

Šolski center Celje

Srednje šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Pot na Lavo 22, 3000 Celje

RAZDELJEVALNIK STELJE

RAZISKOVALNA NALOGA

Področje: strojništvo

AVTOR:

Vid Jagodič, S-4. a

MENTOR:

Roman Zupanc, dipl. inž. str.

Celje, marec 2023

Mentor Roman Zupanc v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Razdeljevalnik stelje, katere avtor je Vid Jagodič:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mojemu mentorju Romanu Zupancu, dipl. inž. str., za vso podporo, pomoč in usmerjanje pri izdelavi raziskovalne naloge.

Velika zahvala gre tudi mojima staršema, ki sta mi nudila moralno podporo in me spodbujala k uresničitvi ciljev. Posebej bi se zahvalil očetu, ki je moj projekt finančno podprl in mi s svojo pomočjo omogočil njegovo realizacijo.

Hkrati bi se rad še posebej zahvalil podjetju BETEC za vso pomoč, sredstva in nasvete pri uresničitvi projekta ter za spodbujanje in začetek poti izdelka do tržišča.

Nazadnje se zahvaljujem še profesorici slovenščine, Brigiti Renner, in profesorici angleščine, Simoni Tadeji Ribič, za lektoriranje in pregled raziskovalne naloge.

RAZDELJEVALNIK STELJE

POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem sistematično predstavil izdelavo traktorskega priključka, in sicer razdeljevalnik stelje. Za začetek sem s spletno analizo preučil podatke in pomen različnih vrst stelje ter na osnovi ugotovitev izbral tiste stelje, ki predstavljajo potencial za uporabo na domači kmetiji. Izvedel sem analizo trga in ugotovil, da tovrstna naprava na slovenskem trgu ne obstaja, medtem ko je na tujem trgu precej aktualna. S prejetimi informacijami o obstoječih produktih in s poenostavljanjem kompleksnega delovanja zamišljenega izdelka sem nato prišel do osnovnega koncepta razdeljevalnika stelje, ki ga poganjajo trije hidromotorji in služi kot priključek čelnega nakladalnika dvoriščnega ali konvencionalnega traktorja. Koncept izdelka sem realiziral v modelirnem programu in tako prišel do idejnega modela, ki sem tudi izdelal. Napravo sem nato preizkusil in na podlagi pridobljenih rezultatov ovrednotil postavljene hipoteze. Prišel sem do spoznanja, da izdelana naprava nastiljanje opravi dosti hitreje, kot če to opravilo izvajamo ročno. Na koncu sem vse ugotovitve strnil in predstavil pomanjkljivosti ter ambicije o nadaljnjem razvoju izdelka.

Ključne besede: stelja, razdeljevalnik stelje, hidromotor, dvoriščni traktor, čelni nakladalnik

BEDDING SPREADER

ABSTRACT

In this research paper, I have systematically presented the production of a tractor attachment, namely a bedding spreader. To begin with, I used an online analysis to study the data and the purpose of different bedding materials. Based on the findings, I selected bedding materials which have potential to be used on the home farm. After conducting a market analysis, I found that this type of device does not yet exist on the Slovenian market, whereas it is quite common on the foreign market. By processing the received information and simplifying the complex operation of the envisioned product, I then came up with the basic concept of a bedding spreader, which serves as an attachment to the front loader of a conventional tractor or a yard loader. I realized the product concept in a modelling programme and thus came up with a conceptual model, which I actually built. Later on, I tested the product and evaluated the hypotheses based on the obtained results. I came to the conclusion that the device does the job of distributing bedding much faster than doing it manually. In conclusion I have summarized all the findings and have presented the product's shortcomings and my ambitions for further development of the bedding distributor.

Keywords: bedding, bedding spreader, hydraulic motor, yard loader, front loader

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	RAZISKOVALNE METODE	1
1.2	HIPOTEZE	2
2	PREDSTAVITEV RAZISKOVALNEGA IZZIVA	3
2.1	VISOKA IN GLOBOKA LEŽIŠČA	3
2.2	PREDSTAVITEV PROBLEMATIKE	4
3	POMEN PRAVILNEGA NASTILJANJA ZA MLEČNO PROIZVODNJO.....	6
4	IZBIRA STELJE ZA DOMAČE OKOLJE	8
4.1	ŽELJENE KARAKTERISTIKE STELJE	8
4.2	IZBOR	10
4.2.1	Slama	10
4.2.2	Žagovina in lesni oblanci.....	11
4.2.3	Separat	12
5	ANALIZA TRGA	13
5.1	SLOVENSKI TRG	13
5.1.1	Sodelovanje s podjetjem BETEC	13
5.2	TUJ TRG.....	14
5.2.1	Naprava Fliegl Profi Spreading Bucket.....	15
6	KONCIPIRANJE IZDELKA	18
6.1	ZBIRANJE ZAMISLI IN IDEJ	18
6.2	DELOVANJE NAPRAVE	18
6.2.1	Priklapljanje in odklapanje naprave	18
6.2.2	Zajemanje materiala	19
6.2.3	Drobljenje in razporejanje materiala	20
6.2.4	Razdeljevanje materiala.....	20

6.3	IZDELAVA IDEJNIH SKIC	21
7	SNOVANJE, KONSTRUIRANJE IN MODELIRANJE IZDELKA	23
7.1	IZBIRA IDEJE	23
7.2	KONSTRUIRANJE ZAJEMALNE ŽLICE	25
7.3	KONSTRUIRANJE DROBILNIH VALJEV	27
7.3.1	Ideja o zobniškem in verižnem prenosu vrtenja	29
7.4	KONSTRUIRANJE NOSILNEGA DELA	30
7.5	KONSTRUIRANJE RAZDELJEVALNEGA DELA	31
7.5.1	Konstruiranje razdeljevalnega traku	31
7.5.2	Vrtenje in vodenje razdeljevalnega traku	32
7.5.3	Napenjanje razdeljevalnega traku	33
7.6	KONSTRUIRANJE PRIKLOPNEGA DELA	34
7.6.1	Ideja o priklopnih ploščah	34
7.7	IDEJA O DRSENJU PO ZAJEMALNI POVRŠINI	35
7.8	IDEJA O DOZIRNIH PLOŠČAH	36
7.9	IZBIRA HIDROMOTORJEV	37
7.10	HIDRAVLICNA SHEMA	38
8	IZDELAVA IZDELKA	39
8.1	LASERSKI RAZREZ IN KRIVLJENJE	39
8.1.1	Izbira materiala	39
8.2	IZDELAVA OSI IN UTORNIH PUŠ	40
8.2.1	Struženje osi	40
8.2.2	CNC-Struženje	41
8.2.3	Pehanje	42
8.3	IZDELAVA RAZDELJEVALNEGA TRAKU	42
8.4	VARJENJE	43
8.5	POVRŠINSKA ZAŠČITA	44

8.6	SESTAVLJANJE.....	47
8.6.1	Vezava hidravlike	48
8.7	ZAPLETI IN POPRAVKI	49
9	REZULTATI	50
9.1	EKONOMSKA ANALIZA	59
10	RAZPRAVA.....	60
10.1	NADALJNI RAZVOJ	60
11	ZAKLJUČEK	63
12	VIRI IN LITERATURA.....	64

KAZALO SLIK

Slika 1:	Ležalne gume	3
Slika 2:	Globok ležalni boks.....	4
Slika 3:	Globoki ležalni boksi pred nastiljanjem.....	4
Slika 4:	Globoki ležalni boksi po nastiljanju.....	5
Slika 5:	Prikaz primerne sistema nastiljanja	6
Slika 6:	Nečistoča goveda zaradi neprimerne stelje	7
Slika 7:	Poškodbe skočnih sklepov	9
Slika 8:	Slamnata kocka	11
Slika 9:	Žagovina in lesni oblanci	12
Slika 10:	Separat.....	12
Slika 11:	Logotip BETEC	14
Slika 12:	VDMJ CV2R.....	14
Slika 13:	BvL V-Comfort 2.0	15
Slika 14:	Fliegl Profi Spreading Bucket.....	15
Slika 15:	Drobnilni valji naprave Fliegl	16
Slika 16:	Primerna podlaga za priklopljanje/odklopljanje naprave	19
Slika 17:	Zajemanje materiala	19
Slika 18:	Drobljenje materiala.....	20
Slika 19:	Razdeljevanje materiala	21

Slika 20: Določitev izhodnih gabaritov	21
Slika 21: Idejna skica izdelka	22
Slika 22: Idejni model izdelka, pogled A	24
Slika 23: Idejni model izdelka, pogled B	24
Slika 24: Gabariti slamnate kocke največje nabavne velikosti.....	25
Slika 25: Širina in višina zajemalne ploskve	26
Slika 26: Idejni model zajemalne žlice	27
Slika 27: Smer vrtenja drobilnih valjev	27
Slika 28: Pozicioniranje zob	28
Slika 29: Idejna modela drobilnih valjev.....	28
Slika 30: Zobniški in verižni prenos vrtenja.....	29
Slika 31: Idejni model nosilnega dela	30
Slika 32: Idejni model razdeljevalnega dela.....	31
Slika 33: Idejni model razdeljevalnega traku	32
Slika 34: Idejni model jermenice 1.....	32
Slika 35: Idejni model jermenice 2.....	32
Slika 36: Idejni model vodila razdeljevalnega traku	33
Slika 37: Idejni model napenjalca razdeljevalnega traku	33
Slika 38: Priklopni plošči za euro priklop	34
Slika 39: Idejni model priklopne plošče z vpetjem Atlas	35
Slika 40: Idejni model priklopnih plošč z vpetjem Merlo	35
Slika 41: Drsenje naprave po zajemalni površini	36
Slika 42: Idejni model dozirnih plošč.....	36
Slika 43: Specifikacije hidromotorja MSY 200	37
Slika 44: Hidravlična shema.....	38
Slika 45: Laserski razrez.....	39
Slika 46: Izdelava osi.....	40
Slika 47: Izdelava NC-programa	41
Slika 48: Izdelane utorne puše.....	42
Slika 49: Varjenje priklopnega dela	43
Slika 50: Zatik	44
Slika 51: Pozicioniranje varjencev nosilnega dela	44
Slika 52: Odstranjevanje obrizgov	45

Slika 53: Kosi, pripravljeni na površinsko zaščito	46
Slika 54: Pobarvana zajemalna žlica	46
Slika 55: Montaža zajemalne žlice	47
Slika 56: Sestavni deli	47
Slika 57: Sestavljen izdelek	48
Slika 58: Vezanje hidravlike.....	48
Slika 59: Deformacija pri varjenju	49
Slika 60: Odpravljanje napak	49
Slika 61: Specifikacije hidromotorja MS 80	50
Slika 62: Preizkušanje delovanja izdelka	51
Slika 63: Priprava stelje.....	52
Slika 64: Razdeljevanje stelje.....	53
Slika 65: Končno razporejanje stelje	53
Slika 66: Kakovostno nastlana površina.....	54
Slika 67: Merjenje mase izdelka.....	55
Slika 68: Priklapljanje hidravlike	56
Slika 69: Transport izdelka skozi blatni hodnik	56
Slika 70: Notranja in zunanja skrajna lega dozirnih plošč	57
Slika 71: Reguliranje prioriteta ventila.....	57
Slika 72: Razdeljevanje rezane slame	58
Slika 73: Razdeljevanje separata ter žagovine in lesnih oblancev	59
Slika 74: Izdelek na mednarodnem kmetijskem sejmu EuroTier.....	61

KAZALO TABEL

Tabela 1: Tehnični podatki naprave Fliegl	17
Tabela 2: Lastnosti konstrukcijskega jekla.....	40
Tabela 3: Časovna primerjava ročnega in avtomatiziranega nastiljanja	54
Tabela 4: Stroški pri izdelavi naprave	59

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Sestavnica razdeljevalnika stelje

Priloga 2: Sestavnica drobilnega valja 1

Priloga 3: Os drobilnega valja

Priloga 4: Utor na puša drobilnega valja

Priloga 5: Sestavnica jermenice 1

Priloga 6: Os jermenice 1

Priloga 7: Utor na puša jermenice

Priloga 8: Sestavnica jermenice 2

Priloga 9: Os jermenice 2

Priloga 10: Sestavnica fiksiranega napenjalca

1 UVOD

V živinoreji se za izboljševanje udobja živine njihovo ležalno podlago nastilja z različnimi vrstami stelje. Nastiljanje zajema doziranje nove stelje na površino živalskih ležišč in se na večini slovenskih kmetij izvaja ročno, vključno z našo domačo kmetijo. Proces ročnega nastiljanja ob večjem številu goveda predstavlja fizični napor in vzame veliko dragocenega časa. Ob tem se mi je porodila ideja o izdelavi razdeljevalnika stelje, ki bo olajšal proces nastiljanja.

Najprej sem se lotil spletne analize podatkov in se podučil o dejavnikih, ki nastopijo pri uporabi različnih vrst stelje. Odločil sem se za izdelavo analize trga, saj me je zanimalo, ali podobna naprava na trgu že obstaja. Ugotovil sem, da je evropski trg na področju proizvodnje tovrstnih naprav precej obsežen. Z obdelavo podatkov sem pridobil razne smernice, ki so pripomogle k uspešnejšemu koncipiranju in snovanju izdelka.

Cilj naloge je čim boljše snovanje, konstruiranje in izdelava izdelka, ki bo izpodrinil potrebo po ročnem nastiljanju ter s tem zmanjšal potreben čas in napor, ki ga potrebujemo, da dosežemo kakovostno nastlane površine. Za uspešno realizacijo ideje si bom postavil več hipotez, s katerimi bom skupaj s pridobljenimi rezultati ovrednotil uspešnost svojega dela.

1.1 RAZISKOVALNE METODE

V procesu pridobivanja informacij, tvorjenja idej, snovanja in same izdelave naprave sem si pomagal z različnimi metodami raziskovanja. V glavnem sem uporabil naslednje raziskovalne metode:

- Analitično metodo, ki se osredotoča na razčlenitev celote na več osnovnih delov oz. elementov. Za lažje, natančnejše in bolj sistematično delo sem si praktični del naloge zato razdelil na več delov, to so koncipiranje, snovanje in konstruiranje in izdelava naprave.
- Primerjalno metodo, ki temelji na primerjavi različnih pojavov, dejavnosti, ugotovitev ipd. Tako sem z odkritji ostalih raziskovalcev in obstoječih produktov na trgu primerjal ter vrednotil lastne ideje za zamišljen izdelek.

- Eksperimentalno metodo ali metodo proučevanja, pri kateri se v nadzorovanih pogojih namerno povzroča določen pojav. To metodo sem uporabil pri preizkušanju izdelka in z rezultati utemeljil postavljene hipoteze.

1.2 HIPOTEZE

Pred samim snovanjem izdelka sem si postavil različne cilje oz. hipoteze, ki so me pri razvijanju vodile k cilju, da jih bo izdelek izpolnjeval. Postavljene hipoteze sem pri testiranju delovanja stroja potrdil oziroma ovrgel.

Hipoteza 1: Uporaba izdelka bo omogočala hitrejša in manj naporno nastiljanje, skupaj z zadovoljevanjem potreb po količini in kakovosti nastiljanja.

Glavni cilj, ki sem si ga zastavil, je, da bo uporaba stroja olajšala ročno delo, ki ga predstavlja proces nastiljanja, vendarle pa s pohitrenim procesom kakovost nastlane površine ne sme biti prizadeta. Predvideval sem, da bo velik volumen zajemalne žlice skupaj s hidravlično gnanimi komponentami proces nastiljanja opravil dosti hitreje, brez velikega fizičnega napora. Naprava mora zagotoviti dovoljšen in enakomeren raztros in tako kravam omogočiti udoben ležalni prostor, kot bi to sicer dosegli z ročnim nastiljanjem.

Hipoteza 2: Izdelek bo primeren za domače okolje in tehnologijo.

Ideja te hipoteze je konstruiranje v smeri zagotavljanja kompatibilnosti izdelka s tehnologijo, ki nam je doma trenutno na voljo – predvsem dvoriščni traktor, ki je v vsakodnevni uporabi. Izdelek mora biti skladen s konstrukcijskimi lastnostmi dvoriščnega traktorja, kot so dvizna moč, način vpetja, hidravlični pretok ipd. Obenem mora biti velikost naprave dimenzijsko skladna v primerjavi z gabariti hleva. Delovanje stroja bo tako nemoteno s strani domače tehnologije in okolja.

Hipoteza 3: Izdelek bo omogočal enakomerno razdeljevanje vseh vrst stelje, ki se uporabljajo na domači kmetiji.

Razmišljal sem v smeri, da bo stroj sposoben razdeljevati vse vrste stelje, ki jih danes uporabljamo na domači kmetiji, pa tudi tiste, ki predstavljajo potencial za nastiljanje v prihodnosti. Naprava mora omogočati enakomeren raztros v neodvisnosti od lastnosti materiala, kot so sipkost, teža, težavnost pri drobljenju, gostota ipd.

2 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNEGA IZZIVA

Doma imamo veliko kmetijo, ki se čedalje bolj razvija in širi. Kmetijska panoga, s katero se ukvarjamo, je živinoreja, specializiramo pa se na proizvodnjo mleka. Čredo krav zatorej sestavlja približno 45 % krav molznic, za katere velik pomen predstavlja bivalno ugodje. Udobje krav ne pripomore le k njihovemu dobremu počutju in zdravju, temveč se s tem izboljšuje tako kakovost kot tudi količina mlečne proizvodnje. Pomembna nadgradnja hleva, ki se je že začela in se bo stopnjevala v bližnji prihodnosti, je menjava klasičnih gumijastih ležišč za ležišča na globoko steljo, saj želimo izpopolniti kakovost udobja krav molznic.

2.1 VISOKA IN GLOBOKA LEŽIŠČA

Izvedba ležišč za molznice, ki trenutno prevladuje na naši kmetiji, so »visoki ležalni boksi«. Gre za ležalno površino, ki je 20 cm dvignjena nad površino tal hodnika. Pri takšnem ležišču je nastiljanje v večjih količinah onemogočeno, zato je tla potrebno obložiti z mehko površino – ležalno gumo. Prednost takšnih ležišč je enostavno vzdrževanje in prihranek stelje, slabost pa slabša higiena krav, manj udobna ležalna površina in kratka življenjska doba ležalnih gum.



Slika 1: Ležalne gume

(Vir: <https://rubbertextindia.com/>)

Pred kratkim smo začeli uvajati »globoke ležalne bokse«. Pri tej izvedbi gre za ležalno površino v isti ali 10–20 cm višji ravnini kot hodnik. Za nastiljanje se lahko uporabljajo različne organske in anorganske vrste stelje. Globoki boksi omogočajo boljše udobje krav

in s primerno steljo tudi boljšo higieno. Slabost takšnih boksov je veliko večja potreba po nastiljanju, posledično velika poraba nastilja, časa in delovne sile.



Slika 2: Globok ležalni boks

(Vir: <https://www.fwi.co.uk/events/livestock-event-2014-new-rules-for-using-green-bedding-in-dairy-housing>)

2.2 PREDSTAVITEV PROBLEMATIKE

Glavni problem, ki nastane s sistemom globokih boksov, je potreba po njihovem vzdrževanju, ki v veliki večini zajema samo nastiljanje oz. doziranje nove stelje na območje ležišč. Nastiljanje bi v tem primeru predstavljalo veliko porabo časa in fizični napor, če bi proces opravljali ročno, posledično bi se nadgradnja udobja molznic sprevrgla v zaviranje morebitnih drugih napredkov.



Slika 3: Globoki ležalni boksi pred nastiljanjem
(Osebni vir)



Slika 4: Globoki ležalni boksi po nastiljanju

(Osebni vir)

Našteti dejavniki so me spodbujali k razmišljanju o načinu, kako bi proces nastiljanja pohitril, olajšal in zmanjšal potrebo po delovni sili. Razmišljanje me je vodilo v odločitev, da izdelam stroj, ki bo odpravil potrebo po ročnem nastiljanju.

Preden pa sem se lahko lotil snovanja izdelka, sem se moral podučiti o raznih dejavnikih nastiljanja, ki jih naprava mora izpolnjevati oz. bi posledično lahko vplivali na njegovo delovanje.

3 POMEN PRAVILNEGA NASTILJANJA ZA MLEČNO PROIZVODNJO

Stelja je material, ki živini nudi mehko površino za ležanje, s tem spodbuja počitek in pomaga ohranjati splošno zdravje ter mlečno proizvodnjo. Hkrati varuje žival pred trdo površino tal in s tem ščiti njene sklepe. V hladnih razmerah stelja zagotavlja izolacijo in govedu pomaga ohranjati telesno temperaturo ter s tem zmanjšuje porabo energije za njeno vzdrževanje. Prav tako je pomembna za zaščito novorojenih telet pred neugodnimi vremenskimi razmerami, ki po nepotrebnem zmanjšujejo energijo, potrebno za njihov telesni razvoj in zdravo odraščanje.



Slika 5: Prikaz primerne sistema nastiljanja

(Vir: <https://www.veolia.co.uk/services/komfort-bedding>)

Čas, ki ga krave preživijo v ležečem položaju, je pogosto uporabljen kot merilo udobja, ki ga nudijo ležišča. Raziskave so pokazale, da so krave, ki so ležale 12–14 dnevno, imele večjo produktivnost in niso kazale znakov psihofizičnega stresa, v nasprotju s tistimi, ki so ležale manj. Več časa v ležečem položaju podaljšuje čas prežvekovanja, poveča prekrvavitev mlečnih žlez in zmanjša napetost v parkljih. Krave se nagibajo k ležanju in če se zaradi določenega razloga vedejo nasprotno, čas ležanja nadomestijo z ostalimi neželenimi aktivnostmi, kot so hitreje hranjenje in zmanjšanje stika s čredo.

Najpomembneje, stelja zagotavlja absorbiranje urina, iztrebkov in blata, katerih zadrževanje ima za govedo dve pomembni nalogi:

- ohranja izolacijsko sposobnost dlake – živali pomaga ohraniti toploto v hladnih in mokrih okoliščinah in
- vzdržuje higieno, ki zmanjšuje količino bakterij in mikroorganizmov na živalski koži.

Učinek ležalne površine se izraža v več vidikih, ki vključujejo obnašanje krav molznic, zdravstveno stanje kravjih nog, parkljev in vimena in posledično njihovo mlečnost. Prisotnost nečiste in mokre stelje v boksu spodbudi porast odstotka mastitisa, katerega povzročitelji so patogeni mikroorganizmi iz okolja. Sočasno se pojavi dodatno delo pri molži in slabša mlečna kakovost. Za doseganje zdravega vimena krav molznic je ključnega pomena mehka, suha in čista stelja, saj so umazani vime in seski glavni vir okolijskih bakterij, ki povzročajo okužbe mlečnih žlez (mastitis). Raziskave so na številnih kmetijah pokazale, da pomanjkanje stelje v ležiščih zmanjšuje življenjsko dobo krav, hkrati pa povzroči vzpon števila obolenj parkljev in šepavosti. Če je stelje premalo, se stopnja poškodb sklepov poveča, krave posledično nočejo počivati na takšnih ležiščih. Dokazano je, da uporaba velikih količin stelje izboljša udobje krav, zmanjša šepavost in poškodbe sklepov ter podaljša življenjsko dobo krav. Neustrezne vrste stelje krave silijo v nenehno menjavanje položaja, tako se poveča število obdobj počitka, medtem ko se skupni čas počitka zmanjša.



Slika 6: Nečistoča goveda zaradi neprimerne stelje
(Vir: https://unsplash.com/photos/N_vt0wo7OGU)

4 IZBIRA STELJE ZA DOMAČE OKOLJE

V kmetijstvu se za nastiljanje uporablja mnogo različnih vrst stelje. Na naši kmetiji se je do sedaj zaradi omejenosti z visokimi ležišči uporabljala le rezana slama, z nadgradnjo globokih boksov pa se odpre širši spekter raznovrstnih stelj.

Za uspešno delovanje stroja se bom moral seznaniti s številnimi pomembnimi informacijami o različnih vrstah in karakteristikah stelje. Poznavanje stelje in njenih lastnosti mi bo omogočilo primerjanje med vrstami in tako bom najlažje določil tisto vrsto, ki bo za našo kmetijo najprimernejša. Tako bom vedel, kako in čemu moram prilagoditi konstrukcijske lastnosti stroja, da bo ta omogočal razdeljevanje izbranih vrst stelje.

4.1 ŽELJENE KARAKTERISTIKE STELJE

Za nastiljanje se v praksi uporablja največ organskih snovi, pa tudi nekaj anorganskih. Pomembno je, da ima stelja nizko vsebnost vode, veliko vlaknin in lignina ter malo hitro razgradljivih snovi, kot so beljakovine, ki omogočajo rast bakterij. Najboljša izbira stelje je odvisna od vrste uporabljenih ležišč, pa tudi od lokalnih razpoložljivosti in cen različnih izdelkov za steljo. Živina bo prosto ležala na udobnih in suhih ležiščih. Primerno suha stelja zmanjša vlažnost in stik živali z gnojem ter urinom, obenem se s tem zatira možnost bolezni. Zelo suha, prašna in plesniva stelja ima prav tako negativen vpliv na zdravje goveda, sočasno pa pri nastiljanju predstavlja neugodno delovno okolje za kmeta. Količina stelje, ki se porabi na površino ležišča, je velika težava za kmete, saj privede do dileme, ko poskušajo hkrati povečati udobje in čistočo krave. Dokazano je, da večja količina stelje poveča udobje krav med ležanjem, vendar je za nadzor števila bakterij in zdravja vimena potrebno njeno pogosto odstranjevanje.

Iz tega sem sklepal, da pri izbiri stelje obstajata dva splošna dejavnika:

- udobje krav in
- udobje kmeta.

Udobje krav je ključnega pomena, saj je tako za kravo kot za kmeta pomembno, da žival skozi dan dovolj časa preživi v ležečem položaju in krmo predeluje v mleko. Stelja mora kravam zaradi njihove velikosti nuditi enakomerno podporo, obenem pa mora udobje dopolnjevati z uravnavanjem telesne temperature goveda. Hlad poleti in toplota pozimi

bosta v največji meri zagotovila udobje. Suha stelja je ključnega pomena tako za udobje kot za zmanjšanje rasti patogenih bakterij. Konstrukcijske lastnosti, kot je primerna podlaga ležišča, pripomorejo k zmanjšanju poškodb goveda, prav tako pa manj abrazivna stelja zmanjša možnost morebitnih zapletov, ki so posledica infekcij. Dobri indikatorji za udobno steljo so prisotnost ali odsotnost odrgnin na skočnih sklepih pa tudi čas ležanja krav.



Slika 7: Poškodbe skočnih sklepov

(Vir: https://www.dairyfarmers.ca/Media/Files/proaction/EN_PLC_injury_final_May242017.pdf)

Udobje kmeta je večinoma vrednoteno v smislu stroškovne in delovne učinkovitosti. Stelja mora kmetu zagotavljati preprosto in hitro razdeljevanje, dobra kakovost pripomore k boljši higieni goveda, obenem pa mu ne sme predstavljati prevelikih stroškov vzdrževanja in skladiščenja.

V Sloveniji se za nastiljanje goveda najpogosteje uporabljajo naslednje vrste stelje:

- slama (ječmenova, pšenična, rezana...),
- žagovina in lesni oblanci,
- lesni sekanci,
- star rezan papir,
- mivka,
- kompost in
- separirana kravja gnojevka (separat).

4.2 IZBOR

Za ožji izbor stelje, ki bodo najprimernejša za domače okolje, sem uporabil znanje, ki sem ga prejel z analizo spletne literature. Glede lokalne dobavljivosti in izkušenj sem se posvetoval z očetom in ostalimi lokalnimi kmeti, ki so s to problematiko najboljše seznanjeni.

Za domače okolje bo najboljša stelja, ki bo zagotavljala:

- primerno suhost,
- čistost živine,
- udobno ležišče za živino,
- neдрsečo podlago,
- zdravo okolje za živino in kmeta,
- lokalno dostopnost,
- preprosto skladiščenje,
- delovno učinkovitost,
- stroškovno učinkovitost in
- potencialni proizvod gnoja, ki se ga nanese na obdelovalne površine (polja, njive).

Z izpolnjevanjem smernic sem prišel do ožjega kroga različnih vrst stelje, ki bodo najboljše izpolnjevale kvaliteto in potrebe po nastiljanju na domači kmetiji.

4.2.1 Slama

Rezana slama v Sloveniji predstavlja najpogosteje uporabljen material za nastiljanje govedu. Njene lastnosti, kot so suhost, mehkoča, nizka vsebnost vlage, toplotna izolacija in odlična vpojnost, živini omogočajo zelo udoben ležalni prostor. Rezani slami se pogosto dodajajo kalcit, apno, apnenčeva moka in voda, kar dodatno izboljša higienske lastnosti ter preprečuje lepljenje stelje na kravjo kožo. Slabost rezane slame je potreba po pogostem odstranjevanju in dodajanju stelje ter tudi visoka nabavna cena.

Na naši kmetiji je rezana slama do sedaj predstavljala glavni material za steljo molznic. V največji meri se uporablja rezana pšenična slama brez dodatkov v obliki kock. Z nadgradnjo globokih boksov se bo povečala potreba po uporabi mešanice slame, kalcita in vode, ki se pripravi s pomočjo mešalne prikolice. Zamišljen stroj bo tako moral biti

sposoben razdeljevati že zdrobljeno – razdelano mešanico slame kot tudi navadno rezano slamo v obliki kocke. Predvideval sem, da bo sposobnost razdeljevanja slamnate kocke močno vplivala na končne dimenzije stroja.



Slika 8: Slamnata kocka

(Vir: <https://thepondshop.com/products/barley-straw-for-algae-control>)

4.2.2 Žagovina in lesni oblanci

Žagovina in lesni oblanci se kot stranski produkt pogosto uporabljata za steljo krav molznic. Za razliko od anorganskih snovi je razgradnja oblancev in žagovine v sistemu predelave gnoja preprosta, vendar pa materiala omogočata rast patogenih mikroorganizmov. Materiala morata ostati relativno suha, s čimer zavremo rast plesni, zato se žagovini in oblancem pogosto dodaja apnenčeva moka, ki zmanjša vlažnost in dvigne pH.

Žagovina in lesni oblanci za našo kmetijo predstavljajo potencialno priložnost za steljo, saj se v manjši meri ukvarjamo tudi z lesno industrijo, pri čemer omenjena materiala nastajata kot stranski produkt. Konstrukcijske lastnosti stroja bom zato moral prilagoditi tudi lažjim in bolj sipkim materialom, kot sta žagovina in lesni oblanci.



Slika 9: Žagovina in lesni oblanci

(Vir: <https://www.bordersfirewood.co.uk/product/sawdust-bulk-bag/>)

4.2.3 Separat

Separat je termin, ki se v kmetijstvu uporablja za poimenovanje suhega preostanka kravje gnojevke. Poseben stroj, imenovan separator, s pomočjo elektromotorja in polžastega valja skozi sita iztisne tekoči del gnojevke nazaj v gnojno jamo, s čimer izboljšamo gnojenje obdelovalnih površin. Stranski produkt – separat predstavlja trdi del gnojevke, sestavljen iz neprebavljive ligninske komponente rastlin. Material je zelo mehek, puhast in brez vonja, posledično je ob zadostni suhosti primeren za nastiljanje goveda. Separat se kot stelja uporablja že po mnogih evropskih državah, vključno z Nizozemsko, kjer predstavlja eno izmed najpogostejše uporabljenih vrst stelje za živino.

Na domači kmetiji smo se letos odločili za nakup separatorja, saj želimo izboljšati proces in učinkovitost gnojenja ter izrabo gnojnih jam. Stranski produkt v tem primeru predstavlja ogromen potencial za nastiljanje. Pri snovanju stroja bom zato moral upoštevati lastnosti separata, da bo izdelek omogočal njegovo razdeljevanje.



Slika 10: Separat

(Vir: <https://keydollar.eu/green-bedding/>)

5 ANALIZA TRGA

Raziskovanja trga sem se lotil tako, da sem si ga najprej razdelil na dva dela, in sicer slovenskega in tujega v sklopu Evrope. Kmalu sem prišel do spoznanja, da je slovenski trg za željeni stroj zelo ozek, medtem ko je evropski zelo obsežen. Vrsto produktov ločujejo razne tehnične lastnosti, namenske karakteristike in cena naprav. Pri analiziranju trga sem se zato osredotočil na zahteve, ki jih mora naprava izpolnjevati, da bo najbolje razreševala problematiko domačega okolja. Pozornost sem posvetil predvsem zahtevanim materialom, katerih razdeljevanje mora stroj omogočati.

5.1 SLOVENSKI TRG

Posledica ekstenzivne živinoreje in poljedelstva na Slovenskem je slaba razvitost proizvodnje kmetijske mehanizacije. Temu sledi malo število podjetij, ki proizvajajo tovrstne stroje. Nekatera izmed bolj znanih podjetij v Sloveniji, ki se ukvarjajo s proizvodnjo kmetijske mehanizacije, so Farmtech, d. o. o., (nekdanji Tehnostroj), SIP, d. d., in Lavrih, d. o. o. Pri ekstenzivni živinoreji v Sloveniji še vedno prevladuje vezana reja, pri kateri pa zaradi majhnega števila živali na kmetijo nastiljanje ne predstavlja velikega napora in izgube časa. Skratka, ti dejavniki vodijo do dejstva, da stroj, ki bi časovno in delovno učinkovito razdeljeval raznovrstne vrste stelje, na slovenskem trgu ne obstaja.

5.1.1 Sodelovanje s podjetjem BETEC

Podjetje BETEC je mlado, tehnološko usmerjeno podjetje iz Jakoba pri Šentjurju, ki se ukvarja s proizvodnjo kmetijske mehanizacije, predvsem z inovativnimi sistemi za gnojenje. Podjetje sta leta 2016 ustanovila brata Jure in Božidar Brečko, danes pa šteje že več kot 35 zaposlenih. Hitro rastoče podjetje je s svojimi kakovostnimi izdelki in inovativnimi rešitvami kmalu poneslo preko meja Slovenije, osvojili so namreč trge Nemčije, Anglije, Švice, Avstrije in še vrsto drugih. Njihova ponudba zajema različne kmetijske stroje, ki jih lahko zajamemo v dva programa, in sicer silažni program ter program gnojevke.

S podjetjem sem seznanjen že več let, saj sem v času srednješolskega izobraževanja pri njih opravljal praktično usposabljanje, prav tako pa tudi počitniško delo. Nove zamisli so v podjetju vedno dobrodošle, zato so mi za idejo o razvoju stroja, ki na slovenskem trgu še

ne obstaja, obljubili podporo. Nasveti pri konstruiranju, zagotavljanje delovnega prostora in opreme, omogočanje delovnih postopkov, nabava materiala ter pomoč pri realizaciji samega modela so mi krepko olajšali delo.



Slika 11: Logotip BETEC

(Vir: <https://www.betec.si/>)

5.2 TUJ TRG

Tuj – evropski trg ponuja veliko ponudbo različnih razdeljevalnikov stelje. Zahodna Evropa, predvsem Nizozemska, izstopa po količini ponudbe tovrstnih strojev. Sklepam, da je razvitost na področju proizvodnje kmetijske mehanizacije v tem delu celine posledica intenzivne živinoreje in poljedelstva. Intenzivni živinoreji spričo velikega števila živali sledi povpraševanje po stroju, ki bi zmanjšal čas in delovno silo, potrebno za izpeljavo procesa nastiljanja. Med raziskovanjem sem tako naletel na vrsto različnih temu namenjenih strojev. Večina naprav je namenjena večjim intenzivnejšim kmetijam, zato je njihov volumen za potrebe naše kmetije preprosto prevelik. Veliki prostornini sledi več materiala, potrebnega za izdelavo, kar pa dodatno zvišuje tako ceno kot težo stroja. Glavnina analiziranih naprav zato ni bila primerna za domače okolje in tehnologijo.



Slika 12: VDMJ CV2R

(Vir: <https://www.vdmj.be/product/cv2r>)



Slika 13: BvL V-Comfort 2.0

(Vir: <https://www.bvl-farmtechnology.com/de/produkte/einstreutechnik/einstreugeraete-v-comfort-bedding/einstreugeraet-v-comfort-bedding-20/>)

5.2.1 Naprava Fliegl Profi Spreading Bucket

Po izčrpni analizi produktov evropskega trga sem prišel do naprave, ki je najskladnejša z mojo problematiko. Naprava je proizvod velikega nemškega podjetja Fliegl, ki se ukvarja s proizvodnjo kmetijske mehanizacije in opreme.



Slika 14: Fliegl Profi Spreading Bucket

(Vir: <https://agro-center.de/en/profi-spreading-bucket-efsrtl190000.html>)

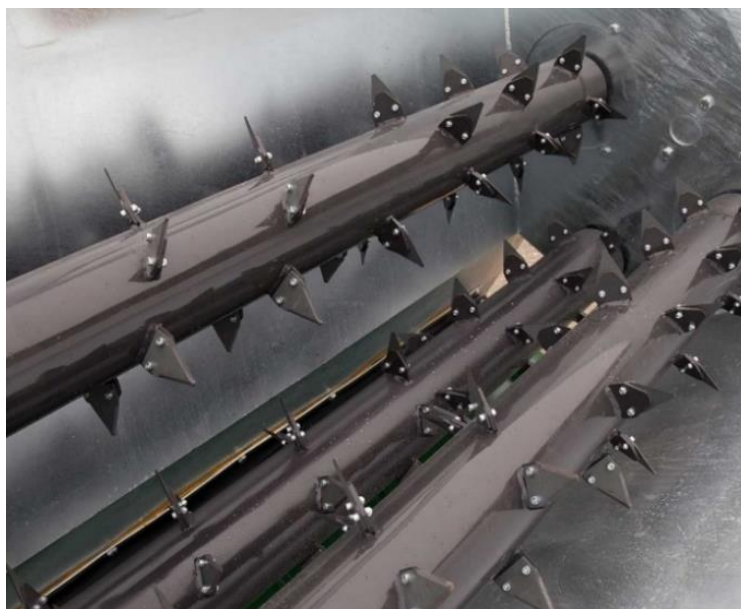
Stroj služi kot čelni priključek dvoriščnega ali konvencionalnega traktorja in je namenjen izključno razdeljevanju stelje. Podjetje napravo ponuja v eni velikosti, ki se navezuje na

zajemalni volumen, kot nadgradnjo pa nudi tudi pritrdilni plošči, ki zajemalno prostornino dodatno povečata.

Naprava s svojo konstrukcijo dosega zmožnost razdeljevanja različnih vrst stelje, aktualnih v kmetijstvu:

- rezana slama (v obliki kock),
- razdelana rezana slama,
- razdelana okrogla bala,
- mešanica slame in dodatkov,
- žagovina in lesni oblanci,
- kompost in
- separat.

Razdeljevanje tovrstnih materialov stroj dosega s pomočjo treh hidravlično gnanih drobilnih valjev ter razdeljevalnega traku. Valji so nazobčani, dva sta postavljena vzporedno in služita drobljenju težje lomljivih materialov, kot so slamnate kocke. Tretji valj je lociran na dnu zajemalne žlice in služi zadnji stopnji drobljenja ter razporejanju materiala po površini traku, katerega smer vrtenja je mogoče regulirati in lahko doseže do 4 metre razdeljevalne dolžine.



Slika 15: Drobilni valji naprave Fliegl

(Vir: <https://agro-center.de/en/profi-spreading-bucket-efsrtl190000.html>)

Tabela 1: Tehnični podatki naprave Fliegl

Delovna širina	1850 mm
Masa	970 kg
Prostornina zajemalne žlice	od 1,8 m ³ do 2,1 m ³ (s pritrdilnimi ploščami)
Zahtevani hidravlični pretok	minimalno 40 l/min
Cena	13.506,50 €

5.2.1.1 Ugotovitve

Izbrani stroj bi najbolje izpolnjeval zahteve, ki jih podajajo potrebe na domači kmetiji. Tako je od vseh analiziranih strojev, ki jih ponujajo trgi, najskladnejši z domačim okoljem in tehnologijo, ki je na voljo. Omogoča razdeljevanje vseh zahtevanih vrst stelje, konstrukcijske lastnosti naprave, kot sta masa in delovna širina, pa sta prav tako skladni z mojo problematiko. Maksimalna dvižna moč domačega dvoriščnega traktorja namreč znaša 1750 kg, zato samo dvigovanje in upravljanje s strojem ne bi smelo predstavljati težav. Prostornina zajemalne žlice je za potrebe naše kmetije vsekakor dovoljšna, morda celo nepotrebno prevelika. Hidravlično gnanje komponent stroja ne bi smelo biti problematično, saj je naš dvoriščni traktor opremljen s hidravlično črpalko, ki omogoča pretok do 60 l/min.

Argumentirana skladnost postavi vprašanje, zakaj sploh izdelati nov izdelek, če primeren že obstaja na trgu. Odgovor je visoka cena, obenem pa menim, da je obstoječe produkte, ki so na voljo na tržišču mogoče izboljšati in prilagoditi kmetijskim potrebam v Sloveniji. Napravo sem se odločil izdelati med drugim tudi zato, ker bi bila to prvi tovrsten izdelek na slovenskem trgu. Prepričan sem, da je stroj mogoče izdelati za nižjo, ugodnejšo ceno in na trg postaviti konkurenčen ter kakovosten produkt.

6 KONCIPIRANJE IZDELKA

6.1 ZBIRANJE ZAMISLI IN IDEJ

V prvi fazi koncipiranja sem se lotil zbiranja idej, kako najbolje izpolniti zastavljene cilje mojega projekta. Zamisli sem tvoril na podlagi produktov, ki že obstajajo na tržišču, in jih dopolnjeval oz. prilagajal z lastnimi idejami. Poleg lastnih zamisli sem upošteval tudi mnenja svojega očeta v vlogi bodočega uporabnika in mnenja lokalnih kmetov, ki so za stroj pokazali zanimanje ter predstavljajo potencialne kupce. Na podlagi pridobljenih informacij sem zamisli in ideje strnil ter so odločil za izdelavo razdeljevalnika stelje, ki bo služil kot priključek čelnega nakladalnika dvorišnega ali konvencionalnega traktorja. Ta bo s hidravlično gnanimi drobilnimi valji in razdeljevalnim trakom omogočal razdeljevanje vseh vrst stelje, ki jih uporablja domača kmetija. Z mojim strojem želim namreč zagotoviti hitro in enakomerno razdeljevanje stelje ter s tem zmanjšati čas, napor in delovno silo, potrebno za proces nastiljanja.

6.2 DELOVANJE NAPRAVE

Z zamislimi in idejami sem prišel do osnovnega koncepta delovanja naprave. Kompleksno delovanje je s poenostavljanjem procesov mogoče razdelati na osnovne in razumljive korake. Celoten cikel uporabe stroja sem tako strnil na 4 glavne faze.

6.2.1 Priklapljanje in odklapanje naprave

Prvi in zadnji korak uporabe zamišljene naprave vedno predstavljata priklapljanje in odklapanje stroja. Pri obeh je pomembna posebna previdnost, da se stroj ne prevrne na osebo, ki s tem upravlja. Priklapljanje in odklapanje stroja je najbolje izvajati na ravni, togi površini, da preprečimo neželene nezgode, prav tako pa naj površina, na kateri izvršujemo koraka, dopušča možnost onesnaženja, saj se pri priklapljanju in odklapanju hidravličnih cevi pogosto polije manjša količina hidravličnega olja.

Prvemu in zadnjemu koraku uporabe naprave je skupno:

- priklapljanje/odklapanje celotne konstrukcije stroja in
- priklapljanje/odklapanje hidravlike.



Slika 16: Primerna podlaga za priklapljanje/odklapljanje naprave

(Vir: <https://www.mandsmachinery.com/new-holland-machinery/new-holland-tractor-loader>)

6.2.2 Zajemanje materiala

Faza zajemanja materiala obsega zajemanje nastilja v votlo konstrukcijo stroja. Zajemalni prostor naj bo dovolj velik, da bo zadostil zahtevam po količini nastiljanja. Korak obsega nagibanje naprave v smeri stran in proti sebi, drsenje stroja po površini podlage in zajem stelje. Da bi se čim bolj izognili negativnim učinkom trenja med drsenjem stroja, je pomembna pravilna izbira materialov komponent, ki so deležne stika z drsno površino, saj je le-ta navadno hrapava. Steljo je najbolje shranjevati na ravni, suhi in čisti podlagi, saj lahko le tako zagotovimo enakomerno zajemanje pa tudi vzdrževano kakovost stelje.



Slika 17: Zajemanje materiala

(Vir: <https://agro-center.de/en/profi-spreading-bucket-efsflm190000.html>)

6.2.3 Drobljenje in razporejanje materiala

V tretji fazi mora stroj zajeto steljo po potrebi zdrobiti in jo enakomerno razporediti po površini razdeljevalnega traku. Zaradi zahtev po razdeljevanju različnih vrst stelje je željena možnost prilagajanja hitrosti razporejanja materiala, saj so nekatere vrste stelje bolj sipke in manj problematične za razporejanje, medtem ko so druge težje drobljive. Z uporabo stroja želim namreč zagotoviti enakovredno kakovost razdeljevanja vseh vrst stelje, uporabljenih na domači kmetiji. Večina proizvajalcev tovrstnih strojev drobljenje materiala doseže z rotirajočimi drobilnimi valji, ki hkrati opravljajo tudi funkcijo razporejanja.



Slika 18: Drobljenje materiala

(Vir: <https://www.strawspreader.co.uk/wp-content/uploads/2018/09/Brochure.pdf>)

6.2.4 Razdeljevanje materiala

Četrto fazo predstavlja praznjenje stelje iz konstrukcije stroja oz. razdeljevanje stelje. Po tretji fazi delovanja stroja je primerno razdrobljen material, razporejen po površini razdeljevalnega traku, ki v četrtem koraku nanešen material potisne izven območja stroja, na površino živalskih ležišč. Ležišča krav so pogosto postavljena na levi in desni strani blatnega hodnika, zato je večina proizvajalcev tovrstno namenske stroje opremljena z gumijastim trakom, katerega smer vrtenja je mogoče regulirati v smeri desnega in levega vrtenja. V fazi razdeljevanja je prav tako pomemben dovoljšni domet razdeljene stelje, saj so sodobna kravja ležišča dolga tudi do 3 m.

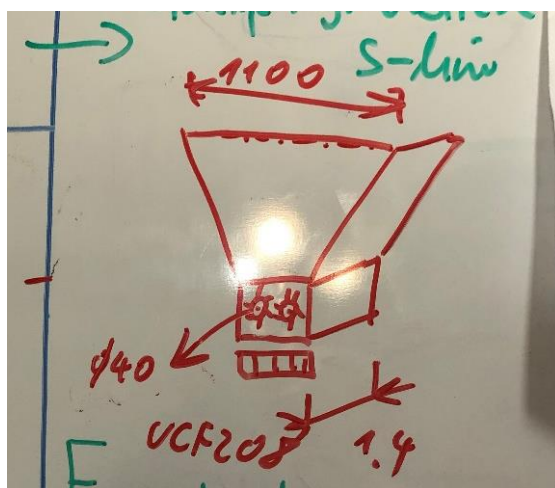


Slika 19: Razdeljevanje materiala

(Vir: <https://www.vdmj.be/product/cv2r>)

6.3 IZDELAVA IDEJNIH SKIC

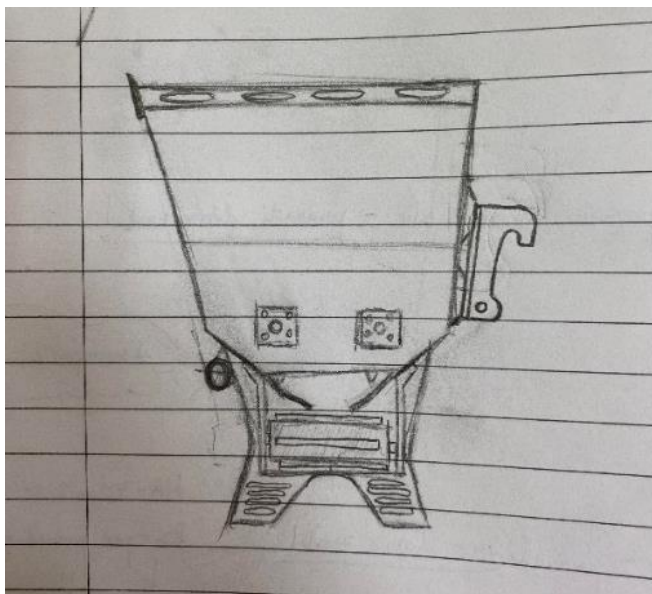
Preden sem se lotil modeliranja stroja, sem skupaj z očetom uporabil metodo možganske nevihte, s katero sva določila izhodne gabarite naprave. Možganska nevihta oz. t. i. "brainstorming" je metoda pridobivanja zamisli in idej v skupini, kjer vsak pove zamisel, ki se mu je v tistem trenutku utrnila, ostali člani ekipe pa jo sprejmejo brez kritiziranja. Cilj možganske nevihte je pridobiti čim večje število zamisli in idej, ki jih zapišemo in šele kasneje kritično ovrednotimo ter o njih razpravljamo. Skupaj sva tako prišla do grobe skice stroja z določenimi izhodiščnimi gabariti (slika 20).



Slika 20: Določitev izhodnih gabaritov

(Osebni vir)

Vizualizacija je ključni del modeliranja izdelka. Za lažje modeliranje sem zatorej napravil prostoročno skico idejnega modela (slika 21). Idejna skica mi je tako podala dodatne smernice za lažjo realizacijo modela.



*Slika 21: Idejna skica izdelka
(Osebni vir)*

7 SNOVANJE, KONSTRUIRANJE IN MODELIRANJE IZDELKA

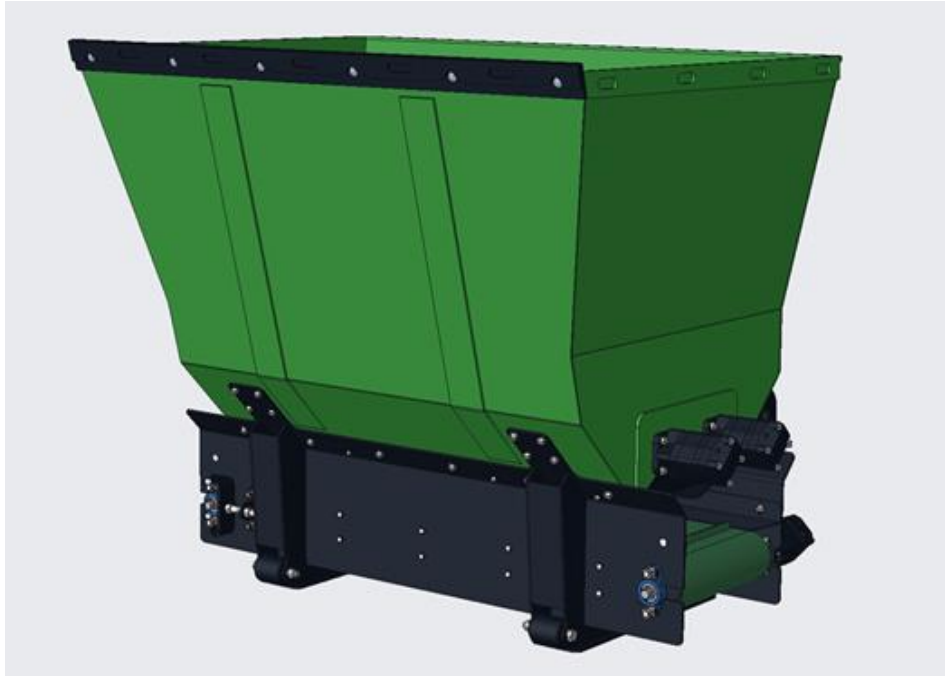
Konstruiranje in modeliranje naprave sem izvedel s pomočjo programskega paketa Creo Parametric 5.0. Preprosto delovanje programa in zapletene funkcije, ki jih ponuja, naredijo program enostaven za uporabo, a hkrati atraktiven na področju prostorskega modeliranja. Obenem se s programom v okviru pouka srečujem že tri leta, zato sem z njegovim delovanjem dobro seznanjen.

Z modeliranjem sem se želel čim bolj približati idejni skici. Začel sem s konstruiranjem in modeliranjem posameznih elementov naprave, ki sem jih zaradi lažje predstave sproti vstavljal v sestavnico. Med modeliranjem so se začele realizirati različne ideje, nekatere so bile za izdelavo prezahtevne, druge tehnološko neizvedljive. Obenem sem stremel k čim večji uporabi standardnih elementov, kot so vijaki, matice, podložke, ležaji z ohišjem, pločevine standardnih debelin, okrogle palice standardnih premerov in hidromotorji. Standardne elemente sem v program uvažal iz knjižnice, ki je priložena v programskem paketu, in s spletne strani Traceparts, ki je v tem spektru zelo obsežna. S konstruiranjem stroja sem želel zagotoviti preprosto izdelavo naprave z običajnimi izdelovalnimi postopki. Hkrati sem želel, da je izdelek preprost za sestavo, zato sem stremel k čim večjemu številu vijaknih zvez.

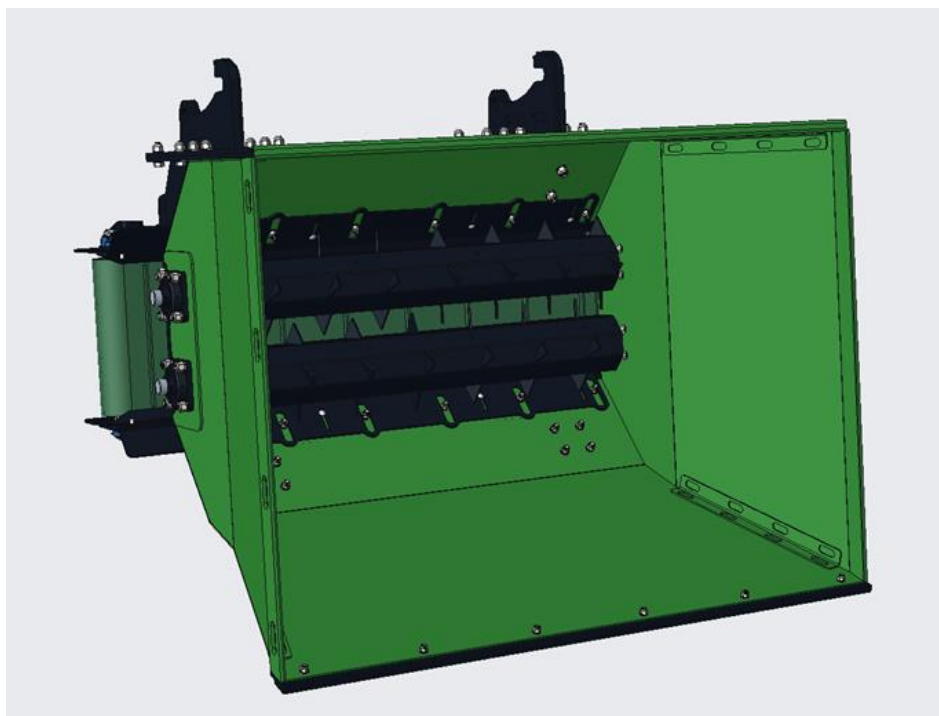
7.1 IZBIRA IDEJE

Odločil sem se izdelati razdeljevalnika stelje, ki bo z dvema protismerno vrtečima drobilnima valjema z zadostnim številom zob zagotavljal drobljenje in razporejanje materiala, samo razdeljevanje materiala pa bo opravljal razdeljevalni trak. Tako bom lahko dosegel kakovostno in enakomerno razdeljevanje večine vrst stelje. Prav tako sem se odločil, da bodo razdeljevalnik stelje poganjali hidromotorji, ki bodo zagotavljali enakomerno, togo in dovolj hitro vrtenje gnanih komponent. Ti bodo posamično poganjali drobilna valja ter skrbeli za vrtenje razdeljevalnega traku. Hidropogon hkrati omogoča kompatibilnost z večino dvoriščnih in konvencionalnih traktorjev, saj so le-ti navadno opremljeni z integrirano oljno črpalko. Prednost hidromotorjev je tudi ta, da se lahko vrtijo v obe smeri, to pa dosežemo s spremembo smeri hidravličnega toka. Zmožnost spremembe smeri vrtenja je za delovanje koncipiranega stroja zelo pomembna, saj mora ta omogočati razdeljevanje v levi in desni smeri. Odločil sem se, da bo fazo zajemanja materiala

opravljala zajemalna žlica, fazo priklapljanja in odklapanja pa bo omogočalo vpetje na zadnji strani stroja. Svoje zamisli sem tako realiziral v modelirnem programu, kjer sem prišel do idejnega modela izdelka.



Slika 22: Idejni model izdelka, pogled A
(Osebni vir)

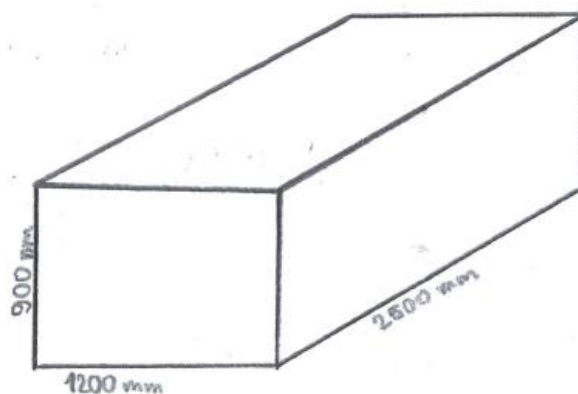


Slika 23: Idejni model izdelka, pogled B
(Osebni vir)

7.2 KONSTRUIRANJE ZAJEMALNE ŽLICE

Konstruiranje izdelka sem pričel s konstruiranjem zajemalnega dela naprave – zajemalne žlice. Pri izdelavi idejnih skic sem prišel do izhodnih gabaritov zajemalnega dela. V procesu možganske nevihte sem s sodelujočimi določil zahtevani zajemalni volumen ter širino in višino zajemalne ploskve. Te sem tvoril na osnovi potreb po količini nastiljanja, vrsti stelje in same mase izdelka, saj je za izdelavo večjega zajemalnega volumna potrebna večja količina materiala.

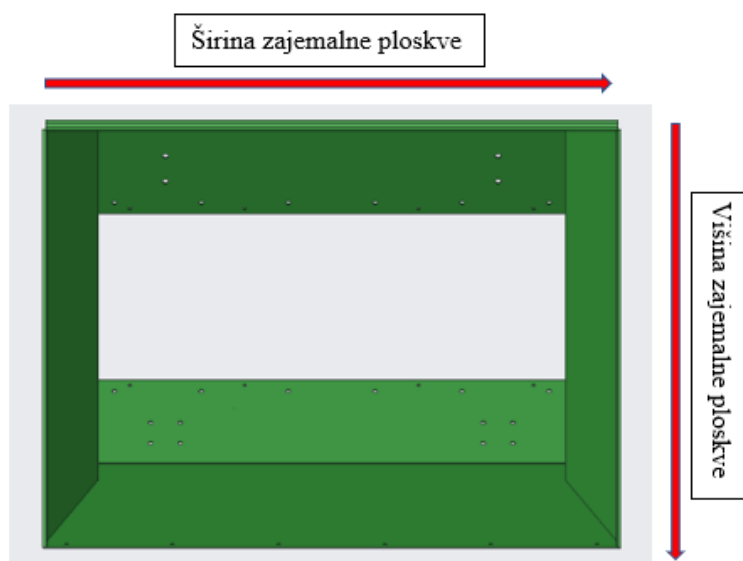
Dimenzije zajemalne žlice sem posebej prilagodil zmožnosti razdeljevanja slamnatih kock največjih nabavnih gabaritov, saj v Sloveniji slama predstavlja najpogostejše uporabljeno vrsto stelje. Kljub redki uporabi slamnatih kock tolikšne velikosti in pogostejši uporabi manjših nisem hotel izključevati morebitnih bodočih uporabnikov, ki uporabljajo tovrstno steljo.



Slika 24: Gabariti slamnate kocke največje nabavne velikosti

(Osebni vir)

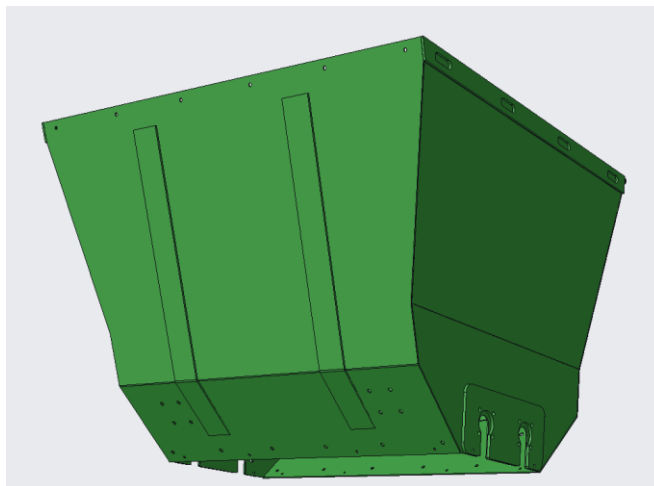
Višina takšnih kock znaša 900 mm, širina 1200 mm, dolžina pa 2500 mm. Dimenzije zajemalne ploskve je tako potrebno prilagoditi višini in širini kocke, njena dolžina pa bo najbolj vplivala na zajemalno prostornino, saj bo stroj zaradi velike dolžine kocke zmožen zajeti le njen del. Tako sem prišel do zahtevanega volumna $1,5 \text{ m}^3$, izhodne širine zajemalne ploskve 1400 mm in izhodne višine zajemalne ploskve 1100 mm.



Slika 25: Širina in višina zajemalne ploskve
(Osebni vir)

Konstruiranje zajemalne žlice sem nadaljeval v modelirnem programu Creo 5. Smernice zahtevanih gabaritov sem skozi modeliranje upošteval in prišel do končnih dimenzij. Zajemalnemu volumnu sem se uspel relativno natančno približati; ta je pri končnem modelu znašal približno $1,52 \text{ m}^3$. Širino zajemalne ploskve sem zaradi omogočanja lažjega zajemanja povečal na 1600 mm, višino ploskve pa sem zaradi lažjega konstruiranja povečal na 1150 mm.

Z modeliranjem sem prišel do končnega koncepta varjene zajemalne žlice iz krivljene pločevine (slika 26). Za pločevino sem se odločil, saj lahko s preprostimi postopki obdelave, kot sta laserski razrez in krivljenje, enostavno pridemo do željene kompleksne oblike. Glavna konstrukcija žlice je snovana iz pločevine, debeline 4 mm, saj sem želel skonstruirati čim lažji izdelek. Konstrukcija pa je na kritičnih mestih, kot so robovi in prednji del, ojačana z debelejšimi pločevinami, ki so prav tako varjene na konstrukcijo.



Slika 26: Idejni model zajemalne žlice
(Osebni vir)

7.3 KONSTRUIRANJE DROBILNIH VALJEV

V fazi drobljenja in razporejanja materiala mora stroj po potrebi material razdelati na manjše kose ter ga enakomerno razporediti po površini razdeljevalnega traku. Naprava mora korak izvesti na enaki ravni kakovosti, ne glede na vrsto stelje. Z razmišljanjem v smeri izpolnjevanja zahtev sem se odločil, da skonstruiram dva protismerno vrteča drobilna valja, ki se bosta nahajala in vrtela v konstrukciji zajemalne žlice. Valja se tako vrtita vsak v svojo smer – drug proti drugemu, navznoter konstrukcije (Slika 27).

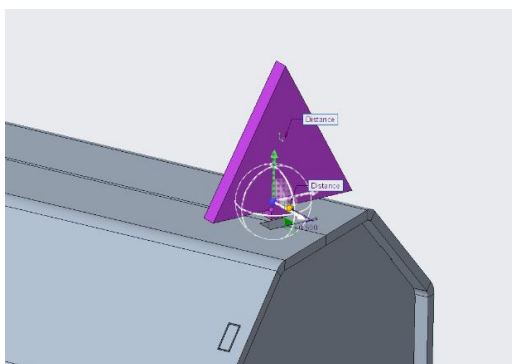


Slika 27: Smer vrtenja drobilnih valjev
(Osebni vir)

Za učinkovito razporejanje in drobljenje stelje morata imeti valja zadostno število zob, zadosten premer in se vrteti s primerno hitrostjo. Dejavniki so me vodili v odločitev skonstruirati drobilna valja s skupnim številom 60 zob. Ti izvršujejo nalogo rezanja skozi material, hkrati pa so pozicionirani pod kotom 25° in tako material ne le prerežejo, temveč ga tudi odnašajo izven zajemalnega prostora. Zobje se med vrtenjem valjev med seboj obirajo oz. križajo; tako dosežejo enakomernjšo distribucijo materiala in preprečijo

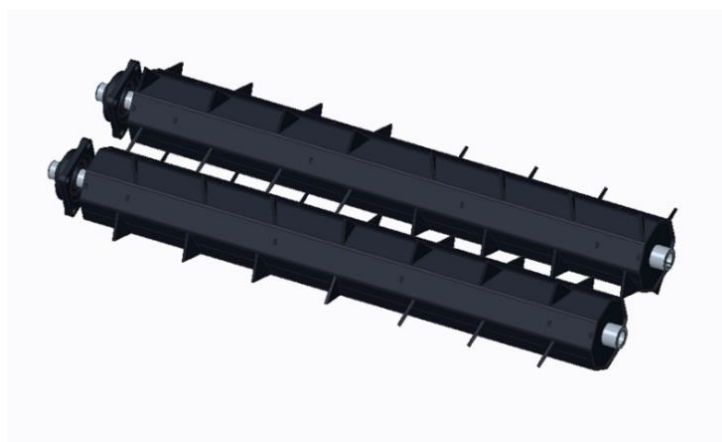
preveliko doziranje sipkih materialov. Stroj bo tako zagotavljal sposobnost razdeljevanja vseh uporabljenih vrst stelje, od slamnatih kock do žagovine.

V modelirnem programu sem na podlagi smernic prišel do idejnega modela drobilnih valjev. Zaradi lažje izdelave sem se odločil za konstruiranje varjenih osemkotnih valjev. Osemkotno obliko tvorita plašča iz krivljene pločevine, na katerih so za lažje in enakomernejše pozicioniranje zob izrezani posamični utori, kamor se zob usede in je pri izdelavi zavarjen. V votlem delu in na robih valja pa so privarjeni pokrovi, ki dodatno držijo osemkotno obliko.



Slika 28: Pozicioniranje zob
(Osebni vir)

Vrtenje posameznega valja bosta omogočal hidromotorja, zato sem moral skonstruirati utorni puši, ki bodo skrbele za prenos vrtenja s pogonske gredi hidromotorja na valje. Utorni puši so privarjene na koncih obeh valjev, na nasprotnih koncih pa sta privarjeni osi, ki sta uležajeni v standardna ležaja z ohišji UCF 208 in s tem omogočata podporo druge strani valjev. Tako se bosta lahko valja prosto vrtela in nemoteno opravljala svojo nalogo.



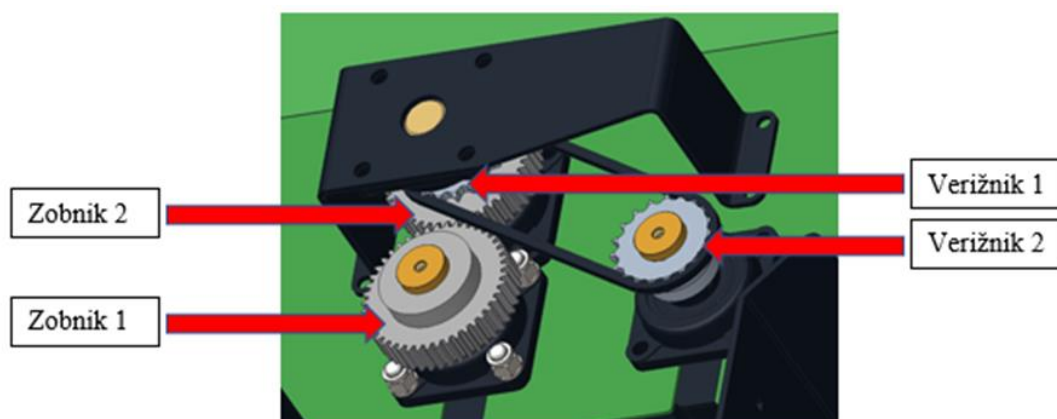
Slika 29: Idejna modela drobilnih valjev
(Osebni vir)

7.3.1 Ideja o zobniškem in verižnem prenosu vrtenja

Med konstruiranjem drobilnih valjev se mi je porodila ideja o mehanizmu, ki bi z enim hidromotorjem omogočal vrtenje obeh valjev hkrati. V teoriji bi se tako izognil visoki nabavni ceni dodatnega hidromotorja in s preprostim principom mehanike zagotovil protismerno vrtenje valjev.

V fazi drobljenja in razporejanja materiala se valja vrtita v nasprotnih smereh, drug proti drugemu. Za prenos vrtenja zato ne moremo uporabiti le verige, saj verižni prenos omogoča prenos vrtenja v isti smeri. Nasprotno pri zunanjem zobniškem prenosu prvi zobnik vrti drugega v nasprotni smeri svojega vrtenja. Zaradi velike razdalje med osmi drobilnih valjev sam zobniški prenos ni izvedljiv, saj bi potreben premer zobnikov presegal standardne dimenzije.

Odgovor na problem prenosa vrtenja v nasprotni smeri gonilne komponente je kombinacija verižnega in zobniškega prenosa. V modelirnem programu sem tako zmodeliral koncept mehanizma, ki ga sestavljata dva zobnika in dva verižnika (Slika 30). Zobnika sta istih premerov, prav tako kot verižnika, zato je prestavno razmerje ostane 1 : 1. Vrtenje komponent omogoča en sam hidromotor, ki poganja drobilni valj. Na uležajeni strani valja je na isti osi vrtenja pritrjen zobnik, ki neposredno vrti drugi zobnik. Ta je skupaj s prvim verižnikom pritrjen na os, ki je z obeh strani uležajena, posledično se prvi verižnik vrti skupaj z drugim zobnikom. Prvi verižnik z verižnim prenosom opravlja nalogo prenosa vrtenja na drugi verižnik, ki je pritrjen na os drugega valja in tega vrti v nasprotni smeri vrtenja prvega valja.

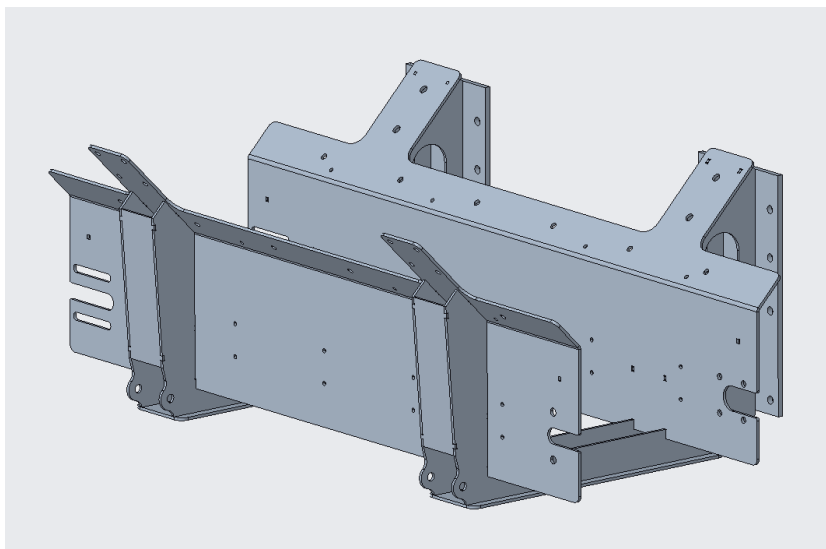


Slika 30: Zobniški in verižni prenos vrtenja
(Osební vir)

Zaradi prezahtevne izvedbe sem idejo moral ovreči ter pogon drobilnih valjev omogočiti z uporabo dveh hidromotorjev. Hkrati sem ugotovil, da bi se z izvedbo mehanizma zaradi velikega števila komponent približal ceni hidromotorja.

7.4 KONSTRUIRANJE NOSILNEGA DELA

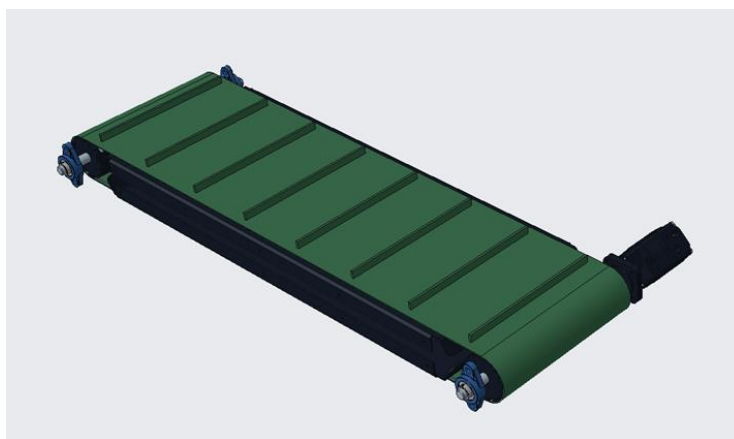
Koncipiran izdelek služi kot priključek čelnega nakladalnika, to pomeni, da je med uporabo naprava pritrjena na prednjo hidravliko vozila. Skonstruirati je bilo potrebno element, ki bo nosil celotno maso izdelka. Tako sem z modelirnim programom prišel do idejnega modela nosilnega dela naprave. Nanj so z vijaknimi zvezami pritrjene ostale komponente stroja. Nosilni del sestoji iz 12 kosov pločevine, ki so zavarjeni v eno celoto. Pri konstruiranju nosilnega dela sem stremel k temu, da bo ta čim nižji, saj se tako zmanjša ročica, ki skupaj s silo teže povzroča obremenitev tako na nosilni kot tudi na priklopni del. Hkrati pa se z zmanjšanjem višine poveča stabilnost med uporabo ter priklopljanjem in odklopljanjem naprave. Nosilni del skupaj z zajemalno žlico predstavlja delovno širino stroja, zato ta ne sme presegati širine zajemalne žlice. Tako delovna širina stroja znaša 1600 mm. Veliko pozornost pri konstruiranju nosilnega dela sem posvetil tudi njegovi masi, saj bi lahko ob nepravilnem dimenzioniranju ta del stroja predstavljal ogromen delež celotne mase naprave.



Slika 31: Idejni model nosilnega dela
(Osebni vir)

7.5 KONSTRUIRANJE RAZDELJEVALNEGA DELA

Med koncipiranjem izdelka sem prišel do odločitve, da bo funkcijo razdeljevanja materiala opravljal razdeljevalni trak, ki ga bo poganjal hidromotor. Konstrukcija razdeljevalnega dela je pritrjena v sredino nosilnega dela naprave in odnaša material iz zajemalne žlice izven konstrukcije stroja.

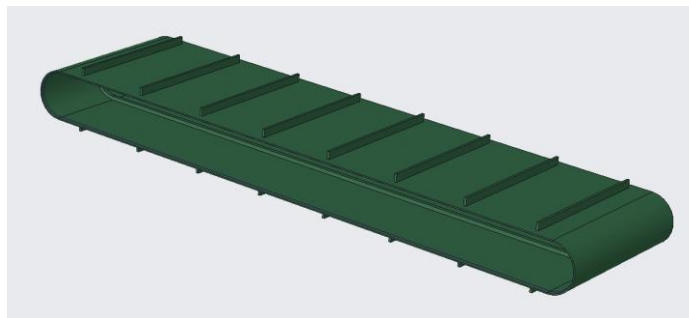


Slika 32: Idejni model razdeljevalnega dela
(Osebni vir)

7.5.1 Konstruiranje razdeljevalnega traku

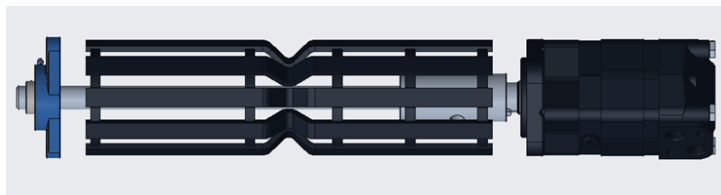
Za učinkovito razdeljevanje se mora trak vrteti z dovolj visoko hitrostjo, saj lahko le tako doseže dolg domet razdeljenega materiala. Obenem mora trak vsebovati zadostno število prečk, ki skrbijo za enakomerno potiskanje stelje. Primerna mora biti tudi višina prečk, saj bo ta omogočila učinkovitejše razdeljevanje lažjih vrst stelje, kot je npr. rezana slama.

Sklenil sem, da bom konstrukcijo razdeljevalnega dela raje prilagajal traku kot pa obratno. Konstruiranje sem pričel z ugotavljanjem izhodiščnega gabarita traku, in sicer širine. Tako sem podal širino traku 420 mm, saj sem menil, da bo v tem primeru trak dovolj širok, prav tako pa sem s spletno analizo ugotovil, da je izbrana širina pogosto uporabljena. Predpostavil sem tudi število 18 prečk na celotni dolžini traku in njihovo višino – 20 mm. Na notranji strani razdeljevalnega traku sem določil vodilno prečko, ki skrbi da trak med delovanjem teče naravnost. V modelirnem programu sem nato zmodeliral idejni model traku in ga simuliral.

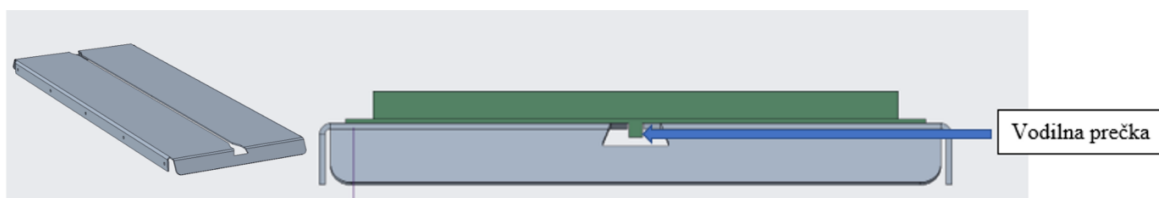
*Slika 33: Idejni model razdeljevalnega traku**(Osebni vir)*

7.5.2 Vrtenje in vodenje razdeljevalnega traku

Vrtenje razdeljevalnega traku v osnovi omogoča hidromotor, ker pa sam hidromotor ne more prenesti vrtilnega gibanja na razdeljevalni trak, sem v modelirnem programu izdelal dve jermenici, ki skupaj vrtita in vodita trak. Pri konstruiranju jermenic sem njuno širino enačil s širino razdeljevalnega traku, premer pa sem določil po vizualni presoji, ki je na koncu znašal 120 mm. Jermenici se med sabo razlikujeta po funkciji, in sicer gnana jermenica je preko zavarjene utorne puše povezana s hidromotorjem in opravlja funkcijo vrtenja ter vodenja, medtem ko je druga zadolžena za vodenje in pritegovanje traku. Osi jermenic so uležajene v standardne ležaje z ohišji UCFL 205.

*Slika 34: Idejni model jermenice 1**(Osebni vir)**Slika 35: Idejni model jermenice 2**(Osebni vir)*

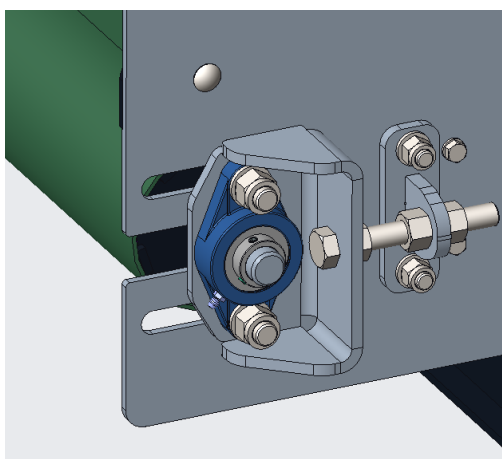
Jermenici imata na sredini zakrivljene prečke, saj po sredini tekalne strani razdeljevalnega traku poteka vodilna prečka. Ob morebitnem zdrsu oz. zamiku traku zakrivljene prečke poskrbijo za ravnanje in vodenje traku v smeri naravnost. Kot dodatno varnost pri vodenju sem v modelirnem programu skonstruiral vodilo traku, skozi katerega poteka vodilna prečka.



Slika 36: Idejni model vodila razdeljevalnega traku
(Osebni vir)

7.5.3 Napenjanje razdeljevalnega traku

Za uspešen prenos vrtilnega gibanja z jermenice na trak je potrebna zadostna mera trenja. Pri jermenih in trakovih to navadno omogočimo z ustreznim napenjanjem. Trg ponuja vrsto različnih produktov, ki so temu namenjeni, vendar sem zaradi njihove visoke cene raje skonstruiral pripravo, ki s pritegovanjem vijaka omogoča ustrezno napenjanje razdeljevalnega traku. Priprava je preproste izvedbe in cenovno dostopna za izdelavo.



Slika 37: Idejni model napenjalca razdeljevalnega traku
(Osebni vir)

7.6 KONSTRUIRANJE PRIKLOPNEGA DELA

Prvi in zadnji korak uporabe koncipirane naprave vedno predstavljata priklapljanje in odklapljanje naprave. V fazi priklapljanja/odklapljanja se naprava priklopi/odklopi na čelni nakladalnik dvoriščnega ali konvencionalnega traktorja. Naprava med obratovanjem nima stika s površino tal, temveč visi na priklopnem delu. Iz tega sem sklepal, da bo moral biti priklopni del naprave pritrjen na nosilni del, saj je ta zasnovan za nošenje celotne mase stroja.

7.6.1 Ideja o priklopnih ploščah

Čelni nakladalniki dvoriščnih in klasičnih traktorjev so opremljeni z vrsto različnih načinov vpetij. Na področju kmetijske mehanizacije najpogostejši način vpetja predstavlja t. i. euro priklop. Kljub veliki razširjenosti euro priklopa določeni proizvajalci tovrstne priklope prilagajajo in jih standardizirajo v okviru svoje proizvodnje. Od tod se mi je porodila ideja o konstruiranju priklopnih plošč, na katere bo mogoče pritrditi večino vpetij za čelne nakladalnike. Na trgu takšen sistem priklopnih plošč že obstaja, vendar so te različne glede na proizvajalca.

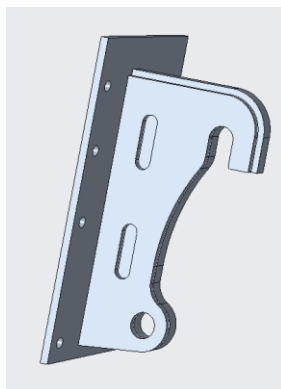


Slika 38: Priklopni plošči za euro priklop

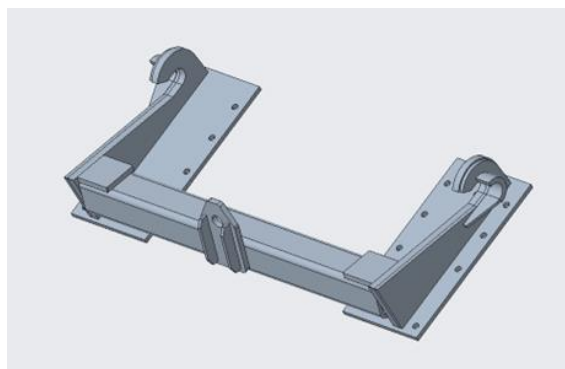
(Vir: http://www.agro-jenko.si/trgovina/index.php?route=product/product&product_id=1372)

Na domači kmetiji uporabljamo dvoriščni traktor znamke Atlas, ki ima svoj prilagojen način vpetja. Podjetje atlas ne obstaja več, zato moram ob morebitni nadgradnji dvoriščnega traktorja zagotoviti zmožnost spremembe načina vpetja, hkrati pa želim zagotoviti uporabo naprave vsem uporabnikom. Tako sem v modelirnem programu prišel do idejnega modela priklopnih plošč, na katere je mogoče pritrditi vrsto različnih vpetij,

kot so euro priklop, vpetje Atlas, vpetje Merlo itd. Dve priklopni plošči sta privarjeni na konstrukcijo nosilnega dela, na kateri se z vijajnimi zvezami pritrdita priklopni plošči s poljubnim vpetjem. Obenem sem bil primoran skonstruirati same priključke vpetja Atlas, saj podjetje na trgu ni več aktivno.



Slika 39: Idejni model priklopne plošče z vpetjem Atlas
(Osebni vir)



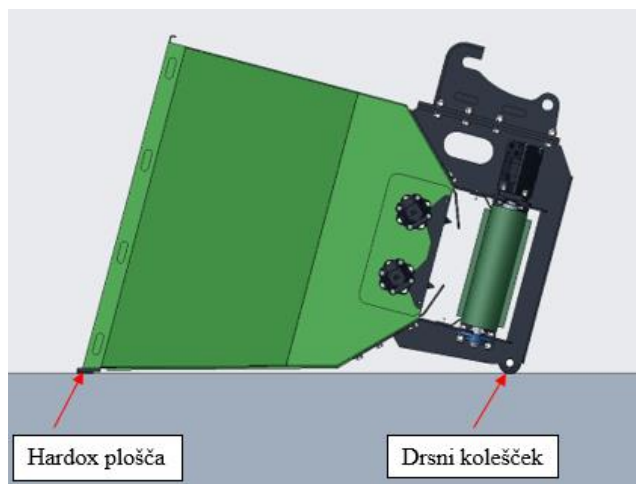
Slika 40: Idejni model priklopnih plošč z vpetjem Merlo
(Osebni vir)

7.7 IDEJA O DRSENJU PO ZAJEMALNI POVRŠINI

V fazi zajemanja materiala naprava pridobi popoln stik s površino podlage, saj mora po njej drseti, če želimo steljo uspešno zajeti. Med drsenjem stroja nastane neželeno trenje, ki posledično vodi v trajno obrabo komponent, ki med zajemanjem tvorijo stik s podlago. Da bi preprečili prekomerno obrabo stroja, sem sprejel idejo o minimaliziranju obrabe.

Konstrukcijo naprave sem prilagodil tako, da se zgornji prednji rob zajemalne žlice med nagibanjem priključka nasloni na površino tal, k zmanjševanju trenja pa hkrati pripomoreta drsna kolesčka, ki se prosto vrtita na konstrukciji nosilnega dela. Na prednji zgornji rob

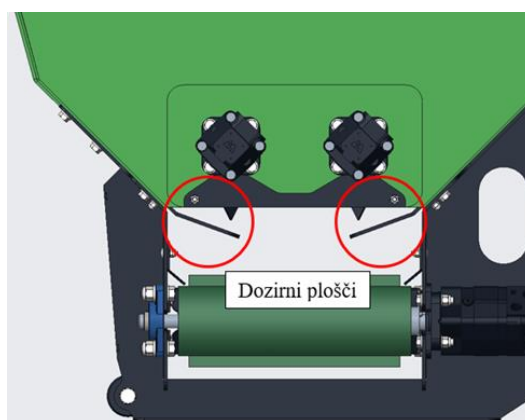
zajemalne žlice je z vijlačno zvezo pritrjena plošča, narejena iz materiala, imenovanega hardox. Hardox je material, znan po svoji trdnosti, žilavosti in obstojnosti. Tako bom z realizacijo izdelka lahko dosegel minimalno obrabo komponent.



Slika 41: Drsenje naprave po zajemalni površini
(Osebni vir)

7.8 IDEJA O DOZIRNIH PLOŠČAH

V fazi drobljenja in razporejanja naprava razporeja steljo na površino traku. Fizikalne lastnosti stelje, predvsem sipkost, močno vplivajo na težavnost enakomernega razporejanja. Za lažje reguliranje distribucije materiala sem v modelirnem programu skonstruiral dozirni plošči, ki s premikanjem proti zunanjemu in notranjemu delu zajemalne žlice omogočata prilagajanje količine materiala, ki pade na razdeljevalni trak. V željeni poziciji se dozirni plošči fiksirata z zategovanjem sponskih vijakov.



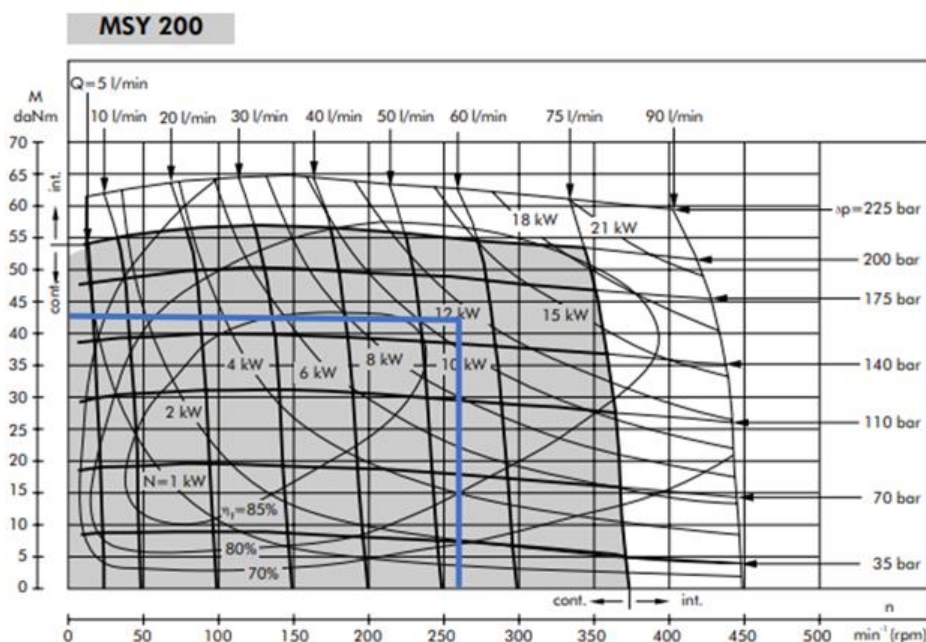
Slika 42: Idejni model dozirnih plošč
(Osebni vir)

7.9 IZBIRA HIDROMOTORJEV

Za pogon razdeljevalnika stelje sem se odločil uporabiti tri hidromotorje, dva za drobilne valje in enega za pogon razdeljevalnega traku. Zaradi lažje izdelave in enakomernejšega delovanja stroja sem želel, da so vsi izbrani hidromotorji istega proizvajalca in istega modela.

Pri izbiri sem se osredotočil predvsem na zahteve s strani oljne črpalke traktorjev. Oljna črpalka domačega dvoriščnega traktorja obratuje s pretokom do 60 l/min, tlak črpalke pa je 160 bar. Karakteristike oljnih črpalk sodobnih traktorjev omogočajo pretok 60–80 l/min, tlak pa sega vse do 210 bar.

Z upoštevanjem vhodnih zahtev sem prišel do selekcije hidromotorjev znamke M+S HYDRAULIC. Odločil sem se za izbiro modela MSY 200, saj ta zagotavlja visok torzijski moment skupaj z zadovoljivo vrtilno hitrostjo v povezavi s karakteristikami oljne črpalke. V odločitev izbire modela me je vodila tudi nabavna cena, ki je nižja od ostalih modelov konkurenčnih proizvajalcev, obenem pa je motor enostavno dobavljiv. Uspel sem pridobiti tudi 3D-model hidromotorja, ki sem ga zaradi lažjega modeliranja sproti vstavljaj v sestavnico.



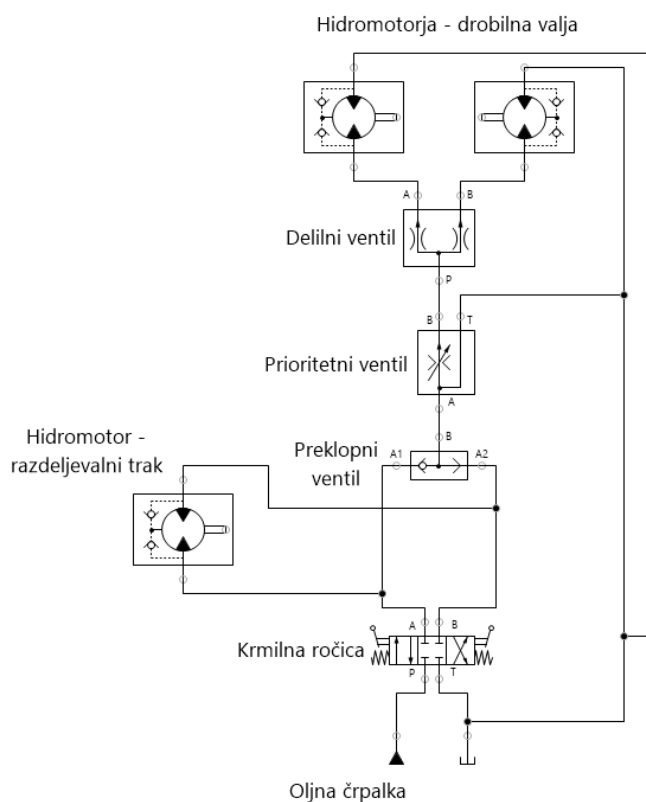
Slika 43: Specifikacije hidromotorja MSY 200

(Vir: <https://www.dynahydraulics.com/wp-content/uploads/2017/03/8-MSY-1.pdf>)

7.10 HIDRAVLIČNA SHEMA

Za pogon izbranih hidromotorjev skrbi oljna črpalka dvoriščnega ali klasičnega traktorja. Zamišljeno delovanje stroja je mogoče doseči s snovanjem hidravlične vezave, ki bo zagotovila pravilno smer in hitrost vrtenja gnanih komponent. Drobilni valji se morajo vedno vrteti protismerno, medtem ko je pri razdeljevalnem traku ključno vrtenje v obeh smereh. Problematiko sem razrešil z izdelavo hidravlične sheme v programu FluidSIM 6.

Izdelano hidravlično shemo sem prilagodil domačemu dvoriščnemu traktorju. Oljna črpalka je vezana na krmilni ventil, ki ob aktiviranju s krmilno ročico spremeni smer hidravličnega toka. V hidravlično shemo sem najprej vstavil oljno črpalko, simulirano krmilno ročico in 3 hidromotorje. Odločil sem se, da bo smer vrtenja traku regulirana z aktivacijo krmilne ročice, zato sem moral dodati preklopni ventil. Želel sem zagotoviti nadzorovano hitrost vrtenja drobilnih valjev, zato sem v shemo vstavil prioritetni ventil, ki z ročnim reguliranjem nadzoruje količino pretoka, spuščenega na hidromotorja drobilnih valjev. Drobilna valja se morata vrteti enakomerno, zato sem za prioriteten ventilom vezal delilni ventil, ki na oba izhoda enakomerno porazdeli prejeti tok.



Slika 44: Hidravlična shema

(Osebni vir)

8 IZDELAVA IZDELKA

8.1 LASERSKI RAZREZ IN KRIVLJENJE

CNC laserski razrez in krivljenje pločevine ali drugih kovin sta napredna tehnološka postopka, ki dandanes potekata s pomočjo sodobnega orodja za krivljenje in razrez ter omogočata visoko kakovost izdelkov, hkrati pa izjemno poenostavita celoten proizvodni postopek. Prav zaradi laserskega razreza je veliko sestavnih delov naprave predimenzioniranih. Tako sem lahko enostavno prišel do željenih kompleksnih oblik, brez omejitev s strani zahtevnosti izdelave. Krivljene razrezanega materiala je dokaj natančno in omogoča željeni kot ukrivljenega kosa.

Konstruirano napravo v veliki večini sestavljajo kosi iz standardnih debelin pločevine. Laserski razrez in krivljenje pločevine sem opravil pri podjetju BETEC, d. o. o., saj podjetje oba postopka nudi kot storitev. Idejne modele komponent brez krivljenja sem moral izvoziti v obliki DXF, krivljene pa v obliki STEP.



Slika 45: Laserski razrez

(Vir: <https://www.rapiddirect.com/blog/sheet-metal-laser-cutting/>)

8.1.1 Izbira materiala

Material sem izbral z izpolnjevanjem smernic o žilavosti, varljivosti, dobavljivosti in ceni materiala. Odločil sem se za uporabo splošnega konstrukcijskega jekla S235JR, katerega lastnosti so predstavljeni v Tabeli 2.

Tabela 2: Lastnosti konstrukcijskega jekla

Standard SIST EN 10027-1	Standard SIST EN 10027-2	Napetost tečenja $R_{p0,2}$ (N/mm ²)	Natezna trdnost R_m (N/mm ²)
S235JR	1.0037	235	360...510

8.2 IZDELAVA OSI IN UTORNIH PUŠ

8.2.1 Struženje osi

V osnovi je struženje odrezovalni postopek, pri katerem glavno krožno gibanje opravlja obdelovanec, orodje pa opravlja vzdolžna podajalna gibanja. Obdelovalni postopek v glavnem služi za izdelavo valjastih teles, novejši postopki pa omogočajo tudi izdelavo predmetov z drugačnimi oblikami, ki pa morajo biti vsaj v osnovi vrtenine.

Željene dimenzije in obliko osi sem pridobil s postopkom klasičnega struženja, ki je potekalo v delavnici Šolskega centra Celje. Postopek izdelave osi je bil zelo preprost, saj sem uporabil okrogle valjane palice standardnega premera 25 mm, katerih zunanji premer in površinska hrapavost sta primerna za uležajenje, brez potrebne zunanje obdelave. Potrebno je bilo prilagoditi le dolžino osi, zmanjšati del premera in izdelati utore za vijake.

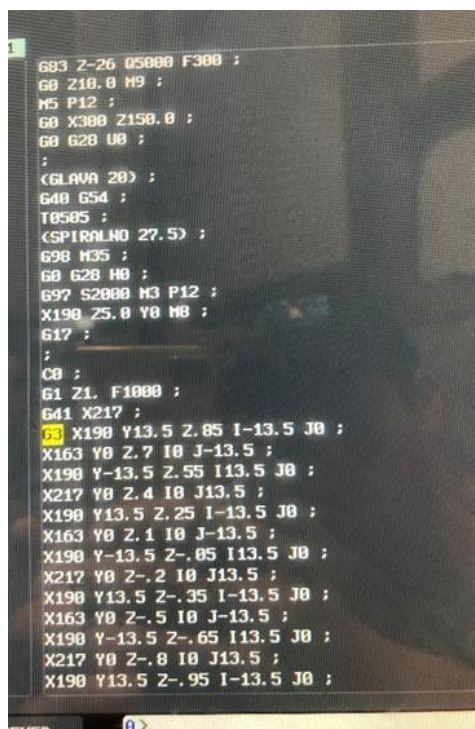


Slika 46: Izdelava osi
(Osebni vir)

8.2.2 CNC-Struženje

CNC-stroj je sestavljen iz dveh glavnih delov: stroja, na katerem se izvaja obdelava delov, in CNC-krmilnika, ki obdelavo krmili. CNC-program, ki vsebuje natančen popis poteka obdelave na stroju, predstavlja vhodne informacije, ki jih CNC-krmilnik potrebuje za krmiljenje obdelave.

V primeru CNC-struženja krmilnik krmili obdelavo stroja – stružnice. Pri izdelavi utornih puš je potrebna posebna natančnost, ki je z lastnimi sposobnostmi ne bi znal doseči na klasični stružnici. Za izpolnjevanje zahtevane površinske hrapavosti in izbranih toleranc sem se za izdelavo utornih puš odločil za uporabo CNC-stružnice. Postopek izdelave je potekal v podjetju BETEC, saj je podjetje opremljeno s sodobno CNC-stružnico znamke Doosan. Za uspešno realizacijo idejnih modelov je bila potrebna izdelava NC-programa, ki sem ga z znanjem, pridobljenim v šoli, izdelal na samem stroju. Za določitev parametrov in določenih funkcij CNC-naprave sem se posvetoval z izkušenim operaterjem.



```
1
G83 Z-26 Q5000 F300 ;
G0 Z10.0 M9 ;
M5 P12 ;
G0 X300 Z150.0 ;
G0 G28 U0 ;
;
(GLAVA 20) ;
G40 G54 ;
T0505 ;
(SPIRALNO 27.5) ;
G98 M35 ;
G0 G28 W0 ;
G97 S2000 M3 P12 ;
X190 Z5.0 Y0 W0 ;
G17 ;
;
C0 ;
G1 Z1. F1000 ;
G41 X217 ;
63 X190 Y13.5 Z.85 I-13.5 J0 ;
X163 Y0 Z.7 I0 J-13.5 ;
X190 Y-13.5 Z.55 I13.5 J0 ;
X217 Y0 Z.4 I0 J13.5 ;
X190 Y13.5 Z.25 I-13.5 J0 ;
X163 Y0 Z.1 I0 J-13.5 ;
X190 Y-13.5 Z-.05 I13.5 J0 ;
X217 Y0 Z-.2 I0 J13.5 ;
X190 Y13.5 Z-.35 I-13.5 J0 ;
X163 Y0 Z-.5 I0 J-13.5 ;
X190 Y-13.5 Z-.65 I13.5 J0 ;
X217 Y0 Z-.8 I0 J13.5 ;
X190 Y13.5 Z-.95 I-13.5 J0 ;
```

Slika 47: Izdelava NC-programa
(Osební vir)

8.2.3 Pehanje

Utorne puše služijo prenosu vrtilnega momenta hidromotorja na gnane komponente (drobilni valji, jermenice). Za uspešen prenos je potrebna zveza z moznikom, za uresničitev te pa je potrebna izdelava utorov na pušah, kamor je pri montaži vstavljena pogonska gred hidromotorja. Izdelavo utorov sem dosegel s postopkom pehanja. Pehanje je enostaven enorezilni odrezovalni postopek, ki se pogosto uporablja pri izdelavi utorov zobnikov, verižnikov, puš itd. Obdelavo sem prav tako izvedel v podjetju BETEC, saj je podjetje opremljeno z ustrezno strojno opremo.



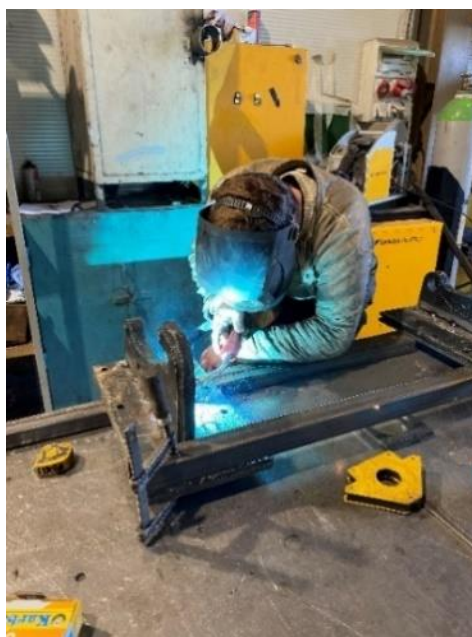
*Slika 48: Izdelane utorne puše
(Osebni vir)*

8.3 IZDELAVA RAZDELJEVALNEGA TRAKU

Razdeljevalni trak je bil izdelan pri podjetju Schiki, d. o. o. Podjetje ponuja širok izbor transportnih trakov, valjev, motornih valjev, verig, jermenic in ostalih komponent za pogon. Ponujajo tudi možnost izdelave transportnih gumijastih trakov po naročilu, kar sem s pridom izkoristil. Za realizacijo željenega razdeljevalnega traku sem podjetje moral seznaniti z njegovimi dimenzijami, kot so raztegnjena dolžina, debelina in širina. Prav tako sem moral navesti število prečk, njihovo višino in razmik med njimi.

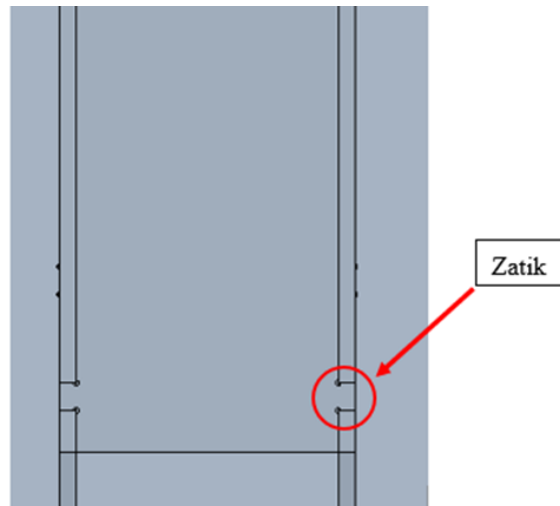
8.4 VARJENJE

Varjenje je spajanje dveh ali več delov v nerazdružljivo in nepretrgano celoto s toploto, pritiskom ali z obema, brez dodajanja ali z dodajanjem materiala. Varjenje izdelka je potekalo z obločnim varjenjem po postopku MIG/MAG. Pri tem postopku je elektroda v obliki navite varilne žice priključena na varilni tok v kontaktni šobi, ki hkrati usmerja iztek zaščitnega plina CO₂ (MAG) ali Ar (MIG). Za varjenje sem uporabil zaščitni plin CO₂, torej postopek MAG.



*Slika 49: Varjenje priklopnega dela
(Osebni vir)*

Proces spajanja materialov je potekal v treh glavnih korakih, in sicer: pozicioniranje, točkanje in varjenje. Varjenim kosom je bilo pred samim varjenjem potrebno zagotoviti pravilno dimenzijsko pozicijo in pravokotnost. Po doseženi željeni poziciji je bilo potrebno kose z varilnim aparatom zatočkati, nato pa ponovno preveriti njihovo pozicijo in jo po potrebi popraviti. Za lažje in natančnejše pozicioniranje sem varjenim delom izdelka pred izdelavo v modelirnem programu določil zatike, kamor kosi sedijo drug na drugega. Sam varjenja ne obvladam najbolje, zato sem dodatno pomoč poiskal pri profesionalnem varilcu.



Slika 50: Zatik
(Osebni vir)



Slika 51: Pozicioniranje varjencev nosilnega dela
(Osebni vir)

8.5 POVRŠINSKA ZAŠČITA

Površinska zaščita je proces nanašanja zaščitnega sloja na kovinske izdelke ali na predmete iz drugih elektroprevodnih snovi. Površinska zaščita je nujna za zaščito pred propadanjem materiala, hkrati pa omogoča boljšo obstojnost, daljšo trajnost in protikorozijsko zaščito površine.

Poznamo več vrst površinskih zaščit kovin. Med najbolj razširjene spadajo:

- barvanje,
- prašno barvanje,

- vroče cinkanje
- galvanska zaščita,
- eloksiranje itd.

Za izbiro ustrezne površinske zaščite sem moral upoštevati številne dejavnike, kot so obstojnost, trajnost, učinkovitost in cena izbrane zaščite. Vroče cinkanje ima veliko prednost glede ekonomičnosti in trajnosti zaščite. V spektru dejavnikov bi bilo vroče cinkanje najustrežnejše za površinsko zaščito, vendar sem za moj izdelek z razmišljanjem prišel do slabosti oziroma pomanjkljivosti tovrstne zaščite. Pri vročem cinkanju pogosto nastanejo ostre konice, ki so posledica odcejanja vročega cinka. Te konice bi se med uporabo skupaj z ostalim cinkom lahko odluščile in bi jih živali morebiti zaužila. Cinkova prevleka tudi sama po sebi ni primerna za živilsko industrijo, zato sem uporabo vročega cinka ovrgel.

Odločil sem se za površinsko zaščito z barvanjem. Proces barvanja je zajemal pripravo površine in samo barvanje. Najprej je bilo potrebno odstraniti vse nepravilnosti površine, kot so ostrine in posledice varjenja – obrizgi (Slika 52). Pripravljeno površino sem nato očistil z nitrorazredčilom za zagotavljanje njene nemastnosti in čistosti. Pripravljene kose sem nazadnje s kovinsko žico razobesil nad površino tal.



Slika 52: Odstranjevanje obrizgov
(Osebni vir)



Slika 53: Kosi, pripravljeni na površinsko zaščito

(Osebni vir)

Pobarvati je bilo potrebno vse komponente izdelka. Pri barvanju mi je pomagal oče, saj je postopek časovno zamuden in naporen. Barvanje sem izvajal z lakirno pištolo, ki je povezana z zračnim kompresorjem in enakomerno razpršuje barvo. Na kose sem najprej nanesel temeljno barvo, nato pa končno. Za končna odtenka barve sem izbral temno sivi odtenek Ral 7021 in zeleni odtenek Ral 6018 .

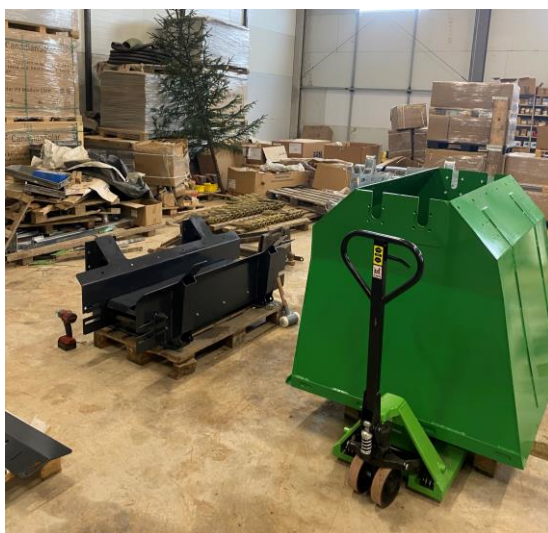


Slika 54: Pobarvana zajemalna žlica

(Osebni vir)

8.6 SESTAVLJANJE

V fazi sestavljanja so vsi posamezni deli naprave sestavljeni v celoto. Sestavljanje stroja je v večini zajemalo pritrjevanje komponent z vijačnimi zvezami. Pomoč pri sestavljanju mi je ponovno nudil oče, saj je montaža zaradi težkih delov pogosto zahtevala moč vsaj dveh ljudi.



Slika 55: Montaža zajemalne žlice
(Osebni vir)



Slika 56: Sestavni deli
(Osebni vir)

Da sva si olajšala sestavljanje, sva najprej povezala nosilni in priklopni del naprave. Tako sva z dvoriščnim traktorjem omogočila dvig naprave in si za montažo zagotovila bolj prilegajoče okolje. Poleg vijačnih zvez je sestavljanje obsegalo montažo ležajev na osi, montažo hidromotorjev in montažo razdeljevalnega traku.



Slika 57: Sestavljen izdelek
(Osebni vir)

8.6.1 Vezava hidravlike

Potrebno je bilo povezati še hidravlične komponente. Pri vezavi hidravlike nisem upošteval izdelane hidravlične sheme, temveč sem jo v prid lažjega testiranja poenostavil. Testiranju naprave sem želel zagotoviti zmožnost enostavnega preizkušanja uspešnosti vrtenja drobilnih valjev v različnih smereh, zato sem na hidromotorje namestil hitre spojke. V vezavo sem vključil tudi prioritetni ventil, ki nadzira hitrost vrtenja drobilnih valjev.



Slika 58: Vezanje hidravlike
(Osebni vir)

8.7 ZAPLETI IN POPRAVKI

Med realizacijo izdelka so se pojavili določeni zapleti, ki sprva v idejnem modelu niso bili razvidni. Večina zapletov je bil posledica nenatančnosti varjenja ter negativnih posledic segrevanja in ohlajanja materiala pri varjenju, pri čemer so navadno prizadeti tanjši in daljši varjenci. Segrevanje in ohlajanje materiala vodi v krivljene varjenca, zato se pogosto pojavijo dimenzijske napake, posledično posameznih delov ni mogoče sestaviti. Zaplete med izdelavo sem s tvorjenjem inovativnih idej poskušal čim bolj razrešiti in zagotoviti optimalno delovanje naprave. Popravki so potekali s preprostimi obdelovalnimi postopki, kot so brušenje, rezanje, izdelava nadomestnih komponent, ponovno barvanje itd.



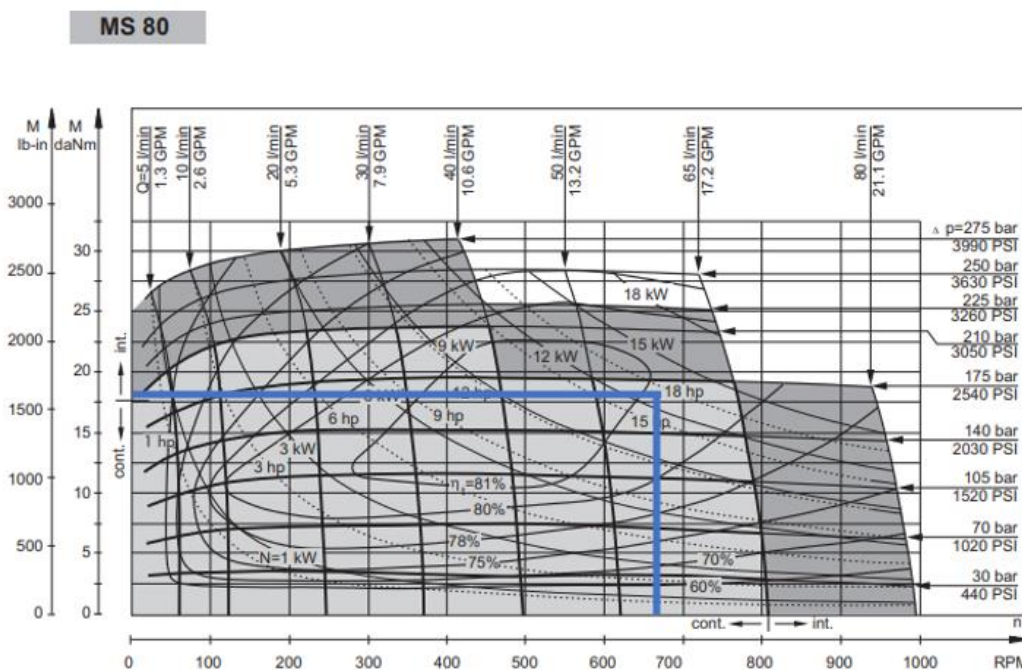
*Slika 59: Deformacija pri varjenju
(Osebni vir)*



*Slika 60: Odpravljanje napak
(Osebni vir)*

9 REZULTATI

Po končani izdelavi je bilo potrebno preizkusiti še delovanje izdelka. Testiranje je v celoti potekalo na domači kmetiji z uporabo domače tehnologije. Za začetek sem preizkusil delovanje hidravlično gnanih komponent naprave in prišel do spoznanja, da se razdeljevalni trak vrti z neustrezno hitrostjo. Premajhna vrtilna hitrost je posledica kompromisa uporabe enakih modelov hidromotorjev za pogon vseh rotirajočih komponent. Uporabljeni hidromotorji MSY 200 so zato primerni za pogon drobilnih valjev, zvišanje hitrosti vrtenja razdeljevalnega traku pa sem se odločil nadgraditi z menjavo hidromotorja. Na osnovi ugotovitev sem izbral hidromotor iste znamke, z enakim načinom vpetja in dimenzijami pogonske gredi, le da ima ta manjšo prostornino – 80 cm³. Model izbranega hidromotorja se imenuje M+S HYDRAULIC MS 80 in pri istem oljnem pretoku zagotovi več kot dvakrat višjo vrtilno hitrost.



Slika 61: Specifikacije hidromotorja MS 80

(Vir: <https://hydrocap.net/uploads/2021/12/f47f2d8280a560fbaa48d3efd7747f68.pdf>)

Sledilo je preizkušanje štirih glavnih faz uporabe naprave – priklapljanje/odklapljanje naprave, zajemanje, drobljenje, razporejanje in razdeljevanje materiala. Uspešnost izvršitve vsakega koraka sem temeljito preučil. Med testiranjem faze drobljenja in razporejanja sem s spreminjanjem vezave hidravlike kontroliral, v kateri smeri vrtenja drobilni valji najbolj opravijo svojo nalogo, in ugotovil, da je prvotna zamisel protismernega vrtenja pravilen

odgovor. Zajemanje materiala, kot tudi priklapljanje in odklapljanje naprave je potekalo kakovostno, brez posebnih nepopolnosti. Z menjavo hidromotorja je faza razdeljevanja materiala postala popolnejša, razdeljevalni trak se je vrtel s primernejšo hitrostjo. Proces testiranja sem dokumentiral s slikovnim in videomaterialom.



Slika 62: Preizkušanje delovanja izdelka

(Osebni vir)

Po uspešno izpeljanem grobem testiranju sem nadaljeval s preizkušanjem zastavljenih ciljev – hipotez.

Hipoteza 1: Uporaba izdelka bo omogočala hitrejše in manj naporno nastiljanje, skupaj z zadovoljevanjem potreb po količini in kakovosti nastiljanja.

Za vrednotenje hipoteze je bilo potrebno opraviti številne meritve, ki bodo priča utemeljenim rezultatom.

Najprej je bilo potrebno izbrati steljo, ki jo bom uporabil pri vrednotenju. Za natančnost meritev sem izbral steljo, ki bo ob popolni uresničitvi globokih boksov na naši kmetiji najpogosteje uporabljena, tj. mešanico rezane slame in dodatkov. V mešalni prikolici sem pripravil mešanico slame (100 kg), vode (120 kg) in kalcita (350 kg). Pripravljeno mešanico sem nato raztrosil na ravno in togo površino.



Slika 63: Priprava stelje

(Osebni vir)

Meritve ročnega in avtomatiziranega nastiljanja so potekale pod popolnoma enakimi pogoji:

- za nastiljanje praznega ležalnega boksa je v povprečju potrebna 1 samokolnica in pol oz. 0,126 m³ stelje,
- nastiljanje je potekalo na območju šestih ležalnih boksov,
- razdalja transporta od pripravljene stelje do ležišč je pri obeh poskusih enaka,
- nastiljanje je opravljala ena oseba.

Pričel sem s časovnimi meritvami ročnega nastiljanja. To zajema polnjenje samokolnice, transport do ležišč, raztros in razporejanje stelje po ležalni površini ter transport samokolnice do začetne točke. Za nastiljanje šestih ležišč sem porabil 9 samokolnic stelje. S štoparico sem izmeril čas nastiljanja vseh šestih boksov ter tako prišel do povprečnega časa za ročno nastiljanje enega ležalnega boksa. Skupen čas nastiljanja šestih globokih boksov je znašal 2340 sekund ali 39 minut. V povprečju čas nastiljanja enega ležalnega boksa zatorej znaša 6,5 minut.

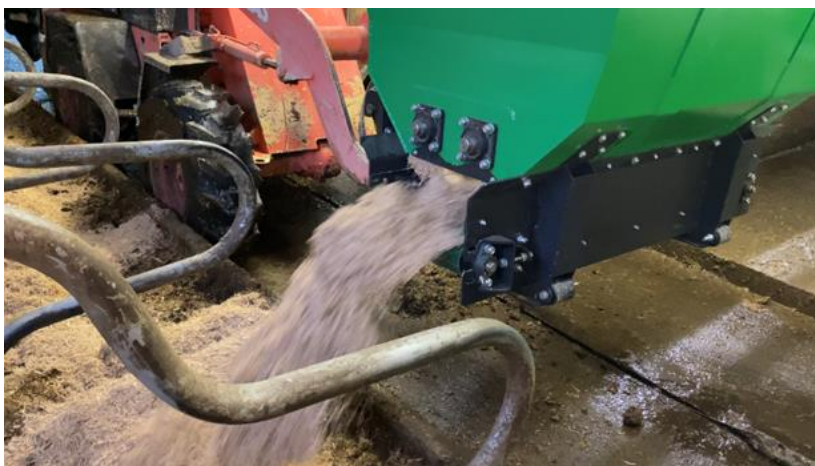
Nastiljanje sem ob ponovni izpraznitvi globokih boksov izvedel še z uporabo naprave. Proces avtomatiziranega nastiljanja je obsegal zajemanje materiala, transport stelje do ležalnih boksov, razdeljevanje materiala, končno razporejanje materiala in vračanje na začetno točko. Ponovno je nastiljanje potekalo na površini šestih ležalnih boksov.

Med uporabo naprave sem zmeril čas posamezne faze nastiljanja ter prišel do meritev:

- zajemanje materiala na porcijo: 52 sekund,
- transport stelje v eno smer: 98 sekund ali 1 minuta in 38 sekund,
- razdeljevanje materiala na območje šestih ležišč: 42 sekund,

- končno razporejanje stelje z grabljami: 48 sekund.

Razdeljevalnik stelje je na porcijo sposoben zajeti 1,5 m³ stelje, kar pomeni, da lahko ob enem polnjenju zagotovi nastiljanje dvanajstih ležišč. Iz meritev je mogoče izračunati, da bi izdelek za samo razdeljevanje materiala na površino dvanajstih ležišč porabil 84 sekund, čas transporta pa se ne spremeni. S seštetjem meritev ugotovimo, da bi naprava za nastiljanje dvanajstih ležišč potrebovala 428 sekund ali 7 minut in 8 sekund. Z uporabo naprave v povprečju čas nastiljanja enega ležalnega boksa zatorej znaša 35,7 sekund.



*Slika 64: Razdeljevanje stelje
(Osebni vir)*



*Slika 65: Končno razporejanje stelje
(Osebni vir)*

Trenutno je hlev opremljen le s šestimi globokimi ležalnimi boksi, ostalih 40 ležišč pa predstavljajo ležalne gume. Ob dokončani nadgradnji bo število globokih boksov naraslo, in sicer bo hlev opremljen s 50 globokimi ležalnimi boksi. Želel sem vedeti, koliko časa bi terjalo ročno nastiljanje v primerjavi z avtomatiziranim (z uporabo razdeljevalnika stelje). Za ročno nastiljanje 50 ležalnih boksov bi potrebovali 75 samokolnic stelje, pri uporabi izdelka pa bi material morali zajeti petkrat. V ta namen sem izračunal potreben čas nastiljanja obeh načinov, ob tem sem avtomatiziranemu nastiljanju pribil določeno količino časa, ki bi morebiti prišla v poštev zaradi neugodnih okoliščin.

Tabela 3: Časovna primerjava ročnega in avtomatiziranega nastiljanja

Čas nastiljanja:	1 boks	50 boksov
Ročno nastiljanje	390 sekund	325 minut (5,4 ur)
Nastiljanje z uporabo izdelka	35,7 sekund	35 minut
Prihranjen čas:	6 minut	290 minut (4,8 ur)

S časovnimi meritvami in izračuni sem dokazal, da uporaba izdelka drastično pohitri proces nastiljanja. Vrednotenje potrebnega napora sem opravil po smislu, saj je krajše upravljanje s strojem precej manj mučno kot ročno nastiljanje. Zadovoljevanje potreb po količini nastiljanja sem dokazal z izračunom nastiljanja 50 ležišč, kakovost nastiljanja pa sem opravil vizualno, pri čemer sem kot indikator upošteval udobje krav. Površina, nastlana z uporabo stroja je enakomerno razporejena in je pritegnila maksimalno število krav, enako kot pri ročnem nastiljanju. Prvo hipotezo sem na podlagi argumentov potrdil.



*Slika 66: Kakovostno nastlana površina
(Osebn vir)*

Hipoteza 2: Izdelek bo primeren za domače okolje in tehnologijo.

Skladnost izdelka z domačo tehnologijo sem v hipotezi definiral kot kompatibilnost z domačim dvoriščnim traktorjem. Izdelek mora za izpolnjevanje skladnosti delovati v popolnosti, neodvisno od karakteristik dvoriščnega traktorja. Za ključne lastnosti vozila, ki bi lahko vplivale na delovanje naprave, sem prepoznal dvižno moč in pretok oljne črpalke.

Dvižna moč dvoriščnega traktorja znaša 1750 kg. Za preverjanje skladnosti z dvižno močjo sem stehal izdelek in maso stelje pri maksimalnem zajetju. Preverjanje mase samega izdelka sem izvedel s pomočjo mešalne prikolice, ki je opremljena z digitalno tehtnico. Izmerjena masa izdelka znaša 630 kg.



Slika 67: Merjenje mase izdelka

(Osebni vir)

Volumen zajemalne žlice je zmožen zajeti $1,5 \text{ m}^3$ stelje. Pri vrednotenju prve hipoteze sem za nastiljanje uporabil mešanico rezane slame in dodatkov, ki na naši kmetiji obenem predstavlja najtežjo vrsto stelje. Za skladnost izdelka z dvižno močjo dvoriščnega traktorja mora vozilo zagotoviti dvig in manevriranje naprave, medtem ko je zajemalna žlica polna z najtežjo steljo. Izmerjena masa 10 l uporabljene stelje znaša 2648 g, zato je masa $1,5 \text{ m}^3$ nastilja predstavlja približno 400 kg. S seštetjem mase izdelka in stelje pridemo do skupne mase 1030 kg, kar pomeni, da lahko skladnost z dvižno močjo domače tehnologije potrdim.

Preverjanje kompatibilnosti delovanja razdeljevalnika stelje z oljnim pretokom dvoriščnega traktorja je potekalo eksperimentalno. Uporabljenim hidromotorjem pretok oljne črpalke 60 l/min teoretično zadostuje, posledično med testiranjem nisem zaznal posebnih motenj, kot sta premajhen navor in dušenje hidromotorjev. Skladnost izdelka z oljno črpalko domače tehnologije sem zato potrdil.



Slika 68: Priklapljanje hidravlike

(Osebni vir)

Nazadnje sem ovrednotil še skladnost z domačim okoljem. V postavljeni hipotezi je kompatibilnost z domačim okoljem definirana kot skladnost izdelka v primerjavi z gabariti hleva. Transport stelje po blatnih hodnikih je potekal brez zapletov, tako kot tudi transport skozi hlevna vrata, saj je delovna širina izdelka ožja od širine dvoriščnega traktorja. Segment hipoteze sem ponovno potrdil.

Z argumentiranim ovrednotenjem posameznih delov hipoteze sem prišel do spoznanja, da lahko drugo hipotezo v celoti potrdim.



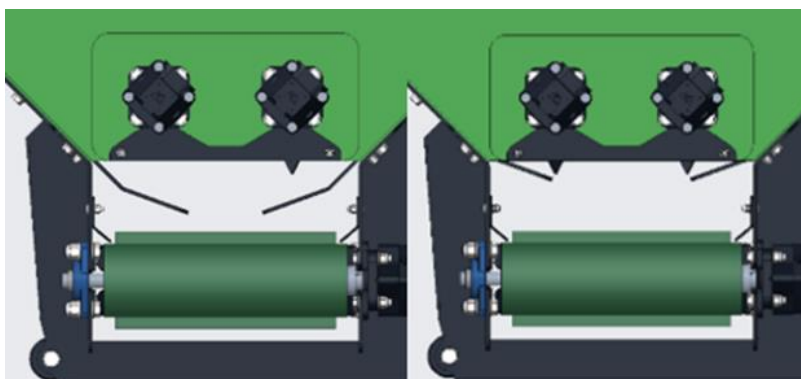
Slika 69: Transport izdelka skozi blatni hodnik

(Osebni vir)

Hipoteza 3: Izdelek bo omogočal enakomerno razdeljevanje vseh vrst stelje, ki se uporabljajo na domači kmetiji.

Za potrditev hipoteze mora izdelek omogočiti enakomerno razdeljevanje ne glede na vrsto stelje. Na začetku raziskovalnega dela sem z analizo številnih dejavnikov prišel do izbora treh glavnih razredov stelje, ki predstavljajo potencial za nastiljanje na domači kmetiji. Nekaj od njih je že v vsakodnevni uporabi, nekaj pa jih bo v uporabo še vstopilo. Za uspešno vrednotenje hipoteze sem preveril razdeljevanje vseh izbranih vrst stelje.

Enakomernost distribucije različnih materialov sem prilagajal s pomočjo dozirnih plošč in reguliranja prioritetnega ventila. Dozirne plošče sem glede na sipkost materiala približeval zunanji in notranji skrajni legi. Prioritetni ventil z levim in desnim ročnim vrtenjem omogoča enostavno reguliranje hitrosti drobilnih valjev, razdeljevalni trak pa se vrti s konstantno hitrostjo.



*Slika 70: Notranja in zunanja skrajna lega dozirnih plošč
(Osebni vir)*



*Slika 71: Reguliranje prioritetnega ventila
(Osebni vir)*

Pri preverjanju prve hipoteze sem za nastiljanje uporabil mešanico rezane slame in dodatkov. Iz potrditve te hipoteze je očitno, da lahko razdeljevanje preizkušene stelje potrdim. Najosnovnejšo vrsto stelje pa predstavlja rezana pšenična slama, ki sem jo nato preizkusil pri nastiljanju teletom. Za razliko od mešanice rezane slame in dodatkov je navadna rezana slama izdelku povzročala težavnost pri razdeljevanju. Drobilni valji so material sicer enakomerno razporedili in ga primerno razdelali, težava je nastopila pri samem razdeljevalnem delu naprave. Dozirne plošče sem zaradi težjega razporejanja materiala pomaknil proti zunanji skrajni legi, vendar odnašanje materiala izven konstrukcije kljub temu ni bilo enakomerno, zato tega segmenta hipoteze ne morem potrditi.

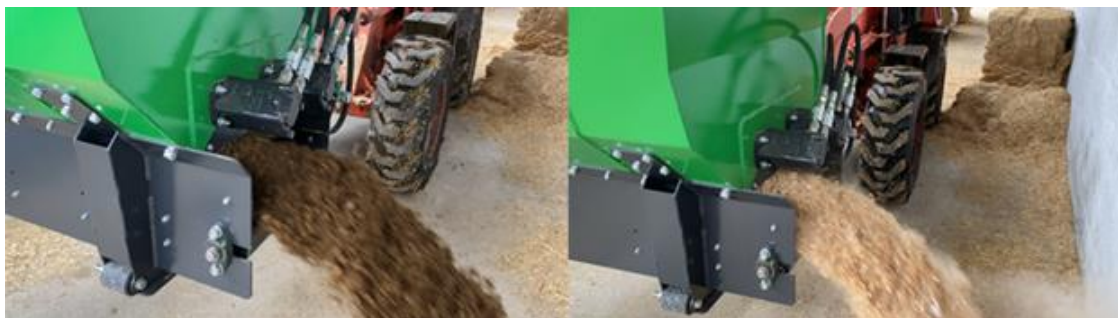


Slika 72: Razdeljevanje rezane slame

(Osebni vir)

Enakomernost razdeljevanja sem nato preveril še pri bolj sipkih materialih. Preizkusil sem razdeljevanje separata ter mešanice žagovine in lesnih oblancev. Obe vrsti stelje sta si po lastnostih zelo podobni, zato sem pri preizkušanju nastavitve doziranja enačil. Da bi preprečil prehitro in preveliko doziranje materiala sem dozirne plošče pomaknil proti notranji skrajni legi, hitrost drobilnih valjev pa sem z reguliranjem prioritetnega ventila bistveno upočasn timer. Naprava je razdeljevanje materialov izvedla enakomerno in kakovostno, zato sem ta segment hipoteze potrdil.

S preizkušanjem razdeljevanja vseh vrst stelje, ki pridejo v poštev za uporabo na domači kmetiji, sem spoznal, da tretje hipoteze v celoti ne morem potrditi.



*Slika 73: Razdeljevanje separata ter žagovine in lesnih oblancev
(Osebni vir)*

9.1 EKONOMSKA ANALIZA

Ekonomska analiza je proces zbiranja, spoznavanja, preverjanja in interpretiranja finančnih podatkov. Izdelava naprave vedno pripelje do stroškov. Večji stroški se pojavijo predvsem pri izdelavi prvega prototipa, saj ne poznamo morebitnih zapletov oz. nepopolnosti, ki lahko nastanejo. Stroški izdelave so pogosto nabava materiala, izdelava, konstruiranje, delo itd. V okviru raziskovalne naloge sem se odločil izdelati ekonomsko analizo razdeljevalnika stelje. Največji stroški so nastopili pri nabavi materiala, delu in konstruiranju. V Tabeli 4 sem prikazal tudi vse ostale stroške.

Tabela 4: Stroški pri izdelavi naprave

Izdelek ali storitev	Cena
Material in razrez ter krivljenje materiala	1800 €
Material za struženje	140 €
Spojni elementi (vijaki, podložke, matice...)	160 €
Hidromotorji (4 kosi)	1320 €
Ostale hidravlične komponente (cevi, priključki...)	220 €
Razdeljevalni trak	370 €
Delo	1344 €
Konstruiranje	1860 €
Skupaj	7214 €

10 RAZPRAVA

Avtomatiziranje delovnih procesov v kmetijstvu že vrsto let predstavlja gibal gospodarskega napredka. Odpravljanje potreb po ročnem delu ne le zmanjšuje čas in napor, ki ga potrebujemo za opravilo, temveč prihranjen čas predstavlja potencial za nove oblike napredka in razvoja. Zamudno ročno delo pa vendarle ni popolnoma brezpredmetno. Nivo kakovosti ročnega dela je pogosto višji kot pri avtomatiziranem, saj lahko z več posvečenega časa delo opravimo natančneje in bolj estetsko. Z izdelavo izdelka sem se zato poskušal z najkrajšim potrebnim časom čim bolj približati končni podobi ročnega nastiljanja. S časovno analizo nastiljanja sem uspel dokazati, da izdelek drastično pohitri proces nastiljanja brez kompromisa s kakovostjo nastlane površine. To pa ne pomeni, da naprave ne morem izboljšati, saj sem med preizkušanjem naletel na določene pomanjkljivosti, ki jih želim z nadaljnjim razvojem odpraviti in zagotoviti popolno funkcionalnost izdelka.

10.1 NADALJNI RAZVOJ

Izdelani razdeljevalnik stelje je trenutno še v fazi razvoja in izpopolnjevanja. Pri razvoju produktov vedno obstaja prostor za izboljšave, saj se potrebe uporabnikov konstantno spreminjajo in povečujejo.

Prvi izdelek ni nikoli popoln, tako sem tudi pri svoji napravi opazil morebitna področja izboljšav:

- prekratek domet razdeljevanja,
- nepopolno praznjenje zajemalne žlice,
- prekratka razdalja med razdeljevalnim trakom in zunanjim premerom drobilnih valjev,
- prenizka višina prečk razdeljevalnega traku in
- komplicirano prilagajanje dozirnih plošč.

Največjo pomanjkljivost izdelane naprave predstavlja prekratek domet stelje. Kljub nadgradnji hidromotorja pri prvih zametkih testiranja se razdeljevalni trak še vedno vrtil prepočasi, posledično je domet stelje nezadovoljiv. Domet je med uporabo mogoče povečati z dvigom naprave, vendar to ni dolgoročna rešitev. Rešitev predstavlja menjava

uporabljenega hidromotorja za batni hidromotor, ki lahko pri istem hidravličnem pretoku in tlaku doseže do petkrat večjo vrtilno hitrost. Za nadaljnji razvoj izdelka sem za cenejšo alternativo odkril jermenice večjega premera, saj se z večanjem polmera jermenice sorazmerno povečuje obodna hitrost, posledično se povečuje domet razdeljevalnega traku.

Med koncipiranjem, snovanjem, konstruiranjem, modeliranjem in izdelavo naprave sem razvil tekmovalnost, ki je razširila moj pogled o razvoju naprave. Izdelek želim v prihodnosti razviti do točke, kjer bo naprava zadostovala standardom prodaje in ne le potrebam domače kmetije. Za izpolnjevanje standardov trga je ključno tudi poznavanje zahtev kupcev. Za ugotavljanje aktualnosti produkta in želj kupcev je bil izdelek pod okriljem podjetja BETEC predstavljen na mednarodnem kmetijskem sejmu EuroTier v Hannovru, v Nemčiji.



Slika 74: Izdelek na mednarodnem kmetijskem sejmu EuroTier

(Osebni vir)

Zanimanje so v večini pokazali Nemci in Nizozemci, saj je tam kmetijstvo razvito na mnogo višjem nivoju kot v Sloveniji. Intenzivnejša živinoreja zahteva večjo potrebo po nastiljanju, zato se jim je moj razdeljevalnik stelje zdel volumsko premajhen. Številni so iskali informacijo o spektru vrst stelje, ki jih je izdelek sposoben razdeljevati. Pogrešali pa so zmožnost razdeljevanja okroglih slamnatih bal, saj izdelek za to ni zasnovan.

S testiranjem in pridobljenimi informacijami sem prišel do številnih ugotovitev, kritik in spoznanj, ki mi bodo v prihodnosti v veliko pomoč pri nadaljnjem razvijanju izdelka. Za

izpolnjevanje standardov prodaje bom moral odpraviti vse obstoječe nepopolnosti in napake ter s preizkušanjem odkrivati nove. Hkrati pa bom moral upoštevati mnenja in potrebe potencialnih kupcev.

11 ZAKLJUČEK

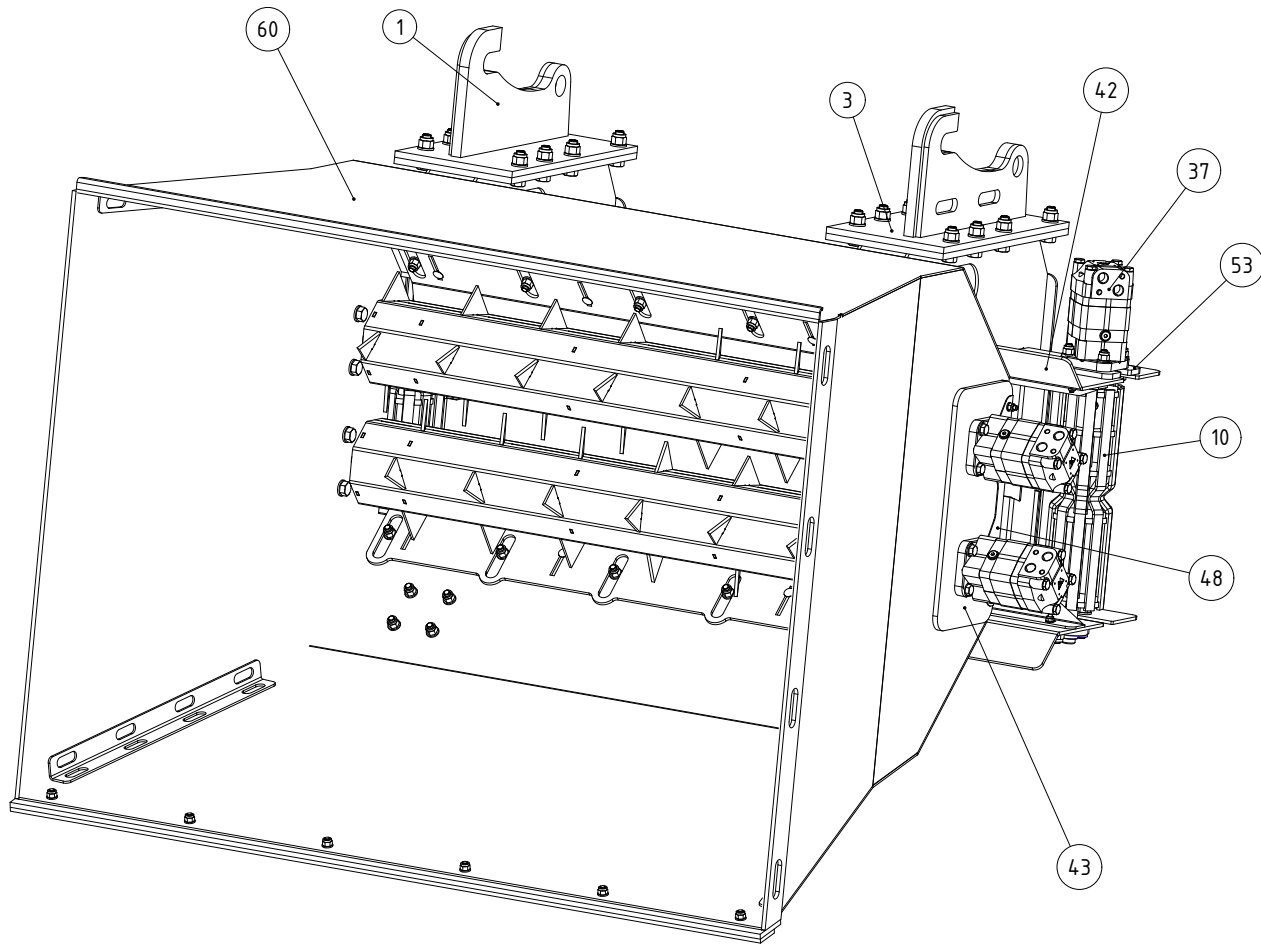
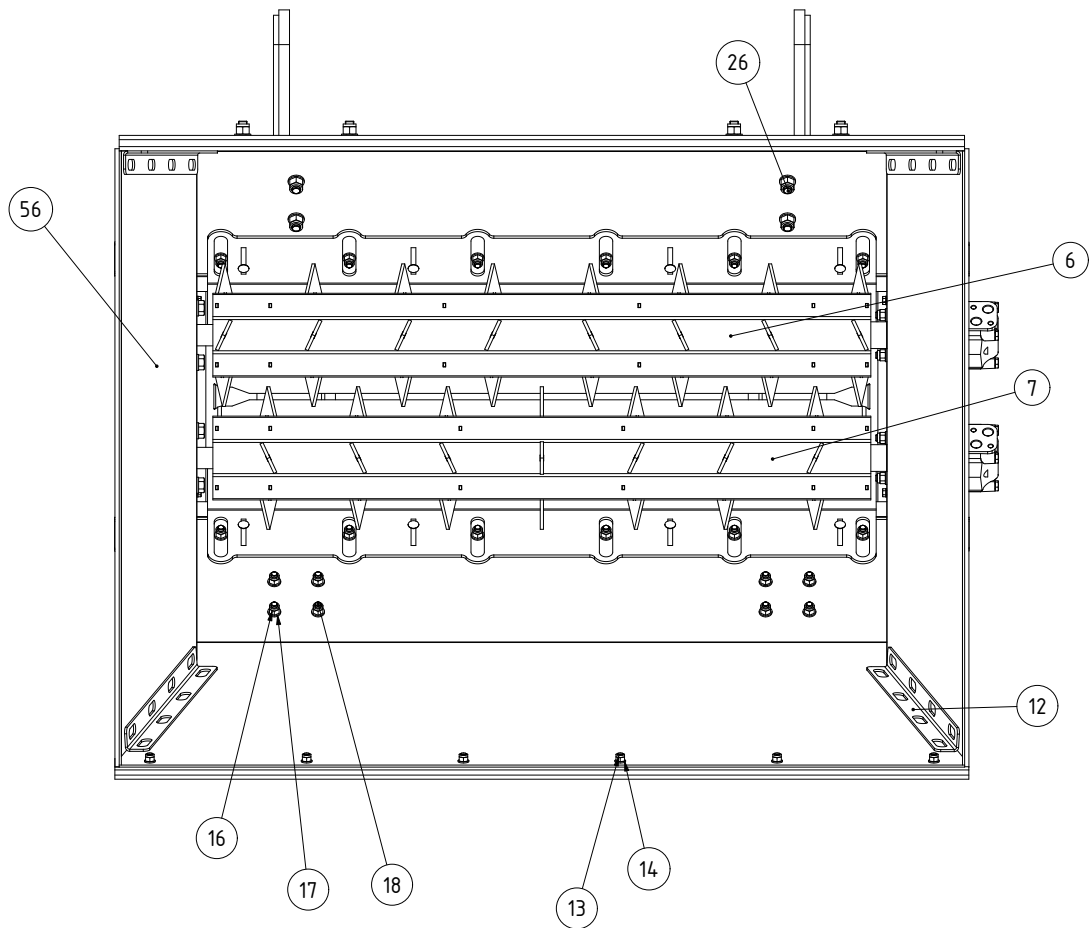
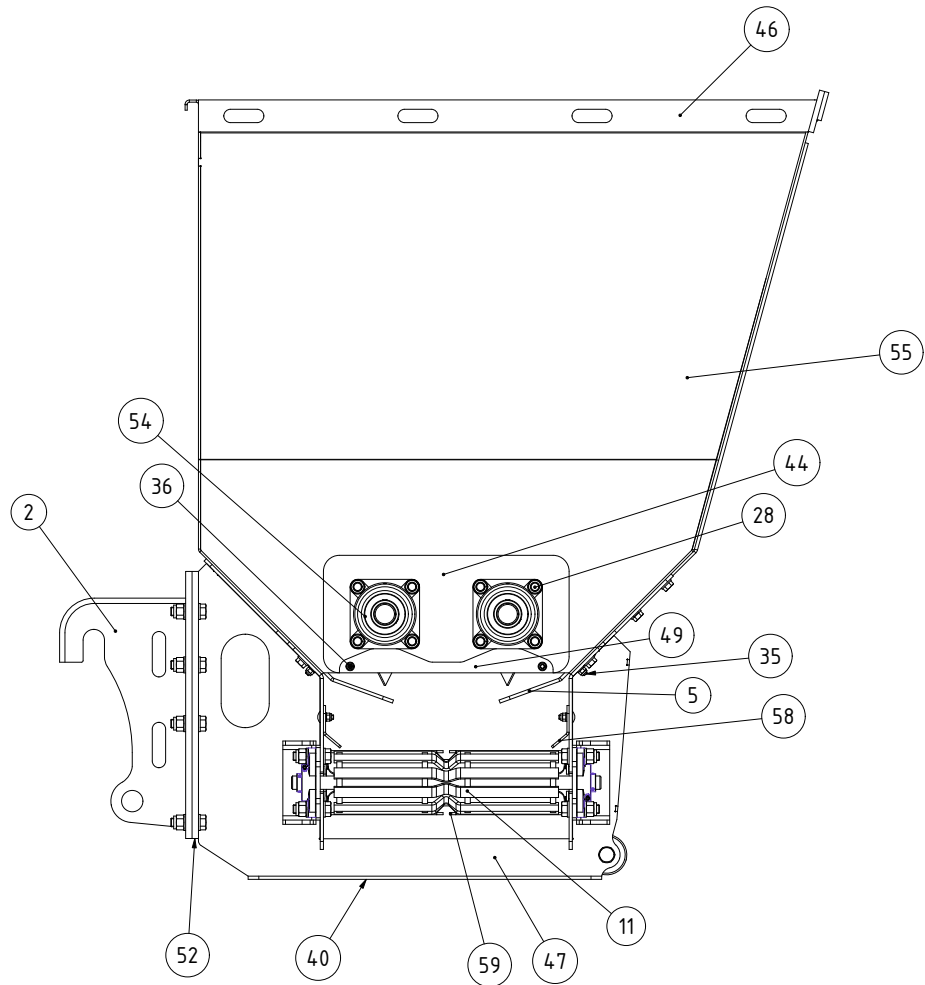
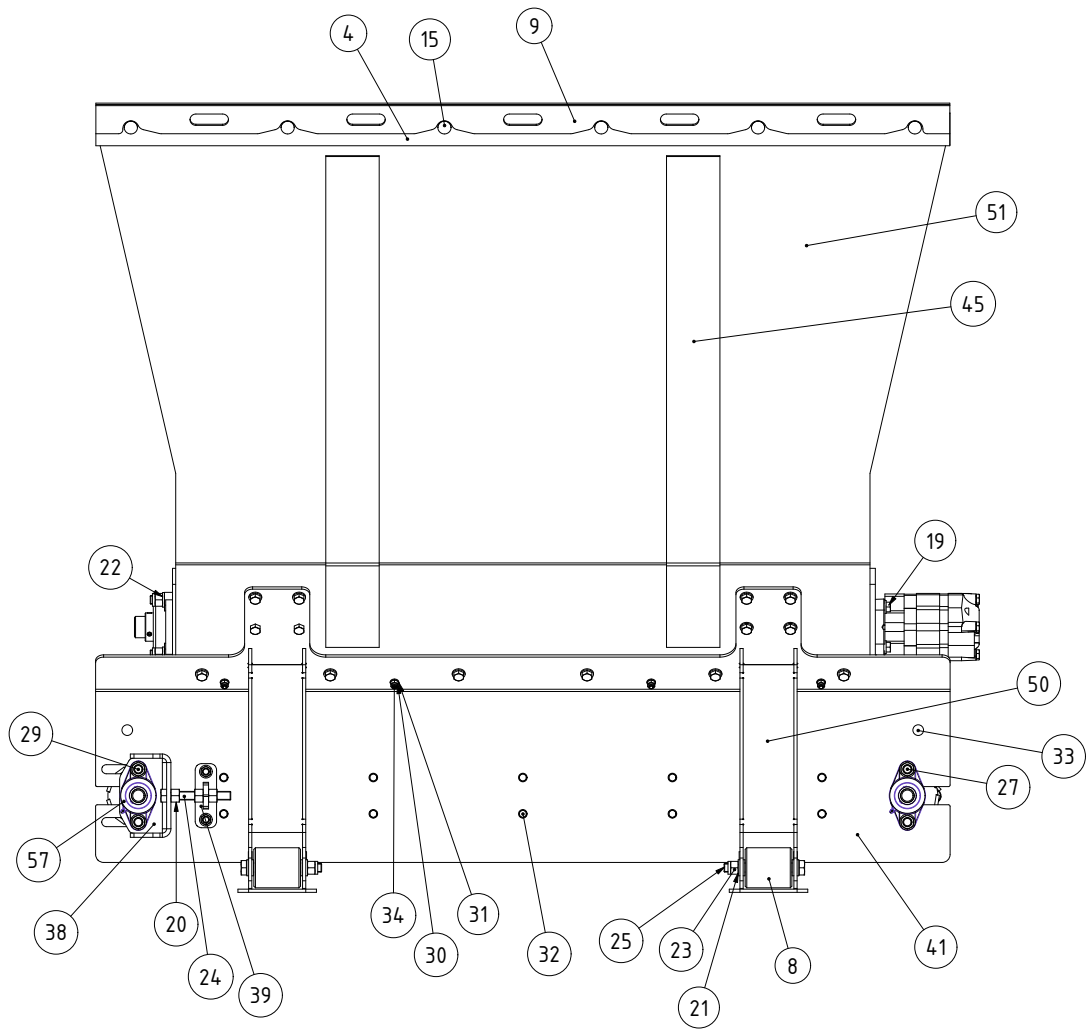
Nadgradnja globokih boksov bi brez razdeljevalnika stelje naši kmetiji prinesla ogromno količino dodatnega dela in izgubo časa. Ob popolni uresnitvi bo izdelek prihranil mnogo ur ročnega dela, ki bi ga sicer morali opravljati člani družine. Z izdelavo izdelka sem zadovoljen, vendar se zaradi želje po nadaljnjem razvoju ne bom ustavil na tem mestu. Sprva želim v celoti potrditi postavljene hipoteze in s tem doseči vse zastavljene cilje, v prihodnosti pa želim z izdelkom osvojiti mesto na tržišču.

Z izdelavo naprave sem pridobil obilo novega teoretičnega in predvsem praktičnega znanja zlasti na področju prostorskega modeliranja in proizvodnje. Med raziskovanjem sem pridobival številne spretnosti in boljšo predstavo o poti izdelka od same zamisli do končnega produkta. Prepričan sem, da mi bo ta izkušnja podala kakovostne smernice za nadaljnjo pot v karieri strojništva.

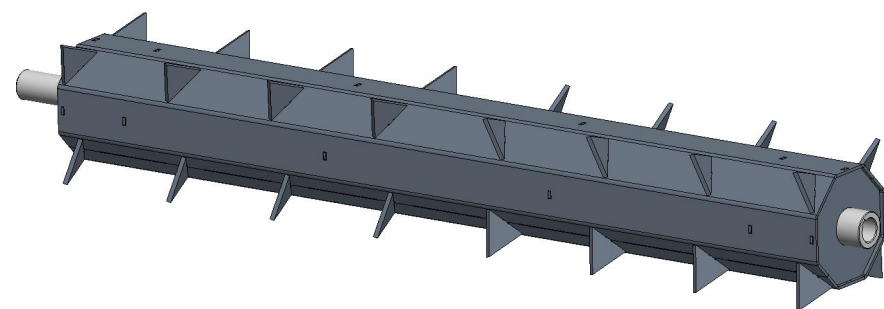
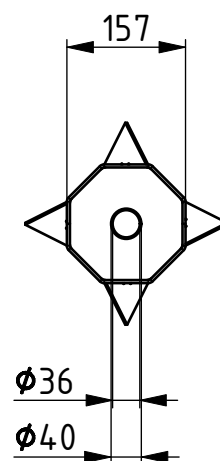
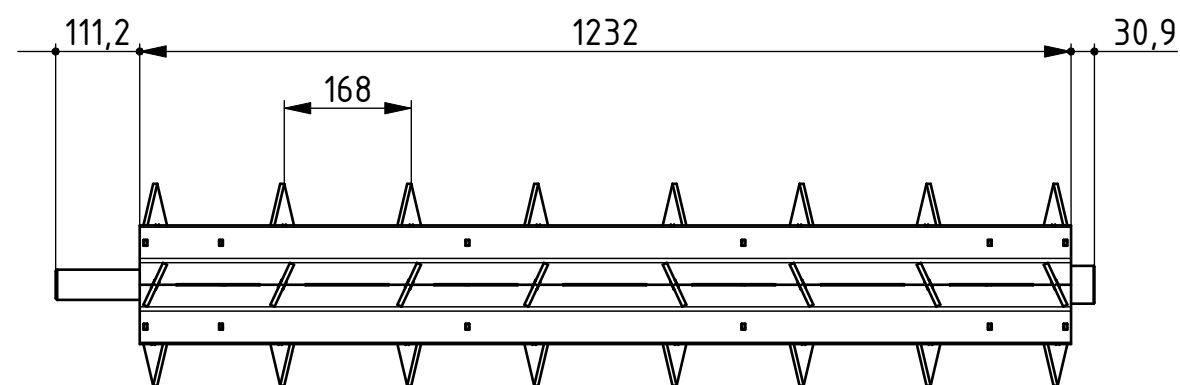
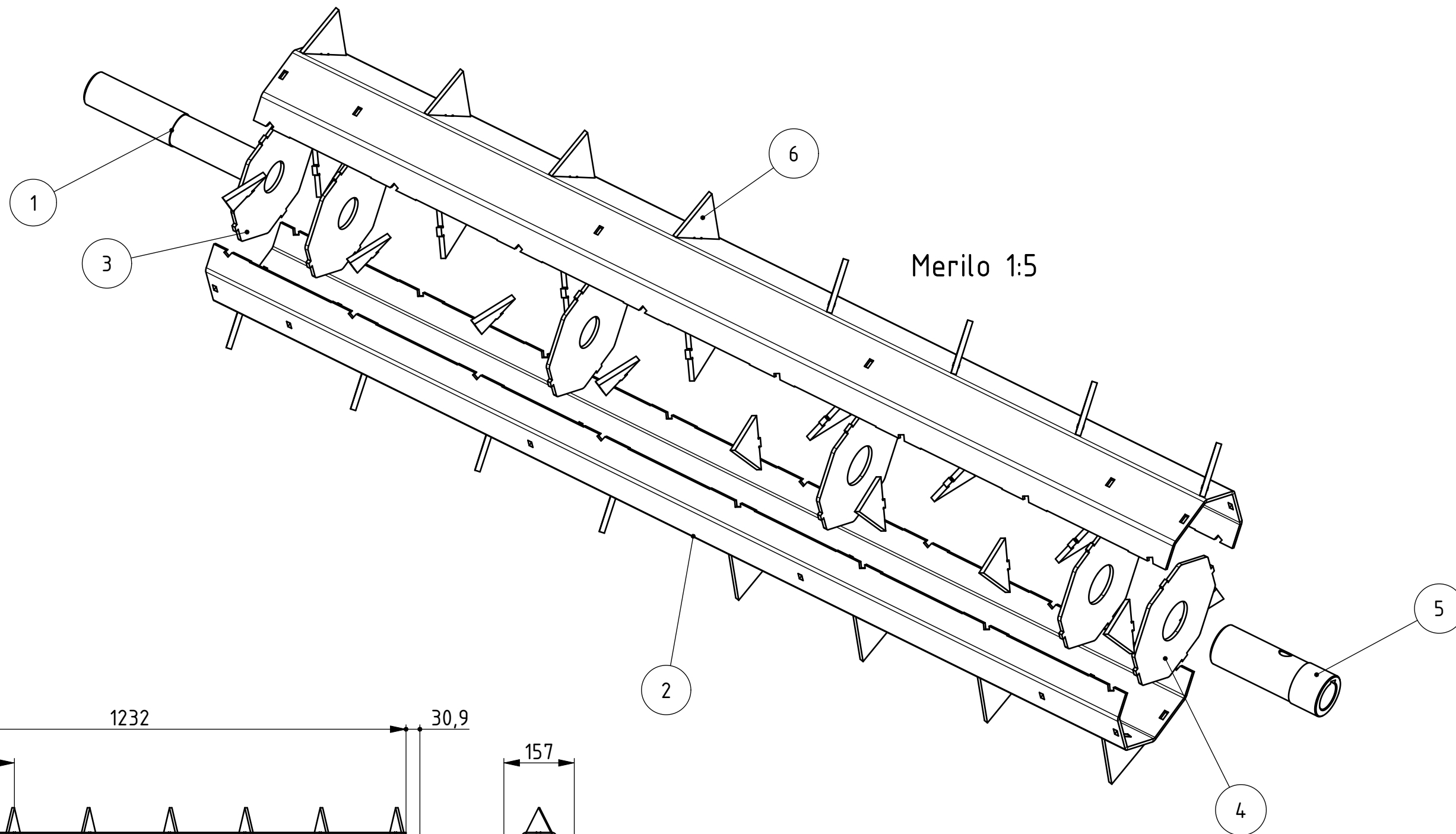
12 VIRI IN LITERATURA

- [1] KRAUT, B. *Krautov strojniški priročnik*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2019.
- [2] Bedding (animals). [Online]. Wikipedija, prosta enciklopedija. [Zadnja sprememba 17. jan. 2023; 16:14] [Citirano 27. jan. 2023; 8:17] Dostopno na spletnem naslovu: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bedding_\(animals\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bedding_(animals))
- [3] Bedding Options for Dairy Cows. [Online]. Univeristy of Massachusetts Amherst. [Zadnja sprememba 23. jul. 2022; 21:05] [Citirano 18. jan. 19:07] Dostopno na spletnem naslovu: <https://ag.umass.edu/crops-dairy-livestock-equine/fact-sheets/bedding-options-for-dairy-cows>
- [4] Cattle Bedding and Food Safety. [Online]. South Dakota State University Extension. [Zadnja sprememba 8. jul. 2020; 15:07] [Citirano 31. jan. 2023; 10:40] Dostopno na spletnem naslovu: <https://extension.sdstate.edu/cattle-bedding-and-food-safety>
- [5] Cattle Mats; A Cow Comfort Option for Dairy Barns. [Online]. American Dairyemen. [Zadnja sprememba 30. nov. 2021; 13:15] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.americandairyemen.com/articles/cattle-mats-cow-comfort-option-dairy-barns>
- [6] CNC Stružnice. [Online]. Dijaški.net. [Zadnja sprememba 24. okt. 2018; 03:35] [Citirano 20. feb. 2023; 12:34] Dostopno na spletnem naslovu: https://dijaski.net/gradivo/teh_ref_cnc_struznice_01
- [7] Factors determining the choice of bedding for freestall housing system in dairy cows farming. [Online]. Journal of Central European Agriculture. [Zadnja sprememba 29. mar. 2021; 14:29] [Citirano 21. jan. 2023; 20:18] Dostopno na spletnem naslovu: https://jcea.agr.hr/articles/773029_Factors_determining_the_choice_of_bedding_for_freestall_housing_system_in_dairy_cows_farming_A_review_en.pdf
- [8] Green Bedding – the optimal bedding solution. [Online]. Cowcare Systems. [Zadnja sprememba 5. dec. 2022; 05:22] [Citirano 31. jan. 2023; 07:50] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.cowcaresystems.com/green-bedding/>
- [9] Hydraulic Motors MSY. [Online]. Dyna Automation PVT. [Zadnja sprememba 28. apr. 2011; 10:36] [Citirano 18. feb. 2023; 21:13] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.dynahydraulics.com/wp-content/uploads/2017/03/8-MSY-1.pdf>

- [10] Laserski razrez pločevine – nižja cena razreza z laserskim strojem. [Online]. Skitti. [Zadnja sprememba 10. avg. 2022; 17:48] [Citirano 22. feb. 2023; 06:42] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.skitti.si/laserski-razrez>
- [11] New Entrants to Farming Alternative Bedding Materials. [Online]. Farm Advisory Service. [Zadnja sprememba 14. apr. 2019; 17:30] [Citirano 25. jan. 2023; 11:57] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.fas.scot/downloads/alternative-bedding-materials/>
- [12] Površinska zaščita kovin. [Online]. Vsinasveti. [Zadnja sprememba 27. jul. 2017; 18:05] [Citirano 22. feb. 22:31] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.vsinasveti.si/nasveti/povrsinska-zascita>
- [13] Profi Spreading Bucket. [Online]. Fliegl Agro-Center. [Zadnja sprememba 3. dec. 2022; 16:24] [Citirano: 6. feb. 2023; 13:10] Dostopno na spletnem naslovu: <https://agro-center.de/en/profi-spreading-bucket-efsr1190000.html>
- [14] Struženje. [Online]. Wikipedija, prosta enciklopedija. [Zadnja sprememba 2. jul. 2021; 13:57] [Citirano: 21. feb. 2023; 23:14] Dostopno na spletnem naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Stru%C5%BEenje>
- [15] Šentjursko podjetje BeTec s svojim produktom osvojilo tuje trge, z velikimi koraki pa vstopa tudi na slovenskega. [Online]. Kozjansko.info. [Zadnja sprememba 6. jun. 2022; 5:30] [Citirano 4. feb. 2023; 05:26] Dostopno na spletnem naslovu: <https://kozjansko.info/2022/06/sentjursko-podjetje-betec-s-svojim-produktom-osvojilo-tuje-trge-z-velikimi-koraki-pa-vstopa-tudi-na-slovenskega/>
- [16] The microbiome of common bedding materials before and after use on commercial dairy farms. [Online]. Animal Microbiome. [Zadnja sprememba 6. dec. 2022; 18:03] Dostopno na spletnem naslovu: <https://animalmicrobiome.biomedcentral.com/articles/10.1186/s42523-022-00171-2>

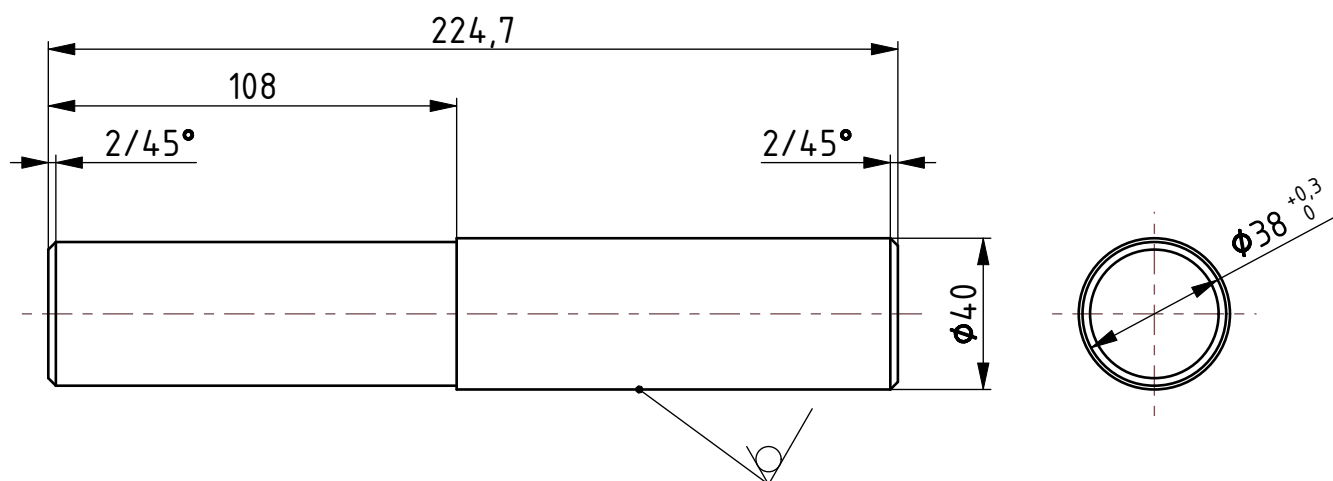


60	1	ZADNJA_PLOSCA		S235JR		
59	2	VODILO_TRAK		S235JR		
58	2	VODILNA_PRECKA		S235JR		
57	3	UCFL_205				
56	1	STRANSKA_PLOSCA_2_V1		S235JR		
55	1	STRANSKA_PLOSCA_1_V1		S235JR		
54	2	SNR_UCF208_0				
53	1	PRIROBNICA_HIDROMOTOR		S235JR		
52	2	PRIKLOPNA_PLOSCA		S235JR		
51	1	PREDNJA_PLOSCA		S235JR		
50	2	POKROV_PODNOZJE		S235JR		
49	1	POKRIVALO_LEZAJ		S235JR		
48	1	POKRIVALO_HIDROMOTOR		S235JR		
47	4	PODNOZJE		S235JR		
46	2	OJACITEV_STRANSKI_ROB		S235JR		
45	2	OJACITEV_PREDNJA_PLOSCA		S235JR		
44	1	OJACITEV_LEZAJ		S235JR		
43	1	OJACITEV_HIDROMOTOR		S235JR		
42	1	NOSILNA_STRANICA_2		S235JR		
41	1	NOSILNA_STRANICA_1		S235JR		
40	2	NOSILNA_PODLOGA		S235JR		
39	2	NAPENJALEC_FIKSIRANI				
38	2	NAPENJALEC_DRSNI		S235JR		
37	3	MSY200_HIDROMOTOR				
36	2	M8X35_VIJAK		8.8		
35	8	M8X30_VIJAK_DIN603		8.8		
34	2	M8X30_VIJAK		8.8		
33	4	M8X25_VIJAK_DIN603		8.8		
32	20	M8X25_VIJAK		8.8		
31	60	M8_PODLOZKA		8.8		
30	36	M8_MATICA		8.8		
29	4	M16X60_VIJAK		8.8		
28	24	M16X55_VIJAK		8.8		
27	2	M16X50_VIJAK		8.8		
26	4	M16X40_VIJAK		8.8		
25	2	M16X140_VIJAK		8.8		
24	2	M16X120_VIJAK		8.8		
23	36	M16_VAROVALNA_MATICA		8.8		
22	8	M16_PODLOZKA_DIN127B		8.8		
21	68	M16_PODLOZKA		8.8		
20	6	M16_MATICA		8.8		
19	12	M12X55_VIJAK		8.8		
18	24	M12X35_VIJAK		8.8		
17	62	M12_PODLOZKA		8.8		
16	36	M12_MATICA		8.8		
15	6	M10_VIJAK_DIN603		8.8		
14	6	M10_PODLOZKA		8.8		
13	6	M10_MATICA		8.8		
12	4	KOTNIK_POZICIONIRNI		S235JR		
11	1	JERMENICA_2				
10	1	JERMENICA_1				
9	1	HARDOX_DRSNJA_PLOSCA		HARDOX		
8	2	DRSNI_KOLESEK		PDM		
7	1	DROBILNI_VALJ_2				
6	1	DROBILNI_VALJ_1				
5	2	DOZIRNA_PLOSCA		S235JR		
4	1	BAZA_DRSNE_PLOSCE		S235JR		
3	2	ATLAS_PRIKLOPNA_PLOSCA		S235JR		
2	2	ATLAS_PRIKLJUCEK_VARJENI		HARDOX		
1	2	ATLAS_PRIKLJUCEK_V1		S235JR		
Poz	Količ	En	Naziv in mere	Material	Masa	Opomba
			Datum izdaje	1/5	Masa:	kg
			Ime			
			Kontrol. K. št.			

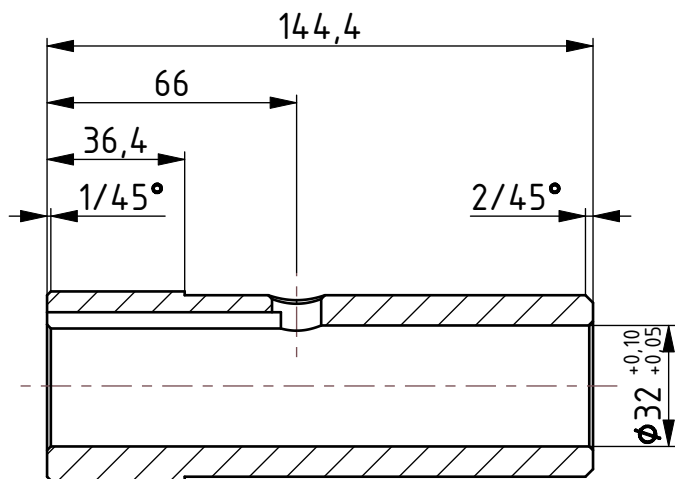


6	32		ZOB		S235JR		
5	1		UTORNA_PUSA_DROBILNI_VALJ	2023-2-005	42CrMo4		
4	3		POKROV_VALJA_FI48		S235JR		
3	3		POKROV_VALJA_FI38_5		S235JR		
2	2		PLASC_VALJA_1		S235JR		
1	1		OS_DROBILNI_VALJ	2023-2-001	S235		
Poz	Kos	En	Naziv in mere	St.risbe/standard	Material	Masa	Opomba
				Datum	Ime	Merilo:	1:10
				Izdel.	05.03.23	VID	J.
				Kontr.	-		
				K.std.	-		
						Naziv:	DROBILNI_VALJ_1
						St. risbe:	2023-2
						List	1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime	Solski center Celje		Nadom:	Nadom. z:

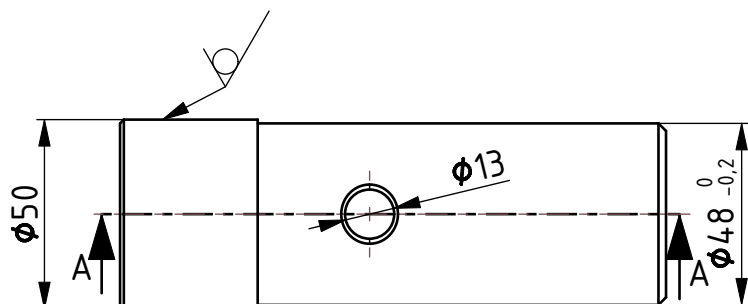
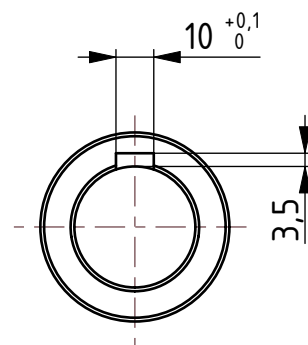
Opomba: DROBILNI_VALJ_2 se razlikuje le po razporeditvi zob na plašču.



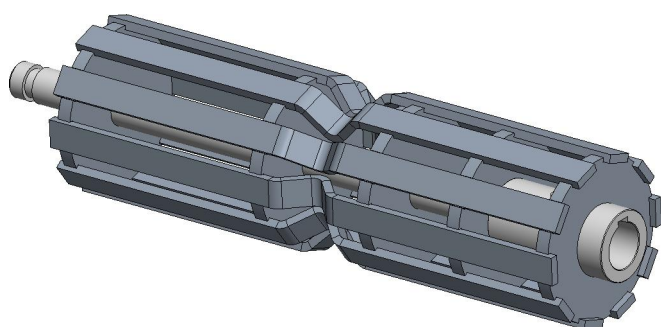
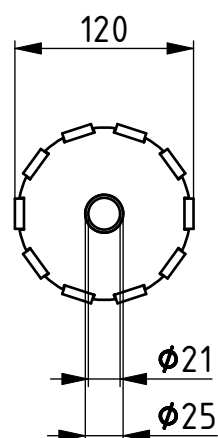
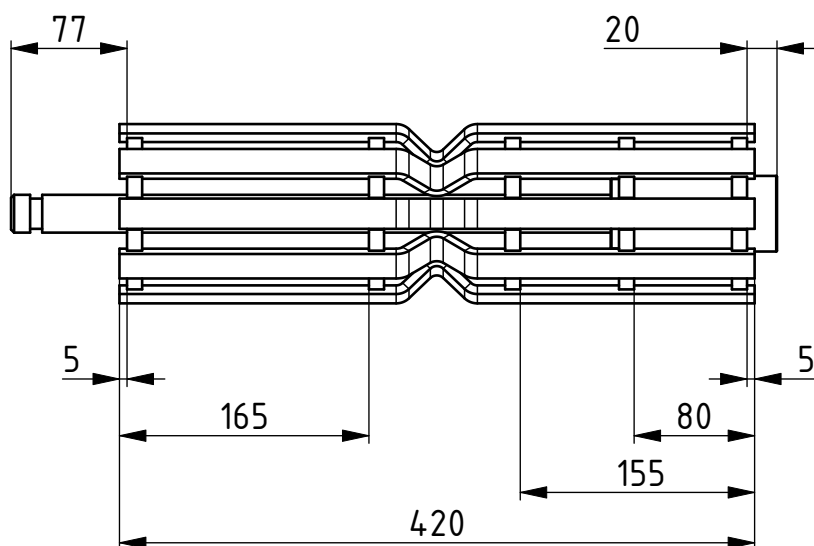
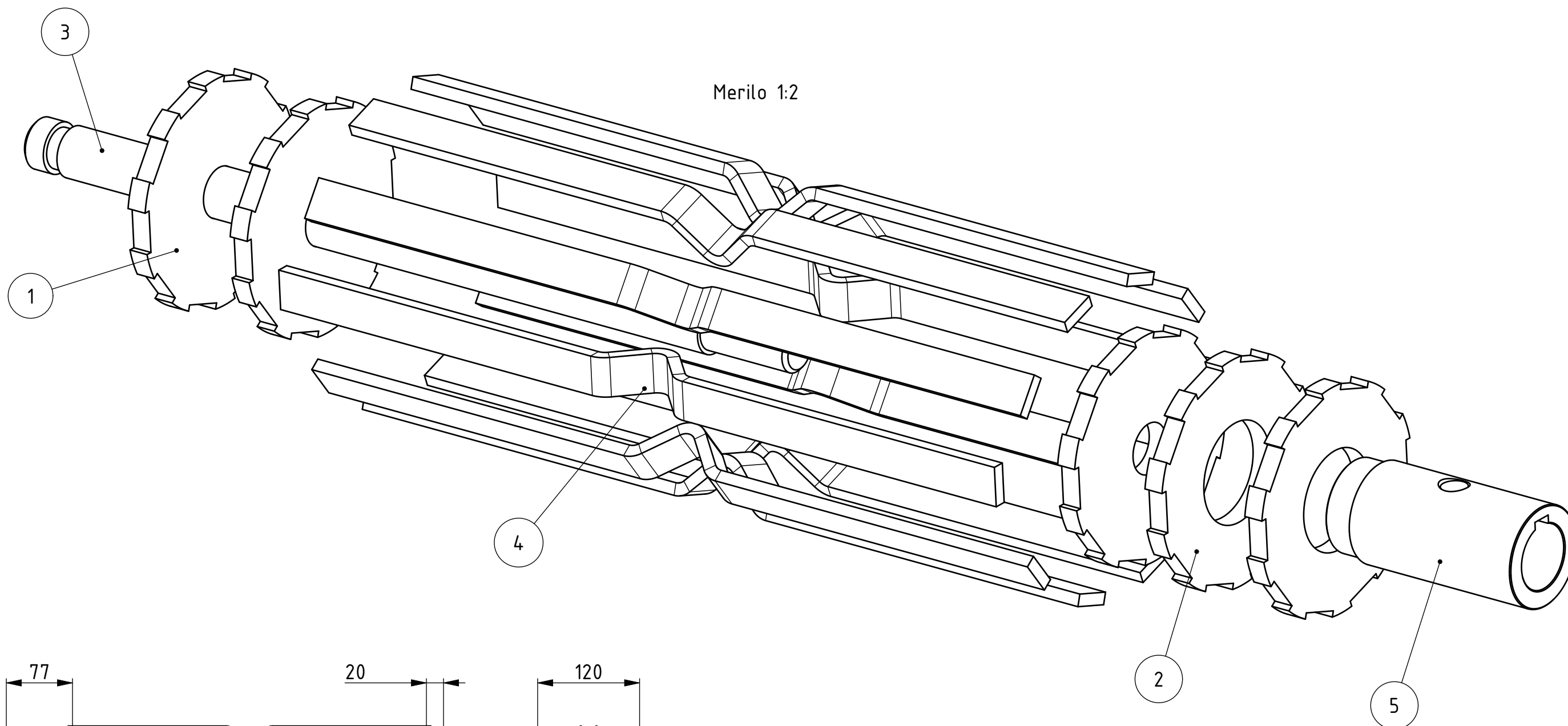
OPOMBA:				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m		Povrsin. hrapavost		Merilo: 1:2		Masa: kg	
								Material: S235			
					Datum	Ime		Naziv: OS_DROBILNI_VALJ			
				Izdel.	05.03.23	VID J.					
				Kontr.	-	-					
				K.std.	-	-					
				Solski center Celje				St. risbe:			List
								2023-2-001			1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime					Nadom:		Nadom. z:	



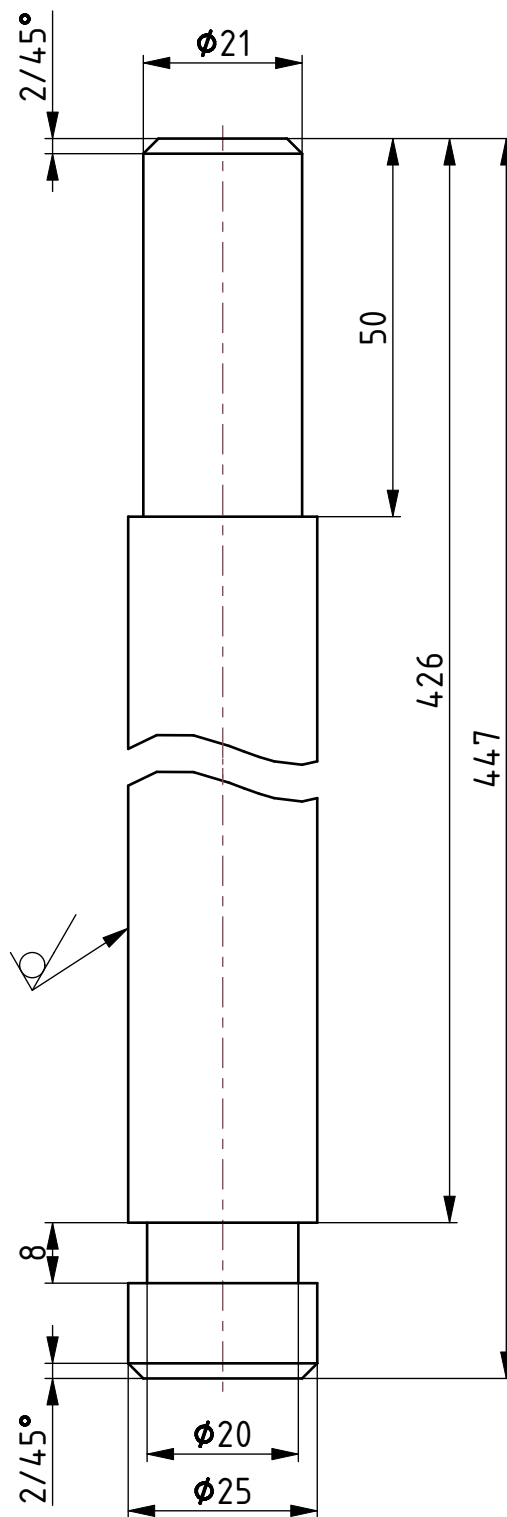
Prerez A-A



OPOMBA: Vsi nekotirani robovi posneti na 0,2/45°.				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m		Povrsin. hrapavost	Merilo: 1:2		Masa: kg		
							Material: 42CrMo4				
					Datum	Ime	Naziv: UTORNA_PUSA_DROBILNI_VALJ				
				Izdel.	04.03.23	VID J.					
				Kontr.	-	-					
				K.std.	-	-					
				Solski center Celje				St. risbe:			List
								2023-2-005			1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime					Nadom:		Nadom. z:	



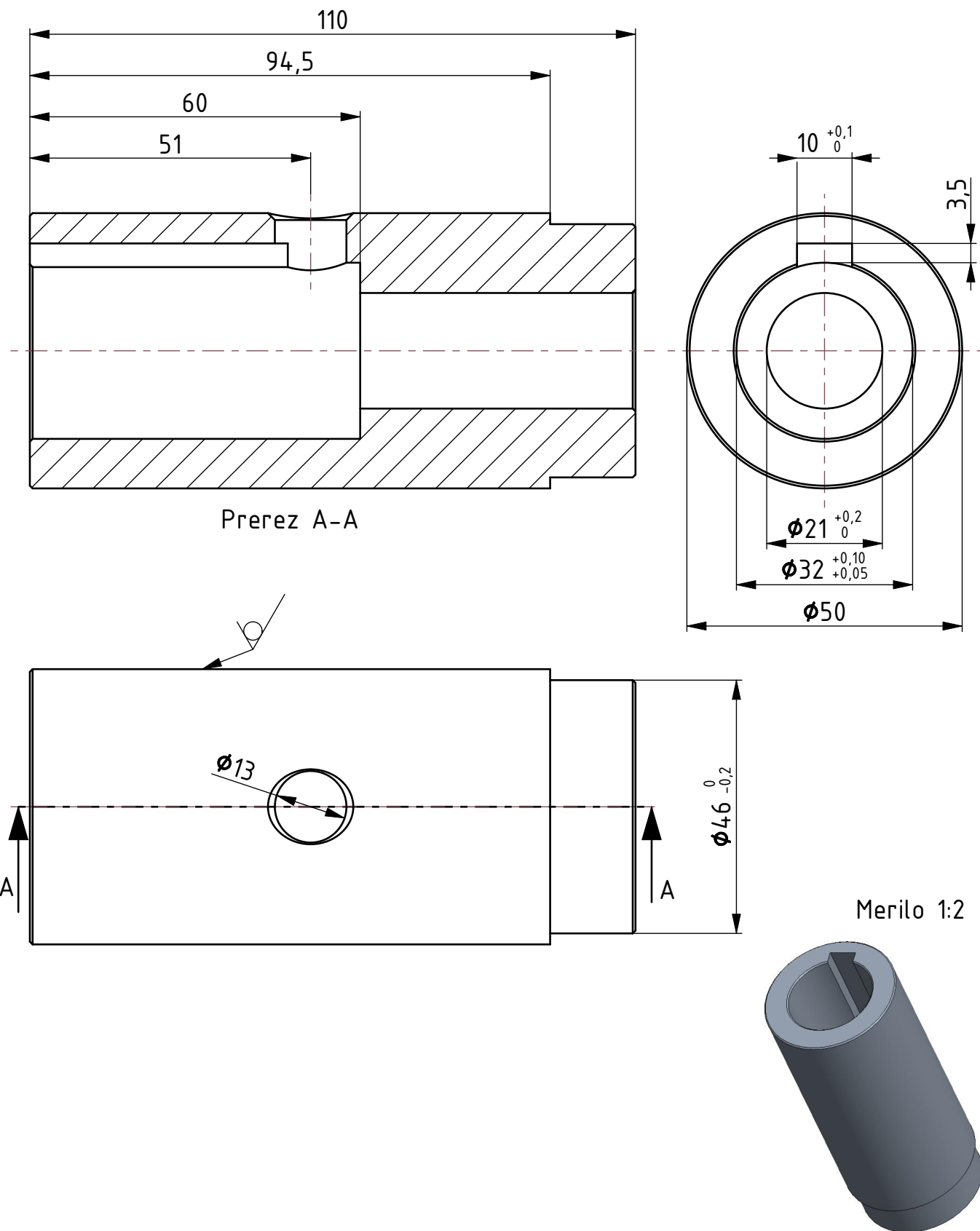
5	1		UTORNA_PUSA_JERMENICA	2023-3-005	42CrMo4		
4	10		PRECKA_V1		S235JR		
3	1		OS_JERMENICA_1	2023-3-003	S235		
2	2		KOLUT_FI50		S235JR		
1	3		KOLUT_FI25		S235JR		
Poz	Kos	En	Naziv in mere	St.risbe/standard	Material	Masa	Opomba
				Datum	Ime	Merilo: 1:5	Masa: kg
				Izdel. 05.03.23	VID J.	Naziv: JERMENICA_1	
				Kontr. -	-		
				K.std. -	-		
						St. risbe: 2023-3	List 1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime	Solski center Celje		Nadom:	Nadom. z:



Merilo 1:5

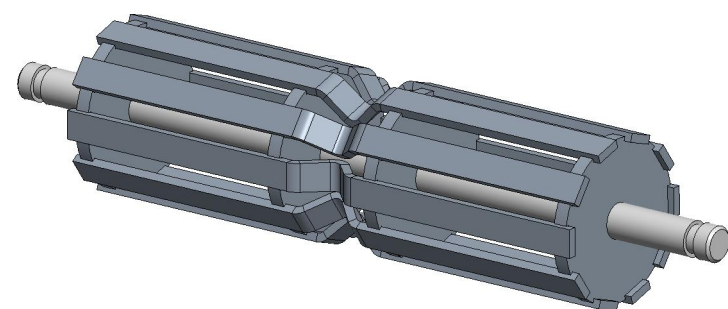
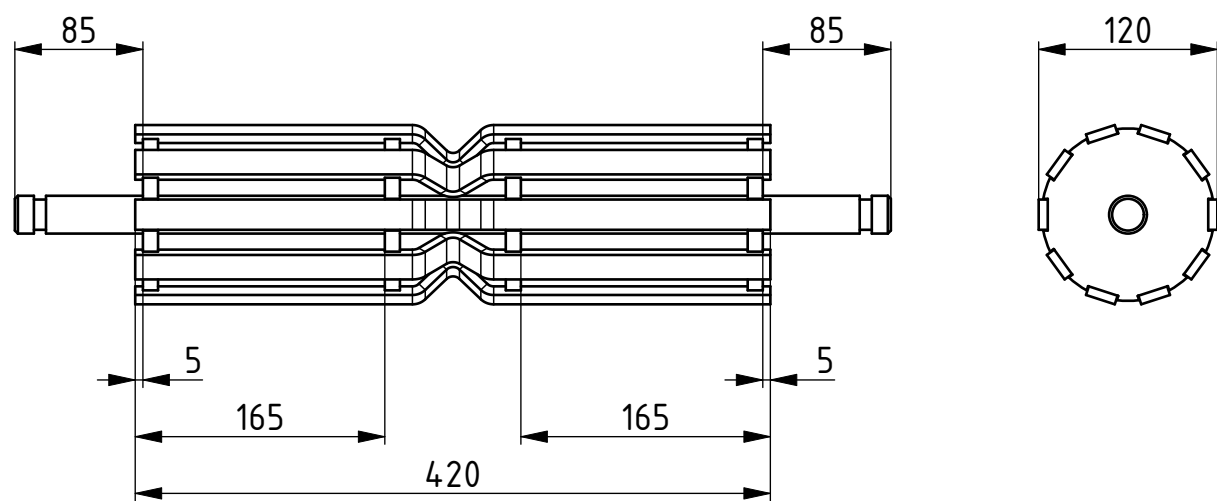
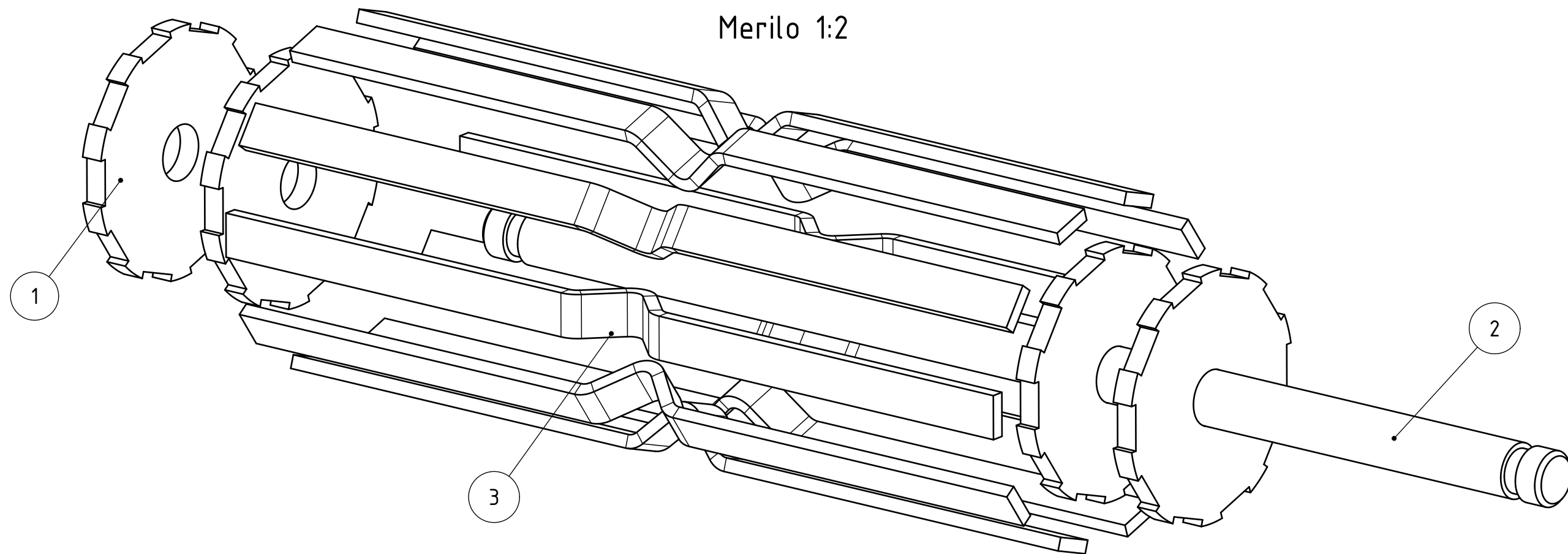


OPOMBA: Vsi nekotirani robovi posneti na 0,5/45°.				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m		Povrsin. hrapavost		Merilo: 1:1		Masa: kg	
								Material: S235			
					Datum	Ime		Naziv: OS_JERMENICA_1			
				Izdel.	05.03.23	VID J.					
				Kontr.	-	-					
				K.std.	-	-					
				Solski center Celje 			St. risbe: 2023-3-003				List 1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime					Nadom:		Nadom. z:	

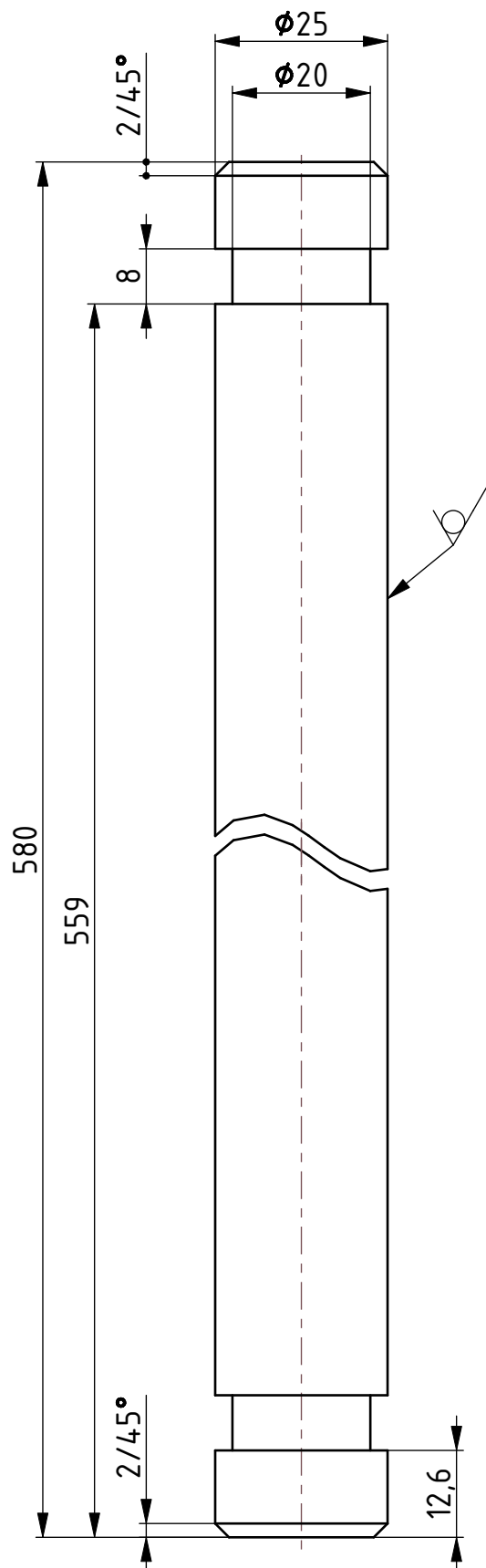


OPOMBA: Vsi nekotirani robovi posneti 0,5/45°.				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m		Povrsin. hrapavost	Merilo: 1:1	Masa: kg
				Datum	Ime		Naziv: UTORNA PUSA JERMEINICA	
				Izdel. 04.03.23	Vid J.			
				Kontr. -	-			
				K.std. -	-			
				Solski center Celje			St. risbe:	List
							2023-3-005	1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime				Nadom:	Nadom. z:

Merilo 1:2



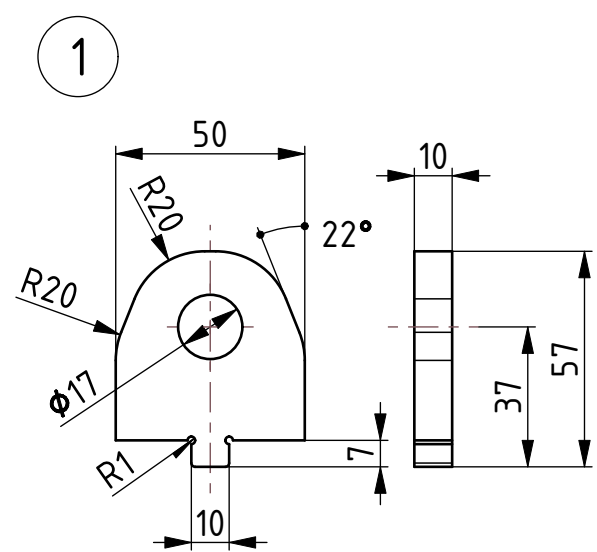
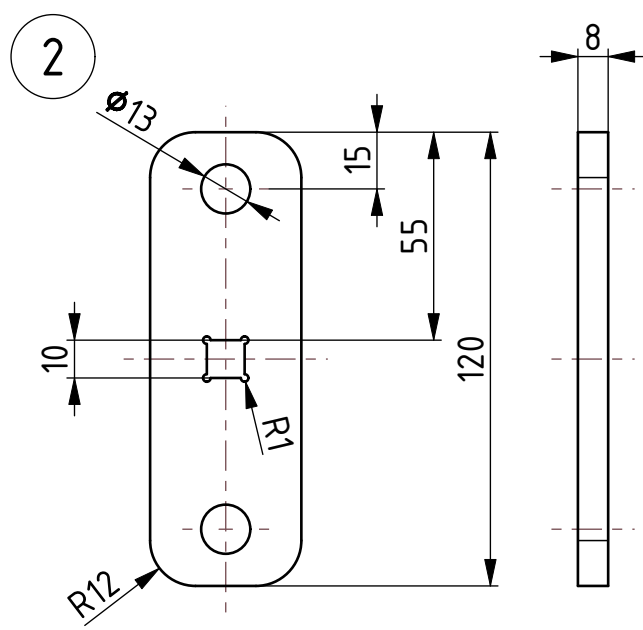
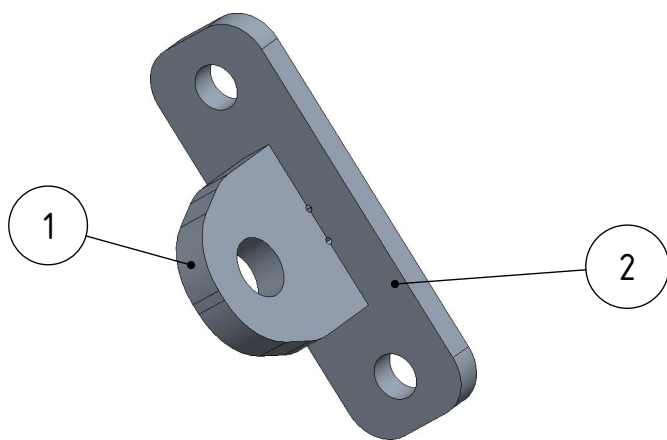
3	10		PRECKA_V1			S235JR		
2	1		OS_JERMENICA_2		2023-4-002	S235		
1	4		KOLUT_FI25			S235JR		
Poz	Kos	En	Naziv in mere		St.risbe/standard	Material	Masa	Opomba
					Datum	Ime	Merilo: 1:5	Masa: kg
				Izdel.	05.03.23	VID J.	JERMENICA_2	
				Kontr.	-	-		
				K.std.	-	-		
							St. risbe:	List
							2023-4	1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime	Solski center Celje		Nadom:		Nadom. z:



Merilo 1:5



OPOMBA: Vsi Nekotirani robovi posneti na 0,5/45°.				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m		Povrsin. hrapavost	Merilo: 1:1	Masa: kg
				Datum	Ime		Material: S235	
				Izdel. 05.03.23	VID J.		Naziv: OS_JERMEENICA_2	
				Kontr. -	-			
				K.std. -	-			
							St. risbe: 2023-4-002	
				Solski center Celje			List 1/1	
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime				Nadom. z:	



2	1		NAPENJALEC_PRITRDILNA_PLOSCA	2023-5-002	S235JR		
1	1		NAPENJALEC_BAZA	2023-5-001	S235JR		
Poz	Kos	En	Naziv in mere	St.risbe/standard	Material	Masa	Opomba
				Datum	Ime	Merilo: 1:2	Masa: kg
				Izdel. 05.03.23	VID J.	Naziv: NAPENJALEC_FIKSIRANI	
				Kontr. -	-		
				K.std. -	-		
						St. risbe: 2023-5	List 1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime	Solski center Celje		Nadom. z:	