozdo pustimo v takšnem položaju, kot je in je ne odmikamo iz reza v drevesu. Z motorno žago ponovno poglobimo rez, dokler nam ne prične stiskati meča motorne žage. Motorno žago vnovič odmaknemo na varno in pričnemo s črpanjem hidravlične zagozde. Ko bomo začutili, da črpanje postaja vedno lažje, se bomo pripravili na varen odmik od drevesa, kajti lažje črpanje bo pomenilo, da smo premagali silo drevesa. Ko se bo drevo začelo nagibati, se bodo zobje na zagozdi, ki so bili vpeti v drevo, sprostili, mi pa se bomo lahko varno umaknili stran od drevesa in s sabo vzeli še hidravlično zagozdo. Ko bo drevo padlo na tla, bomo na zagozdi odprli vijak, da se bo sprostila pot med rezervoarjem in delovnim cilindrom, ročico vstavili skozi luknjo v zagozdi in zagozdo potegnili nazaj v prvoten položaj. Po zadnjem postopku bo zagozda pripravljena na uporabo pri podiranju drugega drevesa.

11. Rezultati

Na začetku raziskovanja smo si zastavili tri hipoteze. V tem poglavju bomo hipoteze potrdili oziroma zavrgli.

Hipoteza 1: Hidravlično zagozdo je možno skonstruirati z večjo nazivno močjo od moči hidravličnih zagozd, predstavljenih na trgu.

Hipoteza 1 je **potrjena**. S preračuni in raziskovanjem drugih hidravličnih zagozd smo skonstruirali hidravlično zagozdo z nazivno močjo 20 t, kar je bistveno več od tovrstnih zagozd na trgu.

Hipoteza 2: Zasnova in uporaba hidravlične zagozde je poenostavljena ali izboljšana od hidravličnih zagozd na trgu.

Hipoteza 2 je **potrjena**. Hipotezo lahko potrdimo z našo raziskovalno nalogo, v kateri smo zagozdo, ki je že predstavljena na trgu, izboljšali in naredili prijaznejšo sekaču. To smo dosegli s tem, da smo celotno hidravlično zagozdo zasnovali s čim manjšo končno skupno težo, npr. batnico smo naredili votlo do te mere, da ima še zmeraj enako nosilnost, zagozdo smo skonstruirali iz materiala poliamid, ki je veliko lažji, kot aluminij. Tudi če v tem primeru z mečem motorne žage po nesreči zažagamo v zagozdo, ki je iz poliamida, nam to ne bo poškodovalo verige motorne žage tako močno, kot če bi zažagali v aluminijasto zagozdo.

Hipoteza 3: Hidravlična zagozda je skonstruirana tako, da lahko večino elementov izdelamo v strojni delavnici.

Hipoteza 3 je **potrjena**. Napravo smo skonstruirali tako, da lahko večino sestavnih elementov izdelamo sami v strojni delavnici, s čimer smo stroške za izdelavo zagozde zmanjšali na minimum. Potrebna bo samo nabava materiala za izdelavo in nabava standardnih delov.

12. Zaključek

Projekt raziskovanja je bil odlična vaja in popotnica za nadaljnje projekte, ki bodo vsebovali konstruiranje, poizvedovanje, raziskavo trga, modeliranje in skupinsko delo.

V tej raziskovalni nalogi smo predstavili napravo, ki je v Sloveniji skoraj še ne poznana.

Glede na to, da uporaba tovrstne zagozde naredi sečnjo dreves lažjo predvsem pa varnejšo, menimo, da bi takšno napravo morala imeti podjetja, ki se poklicno ukvarjajo s sečnjo dreves. Tako bi vidno zmanjšali procent nezgod pri sečnji dreves, ki je do sedaj kar 59.8 % od vseh nezgod pri delu v gozdu. Če bi hidravlična zagozda prišla v serijski proizvod, bi se njena cena znižala na tolikšno vrednost, da bi to bilo finančno sprejemljivo tudi za neprofesionalne sekače in kmete, kar bi procent nezgod še bolj zmanjšalo.

Hidravlično zagozdo smo sprva imeli namen izdelati do zagovora raziskovalne naloge, a smo po dobrem premisleku ugotovili, da zaradi časovne stiske in predolgega čakalnega časa za dobavo potrebnega materiala, ne bomo uspeli končati izdelka pravočasno. Hidravlično zagozdo imamo še zmeraj cilj izdelati, a je na žalost ne bomo morali predstaviti na zagovoru. Naloga je bila kljub temu preizkus naših znanj, veščin in idej, ki smo jih pridobili med srednješolskim šolanjem. Zajela je vse strokovne in tudi nestrokovne dele šolskega programa strojništva, na katerih bomo morali še pridno graditi v nadaljnjem šolanju in prav tako po zaposlitvi, kajti učenje in izobraževanje se nikoli ne prenehata, saj na trg iz dneva v dan prihaja nova, zahtevnejša in bolj izpopolnjena tehnologija.

13. Zahvala

Iskrena hvala najinemu mentorju prof. Romanu Zupancu, inž. str., ki nama je s svojim znanjem in idejam pomagal, naju usmerjal in nama svetoval pri raziskovanju. Zahvaljujeva se tudi gospe Meliti Leskovar, prof. slovenščine za lektorsko delo ter Šolskemu centru Celje za omogočeno delo v učilnicah šole.

14. Viri in literatura

- [1] Kraut B. (2011). *Krautov strojniški priročnik*. 15. slovenska izdaja. Ljubljana: Littera picta.
- [2] [napisala skupina avtorjev; urednik Karl Kuzman] (2010). *Moderno proizvodno inženirstvo: priročnik*. Grosuplje: Grafis Trade.
- [3] Parr A. (1999). *Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide*. 2. izdaja. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- [4] Kumer B. (1994). *Hidravlika in pnevmatika*. Delovni zvezek. 2. natis. Železniki: Jana.
- [5] Čretnik S. (2010). *Pro/engineer Wildfire 5.0*. Ljubljana: Pasadena.
- [6] Četina P., Kostajnshek A. (2007) *Snovanje in konstruiranje 4: učbenik za 4. letnik predmeta Snovanje in konstruiranje v programu Strojni tehnik*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- [7] Hidravlična zagozda Nordforest (online). (citirano 13. 1. 2014) Dostopno na naslovu: <http://www.grube.de/nordforest-hydraulischer-faellkeil-20-080.html>.
- [8] Specifikacije hidravlične zagozde Nordforest (online). (citirano 16. 1. 2014) Dostopno na naslovu: <http://www.boerger-forsttechnik.de/Forstwerkzeuge/Faellkeile-Forstschloss/Alu-Faellkeile/Hydraulischer-Faellkeil.html>.
- [9] Podrobnosti hidravlične zagozde (online). (citirano 17. 1. 2014) Dostopno na naslovu: <http://www.grube-shop.at/de/Ersatzteile-fuer-Nordforest-Hydraulischer-Faellkeil>.
- [10] Mehanska zagozda Faie MK4 (online). (citirano 16. 1. 2014) Dostopno na naslovu: http://www.dvp.si/index.php?route=product/product&path=33_80&product_id=106.
- [11] Katalog tesnil (online). (citirano 14. 2. 2014) Dostopno na naslovu: <http://www.mapro.si/files/uploads/mapro-katalog-hidravlicnih-tesnil.pdf>.
- [12] Sistem delovanja hidravlične dvigalke (online). (citirano 2. 2. 2014) Dostopno na naslovu: http://www.hyjacks.net/ani_extraction.htm.
- [13] Opis hidravlične zagozde (online). (citirano 3. 2. 2014) Dostopno na naslovu: http://www.faz-mattenhof.de/fileadmin/faz/pdf/08_9Faellkeilhydr_D_Juli_07.pdf.
- [14] Podatki o hidravlični zagozdi (online). (citirano 13. 1. 2014) Dostopno na naslovu: <http://www.grube.de/ersatzteile-fuer-nordforest-hydraulischer-faellkeil-20-080-2-variation.html>.

Priloga 1: Kosovnica

Priloga 2: Batnica

Priloga 3: Cilinder

Priloga 4: Bat

Priloga 5: Glava cilindra

Priloga 6: Kocka

Priloga 7: Prirobnica zagozde

Priloga 8: Zagozda