

Šolski center Celje  
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

## RAZISKOVALNA NALOGA

# RAZMETOVALEC SILAŽE

Avtorji:

Rok Kotnik, M-4. c

David Kugler, M-4. c

Tine Jurak, M-4. c

Mentorja:

mag. Andro Glamnik, univ. dipl. inž.

Matej Veber, univ. dipl. inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2014

## **POVZETEK**

Raziskovalna naloga predstavlja izdelavo traktorskega priključka – razmetovalec silaže. Za raziskavo nas je spodbudila cena, ki je na trgu zanj zelo visoka. Najprej smo pobrskali po spletu, si ogledali videoposnetke teh naprav, njihov način delovanja in raziskali trg. Ugotovili smo, da je teh naprav na trgu veliko, njihova cena pa glede na naše potrebe zelo visoka.

Pri izbiri tehnike izdelka smo razmišljali tudi o razmetovalcu s stranskim vpetjem razmetovalnega valja, a se je izkazal za neučinkovitega. Odločili pa smo se, da bomo izdelali preprost, varen in cenejši izdelek. Za izdelavo smo uporabili enostavne elemente in z njimi poenostavili naš izdelek.

Idejo smo realizirali z risanjem v programu SolidWorks, kjer smo dobili podobo razmetovalca. Izdelek smo prilagodili širini traktorja, silosa in velikosti kupa, ki nastane ob sipanju silaže. Načrtovali smo okroglo gred, ki bi nosila valj, vendar nam je zaradi lažje in enostavnejše konstrukcije postala zanimivejša 6-kotna.

Pri konstrukciji smo veliko časa namenili oblikovanju elementov, uporabili standardne materiale, ki so na trgu poceni in tako izdelali razmetovalec silaže z nižjimi stroški izdelave.

## KAZALO VSEBINE

<b>POVZETEK</b> .....	<b>2</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>2. HIPOTEZE</b> .....	<b>7</b>
<b>3. RAZISKAVA TRGA</b> .....	<b>8</b>
<b>4. TEHNIKE RAZMETAVANJA</b> .....	<b>9</b>
<b>5. TRAVNA SILAŽA</b> .....	<b>11</b>
<b>6. Z IDEJO DO REŠITVE</b> .....	<b>13</b>
6.1 Prvi idejni model.....	13
6.2 Stransko vpetje.....	14
6.3 Prečni pomik.....	15
6.4 Ideja krmljenja govedi.....	16
6.5 Ideja kotnega zamika.....	17
6.6 Ideja postavitve rahljajalnih loputic.....	18
<b>7. VELIKO MOŽNOSTI ENA REŠITEV</b> .....	<b>19</b>
7.1 Nosilec reduktorja.....	21
7.2 Tritočkovni priklop.....	22
7.3 Ščit reduktorja.....	23
7.4 Valj.....	24
7.5 6-kotna puša.....	25
<b>8. IZDELAVA</b> .....	<b>26</b>
<b>9. UGOTOVITVE IN REZULTATI</b> .....	<b>28</b>
<b>10. ZAKLJUČEK</b> .....	<b>29</b>
<b>11. ZAHVALA</b> .....	<b>30</b>
<b>12. VIRI IN LITERATURA</b> .....	<b>31</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Reck Plantar .....	6
Slika 2: Razmetalec Reck .....	8
Slika 3: Razmetalec KR PAN – z vodoravnimi palicami.....	9
Slika 4: Razmetalec RECK tip PLANTAR.....	10
Slika 5: Razmetalec z vilami .....	10
Slika 6: Koritast silos.....	11
Slika 7: Zatesnitev silosa .....	12
Slika 8: Model z dodatnimi vodili .....	13
Slika 9: Stransko vpetje .....	14
Slika 10: Model z dvema vzporednima rokama .....	15
Slika 11: Razmetalec z desko .....	16
Slika 12: Dimenzioniranje zamikov .....	17
Slika 13: Dvojna spirala .....	18
Slika 14: Preizkus gredi .....	19
Slika 15: Skica nosilca reduktorja .....	20
Slika 16: Nosilec reduktorja .....	21
Slika 17: Tritočkovni priklop .....	22
Slika 18: Zaščita reduktorja.....	23
Slika 19: Valj .....	24
Slika 20: 6-kotna puša .....	25
Slika 21: Vrtanje luknje za zatič.....	26
Slika 22: Rezanje pohištvenga materiala .....	27
Slika 23: Varjenje .....	27
Slika 24: Valj med izdelavo.....	28

## **KAZALO PRILOG:**

Priloga 1: Gred

Priloga 2: Priklop

Priloga 3: Valj

Priloga 4: Loputica

Priloga 5: Ščit

Priloga 6: Nosilec reduktorja

Priloga 7: Šest kotna puša

Priloga 8: Stranske plošče nosilca

Priloga 9: Glavne plošče nosilca

Priloga 10: Puša

Priloga 11: Zatič

## 1. UVOD

Travna silaža je pomemben obrok govedi. Da se vsebnost energije v krmi ohranja, je pomembno, da silažo enakomerno razporedimo po celotni površini silosa. Na kmetiji pri Davidu so se odločili za povečano prirejo mleka in mesa, za kar potrebujejo večje količine kvalitetne travne silaže. Da bodo lahko zagotovili kvaliteto krme, prihranek na času in denarju, potrebujejo razmetovalec silaže.

Tako se nam je pojavila zamisel o izdelavi razmetovalec silaže. Ko smo raziskovali trg, smo ugotovili, da je teh naprav na slovenskem trgu veliko. Obiskali smo prodajalca razmetalcev silaže RECK in na preizkus dobili razmetalec RECK PLANTAR. Stroj je za potrebe kmetije glede na narejeno število delovnih ur v letu predrag.

Odločili smo se, da izdelamo podoben izdelek z vodoravnim valjem, ki bo preprost, učinkovit in cenovno ugoden. Izdelek smo prilagodili našim potrebam tako, da nam omogoča lažje nadzorovanje izpodriva travne silaže in upoštevali mnenje mentorjev.



**Slika 1:** Reck Plantar

## **2. HIPOTEZE**

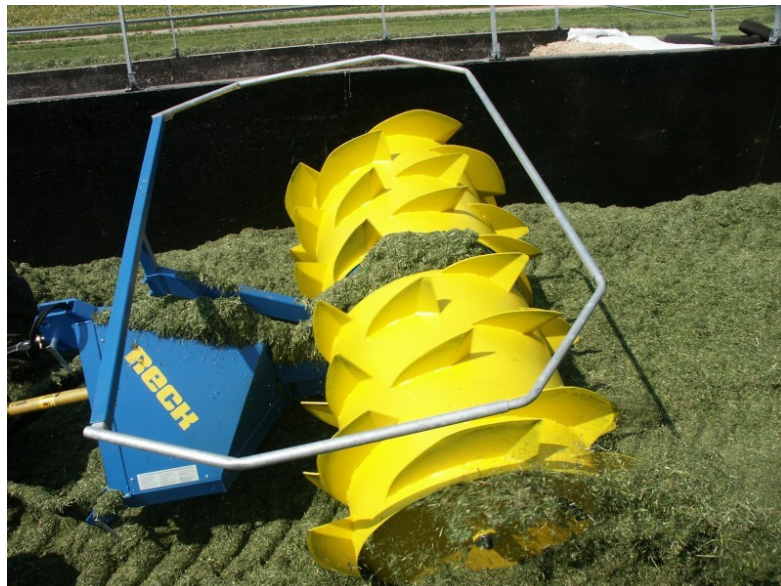
Naše hipoteze so :

- Izdelati je mogoče lasten stroj, preprost in varen za uporabo.
- Izdelamo lahko razmetovalec silaže za tretjino cene in s podobnimi lastnostmi, kot jo imajo tisti na trgu.
- Izdelati je mogoče stroj, ki je učinkovit in enostaven za vzdrževanje.

### 3. RAZISKAVA TRGA

Delo na kmetiji zahteva celega človeka. Ob spravilu krme v silos je delo težko in naporno. Prav tako je potrebno zagotoviti kakovost razmetane silaže. Kako zmanjšati napor in zagotoviti kakovost krme, smo povprašali kmetovalce, kjer smo dobili različne odgovore. Uporabili smo tudi splet, posnetke na YouTube in navodila podjetja RECK.

Obiskali smo prodajalca RECK-ovih razmetalcev in si tako ustvarili boljšo predstavo delovanja stroja. Prav tako smo dobili priložnost, da preizkusimo njihov razmetalec silaže in s tem dobili pogled v funkcionalne parametre stroja ter jih preučili. Ugotovili smo, da je to tisto kar iščemo in tako dobili prvotne zamisli o izvedbi podobnega stroja.



**Slika 2:** Razmetalec Reck



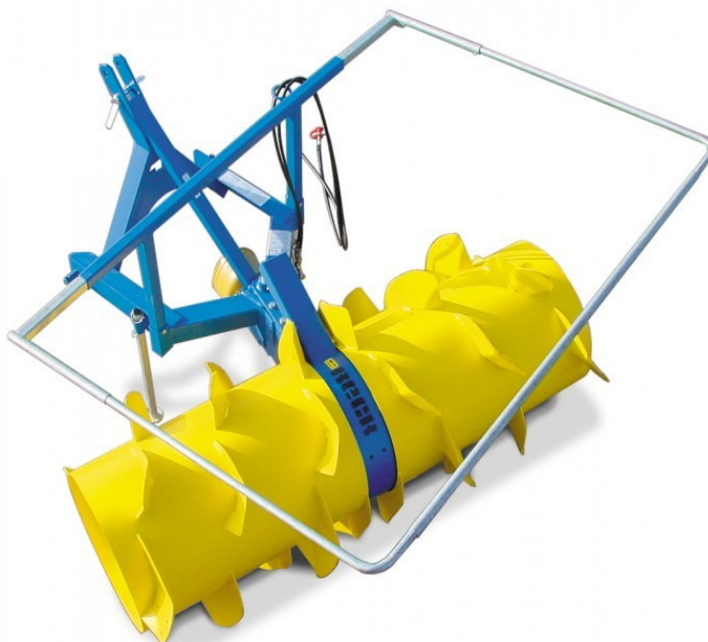
#### 4. TEHNIKE RAZMETAVANJA

Tehnike razmetavanja travne silaže v koritastih silosih so različne. Polnjenje silosov naj bo čim hitrejše in brez presledkov. Če je polnjenje koritastih silosov s travno silažo prepočasno, so večje izgube hranil, pri prehitrem polnjenju pa je silaža lahko premalo potlačena.

Na kmetiji v Slov. Konjicah smo preizkusili razmetalec z vodoravnimi palicami (slika 3), ki nam je pri razmetavanju povzročal nekaj težav. Na sredini silosa je ostajala nerazmetana silaža in ob daljši travi je travo ovilo na palice razmetalca. Pri Pavličevih so uporabili razmetalec z vilami (slika 5). Ugotovili smo, da mora biti pri tej tehniki razmetavanja travna silaža dovolj zrezana, da lahko pade skozi vile. Ta tehnika razmetavanja pri Davidovih ne pride v poštev, saj njihova samonakladalna prikolica reže travo daljše dolžine. Prav tako imajo premajhne širine in dolžine silosov. Zato so si pri njih doma za siliranje izposodili razmetalec RECK z vodoravnim valjem (slika 4). Omogočal je natančno in enakomerno razmetavanje travnih kupov po celotni površini silosa z le nekaj prehodi. Rezultat tega razmetavanja je rahla in močno premešana travna masa z različnimi vsebnostmi sušine.



**Slika 3:** Razmetalec KR PAN – z vodoravnimi palicami



**Slika 4:** Razmetalec RECK tip PLANTAR



**Slika 5:** Razmetalec z vilami

## 5. TRAVNA SILAŽA

Travna silaža je najpomembnejša krma govedu v zimskem obdobju v večini kmetij. Trava se kosi, ko je visoka približno 30–35cm, ker ima takrat najboljše hranilne snovi. Poseben problem pri travni silaži je njeno shranjevanje. Silaža se lahko shranjuje v okrogle bale, ki so ovite v folijo, kar je zelo drago. Na naši kmetiji uporabljamo koritaste silose zaradi nižjih stroškov shranjevanja pri večjih količinah. V koritaste silose se travna silaža shranjuje tako, da se razporedi po celotni površini silosa v 10 do 20 cm debelih, enakomernih slojih vse do silosnih sten ter zagotovi ravno površino silosa brez lukenj in zračnih žepov. Površina silosa mora biti lepo oblikovana. Z intenzivnim tlačenjem s traktorjem lahko iz silaže stisnemo čim več kisika, da tako preprečimo kvarjenje silaže. V nadaljevanju pa preprečimo dostop zraka s tem, da silos temeljito in nepredušno pokrijemo s folijo, ki jo položimo po končanem siliranju preko silosa. Ta naloga zahteva veliko natančnosti.



**Slika 6:** Koritast silos

Običajno na manjših kmetijah razmetavajo silažo z ročnim orodjem, zato porabijo ogromno časa in truda. Pri pripravi travne silaže vsaka napaka in ne natančnost vpliva na kakovost in hranilno vrednost travne mase. Tako dobra zelena krma kot tudi travna silaža morata vsebovati vse hranljive snovi v ustreznem razmerju. Travnna silaža pa je bogata tudi z minerali in vitamini. Neustrezna krma lahko močno vpliva na zdravstveno stanje in reprodukcijo prežvekovalcev. Pri silaži so razlogi zagotovo v neustrezni fermentaciji silaže, pokvarjenosti krme, kontaminiranosti krme s paraziti itd.



**Slika 7:** Zatesnitev silosa

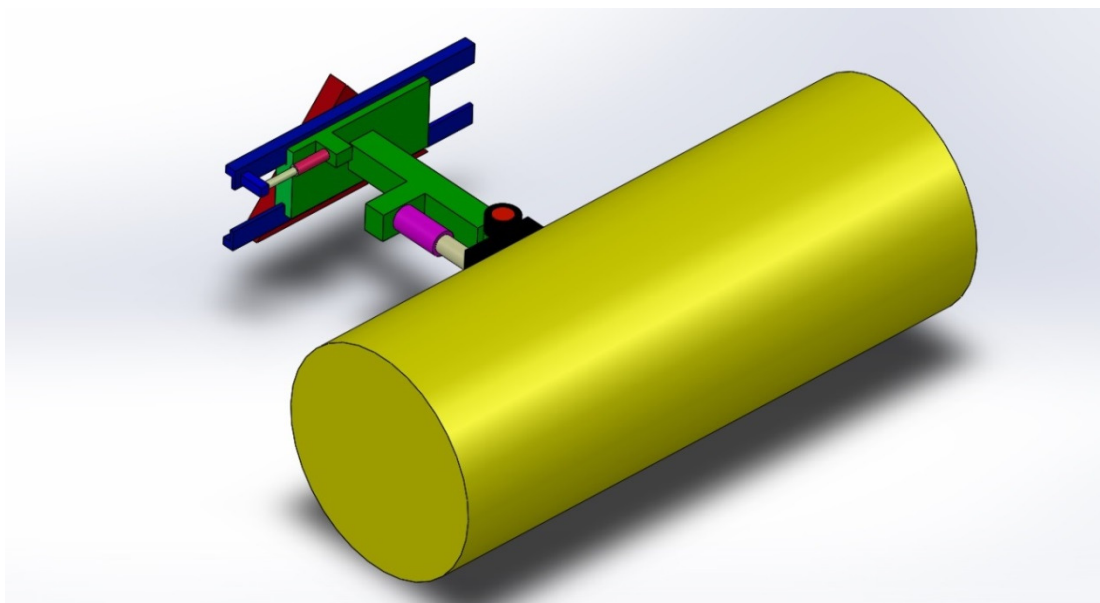
## 6. Z IDEJO DO REŠITVE

Kako čim bolj učinkovito izdelati naš izdelek, smo poleg svojih idej in zamisli upoštevali tudi mnenja različnih kmetovalcev, prodajalcev in uporabnikov teh izdelkov. Prebrali smo tudi raziskovalne naloge, ki so že bile izdelane na podobno temo in tako videli, s kakšnimi problemi so se soočali prejšnji raziskovalci. Na osnovi pridobljenih informacij smo se odločili za izdelavo razmetovalec silaže s prečnim valjem. Z omenjenim strojem bomo lahko zagotovili dober raztros travne silaže, manjšo porabo časa in vloženega truda ter boljši izkoristek našega silosa. Prav tako bi lahko razmetovalec uporabili tudi kot utež za tlačenje silaže in s tem zagotovili, da z enim traktorjem razmečemo in hkrati potlačimo silažno krmo.

Prve ideje bodočega stroja smo začeli oblikovati in risati v programu SilidWorks. Program nam je omogočal risanje različnih modelov in tako so se naše zamisli začele realizirati. Nekatere zamisli so bile prezahtevne, spet druge nefunkcionalne in neuporabne.

### 6.1 Prvi idejni model

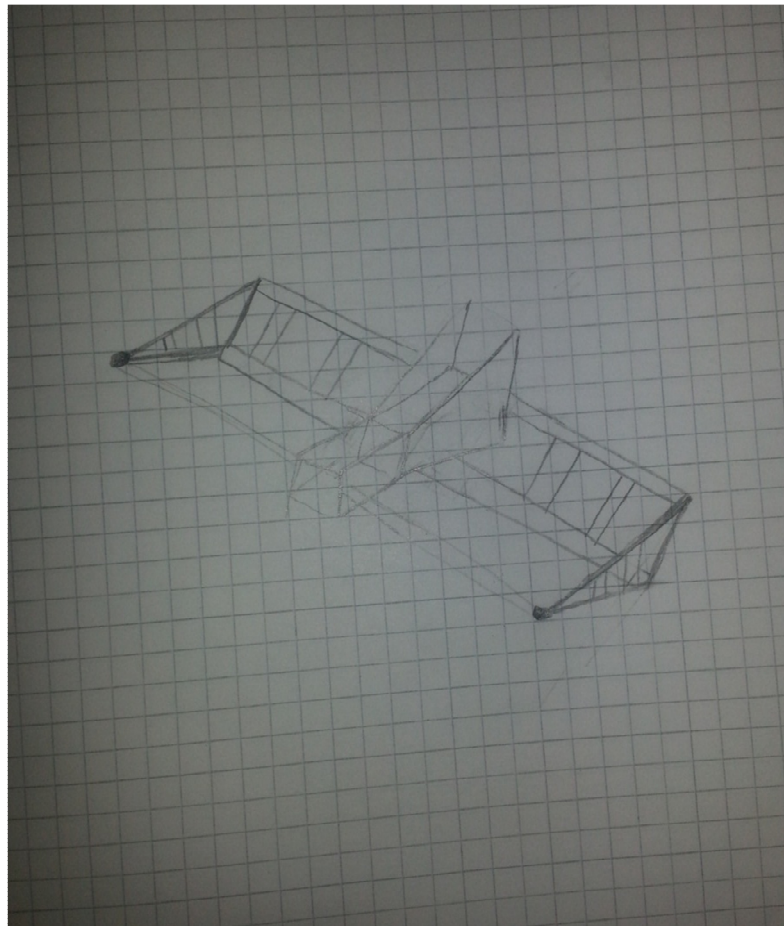
Najprej smo narisali model z dodatnim vodilom, a praktično ni bil izvedljiv, saj nismo mogli izdelati transmisije.



**Slika 8:** Model z dodatnimi vodili

## 6.2 Stransko vpetje

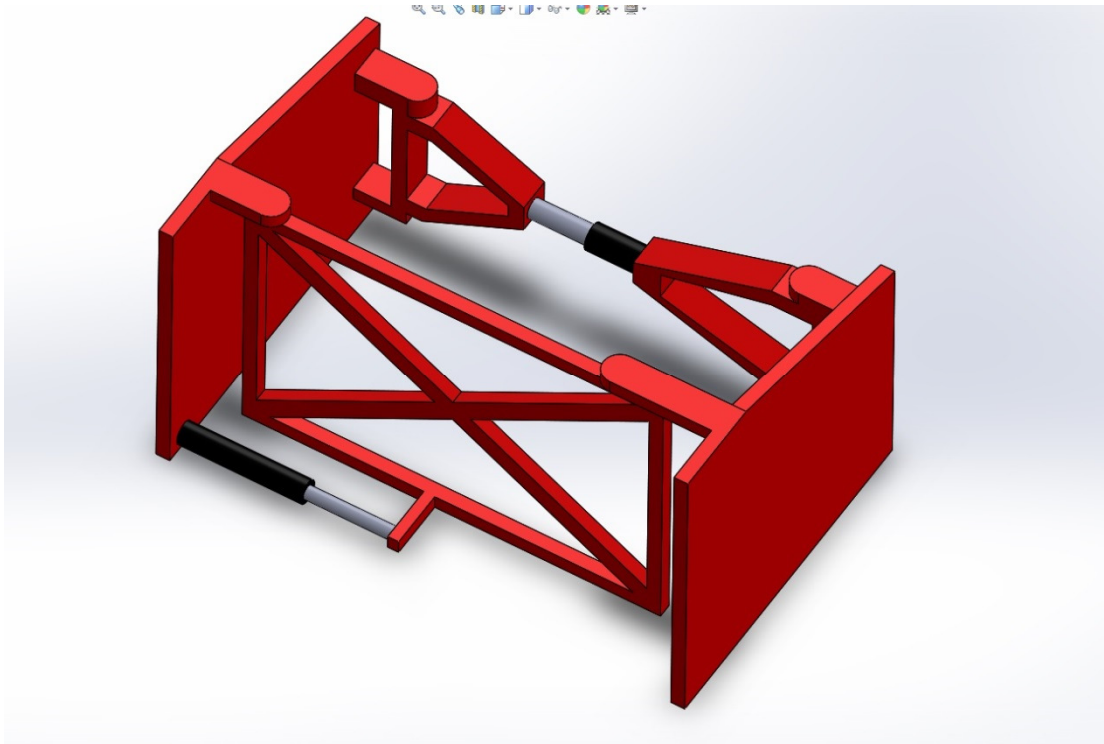
Zaradi začetnih težav nismo bili popolnoma prepričani sami vase, zato smo naredili še model s stranskim vpetjem. Tako narejeni razmetovalec je postal popolnoma tog in masiven. Imel pa je veliko boljše varovanje valja, kot modeli na trgu. Pojavil se je problem, saj vpetja nismo mogli dimenzionirati tako, da ne bi bilo v napoto silaži, ki bi padala čez valj. Zaradi tega smo idejo tudi opustili.



**Slika 9:** Stransko vpetje

### 6.3 Prečni pomik

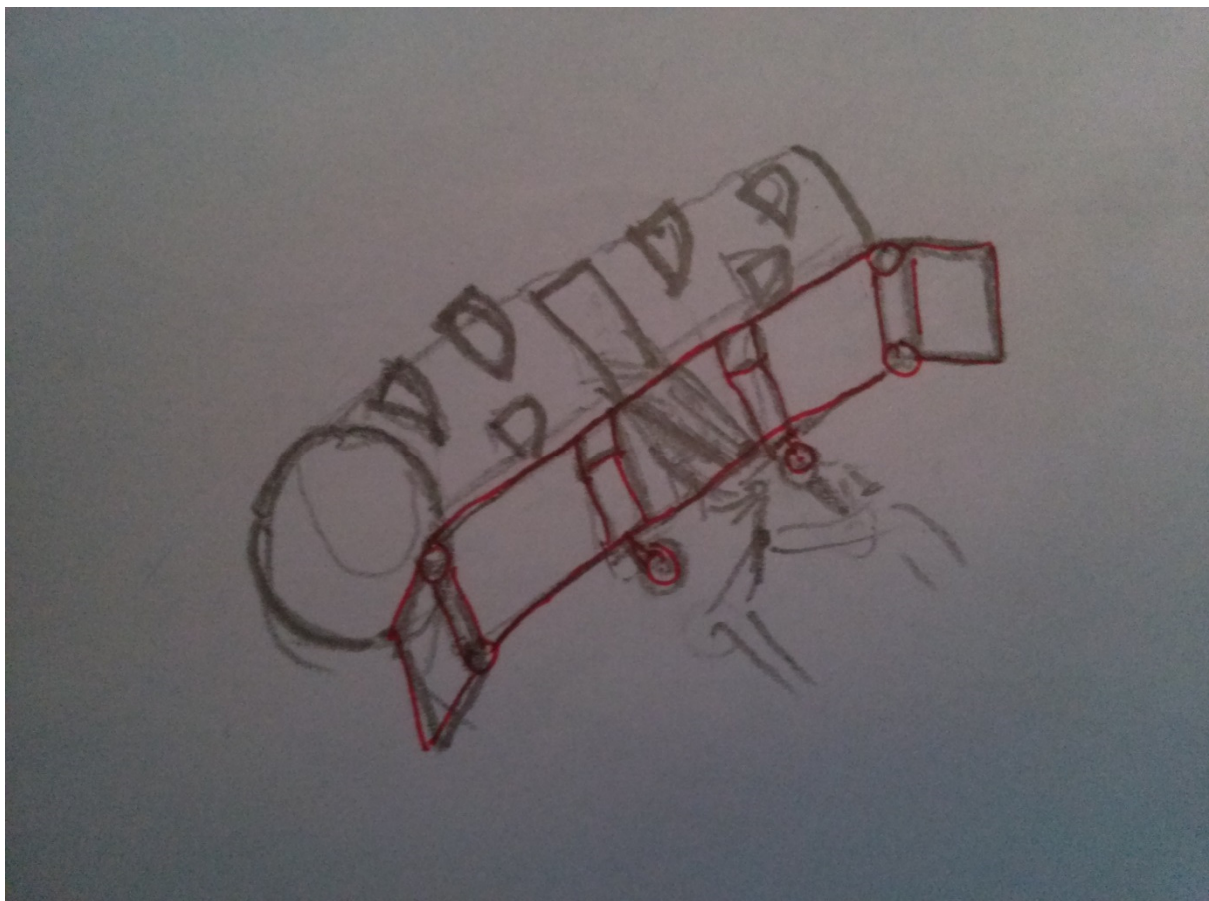
Ideja o prečnem pomiku valja je bila zasnovana z dvema vzporednima rokama. Z njima bi lahko kombinirali prečni pomik in zamik valja. Takšna izvedba bi omogočala natančno pozicioniranje valja, vendar smo idejo zaradi pretežke izdelave kmalu opustili.



**Slika 10:** Model z dvema vzporednima rokama

## 6.4 Ideja krmljenja govedi

Razmetovalec smo želeli narediti kot funkcionalen pripomoček tudi za kaj drugega. Tako smo dobili idejo, da naš stroj naredimo tako, da z njim tudi potiskamo krmo k jaslim. Načrtovali smo dodatno desko in kolesa za prilagajanje višine.



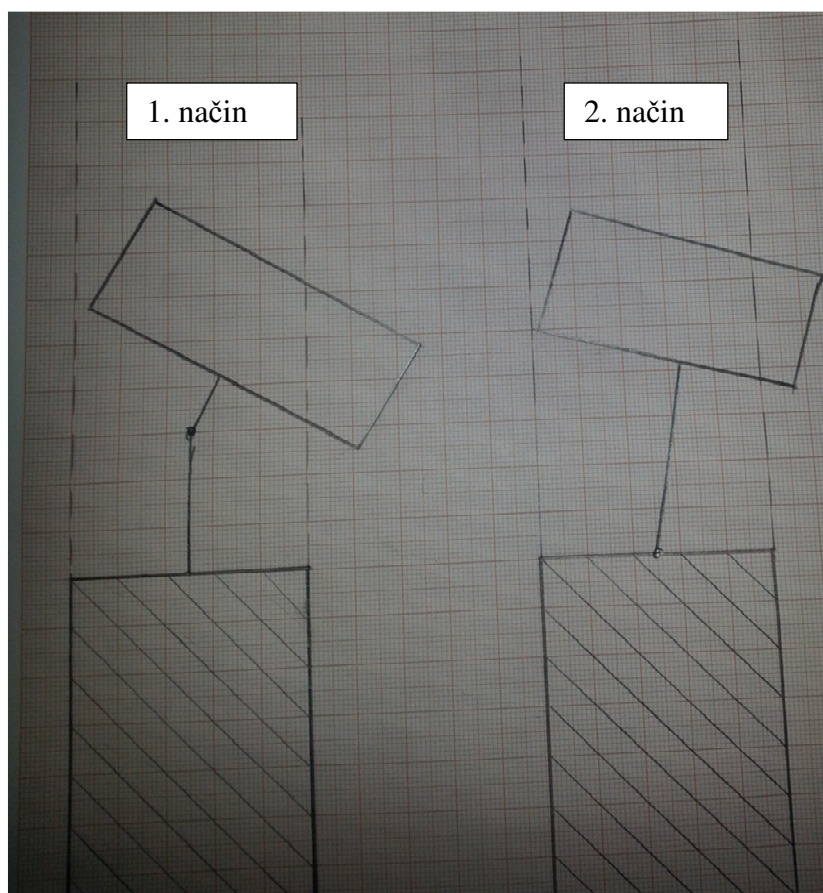
**Slika 11:** Razmetalec z desko

Z desko bi omogočili enostavno in hitro krmljenje goveda, z masivnimi kolesi pa bi stabilizirali valj tik nad tlemi. Govedo bi lahko krmili na eno ali obe strani jasli. Tak način krmljenja bi dosegli s stranskima loputicama. Nato smo ugotovili, da imajo pri Davidu preozke jasli in idejo opustili.



## 6.5 Ideja kotnega zamika

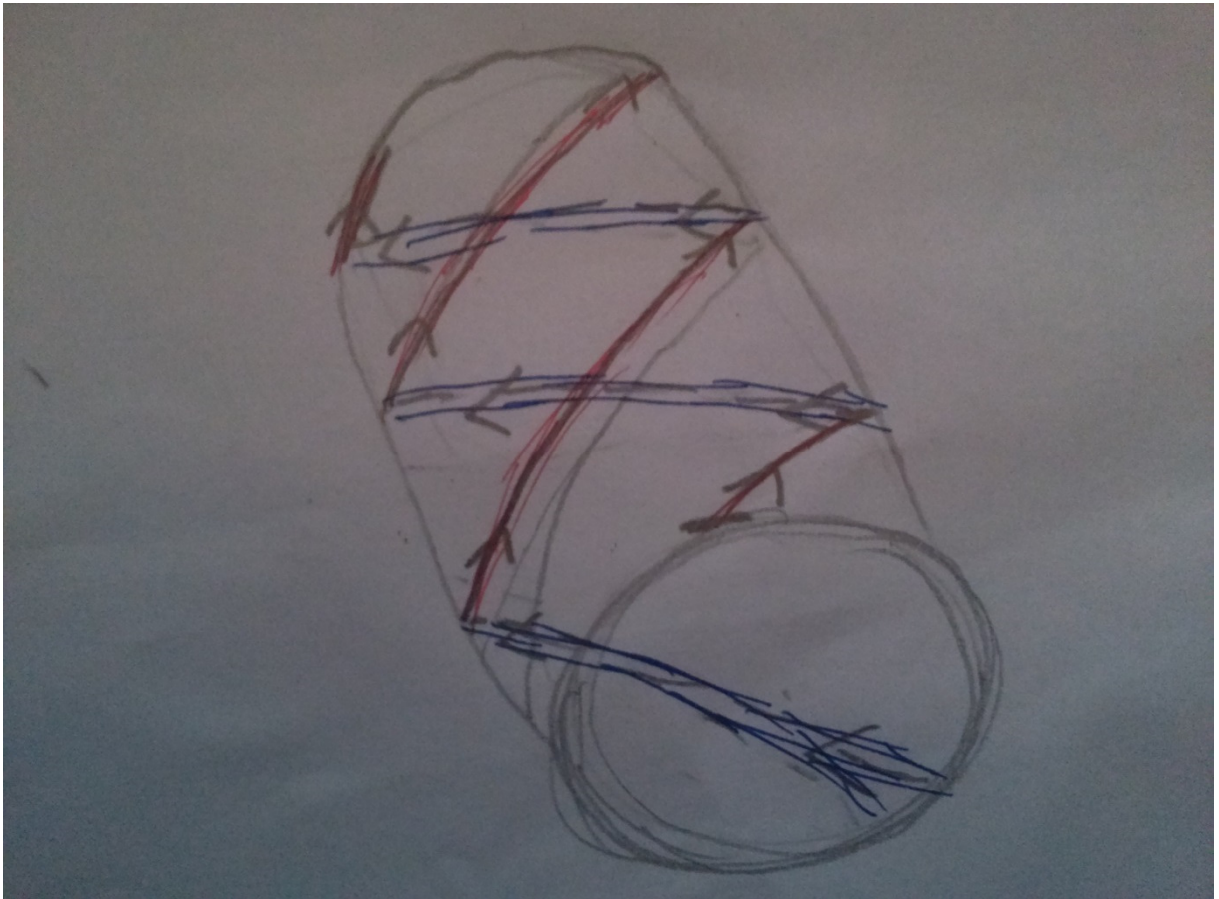
Za lažje delo z razmetovalec silaže smo si zamislili kotni zamik v obe strani za  $15^\circ$ . Zaradi  $15^\circ$  zamika bomo lahko uporabili navaden kardan in ne kardan z dodatno glavo, kar pripomore k nižjim stroškom izvedbe izdelka. Zamik smo dimenzionirali na dva načina. Odločili smo se za prvi način, ki omogoča odmik valja od gume in tako lahko s traktorjem tlačim silažo tik ob steni silosa.



**Slika 12:** Dimenzioniranje zamikov

## 6.6 Ideja postavitve rahljajnih loputic

Rahljalne loputice smo na valj postavili v obliki dvojne spirale. S tem načinom postavitve rahljajnih loputic bo razmetovalec travno silažo potiskal malce od sebe naprej in tako pripomogel k lažjemu spravljanju krme iz sredine silosa k stenam.

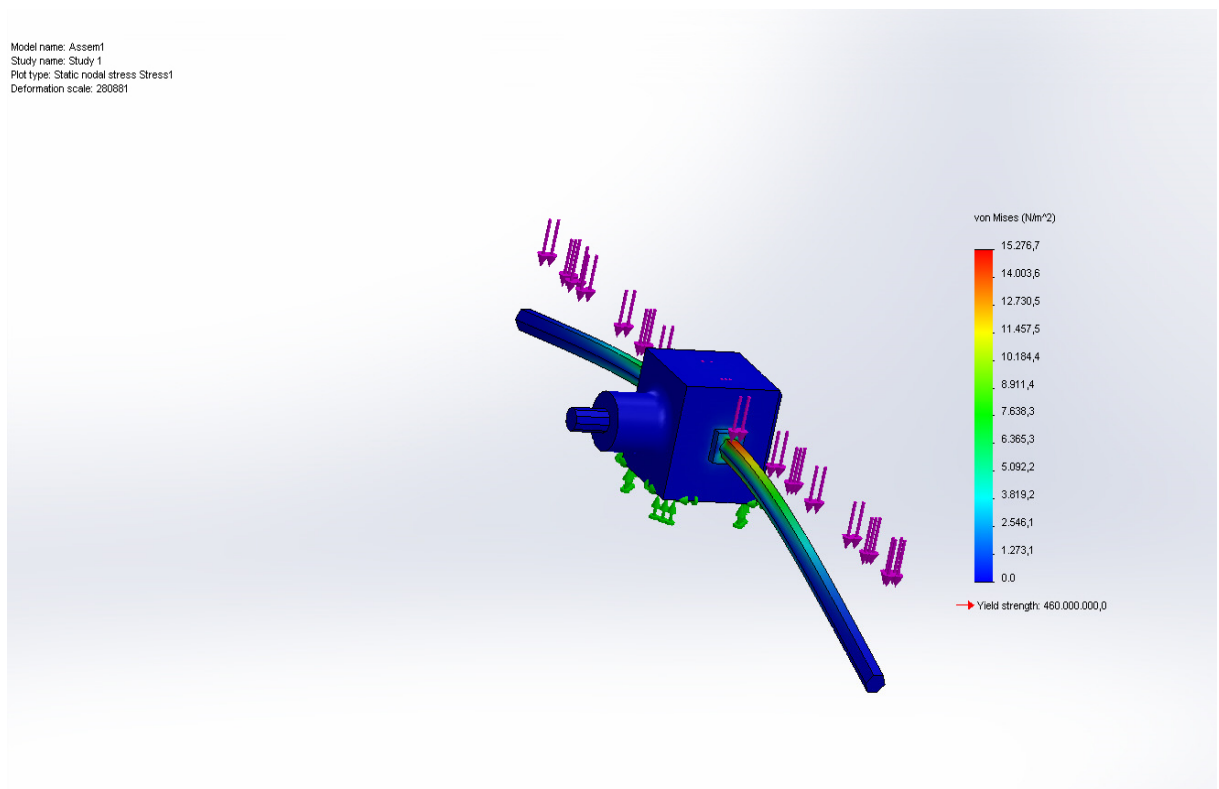


**Slika 13:** Dvojna spirala

## 7. VELIKO MOŽNOSTI ENA REŠITEV

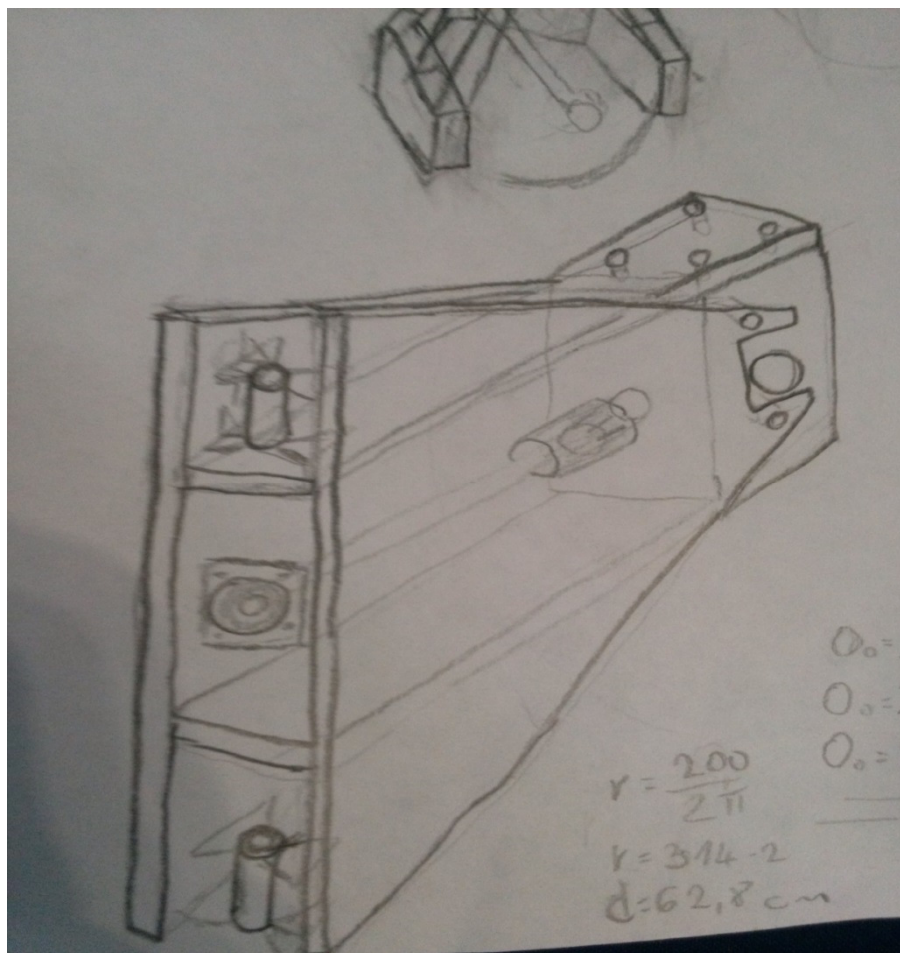
Ker smo naredili razmetovalec, ki bo dovolj močan tudi za nerazrezano travo, smo morali uporabiti pogon preko kardanske gredi. Prenos vrtilnega momenta iz kardanske gredi na glavno gred pa nam omogoča reduktor. Ta način izvedbe prenosa vrtilnega momenta nam je omogočil enostavno izvedbo pogona.

Na voljo smo imeli polžast reduktor, ki je bil cenovno zelo ugoden, njegovo prestavno razmerje pa je bilo ustrezno. Ker smo pri izvedbi stroja uporabili gred debelejšje oblike za nosilnost valja, nismo mogli uporabiti polžastega reduktorja, ampak reduktor z votlo šest kotno luknjo.



**Slika 14:** Preizkus gredi

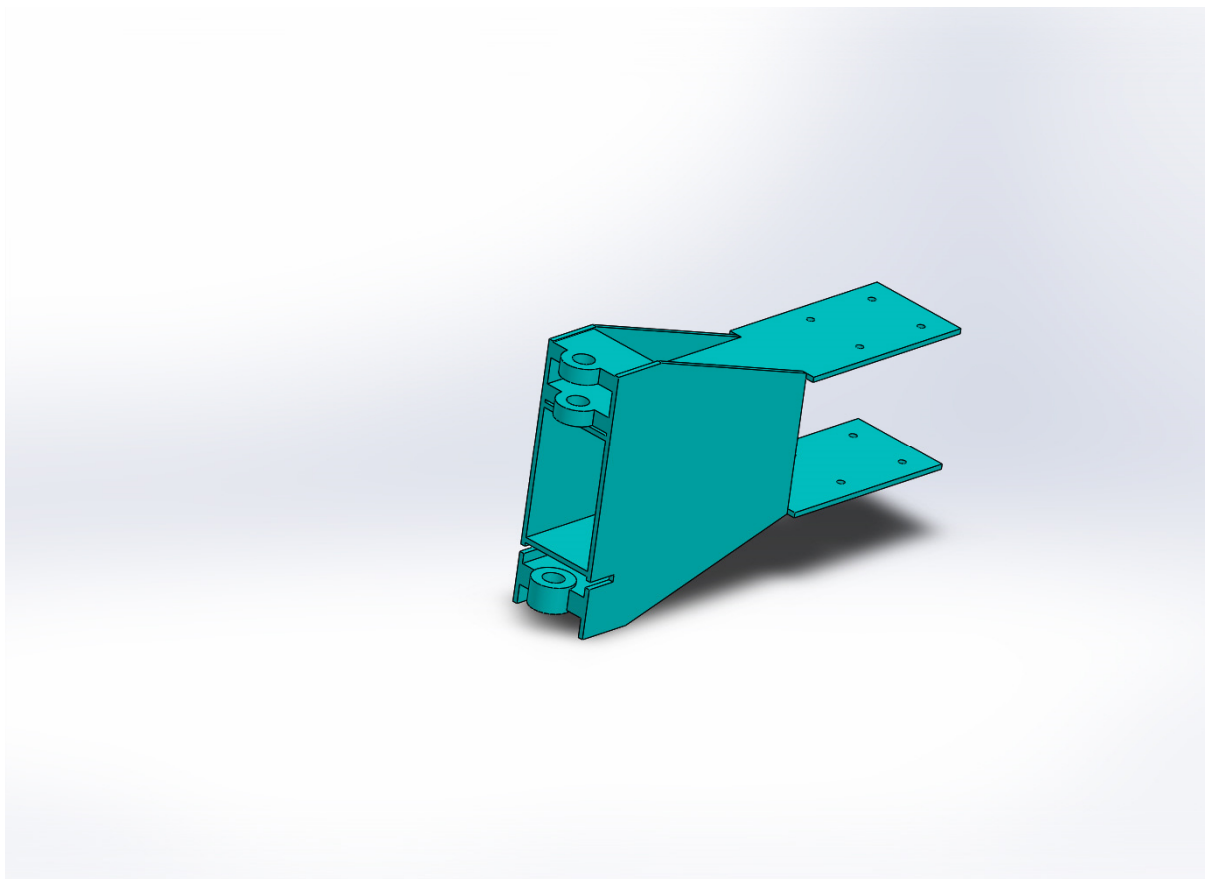
Preizkus gredi smo naredili v programu SolidWorks in tako izračunali, kako debela gred bi zadostovala potiskanju krme po silosu, da se ne bi upognila. Tako je nastala simbolična konstrukcija nosilca reduktorja (slika 15).



**Slika 15:** Skica nosilca reduktorja

## 7.1 Nosilec reduktorja

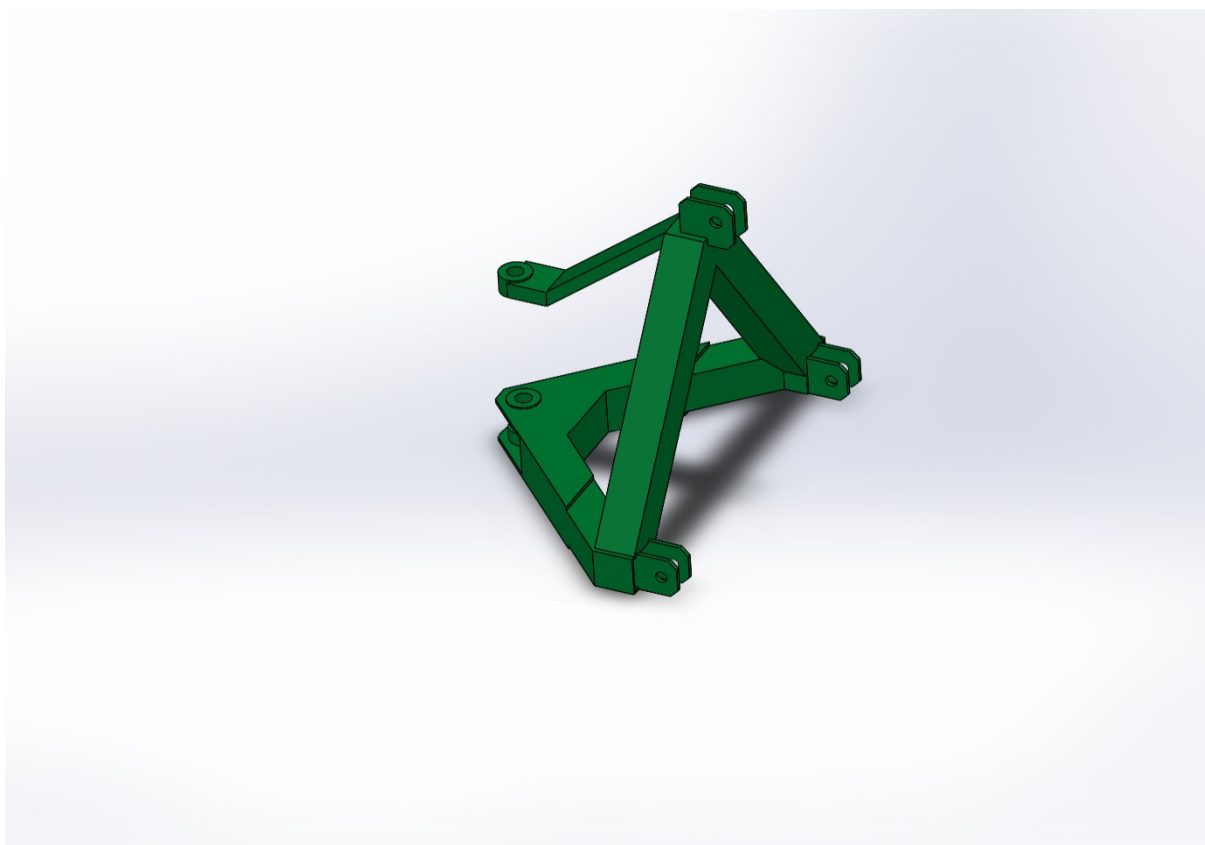
V programu Solidworks smo element naredili po merah reduktorja in po kardanski gredi s sklopko. Veliko časa smo posvetili izdelavi nosilca reduktorja, da je ta postal čim bolj enostavne oblike. Pri tem smo morali paziti na težo nosilca in hkrati na prenos vseh sil, ki bodo delovale nanj.



**Slika 16:** Nosilec reduktorja

## 7.2 Tritočkovni priklop

Nadaljevali smo z izdelavo 3-točkovnega priklopa. Prilagodili smo ga nosilcu reduktorja in izdelali puše ter zatiče, ki bodo omogočale kotni zamik. Priklop je moral biti narejen po standardih, da ga lahko priključi kateri koli traktor.



**Slika 17:** Tritočkovni priklop

### 7.3 Ščit reduktorja

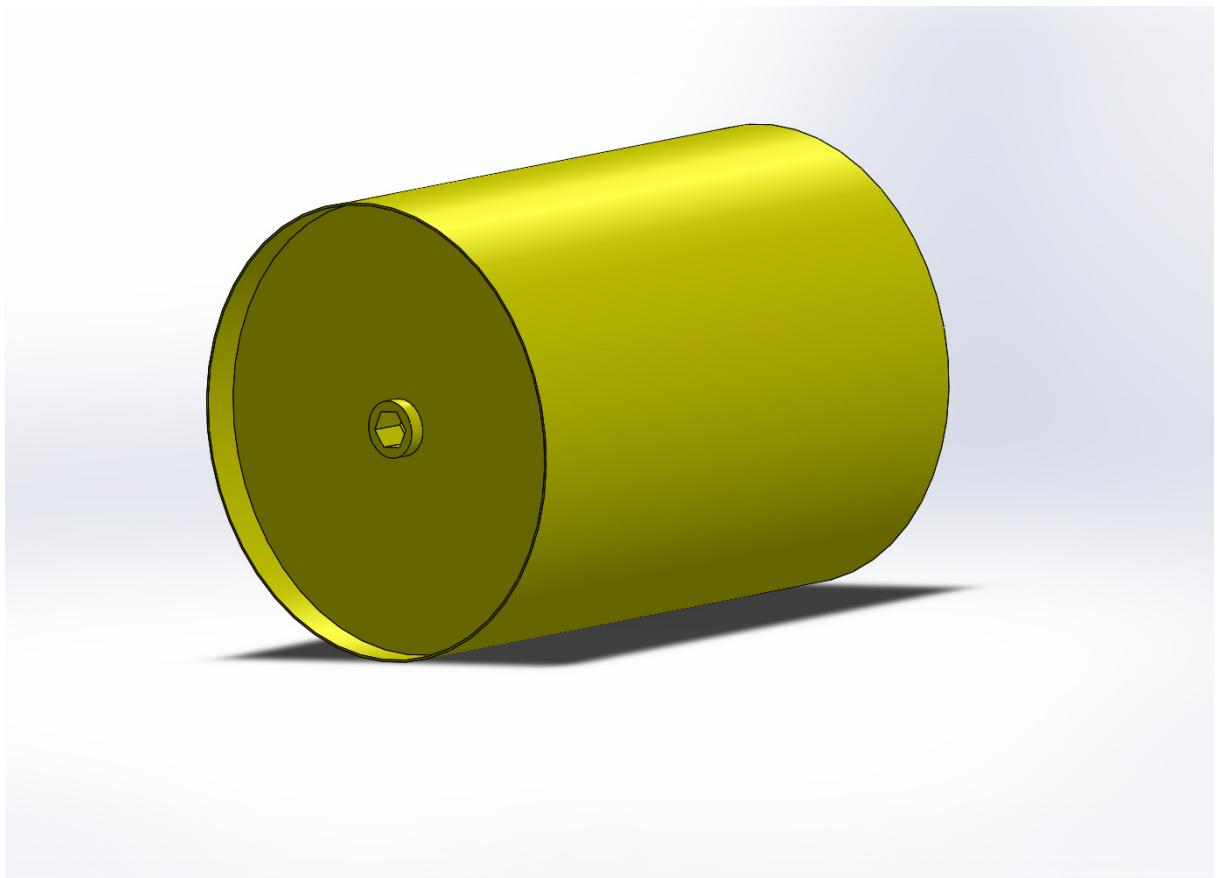
Ščit reduktorja smo lasersko izrezali in upognili na preši. Narejen je moral biti tako, da se je popolnoma prilagodil na nosilec reduktorja in s svojo obliko prenašal vse sile, ki bodo delovale nanj.



**Slika 18:** Zaščita reduktorja

## 7.4 Valj

Notranjost valja smo prilagodili gredi, zunanost pa želeni delovni širini. Dimenzioniranju valja smo posvetili veliko časa, saj mora biti v dobrem razmerju med težo in močjo. Paziti smo morali tudi na njegovo velikost in na število rahljalnih loputic, ki bodo nameščene nanj.

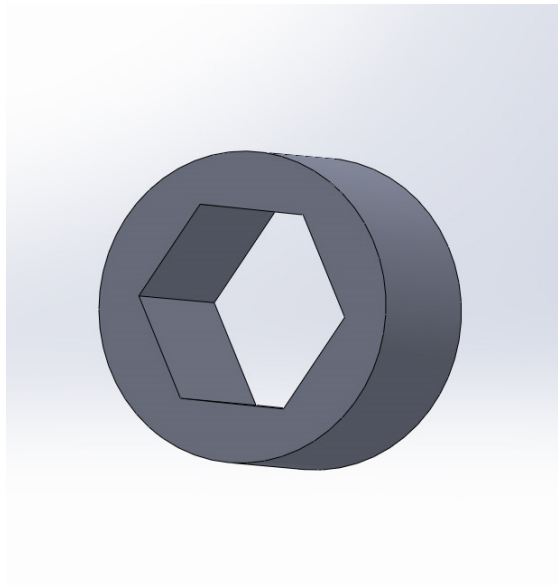


**Slika 19:** Valj



## 7.5 6-kotna puša

Pojavil se je problem, kako prenesti vrtilni moment iz 6-kotne gredi na valj. Prišli smo do ideje, da bi lahko izdelali 6-kotne puše in jih privarili na valj. Drugi problem je bil, kako 50 mm dolgo 6-kotno pušo čim bolj natančno izrezati. V mislih smo imeli izrez z laserjem, ki pa ne bi bil dovolj natančen. Povprašali smo v podjetje Unior v Zrečah in izvedeli, da nam lahko omenjene puše cenovno ugodno izdelajo z žično erozijo. Ta tehnika obdelave materiala je zelo natančna, kar je bilo za nas bistvenega pomena.



**Slika 20:** 6-kotna puša

## 8. IZDELAVA

Pri načrtovanju smo se trudili, da bi čim bolj zmanjšali količino strojne obdelave in z dobrim načrtovanjem večino kosov izdelali z laserskim razrezom. Kljub dobremu načrtovanju smo se pri izdelavi srečali z različnimi vrstami obdelovalnih strojev. Strojna obdelava nam ni delala težav oziroma preglavic, saj že imamo veliko izkušenj s temi stroji, doma namreč že vseskozi pomagamo pri raznih izdelavah in popravilu priključkov na kmetiji.

Pri izdelavi smo uporabili stružnico, frezalni stroj, varilni stroj, pehalni stroj, stroj za upogibanje pločevine, vrtalni stroj, brusilni stroj, rezalni stroj in ročno orodje.



**Slika 21:** Vrtanje luknje za zatič



**Slika 22:** Rezanje pohištvenega materiala



**Slika 23:** Varjenje

## 9. UGOTOVITVE IN REZULTATI

Imeli smo kar nekaj idej in zamisli, kako bi naredili razmetovalec silaže. Kmalu smo prišli do zapletenih in zahtevnih izvedb naših idej, kar bi za nas predstavljalo velik finančni zalogaj, katerega si nismo mogli privoščiti. Ugotovili smo, da je glede na naše potrebe najbolje narediti razmetovalec podoben že preizkušenim na trgu.

Ker smo se odločili, da izdelek izdelamo za lastno uporabo, se nismo ozirali na to, da bi uporabili šibkejšo konstrukcijo, niti se nismo obremenjevali z večjo maso razmetovalca, saj nam lahko služi kot utež pri tlačenju silaže.

Stroj ob zaključku naše raziskovalne naloge še ni bil izdelan do konca, pa tudi čas siliranja se še ni začel, zato težko pišemo o ugotovitvah v zvezi s funkcionalnostjo stroja. Prav tako zadanih hipotez še ni mogoče potrditi ali zavreči. Sama izdelava izdelka pa poteka po predvidenih načrtih, tako finančno kot izvedbeno.



**Slika 24:** Valj med izdelavo

## 10. ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo morali uporabiti širok spekter znanja. Že na začetku, ko smo si zadali cilj izdelati razmetovalec silaže, nam je bilo jasno, da bo naloga zahtevna in težka, a nas je na koncu vseeno presenetila količina znanja, vloženega dela in časa. Ugotovili smo, kako pomemben je program SolidWorks, saj nam je med samim načrtovanjem omogočal vpogled v konstrukcijo stroja in nam omogočal rešiti težave, na katere bi naleteli šele pri izdelavi projektne izdelka.

Naš cilj je bil izdelati razmetovalec silaže, ki bo zagotovil kakovostno silažo, saj je ključnega pomena pri obroku govedi. Prepričani smo, da nam bo izdelek na Davidovi kmetiji prihranil veliko časa in vloženega truda, hkrati pa omogočil pridelavo kvalitetne silaže in boljši izkoristek silosa.

Podobnih strojev je na slovenskem trgu veliko, vendar so glede na narejeno število delovnih ur v letu predragi.

## **11. ZAHVALA**

Zahvala gre predvsem mentorjema, mag. Andru Glamniku in Mateju Vebru saj sta nam tako na strokovnem kot tudi praktičnem področju pomagala, in go. Meliti Leskovar za lektoriranje raziskovalne naloge. Pri zahvali pa seveda ne smemo pozabiti podjetje Sico, d. o. o. iz Celja za laserski razrez pločevine. Posebna zahvala gre družinam Kugler, Kotnik in Jurak, ki so nam z veseljem nudili pomoč in uporabo prostorov.

## 12. VIRI IN LITERATURA

### Pisni viri:

1. KRAUT, B. (2003). *Krautov strojniški priročnik*, 14. izdaja, Ljubljana: Littera picta.
2. VOLF A. (2009). Ogled pravilnega postopka siliranja travne silaže, Paška vas.

### Spletni viri:

1. Dostopno na naslovu:

[http://profarm.si/prodajni\\_program/razmetalci\\_silaze/](http://profarm.si/prodajni_program/razmetalci_silaze/)

(03.11.2013).

2. YouTube: John Deer 6830 and Reck Jumbo in action in grasssilo

<http://www.youtube.com/watch?v=4sfIPkYLmbY>

(12.01.2013).

3. YouTube: RECK Grass Silage Spreader

<http://www.youtube.com/watch?v=hqYxSKmP1DQ>

(12.11.2013).

4. Razmetalec silaže 2011 (svetovni splet)

Dostopno na naslovu: <http://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201104632.pdf>

(15.12.2013).

5. Slika 7

Dostopno na naslovu: <https://www.google.si/#q=siliranje+koritastem+silosu&spell=1>

(12.03.2014).

6. Slika 4

Dostopno na naslovu:

[http://profarm.si/prodajni\\_program/razmetalci\\_silaze/1278/serija\\_plantar/](http://profarm.si/prodajni_program/razmetalci_silaze/1278/serija_plantar/)

(13.03.2014).

7. Slika 3

Dostopna na naslovu: <http://traktor.mojforum.si/traktor-about735-70.html>

(13.03.2014).

8. Slika 1

Dostopna na naslovu:

[http://profarm.si/prodajni\\_program/razmetalci\\_silaze/1277/serija\\_magna/](http://profarm.si/prodajni_program/razmetalci_silaze/1277/serija_magna/)

(14.03.2014).

9. Slika 2

Dostopna na naslovu:

[http://profarm.si/prodajni\\_program/razmetalci\\_silaze/1279/serija\\_jumbo\\_i/](http://profarm.si/prodajni_program/razmetalci_silaze/1279/serija_jumbo_i/)

(14.03.2014).