

UNIVERZALNO HIDRAVLIČNO TRAKTORSKO DVIGALO

STROJNIŠTVO

RAZISKOVALNA NALOGA

"ZNANJE SAMO PO SEBI NI DOVOLJ, UPORABITI GA MORAMO. VOLJA SAMA NI
DOVOLJ, UKREPATI MORAMO." - LEONARDO DA VINCI

Rok Majdič, Klemen Miklič

3.letnik

Mentor

dipl. inž. str. Martin Kavšek

Šolsko leto 2024/25

SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO, KEMIJO IN VAROVANJE

UNIVERZALNO HIDRAVLIČNO TRAKTORSKO DVIGALO

POVZETEK

KLJUČNE BESEDE: Dvigalo, hidravlika, konstrukcija, traktorski priključek, tritočkovni prikllop

Traktorsko dvigalo je priključek za dvigovanje težkih bremen, ki je lahko nameščen na sprednjem ali zadnjem traktorskem prikllopu.

V raziskovalni nalogi z naslovom **univerzalno hidravlično traktorsko dvigalo** je predstavljeno načrtovanje, preračun konstrukcijskih elementov, konstrukcijske izboljšave ter izdelavo makete.

Najprej sva raziskala trg in primerjala najino osnovno idejo z konkurenco. Nato sva predstavila cilje raziskovalne naloge. Ključni cilji naloge so bili zasnovati traktorsko dvigalo zares »univerzalno«- primerno za vse traktorje. To ima boljše delavne lastnosti, kot jih ponuja konkurenca (razmerje med lastno težo, višino dviga, maso dvižne obremenitve). Po izpisu željenih izboljšav glede na konkurenco sva narisala nekaj projektnih skic, ki so nama kasneje pripomogle pri načrtovanju v programu SolidWorks. V sedmem sklopu je predstavljena delitev in sestava glavnih varjencev v štiri različne sklope. Na koncu je predstavljen tudi stroškovnik za izdelavo univerzalnega hidravličnega dvigala.

Kazalo

1. Zahvala	6
2. Uvod	6
3. Cilji	7
4. Pregled trga	8
5. Projektna skica	9
6. Razvoj dvigala	10
7. Tri-dimenzionalno modeliranje	10
8. Preračun konstrukcije	156
9. Izdelava makete	22
10. Izračun predvidenih stroškov	24
11. Razprava	26
12. Zaključek	27
Viri	28
Priloge	

Kazalo slik

Slika 1: Traktorski viličar proizvajalca TRIPLEX [3]

Slika 2: Skici – prvi osnutki dvigala

Slika 3: Tridimenzionalno modeliranje dvigala v programu Solidworks

Slika 4: Sestav celotnega univerzalnega traktorskega dvigala

Slika 5: Nosilno ogrodje dvigala

Slika 6: Teleskopsko ogrodje dvigala

Slika 7: Dvižni voziček

Slika 8: Uležajeno kolo dvigala

Slika 9: Konzolni nosilec s točkovno silo na koncu (levo) in konzolni nosilec s kontinuirano obremenitvijo (desno)

Slika 10: Vgradnja sornika (levo) in obremenitev batnice (desno)

Slika 11: Določitev uklonske dolžine batnice hidravličnega valja glede na način vpetja

Slika 12: Nastavitev tiskalnih parametrov v programu Bambu Studio

Slika 13: Diagnosticiranje oslABLJENE končnice na vilicah

Slika 14: Diagnosticiranje dodatne povezave na tritočkovni okvir

TABELA UPORABLJENIH SIMBOLOV		
Ime	Enota	Simbol
Kontinuirana obremenitev	N/m	q
Upogibek	mm	f
Moment	Nm	M
Normalna napetost	N/mm ²	σ
Sila	N	F
Dolžina	mm	l
Modul elastičnosti	N/mm ²	E
Vztrajnostni moment	mm ⁴	I
Odpornostni moment	mm ³	W
Premer	mm	d
Strižna napetost	N/mm ²	τ
Debelina vilic (zveza s sornikom)	mm	a
Debelina droga (zveza s sornikom)	mm	b
Vztrajnostni polmer	mm	i
Uklonsko število	/	λ
Površina	mm ²	A
Uklonska dolžina	mm	l_0
Varnost	/	ν
Evro	EUR	€

1. Zahvala

Zahvaljujeva se mentorju dipl. inž. str. Martinu Kavšku za svetovanje in usmerjanje pri preračunih in konstrukcijskih rešitvah. Za podporo pri razvoju in izdelavi, ki sledi, se zahvaljujeva podjetju Ko-Ma Stroji d.o.o.

2. Uvod

Na večini novejših in starejših kmetijah, gozdarski tehniki, gradbiščih, različnih deloviščih itd. se povečuje potreba po zmogljivejših, bolj prilagodljivih dvigalih s katerimi bodo uporabniki lažje dvignili ali pa premaknili težja bremena.

V podjetju Ko-Ma stroji sva opravljala praktično usposabljanje pri delodajalcu. Podjetje se ukvarja z razvojem in izdelavo hidravličnih komponent in sistemov. Ker se podjetje že dalj časa želi uveljaviti na področju kmetijske, gozdarske in gradbene mehanizacije nama je šef med delom predlagal razvoj zelo zaželenega priključka univerzalnega hidravličnega dvigala. O projektu sva po praktičnem usposabljanju poročala profesorju, ki je bil navdušen, nama podal predloge in nama ponudil mentorstvo ter sodelovanje na tekmovanju.

3. Cilji

- Cilj naloge je zasnovati in oblikovati v 3d modelirniku novo univerzalno traktorsko dvigalo,
- Razviti nosilno paličje na strani tritočkovnega sistema, ki bo dvigalo v oporo,
- Z uporabo ustreznih materialov zagotoviti čim nižjo maso priključka manjšo od 300 kg,
- Nagibanje priključka rešiti z hidravlično poteznicco,
- Z obstoječim znanjem preračunati premer hidravličnega valja, sornika, uklon batnice, najugodnejšo in neugodnejšo obremenitveno situacijo na vilicah in izračunati upogibek le teh,...
- Oceniti stroške proizvodnje, ki bo konkurenčna trgu
- Dvig bremena mase 1500 kg na tri metre višine
- Izdelati tehnične dokumentacije,
- Izdelati maketo z 3d tiskom,
- Izdelati delujoč priključek.

4. Pregled trga

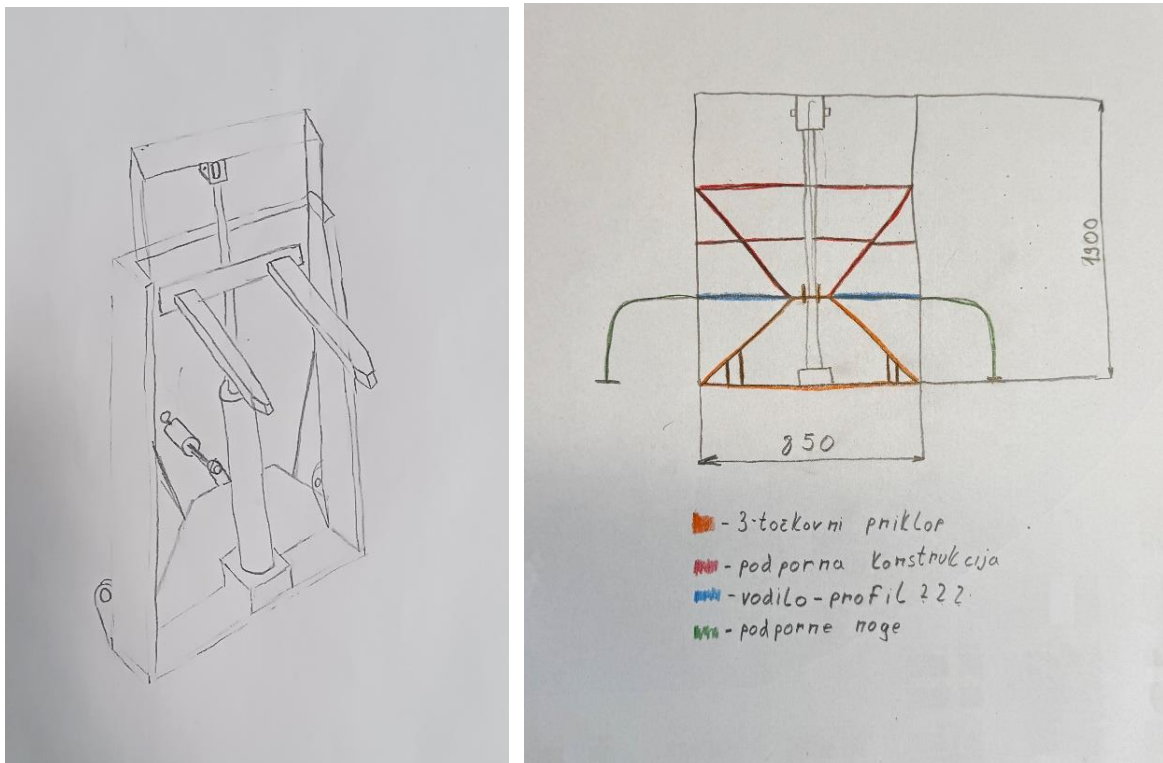
Pred načrtovanjem dvigala je bilo zelo pomembno, da sva najprej podrobno pregledala kaj ponuja slovenski in mednarodni trg. Na trgu je nekaj proizvajalcev ki izdelujejo konkurenčen priključek. Razlikujejo se glede na nosilnost, dvig težo, način priklopa dolžino vilic in druge lastnosti. Pri primerjavi obstoječih strojev sva ugotovila kar nekaj pomanjkljivosti. Ena od njih je bila stabilnost pri večjih obremenitvah, velikosti priključkov in univerzalnost različnim vrstam traktorjev (slika 1 [3]). Večina obstoječih priključkov je zasnovana tako, da niso primerni za širšo skupino traktorjev. Zato bova pri načrtovanju univerzalnega traktorskega dvigala posebno pozornost namenila omenjenim slabostim, da bi razvila priključek, ki bo učinkovitejši, varnejši in prilagodljiv vsem potrebam uporabnikov.



Slika 1: Traktorski viličar proizvajalca TRIPLEX [3]

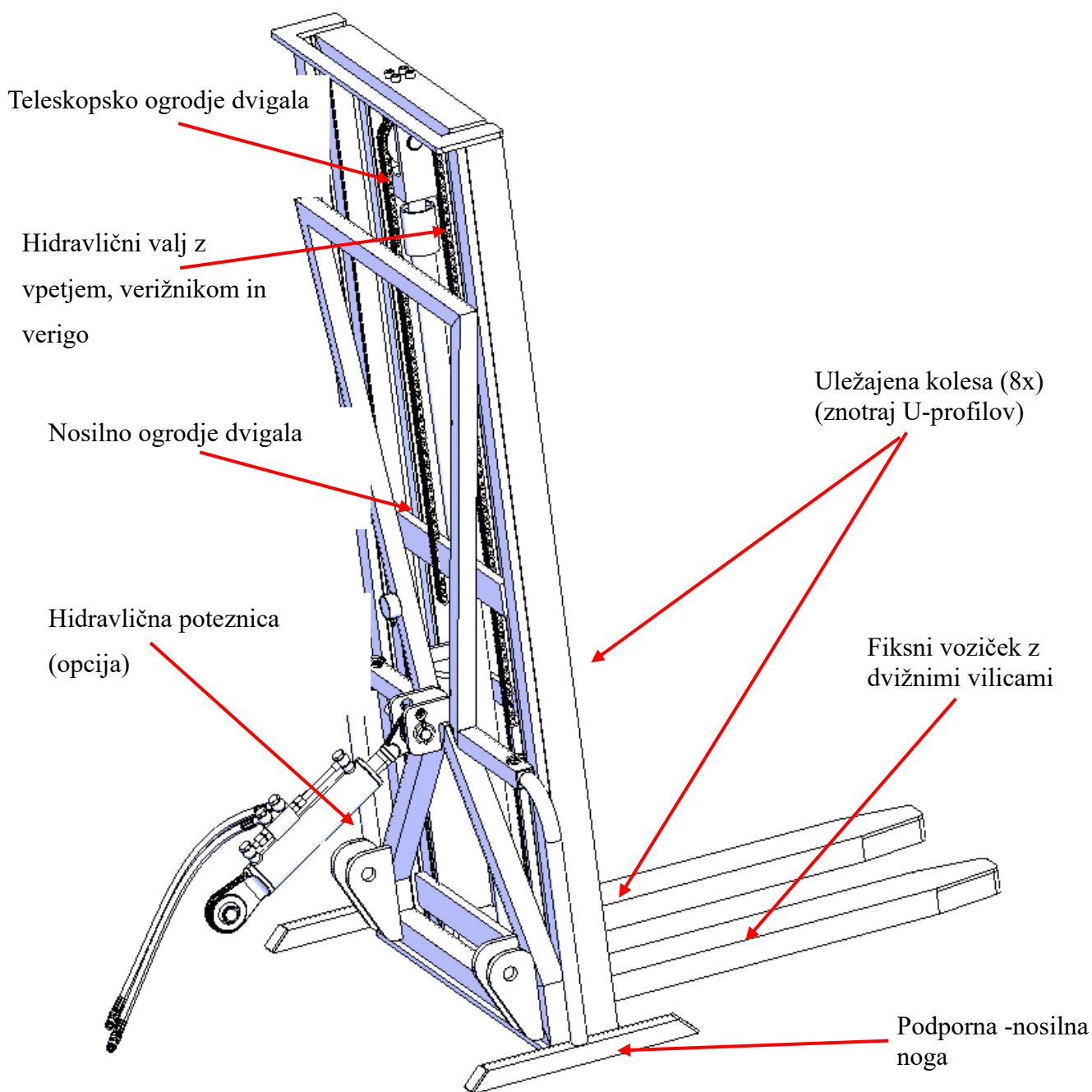
5. Projektna skica

Najprej sva izdelala nekaj skic. Prve skice (slika 2) sva izdelovala na princip primerjave s konkurenco in lastnih idej. Nastalo je ogromno projektih možnosti (idej). Slabše ideje in koncepte delovanja sva po pogovoru izločila boljšim pa izluščila konstrukcijske prednosti in jih združila v eno skico. S tem sva prvič ugedala obliko in enostaven model univerzalnega priključka. Na skicah sva podala samo osnovni meri, saj sva se zavedala da naju lahko mere zaradi morebitne napačne predstave zadevajo.



Slika 2: Skici – prvi osnutki dvigala

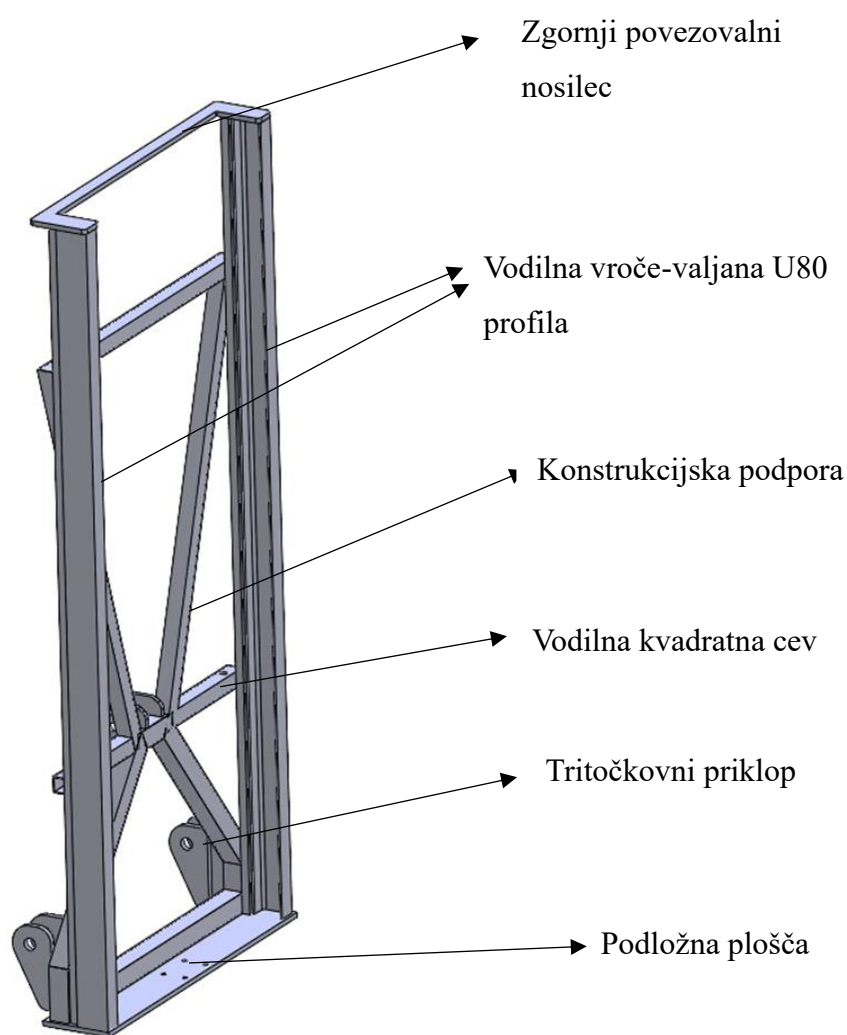
Po premisleku sva se odločila da bova univerzalno hidravlično dvigalo oblikovala tako da bo izdelava enostavna, estetsko lepa, in primerna za »vsak traktor«. Pri konkurenčnih izdelkih nisva zasledila uporabe dodatnih podpornih nog ki priključku dodajo potrebno stabilnost za dvig težkih bremen visoko.



Slika 4: Sestav celotnega univerzalnega traktorskega dvigala

Prvi je nosilni sklop (slika 5), tritočkovni priklop z ojačitvami in U profiloma ki sta uporabljena kot tirnice fiksnega vozička ki je prek uležajenih koles vgrajen vanju. Na sliki 1xx je prikazano osnovno ogrodje dvigala, ki ga sestavljajo jeklena podložna plošča iz srednje ogljičnega nelegiranega orodnega jekla C45 dimenzij 865 mm x 173 mm x 12 mm. Na plošči so načrtane

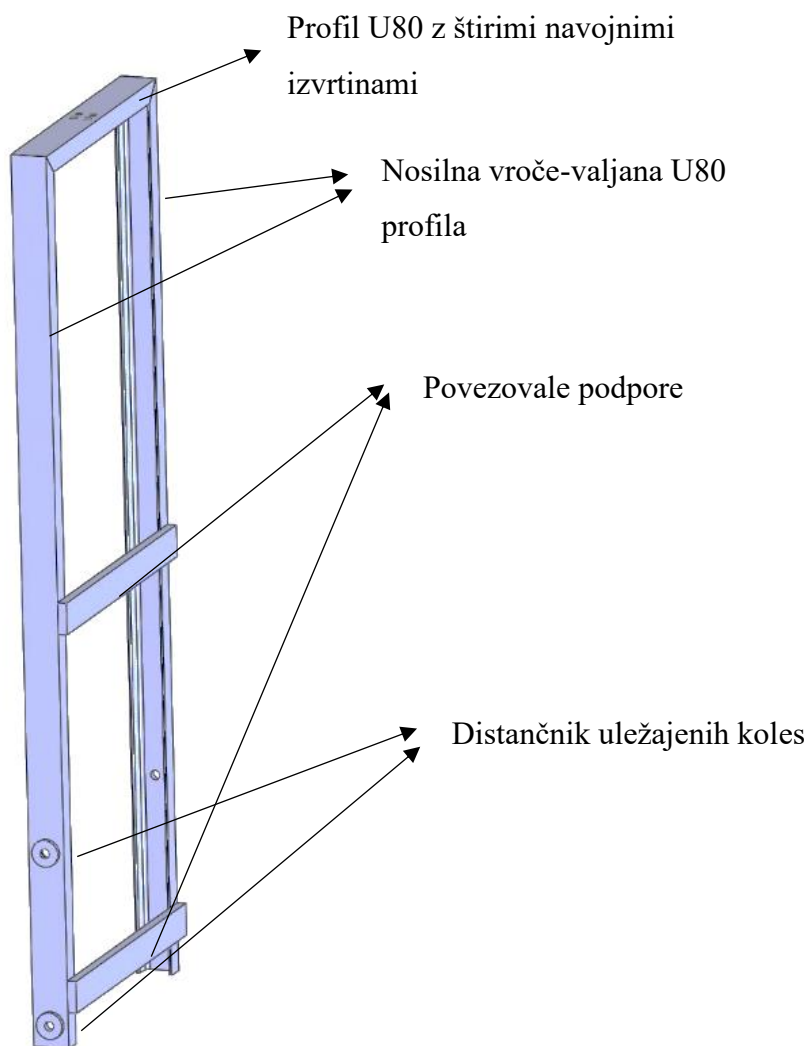
štiri navojne izvrtine M12x12 mm, ki nudijo pravilno pozicijo hidravličnemu valju. Kot vodila sta bila izbrana dva vroče-valjana U-profila širine 80 mm in dolžine 1945 mm. Konstruktivske podpore so sestavljene iz kvadratne cevi 40x3 in načrtane tako da preprečujejo nezaželene napetosti. V ta sklop spada tudi vodilna kvadratna cev 40x3 mm v katero bosta na vsako stran nameščeni podporni nogi, ki bosta omogočali boljšo stabilnost traktorja in priključka med dvigovanjem različnih bremen, v razdružljivo zvezo sornika in zatika.



Slika 5: Nosilno ogrodje dvigala

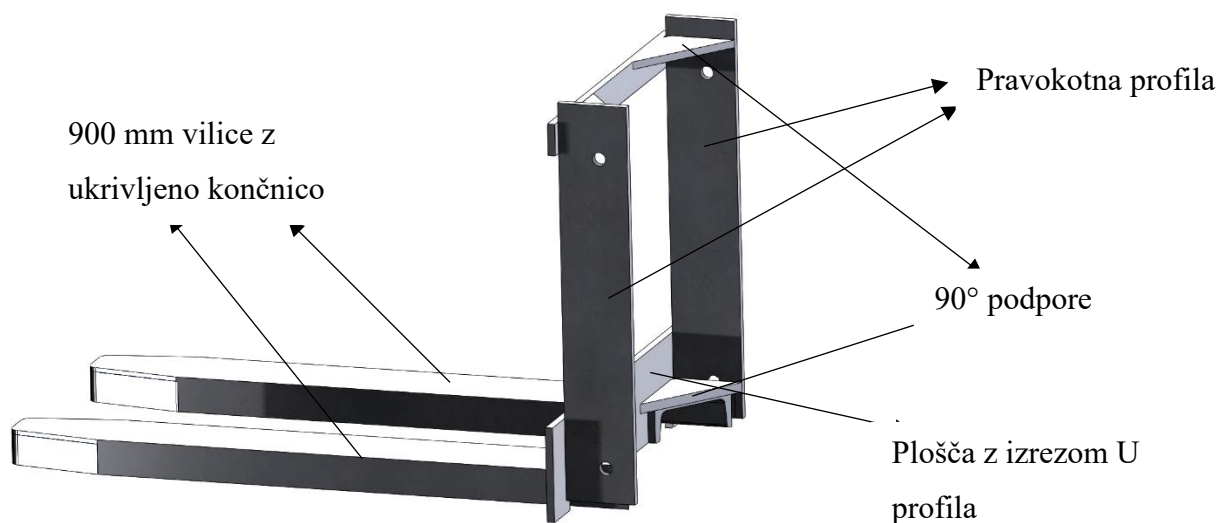
Drugi je teleskopski sklop (slika 6), ki ga sestavljata dva drsna U80 profila višine 1972,5 mm, ki sta nameščena vzporedno z oddaljenostjo 645 mm med notranjima ploskvama profila. Na mestih distančnikov uležajenih koles je načrtana navojna izvrtina M24x16 mm v katero je fiksiran sornik kolesa. V zgornje štiri izvrtine bomo vijake M12x45 skupaj z vzmetnimi

podložkami, ki bodo povečale trenje in zagotovile odpornost proti vrtenju zaradi vibracij umestili skozi prebojne izvrtine v navojno izvrtino na ohišju gladkega verižnika skozi katerega teče industrijska veriga. V konstrukcijo teleskopskega sklopa sva umestila podpori iz srednje ogljičnega nelegiranega orodnega jekla C45, da bo konstrukcija dobro prenašala velike obremenitve ter povezovala samo konstrukcijo.



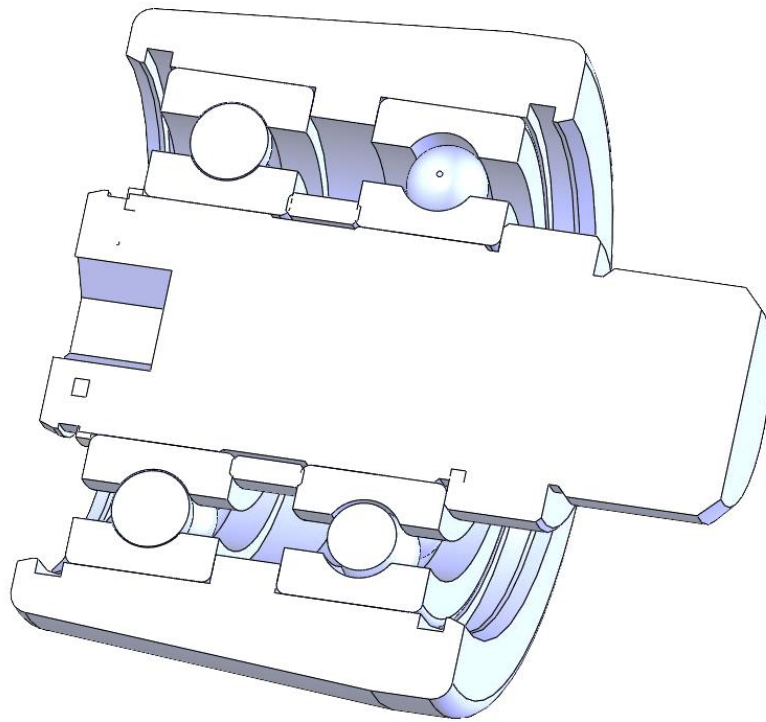
Slika 6: Teleskopsko ogrodje dvigala

Tretji sklop je dvižni voziček (slika 7). Voziček sestavljata dva pravokotna profila iz srednje ogljičnega nelegiranega orodnega jekla C45 111x12x650 mm na vsakem sta načrtane dve skozijski navojni izvrtini M24 v katere so fiksirana uležajena kolesa za vožnjo po U profilih. Vilice dolžine 900 mm so sestavljene iz U120 in sprednje krivljene končnice. Plošča je izrezana v obliko U profila z namenom varjenja vilic zadaj in spredaj. S tem se bova rešila problematiko visokih strižnih napetosti. Za boljšo povezavo sva namestila kotne podpore.



Slika 7: Dvižni voziček

Slika 8 predstavlja uležajenje kolesa za vodenje dvigala. Ker gre za teleskopsko izvedbo je v tem dvigalu uporabljenih 2-kret po 4 uležajena kolesa. Uležajena kolesa so sestavljena iz osi, koničnega kolesa za U80 profil, dveh krogličnih ležajev z oznako 6205 ($\Phi 52/\Phi 25 \times 15$), dveh zunanjih vskočnikov za os ter dveh notranjih vskočnikov za kolo ter distančnika med ležajema na osi). Na sliki 8 vskočniki niso prikazani.



Slika 8: Uležajeno kolo dvigala

8. Preračun konstrukcije

LAŽJI MODEL

Preračun vilic na upogib glede na kontinuirano obremenitev in točkovno obremenitev:

- Kontinuirana obremenitev:

-Izračun vrednosti q : $q = \frac{F_g}{l} = \frac{15000}{0,9} = 16666,67 \text{ N/m}$

-Izračun upogibka : $f = \frac{q \cdot l^4}{8 \cdot E \cdot I} = \frac{16666,67 \cdot 0,9 \cdot 10^7}{8 \cdot 210000 \cdot 3640000} = 0,024 \text{ mm}$

-Izračun maksimalnega momenta v točki A, ki se pojavi pri kontinuirani obremenitvi bremena mase 1500kg:

$$M_{(A \text{ Maks})} = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{16666,67 \cdot 0,9^2}{2} = 6750 \text{ Nm}$$

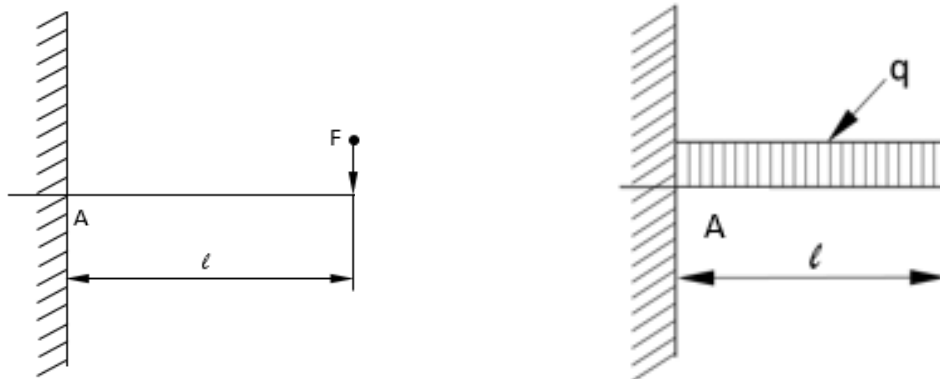
- Izračun normalne napetosti, ki se pojavi v vilicah :

$$\sigma = \frac{M_{(A \text{ max})}}{W} = \frac{6750 \cdot 10^3}{60700} = 111,2 \text{ N/mm}^2$$

- Točkovna obremenitev:

-Izračun potrebne sile F (slika 9) da se vilice upognejo za 1mm:

$$F = \frac{f \cdot 3 \cdot E \cdot I}{l^3} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 210000 \cdot 3640000}{0,9 \cdot 10^6} = 2,55 \text{ MN}$$



Slika 9: Konzolni nosilec s točkovno silo na koncu (levo) in konzolni nosilec s kontinuirano obremenitvijo (desno)

- Preračun dimenzij sornika iz vroče valjanega jekla:
- Izračun sile na sornik :

$$F_a = \frac{F_g \cdot 0,45}{0,62} = \frac{15000 \cdot 0,45}{0,62} = 10887,1 \text{ N}$$

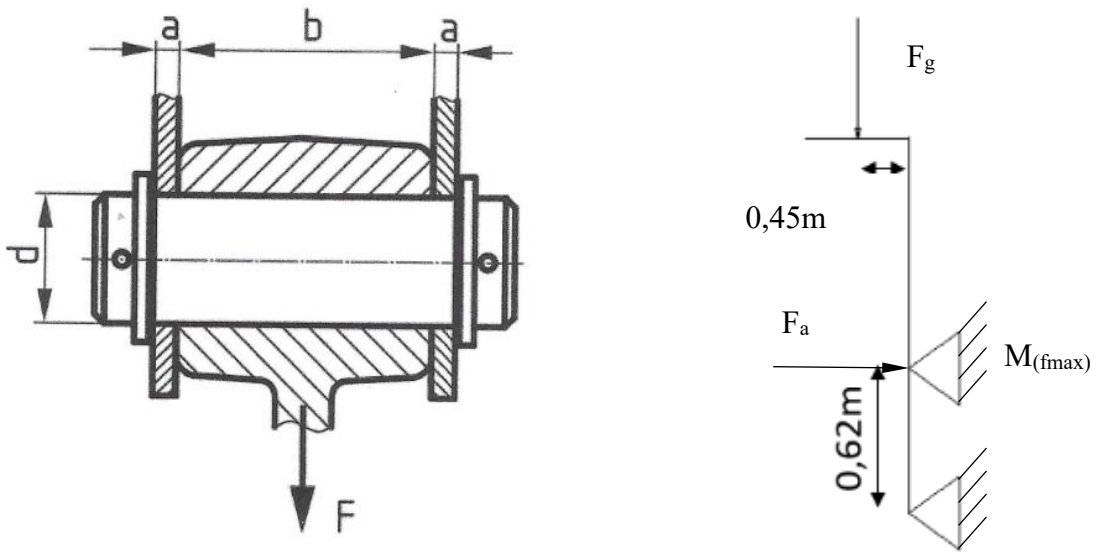
- Izračun momenta, ki ga prenaša sornik:

$$M_{(fmax)} = \frac{F_a}{4} \cdot \left(a + \frac{b}{2} \right) = \frac{10887,1}{4} \cdot \left(15 + \frac{60}{2} \right) = 122480 \text{ Nm}$$

- Izračun potrebnega premera sornika:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{(fmax)}}{\pi \cdot \sigma_{dop}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 122480}{\pi \cdot 110}} = 22,47 \text{ mm}$$

- Kontrola striga: $\tau_{(s)} = \frac{F}{2 \cdot A} = \frac{4 \cdot 10887,1}{2 \cdot \pi \cdot 29,5^2} = 8 \text{ N/mm}^2$



Slika 10: Vgradnja sornika (levo) in obremenitev batnice (desno)

- Izračun odpornostnega momenta batnice:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 35^4}{64} = 73661,76 \text{ mm}^4$$

- Izračun vztrajnostnega polmera batnice:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{73661,76}{\frac{\pi \cdot 35^2}{4}}} = 8,75 \text{ mm}$$

- Izračun uklonskega števila:

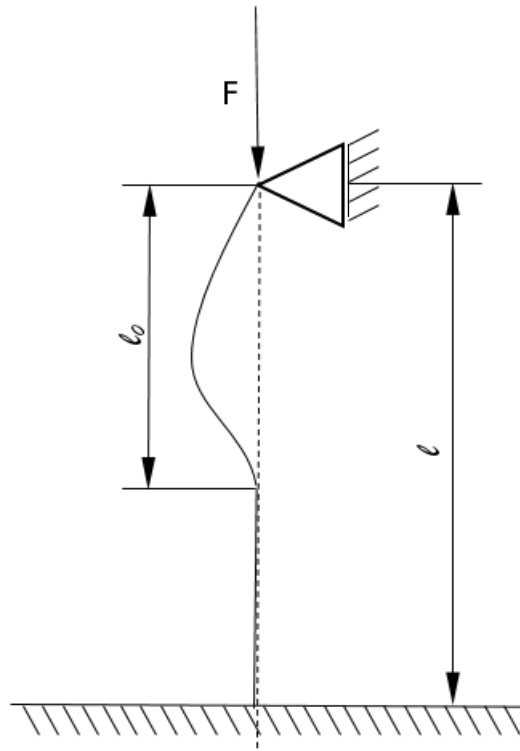
$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,75 \cdot 1280}{8,75} = 109,71$$

- Izračun kritične uklonske sile:

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 73661,76}{960^2} = 165660,38 \text{ N}$$

- Izračun dejanske sile:

$$F_d = \frac{F_{kr}}{\nu} = \frac{165660,38}{5} = 33132,1 \text{ N}$$



Slika 11: Določitev uklonske dolžine batnice hidravličnega valja glede na način vpetja

TEŽJI MODEL

Preračun vilic na upogib glede na kontinuirano obremenitev in točkovno obremenitev:

- Kontinuirana obremenitev:

-Izračun vrednosti q : $q = \frac{F_g}{l} = \frac{25000}{1,18} = 21186,44 \text{ N/m}$

-Izračun upogibka : $f = \frac{q \cdot l^4}{8 \cdot E \cdot I} = \frac{21186,44 \cdot 1,18 \cdot 10^7}{8 \cdot 210000 \cdot 9250000} = 0,016 \text{ mm}$

-Izračun maksimalnega momenta v točki A, ki se pojavi pri kontinuirani obremenitvi bremena mase 2500kg:

$$M_{(Amax)} = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{21186,44 \cdot 1,18^2}{2} = 14750 \text{ Nm}$$

- Izračun normalne napetosti, ki se pojavi v vilicah :

$$\sigma = \frac{M_{(Amax)}}{W} = \frac{14750 \cdot 10^3}{116000} = 127 \text{ N/mm}^2$$

- Točkovna obremenitev:

-Izračun potrebne sile F da se vilice upognejo za 1mm:

$$F = \frac{f \cdot 3 \cdot E \cdot I}{l^3} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 210000 \cdot 9250000}{1,18 \cdot 10^6} = 4,9 \text{ MN}$$

Konzolni nosilec s točkovno silo na koncu (levo) in konzolni nosilec s kontinuirano obremenitvijo (desno) sta prikazana na sliki 9.

- Preračun dimenzij sornika iz vroče valjanega jekla:

- Izračun sile na sornik :

$$F_a = \frac{F_g \cdot 0,59}{0,62} = \frac{25000 \cdot 0,45}{0,62} = 23790,3 \text{ N}$$

- Izračun momenta, ki ga prenaša sornik:

$$M_{(fmax)} = \frac{F_a}{4} \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) = \frac{23790,3}{4} \cdot \left(15 + \frac{60}{2}\right) = 267640,875 \text{ Nm}$$

- Izračun potrebnega premera sornika: $d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M(f_{max})}{\pi \cdot 6 \cdot d_{op}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 267640,875}{\pi \cdot 110}} = 29,155 \text{ mm}$
- Kontrola striga: $\tau_{(s)} = \frac{F}{2 \cdot A} = \frac{4 \cdot 23790,3}{2 \cdot \pi \cdot 29,5^2} = 17,4 \text{ N/mm}^2$

Primer vgradnje sornika in obremenitve batnice hidravličnega valja sta prikazana na sliki 10.

- Izračun odpornostnega momenta batnice:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 60^4}{64} = 636172,5 \text{ mm}^4$$

- Izračun vztrajnostnega polmera batnice:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{636172,5}{\frac{\pi \cdot 60^2}{4}}} = 15 \text{ mm}$$

- Izračun uklonskega števila:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,75 \cdot 1280}{15} = 64$$

- Izračun kritične uklonske sile:

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 636172,5}{960^2} = 1430709,5 \text{ N}$$

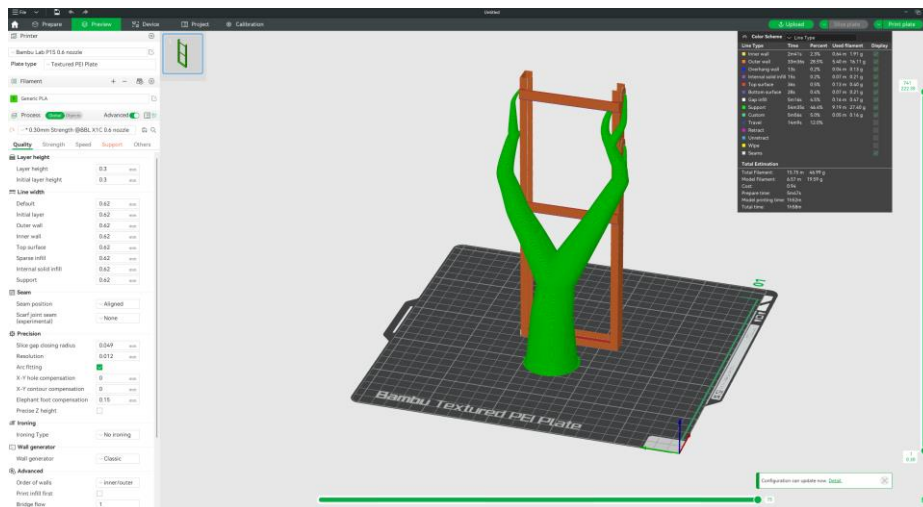
- Izračun dejanske sile:

$$F_d = \frac{F_{kr}}{\nu} = \frac{1430709,5}{5} = 286142 \text{ N}$$

Način vgradnje batnice hidravličnega valja za določitev uklonske dolžine je prikazan na sliki 11.

9. Izdelava makete

Pred izdelavo univerzalnega hidravličnega traktorskega dvigala se nama je zdelo smiselno izdelati maketo priključka z uporabo 3d tiskalnika. 3d tisk se nama je zdela odlična rešitev saj je tisk relativno poceni. S 3d natisnjeno maketo (slika 12) sva testirala koncept delovanja dvigala. Izdelava makete se je izkazala za pravilno pot saj sva z to metodo diagnosticirala napako na koncu vilic kjer je bila končnica konstrukcijsko oslajbljena. Po diagnosticiranju (slika 13 in slika 14) sva ugotovila odlično rešitev in vilice uspešno popravila v 3d skicirki. Opazila sva tudi da bi bilo potrebno dodati še povezavo podporne konstrukcije na okvir tritočkovnega priklopa.



Slika 12: Nastavitev tiskalnih parametrov v programu Bambu Studio



Slika 13: Diagnosticiranje oslajbljene končnice na vilicah



Slika 14: Diagnosticiranje dodatne povezave na tritočkovni okvir

10. Izračun predvidenih stroškov

Preračun predvidenih stroškov je ključnega pomena za načrtovanje in realizacijo projekta. V naslednjem odstavku bova predstavila pregled stroškov, ki jih je mogoče napovedati. Mednje spadajo material, stroški dela, stroški proizvodnje, potrebno orodje, itd. Za izračun cene materiala sva pridobila cene slovenskih proizvajalcev jeklenih profilov. Ker imajo proizvajalci jekla različne cene, sva za preračun uporabila najnižje ponujene cene. Za natančnejši izračun smo z vodjo delavnice podjetja Ko-Ma stroji predpisali čas izdelave na 30h. V ta čas smo upoštevali slednje dejavnike:

- Stroški delavca so všteti v obdelovalne procese,
- Obdelovalne tehnike z odvzemanjem materiala (razrez materiala, struženje, rezkanje brušenje zvarov, laserski razrez,...),
- Obdelovalne tehnike z dodajanjem materiala oz. spajanjem (varjenje po postopku Mig/Mag),
- Čiščenje oz. priprava površine na barvanje z peskanjem,
- Površinsko oplemenitenje z barvno prevleko (epoksi barva)
- Pakiranje in priprava na transport končnega izdelka

Naziv stroška	Cena [€]
Standardni profili z razrezom	300
Strojna obdelava z odvzemanjem materiala	500
Ležaji za kolesa	50
Barvanje in peskanje	200
Varjenje oz. spajanje	250
Pakiranje in priprava končnega izdelka na transport	50
Industrijska veriga	150
Manometer z prikazovalnikom obremenitve v kilogramih	20
Hidravlične cevi za povezavo s krmiljenjem	90
Hidravlična poteznica za nagib dvigala (opcijsko)	270
Ostali standardni vezni elementi (vijaki, zatiči, zatici)	60
Montaža in prvi zagon	160
Predviden skupni strošek izdelave brez hidravlične poteznice	1830
Predviden skupna cena dvigala s hidravlično poteznico	2100

Iz zgornje tabele lahko ugotovimo da strojna obdelava nestandardnih elementov z vključeno ceno materiala (500 €) predstavlja največji predviden strošek med predvidenimi postavkami. Standardni profili z razrezom znašajo (250 €), so drugi največji predvideni strošek. Hidravlični valj za nagib priključka (270 €) predstavlja opcijsko komponento, ki lahko dodatno poveča skupne stroške. Barvanje in peskanje sta relativno draga postopka glede na skupno ceno (200€) a zelo pomemben faktor pri zaščiti materiala proti površinski koroziji. V tabeli lahko opazimo še nekaj stroškov vezanih na vezne elemente, nosilne in cevi za povezavo valja z hidravličnim napajanjem.

11. Razprava

Za odkrivanje napak sva izbrala po najinem mnenju odlično metodo za prepoznavo napak v modelu. S 3d tiskom sva odkrila dve hujši napaki s katerima bi bilo dvigalo močno oslABLjeno.

Pri načrtovanju univerzalnega hidravličnega traktorskega dvigala sva se uštela, ko sva si za cilj postavila, da bo hidravlično dvigalo lahko dvignilo maso 2500 kg. Zaradi robustne konstrukcije, ki jo ta masa zahteva je najin priključek tehtal okoli 650 kg, zato sva model opustila in začela z načrtovanjem lažje aplikacije. Kasneje bi lahko ta model optimizirala in ga skupaj z lažjim modelom lahko ponudila na trg. Lažja aplikacija bo po računalniških izračunih programa SolidWorks tehtal okoli 280 kg. Lažja aplikacija bo po izračunih lahko dvignila breme mase 1500 kg na višino tri metre. Pri tem pa v konstrukciji ne bo prišlo do večjih napetosti. Po podrobnem pregledu trga lahko brez pomisleka ugotoviva da na trgu ne obstaja dvigalo ki bi lahko nudilo dvig takšne mase na to višino z takšno stabilnostjo tako traktorja kot tudi dvigala. Pri tem pa bo najin priključek od konkurenčnejših cenejši za povprečno 500 €.

12. Zaključek

Med delom sva pridobila veliko novih znanj s področja hidravlike, konstruiranja in računanja konstrukcije v praksi. Spoznala sva tudi pomen natančnega načrtovanja in postopnega razvoja, kjer se že v zgodnjih fazah lahko odkrijejo in odpravijo morebitne napake.

Z opravljenim delom sva zelo zadovoljna saj sva izboljšala veliko vidikov obstoječih izvedb in zasnovala hidravlično traktorsko dvigalo, ki ponuja boljšo prilagodljivost, zmogljivost in uporabnost. Projekt ponuja še veliko možnosti za nadaljnji razvoj in izboljšave. V kratkem nameravamo izdelati trenutno zasnovan model in ga testirati v realnih delovnih pogojih. Na podlagi rezultatov testiranja bova izvedla dodatne prilagoditve ter poiskala načine za optimizacijo proizvodnje in zmanjšanje stroškov. Podjetje Ko-Ma stroji bo prevzelo izdelavo končne različice dvigala, kar bo omogočilo njegovo praktično uporabo in morebitno serijsko proizvodnjo. Z delom bova zagotovo nadaljevala, saj verjameva, da bi lahko tako izboljšano dvigalo našlo širok spekter uporabnikov v kmetijstvu, gozdarstvu in gradbeništvu. Izkušnje, ki sva jih pridobila, nama bodo v pomoč pri prihodnjih projektih in nadaljnjem razvoju inovativnih rešitev na področju hidravličnih priključkov.

Viri

[1] KRAUT, B. Krautov strojniški priročnik. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2021

[2] S. Pehan, Osnove konstruiranja: univerzitetni učbenik-osnutek. Fakulteta za strojništvo. Maribor: 2010.

[3] Orizzonti - Macchine Agricole: Traktorsko dvigalo Triplex

<https://www.orizzontimacchineagricole.it/agricultural-machines/hydraulic-elevators/triplex-txc-1500-en> , zadnjič ogledano: 05. 03. 2025

Priloge

Tehnična dokumentacija dvigala