

Koncipiranje prikolice za prijevoz košnica za pčele

Prić, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2025

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:357279>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Marko Prlić

Zagreb, 2025.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Dr. sc. Goran Šagi, dipl. ing.

Student:

Marko Prlić

Zagreb, 2025.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru dr.sc. Goranu Šagiju na pristupačnosti, savjetima i odličnom vodstvu tijekom izrade ovoga rada. Zahvaljujem se svim ostalim profesorima i asistentima na korisnim stvarima koje sam naučio tijekom dosadašnjeg studiranja. Zahvaljujem se kolegama i prijateljima na pomoći i potpori, a najviše od svega zahvaljujem se svojoj obitelji na podršci u proteklih nekoliko godina prijediplomskog studija.

Marko Prlić



Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 25 - 06 / 1	
Ur.broj: 15 - 25 -	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Marko Prlić**

JMBAG: **0035230928**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Koncipiranje prikolice za prijevoz košnica za pčele**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Designing beekeeping trailer**

Opis zadatka:

Cilj ovog rada je koncipiranje i konstrukcijska razrada prikolice za prijevoz košnica za pčele koja se sastoji od prikolice s ravnim podom na koju se spaja nadogradnja u obliku odvojive platforme na kojoj se nalaze košnice. Odvojiva platforma opremljena s potpornim stupovima može stajati odvojena od prikolice na neuređenom terenu, a jedna prikolica može opsluživati više platformi.

U okviru završnog rada potrebno je:

- napraviti pregled postojećih prikolica za prijevoz košnica za pčele (tehničkih karakteristika i rješenja) u segmentu prikolica O1 i O2 kategorije,
- napraviti pregled funkcija koje nude konkurentne prikolice,
- na temelju karakteristika konkurentskih prikolica definirati osnovne dimenzije prikolice i nadogradnje, dimenzije kotača, rješenja ovjesa, izvedbe ruda i šasije prikolice (nosive strukture prikolice), izvedbe košnica, mase i nosivosti i sl.
- predložiti moguća konceptijska rješenja pojedinih elemenata prikolice i nadogradnje (platforme),
- konstrukcijski razraditi odabrano rješenje prikolice i nadogradnje (platforme),
- koncipiranje i konstrukcijsku razradu detaljno obrazložiti, popratiti skicama, proračunima i odgovarajućim analizama,
- izraditi sklopne i radioničke crteže.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

30. 11. 2024.

Datum predaje rada:

1. rok: 20. i 21. 2. 2025.

2. rok: 10. i 11. 7. 2025.

3. rok: 18. i 19. 9. 2025.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 24. 2. - 28. 2. 2025.

2. rok: 15. 7. - 18. 7. 2025.

3. rok: 22. 9. - 26. 9. 2025.

Zadatak zadao:


Doc. dr. sc. Goran Šagi

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Vladimir Soldo

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	V
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	VI
POPIS OZNAKA	VII
SAŽETAK.....	IX
SUMMARY	X
1. UVOD	1
2. KATEGORIZACIJA VOZILA I PRIKOLICA	2
3. POPIS PROPISA.....	4
3.1. Uređaji za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju.....	5
3.2. Spojnice za povezivanje motornih i priključnih vozila	7
3.3. Dopuštene dimenzije prikolice	9
3.4. Blatobrani	9
4. PREGLED POŠTOJEĆIH RJEŠENJA NA TRŽIŠTU	10
4.1. Torbarina	10
4.2. Wiola	10
4.3. Intermetalisi	11
5. KONCEPTI.....	13
5.1. Koncept 1.....	13
5.2. Koncept 2.....	14
5.3. Ocjenjivanje koncepata.....	15
6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA	16
6.1. Proračun podvozja	16
6.1.1. Opterećenje uslijed vlastite mase i tereta	16
6.1.2. Sile u osloncima poprečnog nosača	17
6.1.3. Najveće naprezanje u poprečnom nosaču	18
6.1.4. Sile u osloncima glavnog uzdužnog nosača.....	19
6.1.5. Najveće naprezanje u glavnom uzdužnom nosaču.....	20
6.1.6. Naprezanje u zavaru na mjestu spoja poprečnog i uzdužnog nosača.....	23
6.1.7. Proračun vijčanog spoja ruda s ostatkom prikolice.....	24
6.1.8. Opterećenje potpornog kotača.....	26

6.2. Odabir standardnih dijelova.....	27
6.2.1. Osovina Knott VGB13-M	27
6.2.2. Kotač	28
6.2.3. Blatobran	28
6.2.4. Naletni mehanizam KF27-B.....	29
6.2.5. Pomoćni kotač Knott TK48.....	30
6.2.6. Nosač pomoćnog kotača.....	31
6.2.7. Stražnje svjetlo	32
6.2.8. Stabilizator P521	33
6.2.9. Zatvarač stranice	34
7. PRIKAZ KONAČNOG RJEŠENJA.....	35
8. ZAKLJUČAK	46
LITERATURA.....	47
PRILOZI.....	48

POPIS SLIKA

Slika 1.	Tehničke kategorije vozila [1].....	2
Slika 2.	Tehničke kategorije prikolica [1]	3
Slika 3.	Popis propisa za prikolicu - 1. dio [2]	4
Slika 4.	Popis propisa za prikolicu - 2.dio [2]	5
Slika 5.	Osvjetljenje prednje strane prikolice [3]	6
Slika 6.	Osvjetljenje bočne strane prikolice [3].....	6
Slika 7.	Osvjetljenje zadnje strane prikolice [3].....	7
Slika 8.	Spojna kugla i nosači [4].....	8
Slika 9.	Spojne čašice [4]	8
Slika 10.	Torbarina - prikolica za košnice [5]	10
Slika 11.	Wiola - prikolica za košnice [6]	11
Slika 12.	Intermetalit - prikolica za košnice [7].....	12
Slika 13.	Koncept 1	13
Slika 14.	Koncept 2	14
Slika 15.	Sile u osloncima i dijagrami poprečnog nosača	17
Slika 16.	RHS 60x40x5 [14]	18
Slika 17.	Sile u osloncima i dijagrami glavnog uzdužnog nosača	20
Slika 18.	RHS 100x60x8 [14]	22
Slika 19.	Geometrijske karakteristike zavara	23
Slika 20.	Opterećenje potpornog kotača.....	26
Slika 21.	Osovina VGB13-M [11].....	27
Slika 22.	Specifikacije osovine [11]	28
Slika 23.	Kotač 165/70 R13C [13]	28
Slika 24.	Blatobran tandem A1414 [13].....	29
Slika 25.	Naletni mehanizam KF27-B [11].....	29
Slika 26.	Specifikacije naletnog mehanizma [11]	30
Slika 27.	Pomoćni kotač TK48 [11].....	30
Slika 28.	Tehničke specifikacije pomoćnog kotača [11].....	31
Slika 29.	Nosač pomoćnog kotača [11].....	31
Slika 30.	Specifikacije nosača pomoćnog kotača [11]	32
Slika 31.	Stražnje svjetlo DPT 35 [13].....	32
Slika 32.	Dimenzije stražnjeg svjetla [13].....	32
Slika 33.	Stabilizator P521 [11].....	33
Slika 34.	Tehničke specifikacije stabilizatora [11].....	33
Slika 35.	Zatvarač stranica [11].....	34
Slika 36.	Tehničke specifikacije zatvarača stranica [11].....	34
Slika 37.	3D prikaz osovine s kotačima	35
Slika 38.	3D prikaz vijčanog spoja osovine i nosača	35
Slika 39.	3D prikaz nosivog okvira prikolice i ruda.....	36
Slika 40.	3D prikaz spoja gornjeg i donjeg okvira (zavareni spoj)	36
Slika 41.	3D prikaz vijčanog spoja ruda i nosivog okvira.....	37
Slika 42.	3D prikaz podvozja prikolice	37
Slika 43.	3D prikaz spoja nosača osovine i nosivog okvira (zavareni spoj)	38
Slika 44.	3D prikaz naletnog mehanizma i vijčanog spoja s rudom	38
Slika 45.	3D prikaz pomoćnog kotača.....	39

Slika 46.	3D prikaz rezervnog kotača.....	39
Slika 47.	3D prikaz donjeg dijela prikolice	40
Slika 48.	3D prikaz nosivog okvira nadogradnje prikolice	40
Slika 49.	3D prikaz cijele nadogradnje prikolice	41
Slika 50.	3D prikaz spoja stabilizatora i nadogradnje	41
Slika 51.	3D prikaz odvojene prikolice i nadogradnje s konstrukcijom za košnice.....	42
Slika 52.	3D prikaz spajanja nadogradnje i prikolice.....	42
Slika 53.	3D prikaz spojene prikolice i nadogradnje s konstrukcijom za košnice	43
Slika 54.	3D prikaz spoja konstrukcije za košnice s nadogradnjom	43
Slika 55.	3D prikaz konstrukcije i košnice	44
Slika 56.	3D prikaz odvojene prikolice i nadogradnje s košnicama.....	44
Slika 57.	3D prikaz spojene prikolice i nadogradnje s košnicama	45

POPIS TABLICA

Tablica 1. Ocjenjivanje koncepata	15
---	----

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

- 0035230928-D-000 Prikolica za prijevoz košnica
- 0035230928-S-000 Prikolica za košnice
- 0035230928-S-001 Nosiva konstrukcija
- 0035230928-P-005 Stražnja maska donjeg dijela prikolice
- 0035230928-P-011-1 Prirubnica za stabilizator
- 0035230928-P-011-2 Prirubnica za stabilizator

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
m_{uk}	kg	ukupna masa prikolice bez osovina
q_{uk}	N/m	kontinuirano opterećenje poprečnog nosača
G_{uk}	N	ukupna težina prikolice bez osovina
g	m/s ²	gravitacijsko ubrzanje
F_A	N	sila u osloncu A
F_B	N	sila u osloncu B
F_1	N	sila u oslancima poprečnog nosača
M_{max1}	Nmm	maksimalni moment savijanja poprečnog nosača
W_p	mm ³	moment otpora presjeka nosača
σ_{max}	N/mm ²	maksimalno naprezanje u poprečnom nosaču
σ_{dop}	N/mm ²	dopušteno naprezanje nosača
F_C	N	sila u osloncu C
F_D	N	sila u osloncu D
F_{Cdop}	N	dopuštena sila u osloncu C
M_{max2}	Nmm	maksimalni moment savijanja uzdužnog nosača
F_k	N	otpor kotrljanja
F_z	N	otpor zraka
F_u	N	otpor uspona
F_v	N	vučna sila
F_2	N	sila koja djeluje na uzdužni nosač
M_2	Nmm	moment savijanja koji djeluje na uzdužni nosač
A	mm ²	površina presjeka nosača
σ_f	N/mm ²	savojno naprezanje u uzdužnom nosaču
σ_v	N/mm ²	vlačno naprezanje u uzdužnom nosaču
σ_{ekv}	N/mm ²	ekvivalentno naprezanje
A_z	mm ²	površina zavora
a_z	mm	debljina zavora
σ_{zdop}	N/mm ²	dopušteno naprezanje u zavaru
σ_{zred}	N/mm ²	reducirano naprezanje u zavaru
τ_{II}	N/mm ²	smično naprezanje u zavaru
v	m/s	brzina

v_0	m/s	početna brzina
s	m	prijeđeni put
a_d	m/s ²	deceleracija
$F_{koč}$	N	sila kočenja
G	N	ukupna težina prikolice
m	kg	ukupna masa prikolice
S_H	-	sigurnost prijanjanja
F_E	N	sila u osloncu E
F_F	N	sila u osloncu F

SAŽETAK

Cilj ovog završnog rada je koncipiranje i konstrukcijska razrada prikolice za prijevoz košnica za pčele. Rad je podijeljen u 3 glavna dijela: analiza postojećeg tržišta, izrada koncepta te konstruiranje prikolice. Prvi dio sastoji se od analize pravilnika o tehničkim uvjetima vozila kako bi se saznale regulative i zahtjevi koje prikolica treba zadovoljiti. To se prvenstveno odnosi na kategorizaciju prikolice, dimenzije, nosivost, način kočenja prikolice, osvjetljenje, itd. Također, analizira se i tržište takvih autoprikolica kako bi se dobio uvid u konkurentska rješenja te njihove tehničke karakteristike. Nakon toga, drugi dio rada temelji se na osmišljavanju koncepta. Za navedene koncepte utvrđuju se kriteriji za vrednovanje te se odabire najpogodniji koncept prikolice. Treći dio sastoji se od konstrukcijske razrade odabranog koncepta. Konstrukcijska razrada popraćena je proračunima, skicama i odgovarajućim analizama na temelju kojih se odabiru standardni dijelovi prikolice te se dimenzioniraju nestandardni dijelovi prikolice. Svi nestandardni dijelovi izrađuju se u programskom alatu te se zajedno sa standardnim dijelovima sklapaju u cjelinu, a na kraju cijelog zadatka izrađuje se i tehnička dokumentacija prikolice.

Ključne riječi: prikolica za košnice, analiza tržišta, koncept, konstrukcijska razrada, osovina, nosiva konstrukcija, stabilizator

SUMMARY

The aim of this thesis is to design a concept and structural elaboration for a beekeeping trailer. This thesis is divided into three main parts: analysis of the existing market, concept development and trailer construction. The first part consists of analyzing regulations on the technical conditions for vehicles in order to understand the standards and requirements the trailer must meet. This primarily refers to the categorization of the trailer, dimensions, load capacity, braking system, lighting, etc. The market for such trailers is also analyzed to gain insight into competitive solutions and their technical characteristics. After that, the second part of the thesis focuses on the development of concepts. Evaluation criteria are established for proposed concepts and the most suitable trailer concept is chosen. The third part consists of structural elaboration of the selected concept. The structural elaboration is accompanied by calculations, sketches and appropriate analyses based on which standard trailer parts are chosen and non-standard trailer parts are dimensioned. All non-standard parts are designed in software tools and, together with the standard parts, are assembled into a whole. Finally, at the end of the task, the technical documentation for the trailer is prepared.

Keywords: beekeeping trailer, market analysis, concept, structural elaboration, axle, load-bearing structure, stabilizer

1. UVOD

U današnjem svijetu teško je zamisliti prijevoz neke vrste tereta bez odgovarajuće prikolice, od velikih prikolica za teretna vozila, tegljače i traktore pa sve do malih prikolica za osobna vozila. Definicija prikolice je ta da je to priključno vozilo koje nema vlastiti pogon te je pokretano vučnim vozilom (teretno vozilo, tegljač, traktor, osobni vozilo). Ima ih puno vrsta, no nas trenutno najviše interesiraju prikolice za automobile.

Postoji nekoliko kategorija autoprikolica. Prva prikolica je ona čija je ukupna masa do 750 kg. U pravilu je konstruirana s jednom osovinom te se koristi za prijevoz nekih manjih stvari, alata, materijala, itd..., uglavnom za osobnu upotrebu. Može imati zatvorenu nadogradnju s ceradom, ali i ne treba imati nadogradnju. Druga kategorija autoprikolica su one čija je najveća dopuštena masa iznad 750 kg, ali manja od 3500 kg. To su na primjer prikolice za prijevoz brodova ili kamp prikolice. One mogu imati jednu osovinu, ali mogu biti i dvoosovinke, ovisno koliku masu treba prevoziti. U ovu kategoriju također spada tip prikolice ukupne mase do 750 kg, samo što su sada takve prikolice veće te mogu imati jednu ili dvije osovine. Još jedna vrsta autoprikolice jest prikolica za prijevoz košnica za pčele. U odnosu na neke druge vrste autoprikolica, prikolica za pčele ne čine velik dio tržišta stoga tu još postoji prostor za napredak.

Iz tog razloga će tema ovoga rada biti konstrukcijska razrada i dimenzioniranje prikolice za prijevoz košnica za pčele s dvije osovine. Tijekom konstrukcijske razrade i dimenzioniranja poštovat će se propisi iz Pravilnika o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama [1] kako bi prikolica mogla biti homologirana i registrirana.

2. KATEGORIZACIJA VOZILA I PRIKOLICA

Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama [1] propisuju se kategorije vozila koja imaju mogućnost priključenja prikolice te kategorije samih prikolica, dimenzije, ukupne mase, osovinska opterećenja, uređaji i oprema koju moraju imati navedena vozila te uvjeti kojima moraju udovoljavati uređaji i oprema navedenih vozila u prometu na cestama.

U navedenom pravilniku u članku 5. stavak 2. nalazi se tablica u kojoj su raspoređena određena vozila i prikolice po različitim tehničkim kategorijama i različitim uvjetima. Te tehničke kategorije vozila i prikolica prikazane su na slikama 1. i 2.

M	OSOBNI AUTOMOBILI I AUTOBUSI Motorna vozila za prijevoz osoba s najmanje 4 kotača
M1	Motorna vozila za prijevoz osoba koja osim sjedala za vozača imaju još najviše 8 sjedala
M2	Motorna vozila za prijevoz osoba koja osim sjedala za vozača imaju više od 8 sjedala i najveće dopuštene mase ≤ 5000 kg
M3	Motorna vozila za prijevoz osoba koja osim sjedala za vozača imaju više od 8 sjedala i najveće dopuštene mase > 5000 kg
N	TERETNI AUTOMOBILI Motorna vozila za prijevoz tereta s najmanje 4 kotača
N1	Motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase ≤ 3500 kg
N2	Motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase > 3500 kg ali ≤ 12000 kg
N3	Motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase > 12000 kg

Slika 1. Tehničke kategorije vozila [1]

O	PRIKLJUČNA VOZILA Prikolice uključujući i poluprikolice
O1	Priključna vozila najveće dopuštene mase ≤ 750 kg
O2	Priključna vozila najveće dopuštene mase > 750 kg ali ≤ 3500 kg odnosno poluprikolice najvećih dopuštenih osovinskih opterećenja > 750 kg ali ≤ 3500 kg
O3	Priključna vozila kojima je najveća dopuštena masa > 3500 kg ali ≤ 10000 kg odnosno poluprikolice najvećih dopuštenih osovinskih opterećenja > 3500 kg ali ≤ 10000 kg
O4	Priključna vozila kojima je najveća dopuštena masa > 10000 kg odnosno poluprikolice najvećih dopuštenih osovinskih opterećenja > 10000 kg

Slika 2. Tehničke kategorije prikolica [1]

Budući da će autoprikolica za prijevoz košnica za pčele imati ukupnu masu veću od 750 kilograma, a manju od 3500 kilograma, svrstat će se u tehničku kategoriju O2. Prema toj kategoriji će se dalje razrađivati i konstruirati prikolica.

3. POPIS PROPISA

2018. godine europski parlament i vijeće donijelo je Uredbu o homologaciji i nadzoru tržišta motornih vozila i njihovih prikolica te sustava, sastavnih dijelova i zasebnih tehničkih jedinica namijenjenih za takva vozila [2]. Tom uredbom donesen je detaljan popis propisa koje mora ispunjavati vozilo svake kategorije, bilo da se radi o velikoj, srednjoj ili maloj proizvodnji. Pošto je tema prikolica kategorije O2, na slikama 3. i 4. prikazani su samo neki najvažniji propisi koje prikolica treba zadovoljavati.

Točka	Predmet	Upućivanje na regulatorni akt	Primjenjivost											ZTJ ili sastavni dio	
			M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄			
1.A	Razina buke	Uredba (EU) br. 540/2014 Europskog parlamenta i Vijeća (*)	X	X	X	X	X	X							X
2.A	Emisije (Euro 5 i Euro 6) laka vozila pristup informacijama	Uredba (EZ) br. 715/2007	X (*)	X (*)		X (*)	X (*)								X
3.A	Sprečavanje nastanka požara (spremnici za tekuće gorivo)	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 34	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3.B	Uređaji za zaštitu od stražnjeg podlijetanja (RUPD) i njihova ugrađnja, zaštita od stražnjeg podlijetanja (RUP)	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 58	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.A	Prostor za ugrađnju i pričvršćivanje stražnje registrarske pločice	Uredba (EZ) br. 661/2009 Uredba Komisije (EU) br. 1003/2010 (*)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
5.A	Uređaj za upravljanje	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 79	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Slika 3. Popis propisa za prikolicu - 1. dio [2]

22.A	Prednja pozicijska, stražnja pozicijska, kočna i gabaritna svjetla za motorna vozila i njihove prikolice	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22.B	Dnevna svjetla za motorna vozila	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 87	X	X	X	X	X	X					X
22.C	Bočna svjetla za označivanje za motorna vozila i njihove prikolice	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 91	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23.A	Pokazivači smjera za motorna vozila i njihove prikolice	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24.A	Svjetlo stražnje registarske pločice motornih vozila i njihovih prikolica	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25.A	Zatvoreni reflektorski ulošci za glavna svjetla motornih vozila koja emitiraju europski asimetrični kratki i/ili dugi svjetlosni snop	Uredba (EZ) br. 661/2009 Pravilnik UN-a br. 31	X	X	X	X	X						X

Slika 4. Popis propisa za prikolicu - 2.dio [2]

Ono što je vidljivo iz ovih propisa jest to da je izuzetno bitno obratiti pozornost na pravilno osvjetljenje prikolice te pravilno riješiti spoj između prikolice i vozila koje vuče prikolicu, stoga će te dvije stvari detaljnije biti objašnjene u sljedećim poglavljima.

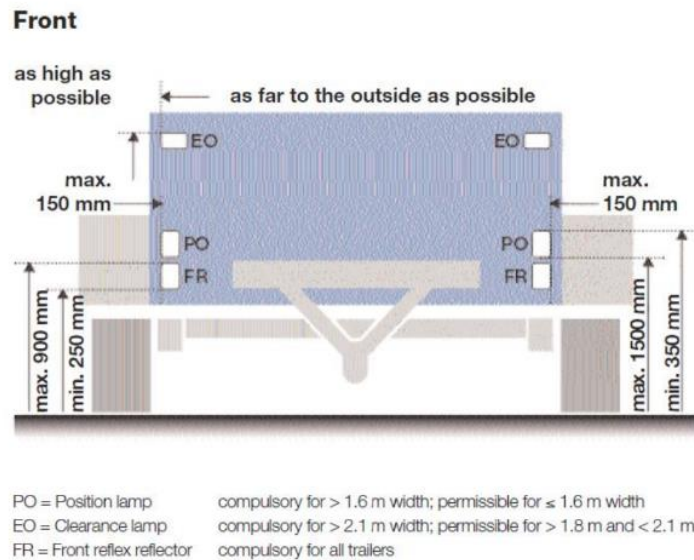
3.1. Uređaji za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju

Uređaji za svjetlosnu signalizaciju i osvjetljavanje veoma su bitni za svako vozilo, a posebno za priključne prikolice jer ona osiguravaju da ostali sudionici u prometu mogu uočiti kakvu prikolicu vozilo prevozi, koliki su njezini gabariti, itd..., a sve to s ciljem sprječavanja prometnih nesreća u cestovnom prometu. Prema članku 26. Pravilnika o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama [1] uređaji za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju moraju biti ugrađeni sukladno uputama koje su dane u Pravilniku ECE R 48 [8]. Također, svjetla na prednjoj strani prikolice nikako ne smiju davati svjetlost crvene boje dok svjetla na stražnjoj strani prikolice ne smiju svijetliti bijelom bojom. To pravilo jedino ne vrijedi za svjetla koja osvjetljavaju cestu kod vožnje unatrag te kod osvjetljavanja registarske pločice na stražnjoj strani prikolice.

Jedna od poznatijih svjetskih tvrtki koja se bavi proizvodnjom uređaja za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju svakako je njemačka firma **Hella**. [3] Oni su razvili brojna rješenja osvjetljavanja za vozila raznih vrsta i namjena, a sve to u skladu s navedenim već Pravilnikom ECE R 48 [8]. Mnogi europski proizvođači vozila primjenjuju njihova rješenja kod

osvjetljavanja, stoga će se i ovdje koristiti njihove preporuke za osvjetljavanje prikolice kategorije O2.

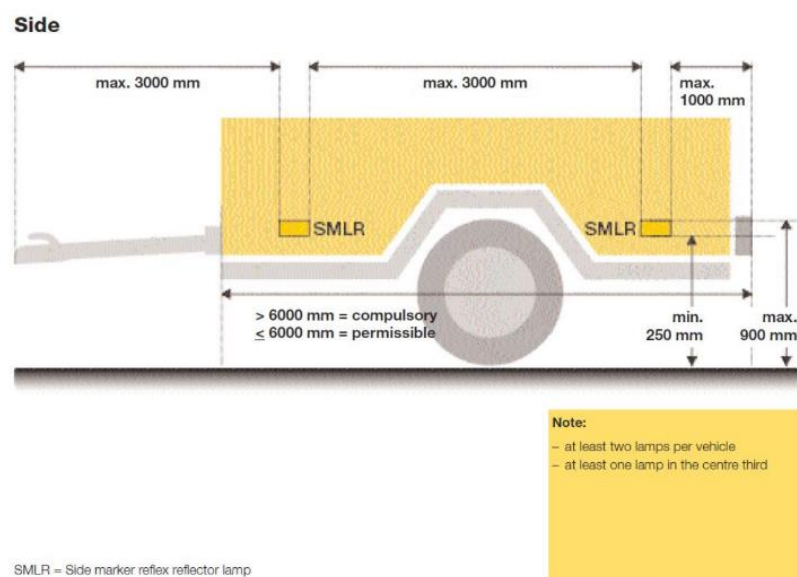
Pozicijsko svjetlo (PO)
 Gabaritno svjetlo (EO)
 Netrokutasti katadiopter (FR)



Slika 5. Osvjetljenje prednje strane prikolice [3]

Na slici 5. može se vidjeti kako na prednjoj strani prikolice treba biti pozicijsko svjetlo, gabaritno svjetlo i netrokutasti katadiopter. Također, prikazane su sve mjere kojih se treba pridržavati kod montiranja tih svjetala.

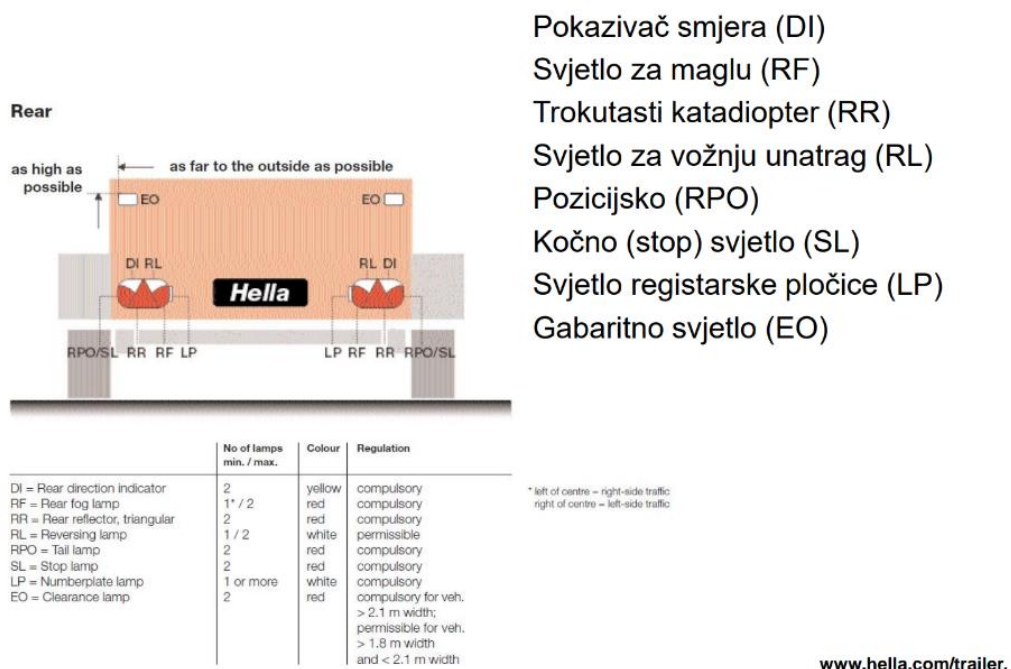
Svjetlo za označavanje i netrokutasti katadiopter (SMLR)



Slika 6. Osvjetljenje bočne strane prikolice [3]

Slika 6. prikazuje kako za osvjjetljenje bočne stranice prikolice treba biti svjetlo za označavanje i netrokutasti katadiopter. Također su propisane mjere na kojima se postavljaju ta svjetla, a jedna prikolica bi trebala sadržavati minimalno 2 takva svjetla.

Što se tiče zadnje strane prikolice, tu ima nekoliko vrsta svjetala koje prikolica mora sadržavati: pokazivač smjera, svjetlo za maglu, trokutasti katadiopter, svjetlo za vožnju unatrag, pozicijsko svjetlo, kočno svjetlo, svjetlo registarske pločice te gabaritno svjetlo. Dobro je to što je osmišljen cijeli sklop koji sadržava većinu tih svjetala, a ne zauzima puno mjesta na prikolici. Primjer kako treba biti osvjjetljena zadnja strana prikolice nalazi se na slici 7.



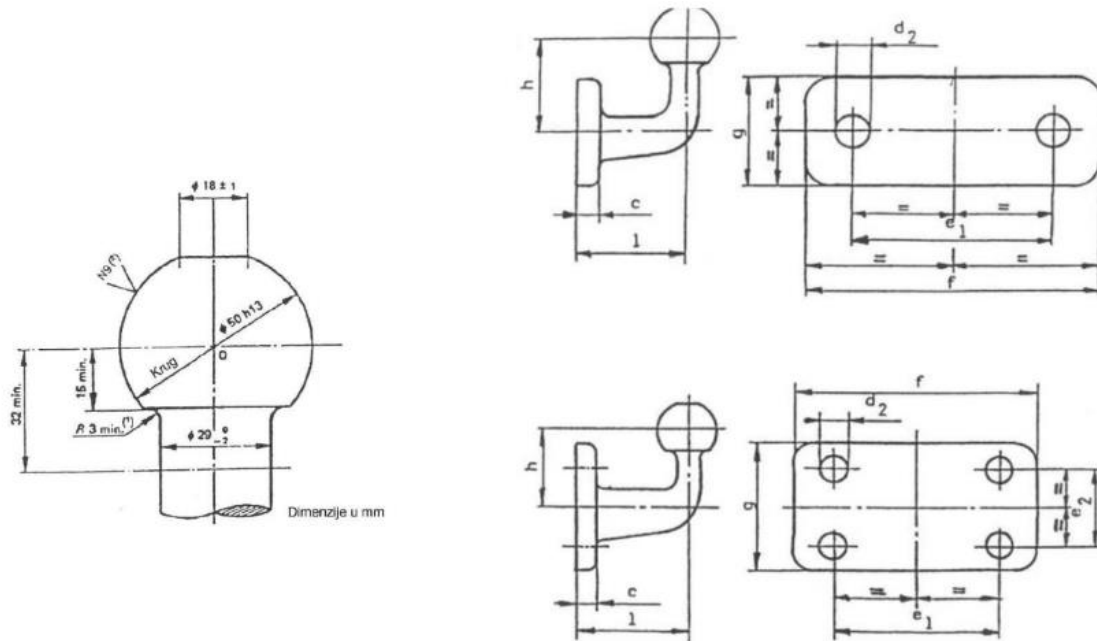
Slika 7. Osvjetljenje zadnje strane prikolice [3]

3.2. Spojnice za povezivanje motornih i priključnih vozila

Pravilnik o postupku homologacije mehaničkih spojnica za povezivanje motornih i priključnih vozila i njihove ugradbe na ta vozila TPV 150 [4] propisuje postupak homologacije mehaničkih spojnica motornih vozila te njihovih prikolica za vozila kategorije M, N, O. Ono što svaka mehanička spojnica mora zadovoljiti su sljedeći zahtjevi: osigurati spojivost kod povezivanja motornih vozila s različitim tipovima priključnih vozila, osigurati sigurno povezivanje vozila pod svim uvjetima uporabe te osigurati sigurno povezivanje i razdvajanje vozila. Također, pravilnik definira i tip mehaničke spojnice: koji je razred naprave za spajanje,

tvornička oznaka, vanjski oblik i osnovne dimenzije te karakteristične vrijednosti sila i opterećenja u dinamičkim ispitivanjima.

Na slici 8. prikazana je spojna kugla i nosač za spojnu kuglu koja se nalazi na motornom vozilu kako bi se na nju mogla priključiti prikolica. Isto tako, na slici su prikazane sve dimenzije i tolerancije spojne kugle i nosača kako bi se mogla odabrati odgovarajuća spojna čašica.



Slika 8. Spojna kugla i nosači [4]



Slika 9. Spojne čašice [4]

Na slici 9. prikazane su spojne čašice. Njihova namjena je to što se preko njih prikolica prikvači na spojnu kuglu koja se nalazi na motornom vozilu. Pošto je prikolica kategorije O2, a za tu kategoriju mora biti naletni mehanizam jer ima ukupnu masu veću od 750 kilograma, koriste se spojne čašice kakve su prikazane na slici.

3.3. Dopuštene dimenzije prikolice

Među propisima kojih se moramo pridržavati kod konstruiranja prikolice, svakako treba obratiti pažnju na dimenzije prikolice. Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama [1] u članku 7. stavak 1. piše kako duljina prikolice s rudom ne smije biti duža od 12 metara, a u stavku 3. navedeno je kako razmak između zadnje osovine motornog vozila i prednje osovine prikolice ne smije biti manji od 3 metra. Članak 8. stavak 1. govori o tome kako maksimalna dopuštena širina prikolice iznosi 2,55 metara, dok je u članku 9. stavak 1. navedena maksimalna dopuštena visina prikolice te ona iznosi 4 metra. U pravilu su autoprikolice značajno manjih dimenzija nego što su to najveće dozvoljene, stoga će se prikolica prilagoditi i dimenzijama tereta koji se prevozi i dimenzijama konkurentskih prikolica.

3.4. Blatobrani

Još jedan neizostavan element svake prikolice su blatobrani. U istom pravilniku u članku 68. stavku 1. piše kako blatobrani na motornim i priključnim vozilima, koja mogu razviti brzinu kretanja veću od 30 km/h, moraju biti ugrađeni i izvedeni iznad svih kotača. U stavku 4. navedeno je kako blatobrani višeosovinskih vozila mogu biti zajednički za skup kotača na istoj strani vozila, dok se u stavku 5. govori o tome da blatobrani moraju biti postavljeni tako da u potpunosti prekrivaju cijelu širinu kotača vozila te da ne smiju biti izrađeni s oštrim rubovima.

[1]

4. PREGLED POŠTOJEĆIH RJEŠENJA NA TRŽIŠTU

Na tržištu trenutno postoji samo nekoliko različitih tipova autoprikolica za prijevoz košnica za pčele, no u budućnosti će se to sigurno promijeniti. U nastavku su navedeni neki proizvođači i izvedbe njihovih prikolica kao pomoć pri daljnjoj konstrukcijskoj razradi naše prikolice.

4.1. Torbarina

Torbarina je hrvatska firma koja se bavi proizvodnjom svih vrsta prikolica i autoprikolica, a s radom su počeli još davne 1987. godine. Sjedište im je u Donjoj Lomnici. U svojem širokom asortimanu autoprikolica imaju i autoprikolicu za prijevoz košnica za pčele. Njihova prikolica ima jednu osovinu, naletni mehanizam te joj je najveća dopuštena masa veća od 750 kg, što znači da spada u kategoriju O2. Posebnost njihove prikolice je ta što su na podvozje prikolice izradili nadogradnju s pregradama tako što u svaki sanduk može stati jedna košnica, a na cijelu prikolicu ukupno 21 košnica (3 reda košnica, s tim da se srednji red izvlači van prikolice te se oslanja na dodatni nosivi kotač). Primjer njihove prikolice prikazan je na sljedećoj slici 10. [5]



Slika 10. Torbarina - prikolica za košnice [5]

4.2. Wiola

Wiola je poljska firma koja se bavi proizvodnjom autoprikolica, a osnovana je 1995. godine. Proizvode razne vrste prikolica u rangi od 350 kg do 3500 kg. Svakodnevno njihovu proizvodnu halu napušta nekoliko prikolica, a izvoze ih po cijeloj Europi. U njihovom asortimanu od preko 100 različitih prikolica nalazi se i prikolica za prijevoz košnica. Prikolica također ima jednu osovinu te je manjih dimenzija nego prikolica od Torbarine, stoga se može

zaključiti da može prevesti i nešto manje košnica. Najveća dopuštena masa joj je 750 kg pa se svrstava u kategoriju O1. Konstruirana je na način da je na podvozju prikolice izrađena nadogradnja koja je odvojiva te se pomoću stabilizatora može fiksirati na određenom mjestu pa se prikolicu može koristiti u druge svrhe ili se može voziti više nadogradnji istom prikolicom. Prikolica je prikazana na slici 11. [6]



Slika 11. Wiola - prikolica za košnice [6]

4.3. Intermetal

Intermetal je hrvatska tvrtka iz Jastrebarskoga koja je osnovana 2011. godine, a nastavila je 30-ak godina dugu tradiciju proizvodnje autoprikolica i ugradnje euro kuka obrta Metalis. Tvrtka se bavi proizvodnjom i prodajom autoprikolica za prijevoz automobila, radnih strojeva, agregata, motocikala, a isto tako u asortimanu imaju i pčelarske prikolice. Njihove prikolice pripadaju kategoriji O2 jer im je ukupna masa između 750 i 3500 kg, ovisno o želji kupaca. Imaju jednu osovinu i dizajnom su dosta slične prikolicama tvrtke Torbarina, no imaju jednostavniju konstrukciju prikolice i drugačiji način slaganja i fiksiranja košnica na prikolicu. Nemaju odvojivu nadogradnju kao prikolica Wiola, ali imaju stabilizatore kako bi prikolica mogla biti parkirana na raznim terenima. Prikolica je prikazana na slici 12. [7]

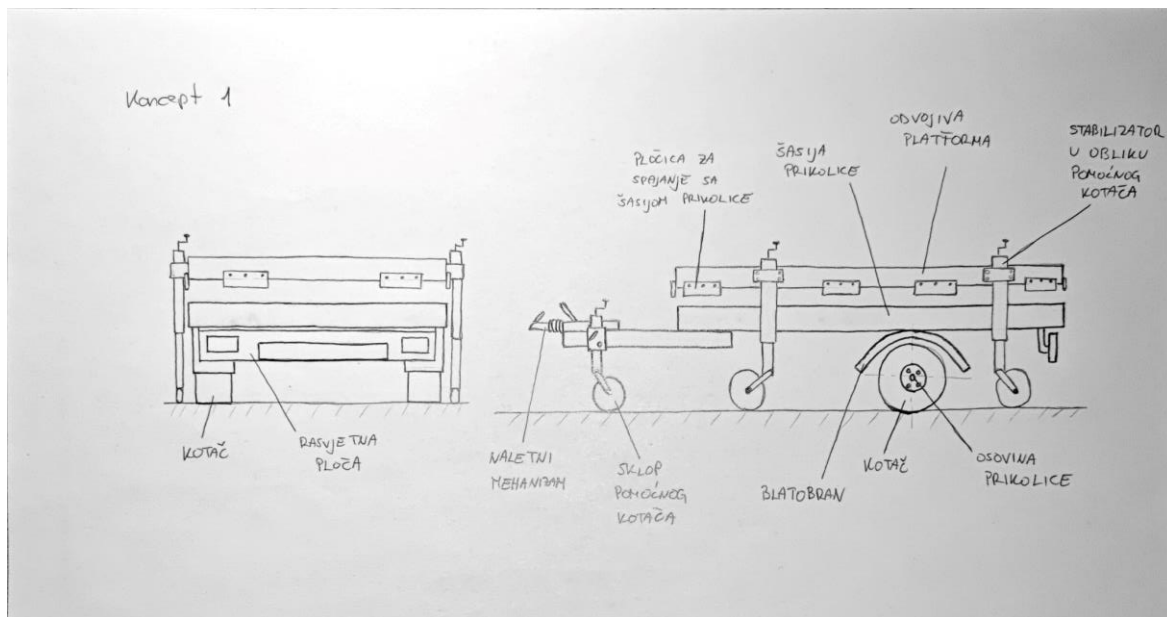


Slika 12. Intermetalis - prikolica za košnice [7]

5. KONCEPTI

Osmišljena su dva koncepta prikolice za prijevoz košnica za pčele. Prvo, razlikuju se u izvedbi donjeg dijela prikolice tako što imaju različit broj osovina. A drugo, razlikuju se u rješenjima odvojive nadogradnje (imaju različito osiguranje položaja nadogradnje na prikolici, različite izvedbe stabilizatora nadogradnje, različit broj košnica koje se mogu prevoziti).

5.1. Koncept 1

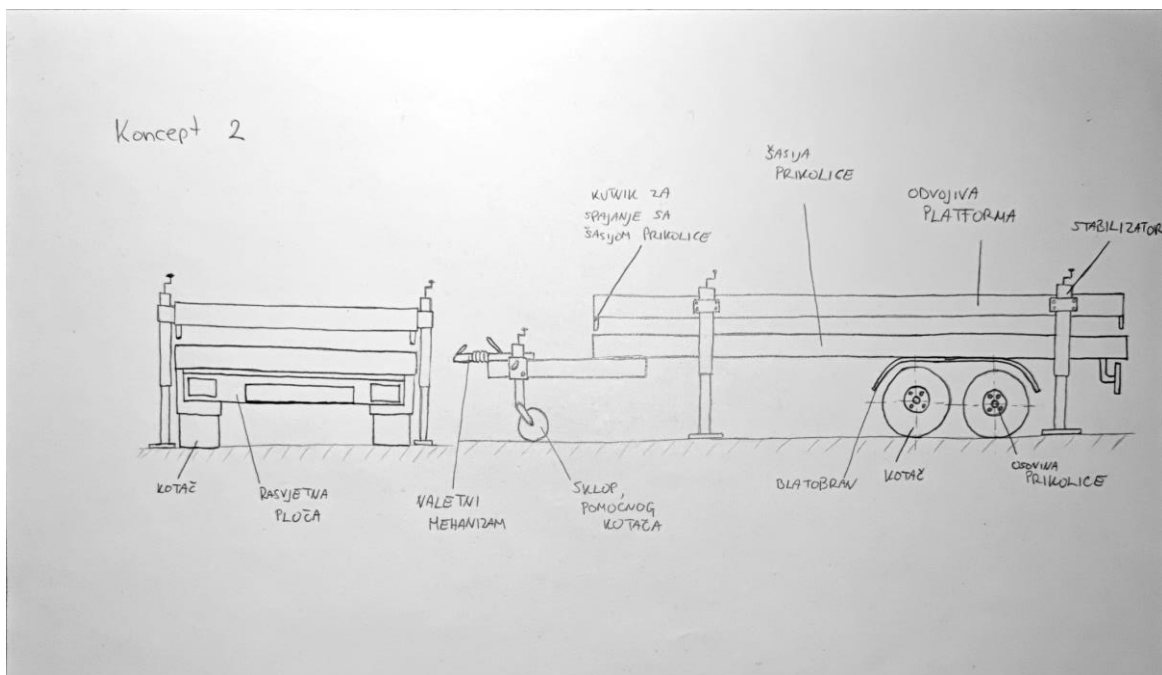


Slika 13. Koncept 1

Koncept 1 zamišljen je na način da prikolica ima jednu osovinu na kojoj se nalazi podvozje ili šasija zajedno s rudom. Na rudu se nalazi cijeli naletni mehanizam zajedno sa spojnom čašicom te pomoćni kotač kako bi prikolica mogla samostalno stajati. Nadogradnja prikolice zamišljena je na način da je odvojiva od podvozja. Odvaja se tako što se sva 4 stabilizatora spuštaju, čime se nadogradnja podiže, a prikolica se izvlači van. Stabilizatori su izvedeni s pomoćnim kotačima koji imaju kočnice, a prednost takvih stabilizatora je ta što se npr. može praznu nadogradnju odvojiti od podvozja i ručno ju izvući van, bez da se miče prikolica. Isto tako, pomoću takvih stabilizatora lagano se može namjestiti nadogradnja na odgovarajuću poziciju. U slučaju da je nadogradnja postavljena na kosini, kotači se zakoče kočnicama kako bi nadogradnja ostala u nepomičnom položaju na kosini. Ako nadogradnju treba spojiti s podvozjem, stabilizatori se podižu čime se nadogradnja spušta. Tada se pločicama, koje su pričvršćene na nadogradnji s vanjske strane profila, spaja podvozje i nadogradnja kako bi se postigao stabilan transport košnica. Kao dodatan način pričvršćenja podvozja i nadogradnje,

prikolica sadrži zatezače kojima se na brz način spoje ta dva segmenta. Time se još više ustabili transport košnica, čak i ako se dogodi naglo kočenje ili prevrtanje. Što se tiče razmještaja košnica, za ovu prikolicu je predviđeno da se odjednom može voziti 8 košnica. Ne može se prevoziti veći broj zbog ograničenja nosivosti osovine. Košnice su učvršćene na način da su obavijene metalnom konstrukcijom koja je pričvršćena za podnicu nadogradnje čime je osigurana nepomičnost košnica kod transporta.

5.2. Koncept 2



Slika 14. Koncept 2

Koncept 2 razlikuje se od koncepta 1 u nekoliko stvari. Prvo, prikolica ima dvije osovine, a ne jednu čime se povećava nosivost prikolice. Posljedično se može prevoziti veći broj košnica, odnosno time se povećava ukupna masa te prikolice. Rudo, naletni mehanizam zajedno sa spojnom čašicom te sklop pomoćnog kotača ostaju nepromijenjeni u odnosu na koncept 1. Nadalje, promijenila se vrsta stabilizatora. Ovdje nisu stabilizatori u obliku pomoćnih kotača s kočnicama, već se nalaze fiksni stabilizatori. Prednost takvih stabilizatora je ta što jednom kada se nadogradnja osloni na te stabilizatore, ne može se više pomicati pa osiguravaju veću stabilnost. Ono što je nedostatak jest to da ako se nadogradnja treba malo pomaknuti, ne može se pomaknuti ručno kao kod prvog koncepta, već se može pomaknuti isključivo pomoću prikolice. Isto tako, promijenio se način spajanja nadogradnje s podvozjem. Ovdje se nadogradnja spaja pomoću kutnika, koji se nalaze s donje strane nadogradnje, na način da se spuštaju u provrte na svakom kraju podvozja. Osim što se postiže stabilnost i sigurnost

nadogradnje za vrijeme transporta, postiže se i estetski kompaktno rješenje jer se ne može vidjeti je li nadogradnja odvojiva ili je fiksirana za podvozje. Kao i u konceptu 1, i u ovom konceptu prikolica sadrži zatezače kojima se dodatno osigurava spoj podvozja i nadogradnje u slučaju naglog kočenja ili prevrtanja. Što se tiče razmještaja košnica, ova prikolica može odjednom prevoziti 16 košnica, a osiguranje i stabilnost košnica za vrijeme transporta postiže se na identičan način kao i u konceptu 1, metalnom konstrukcijom kojom su obavijene košnice.

5.3. Ocjenjivanje koncepata

Tablica 1. Ocjenjivanje koncepata

Kriterij ocjenjivanja	Koncept 1	Koncept 2
Jednostavnost izrade	5	4
Cijena	4	3
Jednostavnost korištenja	4	4
Stabilnost u vožnji	4	5
Stabilnost nadogradnje u fiksnom položaju	3	5
Količina košnica koje se mogu prevoziti odjednom	3	5
Aerodinamika	4	4

Iz ovih ocjena može se zaključiti kako je koncept 1 jednostavniji za izradu, a samim time je i cijena nešto manja, dok je koncept 2 stabilniji u vožnji i u fiksnom položaju te može prevesti veći broj košnica.

U ovom trenutku bitnija je stabilnost i broj košnica koje se mogu odjednom prevoziti pa se zbog toga odabire koncept 2 za daljnju konstrukcijsku razradu.

6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA

Za konstrukcijsku razradu odabranog koncepta autoprikolice za prijevoz košnica za pčele potrebno je proračunati određene dijelove podvozja i odabrati standardne dijelove i sklopove te sve zajedno sklopiti u jednu cjelinu.

6.1. Proračun podvozja

Računaju se unutarnje sile i momenti u poprečnim nosačima i uzdužnim nosačima koji su modelirani kao grede na dva oslonca (jedan čvrsti te jedan pomični oslonac). Opterećenje poprečnih nosača modelirano je kao kontinuirano opterećenje koje se sastoji od mase tereta i mase prikolice te je sve zajedno raspodijeljeno na 4 poprečna nosača. Opterećenje uzdužnih nosača modelirano je kao masa prikolice i tereta koja je raspoređena na 2 uzdužna nosača.

6.1.1. Opterećenje uslijed vlastite mase i tereta

Kako bi se moglo odrediti kontinuirano opterećenje koje djeluje na poprečne nosače, potrebno je znati masu prikolice i masu tereta. Masa prikolice bez osovina iznosi otprilike $m \approx 600$ kg, dok je masa maksimalnog tereta $m_t = 1440$ kg (16 košnica po max. 90 kg). Kada se to zbroji, dobije se ukupna masa koja se uzima za izračun kontinuiranog opterećenja:

$$m_{uk} = m + m_t = 2040 \text{ kg} \quad (1)$$

Ako se pretpostavi da je ukupna masa ravnomjerno raspoređena na 4 poprečna nosača, odnosno da svaki od nosača preuzima 1/4 ukupne mase, može se shodno tome izračunati kontinuirano opterećenje poprečnih nosača prema sljedećoj formuli:

$$q_{uk} = \frac{m_{uk} \cdot g}{4 \cdot b} = 4169,25 \text{ N/m} \quad (2)$$

Gdje je:

$b = 1,2$ m – razmak između oslonaca.

Kako bi se moglo odrediti opterećenje uzdužnih nosača, potrebno je poznavati težinu prikolice i tereta. Težina se računa na sljedeći način te ona iznosi:

$$G_{uk} = m_{uk} \cdot g = 20012,4 \text{ N} \quad (3)$$

6.1.2. Sile u osloncima poprečnog nosača

Svaki od poprečnih nosača može se modelirati kao greda s dva oslonca opterećena kontinuiranim opterećenjem, a pomoću uvjeta ravnoteže odredit će se reakcije u osloncima A i B.

Uvjeti ravnoteže:

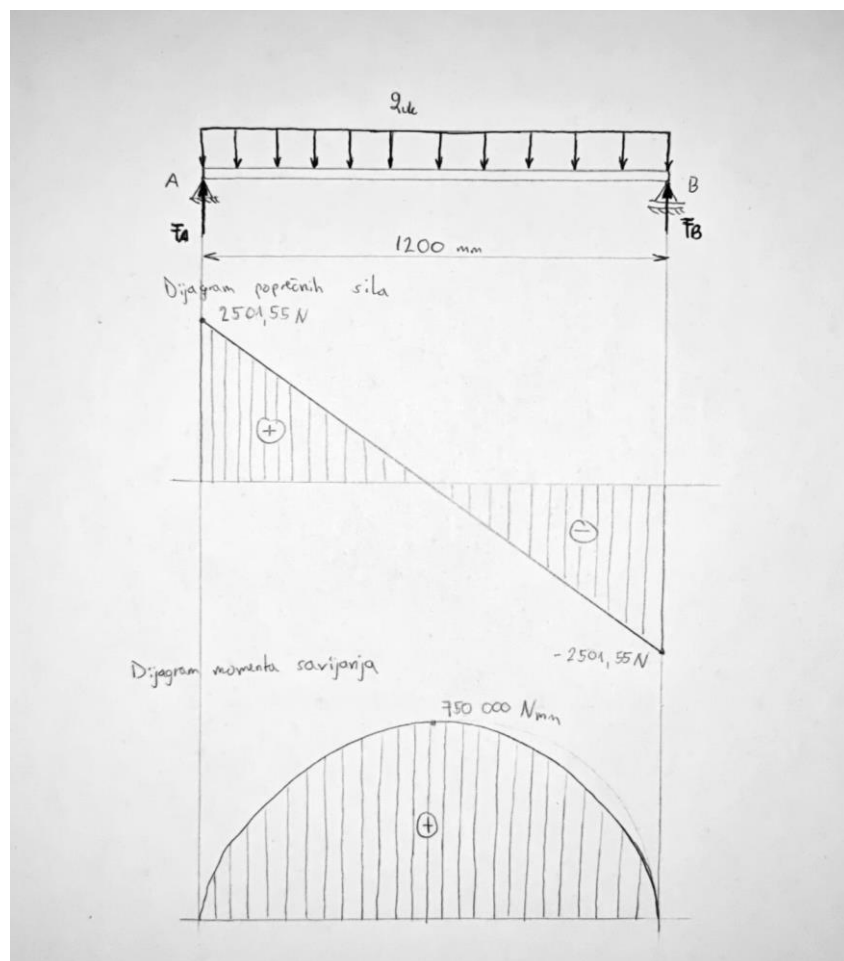
$$\sum F_v = 0; \quad F_A + F_B - q_{uk} \cdot b = 0 \quad (4)$$

$$\sum M_A = 0; \quad F_B \cdot b - q_{uk} \cdot b \cdot \frac{b}{2} = 0 \quad (5)$$

Nakon uvrštavanja poznatih vrijednosti u izraze (4) i (5) dobiju se reakcije u osloncima A i B:

$$F_A = F_B = F_1 = 2501,55 \text{ N} \quad (6)$$

Greda s dva oslonca, dijagram poprečnih sila te dijagram momenta savijanja prikazani su na slici 15.



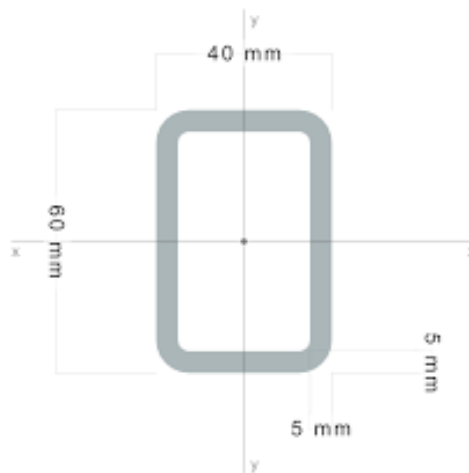
Slika 15. Sile u osloncima i dijagrami poprečnog nosača

Najveći moment savijanja nalazi se u sredini te iznosi:

$$M_{max1} = F_1 \cdot \frac{b}{2} - q_{uk} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{b}{4} = 750\,000 \text{ Nmm} \quad (7)$$

6.1.3. Najveće naprezanje u poprečnom nosaču

Najveće naprezanje u poprečnom nosaču upravo je na sredini gdje djeluje najveći moment savijanja M_{max1} . Kako bi se odredilo najveće naprezanje potrebno je izračunati moment tromosti presjeka poprečnog profila. Poprečni profil prikazan je na sljedećoj slici.



Slika 16. RHS 60x40x5 [14]

Moment otpora presjeka glasi:

$$W_p = \frac{B \cdot H^3 - b_1 \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{40 \cdot 60^3 - 30 \cdot 50^3}{6 \cdot 60} = 13583,33 \text{ mm}^3 \quad (8)$$

Gdje je:

B – vanjska širina profila,

H – vanjska visina profila,

b_1 – unutarnja širina profila,

h – unutarnja visina profila.

Najveće naprezanje u poprečnom nosaču izražava se sljedećom formulom:

$$\sigma_{max} = \frac{\varphi \cdot M_{max1}}{W_p} \quad (9)$$

Gdje je:

$\varphi = 1,2$ – faktor udara.

Uvrštavanjem izraza (7) i (8) u izraz (9) dobije se konačna vrijednost najvećeg naprezanja:

$$\sigma_{max} = 66,26 \text{ N/mm}^2 \quad (10)$$

Materijal koji se koristi kod izrade šasije prikolice je S235JR (Č0361). Njegova granica razvlačenja je $R_e = 235 \text{ N/mm}^2$, a koeficijent sigurnosti se uzima $S = 1,5$.

Dopušteno naprezanje izračunava se na sljedeći način:

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{S} = 156 \text{ N/mm}^2 \quad (11)$$

Vidi se da vrijedi izraz $\sigma_{max} < \sigma_{dop}$ iz čega se zaključuje kako će poprečni profili izdržati najveće naprezanje. ZADOVOLJAVA!

6.1.4. Sile u osloncima glavnog uzdužnog nosača

Svaki od dva glavna uzdužna nosača također se može modelirati kao greda s dva oslonca, samo što će se u ovom postupku koristiti ukupna težina prikolice, a ne kontinuirano opterećenje. Preko uvjeta ravnoteže isto tako će se odrediti reakcije u osloncima C i D.

Uvjeti ravnoteže:

$$\sum F_v = 0; \quad F_C - \frac{G_{uk}}{2} + F_D - \frac{G_{uk}}{2} = 0 \quad (12)$$

$$\sum M_D = 0; \quad -F_C \cdot 3950 + \frac{G_{uk}}{2} \cdot 2300 - \frac{G_{uk}}{2} \cdot 1800 = 0 \quad (13)$$

Nakon uvrštavanja izraza (3) u izraze (12) i (13) dobiju se reakcije u osloncima C i D:

$$F_C = 1266,61 \text{ N} \quad (14)$$

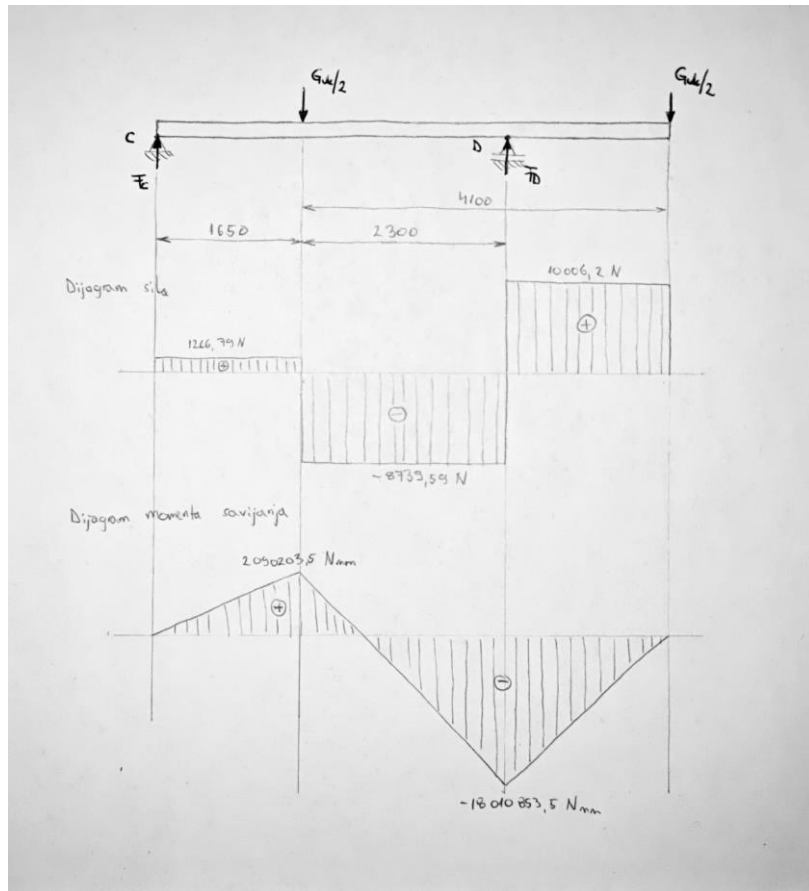
$$F_D = 18745,79 \text{ N} \quad (15)$$

Sila u osloncu C (spojnica) ne smije biti veća od desetine težine prikolice, odnosno:

$$F_C = 1266,61 \text{ N} \leq F_{C \text{ dop}} = \frac{m_{uk} \cdot g}{10} = 2001,24 \text{ N} \quad (16)$$

ZADOVOLJAVA!

Greda s dva oslonca, dijagram poprečnih sila te dijagram momenta savijanja prikazani su na slici 17.



Slika 17. Sile u osloncima i dijagrami glavnog uzdužnog nosača

Najveći moment savijanja nalazi se u osloncu D te prema slici iznosi:

$$M_{max2} = -18010853,5 \text{ Nmm} \quad (17)$$

6.1.5. Najveće naprezanje u glavnom uzdužnom nosaču

Uzdužni nosači su ti koji preuzimaju najveće opterećenje prikolice. Opterećeni su na savijanje uslijed mase prikolice i tereta te na vlak uslijed vučne sile. Kako bi se moglo odrediti naprezanje u nosaču, potrebno je prvo izračunati ukupnu vučnu silu. Pri jednolikom gibanju vučna sila jednaka je otporima koji se javljaju u vožnji, stoga se u obzir trebaju uzeti otpor kotrljanja, otpor zraka te otpor uspona.

Otpor kotrljanja je posljedica gubitka energije koji nastaje uslijed stalnog deformiranja gume prilikom vožnje po podlozi. Na iznos otpora kotrljanja utječu faktor otpora kotrljanja te masa prikolice i tereta. Faktor otpora kotrljanja na livadi iznosi $f_k = 0,14$. Taj faktor se uzima jer se

pretpostavlja kako će najgori teren za prikolicu biti livada. Što se ukupne mase prikolice tiče, u jednadžbu za otpor kotrljanja uvrstit će se izraz (1).

Otpor kotrljanja izračunava se prema sljedećoj formuli:

$$F_k = f_k \cdot m_{uk} \cdot g \quad (18)$$

Nakon uvrštavanja svih poznatih vrijednosti u izraz (18) dobije se konačni otpor kotrljanja:

$$F_k = 2802 \text{ N} \quad (19)$$

Otpor zraka ovisi o brzini vožnje pa će se za ovaj proračun pretpostaviti stanje bez protuvjetra pri maksimalnoj brzini $v = 50 \text{ km/h}$ na uzbrdici. Otpor zraka prema sljedećoj formuli iznosi:

$$F_z = \frac{\rho_z \cdot v^2 \cdot c_w \cdot A_{\xi}}{2} = \frac{1,2 \cdot \left(\frac{50}{3,6}\right)^2 \cdot 0,3 \cdot 1}{2} = 34,72 \text{ N} \quad (20)$$

Gdje je:

$\rho_z = 1,2 \text{ kg/m}^3$ – gustoća zraka,

$c_w = 0,3$ – koeficijent otpora zraka,

$A_{\xi} = 1 \text{ m}^2$ – čeona površina vozila.

Otpor uspona računa se po sljedećoj formuli:

$$F_u = m_{uk} \cdot g \cdot \sin(\alpha) \quad (21)$$

Gdje je:

$\alpha = 10^\circ$ – kut uspona.

Uvrštavanjem kuta uspona i izraza (1) u izraz (21), dobiva se konačan otpor uspona:

$$F_u = 3475 \text{ N} \quad (22)$$

Zbrajanjem izraza (19), (20) i (22) dobiva se konačna vučna sila potrebna za izračun opterećenja uzdužnog nosača:

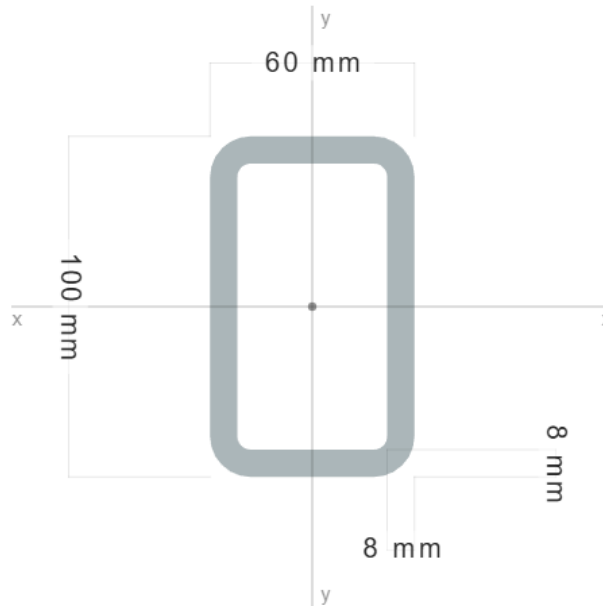
$$F_v = F_k + F_z + F_u = 6312 \text{ N} \quad (23)$$

Nakon što je poznata vučna sila, može se odrediti najveće naprezanje koje se javlja u uzdužnom nosaču. Najveće naprezanje prisutno je u osloncu D, a pošto su dva uzdužna profila, u izrazima će se koristiti polovine vučne sile i maksimalnog momenta:

$$F_2 = \frac{F_v}{2} = 3156 \text{ N} \quad (24)$$

$$M_2 = \frac{|M_{max2}|}{2} = 9005426 \text{ Nmm} \quad (25)$$

Sljedeći podatak koji je potreban za izračun najvećeg napreznja jest moment tromosti presjeka uzdužnog profila. Poprečni profil prikazan je na sljedećoj slici 18.



Slika 18. RHS 100x60x8 [14]

Moment otpora presjeka glasi:

$$W_p = \frac{B \cdot H^3 - b_1 \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{60 \cdot 100^3 - 44 \cdot 84^3}{6 \cdot 100} = 56535,04 \text{ mm}^3 \quad (26)$$

Površina presjeka glasi:

$$A = B \cdot H - b_1 \cdot h = 60 \cdot 100 - 44 \cdot 84 = 2304 \text{ mm}^2 \quad (27)$$

Najveće savojno napreznje u glavnom uzdužnom presjeku izražava se sljedećom formulom:

$$\sigma_f = \frac{\varphi \cdot M_2}{W_p} \quad (28)$$

Uvrštavanjem izraza (25) i (26) u izraz (28) dobije se konačna vrijednost najvećeg savojnog napreznja:

$$\sigma_f = 191,15 \text{ N/mm}^2 \quad (29)$$

Potrebno je još odrediti vlačno napreznje. Ono se računa po sljedećoj formuli:

$$\sigma_v = \frac{F_2}{A} \quad (30)$$

Uvrštavanjem izraza (24) i (27) u izraz (30) dobije se rješenje vlačnog naprezanja. Ono iznosi:

$$\sigma_v = 1,37 \text{ N/mm}^2 \quad (31)$$

Ekvivalentno naprezanje prema HMH teoriji glasi:

$$\sigma_{ekv} = \sigma_f + \sigma_v = 192,52 \text{ N/mm}^2 \quad (32)$$

Cijela šasija izrađena je od materijala S235JR, izuzev uzdužnih glavnih nosača. Oni su izrađeni od materijala S355JR. Njegova granica razvlačenja je $R_e = 355 \text{ N/mm}^2$, a koeficijent sigurnosti se uzima $S = 1,5$.

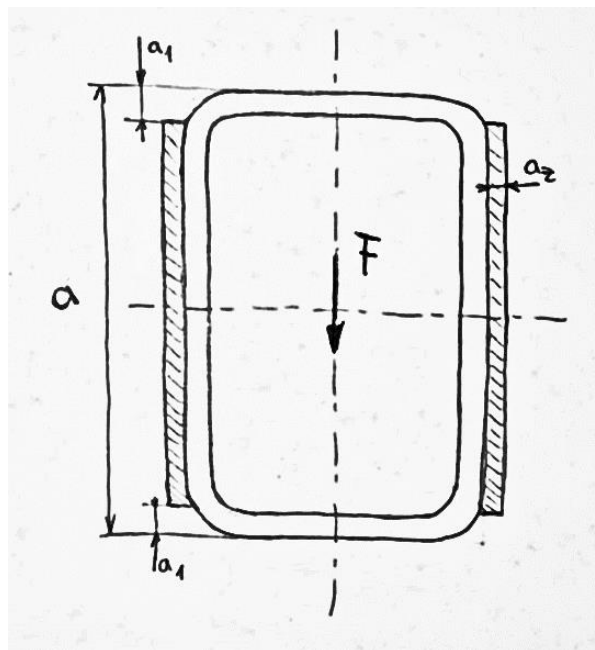
Dopušteno naprezanje izračunava se na sljedeći način:

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{S} = 236,67 \text{ N/mm}^2 \quad (33)$$

Vidi se da vrijedi izraz $\sigma_{ekv} < \sigma_{dop}$ iz čega se zaključuje kako će glavni uzdužni profili izdržati najveće naprezanje. ZADOVOLJAVA!

6.1.6. Naprezanje u zavaru na mjestu spoja poprečnog i uzdužnog nosača

Na slici 19. prikazan je presjek nosača zajedno s geometrijskim karakteristikama zavora kako bi se moglo vidjeti hoće li zavar izdržati naprezanje koje se u njemu pojavljuje.



Slika 19. Geometrijske karakteristike zavora

Površina zavora računa se po sljedećoj formuli:

$$A_z = 2 \cdot (a - 2a_1) \cdot a_z = 2 \cdot (60 - 2 \cdot 5) \cdot 3 = 300 \text{ mm}^2 \quad (34)$$

Za izračun dopuštenog naprezanja u zavaru potrebno je znati kolika je prekidna vlačna čvrstoća osnovnog materijala. Za materijal S235JR prekidna vlačna čvrstoća iznosi $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$. Također, potrebno je u obzir uzeti i faktor sigurnosti zavora, a on iznosi $S_z = 1,5$.

Dopušteno naprezanje u zavaru iznosi:

$$\sigma_{z \text{ dop}} = 0,5 \cdot \frac{R_m}{S_z} = 0,5 \cdot \frac{370}{1,5} = 123,33 \text{ N/mm}^2 \quad (35)$$

Naprezanje u zavaru računa se prema sljedećoj formuli:

$$\sigma_{z \text{ red}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 1,8 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \quad (36)$$

Pošto je zavar opterećen na smik, potrebno je samo izračunati τ_{II} , a on se računa prema sljedećoj formuli:

$$\tau_{II} = \frac{F_1}{A_z} = \frac{2501,55}{300} = 8,34 \text{ N/mm}^2 \quad (37)$$

Kada se izraz (37) uvrsti u izraz (36), dobije se konačno rješenje koliko iznosi naprezanje u zavaru:

$$\sigma_{z \text{ red}} = \sqrt{1,8 \cdot 8,34^2} = 11,19 \text{ N/mm}^2 \quad (38)$$

Ako se usporedi iznos ekvivalentnog naprezanja u zavaru i dopuštenog naprezanja, dobije se odnos da je $\sigma_{z \text{ red}} < \sigma_{z \text{ dop}}$, a to znači da zavar **ZADOVOLJAVA!**

6.1.7. Proračun vijčanog spoja ruda s ostatkom prikolice

Za proračun vijčanog spoja potrebno je odrediti silu koja djeluje na vijčani spoj, a tu se gleda koji su zapravo kritični slučajevi. Kritični slučajevi nastaju prilikom ubrzavanja i kočenja. Kod ubrzavanja djeluje vučna sila, a kod kočenja djeluje sila kočenja. Za ovaj slučaj, vijčani spoj će se računati preko sile kočenja.

Da bi se mogla izračunati kočna sila potrebno je imati informacije kolika je ukupna masa prikolice te kolika je deceleracija. Ukupna masa prikolice, zajedno s teretom, iznosi 2140 kg. Za izračun deceleracije, potrebno je imati određene podatke. Prema podacima Oryx-a [9] zaustavni put kombi vozila od 80 km/h do 0 km/h iznosi otprilike 30 metara. U ovom slučaju

kombi vozilo i vozilo s prikolicom može se smatrati podjednako, stoga će se uzeti početna brzina $v_0 = 22,22$ m/s, krajnja brzina $v = 0$ m/s, a zaustavni put $s = 30$ m. Navedeni podaci uvrste se u sljedeću formulu te se dobije koliko iznosi deacceleracija.

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a_d \cdot s \quad (39)$$

$$a_d = -8,23 \text{ m/s}^2 \quad (40)$$

Nakon svih poznatih vrijednosti, može se izračunati sila kočenja F_k :

$$F_{koč} = m \cdot a_d = 2140 \cdot 8,23 \quad (41)$$

$$F_{koč} = 17612 \text{ N} \quad (42)$$

Prema knjizi Elementi strojeva, autora Deckera [10] izraz za sigurnost prijanjanja vijčanog spoja glasi:

$$S_H = \mu_0 \cdot \frac{n \cdot F_p}{F_{koč}} \geq 1,3 \quad (43)$$

Gdje je:

S_H – sigurnost prijanjanja vijčanog spoja,

$\mu_0 = 0,12$ – faktor trenja,

F_p – sila prednaprezanja,

$n = 8$ – broj vijaka,

$F_{koč} = 17612 \text{ N}$ – sila kočenja.

Sila prednaprezanja izračunava se po formuli:

$$F_p = A_j \cdot \sigma_{pr} \quad (44)$$

Gdje je:

$A_j = 144 \text{ mm}^2$ – presjek jezgre vijka za vijak M16,

$\sigma_{pr} = 210 \text{ N/mm}^2$ – prednaprezanje vijka za nazivni promjer 16 mm, očitano iz Elementi strojeva [10].

Uvrštavanjem vrijednosti u izraz (44) dobiva se konačna sila prednaprezanja:

$$F_p = 30240 \text{ N} \quad (45)$$

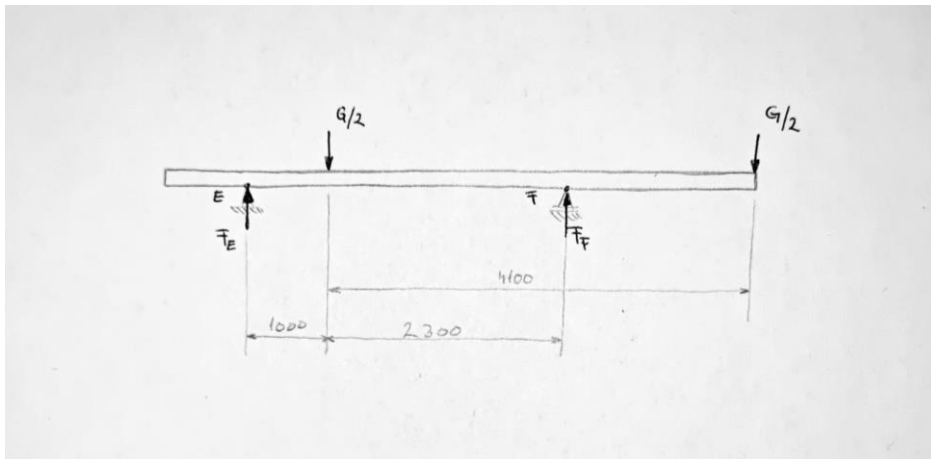
Poznavanjem svih potrebnih vrijednosti, može se izračunati sigurnost prijanjanja vijčanog spoja:

$$S_H = 1,65 \geq 1,3 \quad (46)$$

Iz čega slijedi da vijci **ZADOVOLJAVAJU!**

6.1.8. Opterećenje potpornog kotača

Kada prikolica nije priključena na vozilo potrebno ju je osloniti na potporni kotač kako bi se nalazila u horizontalnom položaju. Tada će potporni kotač biti opterećen statičkim vertikalnim opterećenjem. Ovakav slučaj isto će se promatrati kao greda s dva oslonca, E i F, a biti će opterećena ukupnom masom prikolice. Na sljedećoj slici 20. prikazan je ovaj slučaj grede s dva oslonca te će se pomoću uvjeta ravnoteže odrediti reakcije u osloncima.



Slika 20. Opterećenje potpornog kotača

Maksimalna težina kojom se opterećuje potporni kotač iznosi:

$$G = m \cdot g = 2140 \cdot 9,81 = 20993 \text{ N} \quad (47)$$

Uvjeti ravnoteže:

$$\sum F_v = 0; \quad F_E - \frac{G}{2} + F_F - \frac{G}{2} = 0 \quad (48)$$

$$\sum M_D = 0; \quad -F_E \cdot 3300 + \frac{G}{2} \cdot 2300 - \frac{G}{2} \cdot 1800 = 0 \quad (49)$$

Uvrštavanjem svih poznatih vrijednosti u izraze (48) i (49) dobivaju se konačne reakcije u osloncima:

$$F_E = 1590 \text{ N} \quad (50)$$

$$F_F = 19403 \text{ N} \quad (51)$$

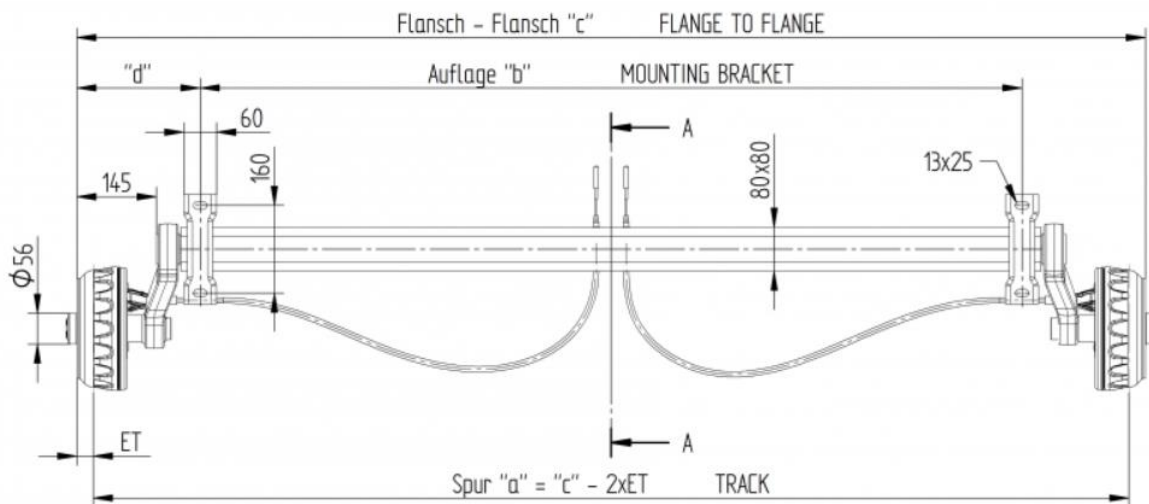
Potporni kotač opterećen je silom 1590 N.

6.2. Odabir standardnih dijelova

Na tržištu postoji puno homologiranih standardnih dijelova koji se mogu iskoristiti za konstrukciju i izradu prikolice. Time se ubrzava konstruiranje prikolice, a i sama izrada jer nije potrebno svaki dio prikolice zasebno raditi, već je dovoljno uklopiti standardni dio u konstrukciju prikolice.

6.2.1. Osovina Knott VGB13-M

Ukupna masa prikolice, s maksimalnim teretom, iznosi otprilike 2140 kg, stoga je potrebno odabrati odgovarajuće osovine koje mogu preuzeti tu masu. Iz tog razloga se uzima za ovu prikolicu osovina VGB13-M proizvođača Knott [11]. Njezina maksimalna dopuštena nosivost iznosi 1350 kg te ima ugrađene mehaničke kočnice. Pošto je ukupna masa prikolice veća od mase koju može preuzeti jedna osovina, ugrađuju se dvije osovine čija maksimalna nosivost iznosi 2700 kg. Na sljedećoj slici 21. prikazane su dimenzije, a na slici 22. tehničke specifikacije odabrane osovine.



Slika 21. Osovina VGB13-M [11]

Article number	B308234786	Axle type	VGB13-M
Axle load	1350 kg	Wheel connection	112x5 mm
Impression depth	25 bis 35 mm	Support dimension "b"	1200 mm
Flange dimension "c"	1650 mm	d	225 mm
EAN	4250269226352	Manufacturer	Knott
Oversize	✓ Yes	Weight	48.5 kg

Slika 22. Specifikacije osovine [11]

6.2.2. Kotač

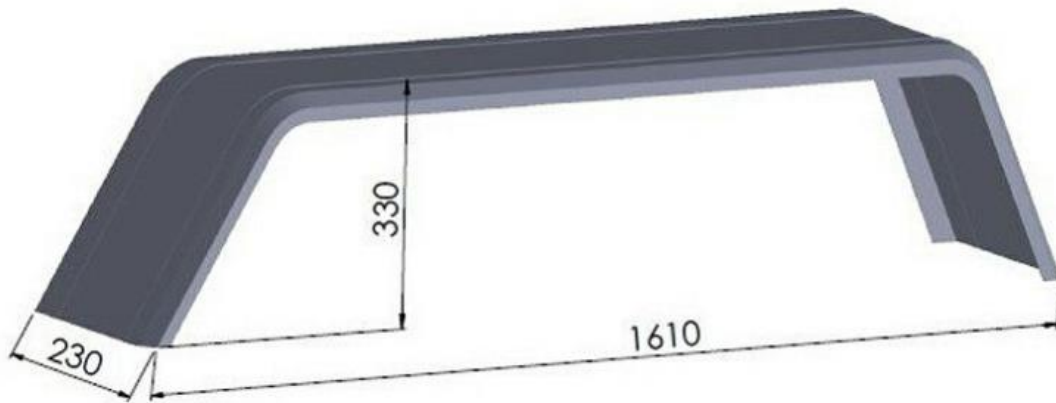
Kotači se biraju prema maksimalnoj dopuštenoj nosivosti te prema prihvatnim pločama na osovini. Odabrana osovina ima prihvatne ploče s provrtima 5x112 mm, a u provrtima su urezani navoji M12. Odabran je kotač 165/70 R13C proizvođača Temared čija je maksimalna dopuštena nosivost 710 kg. Kotač je prikazan na slici 23.



Slika 23. Kotač 165/70 R13C [13]

6.2.3. Blatobran

Prema pravilniku [1] sva vozila koja postižu brzinu veću od 30 km/h trebaju imati blatobrane. Za ovu prikolicu odabran je limeni blatobran tandem A1414 proizvođača Temared [13] jer dimenzijama odgovara kotačima. Postoje i plastični blatobrani, no za ovaj slučaj je odabran limeni. Blatobran s dimenzijama prikazan je na slici 24.



Slika 24. Blatobran tandem A1414 [13]

6.2.4. Naletni mehanizam KF27-B

Pošto prikolica pripada kategoriji priključnih vozila O2, mora sadržavati naletni mehanizam za kočenje. Naletni mehanizam odabire se prema ukupnoj masi prikolice, stoga je za ovu prikolicu izabran naletni mehanizam KF27-B proizvođača Knott [11]. Maksimalna dopuštena masa koju može podnijeti iznosi 2700 kg što zadovoljava u odnosu na ukupnu masu prikolice. Specifikacije i izgled naletnog mehanizma prikazani su na slikama 25. i 26.



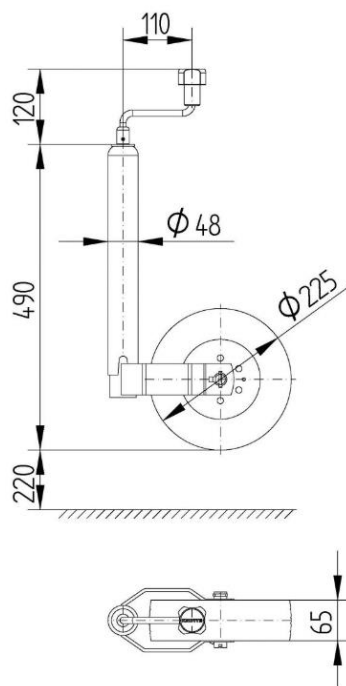
Slika 25. Naletni mehanizam KF27-B [11]

Article number	204301.001	Designation	Overrun device
Overrun device type	Overrun device flange	Type	KF27-B
Handbrake actuation	GF	Support load	150 kg
Permissible total weight	1400-2700 kg	Coupling	K27-A N3
Total weight	2700 kg	Distance screw connection "C"	166 mm
Coupling point up to screw connection "B"	301	Rear hole pattern width "D"	200 mm
Front hole pattern width "E"	110/120 mm	Length handbrake lever "F"	945 mm
Coupling point up to end of housing "A"	672 mm	EAN	4250269229926
Manufacturer	Knott	Oversize	X No
Weight	20 kg		

Slika 26. Specifikacije naletnog mehanizma [11]

6.2.5. Pomoćni kotač Knott TK48

Prema proračunu pomoćnog kotača koji se nalazi u poglavlju 6.1.8. izračunata je sila koja djeluje na pomoćni kotač od 1590 N, odnosno otprilike 160 kg mase. Iz tog razloga treba odabrati pomoćni kotač koji će zadovoljiti masu, a to je kotač proizvođača Knott [11] čija nosivost iznosi 300 kg. Dimenzije su prikazane na slici 27., a tehničke specifikacije na slici 28.



Slika 27. Pomoćni kotač TK48 [11]

Article number	6D5949.002	Type	TK48
Version	Standard	Rim support_wheel	Stahlblech
max. static load capacity	300 kg	Axial load	Solid rubber
Hub (mm)	240	Ø external pipe	48 mm
Special function	Außenrohr gerippt	Surface treatment	hot-dip galvanised
Wheel dimension	220x70mm	Weight	10.50 kg

Slika 28. Tehničke specifikacije pomoćnog kotača [11]

6.2.6. Nosač pomoćnog kotača

Pomoćni kotač potrebno je spojiti s prikolicom. Osim spajanja, nosač treba omogućiti jednostavno uvlačenje kotača kako prilikom transporta ne bi bio u kontaktu s podlogom. Najbolje je kad je nosač istog proizvođača kao i kotač, stoga se uzima nosač proizvođača Knott [11]. Njegov izgled i tehničke specifikacije prikazane su na slikama 29. i 30.



Slika 29. Nosač pomoćnog kotača [11]

Article number	400305.001	Designation	Support wheel holder for passenger car
Type	LB48	Hole pattern	105/-- 2xØ11
Diameter (Ø)	48 mm	Surface treatment	Galvanized
Weight	0.7 kg		

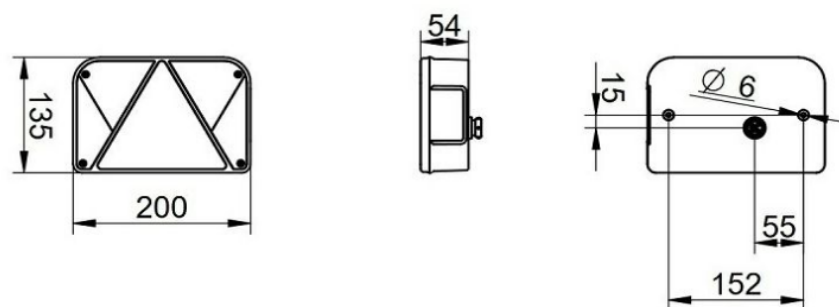
Slika 30. Specifikacije nosača pomoćnog kotača [11]

6.2.7. Stražnje svjetlo

Prema pravilniku [1] prikolica mora imati montiranu homologiranu rasvjetu i reflektirajuće trokute. Od proizvođača Temared [13] preuzeto je stražnje svjetlo DPT 35 koji sadrži više funkcija u jednom sklopu. Sadrži stop svjetlo, pozicijsko svjetlo, reflektirajući trokut, svjetlo za vožnju unatrag, svjetlo registarske pločice te žmigavac. Izgled je prikazan na slici 31., a dimenzije stražnjeg svjetla na slici 32.



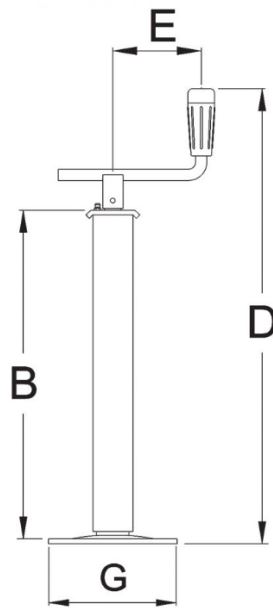
Slika 31. Stražnje svjetlo DPT 35 [13]



Slika 32. Dimenzije stražnjeg svjetla [13]

6.2.8. Stabilizator P521

Kako bi se nadogradnja, na kojoj se nalaze košnice, mogla odvojiti od donjeg dijela prikolice, potrebno je imati stabilizatore. Stabilizatori trebaju biti pričvršćeni na nadogradnju, a vrsta stabilizatora ovisi o tome koliku masu trebaju podnijeti. Maksimalna masa tereta iznosi 1440 kg, a nadogradnja ima masu preko 100 kg, stoga će prikolica sadržavati 4 stabilizatora od kojih svaki ima maksimalnu nosivost 500 kg. Proizvođač stabilizatora je Knott [11], a izgled i tehničke specifikacije prikazane su na slikama 33. i 34.



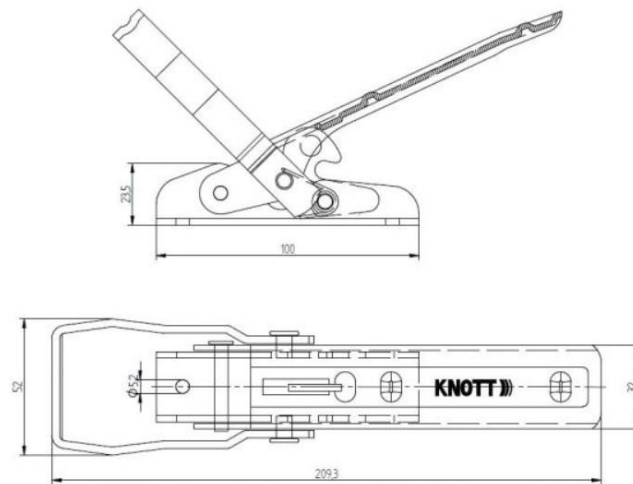
Slika 33. Stabilizator P521 [11]

Article number	424137.001	Designation	Support leg
B	400 mm	Type	P521
G	160 mm	E	125 mm
External pipe	50x50 mm	D	570 mm
Surface treatment	primed	Support wheel_function	square
Max. load capacity	500 kg	Hub	230 mm
Weight	5.356 kg		

Slika 34. Tehničke specifikacije stabilizatora [11]

6.2.9. Zatvarač stranice

Osim što se nadogradnja spaja s podvozjem preko kutnika (osiguranje oblikom), dodatno osiguranje od ispadanja u trenutku naglog kočenja ostvaruju zatvarači stranica. Oni su postavljeni s bočnih strana, prednje strane i stražnje strane prikolice kako bi prikolica bila potpuno sigurna za vrijeme transporta. Proizvođač zatvarača je Knott [11], a izgled i specifikacije zatvarača nalaze se na slikama 35. i 36.



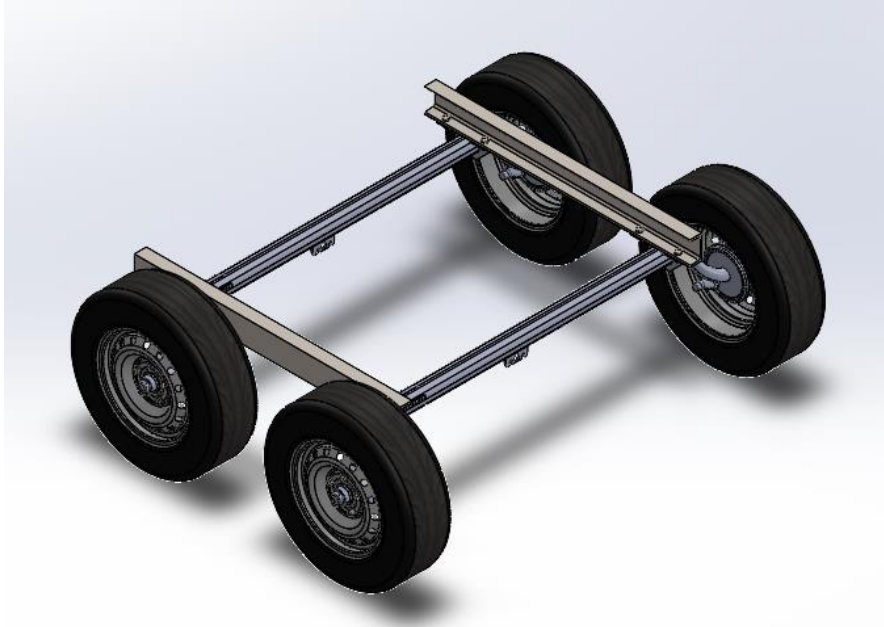
Slika 35. Zatvarač stranica [11]

Article number	415042.001	Designation	Eccentric closure
Function	with flat bracket	Type	Eccentric closures
Side	universal	Material	Steel
Surface	galvanized	Length	210 mm
EAN	4250269219248	Weight	0.3 kg

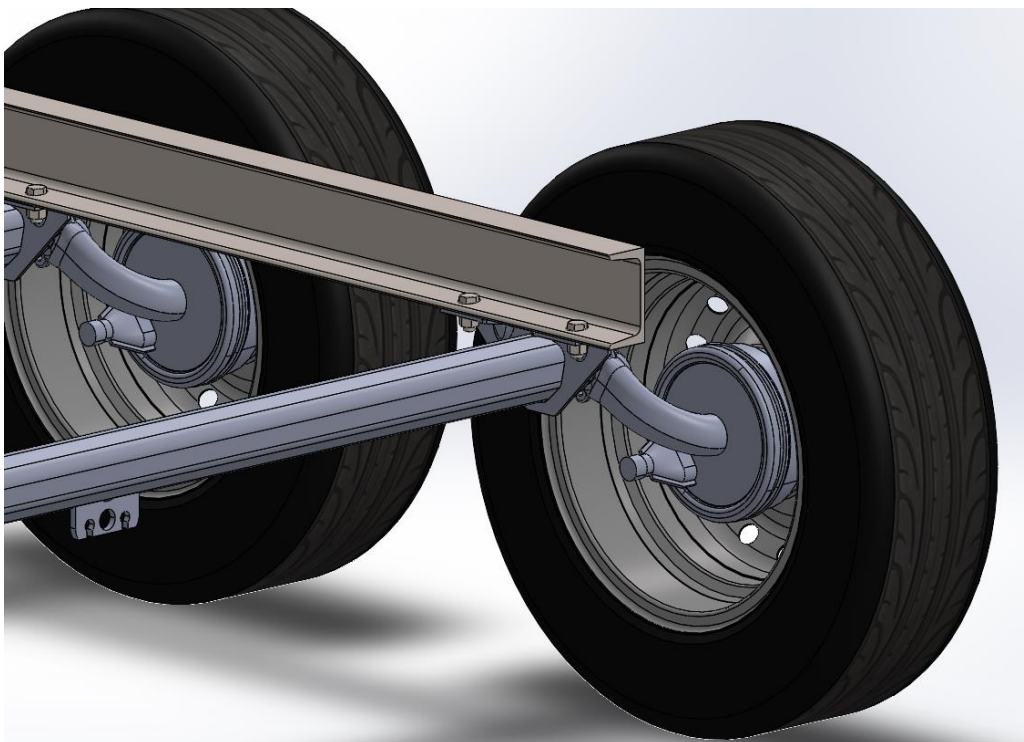
Slika 36. Tehničke specifikacije zatvarača stranica [11]

7. PRIKAZ KONAČNOG RJEŠENJA

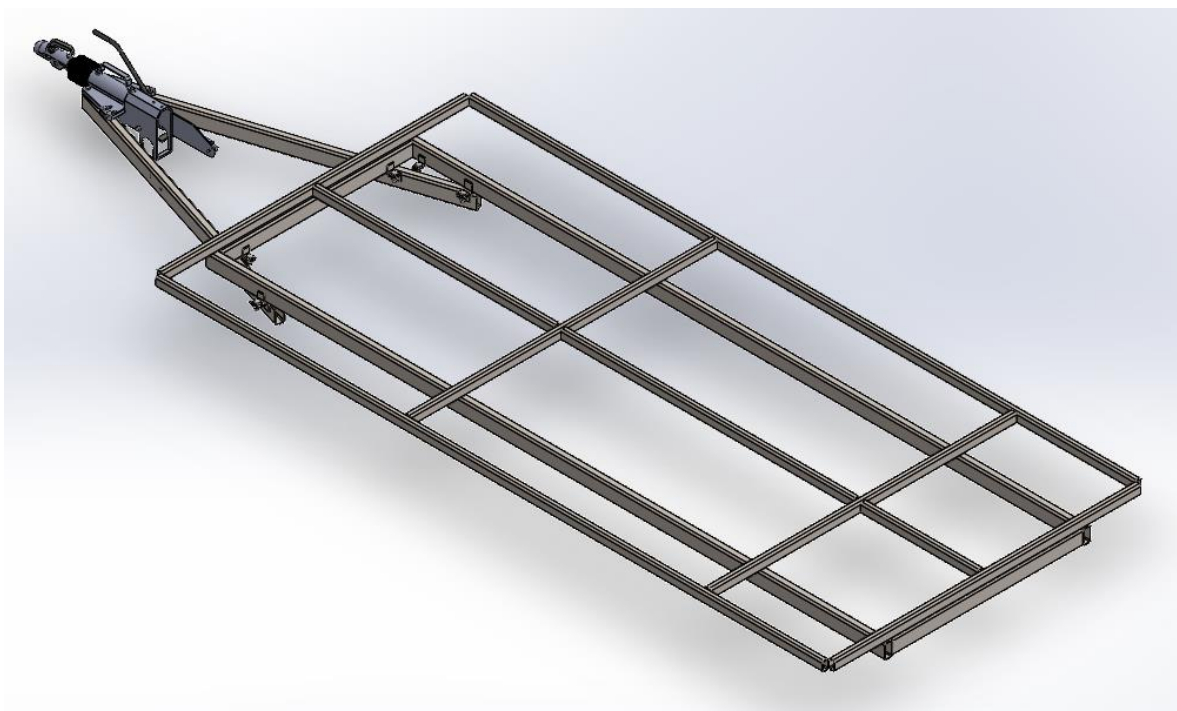
U ovom poglavlju prikazano je konačno rješenje dvoosovinske autoprikolice za prijevoz 16 košnica za pčele. Prikolica je modelirana u programskom alatu Solidworks 2020.



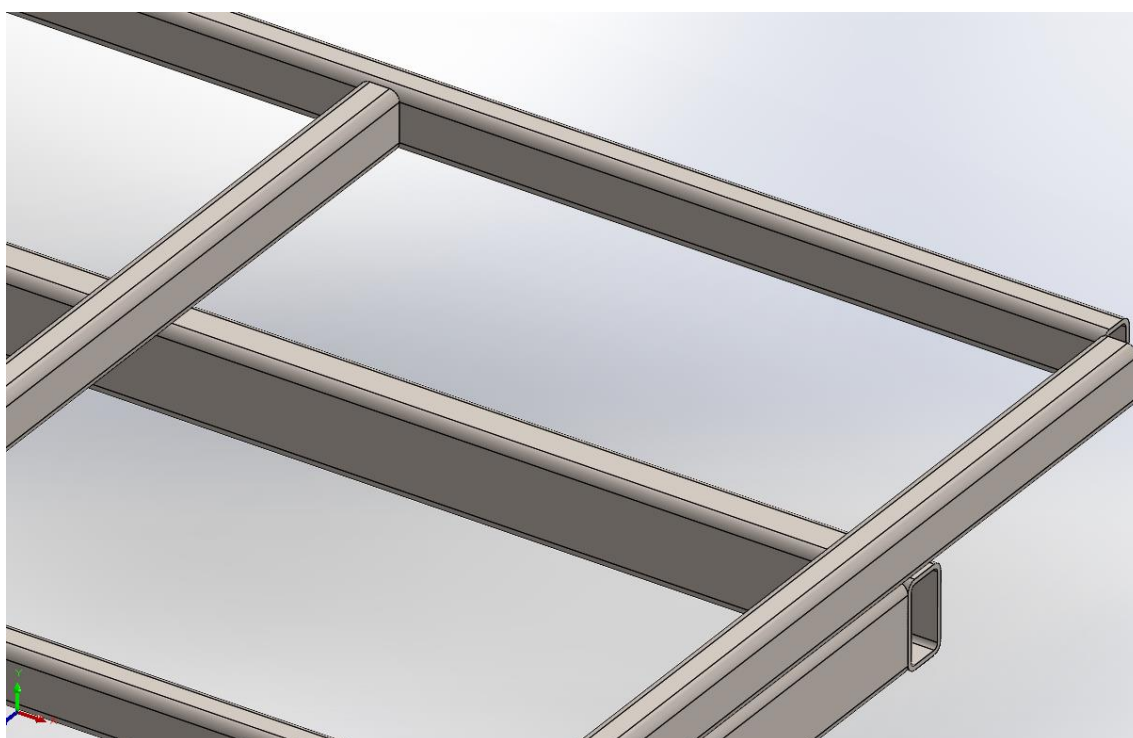
Slika 37. 3D prikaz osovina s kotačima



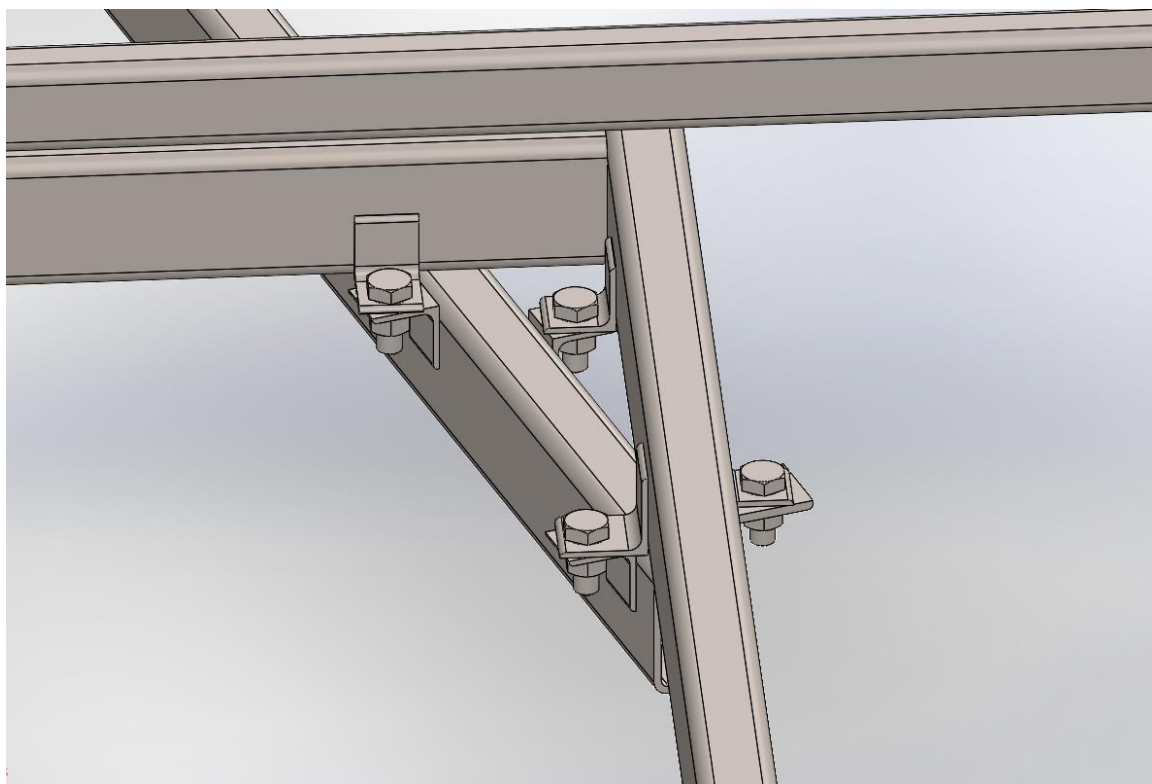
Slika 38. 3D prikaz vijčanog spoja osovine i nosača



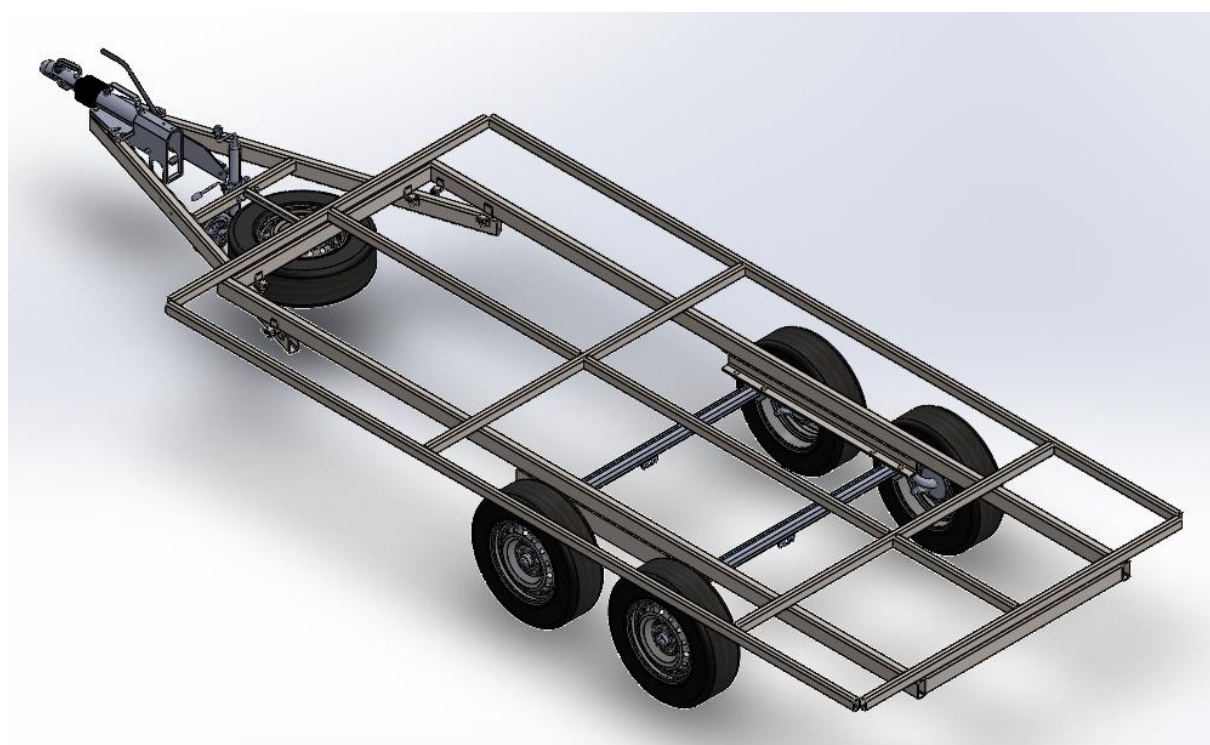
Slika 39. 3D prikaz nosivog okvira prikolice i ruda



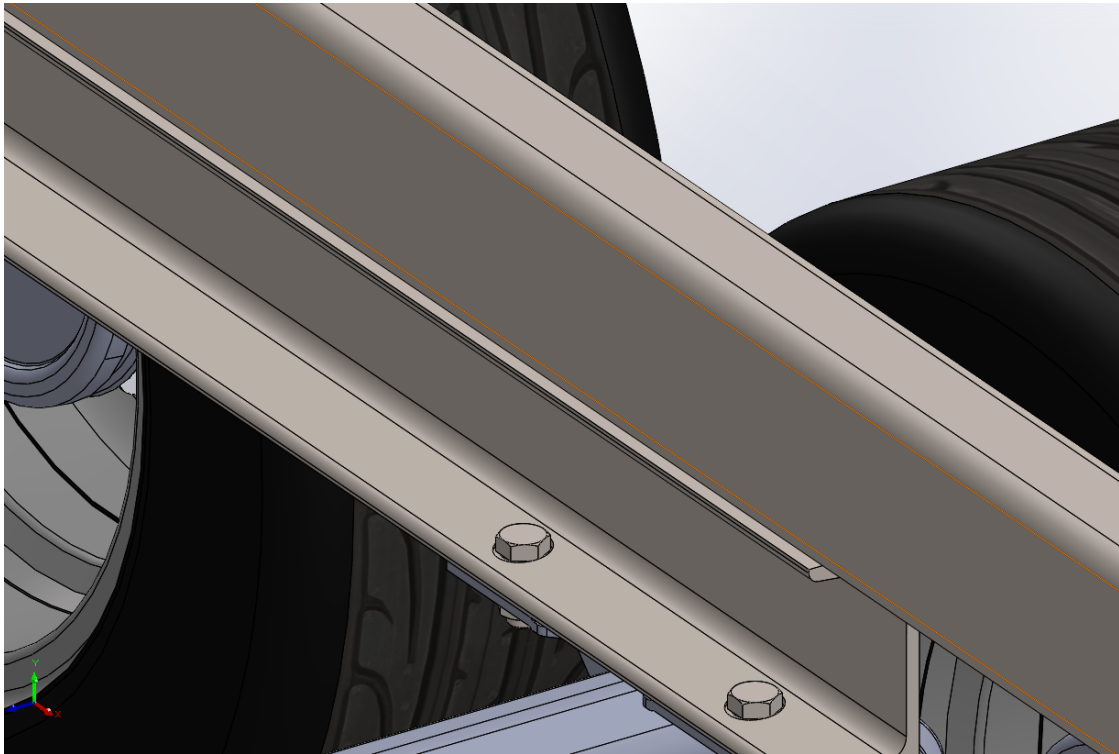
Slika 40. 3D prikaz spoja gornjeg i donjeg okvira (zavareni spoj)



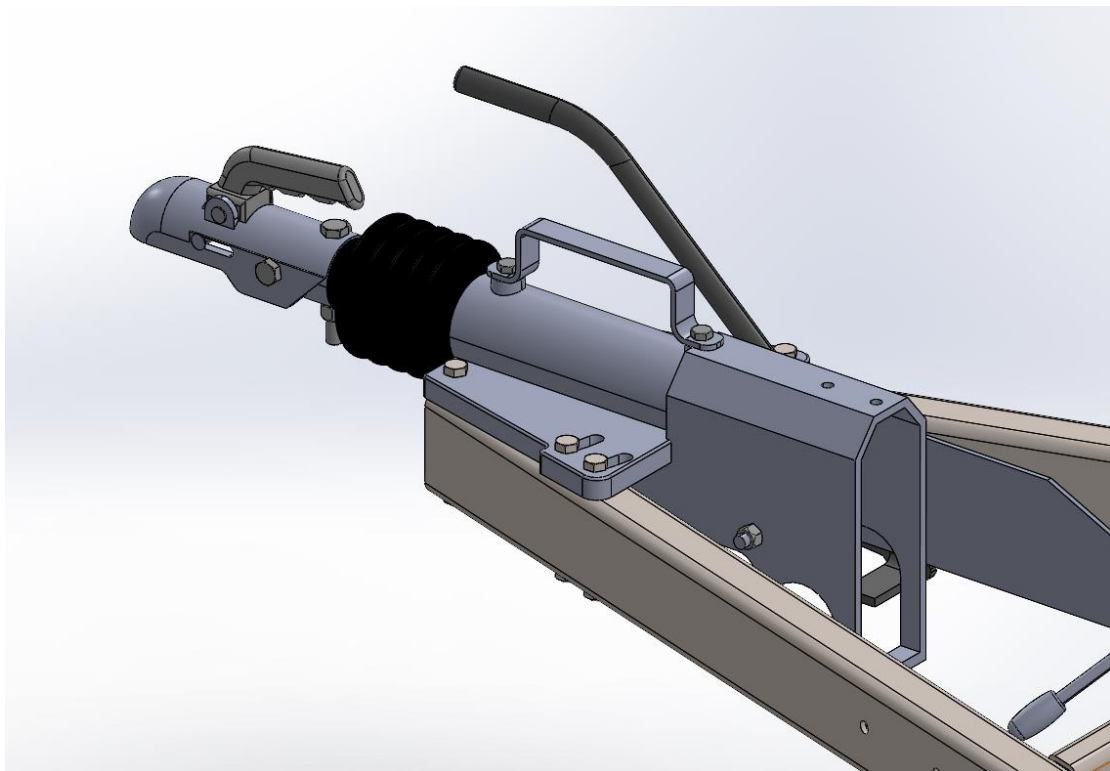
Slika 41. 3D prikaz vijčanog spoja ruda i nosivog okvira



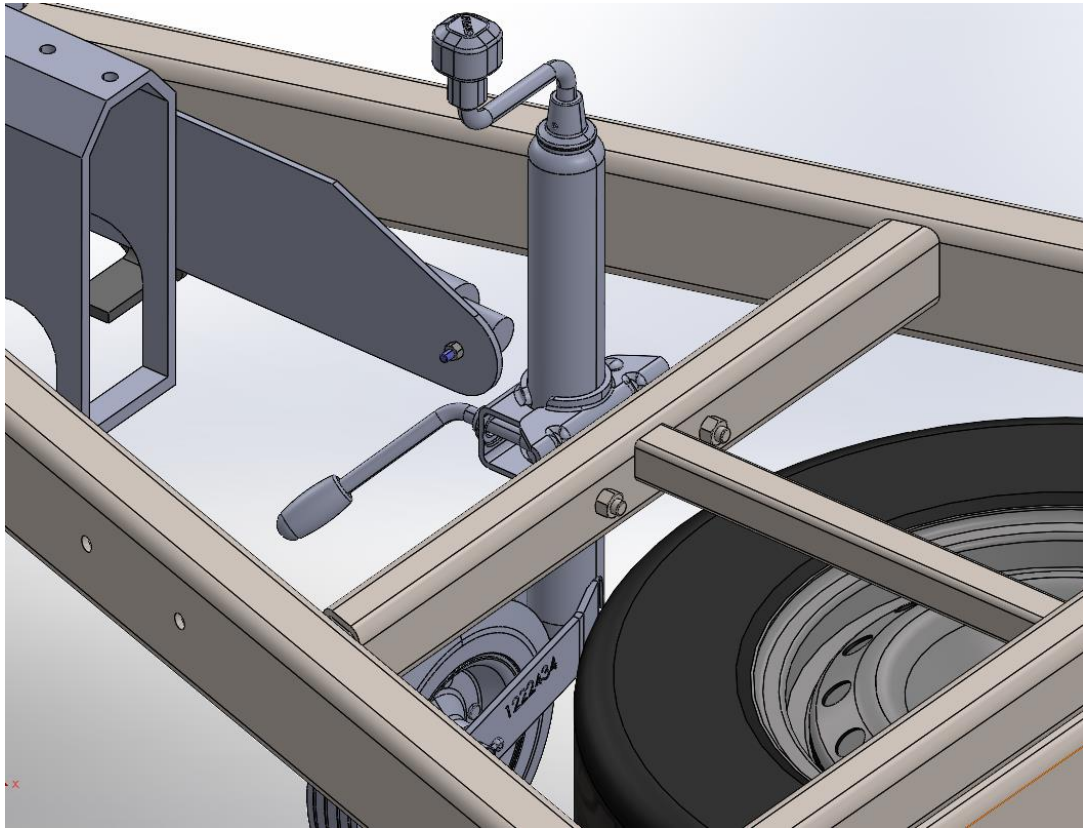
Slika 42. 3D prikaz podvozja prikolice



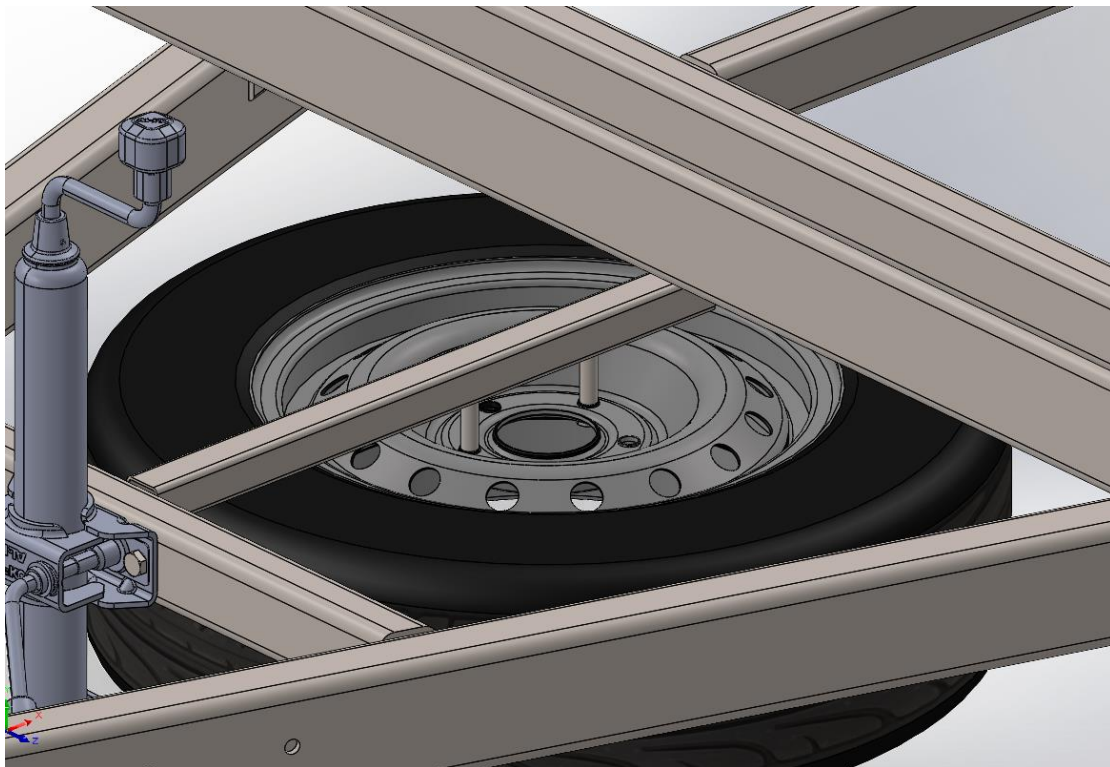
Slika 43. 3D prikaz spoja nosača osovina i nosivog okvira (zavareni spoj)



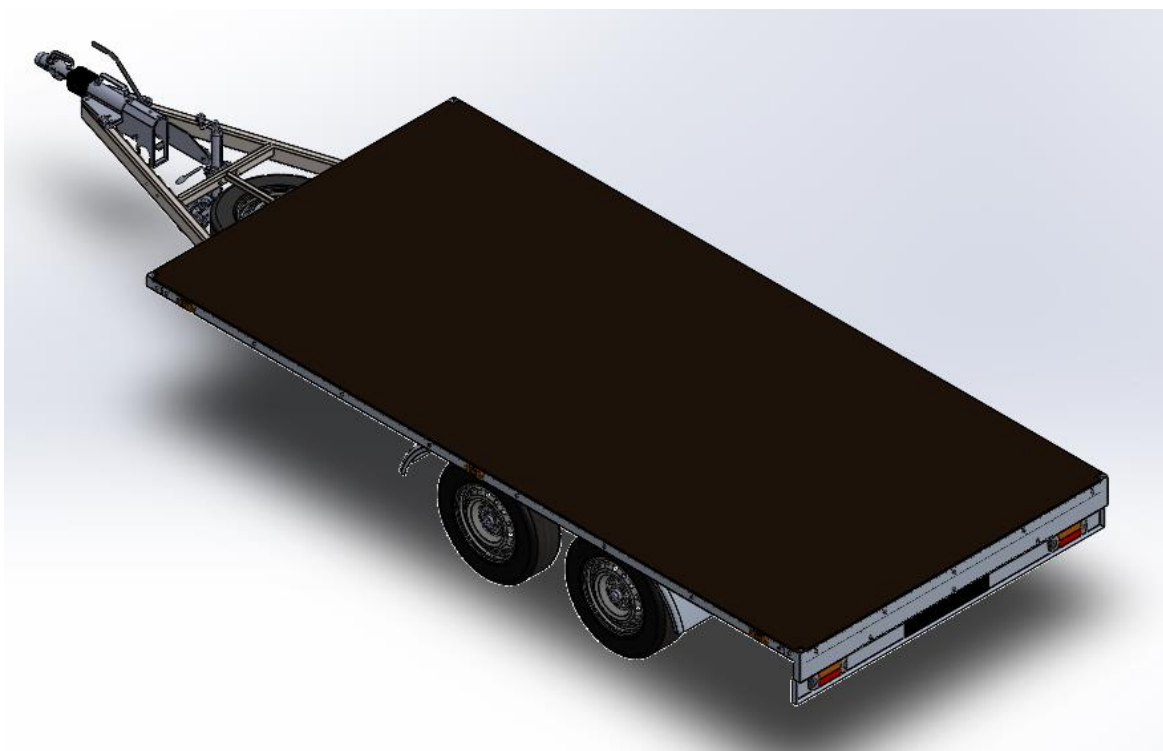
Slika 44. 3D prikaz naletnog mehanizma i vijčanog spoja s rudom



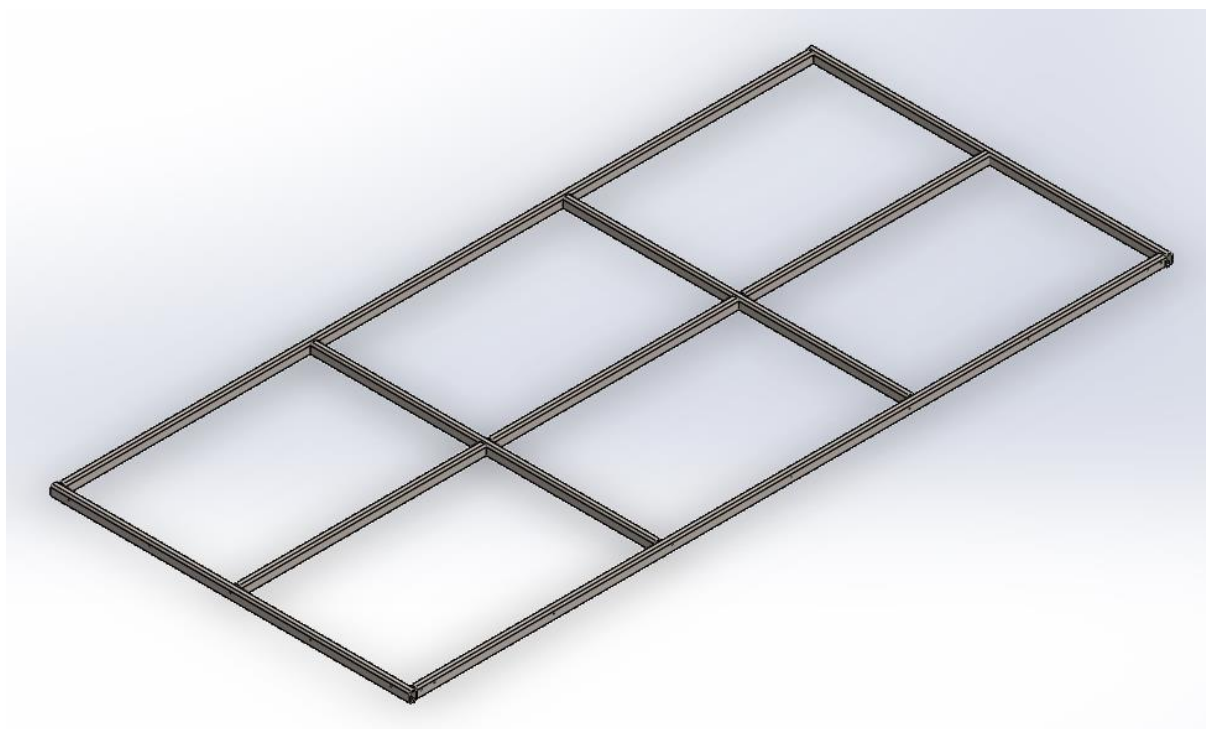
Slika 45. 3D prikaz pomoćnog kotača



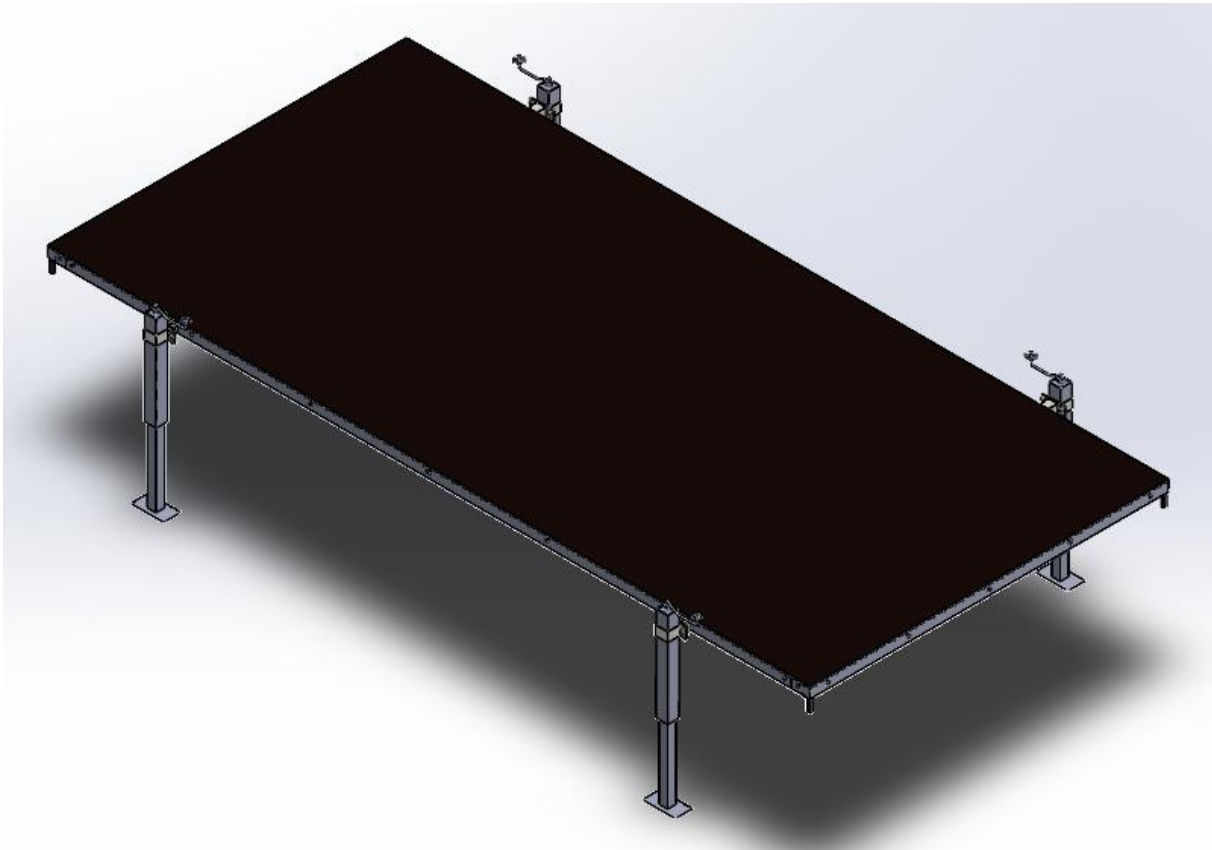
Slika 46. 3D prikaz rezervnog kotača



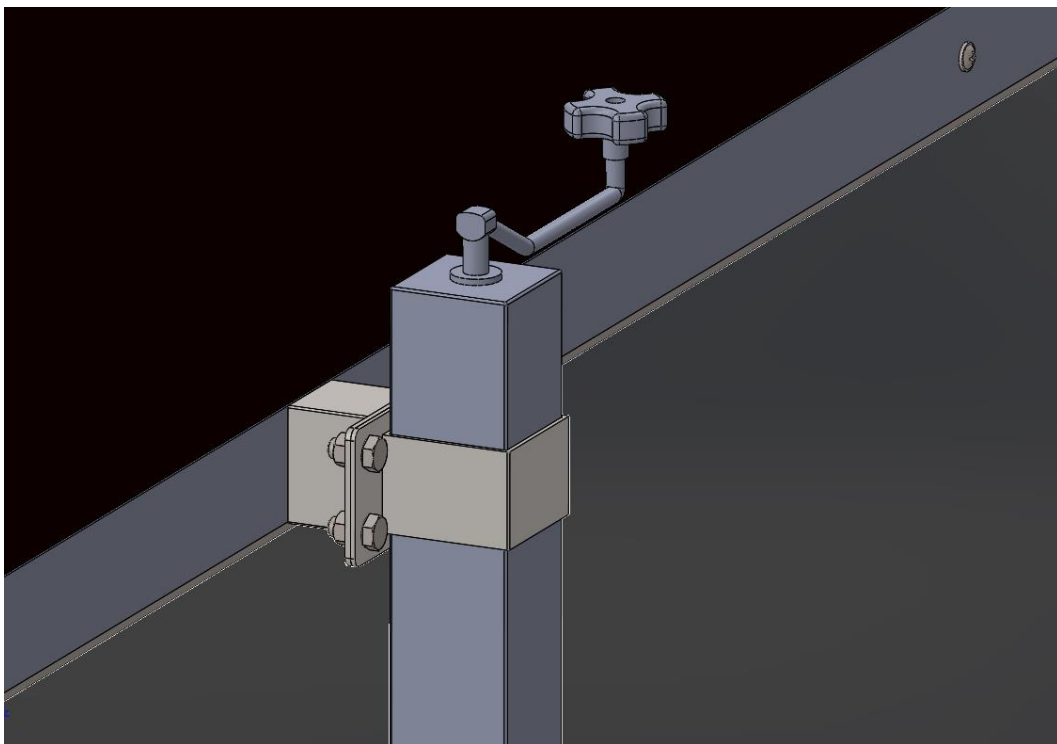
Slika 47. 3D prikaz donjeg dijela prikolice



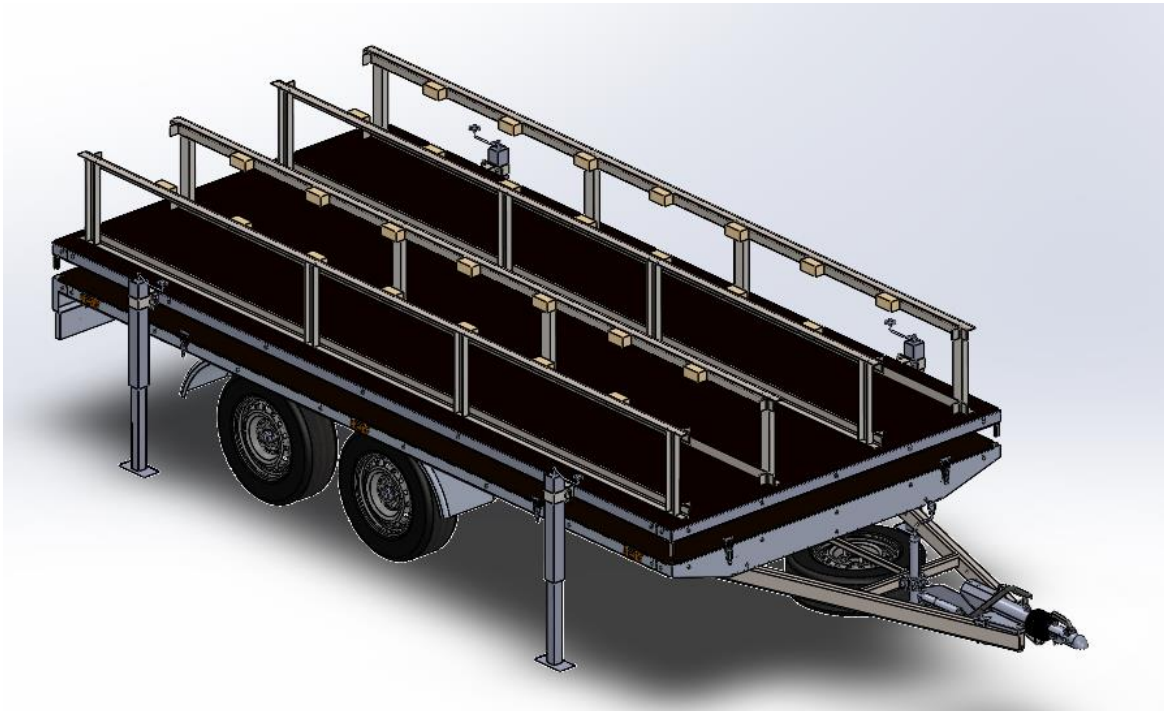
Slika 48. 3D prikaz nosivog okvira nadogradnje prikolice



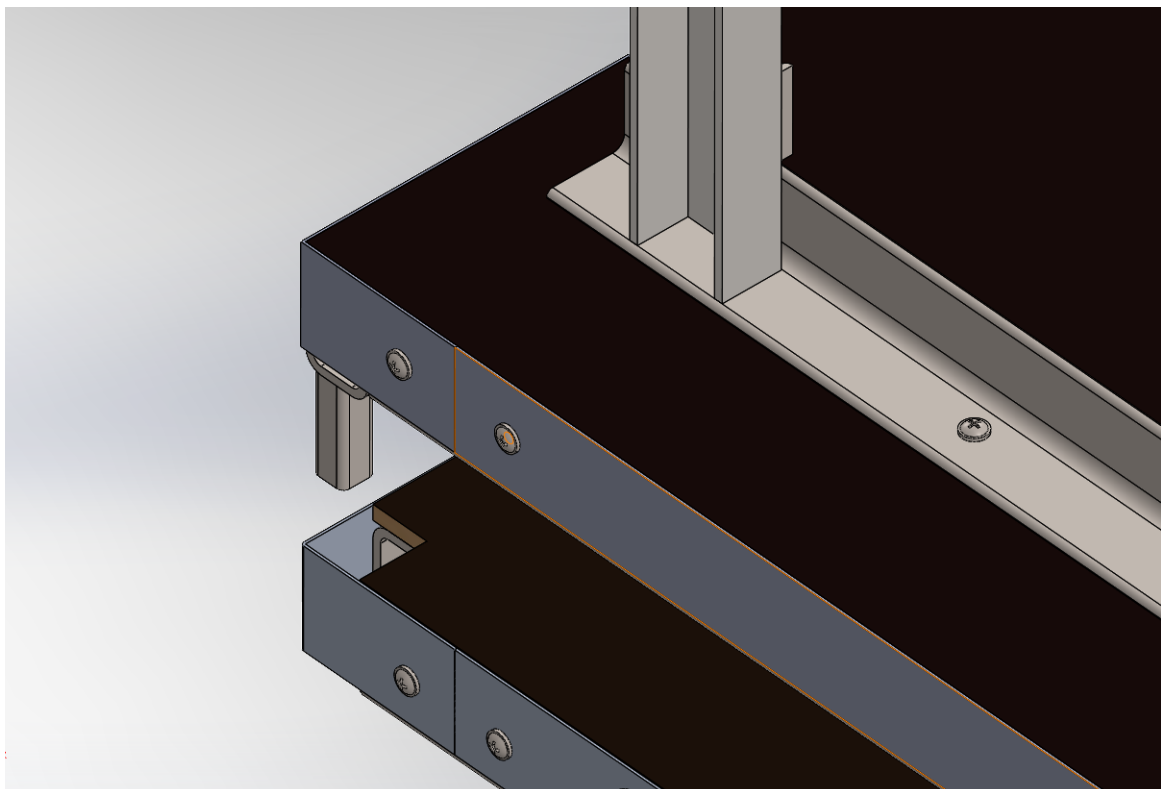
Slika 49. 3D prikaz cijele nadogradnje prikolice



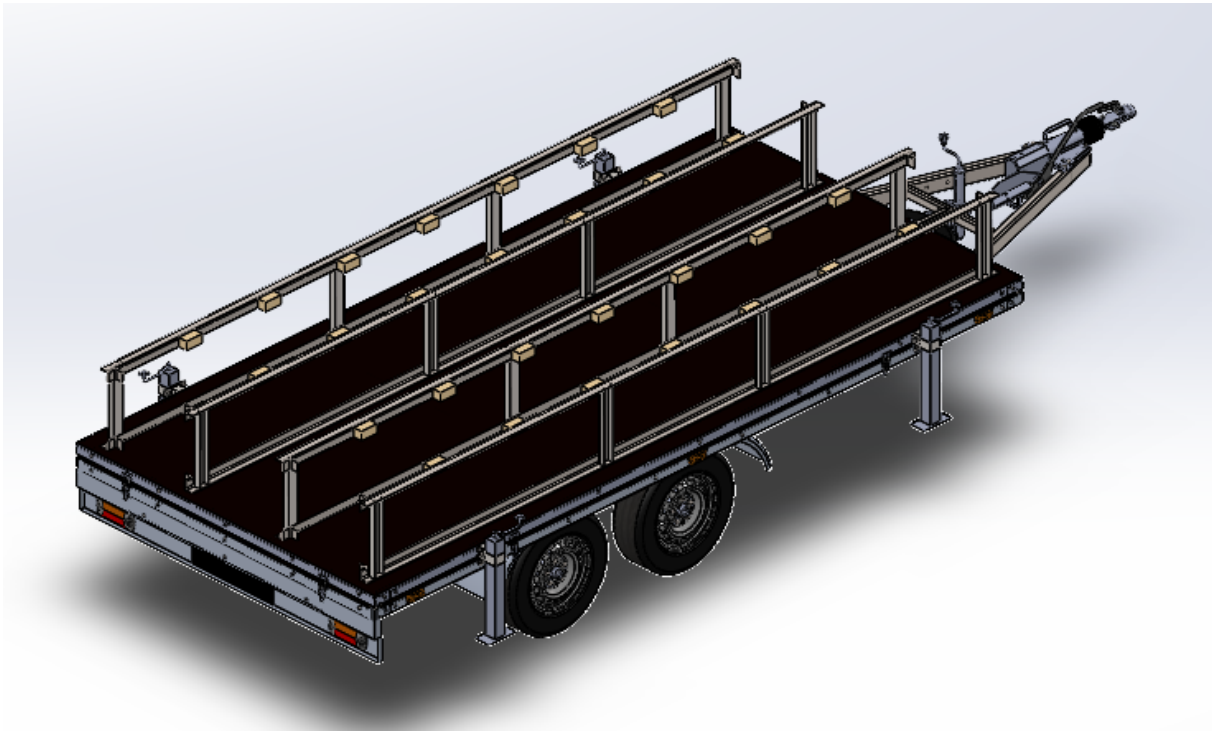
Slika 50. 3D prikaz spoja stabilizatora i nadogradnje



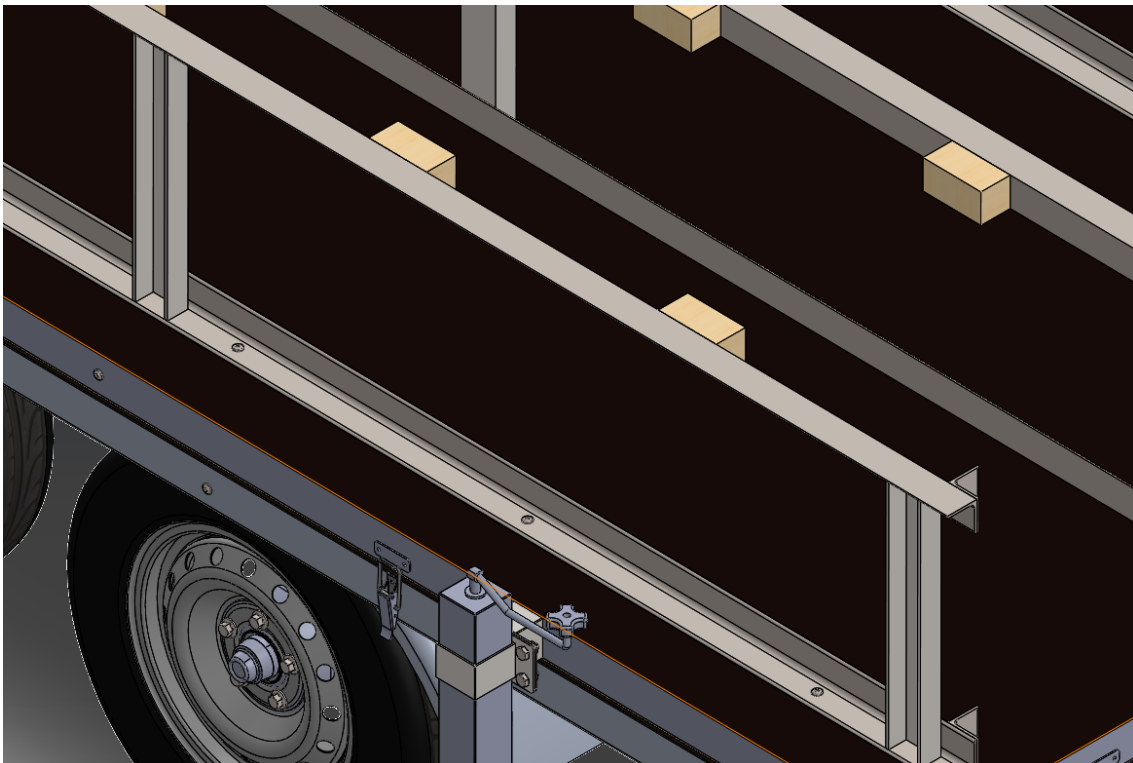
Slika 51. 3D prikaz odvojene prikolice i nadogradnje s konstrukcijom za košnice



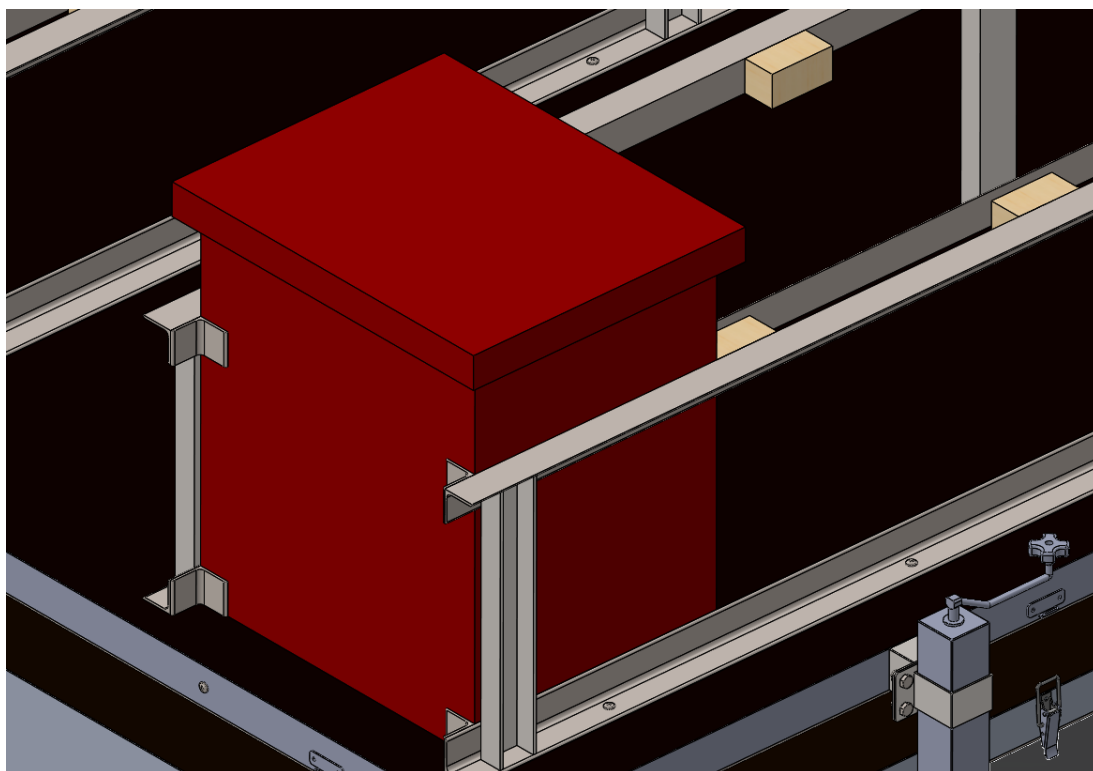
Slika 52. 3D prikaz spajanja nadogradnje i prikolice



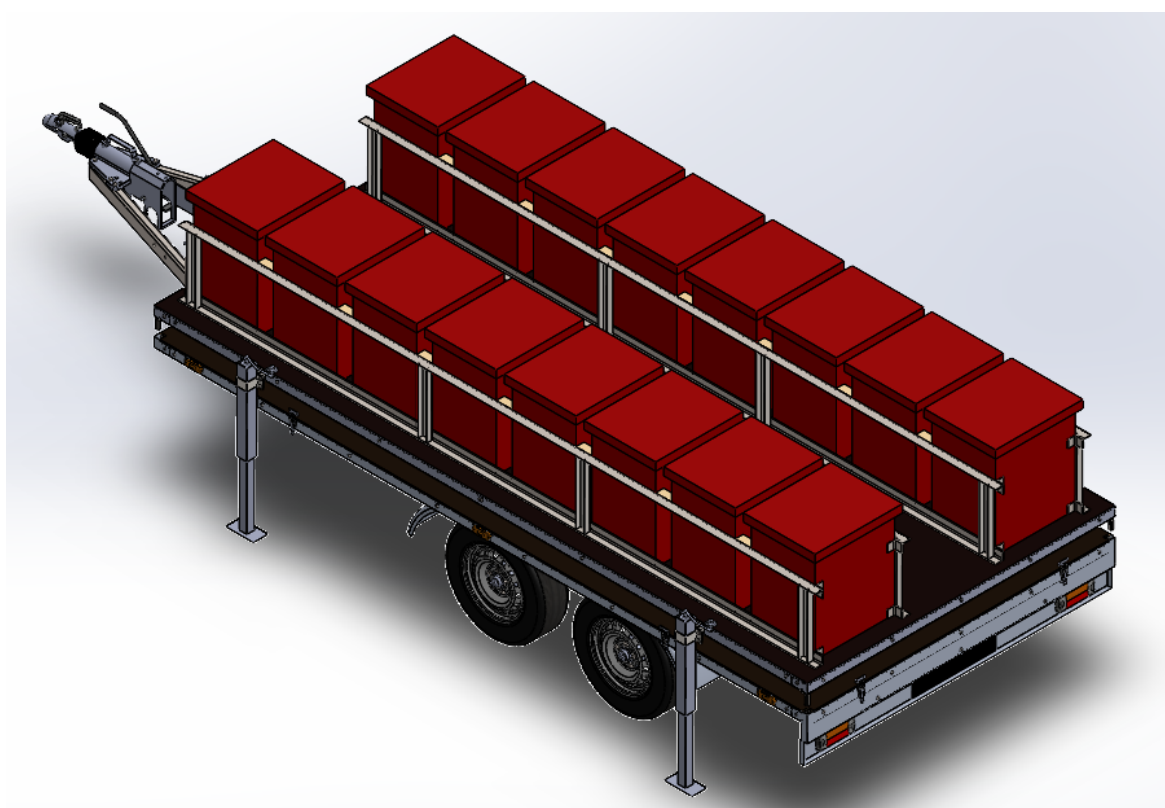
Slika 53. 3D prikaz spojene prikolice i nadogradnje s konstrukcijom za košnice



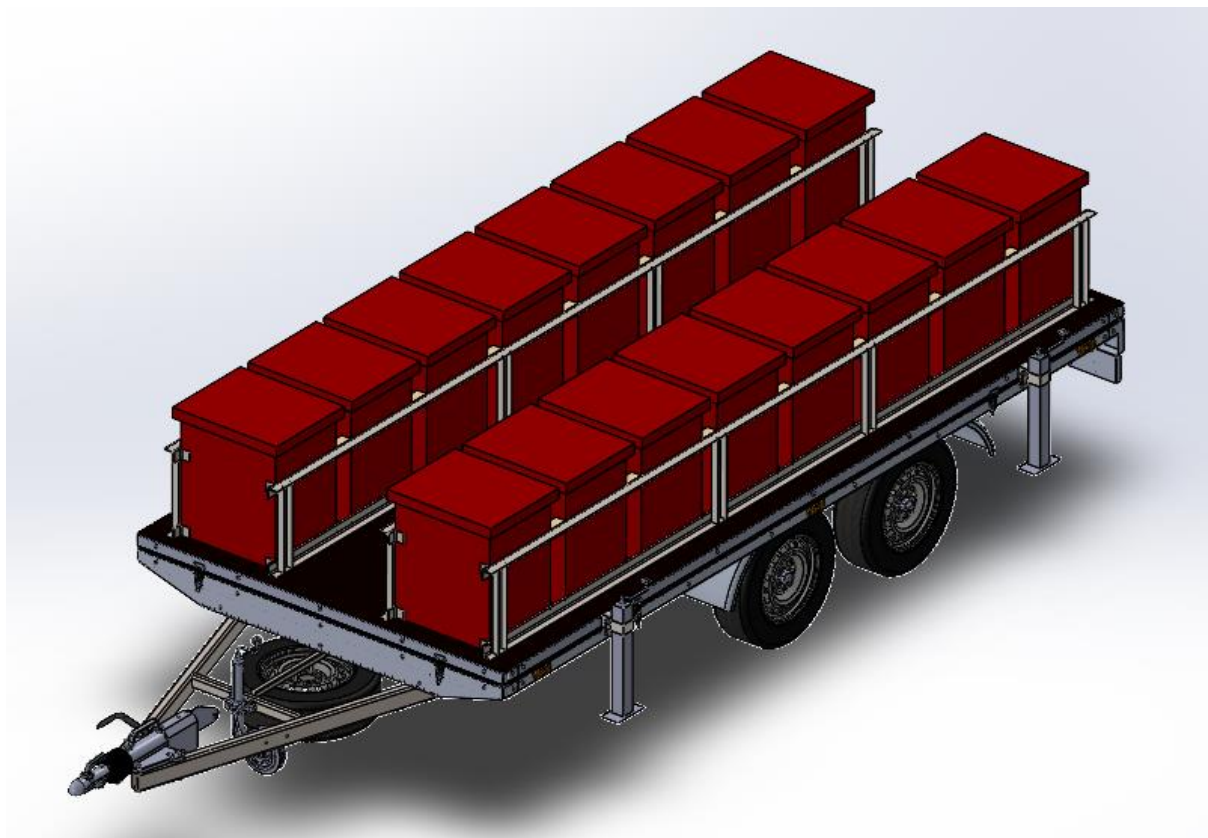
Slika 54. 3D prikaz spoja konstrukcije za košnice s nadogradnjom



Slika 55. 3D prikaz konstrukcije i košnice



Slika 56. 3D prikaz odvojene prikolice i nadogradnje s košnicama



Slika 57. 3D prikaz spojene prikolice i nadogradnje s košnicama

8. ZAKLJUČAK

Tijekom ovog rada osmišljena je, proračunata i konstrukcijski razrađena prikolica za prijevoz košnica za pčele. Analizom postojećeg tržišta utvrđeno je kako postoji nekoliko tipova prikolica za košnice, kategorije O1 ili O2. Na temelju zahtjeva pravilnika i karakteristika postojećih prikolica na tržištu koncipirana je prikolica. Postupkom vrednovanja koncepata odabran je prikladniji koncept te se s njim išlo u daljnju konstrukcijsku razradu. U sklopu konstrukcijske razrade proračunati su i dimenzionirani nosači prikolice koji tvore nosivu konstrukciju, a smatraju se najbitnijim dijelom prikolice u pogledu čvrstoće. Za profil nosača odabrane su pravokutne cijevi koje su zadovoljile sve proračune nosivosti i čvrstoće. Osim nosača proračunavala se i nosivost pomoćnog kotača te se isto tako proračunavao vijčani spoj ruda i nosive konstrukcije. Kod konstruiranja prikolice težilo se upotrebi što većeg broja standardnih dijelova. Većina standardnih dijelova uzeta je od proizvođača Knott čiji su dijelovi homologirani pa su time ispunjeni tehnički uvjeti ispravnosti i homologacije.

Koncipirana prikolica je prikolica za prijevoz košnica s dvije osovine i mehaničkim kočnicama. Odjednom može prevoziti 16 košnica te pripada kategoriji vozila O2. Masa prikolice bez tereta iznosi 730 kg, dok s teretom masa prikolice iznosi oko 2150 kg. Osnovne dimenzije su joj: duljina 5769 mm, širina 2211 mm i visina 1167 mm. Prikolica sadrži odvojivu nadogradnju na kojoj se nalaze košnice, stoga je bilo bitno osigurati stabilnost nadogradnje u nepomičnom položaju te u transportu. U nepomičnom položaju nadogradnja je osigurana stabilizatorima, dok je u trenutku transporta nadogradnja na prikolici osigurana kutnicima i sigurnosnim zatvaračima.

Kako bi se proširila funkcija prikolice u trenutku kada se ne prevozi nadogradnja s košnicama, moguća je ugradnja panta i stranica na donji dio prikolice. Također, u vidu daljnje razrade moguće je usavršiti metalnu konstrukciju oko košnica.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 085/2016)
- [2] Uredba (EU) 2018/858 Europskog parlamenta i vijeća
- [3] www.hella.com (datum pristupa 18.11.2024.)
- [4] Pravilnik o postupku homologacije mehaničkih spojnice za povezivanje motornih i priključnih vozila i njihove ugradbe na ta vozila TPV 150
- [5] www.torbarina.hr (datum pristupa 23.11.2024.)
- [6] www.przyczepy-wiola.eu (datum pristupa 23.11.2024.)
- [7] www.intermetal.hr (datum pristupa 25.11.2024.)
- [8] Pravilnik ECE R 48
- [9] www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/test/put-kocenja-automobila-10640
(datum pristupa 22.1.2025.)
- [10] K.H. Decker, Elementi strojeva, Golden marketing, Tehnička knjiga Zagreb, 2006.
- [11] www.knott.de/en/ (datum pristupa 27.1.2025.)
- [12] www.autoprikolice.hr/ (datum pristupa 27.1.2025.)
- [13] <https://temared.com/en/> (datum pristupa 29.1.2025.)
- [14] <https://sections.app/> (datum pristupa 11.2.2025.)

PRILOZI

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

A

B

C

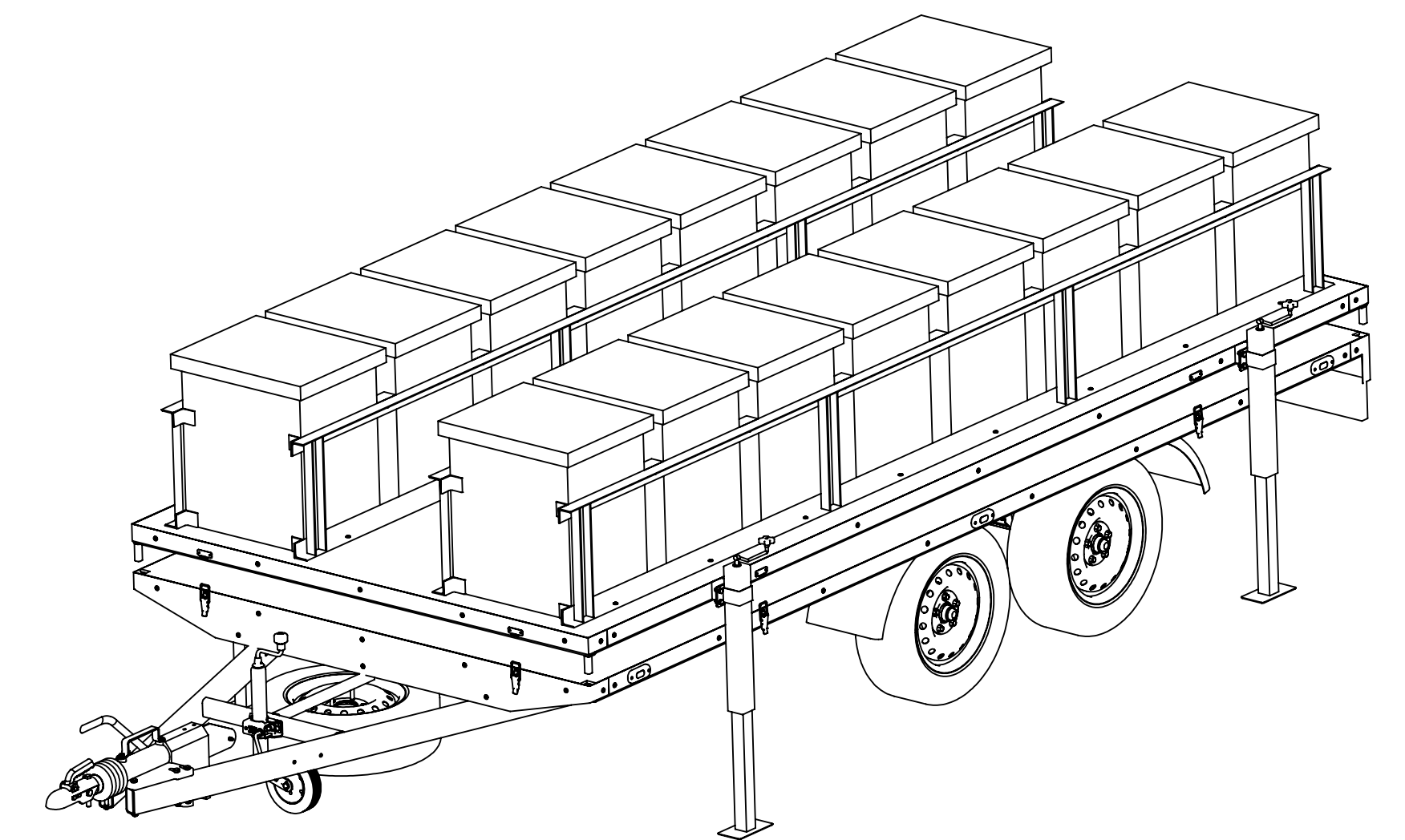
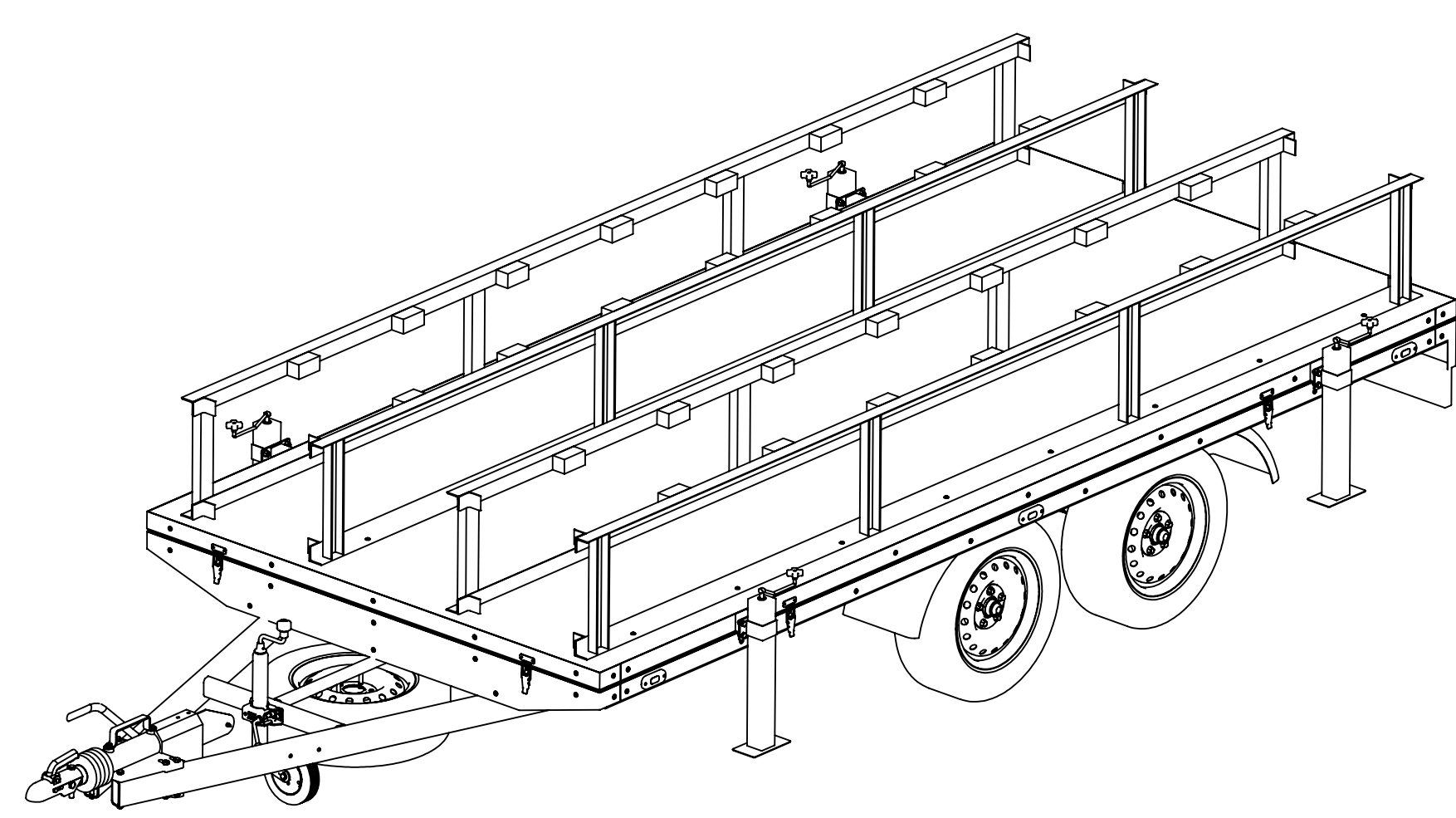
D

E

F

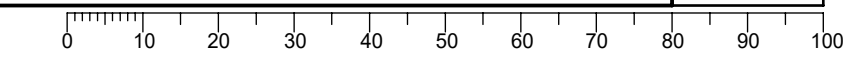
G

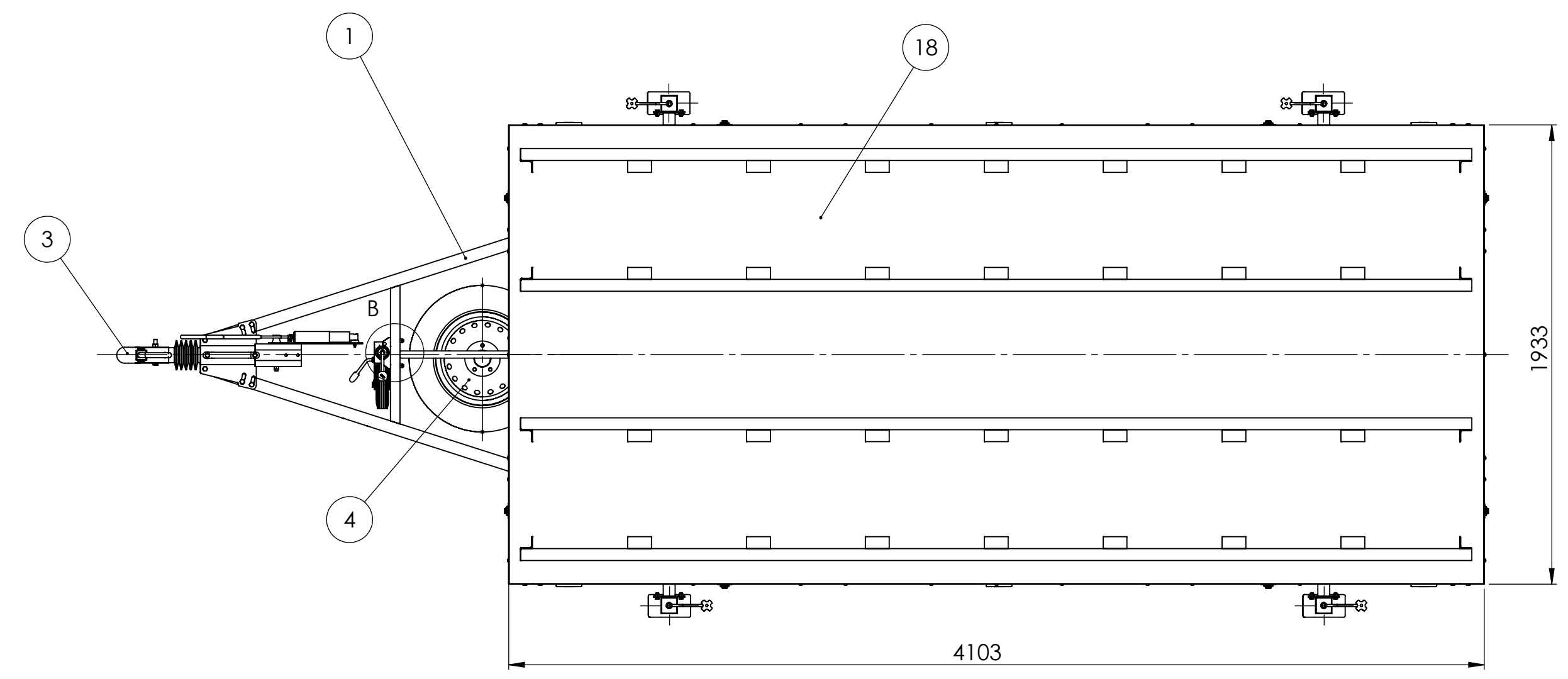
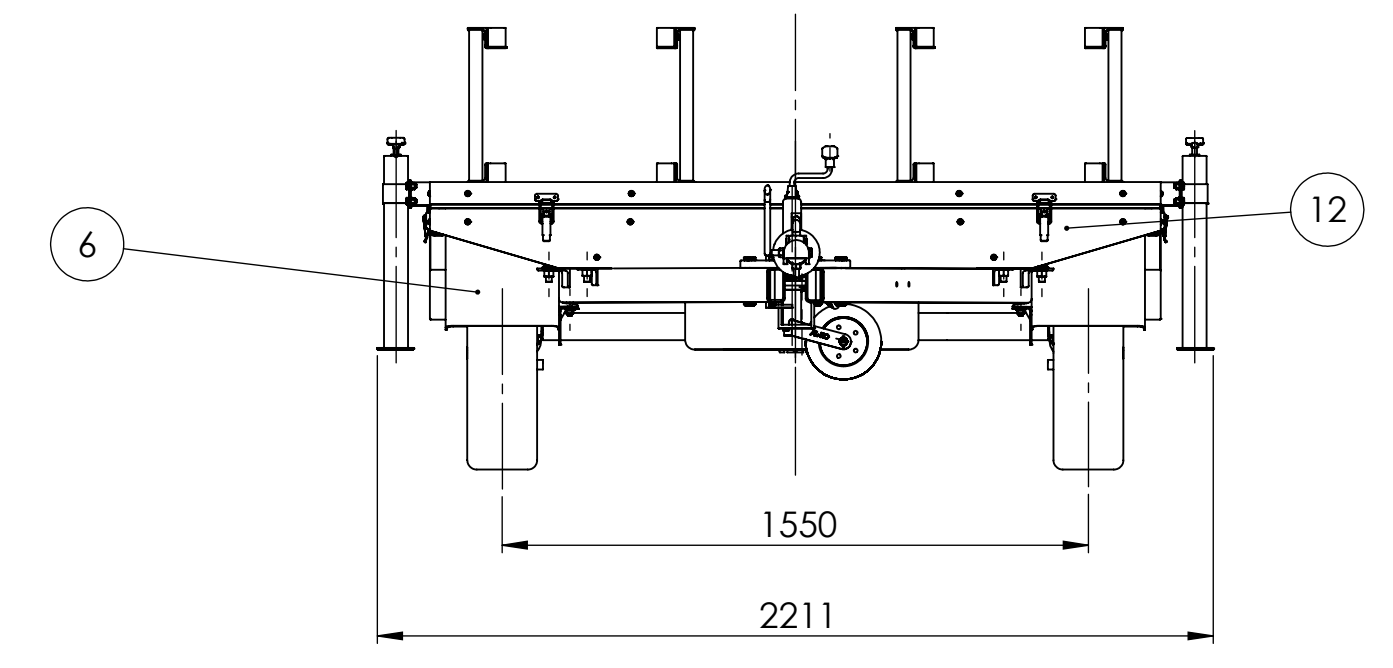
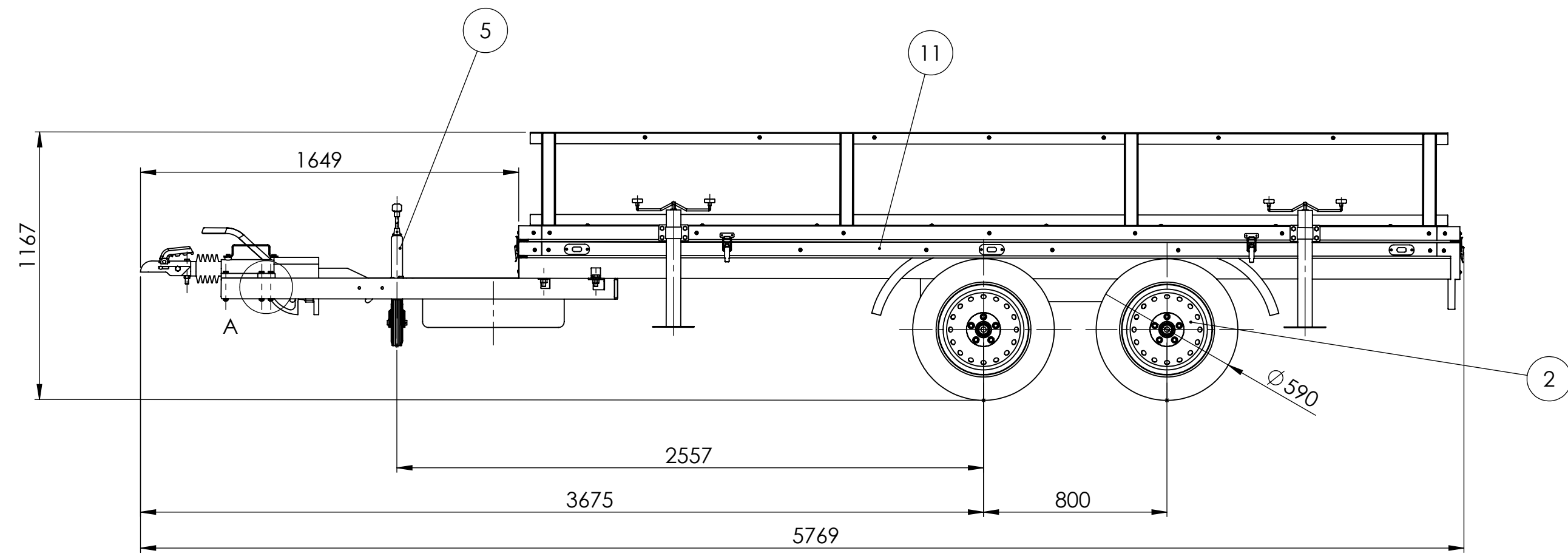
H



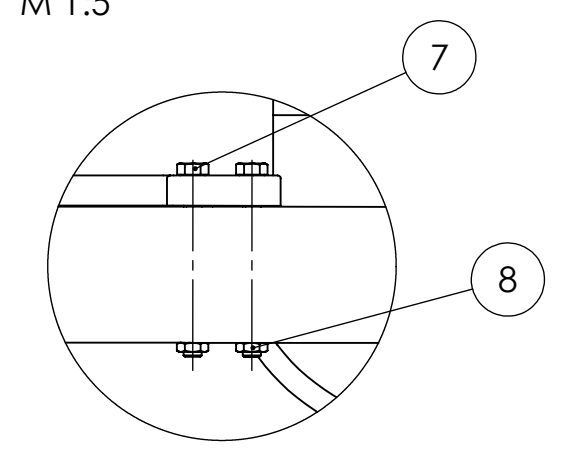
Prikolica za prijevoz košnica

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code	Projektirao	10.2.2025.	Marko Prič	Potpis		
	Razradio	10.2.2025.	Marko Prič			
	Crtao	10.2.2025.	Marko Prič			
	Pregledao	13.2.2025.	Dr.sc.Goran Šagi			
ISO - tolerancije	Objekt:	Objekt broj:		R. N. broj:		
	Napomena:	Konstrukcijski smjer		Kopija		
	Materijal:	Masa: 730 kg	Završni rad		Format: A2	
	 Mjerilo originala	Naziv: Prikolica za prijevoz košnica		Pozicija:	Listova: 1	
	M 1:20	Crtež broj: 0035230928-D-000		List: 1		

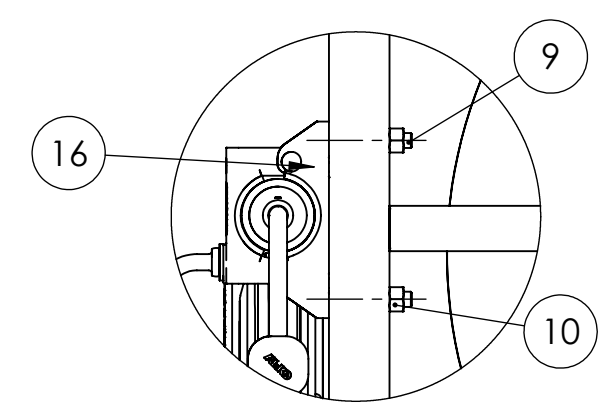




Detalj A
M 1:5

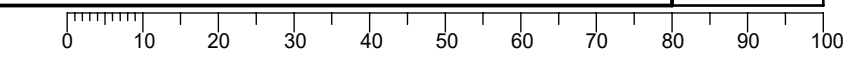


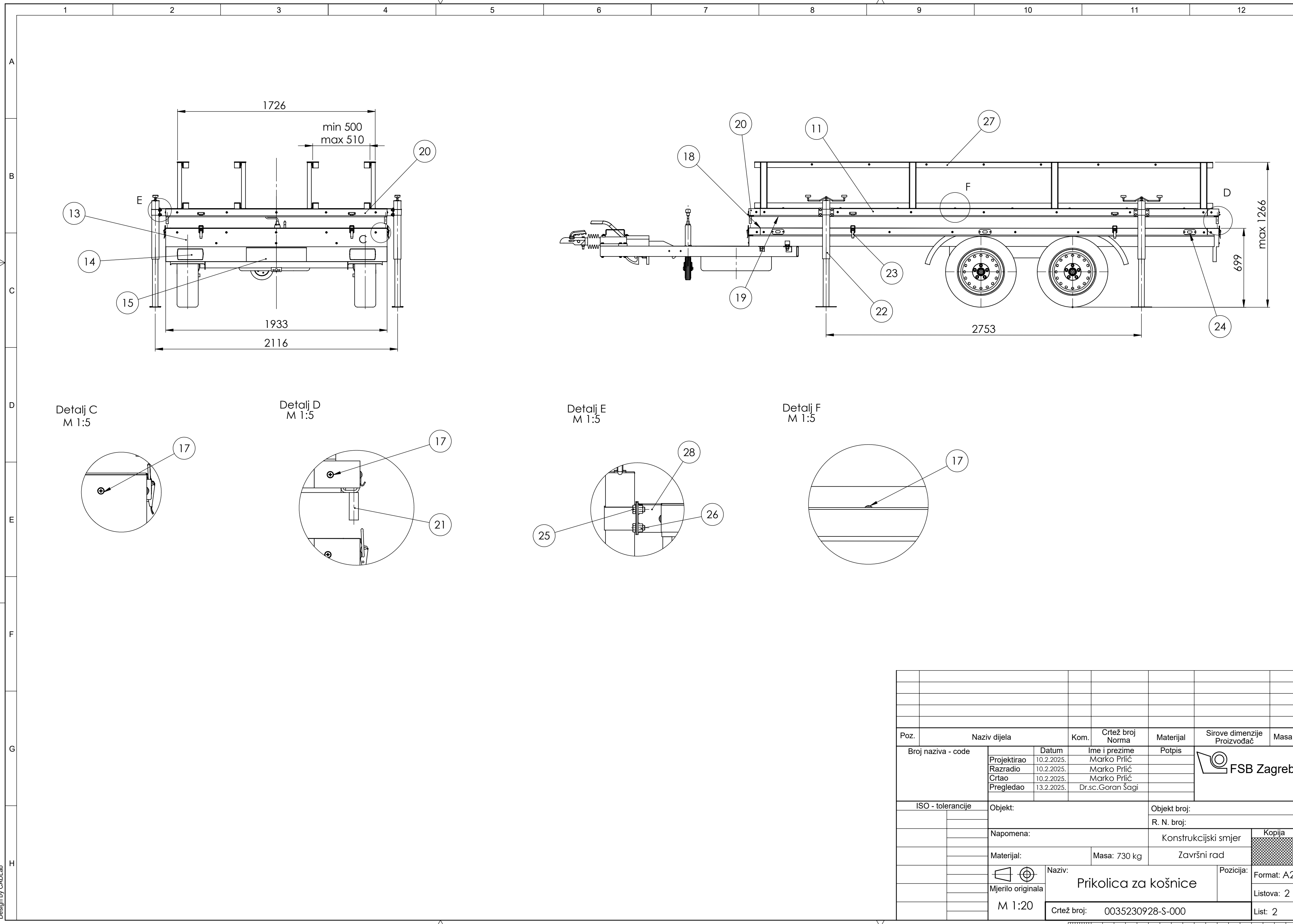
Detalj B
M 1:5



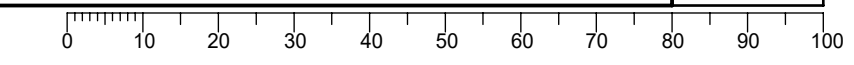
28	Prirubnica za stabilizator	4	0035230928-P-011	S235JR	130x70x53	2,10
27	Konstrukcija za košnice	4	0035230928-S-010	-	4000x410x100	66,10
26	Matica M10	16	DIN 6923	8	-	-
25	Vijak M10x20	16	DIN EN 24017	8.8	-	-
24	Svjetlo za označavanje	6	-	-	Fristom FT025	0,6
23	Zatvarač stranice	8	-	-	Knott	2,40
22	Stabilizator	4	-	-	Knott P521	21,40
21	Profil za osiguranje oblikom	4	0035230928-P-009	S235JR	20x20x60	0,8
20	Prednja i stražnja maska nadogradnje	2	0035230928-P-008	Aluminij	2128,5x59x1,5	0,38
19	Nosiva konstrukcija nadogradnje	1	0035230928-S-007	S235JR	4103x1933x60	128,22
18	Podnica	2	0035230928-P-006	Drvo	4100x1930x9	50,21
17	Vijak 6,3x16	94	DIN 968	-	-	-
16	Nosač pomoćnog kotača	1	-	-	Knott LB48	0,70
15	Registarska pločica	1	-	-	Temared	0,52
14	Stražnje svjetlo	2	-	-	Temared DPT35	1,10
13	Stražnja maska donjeg dijela prikolice	1	0035230928-P-005	Aluminij	2128,5x366,7x1,5	2,98
12	Prednja maska donjeg dijela prikolice	1	0035230928-P-004	Aluminij	2128,5x159x1,5	1,15
11	Bočna maska prikolice	4	0035230928-P-003	Aluminij	3903x59x1,5	3,72
10	Matica M10	2	DIN EN 24034	5	-	-
9	Vijak M10x60	2	DIN EN 24014	5.8	-	-
8	Matica M12	6	DIN EN 24035	4	-	-
7	Vijak M12x120	6	DIN 7990	4.6	-	-
6	Blatobran	2	-	-	Temared A1414	6,20
5	Pomoćni kotač	1	-	-	Knott TK48	10,50
4	Rezervni kotač	1	-	-	Temared 165/70 R13C	11,62
3	Naletni mehanizam	1	-	-	Knott KF27-B	20,10
2	Sklop osovina i kotača	1	0035230928-S-002	-	1800x1100x590	140,21
1	Nosiva konstrukcija	1	0035230928-S-001	-	5398x1930x250	270,51

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		10.2.2025.	Marko Prič			
Razradio		10.2.2025.	Marko Prič			
Crtao		10.2.2025.	Marko Prič			
Pregledao		13.2.2025.	Dr.sc.Goran Šagi			
ISO - tolerancije		Objekt:	Objekt broj:			
			R. N. broj:			
Napomena:		Konstrukcijski smjer		Kopija		
Materijal:		Masa: 730 kg	Završni rad			
Mjerilo originala		Naziv: Prikolica za košnice		Pozicija:	Format: A2	
M1:20		Crtež broj: 0035230928-S-000		Listova: 2		
				List: 1		

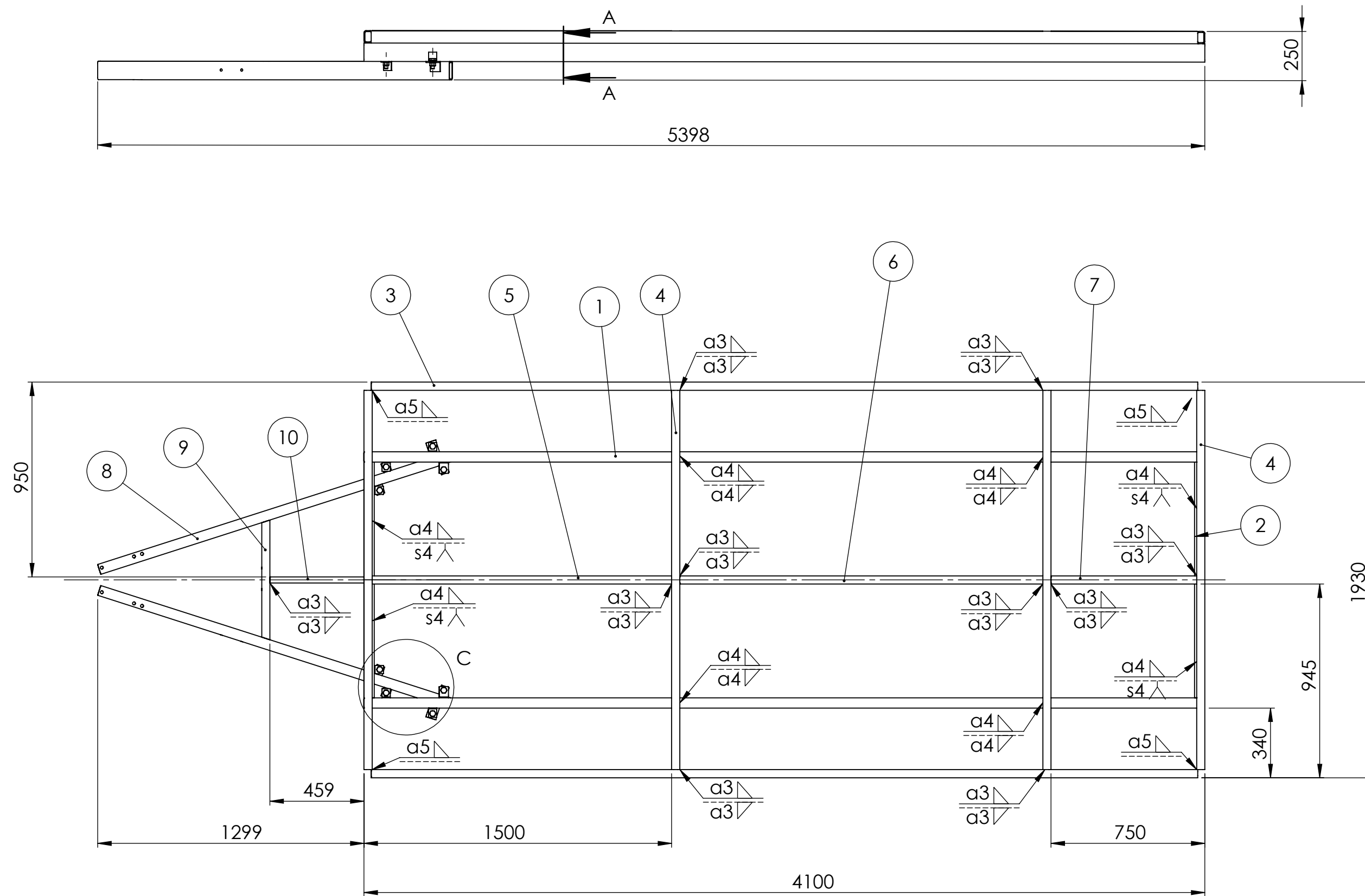




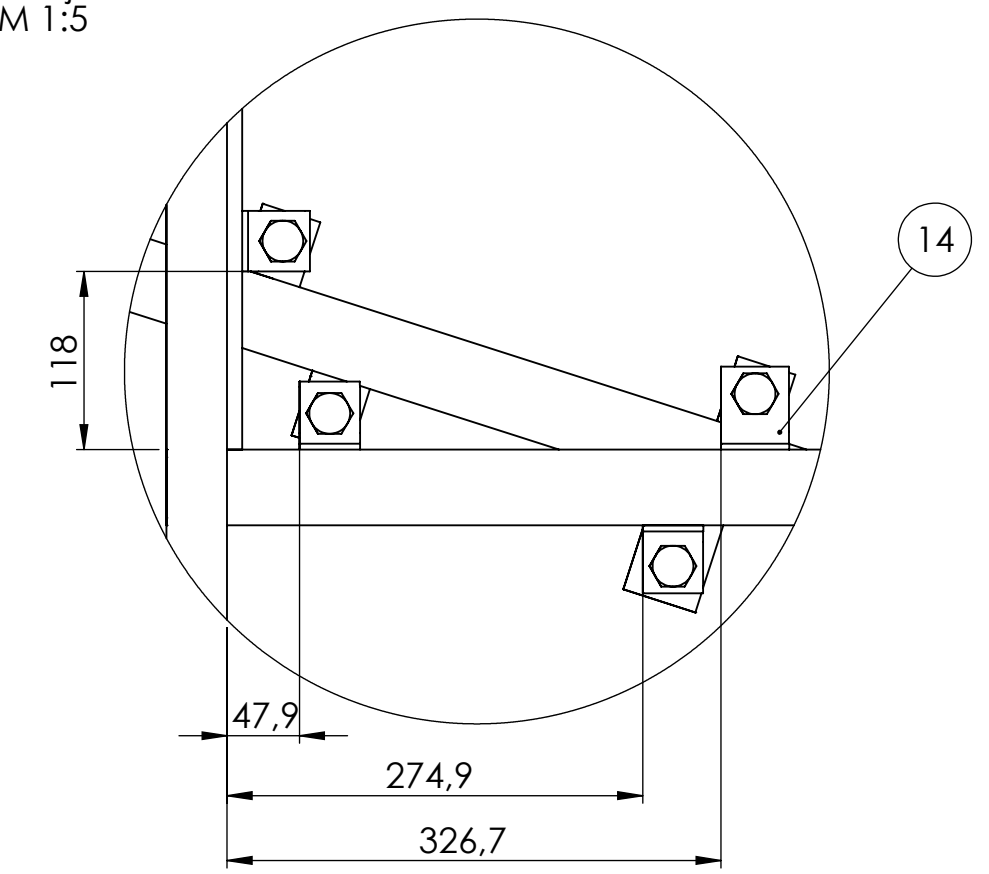
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis		
Projektirao		10.2.2025.	Marko Prlić			
Razradio		10.2.2025.	Marko Prlić			
Crtao		10.2.2025.	Marko Prlić			
Pregledao		13.2.2025.	Dr.sc.Goran Šagi			
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
				R. N. broj:		
Napomena:		Konstrukcijski smjer			Kopija	
Materijal:		Masa: 730 kg		Završni rad		
		Naziv:		Pozicija:		Format: A2
Mjerilo originala		Prikolica za košnice		Listova: 2		
M 1:20		Crtež broj: 0035230928-S-000		List: 2		



Design by CADLab

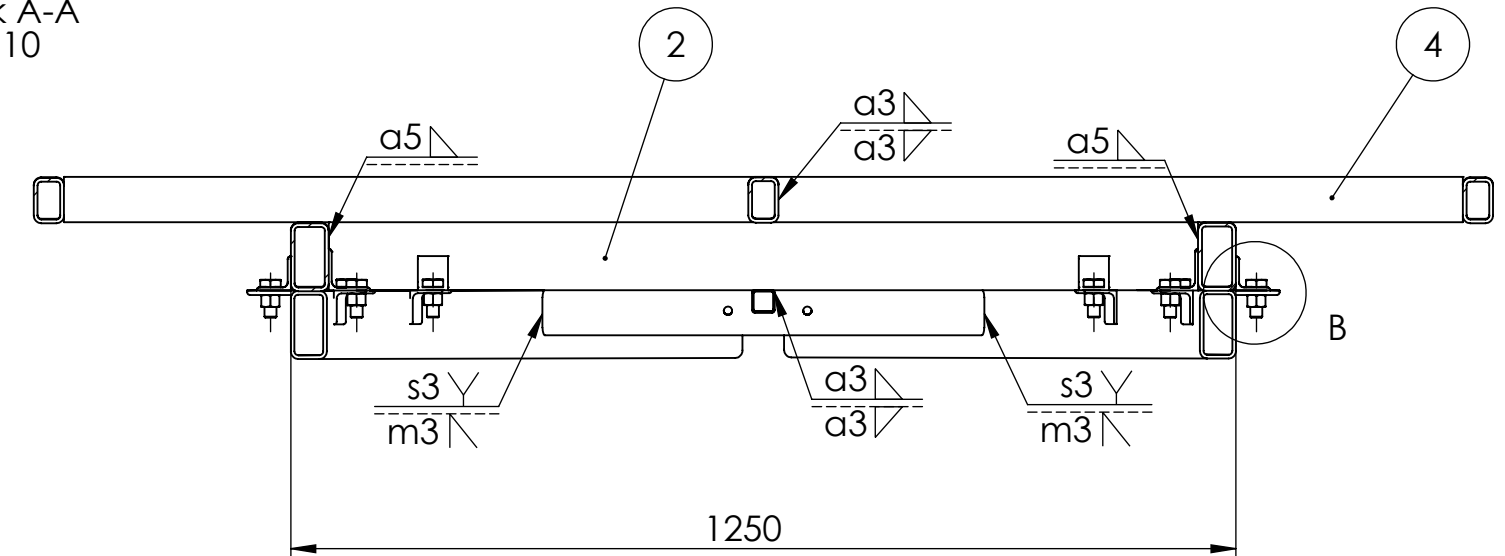


Detalj C
M 1:5

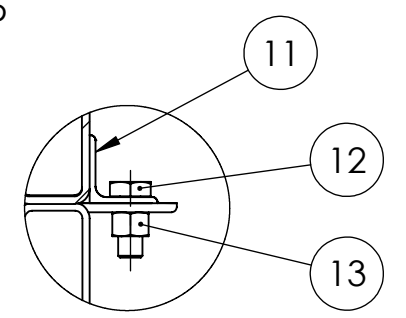


Napomena:
Svi kutnici zavareni su sa svih strana kutnim zavarom debljine 2mm.

Presjek A-A
M 1:10

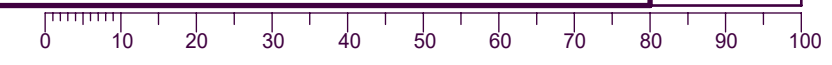


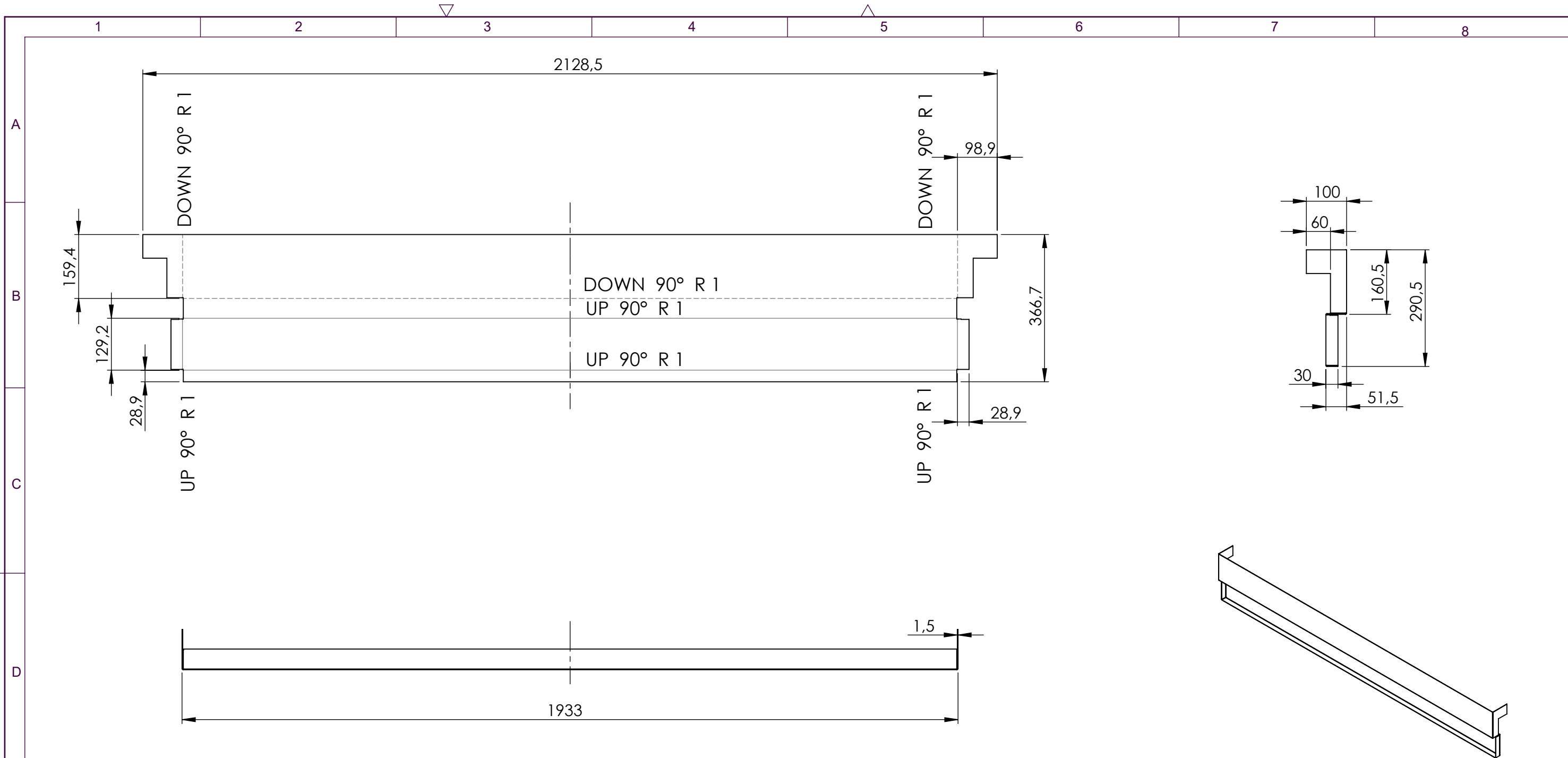
Detalj B
M 1:5



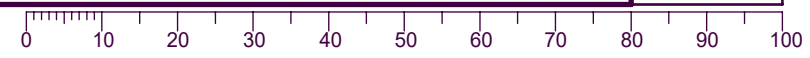
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
14	Kutnik 2	4	0035230928-P-00112	S235JR	60x50x4x40	0,4
13	Matica M16	8	DIN 6923	8	-	-
12	Vijak M16x40	8	DIN 6914	8.8	-	-
11	Kutnik 1	12	0035230928-P-00111	S235JR	45x45x4x40	1,2
10	Nosač za rezervni kotač	1	0035230928-P-00110	S235JR	30x30x500	0,83
9	Nosač za pomoćni kotač	1	0035230928-P-0019	S235JR	60x40x650	3,72
8	Nosač ruda	2	0035230928-P-0018	S235JR	90x50x1800	34,74
7	Središnji nosač 3	1	0035230928-P-0017	S235JR	60x40x710	4,65
6	Središnji nosač 2	1	0035230928-P-0016	S235JR	60x40x1770	11,58
5	Središnji nosač 1	1	0035230928-P-0015	S235JR	60x40x1460	9,55
4	Poprečni nosač 2	4	0035230928-P-0014	S235JR	60x40x1850	48,40
3	Uzdužni nosač 2	2	0035230928-P-0013	S235JR	60x40x4030	52,76
2	Poprečni nosač 1	2	0035230928-P-0012	S355JR	100x60x1150	22,26
1	Uzdužni nosač 1	2	0035230928-P-0011	S355JR	100x60x4100	79,36

Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao		10.2.2025.	Marko Prič		
Razradio		10.2.2025.	Marko Prič		
Crtao		10.2.2025.	Marko Prič		
Pregledao		13.2.2025.	Dr.sc.Goran Šagi		
ISO - tolerancije		Objekt: Prikolica za košnice		Objekt broj:	
				R. N. broj:	
Napomena:		Konstrukcijski smjer		Kopija	
Materijal:		Masa: 270,51kg	Završni rad		
Mjerilo originala		Naziv: Nosiva konstrukcija		Pozicija: 1	Format: A2
M 1:20		Crtež broj: 0035230928-S-001		Listova: 1	List: 1

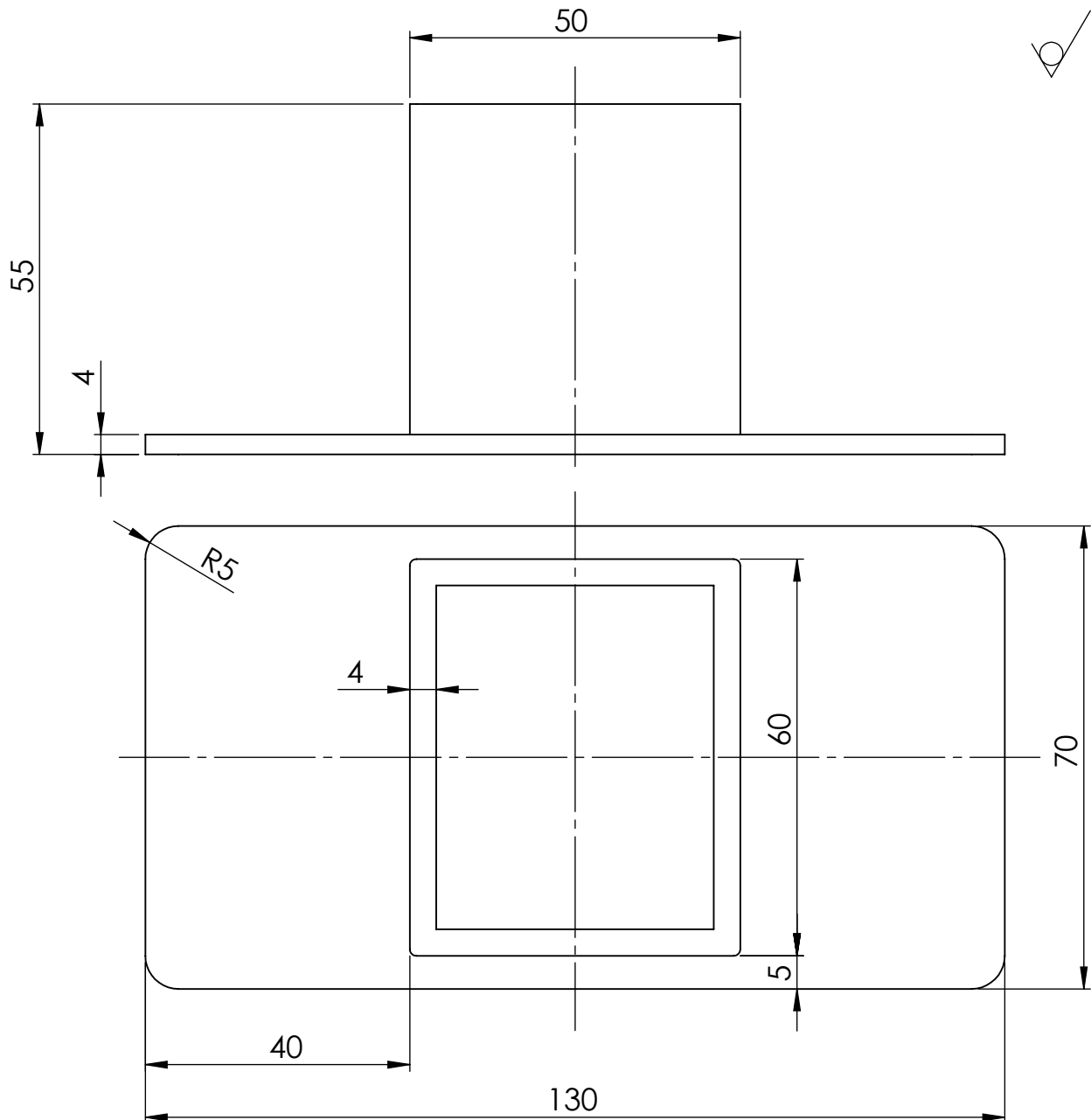




Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
	Razradio	10.2.2025.	Marko Prlić		
	Crtao	10.2.2025.	Marko Prlić		
	Pregledao	13.2.2025.	Dr.sc.Goran Šagi		
	Mentor		Dr.sc.Goran Šagi		
ISO - tolerancije	Objekt: Prikolica za košnice		Objekt broj:		Kopija
			R. N. broj:		
	Napomena:		Konstruktivski smjer		
	Materijal: Aluminij	Masa: 2,98kg	Završni rad		
		Naziv: Stražnja maska donjeg dijela prikolice		Pozicija: 13	Format: A3
	Mjerilo originala				Listova: 1
	M 1:10	Crtež broj: 0035230928-P-005			List: 1

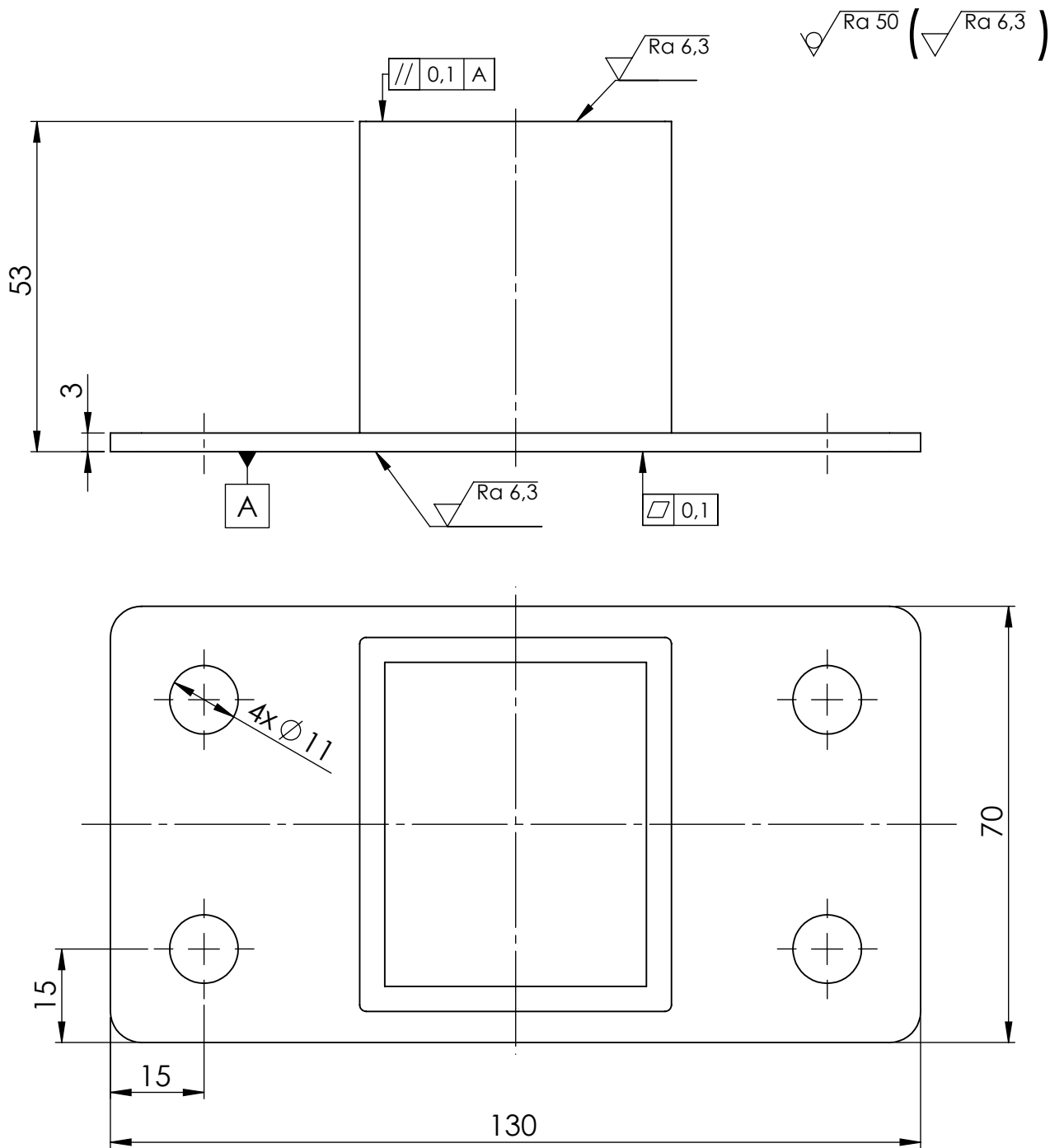


Design by CADLab



Napomena:
Svi nekotirani radijusi iznose $r=2\text{mm}$.

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	10.2.2025.	Marko Prlić		
Razradio	10.2.2025.	Marko Prlić		
Crtao	10.2.2025.	Marko Prlić		
Pregledao	13.2.2025.	Dr.sc.Goran Šagi		
Objekt:		Prikolica za košnice		Objekt broj:
				R. N. broj:
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal:	S235JR	Masa:	2,10kg	Završni rad
		Naziv:		Pozicija:
M 1:1		Prirubnica za stabilizator		28
Crtež broj: 0035230928-P-011-1				Format: A4
				Listova: 1
				List: 1



Napomena:
Skinuti sve oštre rubove za 0,5x45°

	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	10.2.2025.	Marko Prlić		
Razradio	10.2.2025.	Marko Prlić		
Crtao	10.2.2025.	Marko Prlić		
Pregledao	13.2.2025.	Dr.sc.Goran Šagi		
Objekt:		Prikolica za košnice		Objekt broj:
				R. N. broj:
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: S235JR		Masa: 2,10kg	Završni rad	
 Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	
M 1:1	Prirubnica za stabilizator		28	
Crtež broj: 0035230928-P-011-2			List: 1	