

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
STROJNIŠTVO

Žan OSVALD

**KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA IN IZDELAVA  
PLATOJA ZA TRAKTOR FIAT ŠTORE 404**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2020

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
STROJNIŠTVO

Žan OSVALD

**KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA IN IZDELAVA PLATOJA ZA  
TRAKTOR FIAT ŠTORE 404**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**STRUCTURAL DESIGN AND MANUFACTURE OF TIPPER  
BOXES FOR TRACTOR FIAT ŠTORE 404**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2020

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju, gospodu Draganu Gogiću, mag. inž. metal. in mater., za strokovno pomoč in svetovanje pri nastanku diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi gospodu Marjanu Osvaldu za pomoč in nasvete pri nastajanju izdelka.

Predvsem pa velja zahvala staršem, sestri in dekletu za spodbudne besede in dejanja, ki sem jih bil deležen v preteklih mesecih.

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani *Žan Osvald*, rojen 22. 4. 1997 v Mariboru, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa strojništvo, izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *Konstruktivna zasnova in izdelava platoja za traktor Fiat Štore 404* avtorsko delo.

V diplomskem delu so vsi uporabljeni viri in literatura konkretno navedeni; teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Diplomsko delo je lektorirala *Metka Štraser*, profesorica slovenskega jezika s književnostjo, ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel *Žan Osvald*.

Kraj in datum: \_\_\_\_\_

Lastnoročni podpis študenta/-ke: \_\_\_\_\_

## MENTORSTVO

Diplomsko delo je zaključek Višješolskega strokovnega študija, smer strojništvo, opravljen je bil na Tehniškem šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole je za mentorja diplomskega dela imenovala Dragana Gogića, mag. inž. metal. in mater.

### **Komisija za oceno in zagovor:**

Predsednik: \_\_\_\_\_

Član/mentor: \_\_\_\_\_

Član: \_\_\_\_\_

Član/somentor: \_\_\_\_\_

Datum diplomskega izpita: \_\_\_\_\_

## POVZETEK

Diplomsko delo opisuje načrtovanje in izdelavo traktorskega platoja, ki je primeren za traktor Fiat Štore 404. V uvodnem delu so predstavljeni namen, cilji in omejitve diplomskega dela.

V nadaljevanju so predstavljeni traktorski priključki, ki lahko olajšajo delo na kmetijah, s poudarkom na predstavitvi traktorskega platoja kot univerzalnega priključka. Poglavje zajema tudi preračune hidravličnega cilindra in najbolj obremenjenih sornikov ter možnost nadgradnje platoja.

V glavnem delu je pojasnjena izbira zasnove traktorskega platoja in njegovo načrtovanje. Predstavljen je program SolidWorks, ki je uporabljen za modeliranje platoja in izvedbo simulacij obremenitev. Razložena je izbira materiala, ki je bil uporabljen, in opisane so njegove lastnosti. V poglavju so predstavljene tudi faze izdelave platoja s praktičnim preizkusom delovanja in primerljivost stroškov izdelave s kupljenimi izdelki.

V zaključku je predstavljena objektivna ocena rezultatov oz. doseženih ciljev, ki so bili zastavljeni v uvodu. Priloženi sta še tehniška dokumentacija platoja in njegova sestavnica.

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	621.867.7-11:681.3.06(043.2)
KG	traktorski plato/konstruiranje/modeliranje/izdelava
AV	OSVALD, Žan
SA	GOGIĆ, Dragan (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2020
IN	<i>KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA IN IZDELAVA PLATOJA ZA TRAKTOR FIAT ŠTORE 404</i>
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XII, 39 str., 34 sl., 4 tab., 11 vir., 2 pril.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	<i>Diplomsko delo predstavlja načrtovanje in izdelavo traktorskega platoja, ki je primeren za traktor Fiat Štore 404. V prvem delu so predstavljeni traktorski priključki, uporabljeni preračuni in možna nadgradnja. Osrednji del zajema načrtovanje in izdelavo traktorskega priključka s predstavitevijo konstrukcijskih izhodišč, izbire materialov, simulacije obremenitev in postopka izdelave. V zaključnem delu je podana razlaga med planiranim in doseženim ciljem ter primerljivost med nastalimi stroški.</i>

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd  
DC 621.867.7-11:681.3.06(043.2)  
CX tipper box/structural design/modeling/manufacture  
AU OSVALD, Žan  
AA GOGIĆ, Dragan (mentor)  
PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12  
PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College  
PY 2020  
TI *STRUCTURAL DESIGN AND MANUFACTURE OF TIPPER BOXES FOR TRACTOR FIAT ŠTORE 404*  
DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)  
NO XII, 39 p., 34 fig., 4 tab., 11 ref., 2 add.  
LA sl  
AB *The diploma thesis presents the design and manufacture of a tipper box that is appropriate for tractor Fiat Štore 404. The first section presents tractor attachments, calculations that we used and possible upgrades. The central part covers the design and manufacture of the tractor attachment with the presentation of the structural starting points, the choice of materials, the simulation of loads and the manufacturing process. The final part provides an explanation of what is planned and achieved and the comparability of costs incurred.*



## KAZALO VSEBINE

<b>ZAHVALA .....</b>	<b>II</b>
<b>IZJAVA O AVTORSTVU .....</b>	<b>III</b>
<b>MENTORSTVO.....</b>	<b>IV</b>
<b>POVZETEK .....</b>	<b>V</b>
<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>VI</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO VSEBINE.....</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO SLIK.....</b>	<b>X</b>
<b>KAZALO TABEL.....</b>	<b>XI</b>
<b>KAZALO PRILOG.....</b>	<b>XII</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 OPREDELITEV PODROČJA IN OPIS OBRAVNAVANEGA PROBLEMA .....	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA .....	1
1.3 PREDPOSTAVKE, OMEJITVE IN PRIČAKOVANI REZULTATI DIPLOMSKEGA DELA .....	2
<b>2 PREGLED STANJA.....</b>	<b>3</b>
2.1 PREGLED TRAKTORSKIH PRIKLJUČKOV .....	3
2.1.1 Snežni plug .....	3
2.1.2 Traktorska prikolica .....	4
2.1.3 Posipalec .....	4
2.1.4 Traktorski plato.....	5
2.2 PRERAČUN KLJUČNIH SESTAVNIH DELOV.....	6
2.2.1 Preračun hidravličnega cilindra .....	6
2.2.2 Kontrola sornika št. 3.....	7
2.2.2.1 Kontrola sornika na strig .....	7
2.2.2.2 Kontrola površinskega tlaka .....	8
2.2.3 Kontrola sornika št. 4.....	8
2.2.3.1 Kontrola sornika na upogib .....	9
2.2.3.2 Kontrola površinskega tlaka .....	10
2.3 ZAPIRANJE LOPUTE TOVORNEGA PROSTORA .....	11
<b>3 IZDELAVA TRAKTORSKEGA PLATOJA .....</b>	<b>12</b>
3.1 IZBIRA ZASNOVE TRAKTORSKEGA PLATOJA .....	12
3.2 NAČRTOVANJE PLATOJA.....	13
3.3 KONSTRUIRANJE TRAKTORSKEGA PLATOJA .....	13
3.3.1 Predstavitev zaporedja postopka konstruiranja .....	13
3.3.2 Konstruiranje ohišja .....	16
3.3.3 Sestava traktorskega platoja.....	17

3.4	SIMULACIJA OBREMENJENOSTI PLATOJA .....	19
<b>3.4.1</b>	<b>Simulacija ohišja .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Simulacija tovornega prostora.....</b>	<b>21</b>
3.5	IZBIRA MATERIALA.....	23
3.6	FAZE IZDELAVE TRAKTORSKEGA PLATOJA .....	24
<b>3.6.1</b>	<b>Nabava materiala .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Tehnološki postopek izdelave platoja .....</b>	<b>25</b>
3.6.2.1	Razrez materiala.....	25
3.6.2.2	Vrtanje .....	27
3.6.2.3	Varjenje.....	27
3.6.2.4	Brušenje.....	29
3.6.2.5	Površinska zaščita .....	31
<b>3.6.3</b>	<b>Sestava in preizkus platoja.....</b>	<b>31</b>
3.7	PRIMERLJIVOST STROŠKOV IZDELAVE PLATOJA.....	35
<b>3.7.1</b>	<b>Pregled stroškov izdelave .....</b>	<b>35</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Primerjava platoja s tržiščem .....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>VIRI.....</b>	<b>38</b>
	<b>PRILOGE</b>	

## KAZALO SLIK

Slika 1: Snežni plug .....	3
Slika 2: Traktorska prikolica .....	4
Slika 3: Traktorski plato .....	5
Slika 4: Pozicije sornikov .....	6
Slika 5: Prerez vpetja s sornikom št. 4 .....	9
Slika 6: Plato podjetja Heral d. o. o. ....	12
Slika 7: Tovorni prostor s pritrditvami .....	14
Slika 8: Nož tovrnega prostora .....	14
Slika 9: Stranice platoja z ojačitvami .....	15
Slika 10: Dno platoja z ojačitvami .....	16
Slika 11: Okvir ohišja .....	16
Slika 12: Ohišje platoja .....	17
Slika 13: Sestavljen plato v programu SolidWorks .....	18
Slika 14: Prikaz tovrnega prostora z nagibom 70 ° .....	18
Slika 15: Izbira materiala .....	19
Slika 16: Najvišja notranja napetost na ohišju ob delovanju sile 15.000 N .....	20
Slika 17: Deformacija ohišja ob delovanju sile 15.000 N .....	20
Slika 18: Deformacija ohišja ob delovanju hidravličnega cilindra s silo 15.000 N .....	21
Slika 19: Najvišja notranja napetost na tovrnem prostoru ob delovanju sile 15.000 N .....	22
Slika 20: Deformacija tovrnega prostora ob delovanju s silo 15.000 N .....	22
Slika 21: Sinoptik izdelave platoja .....	24
Slika 22: Pritrdišče 1 .....	25
Slika 23: Pritrdišče 2 .....	25
Slika 24: Kotnik .....	26
Slika 25: Pritrdišče 3 .....	26
Slika 26: Roka ohišja .....	26
Slika 27: Pločevina 100 x 350 .....	26
Slika 28: Zvarjen tovrni prostor .....	28
Slika 29: Zvarjeno ohišje platoja .....	29
Slika 30: Brusilna stroja s kotnim prenosom .....	30
Slika 31: Montiran sklop traktorskega platoja .....	32
Slika 32: Plato v fazi nakladanja mokrega snega .....	33
Slika 33: Napolnjen plato z mokrim snegom .....	33
Slika 34: Plato v fazi nagiba pod kotom 70 ° .....	34

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Material S235 .....	23
Tabela 2: Material S355J2+N .....	23
Tabela 3: Stroški izdelave traktorskega platoja .....	35
Tabela 4: Primerjava traktorskih platojev .....	36

## **KAZALO PRILOG**

PRILOGA A: Traktorski plato 1

PRILOGA B: Traktorski plato 2

# 1 UVOD

## 1.1 OPREDELITEV PODROČJA IN OPIS OBRAVNAVANEGA PROBLEMA

Pogoji za življenje na podeželju so zaradi velike oddaljenosti od večjih mest, slabih cest in snega nemalokrat oteženi. Dejstvo je, da si zaradi visokih cen traktorskih priključkov manjše kmetije in ljudje na podeželju le-te težko privoščijo. Zasnova bom traktorski plato za domačo uporabo, ki bi bil cenejši in dimenzijsko primeren za traktor Fiat Štore 404, ki ga imam na razpolago.

Traktorski plato bi opravljal ključne naloge, kot so prevažanje zemlje in težjih bremen, pluzenje, ravnanje ceste itd. Za cilj diplomske naloge sem si zadal, da ima plato možnost hidravličnega naklona, ki bo primeren zmogljivosti hidravlične črpalke na traktorju, kar bo olajšalo in pospešilo prevažanje zemlje oz. peska.

## 1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Namen diplomskega dela je zasnovati traktorski plato, ki bo zadoščal potrebam manjše kmetije in bo cenejši v primerjavi s kupljenim izdelkom. Najprej bom raziskal, kakšne traktorske priključke bi lahko uporabil za svoje potrebe, nato pa predstavil, zakaj je traktorski plato zame najbolj ustrezen.

Naredil bom preračun hidravličnega cilindra, ki ga bom potreboval in bo primeren za zmogljivosti traktorja. Konstrukcijo bom izrisal v 3D programu in naredil preračun najbolj obremenjenih delov platoja.

Določil bom, kateri material bi bil najprimernejši, in opisal, kakšne postopke obdelav bi uporabil za izdelavo platoja. Dodal bom tudi preračun stroškov, kjer bom primerjal ceno svojega in kupljenega izdelka.

### CILJI DIPLOMSKEGA DELA :

- izdelava traktorskega platoja, ki bo cenejši v primerjavi s kupljenim platojem,
- naklon z iztegnjenim hidravličnim cilindrom vsaj 70 °,
- nosilnost najmanj 1.000 kg,
- cena izdelave mora biti manj kot 700 €.

### **1.3 PREDPOSTAVKE, OMEJITVE IN PRIČAKOVANI REZULTATI DIPLOMSKEGA DELA**

Tema diplomskega dela izhaja iz inovativnega pristopa in razmišljanj strokovnjaka s področja strojništva, da z določenimi pristopi lahko naredimo uporabne in ekonomsko upravičene izdelke, ki ravno tako služijo svojemu namenu kot izdelki, ki jih ponuja trg.

Omejitve, ki vplivajo na delo, so:

- zasnova in izdelava traktorskega platoja mora zadostiti zahtevam s stališča uporabnosti in varnega dela
- zaradi obsega dela in stroškov se bom v diplomskem delu osredotočil na konstrukcijsko zasnovano celotnega sklopa in izdelavo le traktorskega platoja brez hidravličnega sklopa, ki ga že imam
- dostopnost podatkov podobnih sklopov na spletnih straneh.

## 2 PREGLED STANJA

### 2.1 PREGLED TRAKTORSKIH PRIKLJUČKOV

Na podeželju se ljudje čez leto soočamo z različnimi ovirami, kot so sneg, nakladanje in razkladanje zemlje, ravnanje cest, prevažanje drv, posipavanje zaledenelih cest itd. Predstavil bom traktorske priključke, ki nam lahko takšno delo olajšajo, in njihove pozitivne ter negativne lastnosti.

#### 2.1.1 Snežni plug

Snežni plug, ki ga vidimo na sliki 1, je priprava, ki se namesti na cestno ali železniško vozilo in je namenjena odstranjevanju snega z večjih površin. Glede na smer vožnje je postavljen pod določenim kotom, kar nam omogoča, da sneg plužimo samo na eno stran. (Wikipedija, 2020)

Prav tako ga lahko namestimo na domač traktor in splužimo dovoz ali cesto, ki pelje do nas. Težava pri snežnih plugih pa je, da so zasnovani za cestno pluženje na daljše razdalje, ne pa na pluženje manjšega dovoza ali dvorišča, kjer težko splužimo, ne da naredimo »stene« stisnjene snega.



Slika 1: Snežni plug

Vir: Cemeh, 2020



### 2.1.2 Traktorska prikolica

Traktorska prikolica na spodnji sliki je priključek, ki nam omogoča prevažanje različnih bremen oz. materialov, kot so: pesek, koruza, pšenica, les itd. Za nakladanje le-teh potrebujemo stroj (npr. bager, viličar, žerjav s kleščami) ali to opravimo ročno. Novejše prikolice imajo že vgrajen hidravlični cilinder, ki omogoča naklon tovornega prostora za hitro razkladanje tovora, vendar so te dražje. Če prikolica te možnosti nima, moramo razkladanje opraviti strojno ali ročno, za kar porabimo več časa in denarja.



*Slika 2: Traktorska prikolica  
Vir: Agroma, 2020*

### 2.1.3 Posipalec

Posipalec lahko namestimo na tovornjak ali traktor in z njim posipavamo zaledenele ceste s soljo ali peskom. Zaradi njegove specifične namembnosti ga lahko uporabimo samo za posipavanje in zaradi tega se manjšim kmetijam nakup ne splača.

### 2.1.4 Traktorski plato

Traktorski plato je priključek (slika 3), ki je vsestransko uporaben in nepogrešljiv pripomoček na kmetiji, saj ga lahko imamo zaradi njegove vsestranskosti vedno priključenega. Uporabimo ga lahko za pluzenje, nakladanje in razkladanje peska, prevažanje drv, ravnanje cest, posipavanje cest itd.

Glede na razkladanje tovora z naklonom jih delimo na hidravlične in mehanske. Največ je hidravličnih, saj lahko z njim upravljamo iz traktorske kabine s pomočjo krmilnih ročic. Pri mehanskih platojih pa moramo za razkladanje tovora povleči ročico na platoju, kar po navadi zahteva večjo silo.

Poznamo številne proizvajalce platojev, njihovi izdelki pa se med seboj razlikujejo glede na izvedbo, ceno, nosilnost in težo platoja.



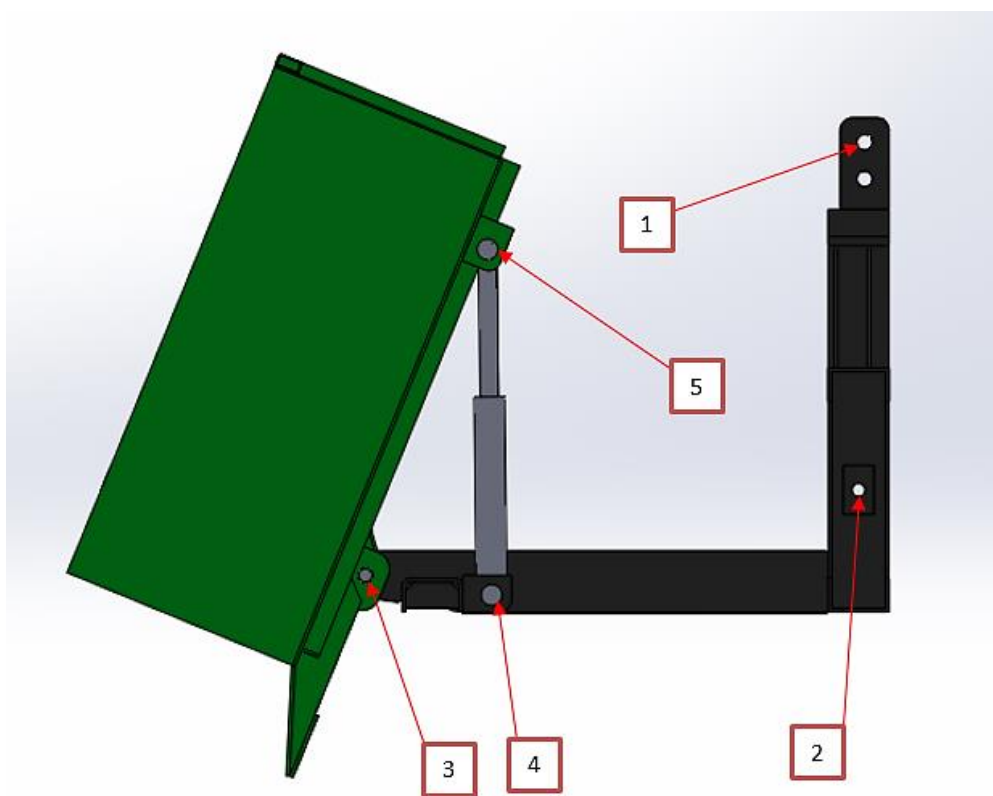
*Slika 3: Traktorski plato*

*Vir: Uniforest, 2020*

## 2.2 PRERAČUN KLJUČNIH SESTAVNIH DELOV

Ker želim, da je izdelek funkcionalen in varen za uporabo, bom preveril, ali bo hidravlični cilinder ustvaril zadostno silo za nagib tovornega prostora, nato pa bom naredil preračun najbolj obremenjenih sornikov.

Odločil sem se, da naredim preračun za sornika 3 in 4, kot prikazuje spodnja slika, saj sta le-ta najbolj obremenjena pri upogibu in strigu. Kot pomoč pri izračunih sem uporabil Krautov strojniški priročnik. (Kraut, 2011)



Slika 4: Pozicije sornikov

Vir: Osvald, 2020

### 2.2.1 Preračun hidravličnega cilindra

Hidravlični cilinder, ki ga bom uporabil, je izvedbe HOLE 50/30-200. To pomeni, da je notranji premer cilindra 50 mm, premer batnice 30 mm in dolžina hoda 200 mm. Preračunal bom največjo silo raztezanja in skrčenja hidravličnega cilindra pri tlaku 180 barov oz.  $18 \text{ N/mm}^2$ .

$$F_{\text{raz}} = p \cdot A = p \cdot \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) = \frac{18 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot \left( \frac{\pi \cdot 50 \text{ mm}^2}{4} \right) = 35343 \text{ N}$$

$$F_{skr} = p \cdot A = p \cdot \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) = \frac{18 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot \left( \frac{\pi \cdot 50 \text{ mm}^2}{4} - \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \right) = 22619 \text{ N}$$

Legenda:

$F_{raz}$	sila raztezanja
$F_{skr}$	sila skrčenja
$p$	tlak črpalke
$A$	površina
$D$	notranji premer cilindra
$d$	premer batnice

Iz preračunov je razvidno, da je hidravlični cilinder primeren za obremenitve traktorskega platoja.

### 2.2.2 Kontrola sornika št. 3

Zaradi manjših debelin pločevin, ki so uporabljene za vpetje sornika št. 3, bom naredil preračun površinskega tlaka in strižne napetosti. Določil sem, da bo maksimalna sila, ki bi delovala na sornika 15.000 N. Za preračun posameznega sornika pa sem določil, da je sila, ki deluje nanj, 7.500 N.

Osnovni podatki, ki jih bomo potrebovali za preračun sornika, so:

- material, ki je uporabljen za vse sestavne dele, je S355J2+N
- utripna obremenitev
- sila  $F$  je 7.500 N
- $a = 15 \text{ mm}$
- $b = 15 \text{ mm}$
- $d = 25 \text{ mm}$ .

#### 2.2.2.1 Kontrola sornika na strig

Največja dopustna strižna napetost sornika za ta primer je  $\tau_{sdop} = 60 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ .

$$\tau_s = \frac{F}{A_s} = \frac{7500 \text{ N}}{981,7 \text{ mm}^2} = 7,6 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A_s = 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot (25 \text{ mm})^2}{4} = 981,7 \text{ mm}^2$$

$$\tau_s \leq \tau_{sdop}$$

$$7,6 \leq 60$$

### 2.2.2.2 Kontrola površinskega tlaka

Najprej sem preračunal površinski tlak med sornikom in pritrdiščem, nato pa med sornikom in ohišjem.

Poiskal sem največji dopustni tlak za naš primer, ki je  $p_{dop} = 24 [N/mm^2]$ .

$$p_1 = \frac{F}{A_{proj1}} = \frac{7500 N}{375 mm^2} = 20 [N/mm^2]$$

$$A_{proj1} = a \cdot d = 15 mm \cdot 25 mm = 375 mm^2$$

$$p_1 \leq p_{dop}$$

$$20 \leq 24$$

$$p_2 = \frac{F}{A_{proj2}} = \frac{7500 N}{750 mm^2} = 10 [N/mm^2]$$

$$A_{proj2} = 2 \cdot b \cdot d = 2 \cdot 15 mm \cdot 25 mm = 750 mm^2$$

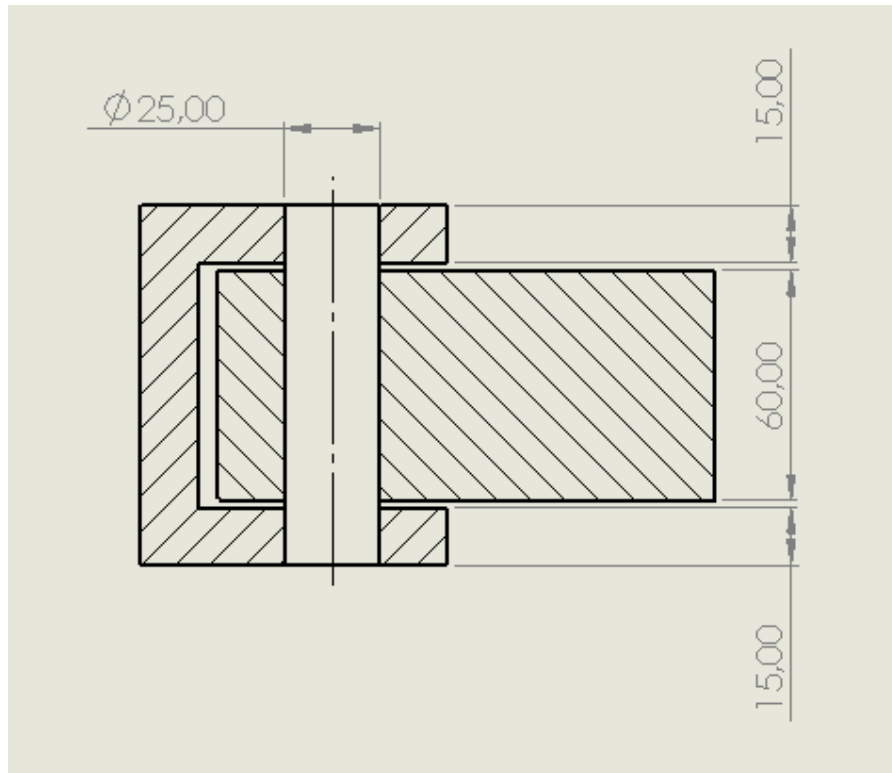
$$p_2 \leq p_{dop}$$

$$10 \leq 24$$

Legenda:	$p_1 [N/mm^2]$	površinski tlak vpetja na ohišju
	$A_{proj1} [mm^2]$	nosilna površina vpetja na ohišju
	$a [mm]$	širina vpetja na ohišju
	$p_2 [N/mm^2]$	površinski tlak pritrdišča na tovornem prostoru
	$A_{proj2} [mm^2]$	nosilna površina pritrdišča na tovornem prostoru
	$b [mm]$	širina pritrdišča na tovornem prostoru
	$d [mm]$	premer sornika
	$F [N]$	sila tovora

### 2.2.3 Kontrola sornika št. 4

Sornik št. 4 sem izbral, ker nanj delujeta največja sila in upogibna napetost, saj hidravlični cilinder, ki ga povezuje z ohišjem, dviguje celotni tovorni prostor in zanj potrebujem najdaljši sornik. Za to sem za silo F določil obremenitev 15.000 N. Sila obremenitve je v primeru sornika št. 5 enaka kot pri sorniku št. 4, vendar se razlikujeta glede na upogibno napetost, saj je sornik št. 4 daljši. Sornik bom preveril na upogib ter površinsko napetost med sornikom in pritrdiščem. Ker je sornik daljši, ni potrebno preverjati strižne napetosti, saj je ta zanemarljivo majhna. Prerez vpetja s sornikom št. 4 prikazuje slika 5.



Slika 5: Prerez vpetja s sornikom št. 4

Vir: Osvald, 2020

Osnovni podatki, ki jih bomo potrebovali za preračun sornika št. 4, so:

- sornik in pritrdišče sta iz materiala S355J2
- imamo utripno obremenitev
- sila  $F$  je 15.000 N
- $a = 60$  mm
- $b = 15$  mm
- $d = 25$  mm.

### 2.2.3.1 Kontrola sornika na upogib

Največja dopustna upogibna napetost za primeren sornik je  $\sigma_{udop} = 140$  [N/mm<sup>2</sup>].

$$\sigma_u = \frac{M_{umax}}{W_u} = \frac{4 \cdot F \cdot (a + 2 \cdot b)}{\pi \cdot d^3} = \frac{4 \cdot 15000 \text{ N} \cdot (60 \text{ mm} + 2 \cdot 15 \text{ mm})}{\pi \cdot (25 \text{ mm})^3} = 110 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_u \leq \sigma_{udop}$$

$$110 \leq 140$$



Legenda:	$\sigma_u$ [ $N/mm^2$ ]	upogibna napetost
	$M_{u_{max}}$ [ $N/mm$ ]	maksimalni upogibni moment
	$W_u$ [ $mm^3$ ]	odpornostni moment
	$F$ [ $N$ ]	sila delovanja hidravličnega cilindra
	$a$ [ $mm$ ]	širina vpetja hidravličnega cilindra
	$b$ [ $mm$ ]	širina pritrdišča
	$d$ [ $mm$ ]	premer sornika

### 2.2.3.2 Kontrola površinskega tlaka

Preračunal sem površinski tlak med sornikom in pritrdiščem nato pa med sornikom in hidravličnim cilindrom.

Poiskal sem največji dopustni tlak za naš primer, ki je  $p_{dop} = 24$  [ $N/mm^2$ ].

$$p_1 = \frac{F}{A_{proj1}} = \frac{15000 \text{ N}}{1500 \text{ mm}^2} = 10 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A_{proj1} = a \cdot d = 60 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm} = 1500 \text{ mm}^2$$

$$p_1 \leq p_{dop}$$

$$10 \leq 24$$

$$p_2 = \frac{F}{A_{proj2}} = \frac{15000 \text{ N}}{750 \text{ mm}^2} = 20 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A_{proj2} = 2 \cdot b \cdot d = 2 \cdot 15 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm} = 750 \text{ mm}^2$$

$$p_2 \leq p_{dop}$$

$$20 \leq 24$$

Legenda:	$p_1$ [ $N/mm^2$ ]	površinski tlak hidravličnega cilindra
	$A_{proj1}$ [ $mm^2$ ]	nosilna površina hidravličnega cilindra
	$a$ [ $mm$ ]	širina vpetja hidravličnega cilindra
	$p_2$ [ $N/mm^2$ ]	površinski tlak pritrdišča
	$A_{proj2}$ [ $mm^2$ ]	nosilna površina pritrdišča
	$b$ [ $mm$ ]	širina pritrdišča
	$d$ [ $mm$ ]	premer sornika
	$F$ [ $N$ ]	sila delovanja hidravličnega cilindra

Glede na zgornje izračune lahko predpostavim, da so sorniki pravilno dimenzionirani. Upravljanje s traktorskim platojem je torej varno in med samim delovanjem ne bo prišlo do nepravilnosti.

### 2.3 ZAPIRANJE LOPUTE TOVORNEGA PROSTORA

Med raziskovanjem traktorskih priključkov sem prišel do ugotovitve, da na trgu še ne obstaja traktorski plato, ki bi omogočal zapiranje lopute tovorne prostora iz kabine traktorja. Pri nakladanju in razkladanju tovora, kot so npr. pesek, gnoj in koruza, je potrebno vedno izstopiti iz traktorja in loputo odpreti, stopiti na traktor in tovor naložiti z vzvratno vožnjo, spet izstopiti in zapreti loputo, da tovor med vožnjo ne uhaja s platoja.

Nadgradnja platoja, ki bi olajšala delo z le-tem, bi bila loputa, ki bi se zapirala in odpirala s pomočjo hidravličnega cilindra na stranici.

Loputa bi imela os odpiranja na zgornji strani sredine stranic. Za potrebe odpiranja in zapiranja lopute bi namestil hidravlični cilinder, ki bi bil pritrjen na stranici in loputi. Namestiti bi ga moral tako, da bi se loputa odprla za kot  $180^\circ$ , se naslonila na zadnjo stranico in s tem povišala tovarni prostor.

Tako bi odpravili problem, ki nastane pri običajnih loputah, kadar jih ne potrebujemo in jih je potrebno ročno odstraniti.

Pogoji, ki so potrebni za nadgradnjo:

- traktor mora imeti dovolj hidravličnih priključkov, da lahko krmilimo več hidravličnih cilindrov hkrati
- loputa in stranice platoja morajo biti ojačane, saj bi lahko zaradi sil, ki bi jih proizvedel hidravlični cilinder, prišlo do deformacij materiala
- zaradi potrebnih ojačitev in dodatnega hidravličnega cilindra bi se teža platoja znatno povečala, zato potrebujemo traktor, ki lahko dvigne večje obremenitve.

Za to nadgradnjo se ob izdelavi traktorskega platoja nisem odločili, saj je cilj naloge, da izdelam cenejši in lažji izdelek, ki bo konkurenčen na tržišču. Ta nadgradnja bi imela velik vpliv na ceno in težo izdelka, kar je v nasprotju z zadanimi cilji.



### 3 IZDELAVA TRAKTORSKEGA PLATOJA

#### 3.1 IZBIRA ZASNOVE TRAKTORSKEGA PLATOJA

Na trgu je veliko različnih proizvajalcev traktorskih platojev, ki se razlikujejo po ceni in izvedbi platoja. Po primerjavi platojev različnih proizvajalcev sem se odločil, da bom kot pomoč pri izdelavi izdelka uporabil plato podjetja Heral d. o. o., ki ga prikazuje slika 6.



*Slika 6: Plato podjetja Heral d. o. o.  
Vir: Heral, 2020*

Zasnova platoja je zelo preprosta in robustna. Izdelava je možna brez upogiba materiala, kar omogoča enostavno in cenejšo izdelavo, saj lahko material samo razrežemo in zavarimo.

Prav tako nam takšno vpetje hidravličnega cilindra omogoča visok naklon, ki pripomore k temu, da pri razkladanju tovor ne ostane na platoju. Ima dvostopenjski hidravlični cilinder, ki je s spodnje strani platoja zaščiten s pločvino, da se ob pluzenju ali nakladanju zemlje le-ta ne poškoduje.

Ima ojačano dno in stranice, saj je primeren za velike obremenitve. Dno je ojačano z ravnimi profili, ki so privarjeni pravokotno na spodnjo ploskev.

## 3.2 NAČRTOVANJE PLATOJA

Pri načrtovanju platoja sem upošteval dejstvo, da imam doma traktor Fiat Štore 404. Njegova moč je 30,9 kW oz. 42 KM in ima pogon na vsa štiri kolesa, kar v hribovitem okolju vožnjo zelo poenostavi. Štore je prvi slovenski traktor, ki so ga izdelovali v štirih različicah (402, 404, 502 in 504). Izdeloval se je do 31. 12. 1985, ko je tovarna zaradi nasprotovanj proizvajalca traktorjev IMT Beograd in takratne krize morala zapreti vrata. Med obratovanjem tovarne je bilo izdelanih 35.938 traktorjev in na višku delovanja je bilo tukaj zaposlenih 320 ljudi. Njihovi traktorji veljajo za izredno kvalitetne in so zaradi tega še danes zelo iskani. (*Celje.info, 2018*)

Pri načrtovanju sem upošteval širino traktorja, ki znaša 1800 mm. Priporočljivo je, da je plato enak ali širši, saj tako pri nakladanju ne povozi tovora. Določil sem da bom izdelal plato dimenzije 1800 x 1000 x 400 mm. Takšne dimenzije mi omogočajo, da odpadni material po razrezu uporabim še za druge dele, kot so ojačitve na platoju.

Za največjo nosilnost platoja sem določil 1.000 kg, kar je 300 kg več kot sem ocenili, da lahko obremenim traktor. Nosilnost platoja sem preveril s pomočjo simulacije v programu SolidWorks.

Debelina pločevine, ki jo bomo uporabili za stranice je 3 mm, za dno pa 5 mm. Menim, da bo dno najbolj obremenjeno zaradi tovora in 3-točkovnega vpetja na podstavek platoja. Stranice bom ojačal s pohištenimi cevmi, ki mi bodo služile kot nastavki za poviške.

Z izdelavo platoja želim doseči čim večji naklon tovarnega prostora ob iztegnjenem cilindru, saj ga bom uporabljal za nakladanje in razkladanje snega ali zemlje. Zato sem kot pomoč pri načrtovanju izdelka izbrali plato podjetja Heral d. o. o., saj takšno vpetje hidravličnega cilindra omogoča visok naklon tovarnega prostora.

## 3.3 KONSTRUIRANJE TRAKTORSKEGA PLATOJA

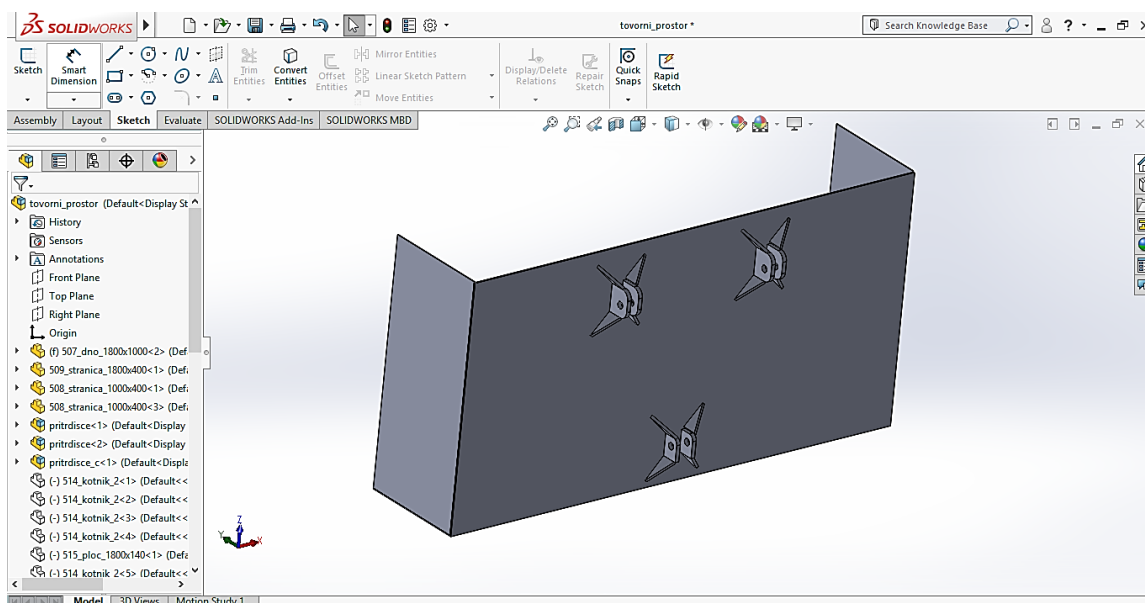
Po načrtovanju platoja sem se lotil modeliranja v programu SolidWorks. Ta program sem spoznal tekom študija in je zelo preprost za uporabo in risanje. Omogoča različne simulacije, s katerimi lahko ugotovimo, ali je posamezen del ali sestav pravilno dimenzioniran.

Pri modeliranju sem si pomagal s skicami in z merami, ki sem jih predpostavil. Plato sem za namene modeliranja razdelil na tovarni prostor in ohišje.

### 3.3.1 Predstavitev zaporedja postopka konstruiranja

Najprej sem glede na željene mere narisal tovarni prostor dimenzije 1800 x 900 x 400 mm. To mi je služilo kot osnova, kateri sem prilagajal vse ostale komponente. Za debelino dna sem izbral 5 mm, za debelino stranic pa 3 mm, ker sem ocenil, da bodo na stranice delovale manjše obremenitve. Narisal sem pritrdišča z izvrtinami 25 mm, ki jih prikazuje slika 7.

Njihova naloga je, da s sorniki pritrdijo tovorni prostor na ohišje in hidravlični cilinder, s katerim bom lahko krmilil naklon tovarnega prostora.

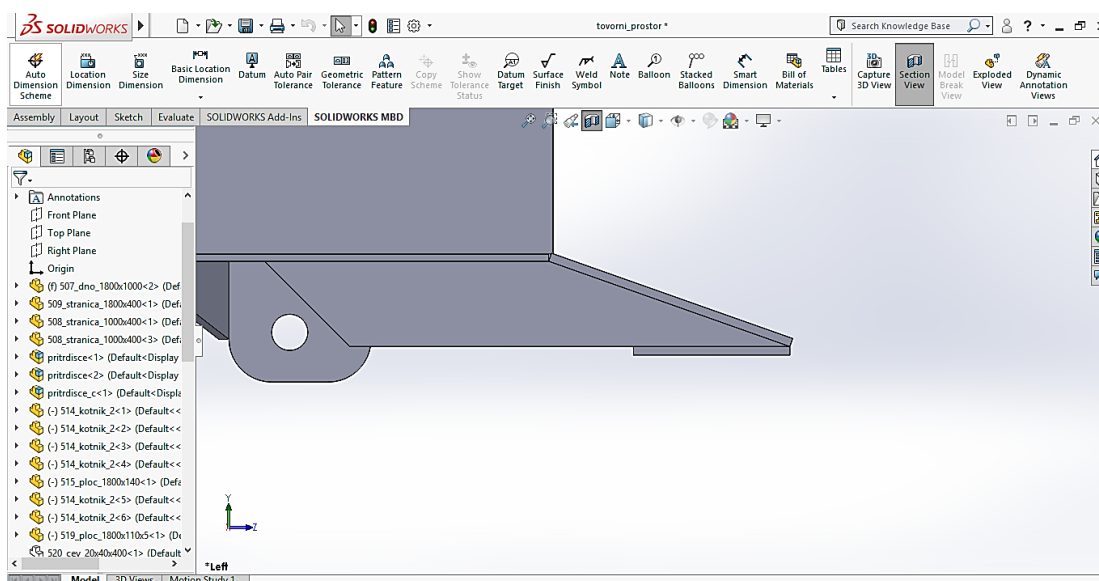


Slika 7: Tovorni prostor s pritrditvami

Vir: Osvald, 2020

Za debelino pritrđišča sem določil 15 mm, saj bi se izvrtina ob večjih obremenitvah raztezala in bi prišlo do neželene zračnosti. Pritrđišču sem dodal kotnike dimenzije 100 x 55 x 10 mm, ki služijo za enakomernjšo razporeditev sil, ki delujejo na dno tovarnega prostora.

Ker je tovorni prostor višji od podlage, s katere želimo nakladati tovor, sem na sprednji strani dodal pločevinasti trak dimenzije 1800 x 180 x 6 mm, kot vidimo na sliki 8.



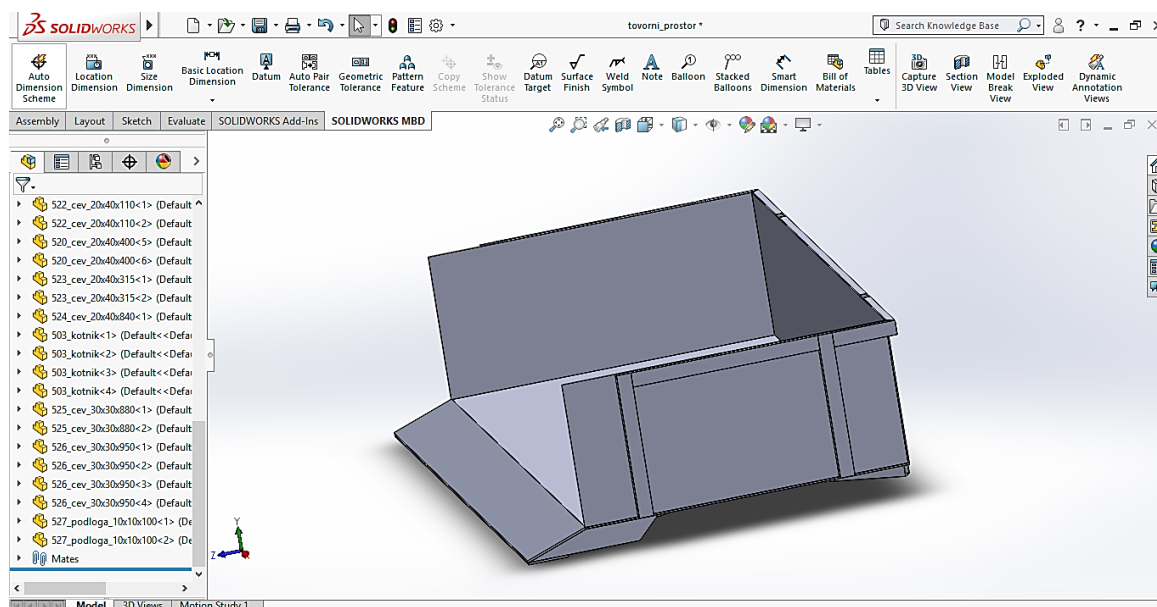
Slika 8: Nož tovarnega prostora

Vir: Osvald, 2020

Njegova naloga je vzpostaviti stik med tovornim prostorom in podlago pod takšnim kotom, da se bo material nakladal brez efekta pluženja. Željeni kot sem izbral s pomočjo programa SolidWorks tako, da sem simuliral pozicijo tovarnega prostora in podlage.

Zaradi obremenitev pri nakladanju tovora sem dodal šest ojačitev debeline 6 mm, ki povezujejo pločevinasti trak z dnom in preprečujejo njegov upogib. Ker bi se lahko sprednji rob traku ob trku v kakšen kamen poškodoval, sem na spodnji strani dodal še trak dimenzije 1800 x 110 x 6 mm.

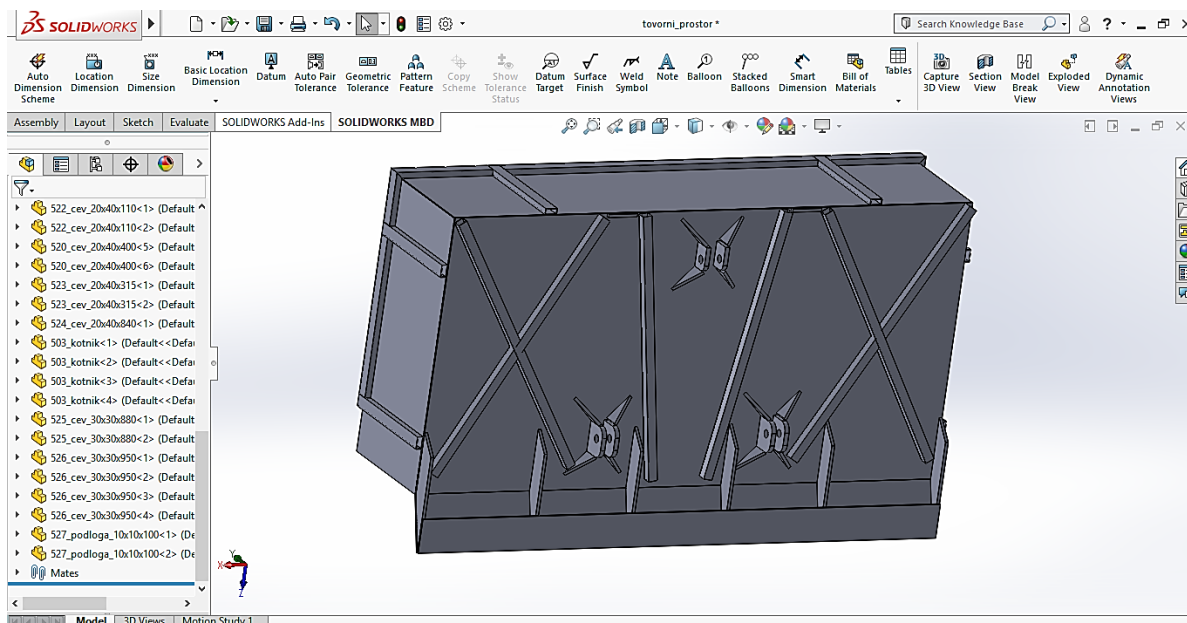
Ko sem imel osnovne dele sestavljene, sem dodal ojačitve na stranicah in dnu tovarnega prostora, ki bodo preprečevale deformacije ob večjih obremenitvah. Stranice sem ojačal s pohištvjenimi cevmi 20 x 40 mm, kot lahko vidimo na sliki 9. Šest cevi sem postavil navpično, saj bodo kasneje služile kot pritrditev za poviške stranic.



Slika 9: Stranice platoja z ojačitvami

Vir: Osvald, 2020

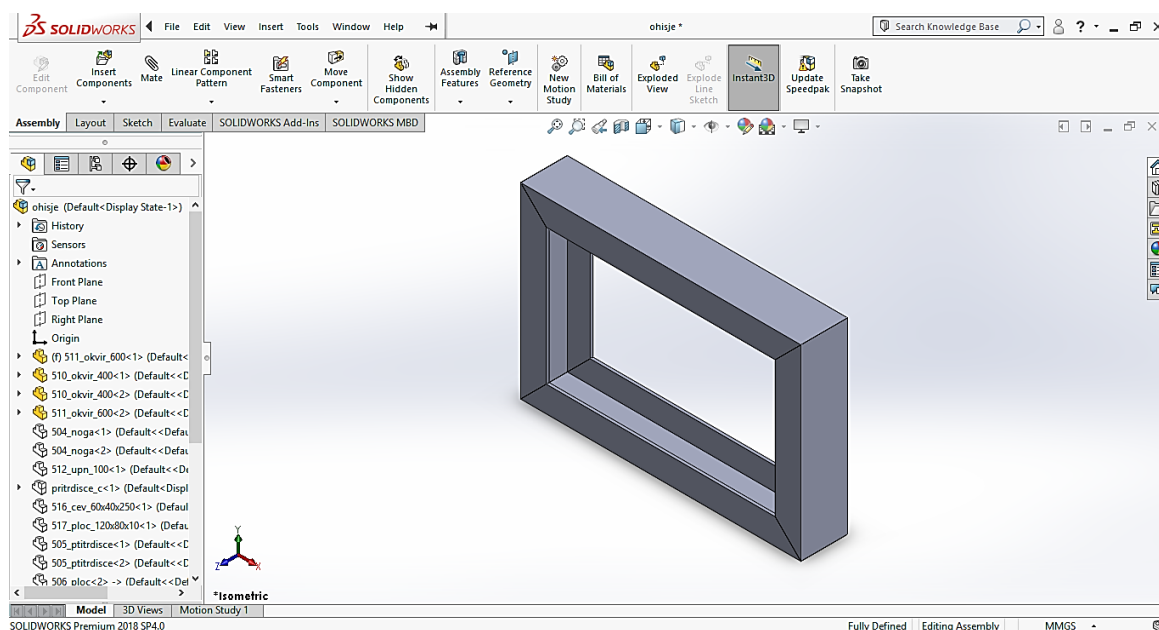
Dno tovarnega prostora pa sem ojačal s pohištvjenimi cevmi 30 x 30 mm, saj jih imam na razpolago doma. Namestil sem jih v obliki črke X, kot prikazuje slika 10, saj menim, da je možnost deformacije največja na sredini tovarnega prostora.



Slika 10: Dno platoja z ojačitvami  
Vir: Osvald, 2020

### 3.3.2 Konstruiranje ohišja

Ohišje sem dimenzioniral glede na tovorni prostor, tako da sem širino tovornega prostora razdelil na 3 dele in dobil razmak med nogama ohišja, ki bo 600 mm. Kot pomoč pri modeliranju in dimenzioniranju ohišja sem uporabil plato podjetja Heral d. o. o. Tako sem se odločil, da bom za osnovni okvir uporabil pravokotnik iz UPN-100 profilov, kot prikazuje slika 11.



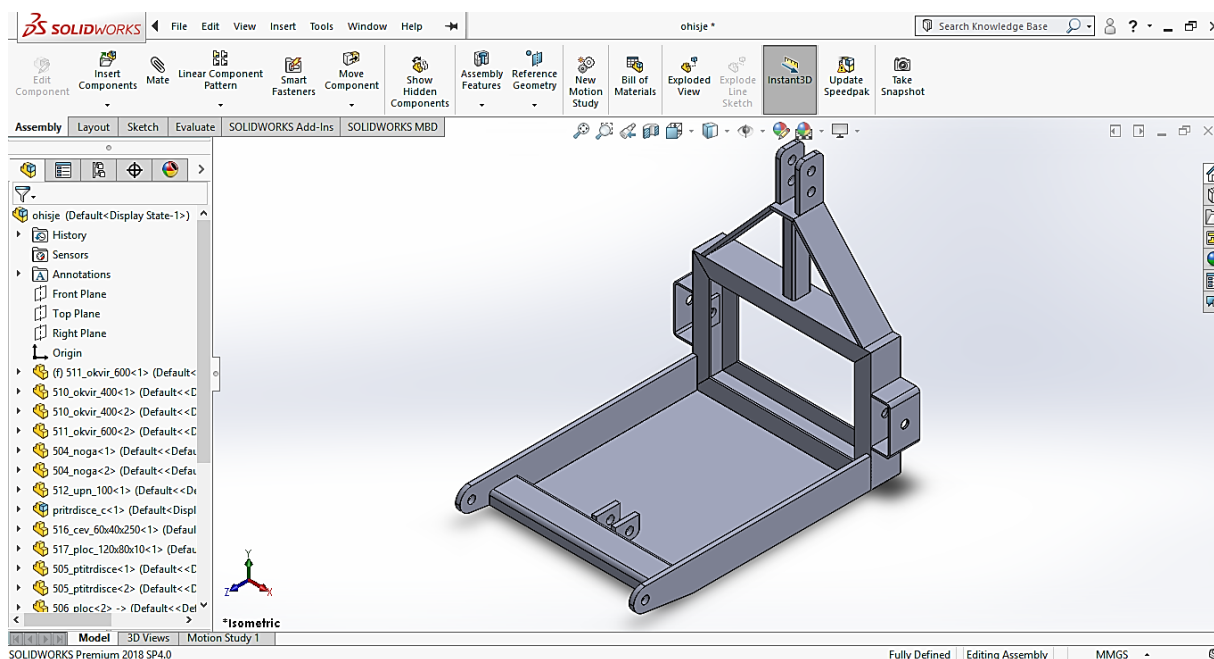
Slika 11: Okvir ohišja  
Vir: Osvald, 2020



Okvirju sem dodal dve nogi, ki bosta služili za vpetje tovornega prostora s sorniki.

Nogi sem med seboj povezal z UPN-100 profilom, ki sem mu dodal pritrdišče za hidravlični cilindar.

Nato sem s pomočjo mer drugih traktorskih priključkov in domačega traktorja določil pozicijo tritočkovnega vpetja na ohišju, kot vidimo na sliki 12.



Slika 12: Ohišje platoja

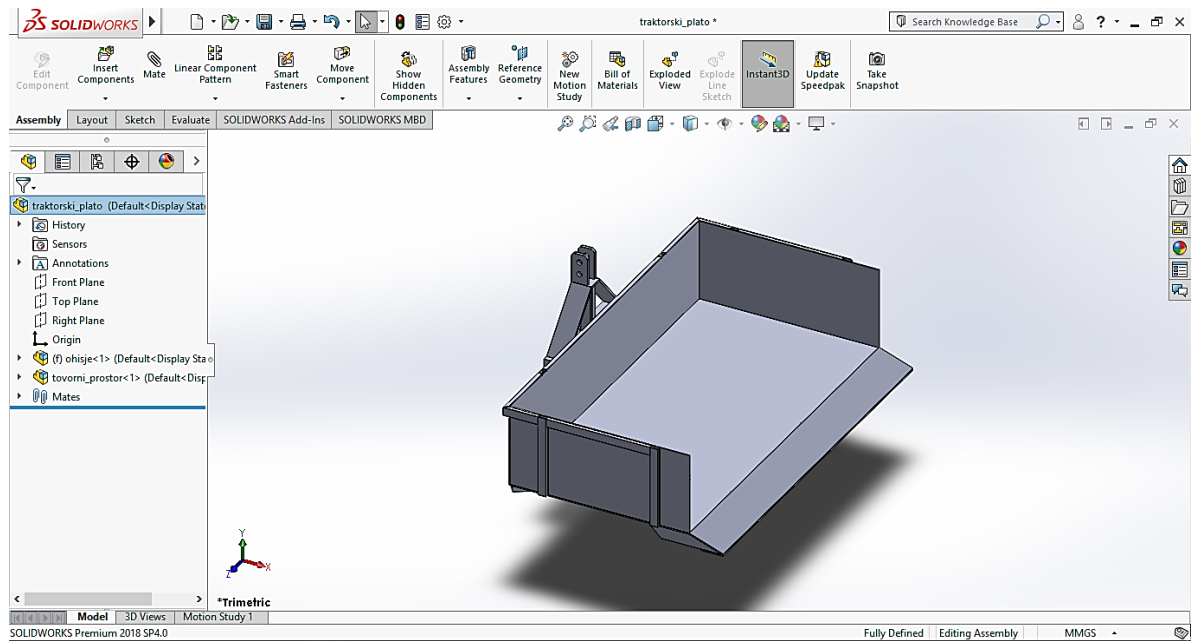
Vir: Osvald, 2020

### 3.3.3 Sestava traktorskega platoja

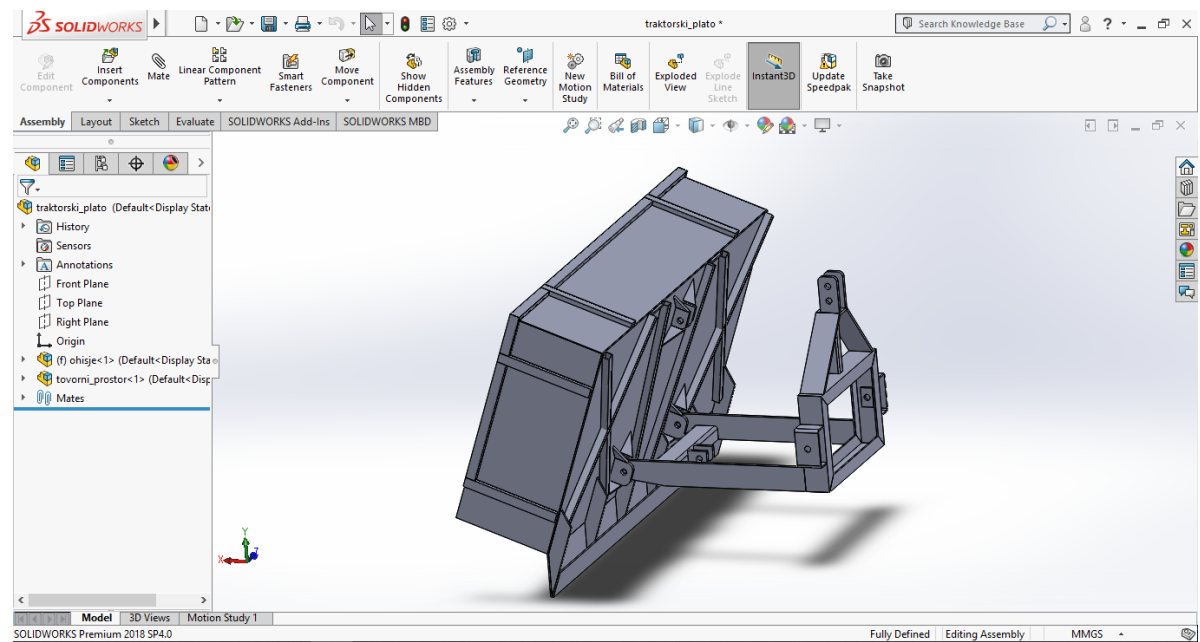
Ohišje in tovorni prostor sem sestavil in preizkusil, da med njima ne pride do trka. Potrebno je bilo še popraviti razdaljo med pritrditvami cilindra, da je ustrezala hidravličnemu cilindru, s katerim lahko tovorni prostor nagibamo pod  $70^\circ$  kotom.

Kot nagiba sem dobil s pomočjo podatka o dolžini raztezanja hidravličnega cilindra.

Sestavo traktorskega platoja vidimo na slikah 13 in 14.



Slika 13: Sestavljen plato v programu SolidWorks  
Vir: Osvald, 2020



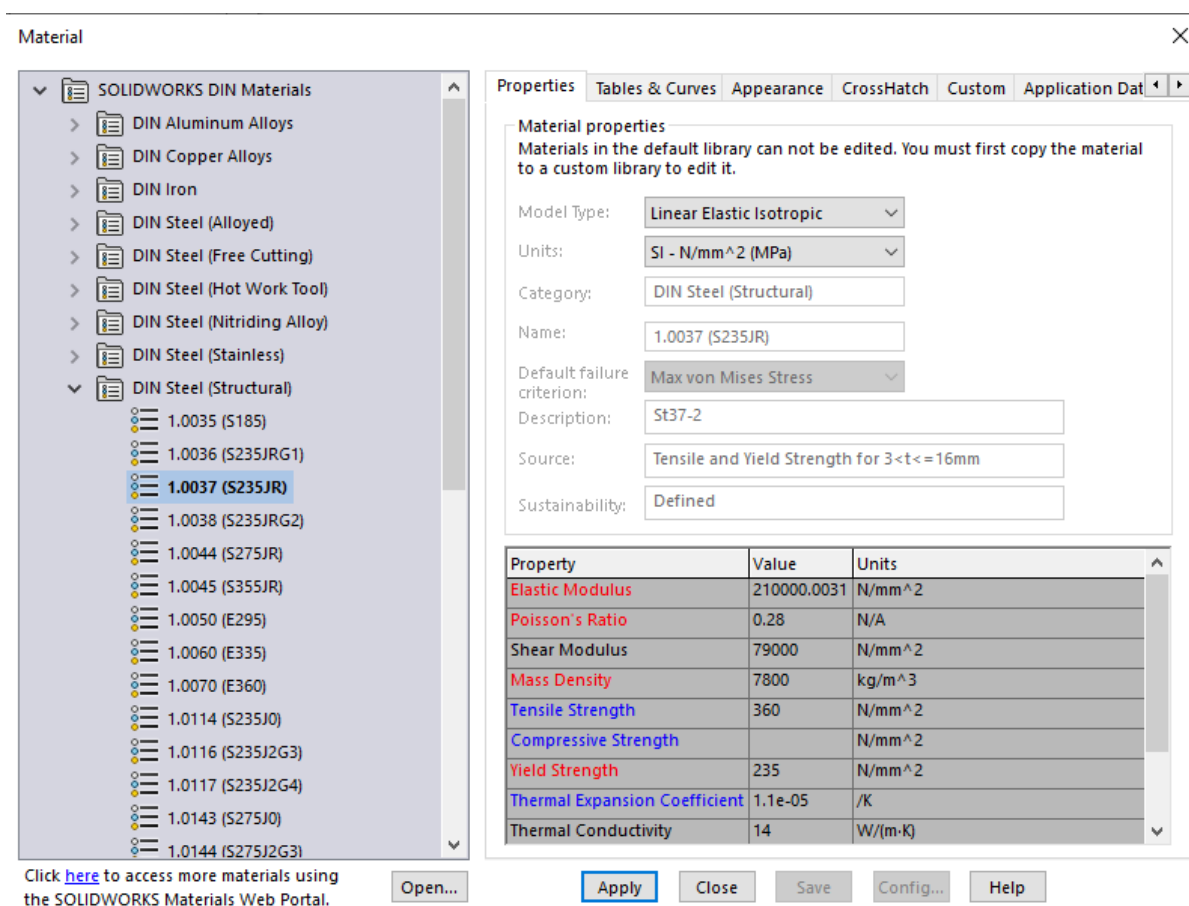
Slika 14: Prikaz tovornega prostora z nagibom 70 °  
Vir: Osvald, 2020

### 3.4 SIMULACIJA OBREMENJENOSTI PLATOJA

Da bi preveril ali bo traktorski plato prenesel nosilnost 1.000 kg sem s pomočjo programa SolidWorks naredil simulacijo ohišja in tovrnega prostora. Obremenil sem ju s silo 1.500 kg in tako preveril, ali konstrukcija odgovarja našim zahtevam.

#### 3.4.1 Simulacija ohišja

Simulacijo sem izvedel tako, da sem v programu SolidWorks pod zavihkom Simulation izbral statično analizo. Sestavnim elementom sem dodal materiala S355J2+N in S235JR, kar prikazuje slika 15.

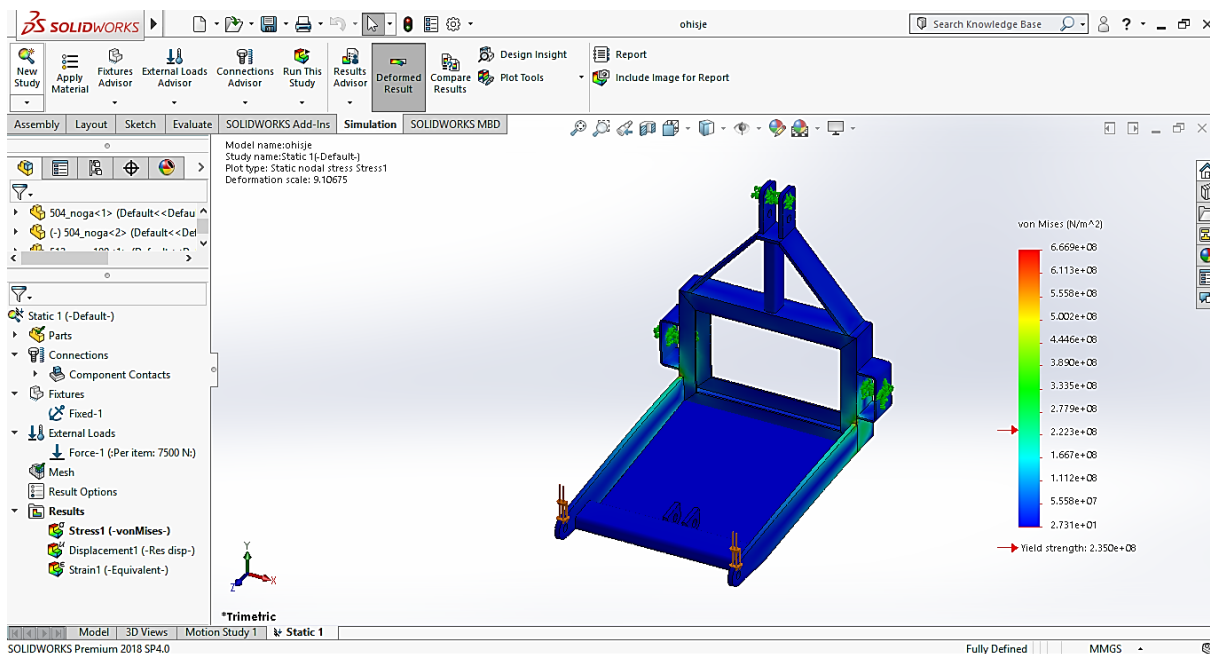


Slika 15: Izbira materiala

Vir: Osvald, 2020

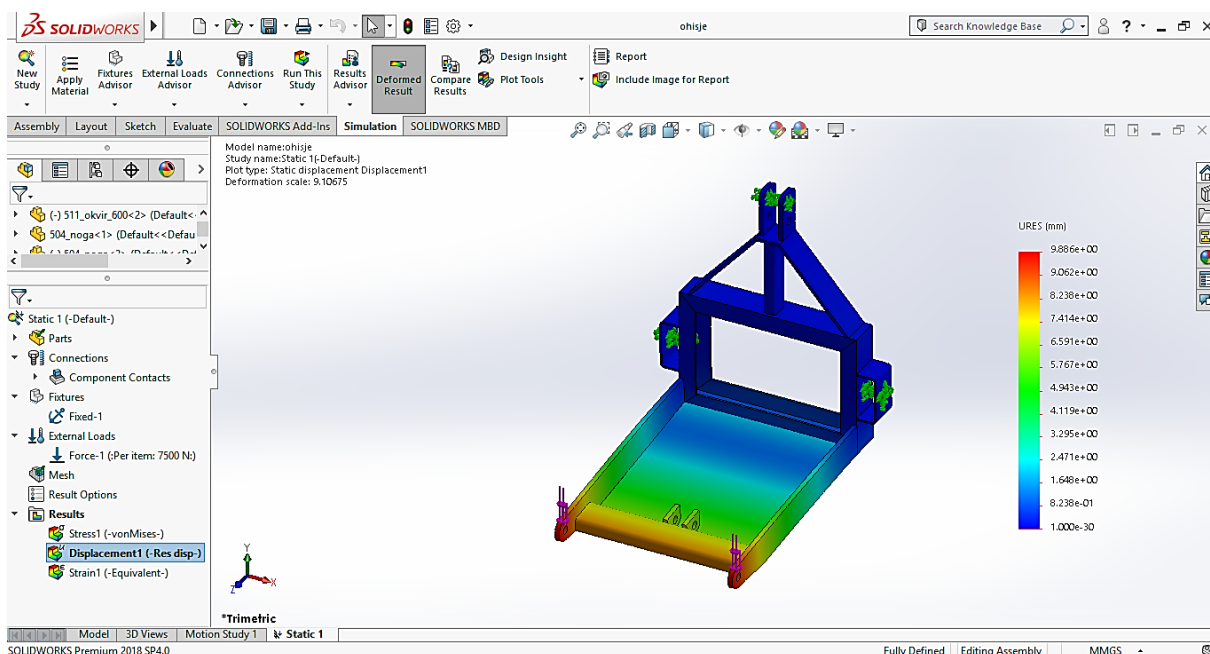
Nato sem določil točke vpetja in sile, ki bodo delovale na izvrtine ob obremenitvi tovrnega prostora. Za vsako izvrtino sem določil silo 7.500 N, kar skupno znaša 15.000 N. Program je naredil preračun simulacije, iz katerega sem lahko razbral, kje se pojavi najvišja notranja napetost, kot vidimo na sliki 16.





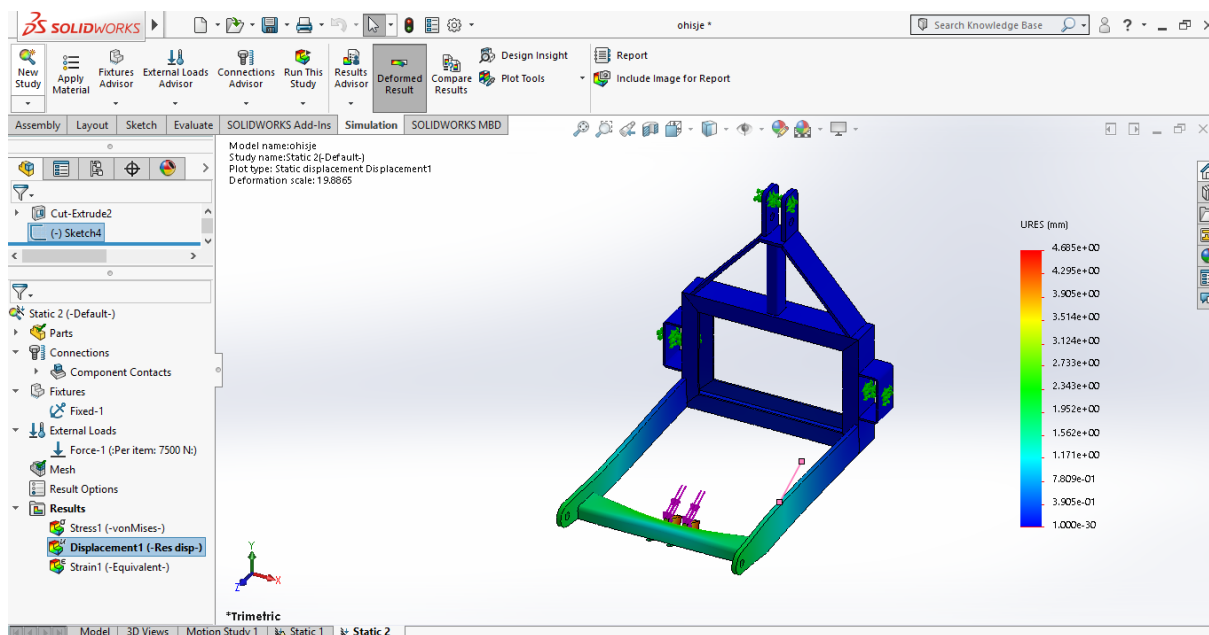
Slika 16: Najvišja notranja napetost na ohišju ob delovanju sile 15.000 N  
Vir: Osvald, 2020

Iz programa pa sem lahko razbral tudi, kakšna bo deformacija ob delovanju sile 15.000 N. Iz legende, kot vidimo na sliki 17, lahko razberemo, da se bo ohišje ob obremenitvi 15.000 N deformiralo oz. povsilo za 9 mm.



Slika 17: Deformacija ohišja ob delovanju sile 15.000 N  
Vir: Osvald, 2020

Prav tako sem žele preveriti, kako se bo odzvalo pritrdišče cilindra, saj bo nanj med raztezanjem hidravličnega cilindra delovala podobna oz. večja sila kot pri prejšnji simulaciji, zato sem izvrtini na pritrdišču cilindra obremenil s skupno silo 15.000 N. Silo sem postavil pod kotom  $20^\circ$  in tako simuliral delovanje hidravličnega cilindra. Iz rezultatov lahko razberemo, kje se pojavi najvišja notranja napetost, kot prikazuje slika 18, in da deformacija znaša 5 mm.



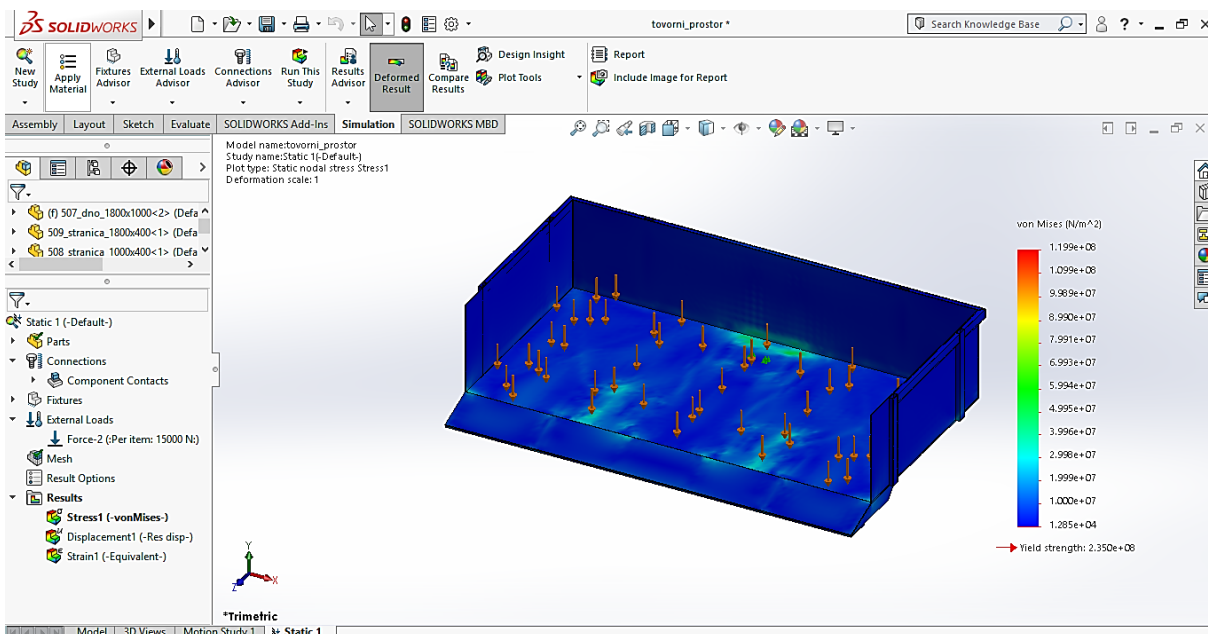
Slika 18: Deformacija ohišja ob delovanju hidravličnega cilindra s silo 15.000 N

Vir: Osvald, 2020

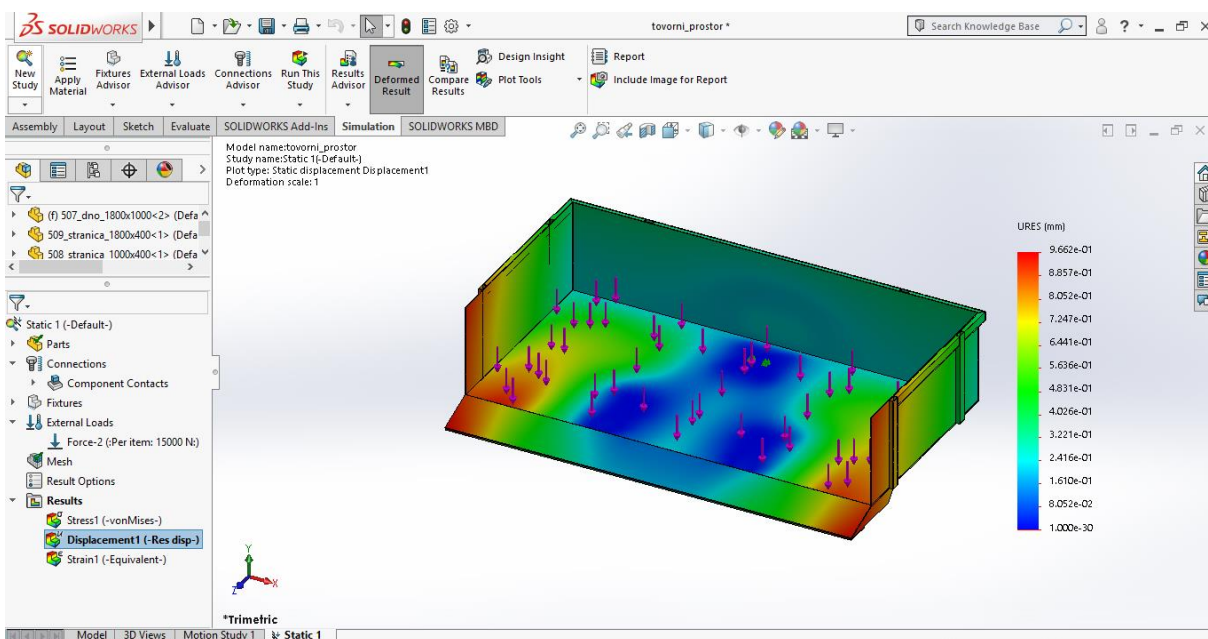
### 3.4.2 Simulacija tovornega prostora

Želel sem se prepričati, ali je narisani tovorni prostor dovolj trpežen za naše potrebe. Zato sem mu v programu SolidWorks dodal material S235JR, določil točke vpetja na pritrdiščih in ga obremenil s silo 15.000 N, ki bo delovala na dno.

Rezultati so vidni na slikah 19 in 20. Iz njih sem razbral, da so notranje napetosti zelo majhne in da bi se sam tovorni prostor deformiral le za 1 mm, iz česar lahko sklepam, da je tovorni prostor predimenzioniran. Odločil sem se, da tovornega prostora ne spreminjam, saj simulacija ne predvideva vseh vrst obremenitev, ki se pojavijo med uporabo.



Slika 19: Najvišja notranja napetost na tovornem prostoru ob delovanju sile 15.000 N  
Vir: Osvald, 2020



Slika 20: Deformacija tovornega prostora ob delovanju s silo 15.000 N  
Vir: Osvald, 2020

### 3.5 IZBIRA MATERIALA

Ker želimo, da je naš izdelek kvaliteten in cenejši kot kupljen, smo za večino komponent uporabili material S235, katerega sestavo in lastnosti prikazuje tabela 1. Iz tega materiala so sestavljeni: deli okvirja, stranice, dno in pohištvne cevi, ki služijo kot ojačitve. Zanj sem se odločil zaradi nižje cene, kar pa ne bo vplivalo na kvaliteto izdelka.

Tabela 1: Material S235

Kemijska sestava [max. %]				
C	Mn	P	S	Si
0,22	1,60	0,05	0,05	0,05
<b><math>\sigma_m</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b> pri nominalni debelini 3–16 mm				
360-510				
<b>Re [N/mm<sup>2</sup>]</b> pri nominalni debelini 16 mm				
235				

Vir: AZOM, 2020

Za nosilne dele platoja, kot so sorniki, pritrdišča in nosilni roki, pa sem uporabil material S355J2+N, ki so mi ga ponudili pri podjetju Stroj d. o. o., kjer sem naročil plazemski razrez pločevine. Njegove lastnosti vidimo v spodnji tabeli.

Tabela 2: Material S355J2+N

Kemijska sestava [max. %]				
C	Mn	P	S	Si
0,22	1,60	0,035	0,035	0,55
<b><math>\sigma_m</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b> pri nominalni debelini 3–16 mm				
490-630				
<b>Re [N/mm<sup>2</sup>]</b> pri nominalni debelini 16 mm				
315-355				

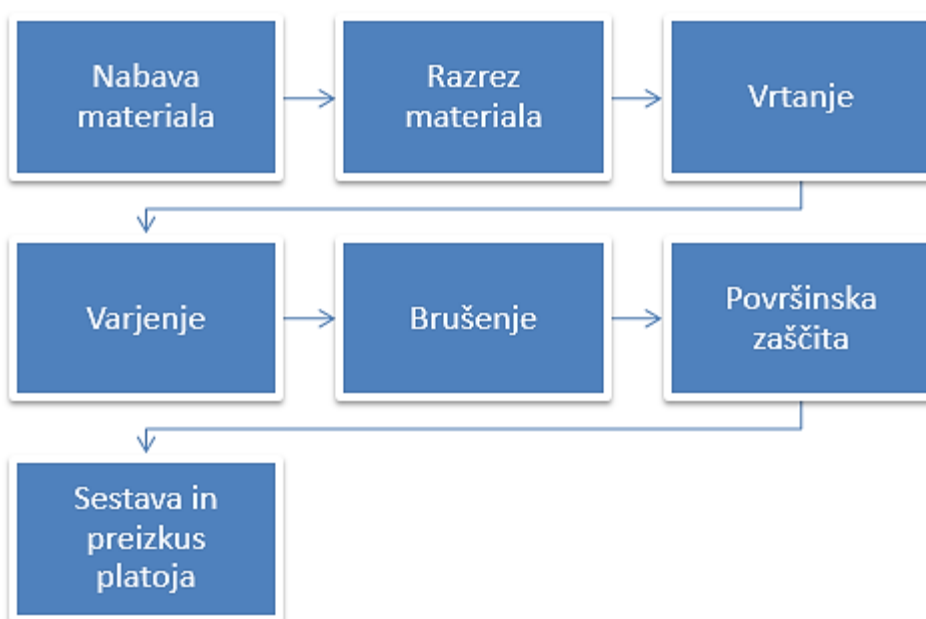
Vir: Beverly Steel, 2020

### 3.6 FAZE IZDELAVE TRAKTORSKEGA PLATOJA

Po končanem konstruiranju in načrtovanju izdelka je sledila še realizacija. Plato sem izdelal v domači delavnici po spodaj navedenih postopkih in pogojih, ki so opredeljeni kot tehnološka dokumentacija izdelave platoja. Pri tem sem potreboval:

- zaščitno obleko,
- zaščitne čevlje,
- zaščitne rokavice,
- zaščitna očala,
- zaščitno masko za dihala,
- manjši brusilni stroj s kotnim prenosom,
- vrtalni stroj,
- $CO_2$  varilni aparat,
- varilno masko in
- pištolo za barvanje.

Med izdelavo platoja sem se srečal z različnimi postopki izdelave prikazanimi v sinoptiku (slika 21), ki jih bom v nadaljevanju predstavil in opisal.



Slika 21: Sinoptik izdelave platoja

Vir: Osvald, 2020

### 3.6.1 Nabava materiala

Že med konstruiranjem in načrtovanjem platoja sem se pozanimali o merah in količinah materiala, ki ga lahko kupim. V podjetju Merkur mojster sem kupili pločevino željene debeline 3,5 mm, profil UPN 100 in pohištvne cevi.

Ker sem potrebovali za pritrdišča in roki podstavka debelejšo pločevino, sem se odločili, da bomo te kose naročili pri podjetju Stroj d. o. o., ki nudi plazemski razrez pločevine. Hidravlični cilinder in cevi sem kupil pri podjetju ROSI Teh d. o. o. Pri izbiri podjetij sem se ozirali na ceno in njihovo bližino zaradi nižjih stroškov prevoza.

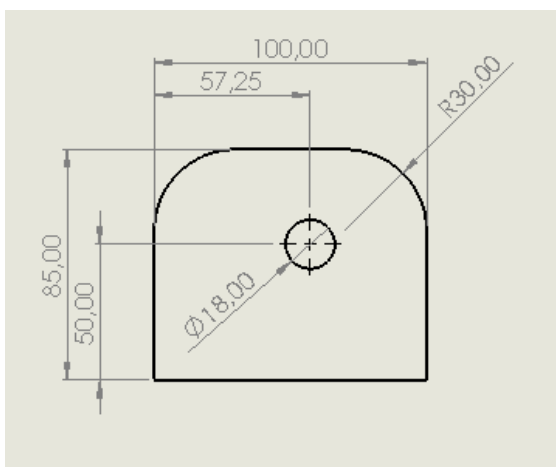
### 3.6.2 Tehnološki postopek izdelave platoja

#### 3.6.2.1 Razrez materiala

Razrez materiala za izdelavo platoja je bil opravljen pri zunanjem ponudniku po zahtevah in dimenzijah, ki so izhajale iz tehnične dokumentacije, ki je priloga diplomskega dela. Pri tem ponudniku je bil opravljen samo razrez pločevine 10 in 15 mm, saj doma nimam na voljo potrebnega orodja za razrez.

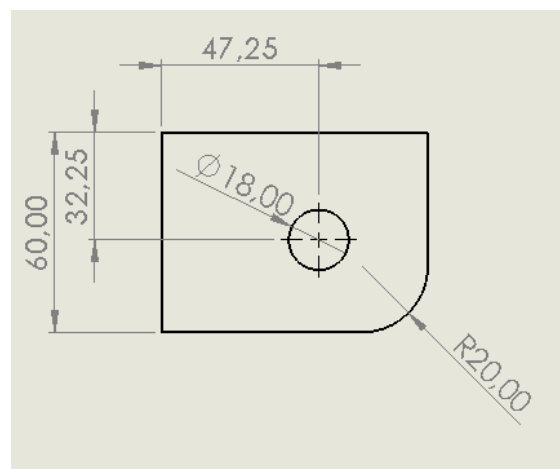
Podjetju sem poslal načrte in dxf datoteke, po katerih so naredili plazemski razrez. Upošteval sem, da pri plazemskem razrezu na spodnji strani pločevine ne dobimo željene mere. Zato sem kot premer izvrtin določil 18 mm in kasneje prevrtal na željeno mero. Tako sem dobil točno pozicijo in premer izvrtine.

Dele, ki so bili rezani pri zunanjem ponudniku vidimo na slikah od 22 do 27. Pločevine dimenzij 3,5 in 6 mm, ki niso bile rezane pri zunanjem ponudniku, sem razrezal s pomočjo manjšega in večjega brusilnega stroja s kotnim prenosom. Za razrez sem uporabil rezalni plošči za jeklo dimenzije 230 x 3 x 22,23 mm in 125 x 2,5 x 22,23 mm.



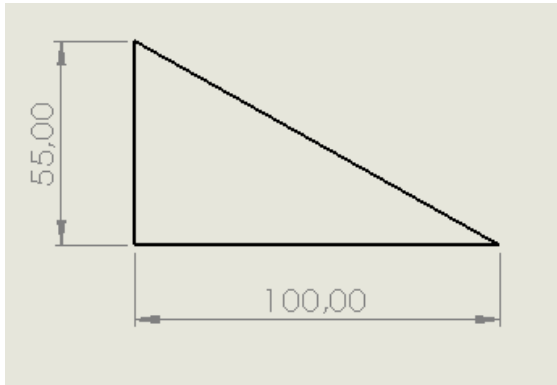
Slika 22: Pritrdišče 1

Vir: Osvald, 2020

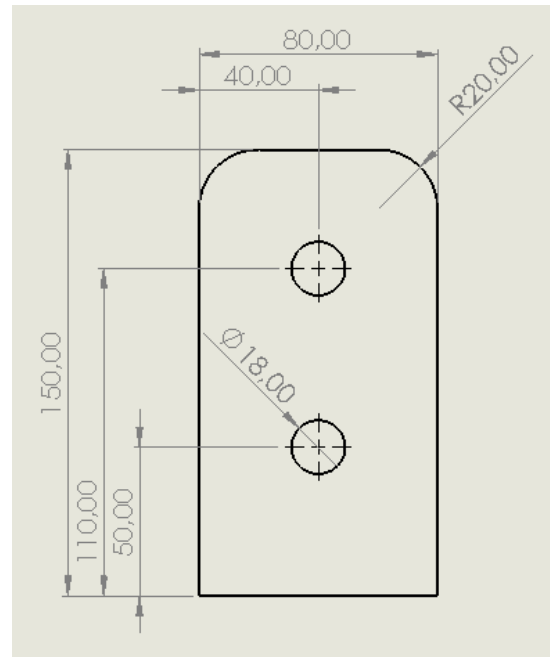


Slika 23: Pritrdišče 2

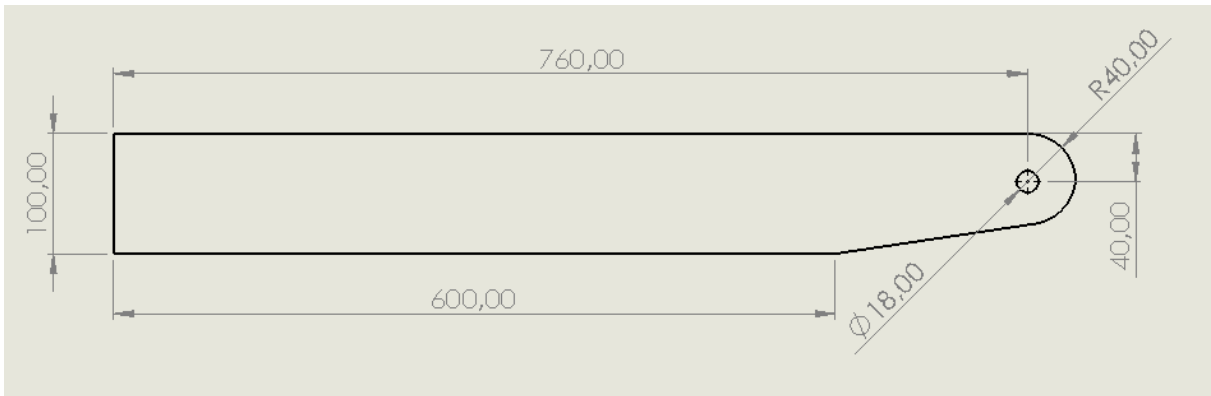
Vir: Osvald, 2020



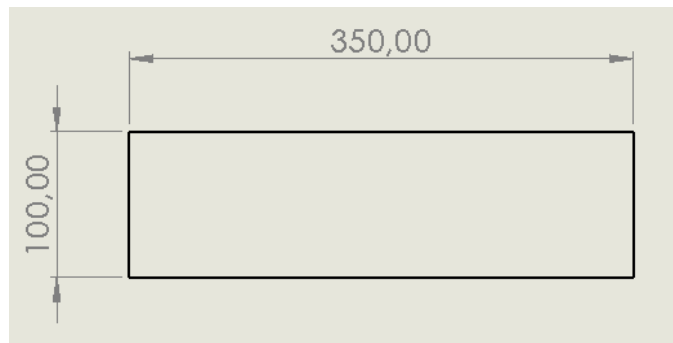
Slika 24: Kotnik  
Vir: Osvald, 2020



Slika 25: Pritrdišče 3  
Vir: Osvald, 2020



Slika 26: Roka ohišja  
Vir: Osvald, 2020



Slika 27: Pločevina 100 x 350  
Vir: Osvald, 2020

### 3.6.2.2 Vrtanje

Vrtanje spada med postopke odrezovanja, saj s pomočjo vijáčnega svedra, ki ima dva rezalna robova, režemo oz. vrtamo v material. Prednost vijáčnega svedra je, da se kljub obrabi rezalnih robov in ponovnem brušenju njegov premer ne spremeni. Lahko ga vpnemo v vse vrtalne stroje, ki imajo čeljustno vpenjalo. Kot, s katerim se utor vije po osi svedra, omogoča, da sveder sam odvajata odrezke.

Vrtalni stroji:

- manjši vrtalni stroji - z njimi vrtamo luknje s premerom do 10 mm in so lahko ročni ali danes bolj uporabljani električni, ki delujejo s pomočjo vtičnice ali baterije
- električni vrtalni stroji – so namenjeni za vrtanje lukenj s premerom do 13 mm in jih poganja enofazni električni motor, ki ga krmilimo s pomočjo stikala, ter imajo dve stopnji hitrosti, ki ju lahko še dodatno kontroliramo s pomočjo vrtljivega gumba
- namizni vrtalni stroji – z njimi vrtamo manjše izvrtine do premera 10 mm, izjemoma 15 mm, imajo 3 do 6 obdelovalnih hitrosti, zaradi stabilnosti jih pritrdimo na delovno mizo oz. posebno ogrodje
- stebni vrtalni stroji – so sestavljeni iz vretenjaka, delovnega vretena, delovne mize, stebra in podlage, namenjeni pa so za vrtanje lukenj velikosti do 40 mm, in sicer tako da obdelovanec vpnemo na delovno mizo, če pa vrtamo večje obdelovance, jih pritrdimo na podstavek. (Jereb, 1998)

Pri izdelavi sem izvrtal luknje premera 25,5 mm, v katere sem vstavil sornike, ki povezujejo tovorni prostor in podstavek ter traktor in plato. Luknje sem izvrtal s pomočjo stebrnega vrtalnega stroja. Sveder, ki sem ga uporabil, je imel kot konice 118 °, kot vzpona pa 30 °. To sem storil pred varjenjem, saj bi bilo kasnejše vrtanje zelo oteženo. Luknje sem pogreznil, da sem odstranil ostre robove.

### 3.6.2.3 Varjenje

»Osnovni namen varjenja je spajanje kovinskih (včasih tudi nekovinskih) strojnih ali konstrukcijskih delov v nerazdružljivo celoto«. (Jereb, 1998, 104)

Spojitev dveh delov lahko dosežemo z uporabo pritiska, toplote ali pritiska in toplote. Pri uporabi pritiska deluje mehanska energija, ki doseže zvarjeni spoj. Pri spajanju s toploto talimo dela, ki ju želimo zvariti na mestu spoja tako, da se spojita in po ohlajanju povežeta v neločljiv spoj. Na mestu spoja lahko tudi dodajamo raztaljen dodajni material. V primeru spajanja s toploto in pritiskom, pa moramo dela najprej s toploto raztaliti, nato pa spojiti s pritiskom.

Za potrebe izdelave traktorskega platoja sem uporabil varjenje po MAG postopku, saj imam takšen varilni aparat v domači delavnici in je primeren za varjenje tanjših pločevin.



MAG varilni postopek uporablja za zaščito taline plin  $CO_2$ , ki pa zaradi visokih temperatur električnega obloka razpada na ogljikov monoksid in kisik. Ta postopek uporabljamo predvsem za varjenje nelegiranih jekel. (Jereb, 1998)

Varjenja sem se lotil tako, da sem najprej pripravil orodje, nato sem začel s pripravo pločevine oz. stranic in dna tovornega prostora. Da sem dosegel pravokotnost stranic, sem si pomagal z magneti in s kotnimi ravnilmi. Na omenjene stranice sem privaril pohištvene cevi dimenzij 40 x 20 mm, ki bodo služile kot ojačitve in nastavki za poviške stranic, kot vidimo na sliki 28.

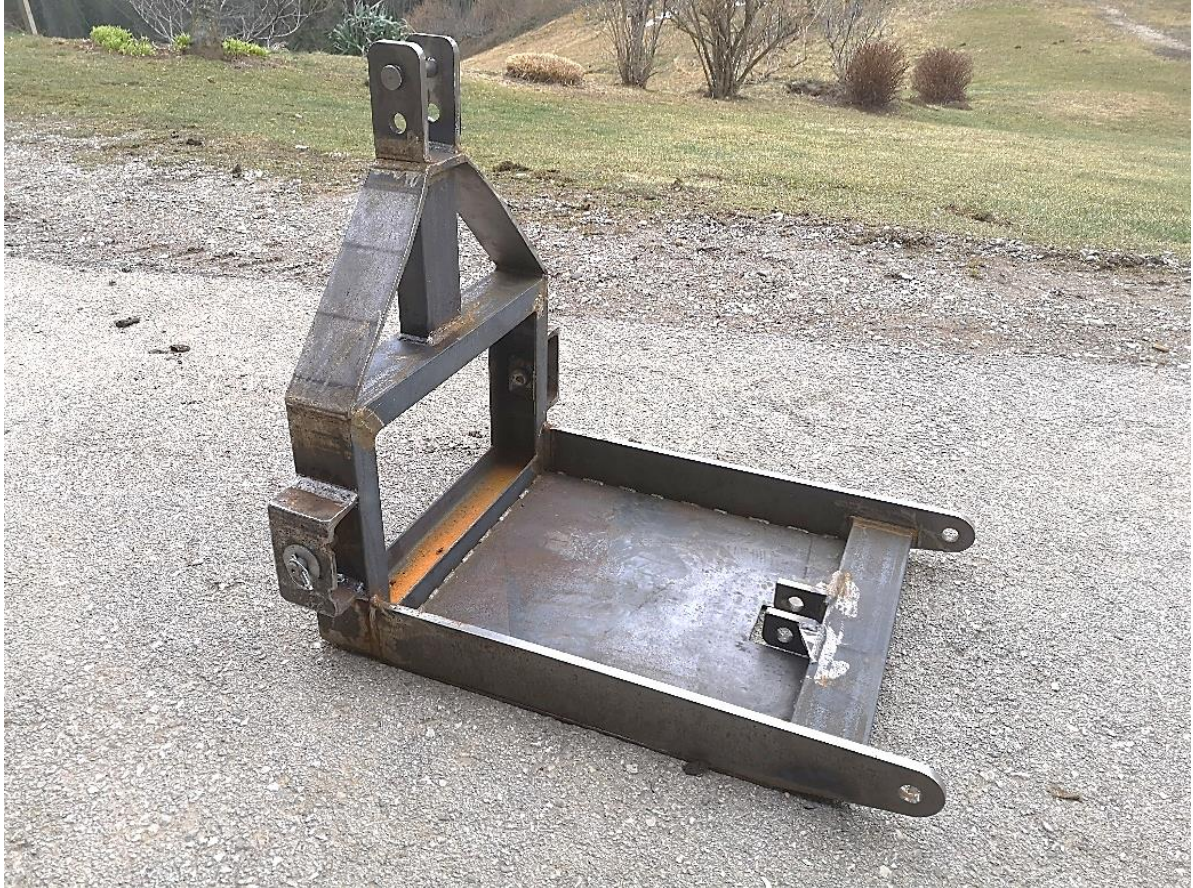


Slika 28: Zvarjen tovorni prostor

Vir: Osvald, 2020

Sledilo je varjenje ohišja oz. nosilnega dela, ki ga priključimo na traktor. Najprej sem zvaril štiri UPN 100 profile, ki sem jih odrezal pod kotom  $45^\circ$  in tako dobili pravokotnik. To mi je služilo kot osnova, na katero sem privaril nosilni roki, povezavo nosilnih rok, pritrdišče za hidravlični cilinder in vse ostale sestavne dele, ki bodo služili za priklop na traktor. Zvarjeno ohišje lahko vidimo na sliki 29.





*Slika 29: Zvarjeno ohišje platoja*

*Vir: Osvald, 2020*

Tovorni prostor in podstavek platoja sem sestavil v željen položaj in s pomočjo sornikov zavarili pritrdišča na tovorni prostor. S tem sem se izognili merskim napakam. Pritrdišča sem nato ojačal s kotniki dimenzije 100 x 55 x 10 mm, da sem razporedil silo, ki je delovala na dno tovarnega platoja. Na slednjega sem privaril pohištvene cevi, ki bodo služile kot ojačitev proti deformacijam. Na koncu sem še privaril nož tovarnega platoja, tako da sem privaril šest kosov pločevine pravokotno na dno. Na to pločevino pa sem privaril dva traka različnih dimenzij: 1800 x 180 x 6 mm in 1800 x 110 x 6 mm.

#### 3.6.2.4 Brušenje

Spada med postopke odrezavanja z mnogorezilnim trdnim orodjem. Z njim lahko dosežemo točnost in kvaliteto površine. Orodje je sestavljeno iz brusnih zrn in veziva, ki skupaj tvorita brus ali brusni kamen.

Najpomembnejši brusilni postopki so:

- ročno brušenje,
- zunanje in notranje obodno brušenje,
- ploskovno brušenje.



Brusilni stroji so naslednjih vrst:

- manjši brusilni stroji,
- stroji za zunanje obodno brušenje rotacijskih ploskev,
- stroj za notranje obodno brušenje,
- stroj za ploskovno brušenje. (Jereb, 1998, 59)

Pri postopku izdelave traktorskega platoja sem uporabil manjši brusilni stroj s kotnim prenosom, s katerim sem naredil faze za varjenje, pobrusil temena in korene zvarov, posnel robove in odstranili korozijo. Uporabil sem tudi večji brusilni stroj s kotnim prenosom. Oba sta prikazana na sliki 30.



*Slika 30: Brusilna stroja s kotnim prenosom*

*Vir: Osvald, 2020*

Uporabil sem brusno ploščo za jeklo dimenzije 125 x 6,5 x 22,23 mm in lamelno ploščo dimenzije 125 x 22,23 mm, ki ima granulacijsko oznako 60.

### 3.6.2.5 Površinska zaščita

Namen površinske zaščite je zavarovati kovino pred razkrojem zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov. Korozija je lahko površinska ali pa se pojavi v notranjosti materiala. (Čretnik, 2008)

Korozije ločimo glede na to kje in kako se je razvila na:

- površinsko korozijo
- točkasto korozijo
- kontaktno korozijo
- medkristalno korozijo
- napetostno korozijo
- korozijo v izvrtinah in ozkih režah.

V mojem primeru se želim zavarovati pred površinsko korozijo, ki bi ji bil izdelek še posebej izpostavljen zaradi vremenskih dejavnikov. Pojavi se na površini materiala in material razkraja enakomerno v globino.

Na jeklu se korozija pojavi v obliki rje, ki jo lahko hitro opazimo in odstranimo. Korodiranje konstrukcijskih jekel na čistem zraku znaša 0,03 mm na leto, v industrijskem območju pa približno 0,15 mm na leto. (Čretnik, 2008)

Poznamo številne postopke protikorozijskih zaščit. Kot površinsko zaščito sem uporabil postopek barvanja, ki je za takšno konstrukcijo najprimernejši.

Traktorski plato sem najprej pripravil za barvanje. Z brusnim papirjem in manjšim brusilnim strojem s kotnim prenosom sem odstranili rjo in umazanijo. Barvane dele sem nato razmastil še z nitrom in spihal s komprimiranim zrakom.

Sledilo je barvanje s temeljno barvo, katere namen je, da se dobro spoji s kovino. Naslednji sloj barve pa kovino ščiti in ji daje lep izgled.

### 3.6.3 Sestava in preizkus platoja

Po izvedenih operacijah predvidenih s tehnološkim postopkom sem pristopil k sestavi in preizkusu platoja z namenom preveriti predvidene in dosežene lastnosti, ki sem jih predvidel v zasnovi diplomskega dela. Sestavo platoja sem opravil v naslednjem zaporedju:

- sestava tovornega prostora in ohišja z dvema sornikoma Ø 25 mm in zatikoma Ø 8 mm,
- priključitev hidravličnega cilindra na traktor in raztezek cilindra za lažjo montažo,
- montaža hidravličnega cilindra na traktorski plato z dvema sornikoma Ø 25 mm in zatikoma Ø 8 mm,
- montaža platoja na traktor s tremi sorniki Ø 22 mm in zatiki Ø 8 mm.

Po sestavi je sledil preizkus, ki sem ga izvedel v dveh fazah:

- A. preizkus funkcionalnosti platoja v montiranem položaju na traktorju brez uporabe obremenitev



*Slika 31: Montiran sklop traktorskega platoja*

*Vir: Osvald, 2020*

Zgornja slika prikazuje montirani sklop traktorskega platoja. Izvedeni preizkus je pokazal, da so vsi montažni sklopi funkcionalni, uporabni in varni ter da so manipulacija, delo in ravnanje z njimi enostavni. Ni bilo zaslediti nobenih nezaželenih gibov, ki bi lahko nakazovali, da bomo imeli pri uporabi platoja težave.

- B. preizkus funkcionalnosti platoja z uporabo tovora (slike 32 do 34 prikazujejo traktorski plato v fazi preizkusa z bremenom)

Preizkus funkcionalnosti s tovorom sem naredil tako, da sem plato uporabil za razdiranje sten snega in odvažanjem le-tega z dvorišča. Sneg sem naložil z vzvratno vožnjo in majhnim nagibom tovornega prostora, da se je nož dotikal tal, kot prikazuje slika 32.





*Slika 32: Plato v fazi nakladanja mokrega snega*

*Vir: Osvald, 2020*

Za potrebe preizkusa nosilnosti sem plato popolnoma zapolnil s stisnjnim snegom. Preračunal sem volumen naloženega snega, ki znaša  $1,8 \text{ m}^3$ . Ta podatek sem zmnožil s težo stisnjnega snega, ki je  $480 \text{ kg/m}^3$ . Tako sem dobil težo obremenitve, ki je znašala 864 kg.



*Slika 33: Napolnjen plato z mokrim snegom*

*Vir: Osvald, 2020*



*Slika 34: Plato v fazi nagiba pod kotom 70 °  
Vir: Osvald, 2020*

Sneg sem nato raztovoril s pomočjo hidravličnega cilindra, ki omogoča 70 ° nagib tovrnega prostora, kot vidimo na sliki 34. Nagib je potekal brezhibno in v skladu s pričakovanji, saj nosilnost platoja ni bila presežena.

S preračunom sem še želel preveriti, ali bom lahko z volumnom platoja, ki znaša **0,65 m<sup>3</sup>**, peljal suh pesek, katerega teža je **1.600 kg/m<sup>3</sup>**. Volumen in težo sem pomnožil in tako dobil rezultat 1.040 kg, kar pomeni, da ne bom presegel njegove nosilnosti.

### 3.7 PRIMERLJIVOST STROŠKOV IZDELAVE PLATOJA

#### 3.7.1 Pregled stroškov izdelave

V tabeli 3 bom predstavil stroške izdelave traktorskega platoja.

Tabela 3: Stroški izdelave traktorskega platoja

ELEMENT	KOLIČINA	CENA ZA ENOTO (€)	KONČNA CENA (€)
pločevinasta plošča 5 mm (2 m <sup>2</sup> )	1 kos	89,60	89,60
pločevinasta plošča 3 mm (2 m <sup>2</sup> )	1 kos	48,48	48,48
UPN-100	3 m	14,08	42,12
UPN-160	0,2 m	18,62	3,72
varjena pravokotna cev 20 x 40 x 2 mm	6 m	16,80	16,80
varjena kvadratna cev 30 x 30 x 2 mm	6 m	16,80	16,80
hidravlični cilinder HOLE 50/30-200	1 kos	75,00	75,00
hidravlična cev	2 kosa	14,00	28,00
razrez in razrezana pločevina	1 kos	87,66	87,66
rezalna plošča Ø 230 mm	5 kosov	2,30	11,50
rezalna plošča Ø 125 mm	5 kosov	0,89	4,45
brusilna plošča Ø 125 mm	2 kosa	2,20	4,40
jeklo, okroglo 25 mm	0,82 m	3,83	3,14
temeljna barva	2 kosa	7,06	14,12
barva 2K RAL 6032	1 kos	8,50	8,50
barva 2K RAL 9005	1 kos	8,57	8,57
barvni trdilec 2K	2 kosa	4,67	9,34
redčilo	1 kos	4,62	4,62
nitro redčilo	1 kos	2,49	2,49
zatic vzmetni Ø 8 mm	7 kosov	0,98	6,86
varilna žica 1,2 mm	15 kg	27,21	27,20
obraba orodja in porabljena elektrika			30,00
		<b>SKUPAJ</b>	<b>543,38 €</b>

Vir: Osvald, 2020

Cilj diplomske naloge je bil, da izdelava traktorskega platoja ne bo presegala 700 €. Ta cilj sem dosegel, saj je cena nižja za 156,62 €. V tabeli sem predstavil samo stroške materiala, ki sem ga porabil za izdelavo platoja.

V tabelo sem vključil tudi material, ki sem ga že imel doma, vključno s hidravličnim cilindrom.



### 3.7.2 Primerjava platoja s tržiščem

Na osnovi pregleda tržišča bom primerjal izdelan traktorski plato s platoji drugih proizvajalcev. Tako bom ugotovil, ali sem z domačo izdelavo privarčeval in koliko. Traktorske platoje, ki sem jih uporabil v primerjavi, sem izbral na podlagi dimenzij tovarnega prostora. Primerjal sem njihovo nosilnost, težo samega platoja in ceno, kar ponazarja tabela 4.

Tabela 4: Primerjava traktorskih platojev

PROIZVAJALEC	DIMENZIJA (mm)	NOSILNOST (kg)	TEŽA (kg)	CENA (€)
Heral d. o. o.	1800 x 1000 x 400	1000	325	1.171,20
Uniforest	1800 x 1000 x 400	1000	290	1.220,00
Oset Rafael s. p.	1800 x 1000 x 400	800	300	1.074,00
moj izdelek	1800 x 1000 x 400	1000	226	543,38

Vir: Osvald, 2020

Iz tabele lahko razberemo, da sem z domačo izdelavo privarčeval polovico kupljenega izdelka, kar znaša približno 500 €, ki jih lahko porabim za druge investicije. V primerjavi z ostalimi platoji je izdelani plato izrazito lažji, kar je za naš traktor izrednega pomena, saj spada med manj zmogljive. To pomeni, da lahko manjšo težo priključka nadomestimo z dodatnim materialom, ki ga bo traktor sposoben dvigniti.

## 4 ZAKLJUČEK

Namen diplomskega dela je bil zasnovati traktorski plato, ki bo zadoščal lastnim potrebam v kmetijstvu in bo cenejši v primerjavi s kupljenim izdelkom. V prvem delu so prikazane raziskave, ki so pripomogle k boljši in lažji odločitvi, saj je bilo potrebno preveriti, kakšne traktorske priključke bi lahko uporabil za svoje potrebe. Prav tako je bil izdelan preračun obremenitev traktorskega platoja, kar je bilo potrebno glede na zastavljene cilje.

V osrednjem delu je predstavljeno nastajanje platoja, ki je zahtevalo natančen pristop od načrtovanja in konstrukcije do posameznih faz izdelave izdelka in izvedbe preizkusa. Zanesel sem se na razpoložljiva znanja in izkušnje, do izraza je prišlo tudi pridobljeno znanje v času študija. Prav tako sem uporabil sodobnejše pristope preverbe obremenitev s pomočjo računalniški simulacij. Na osnovi izbranega materiala sem predstavil zaporedja operacij izdelave, pri čem so bile določene aktivnosti opravljene tudi pri zunanjih izvajalcih.

V zaključnem delu diplomskega dela so predstavljeni rezultati, ki so potrdili zastavljene cilje in namen. Rezultati so pokazali, da je izdelani traktorski plato cenejši od kupljenega in dimenzijsko primeren za traktor Fiat Štore 404, kar je bil tudi eden izmed glavnih ciljev. Prav tako so predstavljeni ostali pomembni rezultati, kot so: naklon tovrnega prostora za 70 °, nosilnost najmanj 1.000 kg in izdelava nižja od 700 €.

Cilje sem v celoti dosegel in celo presegl pričakovanja glede cene izdelave, saj je bila izdelava za 156,62 € cenejša od zastavljene cene. Dosegel sem tudi zavidljivo težo platoja, ki znaša 226 kg, kar je približno 75 kg manj v primerjavi z drugimi proizvajalci platojev z istimi dimenzijami.

S tem sem prišel do ugotovitve, da lahko z idejo in nekaj osnovnega orodja, ki ga imamo doma, naredimo cenejši in boljši izdelek, kot je kupljeni.

Z diplomskim delom sem lahko svoje znanje nadgradil s praktičnimi primeri. Seveda je ob izdelavi platoja prišlo tudi do težav, ki sem jih moral sproti reševati. Ko je bil plato končan, sem opazil nekaj možnih izboljšav, ki bi jih bilo ob ponovni izdelavi potrebno upoštevati. Pohištvene cevi, ki služijo za ojačenje dna tovrnega prostora, bi bilo potrebno zamenjati s kotnimi ali T profili. To bi preprečilo dostop vlage v notranjost cevi in korozijo. Prav tako bi bilo potrebno spodnji UPN-100 profil na okvirju ohišja zavariti obrnjena za 180 °, kar bi preprečilo nabiranje umazanije in vode.

Še enkrat se je pokazalo, da brez pomembnih teoretskih spoznanj in veliko izkušenj iz prakse ni možno slediti še tako enostavnim nalogam in ciljem, ki se postavljajo pred nas.

## 5 VIRI

**Agroma. 2020.** Tandemska traktorska prikolica TDK 1100S, slika. [www.agroma.si](http://www.agroma.si). [Elektronski] Agroma TS d. o. o., Novo mesto, Slovenija, 2020. [Navedeno: 31. 3 2020.] <https://www.agroma.si/Prodajni-program/prikljucki/prikljucki-farmtech/traktorske-prikolice-farmtech/tandem-traktorske-prikolice-farmtech/tandemska-traktorska-prikolica-tdk-1100s/>.

**AZOM. 2020.** Materiala S235, tabela. [www.azom.com](http://www.azom.com). [Elektronski] AZoM is the leading online publication for the Materials Science community. AZoNetwork UK Ltd, Manchester, UK : Sydney, Australia, 2020. [Navedeno: 7. 4 2020.] <https://www.azom.com/article>.

**Beverly Steel. 2020.** S355J2+N Steel Plate, informacije in tabele. [www.beverlysteel.com](http://www.beverlysteel.com). [Elektronski] Spletna stran Beverly Steel, 2020. [Navedeno: 8. 4 2020.] <http://www.beverlysteel.com/products/steel-plate/s355j2-s355j2-n-steel-plate.html>.

**Celje.info. 2018.** 40 let "rojstva" prvega slovenskega traktorja, ki so ga izdelali v Štorah. [www.celje.info](http://www.celje.info). [Elektronski] Drugi svet, spletne tehnologije d. o. o. : Celje.info, Spletni časopis Celja in okolice, Štore, Slovenija, 25. 2 2018. [Navedeno: 17. 4 2020.] <https://www.celje.info/kultura/40-let-rojstva-prvega-slovenskega-traktorja-ki-ga-izdelali-v-storah/>.

**Cemeh. 2020.** Snežni plug, slika. <https://www.cemeh.si/snezni-plug>. [Elektronski] Cemeh - David Čemažar s. p., Železniki, Slovenija, 2020. [Navedeno: 18. 4 2020.] <https://www.cemeh.si/snezni-plug>.

**Čretnik, Darja. 2008.** *Tehnologija spajanja in preoblikovanja: učbenik za predmet Tehnologija v 4. letniku programa Strojni tehnik in 2. letniku programa Strojni tehnik (PTI) / Darja Čretnik ; [ilustrator Borut Čretnik].* Ljubljana : Tehniška založba Slovenije , 2008. COBISS.SI-ID 238685184.

**Heral. 2020.** Traktorski plato podjetja Heral, slika. <http://heral.si>. [Elektronski] Heral d. o. o., trgovsko in proizvodno podjetje, Slovenj Gradec, Slovenija, 2020. [Navedeno: 3. 5 2020.] <http://heral.si/plato-klasicni.png>.

**Jereb, Janez. 1998.** *Osnove kovinarstva in strojništva.* Ljubljana : Tehniška založba Slovenije, 1998. COBISS.SI-ID 72966400.

**Kraut, Bojan. 2011.** *Krautov strojniški priročnik.* Ljubljana : Littera picta, 2011. COBISS.SI-ID 289831424.

**Uniforest. 2020.** TRAKTORSKI PLATOJI, Hidravlični platoji GIBON. <https://uniforest.si>. [Elektronski] Uniforest d. o. o., Prebold, Slovenija, 2020. [Navedeno: 4. 5 2020.] [https://uniforest.si/proizvodi/traktorski\\_platoji/181/hidravlicni\\_platoji\\_gibon/](https://uniforest.si/proizvodi/traktorski_platoji/181/hidravlicni_platoji_gibon/).

**Wikipedija. 2020.** Snežni plug. <https://sl.wikipedia.org>. [Elektronski] Iz Wikipedije, proste enciklopedije, 2020. [Navedeno: 25. 5 2020.] [https://sl.wikipedia.org/wiki/Sne%C5%BEni\\_plug](https://sl.wikipedia.org/wiki/Sne%C5%BEni_plug).

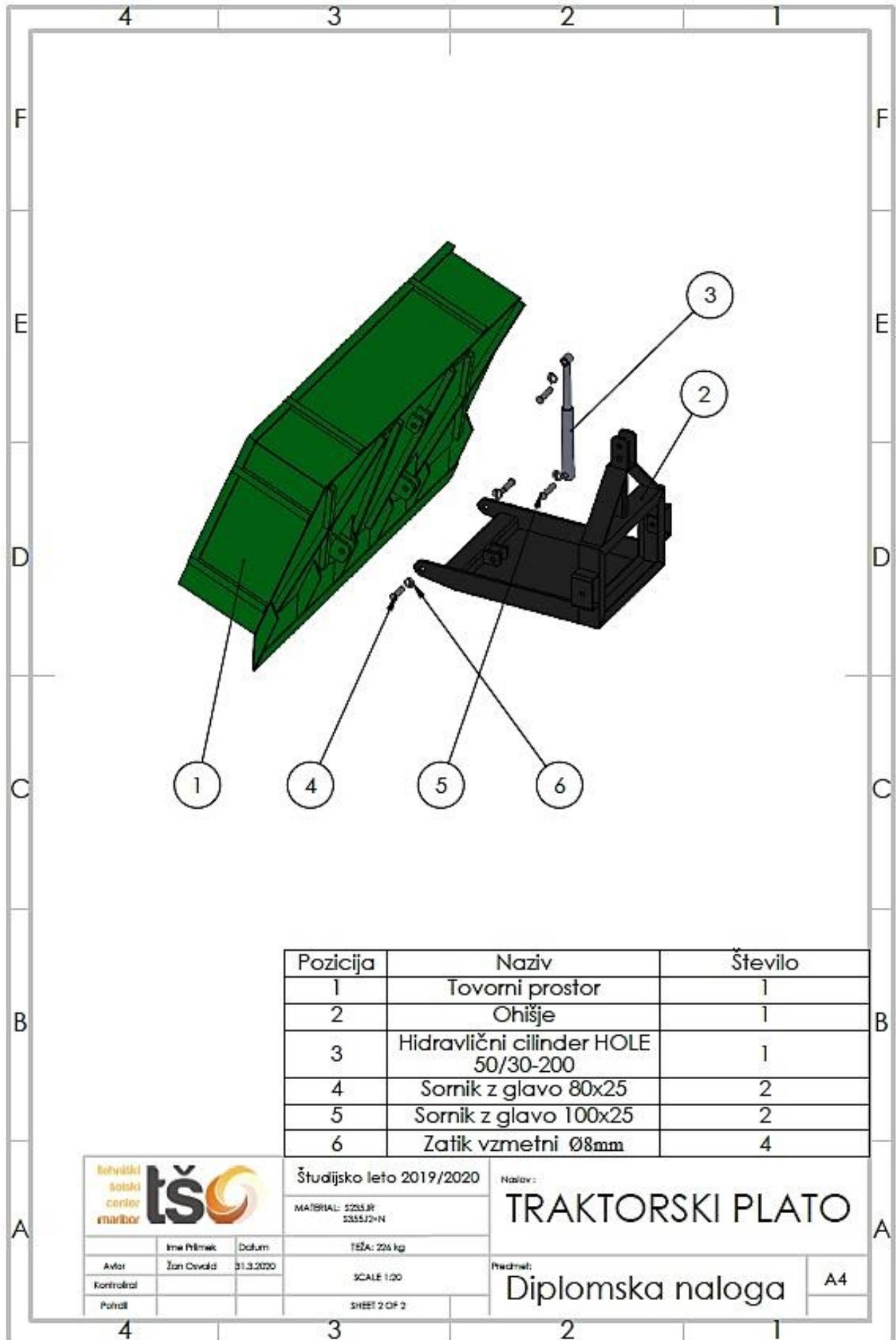
## **PRILOGE**

PRILOGA A: Traktorski plato 1

PRILOGA B: Traktorski plato 2



PRILOGA B: Traktorski plato 2



Pozicija	Naziv	Število
1	Tovarni prostor	1
2	Ohišje	1
3	Hidravlični cilinder HOLE 50/30-200	1
4	Sornik z glavo 80x25	2
5	Sornik z glavo 100x25	2
6	Zatik vzmetni Ø8mm	4



Študijsko leto 2019/2020

Nalov: **TRAKTORSKI PLATO**

Ime priimek	Datum
Avtor: Jan Cevc	31.3.2020
Kontroliral	
Pobrall	

MATERIAL: S235JR  
S235J2+N

TEŽA: 226 kg

SCALE 1:00

SHEET 2 OF 2

Predmet: **Diplomska naloga**

A4