

Šolski center Celje

Poklicna in tehniška strojna šola

UNIVERZALNI HIDRAVLIČNI TRAKTORSKI NAKLADALNI DROG

Avtorja:

Herman KOROŠEC
Mitja LIPUŠ

Mentorja:

Gorazd JORDAN
Igor LAH uni. dipl. ing.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2007

KAZALO VSEBINE

Šolski center Celje.....	1
Kazalo slik.....	3
Povzetek	4
Uvod.....	4
Hipoteza	6
Potek raziskave.....	7
Namen in cilj raziskovalne naloge	8
Predstavitev naprav	9
Nakladalni drog Gorenc	9
Nakladalna naprava za spravilo lesa iz gozda in natovarjanje lesa.....	10
Klešče za les KL 2200 (Krpan Slovenija).....	12
Določitev obremenitev	14
Modeliranje s programsko opremo Pro/Engineer Wildfire.....	18
Konstruiranje naprave	19
Izdelava univerzalnega nakladalnega droga za traktor	23
Uporaba hidravličnih elementov na izdelku	26
Zahvala	28
Zaključek.....	29
Viri in literatura.....	30

KAZALO SLIK

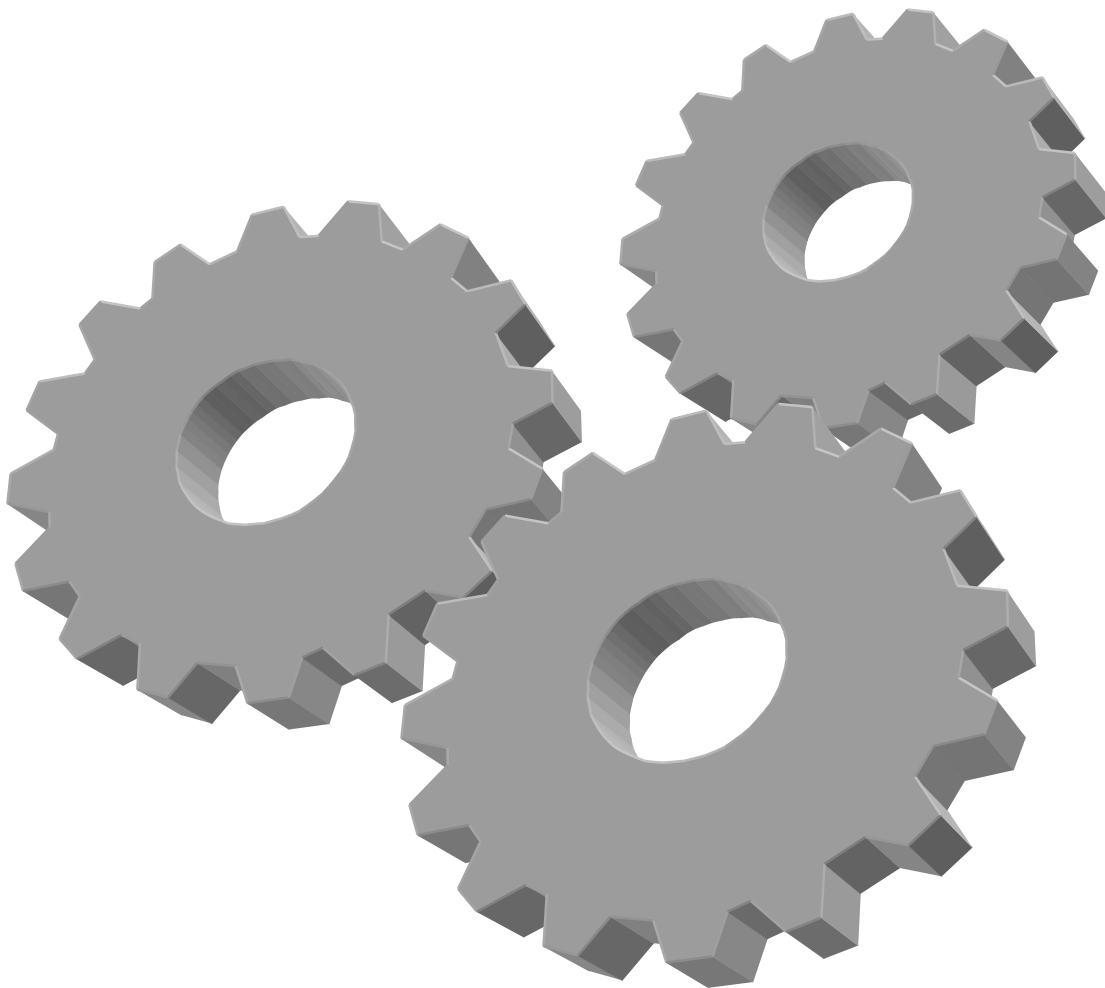
Slika 1.1	
Nakladalni drog Gorenc	10
Slika 1.2	
Nakladalni drog Gorenc 2.....	10
Slika 6.2.1	
Nakladalna naprava za spravilo lesa iz gozda in natovarjanje lesa Auer	11
Slika 6.3.1	
Klešče za les KL 2200.....	12
Slika 6.3.2	
Klešče za les KL 2200.....	13
Slika 6.3.3	
Klešče za les KL 2200.....	13
Slika 8.1	
Konstruiranje z 3D programsko opremo Pro/ENGINEER	18
Slika 9.1	
Primer sestavnega dela naprave	19
Slika 9.2	
Že sestavljeni deli (na poti do celote.....)	21
Slika 9.3	
Sestavljanje nakladalnih klešč, iz mnogo majhnih delov	21
Slika 9.4	
Naprava že dobiva bolj končno podobo	22
Slika 9.5	
Že skoraj končna podoba izdelka.....	22
Slika 10.1	
Varjenje plošče	23
Slika 10.2	
Preverjanje enakosti izdelanih delov	23
Slika 10.3	
Obdelava surovca na končni izdelek (struženje).....	24
Slika 10.4	
Surovci pripravljani za obdelavo na končno podobo.....	24
Slika 10.5	
Obdelava polizdelka na končni izdelek (rezkanje – frezanje).....	24
Slika 11.1	
Upravljalna plošča v traktorski kabini za hidravlično črpalko traktorja	26
Slika 11.2	
Obojstransko delujoči hidravlični cilinder	27
Slika 11.3	
Prerez gibke cevi za hidravliko (tlak do 200bar).....	27
Slika 11.4	
Hitri spoj za povezavo hidravlike droga z hidravlično črpalko traktorja.....	27

1. Povzetek

V tej raziskovalni nalogi sva se odločila skonstruirati traktorski priključek in sicer univerzalni hidravlični nakladalni drog za traktor. Najprej sva raziskala trg in ugotovila, da podobne naprave na trgu že obstojajo, vendar z mnogo slabostmi oziroma pomanjkljivostmi. Zato sva začela snovati omenjeni priključek, ki bo preprost, univerzalen, zmogljiv, varen, ter zanesljiv. Vse te lastnosti, pa sva upoštevala in vključila v lastnosti priključka, ga skonstruirala, preučila, ter izdelala.

2. Uvod

Za raziskovalno nalogo, sva si zadala cilj, da izdelava traktorski priključek. Po tehtnem premisleku je padla odločitev, da izdelava hidravlični nakladalni drog, ki bo univerzalen, uporaben, primeren za vsako delo in katerega osnovni namen je prenos in natovarjanje ter raztovarjanje težjih bremen. Raziskava trga je pokazala, da podobne naprave v tujini že obstojajo, vendar so njihovi problemi, da so zelo drage, nekatere nevarne, spet druge pa so omejene za uporabo. Najina predpostavka pa je izdelati podobno, v osnovi preprosto vendar univerzalno uporabno napravo, ki bo zadostila potrebam čim več potencialnih kupcev.

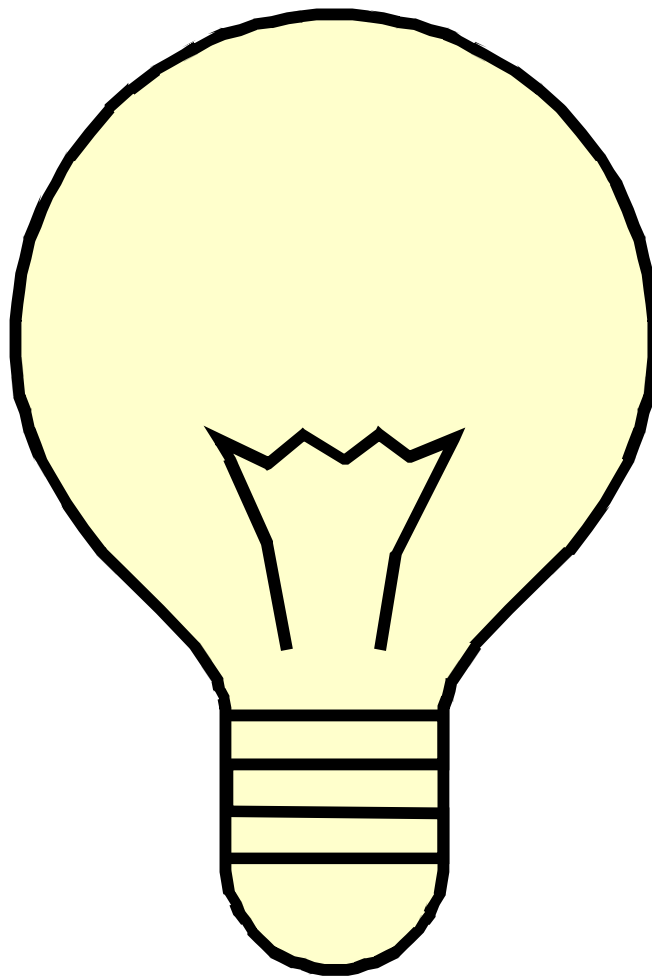


3. Hipoteza

Na podlagi pogovora z uporabniki podobnih obstoječih priključkov, raziskavo in preučitvijo trga in podobnih proizvodov ter po pogovoru z mentorjema smo postavili hipotezo najine raziskovalne naloge.

Ali je možno izdelati omenjeni priključek, ki bo:

- čim bolj preprost,
- enostaven,
- varen za uporabo,
- vsem cenovno dostopen
- in vsestransko uporaben.



4. Potek raziskave

Raziskave sva se lotila postopoma. Najprej sva na podlagi lastnih izkušenj s podobnim že obstoječim izdelkom dobila idejo, da bi priključek predelala, oziroma skonstruirala, ter izdelala novega, ki ne bo vseboval že naštetih pomanjkljivosti obstoječih izvedb teh priključkov. Med konstruiranjem novega izdelka sva izkušnje in informacije uporabila pri snovanju. Da bi čim bolj podrobno raziskala situacijo, sva se posvetovala tudi s slovenskim podjetjem, ki izdeluje podobne priključke. Da pa ne bi izpustila kakšnih pomembnih spoznanj, sva kolikor je le bilo možno preučila prednosti ter slabosti, podobnih naprav, ki jih izdelujejo v tujini.

Tako sva prišla, do konkretnih informacij o teh priključkih, in snovanje se je začelo. Priključek sva v sodelovanju z mentorjema skonstruirala, analitično določila, ter ga izdelala.

5. Namen in cilj raziskovalne naloge

Namen te raziskovalne naloge je sledeč:

Skonstruirati nov priključek, katerega osnovni namen je prenos in natovarjanje ter raztovarjanje težjih bremen. Primarno se podoben priključek uporablja za natovarjanje lesa v gozdu. Cilj te raziskovalne naloge pa je razširiti uporabnost priključka in izboljšati nekatere druge lastnosti, kot so: Varnost, rokovanje, teža in pa predvsem povečati zmogljivost dvigovanja bremen s pomočjo hidravlike, in ne le sile primarne traktorske hidravlike - dvižnic. Eden izmed glavnih ciljev je izboljšava vzdolžne stabilnosti traktorja in posledično možnost povečanja teže bremena.

Tako sva si v tej nalogi zadala glavni cilj, da združiva najboljše lastnosti podobnih obstoječih priključkov, v najin izdelek. Pri tem pa sva pazila, da ne bo izdelek kompliciran, ampak čim bolj preprost.

6. Predstavitev naprav

Sedaj bova predstavila podobne naprave, ki že obstojajo na tržišču. Naprave so predvsem namenjene za uporabo v gozdu, za nakladanje lesa, ali spravilu lesa iz gozda.

6.1 Nakladalni drog *Gorenc*

Nakladalni drog Gorenc, je Slovenski proizvod, edini te vrste, je zelo preprost, posledično pomanjkljiv vendar poceni. Torej je za uporabnika, ki ne pričakuje večjih efektov uporabe, obenem pa ne more pričakovati praktičnosti, oziroma solidnega rokovanja z priključkom.

Prednosti

- cena
- teža (samo 55 kg)
- praktično ni potrebno vzdrževanje

Slabosti

- omejenost uporabe
- nevaren za uporabo
- zahtevno pozicioniranje
- nezanesljiva konstrukcija
- majhna nosilnost (realnih 700kg)
- potrebni 2. osebi za učinkovito upravljanje
- ni nastavitev položaja bremena, med samim dvigom
- nepravilno dimenzioniran (problem upogiba na stran)
- nemoč nadzora bremena, brez izdatne sile delavca (2 delavca)
- togost (brez možnosti nastavitev višine, naklona, položaja klešč)
- nenadzorovano gibanje nakladalnih klešč (posledično opletanje bremena)



Slika 6.1.1 ; Nakladalni drog Gorenc



Slika 6.1.2 ; Nakladalni drog Gorenc 2.

6.2 Nakladalna naprava za spravilo lesa iz gozda in natovarjanje lesa *Auer*

Proizvajalec gozdnih priključkov, ter samostojni naprav *Auer* lamb iz Avstrije, je eden izmed mnogih podobnih, praktično identičnih proizvajalcev traktorskih priključkov, ter gozdne opreme za traktorje. Torej, eden izmed njihovih mnogih proizvodov je tudi njihova različica, nakladalnega droga za spravilo lesa iz gozda, ter za natovarjanje lesa na manjše prikolice. Priključek, je mnogo bolj izpopolnjen od priključka iz točke 6.1 , bolj vsestranski in predvsem varnejši.

Prednosti

- širša uporabnost
- velika varnost uporabe
- zanesljivost
- zmogljivost

Slabosti

- teža
- cena
- še dokaj omejena uporaba
- zahtevno vzdrževanje
- dokaj ranljiv v gozdu
- uporaben le za profesionalne gozdarje



Slika 6.2.1 ; Nakladalna naprava za spravilo lesa iz gozda in natovarjanje lesa *Auer*

6.3 Klešče za les KL 2200 (Krpan Slovenija)

Namenjene so za izvlečenje hlodov, pa tudi drugega drobnejšega lesa iz gozda na želeno mesto. Klešče so zasnovane iz dveh polovic, ki potujeta ena ob drugi, kar omogoča prijemanje različno debelega in razvejanega drevja. Razpon znaša kar 2200 mm. Torej, še drugi Slovenski proizvajalec, ki ponuja podoben priključek za uporabo v gozdu, vendar omejen na izvleko lesa, ne pa tudi natovarjanje na prikolico.

Prednosti

- hidravlično vodeno upravljanje
- kompaktne mere

Slabosti

- specifično omejena uporaba (posledica 3. alineja)
- cena
- samo za profesionalno uporabo (smisel nakupa)



Slika 6.3.1 ; Klešče za les KL 2200



Slika 6.3.2 ; Klešče za les KL 2200



Slika 6.3.3 ; Klešče za les KL 2200

7. Določitev obremenitev

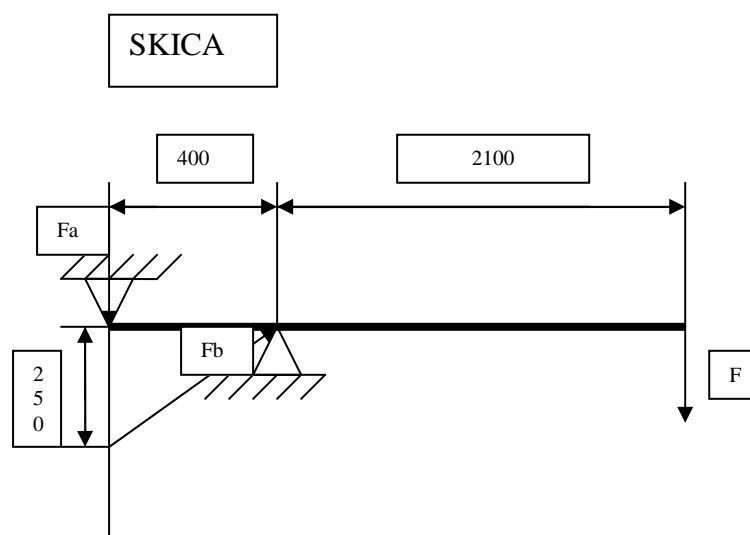
Za uspešno in optimalno konstruiranje strojnih delov, ki prenašajo obremenitve moramo spoznati silo, ki je potrebna za porušitev nekega strojnega elementa. Ker je najin izdelek dokaj zahteven, je potrebno bilo izvesti mnogo preračunov, ki določajo obremenitve naprave, in posledično določimo in preverimo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

Preden začnemo z preračuni moramo določiti vrsto obremenitve, teh vrst obremenitev pa je lahko več, za vsak strojni del je lahko druga.

Osnovni elementi naprave so kvadratni nosilci, zato so bili potrebni naslednji preračuni;

Glavni nosilec bremena – drog

S preprosto skico prikažemo nosilec, njegove podpore in obremenitve



Preračun sil ki delujejo na nosilec;

$$F_b \cdot \cos 58^\circ \cdot 400 = F \cdot 2100$$

$$F_b = \frac{F \cdot 2100}{400 \cdot \cos 58^\circ} = \frac{15000 \cdot 2100}{400 \cdot \cos 58^\circ} = 148607 \text{ N}$$

$$F_a = F_b - F = 148607 \cdot \cos 58^\circ - 15000 = 63749 \text{ N}$$

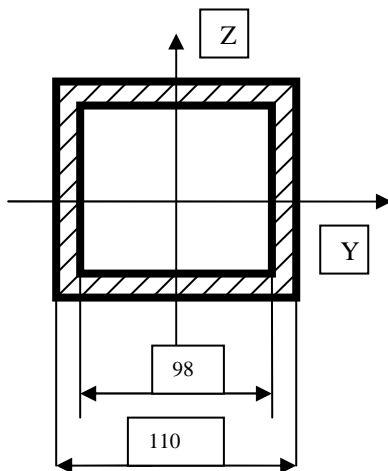
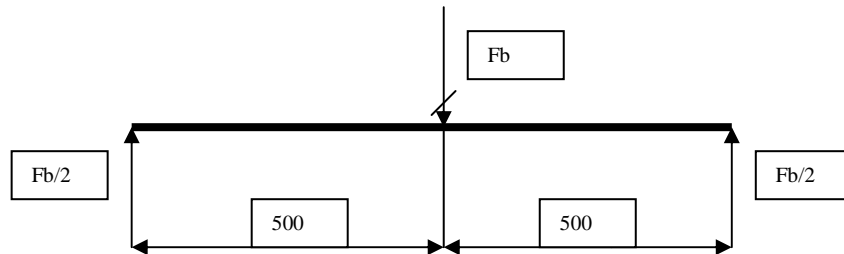
Največji upogibni moment, ki deluje na zgornji narisani nosilec;

$$M_{\max} = F \cdot l$$

$$M_{\max} = 15000 \cdot 2100 = 31500000 \text{ Nmm}$$

Preračun upogiba glavnega nosilca na upogibno napetost

SKICA



Nosilec je obremenjen na upogib, torej računamo najprej upogibni moment in odpornostni moment;

$$\sigma_{u \max} = \frac{M_{\max}}{W} < 420 \text{ Nmm}^2 \rightarrow \sigma_{u \max} = \frac{18575875}{82080.58} = 226 \text{ Nmm}^2$$

$$M_{\max} = \frac{Fb \cdot l}{4} = \frac{148607 \cdot 500}{4} = 18575875 \text{ Nmm}$$

$$W = \frac{Ix_1 - Ix_2}{b} = \frac{\frac{110^4}{12} - \frac{98^4}{12}}{55} = 82080.58 \text{ mm}^3$$

Največji upogibni moment za nosilec, ki je enostransko vpet izračunamo po enačbi

$$M_u = F \cdot l = 150000 \cdot 2500 = 375000000 \text{ Nmm}^2$$

Po standardu EN 10027-1 pa znaša dovoljena upogibna napetost za kvadratni profil iz jekla z oznako S235JRH z debelino stene nad 3mm **420Nmm²** To pa pomeni, da je obremenitev pod dopustno.

Preračun sornikov

Preračun sornika fi30mm na strig :

Najprej pa izračunamo T_s dopustni, po naslednji enačbi, če vemo, da je R_m jekla za poboljšanje 900 N/mm^2 in je varnostni faktor 3

$$T_{sdop} = \frac{R_m}{V} = \frac{900}{3} = 300$$

$$T_s = \frac{F}{2 \cdot A} < T_{sdop} \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} = 706.85 \text{ mm}^2$$

$$T_s = \frac{150000}{2 \cdot 706.85} = 106.1 \text{ N/mm}^2 < T_{sdop} 300$$

Preračun sornika fi22mm na strig :

$$T_s = \frac{F}{2 \cdot A} < T_{sdop} \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 22^2}{4} = 380.13 \text{ mm}^2$$

$$T_s = \frac{150000}{2 \cdot 380.13} = 197.3 \text{ N/mm}^2 < T_{sdop} 300$$

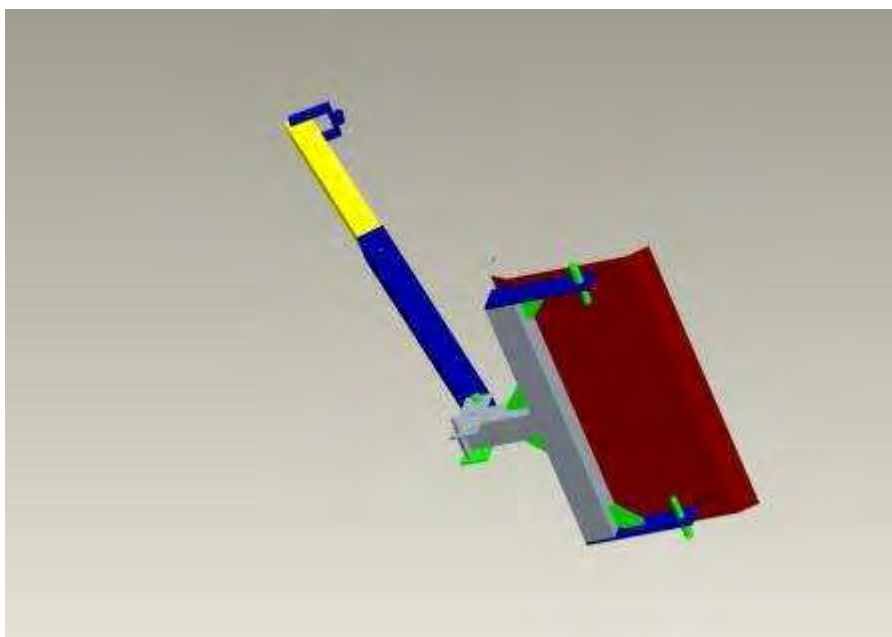
Preračun sornika fi18mm na strig :

$$T_s = \frac{F}{2 \cdot A} < T_{sdop} \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 18^2}{4} = 254.46 \text{ mm}^2$$

$$T_s = \frac{150000}{2 \cdot 254.46} = 294.74 \text{ N/mm}^2 < T_{sdop} 300$$

8. Modeliranje s programsko opremo Pro/Engineer Wildfire

Modeliranje s programsko opremo Pro/Engineer predstavlja enega najnaprednejših postopkov izdelave modela v računalniški obliki. S pomočjo te programske opreme lahko prikažemo 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 dodajanja in odvzemanja. 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 res vrhunska in zato zajema še vse pomožne gradnike, kot so posnetja, luknje, zaokrožitve in mnogo drobnih specialnih »sladkoročkov«.



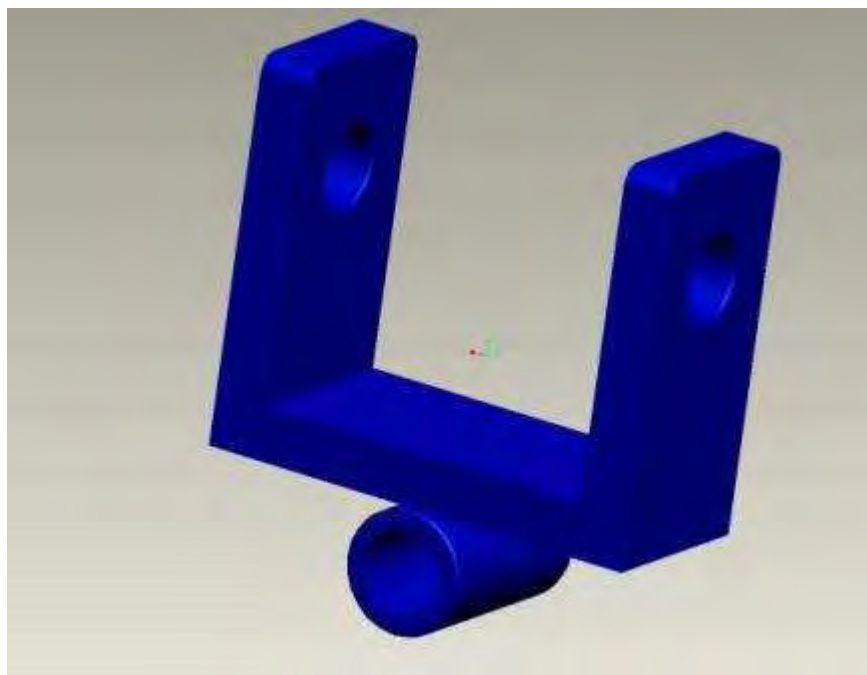
Slika 8.1; Konstruiranje z 3D programsko opremo Pro/ENGINEER

9. Konstruiranje naprave

Sedaj ko so določene vse osnovne dimenzije priključka, ki prenašajo obremenitve, se lahko lotimo modeliranja posameznih delov. In tako sva se lotila modeliranja izdelka, z zgoraj predstavljeno programsko opremo. Pričela sva z osnovnimi štirimi nosilci, ki so iz kvadratnih profilov. Nosilci so zaradi preprostosti konstrukcije enakega preseka po celi dolžini. Na teh osnovnih nosilcih je bilo potrebno tudi predvideti položaje izvrtin, ki jih potrebujemo, in pa položaje in načine vpetja nosilcev, oziroma mesta varjenja. Posebej pri načrtovanju varjenih mest je potrebno biti zelo pozoren, kajti ena sama nepravilnost lahko povzroči porušitev ali deformacijo. Poleg osnovnih nosilcev ima ta priključek mnogo manjših a zelo pomembnih gradnikov: osi, ploščati deli, puše, vijaki, sorniki, in konec koncev elementi hidravlike.

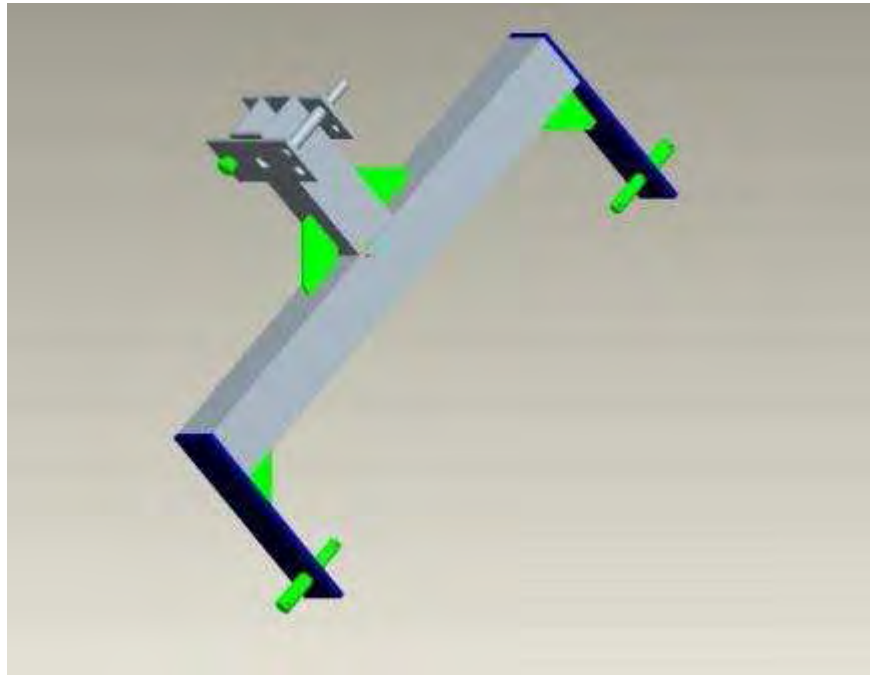
Posebej sva se osredotočila na elemente in izbiro hidravlike, ki je za razlike od ostalih delov popolnoma standardna. Hidravliko smo izbrali pri Slovenskem proizvajalcu. Za hidravliko ni bilo potrebnih posebnih preračunov, razen dolžinski mer. Namreč standardni tlak hidravlike je dovoljen do 200bar. Traktor kot izvor pogona hidravlike, oziroma hidravlična črpalka traktorja pa je tudi standardizirana na 180bar, oziroma na nekaterih novejših traktorjih 200bar. Tako nama je preostala izbira dolžine in načina vpetja hidravlike, ter vseh potrebnih hidravličnih elementov (gibke in toge cevi, priključki in ventili).

Torej osredotočila sva se predvsem na konstrukcijo naprave, in pazila na vse faktorje, varnostne količnike, upoštevala sva lastne izkušnje z podobnimi izdelki, in skonstruirala sva izdelek, katerega postopek izdelave in konstrukcije prikazujeva na spodnjih slikah.

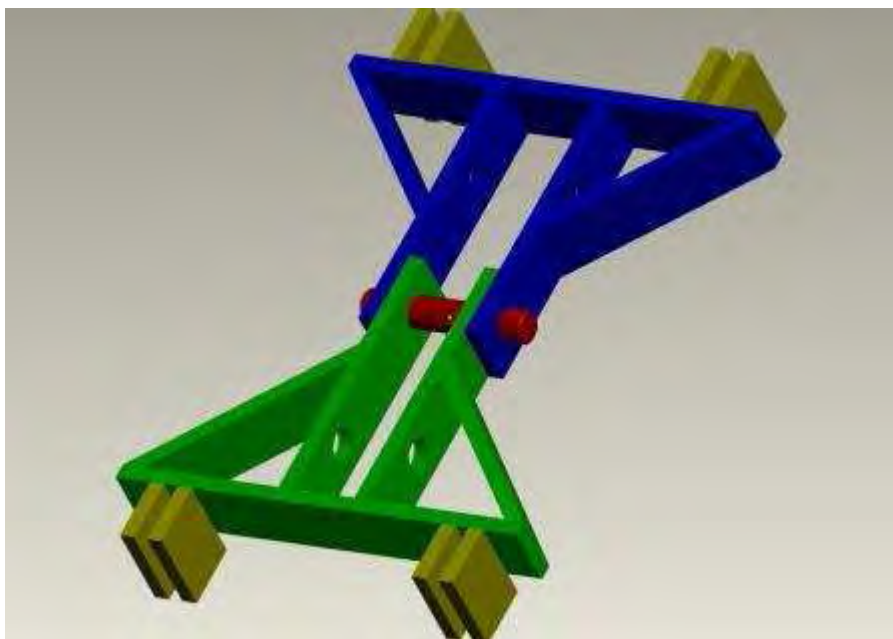


Slika 9.1; Primer sestavnega dela naprave

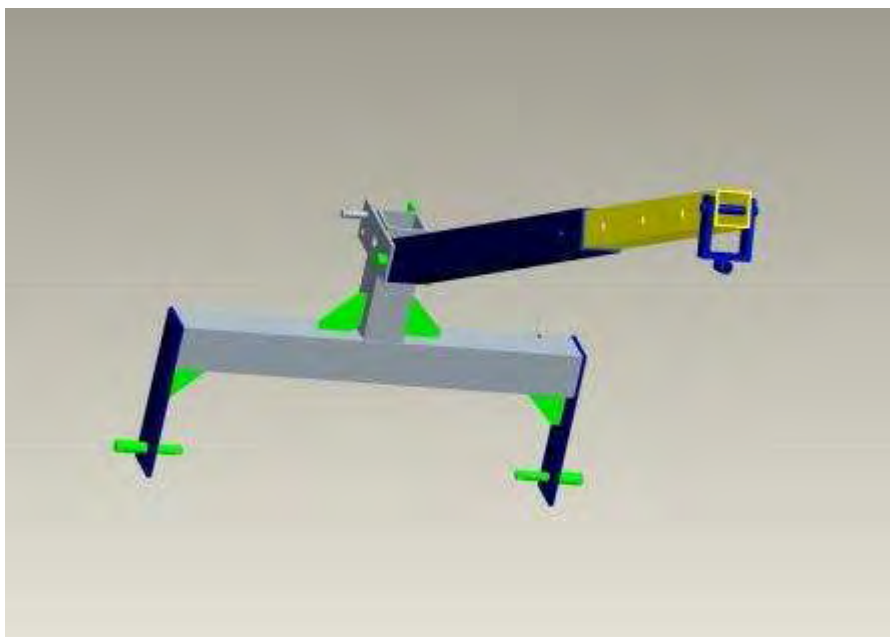
Programska oprema nam omogoča najprej izdelavo posameznih delov naprave (slika 9.1) in pa sestavljanje posameznih delov naprave v celoto (spodnji dve sliki). Tako skozi postopke izdelave s pomočjo programske opreme dobimo realno (3 dimenzionalno) sliko kasnejšega izdelka. Po tem postopku sva ustvarjala tudi midva, postopek pa vam na kratko prikazujeva na slikah.



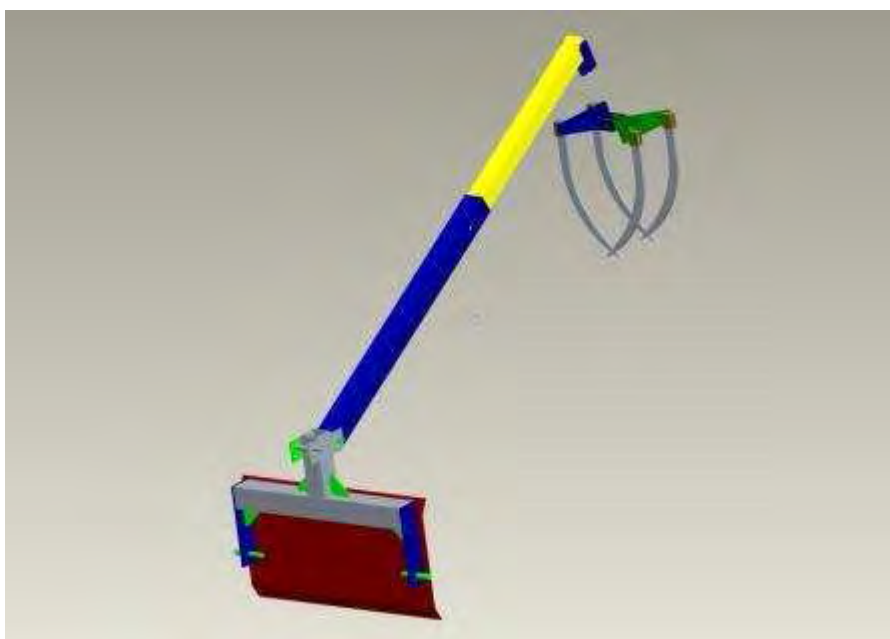
Slika 9.2; Že sestavljeni deli (na poti do celote...)



Slika 9.3; Sestavljanje nakladalnih klešč, iz mnogo majhnih delov



Slika 9.4; Naprava že dobiva bolj končno podobo



Slika 9.5; Že skoraj končna podoba izdelka

10. Izdelava univerzalnega nakladalnega droga za traktor

V naslednjih nekaj slikah bova pokazala nekaj utrinkov iz dela v delavnicah. Minilo je mnogo popoldanskih in dopoldanski ur, preden je nastal končni izdelek. Uporabiti je bilo potrebno veliko postopkov obdelave materiala (rezkanje, struženja, rezanje, vrtanje, brušenje, varjenje, poboljšanje in še mnogo drugih malenkosti). Postopek izdelave takšnega priključka zahteva široka znanja iz področja praktičnega in strokovnega strojništva.



Slika 10.1; Varjenje plošče



Slika 10.2; Preverjanje enakosti izdelanih delov.



Slika 10.3; Obdelava surovca na končni izdelek (struženje)



Slika 10.4; Surovci pripravljani za obdelavo na končno podobo



Slika 10.5; Obdelava polizdelka na končni izdelek (rezkanje – frezanje)

Naj še na kratko opiševa postopek izdelave Univerzalnega hidravličnega nakladalnega droga in načrtovanje naloge. Najprej je ideja prerasla v prve skice, nato že delavniške risbe. Idejo je bilo potrebno razviti, in s pomočjo svetovanja mentorjev, nekaj lastnih izkušenj iz uporabe podobnih naprav, ter iz postavljenih hipotez se je začel razvijati končni načrt izdelave. Ko sva imela načrte tudi v 3D obliki in model s pomočjo programske opreme smo preverili skupaj z mentorjema celoten postopek, se podali v nabavo materiala, pripravo orodja, in vse kar je bilo predvideno za projekt. Material je prispel, in realizacija se je začela razvijati v izdelek, ki je dobival končno podobo. Izdelava pa je že slikovno in tekstovno opisana.

Tako je prej malo nerealna ideja o izdelku postala realna, in lahko rečeva, da je to bil odličen projekt, ki je povezal vsa znanja, ki smo jih do zdaj v izobraževanju pridobili. Projekt je resnična raziskovalna naloga, saj je izdelek zelo zahteven in kompleksen. Porabljenih je bilo mnogo ur, in z veseljem ugotavljava, da se je splačalo.

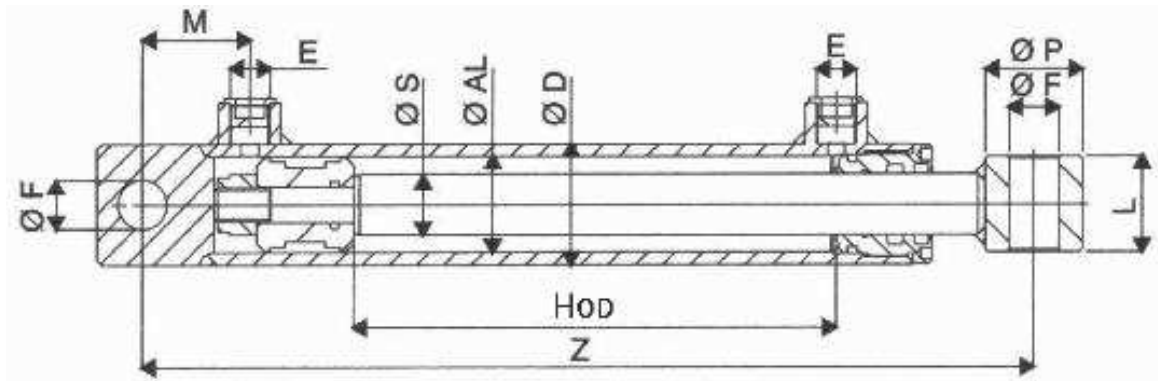
11. Uporaba hidravličnih elementov na izdelku

Del te raziskovalne naloge vsebuje tudi uporabo in montažo hidravličnih elementov. Namreč sam priključek vsebuje dva hidravlična cilindra, in sicer oboje stransko delujoča po smeri gibanja. Za samo izvedbo hidravličnih elementov je bila potrebna izbira standardnih elementov iz kataloga proizvajalca, oziroma prodajalca le teh. Potrebni elementi poleg osnovnih dvostransko delujočih cilindrov pa so še, gibka cev za hidravliko, priključni elementi hidravlike za priklop na traktor, montažni priključki, ventil in vmesna tesnila. Za montažo hidravlike na drog je potrebno izdelati tudi ustrezne priključke, ki sva jih izdelal glede na potrebe montaže same hidravlike.

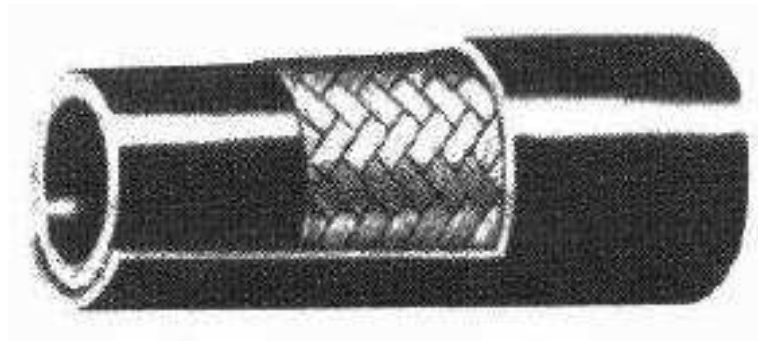
Še o samem vodenju hidravlike. Univerzalni hidravlični nakladalni drog v osnovi upravljamo z dvema hidravličnima cilindroma, katera izvor sile prejmeta od traktorske hidravlične črpalke. Upravljanje hidravlike pa nadzorujemo s pomočjo upravljanja preko traktorskih ročic za upravljanje s hidravlično črpalko in vmesnim preklopnim ventilom.



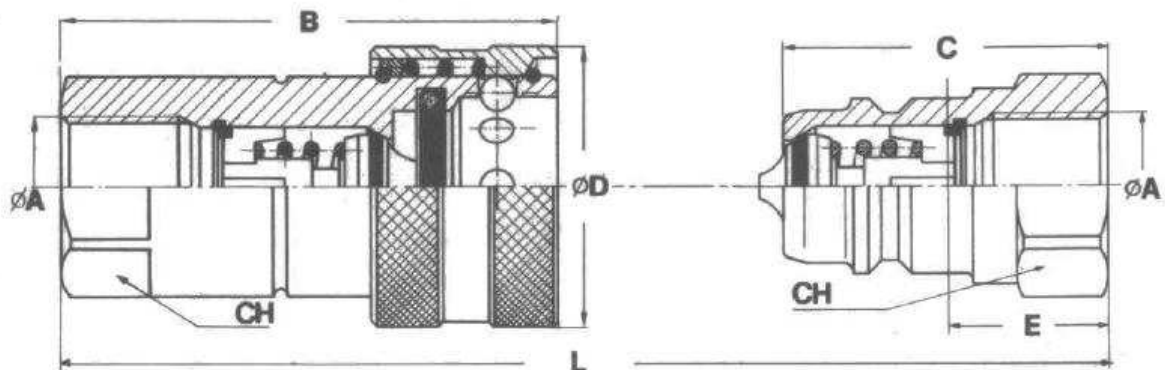
Slika 11.1; Upravljalna plošča v traktorski kabini za hidravlično črpalko traktorja



Slika 11.2; Obojestransko delujoči hidravlični cilinder



Slika 11.3; Prezrez gibke cevi za hidravliko (tlak do 200bar)



Slika 11.4; Hitri spoj za povezavo hidravlike droga z hidravlično črpalko traktorja

12. Zahvala

Zahvaljujema se najinima mentorjema, ki sta skrbel za praktične nasvete in vzpodbude pri delu. Zahvaljujema se tudi profesorjem praktičnega pouka v strojnih delavnicah, ki so vsak po svojih močeh prispevali delčke k realizaciji raziskovalne naloge. Zahvala gre tudi gospe razredničarki, ki je z razumevanjem sprejela urice odsotnosti, ki so bile porabljene za delo v delavnicah. Seveda pa gre glavna zahvala šolskemu centru Celje, ki je omogočil realizacijo raziskovalne naloge.

13. Zaključek

V tej raziskovalni nalogi sva spoznala, da je po štirih letih šolanja nekaj znanja vendarle ostalo v glavi. V tej nalogi je bilo potrebno uporabiti široka znanja ne le iz področja strojništva, temveč tudi iz drugih področij, ki smo se jih dotaknili pri pouku. Na začetku, ko sva si zadala nalogo izdelati, inovacijsko dovršiti ter jo realizirati, je vedno bolj postajalo jasno, da bo naloga zahtevna. Kasneje so se začela sprehajati po glavi črne misli neuspeha. Kasneje, ko se je pokazal projekt za izjemno zanimivega, je postajalo vendar bolj jasno, da uspeh ne izostane. Priključek, ki sva ga izdelala, je zanesljiv, primeren za vsakega, tudi še za tako zahtevnega uporabnika. Podoben je mnogim, vendar enovit.

Primeren je za na vsako kmetijo, saj je njegova uporabnost vsestranska. Upava tudi, da sva s to raziskovalno nalogo prispevala vsaj delček k razvoju kmetijske mehanizacije v Sloveniji.

14. Viri in literatura

1. Krautov strojniški priročnik. (2003). 14. izdaja., Ljubljana : Littera picta, 2002
2. Avgust Kostanjšek, TABELE 1 dodatek za Snovanje in konstruiranje 2. (2004). Srednja tehniška in poklicna šola Trbovlje
3. www.gorenc.si (2007) [Online]. [Citirano 2. marca 2007; 15.13]. Dostopno na <http://www.gorenc.si>