

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
STROJNIŠTVO

Nejc LONČARIČ

**IZDELAVA PALETNIH VILIC S HIDRAVLIČNIM  
POMIKOM**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2025

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
STROJNIŠTVO

Nejc LONČARIČ

**IZDELAVA PALETNIH VILIC S HIDRAVLIČNIM POMIKOM**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**MANUFACTURING OF PALLET FORKS WITH HYDRAULIC  
ADJUSTMENT**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2025

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem vsem, ki so mi na kakršen koli način pomagali pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi svojemu mentorju mag. Leonu Pernatu za svetovanje in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvala gre tudi moji družini, ki mi je med celotnim študijem in pisanjem diplomskega dela stala ob strani.

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Nejc Lončarič, rojen 4. 8. 2003 v Mariboru, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa strojništvo, izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *Izdelava paletnih vilic s hidravličnim pomikom* avtorsko delo.

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

Diplomsko delo je lektorirala Petra Krajnc, profesorica slovenščine in teologije, ključno dokumentacijsko informacijo je prevedla Nika Dobnik.

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

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

## **MENTORSTVO**

Diplomsko delo je zaključek višješolskega strokovnega študija, smer strojništvo, opravljeno je bilo na Tehniškem šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija Tehniškega šolskega centra Maribor Višje strokovne šole je za mentorja diplomskega dela imenovala mag. Leona Pernata.

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

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

Član/mentor: \_\_\_\_\_

Član: \_\_\_\_\_

Član/somentor: \_\_\_\_\_

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

## **POVZETEK**

V diplomskem delu so predstavljene paletne vilice s hidravličnim pomikom in njihova uporaba. Predstavljene so tudi alternativne možnosti končnega izdelka. Sledita podroben opis delovnih postopkov in njihovih značilnosti ter predstavitev izdelave vilic, od izbire primerne materiala do končnega barvanja.

Cilj projekta je bil konstruirati in izdelati paletne vilice s hidravličnim pomikom. Konstrukcija izdelka je bila zasnovana v sistemu SolidWorks. Pri tem je bilo upoštevano, da mora biti izdelek praktičen, zanesljiv in preprost za uporabo.

Diplomsko delo se osredotoča na ekonomski pregled in stroške, ki so nastali pred izdelavo končnega izdelka in po njej. Končno ocenjeno vrednost smo primerjali s konkurenčnimi izdelki. V prilogi so dodani vsi delovni načrti.

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	621(043.2)
KG	izdelava/paletne vilice/konstruiranje/modeliranje
AV	LONČARIČ, Nejc
SA	PERNAT, Leon (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2025
IN	IZDELAVA PALETNIH VILIC S HIDRAVLIČNIM POMIKOM
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XII, 30 str., 3 tab., 27 sl., 17 pril., 20 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>V diplomskem delu sta predstavljeni izdelava paletnih vilic s hidravličnim pomikom in njihova uporaba. Avtor predstavi podroben opis delovnih postopkov in njihovih značilnosti pri izdelavi vilic, od izbire primerne materiala do končnega barvanja. Cilj naloge je bil konstruirati in izdelati paletne vilice s hidravličnim pomikom, izdelek pa je moral biti praktičen, zanesljiv in preprost za uporabo.</i>

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd  
DC 621(043.2)  
CX manufacturing/pallet fork/constructing/modeling  
AU LONČARIČ, Nejc  
AA PERNAT, Leon  
PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12  
PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College  
PY 2025  
TI NASLOV DIPLOMSKEGA DELA v angleščini  
DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)  
NO XII, 30 p., 3 tab., 27 fig., 17 ann., 20 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB *In the thesis, the production of pallet forks with hydraulic adjustment and their use are presented. The author provides a detailed description of the work procedures and their characteristics in the manufacture of the forks, from the selection of suitable materials to the final painting. The aim of the assignment was to design and manufacture pallet forks with hydraulic adjustment, and the product had to be practical, reliable, and easy to use.*

## KAZALO VSEBINE

ZAHVALA .....	II
IZJAVA O AVTORSTVU .....	III
MENTORSTVO .....	IV
POVZETEK.....	V
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	VI
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	VII
KAZALO VSEBINE .....	VIII
KAZALO SLIK .....	X
KAZALO TABEL .....	XI
KAZALO PRILOG .....	XII
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA.....	1
1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE TER PRIČAKOVANI REZULTATI DIPLOMSKEGA DELA .....	1
2 PREGLED STANJA.....	2
2.1 PREDSTAVITEV VILIC .....	2
2.2 SESTAVNI DELI .....	2
2.3 PALETNE VILICE NA TRGU .....	2
2.4 TEHNIČNI PODATKI.....	4
2.5 POSTOPKI OBDELAVE .....	5
2.5.1 Rezanje.....	5
2.5.2 Brušenje .....	5
2.5.3 Varjenje .....	5
2.5.4 MIG varjenje .....	6
2.5.5 Varnost pri varjenju .....	6
2.5.6 Vrste zvarov .....	7
2.6 NEPORUŠITVENE PREISKAVE .....	10
2.6.1 Ultrazvočno testiranje .....	11
2.7 VRTANJE .....	12
2.7.1 Svedri iz hitroreznega jekla (HSS) .....	12
2.7.2 Svedri iz karbida.....	12
2.7.3 Svedri z menjalnimi ploščicami.....	12
2.8 BARVANJE .....	12
2.9 ČIŠČENJE .....	12
2.10 CAD SISTEM.....	13
3 POSTOPEK IZDELAVE PALETNIH VILIC .....	14
3.1 ZAMISEL IN SKICA .....	14
3.2 KONSTRUIRANJE .....	14
3.3 3D-MODEL PALETNIH VILIC .....	17
3.4 PRERAČUN VILIC .....	18
3.5 IZDELAVA VILIC .....	22
3.6 IZDELAVA POMIČNE PLOŠČE .....	23

<b>3.7 SESTAVA</b> .....	<b>24</b>
<b>3.8 IZRAČUN VELIKOSTI HIDRAVLIČNEGA CILINDRA</b> .....	<b>26</b>
<b>3.9 IZRAČUN STROŠKOV</b> .....	<b>27</b>
<b>4 ZAKLJUČEK</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1 SKLEP</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2 DISKUSIJA</b> .....	<b>28</b>
<b>5 BIBLIOGRAFIJA</b> .....	<b>29</b>
<b>PRILOGE</b>	

## KAZALO SLIK

Slika 1: Paletne vilice .....	2
Slika 2: Tritočkovne paletne vilice .....	3
Slika 3: Paletne vilice za hiab.....	3
Slika 4: Vilice, priklopljene na gradbeni stroj .....	4
Slika 5: Varilna maska .....	7
Slika 6: Varilne rokavice.....	7
Slika 7: Osnovne vrste spojev .....	8
Slika 8: Napredne vrste spojev .....	10
Slika 9: Skica.....	14
Slika 10: Vilice 2D .....	15
Slika 11: Vilice 3D.....	15
Slika 12: Konstrukcija v osnovnem položaju .....	16
Slika 13: Konstrukcija v pomiku.....	16
Slika 14: Delavniška risba vilic .....	17
Slika 15: 3D-model paletnih vilic od zadaj .....	17
Slika 16: 3D-model paletnih vilic od spredaj .....	18
Slika 17: Vilice v programu SolidWorks .....	19
Slika 18: Določitev vpetja .....	19
Slika 19: Določitev obremenitve .....	20
Slika 20: Izbira materiala.....	20
Slika 21: Mesto največje napetosti .....	21
Slika 22: Mesto največjega upogiba.....	22
Slika 23: Osnovna konstrukcija.....	23
Slika 24: Pomična plošča.....	24
Slika 25: Sestavljen izdelek.....	25
Slika 26: Barvanje izdelka.....	25
Slika 27: Končni izdelek v uporabi .....	26

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Nosilnost različnih velikosti paletnih vilic .....	4
Tabela 2: Opredelitev povesa .....	21
Tabela 3: Predračun stroškov materiala .....	27

## **KAZALO PRILOG**

- Priloga 1: Delavniška risba – profil  $80 \times 80 \times 1200$  mm
- Priloga 2: Delavniška risba – profil  $50 \times 30 \times 1000$  mm
- Priloga 3: Delavniška risba – profil  $50 \times 30 \times 240$  mm
- Priloga 4: Delavniška risba – profil  $80 \times 80 \times 240$  mm
- Priloga 5: Delavniška risba – zobje za nastavitev širine
- Priloga 6: Delavniška risba – cilinder
- Priloga 7: Delavniška risba – stranska plošča
- Priloga 8: Delavniška risba – priklop na nakladač
- Priloga 9: Delavniška risba – varovalo pred odpiranjem
- Priloga 10: Delavniška risba – osnovna konstrukcija
- Priloga 11: Delavniška risba – nadgradnja vilic
- Priloga 12: Delavniška risba – vilica
- Priloga 13: Delavniška risba – drsni vodilni element 150 mm
- Priloga 14: Delavniška risba – vodilni element 1000 mm
- Priloga 15: Delavniška risba – poševna plošča
- Priloga 16: Delavniška risba – držalo cilindra
- Priloga 17: Delavniška risba – kosovnica

# **1 UVOD**

## **1.1 OPREDELITEV PROBLEMA**

Paletne vilice služijo pri transportu tovora z maso, ki je večja od zmožnosti dviga povprečne odrasle osebe. V domačem okolju sem se srečal s problemom prenosa tovora na krajših razdaljah oz. problemom prenosa tovora, ko delovni stroj (v mojem primeru traktor) stoji na mestu. Problema se bom lotil z nadgradnjo paletnih vilic, priklopljenih na traktorski nakladač. Nadgradnja pripomočka bi omogočila lažji in varnejši transport v domačem okolju. Zaradi navedenih težav sem se odločil za nadgradnjo paletnih vilic na način dodelave osnovnega sistema z dodajanjem hidravličnega cilindra. Na ta način bi zmanjšali čas dela na stroju in s tem podaljšali življenjsko dobo stroja.

## **1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA**

Namen diplomskega dela je dodajanje kakovosti paletnih vilic in zmanjšati čas pomožnih del na stroju in s tem prihraniti stroške dela.

Cilji diplomskega dela:

- predstavitev naprave,
- konstruiranje naprave,
- izdelava ustrezne dokumentacije,
- izračun vseh stroškov izdelave,
- izdelava končnega izdelka.

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

Trenutno na trgu ni omenjenega pripomočka. Izdelava bo v lastni režiji, zato bom pri izdelavi omejen na brusilni stroj, vrtilni stroj, varilni stroj in tračno žago. Pričakujem, da bo izdelek izdelan kakovostno in bo služil svojemu osnovnemu namenu.

## 2 PREGLED STANJA

### 2.1 PREDSTAVITEV VILIC

Paletne vilice so vsestransko uporabno in nepogrešljivo orodje, zasnovano predvsem za učinkovito ravnanje in transport v različnih okoljih, vključno s skladišči, gradbišči in kmetijami. Vilice so izdelane iz trpežnega jekla in jih je mogoče prilagoditi za različne velikosti tovora, s čimer se poveča njihova uporabnost. Enostavno zdrsnejo v palete za varno dviganje in premikanje, kar jih naredi nepogrešljive za logistične, transportne in prejemne naloge. Paletne vilice se lahko uporabljajo tudi za vrsto drugih aplikacij, kot je premikanje velikih bal sena v kmetijskih okoljih ali dvigovanje drugih vrst materialov (Modularis TEH, d. o. o., 2025).

Obstajajo tudi paletne vilice, ki so del večjih viličarjev, ki se uporabljajo za dviganje in premikanje palet z večjimi obremenitvami na višje ravni.

### 2.2 SESTAVNI DELI

Sestavni deli vilic za traktorski nakladač so:

- osnovni okvir,
- vilice.

Slika 1: Paletne vilice



Vir: (Mehanizacija Miler, d. o. o., 2025)

### 2.3 PALETNE VILICE NA TRGU

Na trgu obstajajo različne vrste paletnih vilic, ki se uporabljajo v različne namene. Kupci se lahko odločajo med modeli, ki so cenovno dostopnejši, in tudi med tistimi, ki so dražji. Razlike med vilicami se pojavljajo v nosilnosti, višini dviga, kakovosti materialov in v dodatnih funkcijah. Na trgu se pojavljajo vilice, ki imajo možnosti priklopa na različne stroje.

Poznamo vilice s priklopom na:

- nakladač – traktor,
- dvigalo,
- tritočkovno hidravliko – traktor,
- gradbeni stroji.

Slika 2: Tritočkovne paletne vilice



Vir: (ROSI Teh, d. o. o., 2025)

Slika 3: Paletne vilice za hiab



Vir: (Hidravlik servis, d. o. o., 2020)

Slika 4: Vilice, priklopljene na gradbeni stroj



Vir: (Tehnodiesel, proizvodno tehnični servis, d. o. o., 2025)

## 2.4 TEHNIČNI PODATKI

Tehnični podatki paletnih vilic se razlikujejo. Če so paletne vilice daljše, to pomeni, da lahko prenašajo večji tovor. Lahko so tudi krajše in posledično prenesejo manj tovora.

Tabela 1: Nosilnost različnih velikosti paletnih vilic

Dolžina rogljev (mm)	Profil rogljev (mm)	Teža vilic (kg)	Nosilnost (kg)
960	80/40	142	1600
1100	100/40	172	2000
1200	100/40	180	2000

Vir: (Franz Hauer GmbH & CoKG, 2025)

Iz tabele 1 je razvidno, da lahko daljše vilice prenesejo večji tovor, manjše vilice pa manjšega.

## 2.5 POSTOPKI OBDELAVE

### 2.5.1 Rezanje

Namen rezanja je priprava izhodnega materiala za nadaljnjo tehnološko uporabo ali doseganje končne oblike obdelovanca. Čeprav rezanje ni pravo preoblikovanje, je vendarle povezano z lokalno plastično deformacijo materiala, ki ob koncu preide v porušitev.

Poleg navadnega rezanja poznamo tudi natančno rezanje, pri katerem držalo stisne pločevino in preprečuje nastajanje razpok pri rezanju. Zračnost med pestičem in rezalno ploščo je minimalna. Izbijalo, ki deluje nasproti gibanja pestiča, preprečuje upogibanje pločevine pod pestičem. Stične ploskve so gladke in ravne. Izkoristek materiala je zaradi žleba, ki ga pusti pridržalo, slabši, izdelava orodja pa dražja. Krhkih materialov ni mogoče natančno rezati, ker je obraba orodja prevelika (Fakulteta za strojništvo, 2025).

### 2.5.2 Brušenje

Brušenje je mnogorezilni postopek odrezovanja. Uporablja se za končno fino obdelavo predhodno obdelanih površin z orodjem, ki se imenuje brus. Brusi so izdelani v celem ali pa so sestavljeni iz brusnih segmentov. Rezila brusa so abrazivna zrna, povsem nepravilne naključne oblike in porazdelitve ter povezana z vezivom in dodatki. Na primer, brus s premerom 200 mm in širino 40 mm, ki je sestavljen iz brusnih zrn z zrnatostjo 50, ima na svojem obodu čez 200000 rezil (Muren, 1995, 460). Kot rezila oziroma brusna zrna se uporabljajo naslednji materiali: korund ( $Al_2O_3$ ), silicijev karbid (SiC), kubični borov nitrid (CBN) ali diamant. Zaradi velike trdote omenjenih materialov lahko brusimo vse materiale, ne glede na njihovo trdoto. Tako npr. CBN omogoča brušenje tudi težko obdelovalnih visoko legiranih jekel, s trdoto nad 55 HRC pri rezalni hitrosti do 500 m/s (Krajnik, in drugi, 2004).

Osnovni način brušenja sta brušenje s čelno stranjo brusa (samo za ravne površine) in brušenje z obodom brusa. Pri izbiri ustreznega načina brušenja sta odločilni oblika obdelovanca in zahtevana kakovost brušene površine. Glavno gibanje ( $v_c$ ) opravlja vedno orodje, podajalno gibanje ( $v_f$ ) pa obdelovanec ali oba hkrati. Podajalno gibanje je lahko premočrtno ali vrtilno.

### 2.5.3 Varjenje

Varjenje je proces, s katerim se dve ali več kovinskih ali drugih materialnih komponent združi v eno celoto, združitev pa se lahko zgodi s pomočjo celote in/ali s pomočjo pritiska. Proces varjenja je sestavljen iz taljenja osnovnega materiala ali pa z dodajanjem polnilnega materiala, ki se strdi in ustvari močno vez med komponentami. Varjenje je temeljna tehnologija v industriji, saj z ustvarjanjem trdnih in trajnih spojev omogoča različne mehanske obremenitve (Mizarstvo.si, 2025a).

Poznamo različne vrste varjenja, ki se razlikujejo glede na način ustvarjanja toplote in vrste uporabljenega materiala. Najpogostejše metode so:

- MIG (Metal Inert Gas) varjenje: Uporablja električni oblok med žico, ki se neprestano dovaja, in materialom. Uporablja se v avtomobilski industriji, saj je primerna za varjenje debelejših materialov.

- TIG (Tungsten Inert Gas) varjenje: Za ustvarjanje obloka se uporablja netaljiva volframova elektroda. Uporablja se za aluminij in nerjaveče jeklo, saj je ta tehnika primerna za precizno varjenje tankih materialov.
- MAG (Metal Active Gas) varjenje: Tehnika se uporablja podobna kot pri MIG varjenju, vendar uporablja aktivni plin, kot je ogljikov dioksid, kar služi kot izboljšanje učinkovitosti varjenja.
- Lasersko varjenje: Za taljenje materiala se uporablja visokoenergetski laserski žarek. Za lasersko varjenje je značilno, da je zelo natančna metoda (Mizarstvo.si, 2025a).

#### 2.5.4 MIG varjenje

MIG varjenje je metoda obločnega varjenja v nevtralnem žlahtnem plinu (argon ali tudi helij), ki obliva varilno žico in zvar ter kemijsko ne reagira z varjencem – torej v zaščitnem okolju, v katerem je oksidacija zvara preprečena. Vari se s pomočjo gole elektrode ali strženske žice – pobakrene varilne žice, navite na kolut (Kovinc, d. o. o., 2025).

Pri varjenju, kjer gori oblok med gorljivo kovinsko elektrodo in varjencem, se z enosmernim tokom ustvarja visoka temperatura, zaradi česar lahko varimo tudi debele materiale in poskrbimo za kakovostne kotne zware. MIG varjenje se zato uporablja tako za varjenje barvnih kovin in zlitin, aluminija in njegovih zlitin kot tudi za konstrukcije iz močno legiranih jekel (Kovinc, d. o. o., 2025).

MIG varjenje velja za hitro in enostavno, kakovost je boljša kot pri MAG varjenju, odstranjevanje žilindre pa ni potrebno. Uporablja se pri varjenju, ki ga opravljamo v obratih, ne pa na prostem (Kovinc, d. o. o., 2025).

V primerjavi z MAG postopkom nam MIG varjenje omogoča čiste in gladke zware, torej je kakovost izdelkov višja, predvsem pa je njegova prednost v tem, da lahko varimo materiale večje debeline (do 6 mm), torej tudi ograje, stopnice in velike konstrukcije. Obe metodi je sicer mogoče izvajati z uporabo istega stroja, zamenja se le plin (za MAG varjenje CO<sub>2</sub>, za MIG varjenje pa inertni argon) (Kovinc, d. o. o., 2025).

Prednosti MIG varjenja v primerjavi z MAG varjenjem:

- višja kakovost izdelkov,
- boljše mehanske lastnosti zvara,
- lepši, ožji zvari,
- možnost navarjanja pri izrabljenih elementih,
- enostavna avtomatizacija (Kovinc, d. o. o., 2025).

MIG in MAG varjenje, ki spadata med najbolj razširjene postopke varjenja, se uporabljata predvsem v industrijski proizvodnji ter pri izdelavi jeklenih konstrukcij (Kovinc, d. o. o., 2025).

#### 2.5.5 Varnost pri varjenju

Pri varjenju so varnostni postopki zelo pomembni, saj proces vključuje visoke temperature, svetle žarke in nevarne pline. Poškodbe, ki lahko nastanejo pri varjenju, so lahko opekline,

poškodbe oči zaradi intenzivne svetlobe, vdihavanje škodljivih plinov in kovinskih delcev ter nevarnost električnega udara. Da se varilci izognejo poškodbam in zdravstvenim težavam, morajo upoštevati varnostne protokole in uporabljati zaščitno opremo. Pomembno je tudi, da je zaščitna oprema ustrezna (Mizarstvo.si, 2025a).

Zaščitno opremo sestavljajo:

- Varilna maska: Ta ščiti obraz in oči pred intenzivno svetlobo, iskrami in svetlobo. Mora imeti pravilno zatemnitev, ki preprečuje poškodbe.
- Zaščitna oblačila: Gasilna oblačila iz ognjevarnih materialov, ki ščitijo kožo pred opekljami in iskrami.
- Rokavice: Varilne rokavice so zasnovane tako, da ščitijo roke pred udarci, toploto in iskrami.
- Dihalna zaščita: Pri določenih vrstah varjenja je potrebna tudi dihalna zaščita. Ta ščiti pred vdihavanjem škodljivih plinov in kovinskih delcev (Mizarstvo.si, 2025a).

Pomembno je tudi poudariti tudi, da sta pravilna uporaba in redno vzdrževanje zaščitne opreme bistvena za zagotavljanje njene učinkovitosti in zaščite (Mizarstvo.si, 2025a).

Slika 5: Varilna maska



Vir: (Iskra Varjenje, d. o. o., 2025)

Slika 6: Varilne rokavice



Vir: (Urmat, d. o. o., 2025)

## 2.5.6 Vrste zvarov

Osnovne vrste zvarnih spojev so:

- soležni spoj,
- T-spoj,
- prekrivni spoj,
- vogalni spoj,
- paralelni spoj (Mizarstvo.si, 2025b).

### Soležni spoj

Soležni spoj je eden izmed najpogostejših spojev pri varjenju. Uporablja se tam, kjer je potrebna visoka trdnost spoja, kot so pločevinke ali konstrukcijski elementi. Dva različna kosa materiala se zavarita skupaj tako, da sta dva kosa materiala postavljena z robovi skupaj in vzdolž stične linije nastane zvar (Mizarstvo.si, 2025b).

### T-spoj

Kot že ime pove, sta pri tej vrsti zvara elementa postavljena pravokotno eden na drugega in tvorita obliko črke T. Uporablja se v konstrukcijskih aplikacijah, kjer je potrebna pravokotna združitev. T-spoji so primerni za oblikovanje okvirjev (Mizarstvo.si, 2025b).

### Prekrivni spoj

Prekrivni spoj se uporablja za varjenje različnih debelin materialov. Varjenje se izvede tako, da se dva kosa materiala prekrivata drug prek drugega in sta nato združena z zvarom. Ta vrsta zvara omogoča dodatno trdnost (Mizarstvo.si, 2025b).

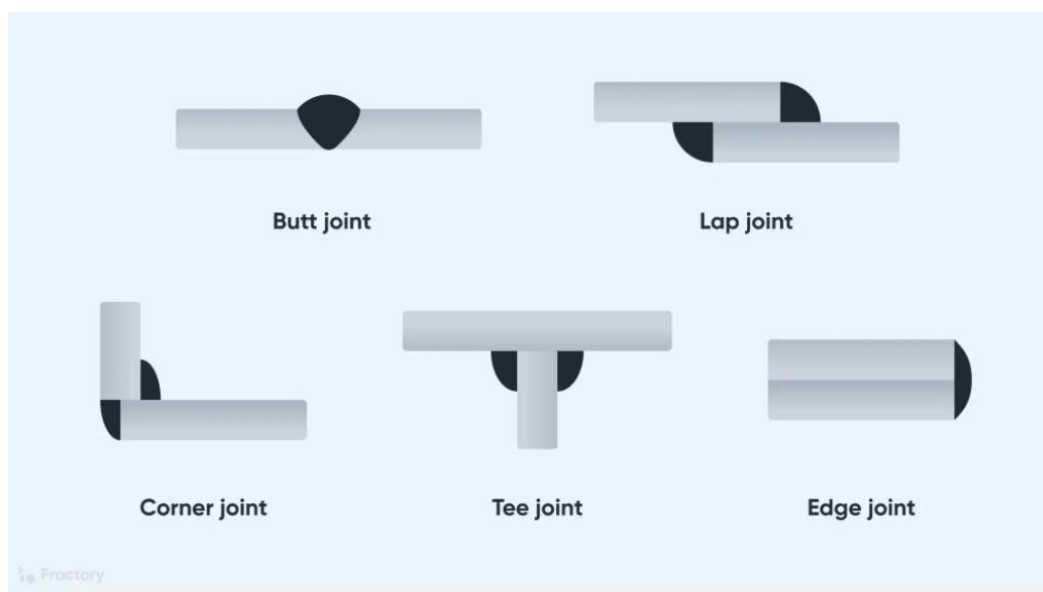
### Vogalni spoj

Kjer sta z varjenjem združena dva kosa materiala, običajno pod prvim kotom, se zvar imenuje vogalni spoj. Pogosti so v pohištveni industriji, kjer se materiali srečujejo pod kotom. Zraven estetskega videza vogalni spoji omogočajo tudi čvrsto in trdno povezavo (Mizarstvo.si, 2025b).

### Paralelni spoj

Kadar potrebujemo spoj po robovih dveh elementov, ki sta postavljena vzporedno eden ob drugem, se odločimo za paralelni spoj. Za tovrstno varjenje je potrebna minimalna priprava robov in se lahko uporablja na takih materialih. Ta vrsta spoja nam ne omogoča trdnosti kot nekateri drugi spoji, vendar se v večini primerov uporablja za pridobitev širine združenega kosa (Mizarstvo.si, 2025b).

Slika 7: Osnovne vrste spojev



Vir: (Mizarstvo.si, 2025b)

Napredne vrste spojev:

- dvojni V-spoj,
- enojni V-spoj,
- U-spoj,
- cevni spoj (Mizarstvo.si, 2025b).

### **Dvojni V-spoj**

Dvojni V-spoj je način varjenja, kjer sta obe strani materiala pripravljene v obliki črke V pred združitvijo. Tehnika nam omogoča močen in enakomerni spoj, saj se nanese na oba roba. Tehnika varjenja se uporablja predvsem za debelejša materiala, saj omogoča globlje prodiranje varilnega loka v osnovni material, kar omogoča močnejšo povezavo. Za to tehniko varjenja je potrebna natančna priprava materiala (Mizarstvo.si, 2025b).

### **Enojni V-spoj**

Enojni V-spoj vključuje pripravo samo ene strani materiala v obliki črke V. Ta tehnika varjenja se uporablja v primerih, ko je dostop do obeh strani omejen, in tudi v primerih, ko varjenje poteka na eni strani. Razlika med enojnim in dvojnimi V-spojem je v količini priprave, ki je potrebna, in v globini loka (Mizarstvo.si, 2025b).

### **U-spoj**

U-spoj je posebna tehnika spoja. Oba roba materiala sta oblikovana v črki U pred združitvijo, kar omogoča boljše prodiranje varilnega loka v material in zagotavlja močnejši spoj. Uporablja se v situacijah, kjer so potrebni spoji z visoko trdnostjo, npr. pri gradnji mostu ali pri težki industrijski opremi. Ima sposobnost združevanja večjih debelin materiala brez potrebe po večkratnem varjenju (Mizarstvo.si, 2025b).

### **Cevni spoj**

Cevni spoj se uporablja takrat, ko je treba zvariti cev in kos materiala, ki se vstavi v to cev. Ta tehnika se uporablja za varjenje cevovodnih sistemov, prezračevalnih sistemov in pri drugih aplikacijah, kjer je treba zagotoviti tesno in neprepustno povezavo, saj zagotavlja močno povezavo, ki je odporna proti temperaturi in pritisku (Mizarstvo.si, 2025b).

Slika 8: Napredne vrste spojev

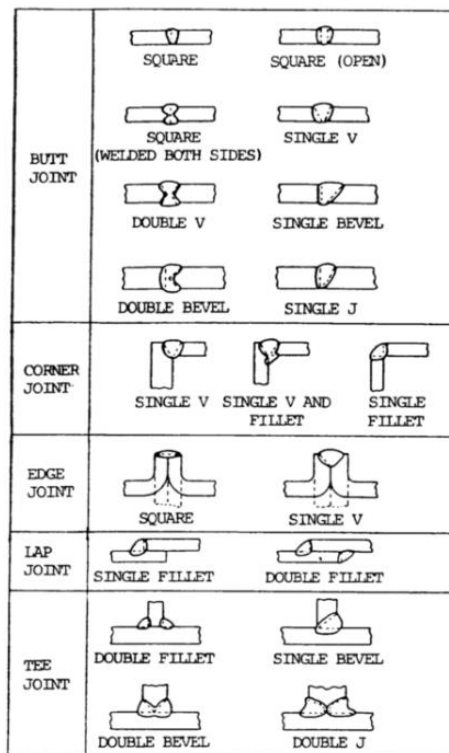


Figure 6-26. Typical weld joints

Vir: (Mizarstvo.si, 2025b)

## 2.6 NEPORUŠITVENE PREISKAVE

Neporušitveno preizkušanje (NDT) je metoda testiranja materiala brez uničenja. Metoda se uporablja na način, da se pregledujejo spoji, komponente ali morebitne napake v zvarjenem delu oz. da se razlika med materiali glede njihove lastnosti opravi brez poškodovanja materiala. Ker se na komponenti – ulitku, zvaru ali kovaškem izdelku – ne povzroči nobena škoda, se lahko komponenta nadaljnjo uporablja (Deepak, in drugi, 2021).

NTD se lahko uporablja v različnih fazah obdelave. Lahko se uporablja za preverjanje kakovosti v fazi surovine, v fazi izdelave ali pri inšpekciji med uporabo. Namen metode testiranja je zagotavljanje, da ima material sposobnost, da ne odpove v predvidenem času uporabe (Deepak, in drugi, 2021).

Koncept NDT nam omogoča izbiro materiala z manj napakami in proučevanje obnašanja na novo izdelanih materialih. Napake, ki so lahko zaznane, so razpoke, nepopolna penetracija, nepopolna zlitost, poroznost, vključki ipd. To so primeri različnih vrst napak, obstajajo pa še napake različnih velikosti in napake na različnih položajih. Te napake so nevarne v uporabi, zato so ustvarjene NDT-tehnike, s katerimi se te odkrivajo, in v primeru odkritja se na podlagi sprejetih standardov sprejmejo ali zavrnejo (Deepak, in drugi, 2021).

Poznamo različne načine kontrol:

- vizualna kontrola,
- ultrazvočna kontrola,
- preiskava z magnetnimi delci,
- radiografija,
- preiskava s tekočimi penetranti (Deepak, in drugi, 2021).

### 2.6.1 Ultrazvočno testiranje

Ultrazvočno testiranje je neporušitvena metoda za preverjanje nevidnih napak v kovinskih zlitinah in notranjih poškodb. Metoda ima več različnih tehnik testiranja, ki temeljijo na širjenju ultrazvočnih valov v objektu ali materialu. Najpogostejša praksa pri metodi se uporablja na način, da se v material pošljejo zelo kratki ultrazvočni impulzni valovi, z namenom odkritja notranjih napak (TWI Ltd, 2025).

Ultrazvočni pregled uporablja elektronske pretvornike, ki v material pošiljajo visokofrekvenčne zvočne valove. Slika, ki se ustvari od odboju valov nazaj, razkriva ključne lastnosti materiala. Te so lahko vidne kot napake, kot so razpoke, žlebovi v zvarih in mikroskopski prelomi (TWI Ltd, 2025).

Ultrazvočno testiranje se uporablja tudi za merjenje debeline materiala, z namenom spremljanja korozije kovin (TWI Ltd, 2025).

Testi se najpogosteje uporabljajo na aluminiju, jeklu in drugih kovinah ter zlitinah. Uporabljajo se v različnih industrijah, kot so avtomobilska industrija, proizvodnja, metalurgija, letalstvo in v drugih sektorjih (TWI Ltd, 2025).

Namen ultrazvočnega testiranja je odkritje napak in poškodb brez poškodovanja testiranega objekta ali materiala. Poleg tega se metoda uporablja za preverjanje korozije v strukturah, z namenom preprečitve odpovedi dela ali komponente (TWI Ltd, 2025).

Testi nam omogočajo lociranje in izmerjanje različnih mikroskopskih napak, kot so razpoke, praznine, odstopanja, vključki in druge nepravilnosti, ki vplivajo na strukturno celovitost. Prav tako se lahko na končnih izdelkih ali na njihovih posameznih delih ugotovijo lastnosti materiala, kot so utrujenost, lezenje in lomna žilavost (TWI Ltd, 2025).

Prednost ultrazvočnega testiranja je ta, da izdelka ni treba rezati, sankcionirati ali izpostavljati škodljivim kemikalijam. Prav tako je za ustrezno testiranje potrebna le ena stran predmeta, za razliko od preostalih metod, in tudi ne predstavlja nobenih nevarnosti za zdravje, kot je radiologija (TWI Ltd, 2025).

Druge prednosti ultrazvočnega testiranja so:

- rezultati so ponovljivi in zanesljivi;
- velika podporna moč, kar omogoča odkrivanje napak globoko v delu;
- visoka občutljivost, kar omogoča zaznavanje zelo majhnih napak;
- večja natančnost kot druge neporušitvene metode pri določanju globine notranjih napak;

- neškodljivo in brez vpliva na opremo in material v okolici;
- takojšni rezultati (TWI Ltd, 2025).

## **2.7 VRTANJE**

Vrtanje je postopek, pri katerem sveder prodre v material, običajno po navpični osi, čeprav se lahko uporablja tudi vodoravno, na primer pri delu na stružnici. Pri tem sveder odstrani del materiala in ustvari luknjo želene velikosti. Glavne karakteristike vrtanja vključujejo geometrijo in velikost svedra, ki določata premer in globino izvrtane luknje. Vse to omogoča visoko natančnost in prilagodljivost glede na potrebe obdelave (Dolinšek-S, d. o. o., 2025).

### **2.7.1 Svedri iz hitroreznega jekla (HSS)**

Svedri iz HSS so najpogosteje uporabljeni v industriji. So odporni proti visokim temperaturam in zagotavljajo dobro odpornost proti obrabi, kar je idealno za delo v nestabilnih pogojih. Zaradi svojih lastnosti so svedri HSS priljubljeni za poceni vrtanje in primerni za širši spekter aplikacij. V podjetju Dolinšek-S je po teh svedrih najpogostejše povpraševanje in so tudi preverjeni s strani njihovih strank OSAWA P2386 (Dolinšek-S, d. o. o., 2025).

### **2.7.2 Svedri iz karbida**

Karbidni svedri ponujajo daljšo življenjsko dobo in večjo hitrost, kar omogoča višjo produktivnost in stroškovno učinkovitost pri dolgotrajnih obdelavah. So izredno trdi, kar pomeni, da so bolj odporni proti obrabi, vendar jih je treba uporabljati v stabilnih nastavitvah, saj so krhki in lahko pride do odlomkov ob prekomernih vibracijah (Dolinšek-S, d. o. o., 2025).

### **2.7.3 Svedri z menjalnimi ploščicami**

Ti svedri pogosto uporabljajo jeklena telesa z rezalnimi robovi iz karbida. So odlična izbira za vrtanje z večjim premerom, saj omogočajo prilagajanje rezalnih ploščic glede na obdelovan material. Svedri z menjalnimi ploščicami so stroškovno učinkoviti, še posebej pri velikih serijah vrtanja (Dolinšek-S, d. o. o., 2025).

## **2.8 BARVANJE**

Barvanje je pomemben postopek površinske obdelave v strojništvu, ki se uporablja za zaščito kovinskih in drugih materialov pred korozijo, mehanskimi poškodbami in za estetski videz izdelka. Pogosto se uporablja po končanih mehanskih obdelavah, kot so rezkanje, struženje ali brušenje. Pred barvanjem je treba površino ustrezno pripraviti s čiščenjem, razmaščevanjem in včasih tudi peskanjem. Barva se lahko nanaša s čopičem, valjčkom, brizganjem ali prašnim barvanjem. Poleg zaščite in videza lahko barva označuje tudi funkcionalne ali varnostne lastnosti posameznih komponent.

## **2.9 ČIŠČENJE**

Čiščenje je osnovni postopek obdelave v strojništvu, ki zagotavlja odstranitev nečistoč, kot so olja, maščobe, prah, opilki in ostanki emulzij, s površine obdelovancev. Uporablja se pred nadaljnjimi postopki, kot so varjenje, barvanje, lepljenje ali montaža, saj lahko nečistoče

negativno vplivajo na kakovost izdelka. Postopki čiščenja vključujejo ročno čiščenje, ultrazvočno čiščenje, pranje z industrijskimi čistili ali uporabo topil. Pomembna je izbira ustreznega postopka glede na vrsto materiala, obliko izdelka in stopnjo onesnaženosti. Čistoča zagotavlja boljšo oprijemljivost, večjo obstojnost in kakovost končnega izdelka ter omogoča nemoteno delovanje mehanskih sklopov in naprav.

## 2.10 CAD SISTEM

Programska oprema SolidWorks je aplikacija za avtomatizirano mehansko konstruiranje. Oprema omogoča hitro skiciranje, preizkušanje funkcij in dimenzij, prav tako pa programska oprema izdela modele in podobne tehnične risbe (Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 2025).

V programski opremi SolidWorks so osnovni gradniki deli, sestavi pa vsebujejo dele ali druge dele, ki se imenujejo podsestavi. SolidWorks temelji na 3D-geometriji, to pa nam omogoča hitro in natančno načrtovanje modelov. V sistemu lahko v modelu določimo robove, ploskve in površine, kar nas s pravilnim in natančnim načrtovanjem pripelje do končne ustrezne skice. Iz tega modela je mogoče ustvariti tudi 2D-tehnične risbe ali združiti komponente, sestavljene iz delov ali podsestavov, da se ustvarijo vmesni ali končni 3D-sestavi. Lahko se sestavijo tudi 2D-risbe 3D-sestav (Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 2025).

CAD (računalniško podprto konstruiranje) je način za digitalno konstruiranje 2D-slik in 3D-modelov. CAD nam omogoča enostavno pregledovanje, simulacijo in spreminjanje zasnov, kar omogoča novim inovacijam in raznovrstnim izdelkom hitrejši prodor na trg. Podjetja potrebujejo napredne in učinkovite razvojne rešitve in ta problem rešujejo z učinkovitim konstruiranjem in optimizacijo kompleksnih izdelkov (PDSVISION, 2025).

Prednosti uporabe CAD programske opreme v primerjavi s starejšimi metodami so:

- Možnosti ustvarjanja 3D-modela objekta: Nekatere geometrije so nemogoče brez točnega tridimenzionalnega prikaza, zato jim prikaz s CAD modelom omogoča lažje razumevanje oblike in lastnosti zasnovane geometrije.
- Preprosto spreminjanje geometrije: Spremembe v skicah se lahko zgodijo hitro, saj programska oprema omogoča ob vsaki spremembi samodejno preračunavanje. Prav tako CAD zazna in opozori na morebitne napake v geometriji.
- Možnost simulacij in analiz: Sistem omogoča, da model pretvorimo in ga nato uporabimo za simulacije, testiranje in analize izdelka še pred fizično izdelavo (Zitzewitz, 2024).

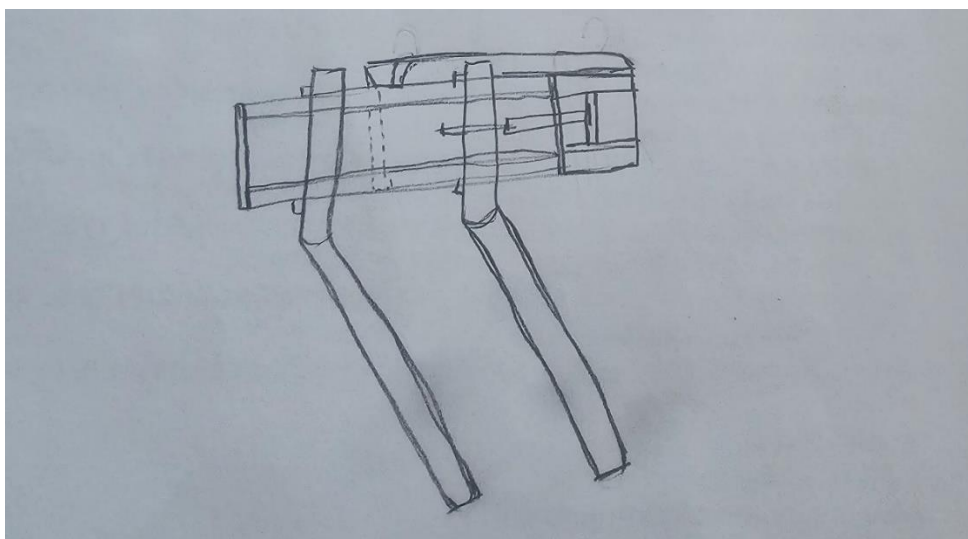
### 3 POSTOPEK IZDELAVE PALETNIH VILIC

Za modeliranje in risanje izdelka ter posameznih delov paletnih vilic sem uporabil CAD računalniški program SolidWorks, saj sem se z njim srečeval že na predavanjih in vajah med študijem in si z njegovo uporabo pridobil osnovno znanje 3D-modeliranja. Ustrezna programska oprema mi je omogočila natančno konstruiranje posameznih komponent kot tudi prikaz končnega izdelka. Pomembno je, da sem bil posebej natančen pri dimenzijah, da so bili posamezni deli pravilno skonstruirani in da so se ustrezno prilegali drugim komponentam sestava. Poleg tega sem moral upoštevati mehanske lastnosti materialov, način sestavljanja in proizvodne omejitve, da bi zagotovil funkcionalnost in vzdržljivost končnega izdelka.

#### 3.1 ZAMISEL IN SKICA

Zamisel je nastala, ko sem doma naletel na težavo pri premiku težkih objektov. Doma imamo traktor in eden izmed priključkov na traktorski nakladač so paletne vilice. To pomeni, da je prenos olajšan, vendar je težava nastala pri premiku v trenutku, ko traktor stoji, tovor pa bi bilo treba premakniti za krajšo dolžino v levo ali desno. Dobil sem idejo, da bi traktorske vilice nadgradil s hidravličnim pomikom. Iz skice je razviden idejni končni izdelek.

Slika 9: Skica



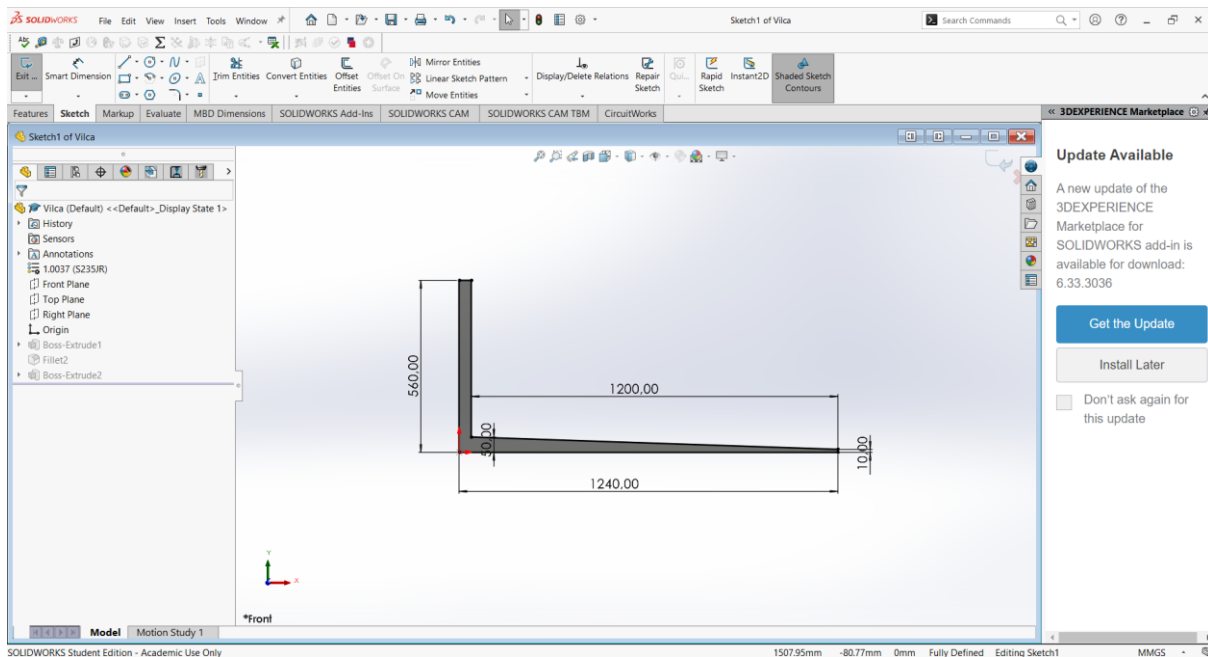
Vir: (Lončarič, 2025)

#### 3.2 KONSTRUIRANJE

Konstruiranja sem se lotil tako, da sem na spletu poiskal podobne izdelke na trgu. Med vsemi najdenimi sem se odločil za najbolj podobnega po moji presoji. Lotil sem se dela v programu SolidWorks, kjer sem svoj izdelek natančno konstruiral.

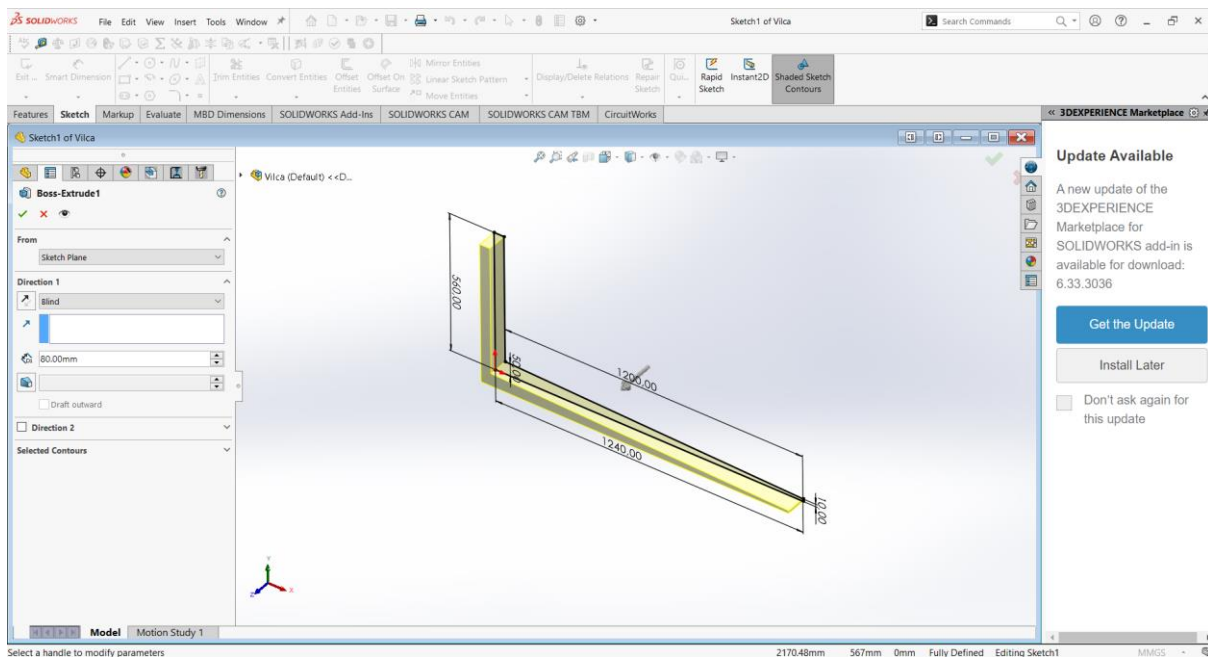
Začel sem konstruirati obliko posameznega elementa. To sem storil tako, da sem izbral ustrezen pogled, nato pa narisal obliko.

Slika 10: Vilice 2D



Vir: (Lončarič, 2025)

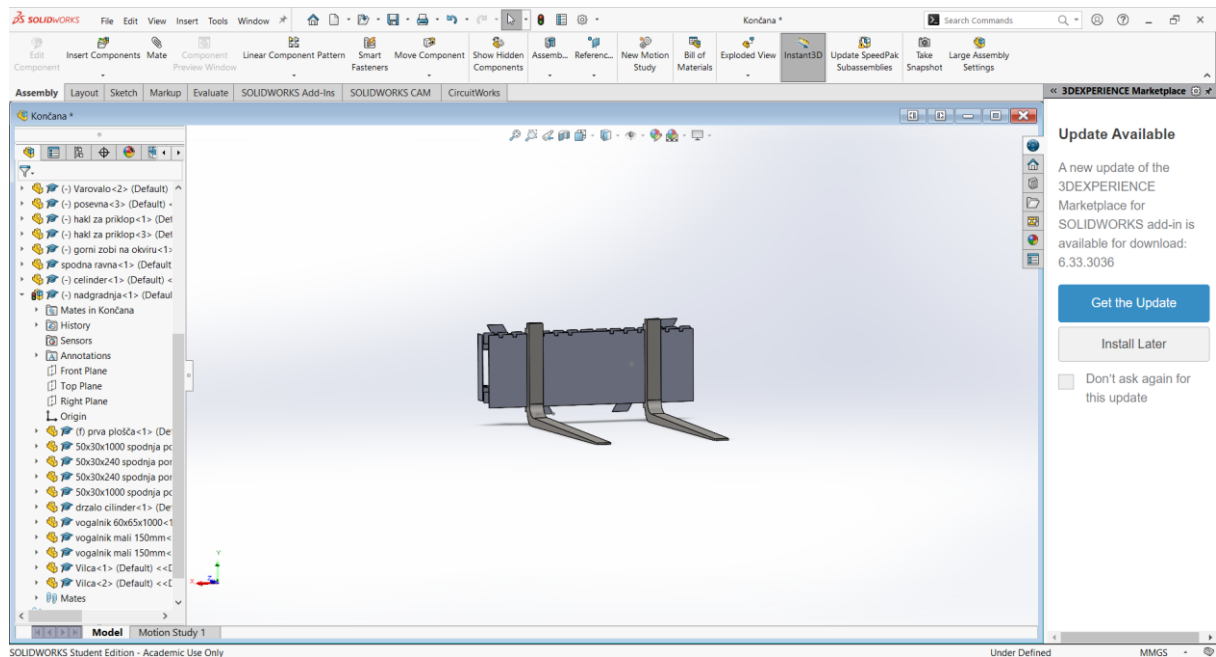
Slika 11: Vilice 3D



Vir: (Lončarič, 2025)

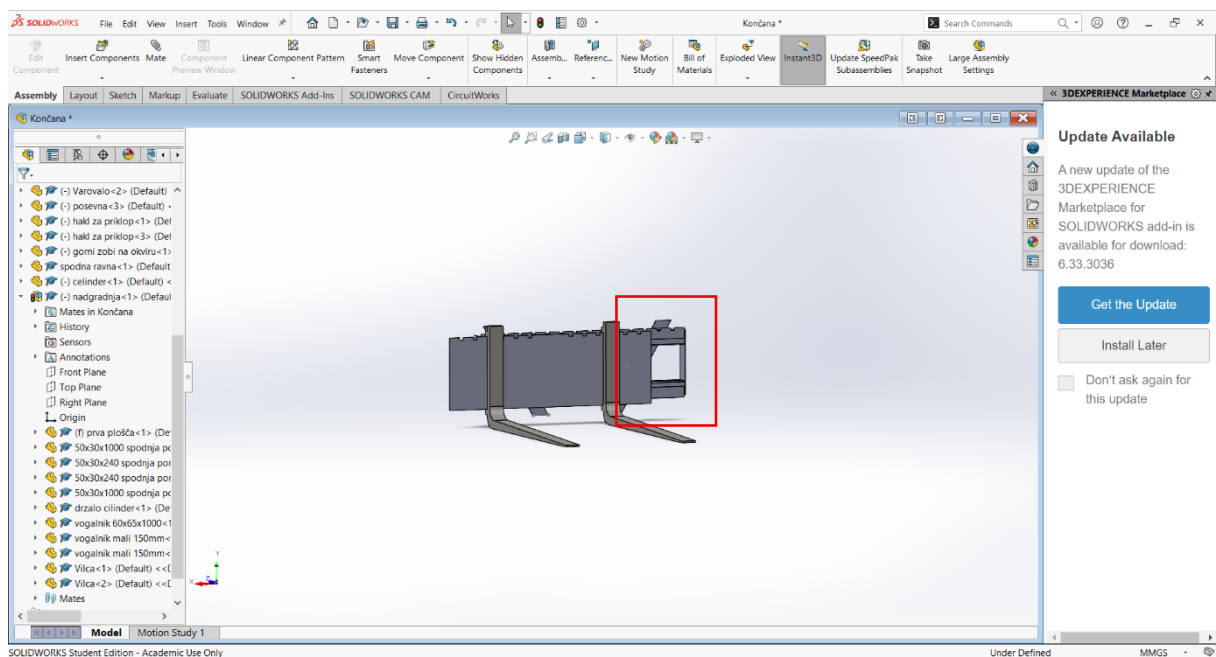
Po konstruiranju posameznih elementov sem jih začel postopoma sestavljati v Assemblyju. Elemente, ki so povezani med seboj, sem spojil z ukazom Mate. Elementom, ki se premikajo, sem dodal geometrijske omejitve, da imajo možnost pomika.

Slika 12: Konstrukcija v osnovnem položaju



Vir: (Lončarič, 2025)

Slika 13: Konstrukcija v pomiku

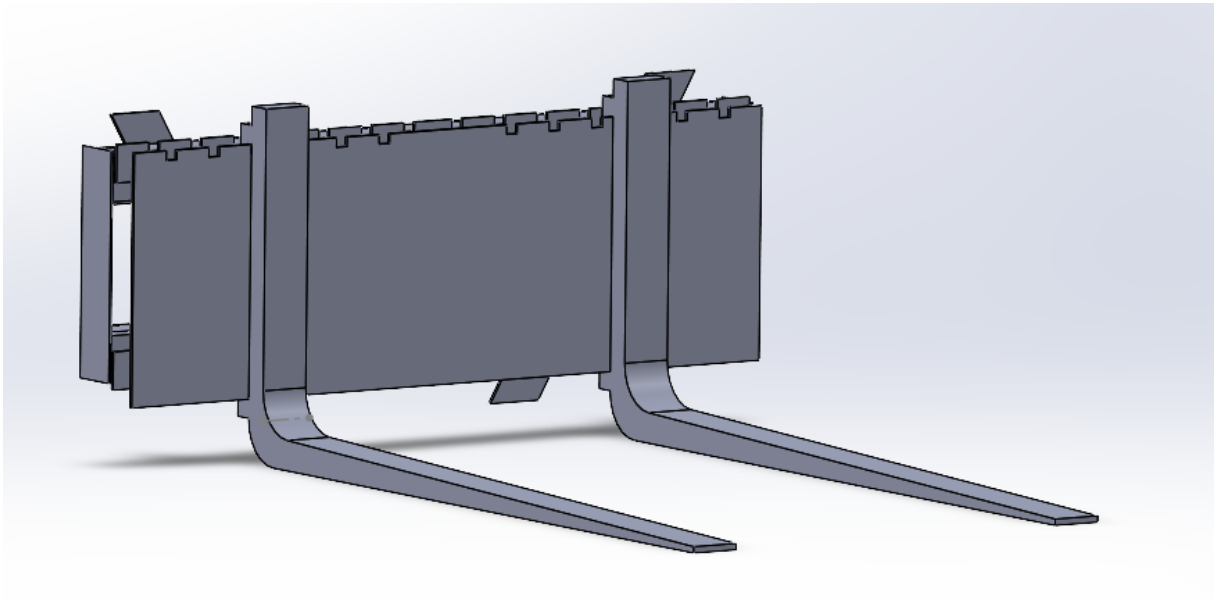


Vir: (Lončarič, 2025)

Za vse posamezne elemente sem izdelal tudi delavniške risbe z vsemi potrebnimi podatki, ki sem jih potreboval. To so potrebne kotirane mere, tolerance, obdelava in material.



Slika 16: 3D-model paletnih vilic od spredaj



Vir: (Lončarič, 2025)

### 3.4 PRERAČUN VILIC

Da sem lahko izračunal povprečno silo, sem moral najprej izračunati silo. Vilice sem obremenil s težo 1100 kg.

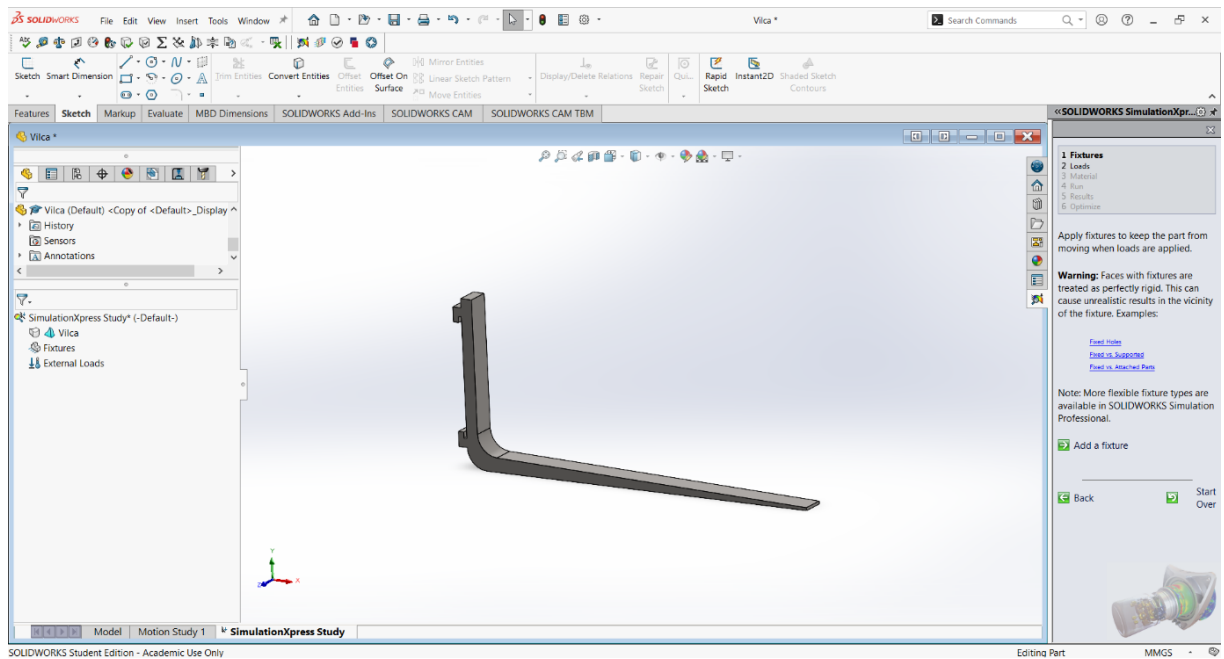
$$F = \frac{m \times g}{2}$$

$$F = \frac{1100 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2}$$

$$F = 5395,5 \text{ N}$$

Vilice sem statično analiziral v programu SolidWorks, kjer sem jih tudi modeliral. Najprej sem jih moral vstaviti v program.

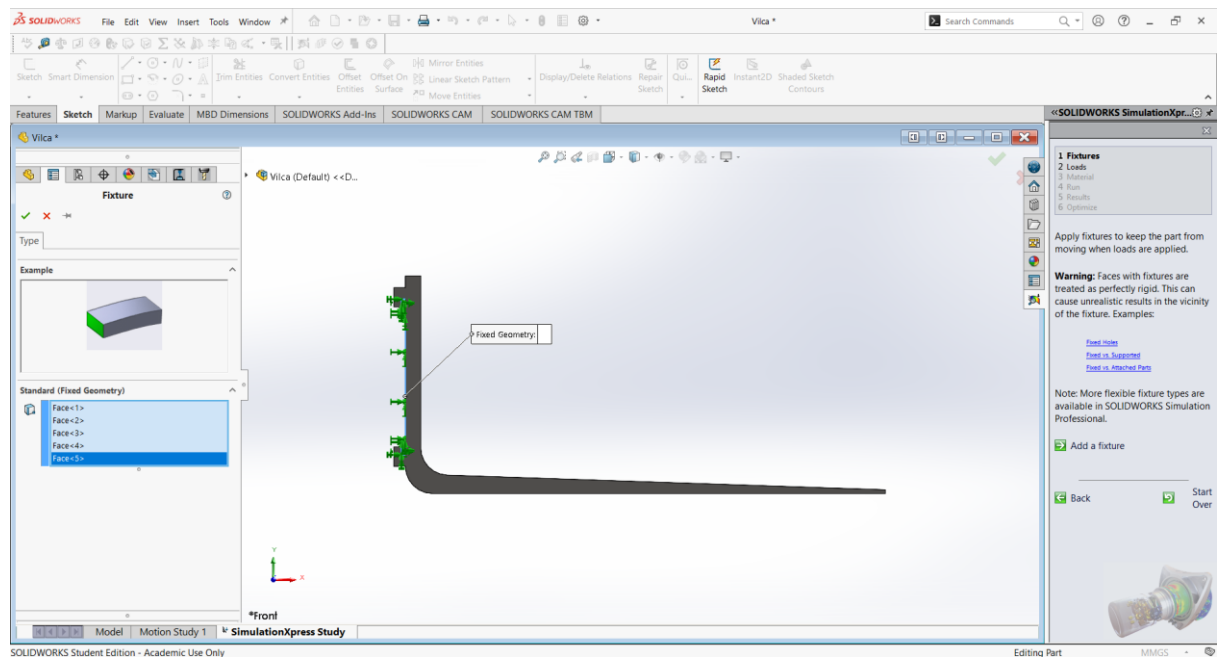
Slika 17: Vilice v programu SolidWorks



Vir: (Lončarič, 2025)

Nato sem moral označiti, kje so vilice vpete. Označiti sem moral vse stične površine, na katere so vilice uprte na konstrukcijo.

Slika 18: Določitev vpetja

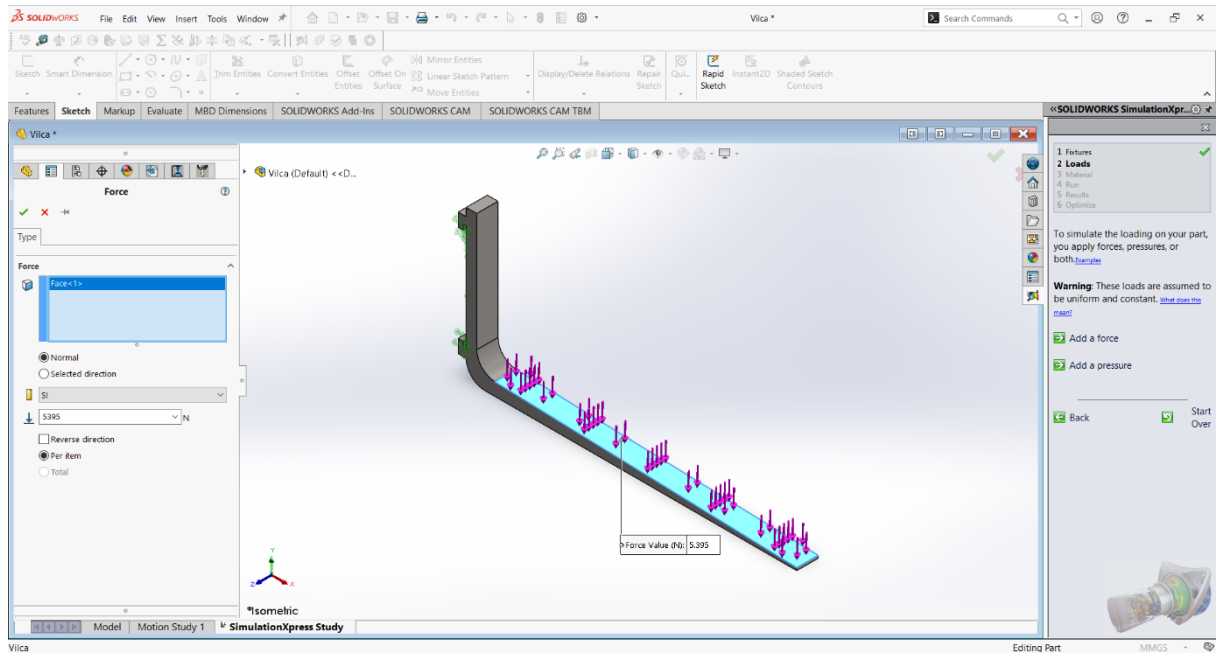


Vir: (Lončarič, 2025)

Sledilo je določevanje obremenitve. Vilice sem obremenil z maso 1100 kg za obe vilici. V simulaciji sem izbral obremenitev 5395 N, saj sem maso razdelil na dva dela in pomnožil z

9,81, kar je konstanta  $g$  (gravitacija).

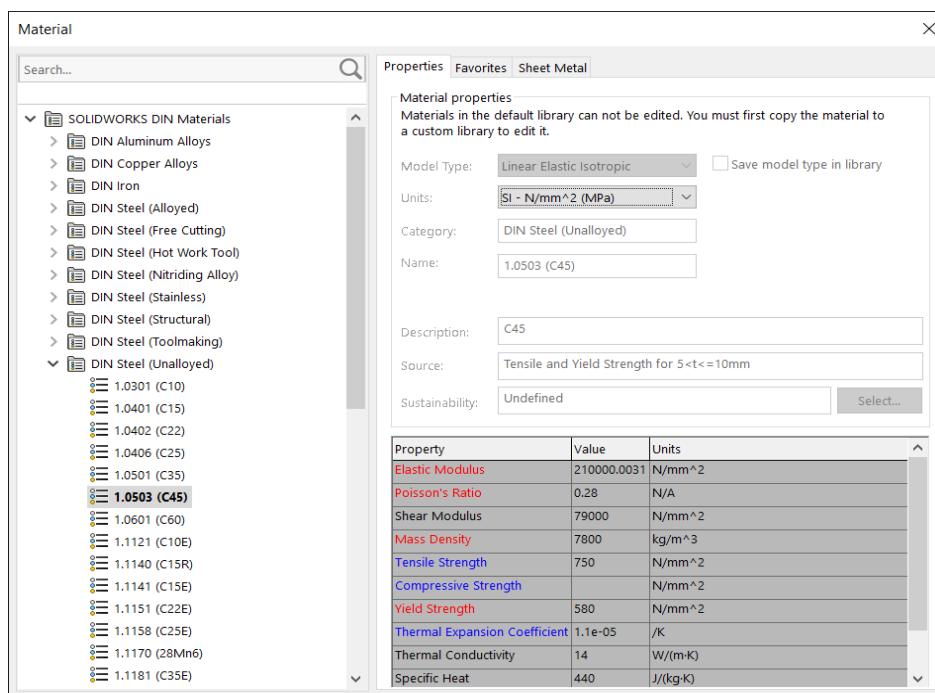
Slika 19: Določitev obremenitve



Vir: (Lončarič, 2025)

V naslednjem koraku sem moral izbrati ustrezen material. Za material sem izbral kovano konstrukcijsko jeklo z oznako C45, saj omogoča visoko trdnost in žilavost.

Slika 20: Izbira materiala



Vir: (Lončarič, 2025)

Po izbiri materiala je bilo vse pripravljeno za testiranje. Dobil sem rezultat, kje je mesto največjega upogiba in mesto največje napetosti v vilici.

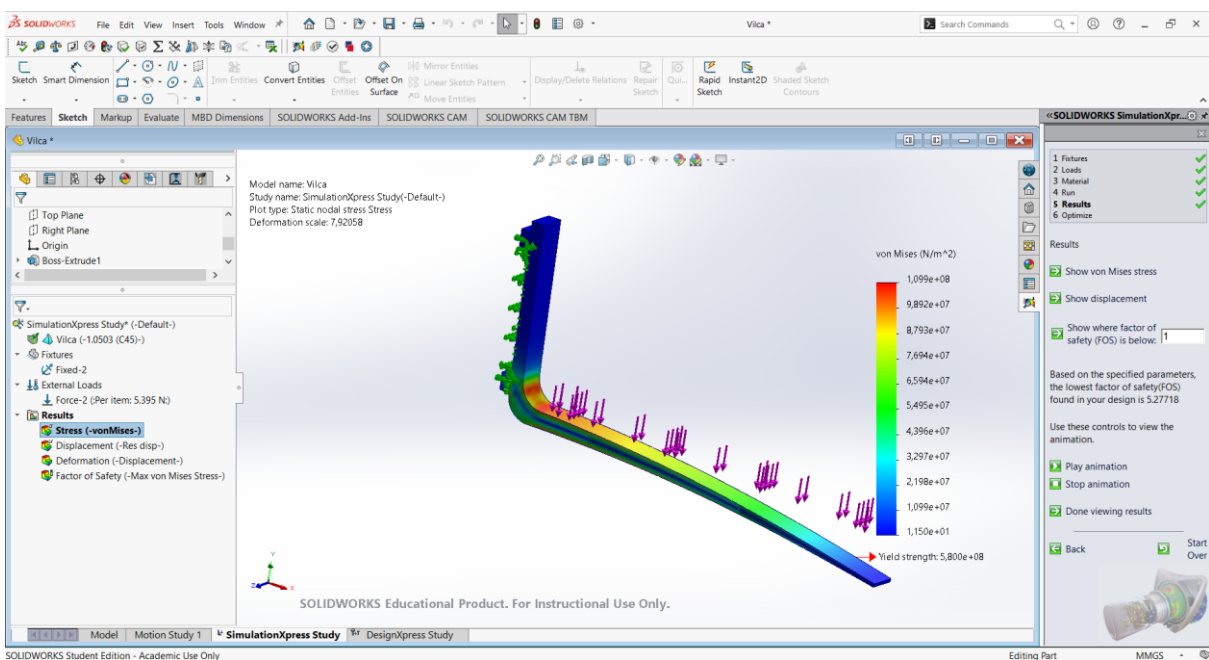
Na sliki 21 je vidna največja napetost vilic po von Misesovi lestvici. Največja napetost se pojavi v notranjem loku vilice, kjer znaša napetost 109 MPa. Ta podatek nam pove, da so vilice v tem delu najbolj obremenjene. Ker ima jeklo C45 mejo plastičnosti približno 310 MPa, dobljena napetost ne presega dopustne meje, kar pomeni, da pri tej obremenitvi ne pride do plastične deformacije ali porušitve materiala. Iz tega podatka lahko tudi razberemo, da bi lahko bila obremenitev na vilice dvakrat večja in se ne bi pojavila plastična deformacija in ne bi prišlo do porušitve materiala. Mejna teža na eni vilici, ki bi povzročila porušitev vilic, bi znašala 15345 N, kar je 1564,8 kg. To pomeni, da bi teža, ki jo obe vilici premoreta skupaj, znašala 30690 N, kar je 3129,6 kg.

Na sliki 22 je viden največji upogib vilic. V območju rdeče barve je največja deformacijska cona. To pomeni, da na tej točki vilice najbolj odstopa od izhodiščnega položaja. Odstop od izhodiščnega položaja je znašal 16,04 mm.

Tabela 2: Opredelitev povesa

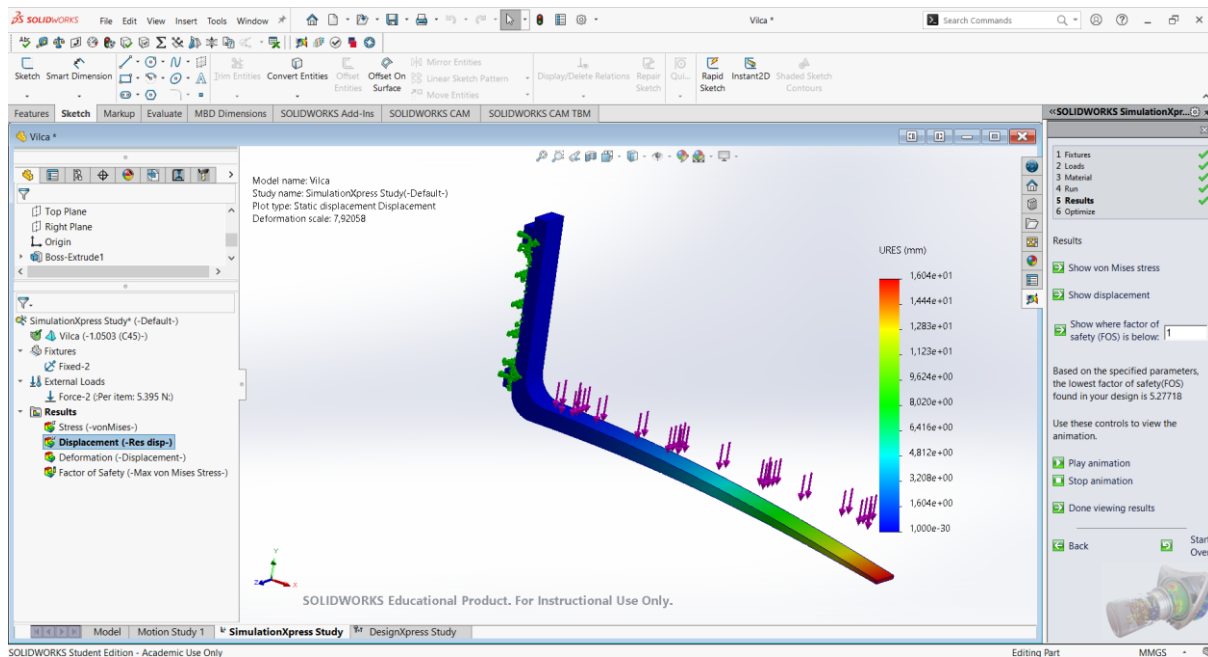
Parameter	Vrednost	Opis
Največji upogib	16,04 mm	Največji pomik na koncu vilice (rdeče območje na sliki 22)
Najmanjši upogib	0 mm	Mesto vpetja – brez premika
Največja napetost	109 MPa	Notranji lok vilice – deformacijska cona

Slika 21: Mesto največje napetosti



Vir: (Lončarič, 2025)

Slika 22: Mesto največjega upogiba



Vir: (Lončarič, 2025)

### 3.5 IZDELAVA VILIC

Paletne vilice sem samostojno izdelal v domači delavnici. Postopek izdelave sem začel z rezanjem profilov na ustrezne dimenzije. Narezal sem profila za ogrodje, dimenzij  $80 \times 80$  dolžine 1200 mm in profila  $80 \times 80$  dolžine 200 mm. Pripravil sem tudi profile za nadgradnjo, ki sem jih kasneje uporabil za potrebe nadgradenj. Dele, ki jih ni bilo mogoče narezati s tračno žago, sem obdelal s kotno brusilko. Za nemoteno nadaljnjo izdelavo sem vse obdelane dele pobrusil in očistil, da me ta odvečni material ne bi oviral v nadaljevanju. Profili so bili, zato sem tudi njih pripravil na varjenje.

Izdelavo ogrodja sem začel tako, da sem najprej zvaril notranja profila, nato dodal še spodnjega, na koncu pa dodal še stranski plošči – s tem sem dobil obliko pravokotnika. Na zadnjo stran sem navaril dva poševna kosa, na katera sem pritrdil ušesi za vpenjanje in dve varovali pred odpiranjem. Na prvo stran sem nato privaril spodnjo in zgornjo ploskev, po kateri se premikajo vilice. Ko je bilo to pripravljeno, sem se lotil drsne površine.

Slika 23: Osnovna konstrukcija



Vir: (Lončarič, 2025)

### 3.6 IZDELAVA POMIČNE PLOŠČE

V drugem koraku sem se lotil pomične plošče. Izdelana je iz jeklenega kosa dimenzij  $1200 \times 400$  debeline 10 mm. Na zgornji del sem s pomočjo kotne brusilke izrezal utore. Utori nam služijo kot varovalo pred premikom vilic. To se doseže s pomočjo varovala na vilici, ki zaskoči v utor.

Na zadnjo stran plošče sem privaril štiri profile dveh različnih velikosti. Dva profila sta dimenzij  $50 \times 30$  dolžine 1000 mm in druga dva  $50 \times 30$  dolžine 240 mm. Profile sem si predhodno pripravil, tako da sem jih pobrusil in očistil. Ko sem imel profile privarjene skupaj, sem jih nato privaril še na že prej omenjeno ploščo. Potrebna je bila še pritrditev kotnih profilov. Zgornji kotni profil, ki je daljši (1000 mm), nam služi za drsenje po prej izdelanem okvirju. Spodnja dva kotna profila, ki sta po dolžini krajša, saj v dolžino merita le 200 mm, pa nam služita kot varovalo pred odpiranjem. Na osnovno ploščo sem privaril še ploščico z izvrtino  $\phi 16$  mm, ki je pritrjena tudi na cilinder.

Slika 24: Pomična plošča



Vir: (Lončarič, 2025)

### 3.7 SESTAVA

Sestavo končnega izdelka sem začel s preverjanjem, ali sem pravilno zvaril vse komponente in če so te pravih dimenzij. Ob koncu pregleda sem začel končno sestavljanje.

V prvem koraku sem na osnovno ploščo na pokončni steber privaril cylinder, nato pa ga privijačil na pomično ploščo z matico. Nato sem na osnovno ploščo nataknil pomično ploščo. Ker je prečna, je nikjer nisem privijačil oziroma privaril. Sledila je spojitev cilindra s premikajočo se ploščo. Še pred tem sem na cylinder priklopil dve hidravlični cevi, ki se priklopita na hidravlične priključke na traktorju. Ko sta bila oba dela združena, sem na pomično ploščo nataknil vilice.

Po končanem delu sem celoten izdelek preveril, ali je vse pravilno zvarjeno in spojeno. Nato sem začel testiranje izdelka. Priklopil sem ga na traktorski nakladač in spojil hidravlične cevi s traktorsko hidravliko. Po testiranju izdelka sem celoten izdelek pobarval s črno barvo.

Slika 25: Sestavljen izdelek



Vir: (Lončarič, 2025)

Slika 26: Barvanje izdelka



Vir: (Lončarič, 2025)

## 27: Končni izdelek v uporabi



Vir: (Lončarič, 2025)

### 3.8 IZRAČUN VELIKOSTI HIDRAVLIČNEGA CILINDRA

Za izbiro cilindra sem se odločil po nasvetu s strokovnjaki iz podjetja ROSI Teh, ki se ukvarjajo s kmetijsko in industrijsko hidravliko, zato sem se odločil za cilinder 40/25-200. Ker nisem potreboval hoda več kot 200 mm in ker vilic ne bom obremenil kot z eno paleto pribl. 1000 kg, je ta cilinder več kot dovolj velik.

Tehnične lastnosti izbranega cilindra so naslednje:

- sila krčenja cilindra (pri 250 bar) znaša 1,91 tone;
- maksimalni tlak, ki ga cilinder prenese, je 250 bar;
- sila raztegovanja cilindra (pri 250 bar) je 3,14 tone;
- maksimalni raztezek cilindra je 200 mm.

### 3.9 IZRAČUN STROŠKOV

V prvi fazi izračuna stroškov sem najprej v celoti analiziral svoje delo in porabljen material. Osredotočen sem bil na porabljene delovne ure in porabljen material.

Legenda kratic:

Ss = strošek skupaj

Sm = strošek materiala

Sd = strošek dela

$$Ss = sm + sd$$

$$Ss = 831 \text{ €} + 660 \text{ €}$$

$$Ss = 1491 \text{ €}$$

Tabela 3: Predračun stroškov materiala

	<b>Izdelek</b>	<b>Enota</b>	<b>Količina</b>	<b>Nabavna vrednost</b>	<b>Strošek</b>
1.	Profil 80 × 80	m	3	16,2 €	48,60 €
2.	Profil 50 × 30	m	3	5,46 €	16,40 €
3.	Vse ploščato železo	m		175 €	175 €
4.	Kotniki	m	2	17,5 €	35 €
5.	Barva	kos	1	40 €	40 €
6.	Kljuke za priklop	kos	2	7,5 €	15 €
7.	Cilinder s cevmi	kos	1	95 €	95 €
8.	Vilice	kos	2	203 €	406 €
				<b>Skupaj</b>	<b>831 €</b>

Iz tabele 3 je razvidno, da so stroški porabljenega materiala znašali 831 €. Čas za izdelavo celotnega izdelka znaša 22 ur. Eno uro dela sem ovrednotil s 30 €, kar znaša 660 €. Skupek materiala in dela, če bi ga ovrednotil s trenutnimi cenami na tržišču, bi znašal 1.491 €.

## **4 ZAKLJUČEK**

### **4.1 SKLEP**

Glavni cilji mojega diplomskega dela so bili konstruiranje in izdelava končnega izdelka paletnih vilic s hidravličnim pomikom. Vse zastavljene cilje smo uspešno izpolnili. Izdelek smo podrobno predstavili, načrtovali in konstruirali, med postopkom pa smo pripravili ustrezno tehnično dokumentacijo. Pomembno je bilo, da izdelek služi svojemu namenu in da je tehnično brezhiben. Vsaka faza izdelave je bila ključnega pomena, da je na koncu nastal želen izdelek. Končni izdelek je bil izveden skladno z načrti, kar potrjuje ustreznost zasnove in izvedbe. Opravili smo tudi natančen izračun stroškov, kar nam je omogočilo pregled z ekonomskega vidika. Izdelava izdelka se ekonomsko ni splačala, saj so alternativni izdelki na trgu cenejši.

### **4.2 DISKUSIJA**

Med delom sem se soočil z različnimi izzivi. Zaradi primanjkovanja delovnih izkušenj sem težave zaznal predvsem pri varjenju, zato mi je pri težjih delih pomagal stric, ki je izkušen varilec.

Za nadaljnje raziskovanje priporočam, da bi paletne vilice s hidravličnim pomikom nadgradili z namenom, da bi imele možnost pomika naprej in nazaj.

Glede na zadane cilje in na končni izdelek sem zelo ponosen na svoje delo. Izdelati tehnično brezhiben izdelek ni bil majhen zalogaj, saj je terjalo veliko mojega truda in znanja. Vem, da mi bo izdelek služil za lažji transport in prevoz blaga doma na kmetiji. Hvaležen sem tudi za vse novo pridobljeno znanje, ki mi bo služilo pri mojem poklicu.

## 5 BIBLIOGRAFIJA

**Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. 2025.** *Introducing Solidworks*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 9. 7. 2025.] <https://files.solidworks.com/pdf/introsow.pdf>.

**Deepak, J. R., in drugi. 2021.** *Materials Today: Proceedings. Non-destructive testing (NDT) techniques for low carbon steel welded joints: A review and experimental study*. 44(5), 2021, str. 3732–3737.

**Dolinšek-S, d. o. o. 2025.** Vrtanje – kateri sveder izbrati. *Dolinšek-S*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 20. 5. 2025.] <https://dolinsek-s.si/novosti/vrtanje/vrtanje/>.

**Fakulteta za strojništvo. 2025.** *Rezanje*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 28. 4. 2025.] <https://web.fs.uni-lj.si/lap/html/pages/si-preoblikovanje-kovin-tehnologije-rezanje.htm>.

**Franz Hauer GmbH & CoKG. 2025.** Delovne naprave in pripomočki. *TO\_DA*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 26. 5. 2025.] <https://www.to-da.si/wp-content/uploads/2020/03/orodja-SLO.pdf>.

**Hidravlik servis, d. o. o. 2020.** Paletne vilice. *Hidravlik servis*. [Elektronski] 24. 9. 2020. [Navedeno: 29. 5. 2025.] <https://hidravlik-servis.si/paletne-vilice/>.

**Iskra Varjenje, d. o. o. 2025.** Avtomatska varilna maska Shine AF-2000. *Iskra varjenje*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 27. 8. 2025.] <https://iskra-varjenje.si/avtomatska-varilna-mask-shine-af-2000>.

**Kovinc, d. o. o. 2025.** MIG varjenje. *Kovinc*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 20. 4. 2025.] <https://www.kovinc.si/wiki/mig-varjenje>.

**Krajnik, Peter in Kopač, Janez. 2004.** Strojniški vestnik. *Pregled brušenja z velikimi hitrostmi in učinkovitih abrazivnih orodij*. 2004, 50(4), str. 206–218.

**Lončarič, Nejc. 2025.**

**Mehanizacija Miler, d. o. o. 2025.** Kmetijska oprema. *Vilice paletne 1500 kg, dolžina vilic 1200 mm*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 25. 5. 2025.] <https://www.kmetijskaoprema.si/vilice-paletne-1500-kg-dolzina-vilic-1200-mm>.

**Mizarstvo.si. 2025b.** Spoji pri varjenju: najboljše prakse in nasveti za začetnike in ljubitelje varjenja. *Mizarstvo.si*. [Elektronski] 2025b. [Navedeno: 27. 8. 2025.] <https://www.mizarstvo.si/spoji-pri-varjenju-najboljse-prakse-in-nasveti-za-zacetnike-in-ljubitelje-varjenja/>.

—. **2025a.** Tehnologija varjenja: metode, oprema in prihodnost. *Mizarstvo.si*. [Elektronski] 2025a. [Navedeno: 26. 8. 2025.] <https://www.mizarstvo.si/tehnologija-varjenja/>.

**Modularis TEH, d. o. o. 2025.** Paletne vilice. *Modularis drive*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 25. 5. 2025.] <https://www.modularis-drive.com/sl/product/paletne-vilice/>.

**PDSVISION. 2025.** Digitally create 2D drawings and 3D models of real-world products. *PDSVISION*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 30. 5. 2025.] <https://pdsvision.com/technologies/cad/>.

**ROSI Teh, d. o. o. 2025.** Traktorske tritočkovne paletne vilice 600 kg. *Rositeh*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 26. 5. 2025.] <https://www.rositeh.si/traktorske-tritockovne-paletne-vilice-600kg>.

**Tehnodiesel, proizvodno tehnični servis, d. o. o. 2025.** Priključki in delovna orodja Avant. *Tehnodiesel*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 28. 5. 2025.] <https://www.tehdiesel.si/nakladalnik-avant/paletne-vilice/>.

**TWI Ltd. 2025.** What is Ultrasonic Testing and How Does it Work? *TWI*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 26. 8. 2025.] <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/ultrasonic-testing>.

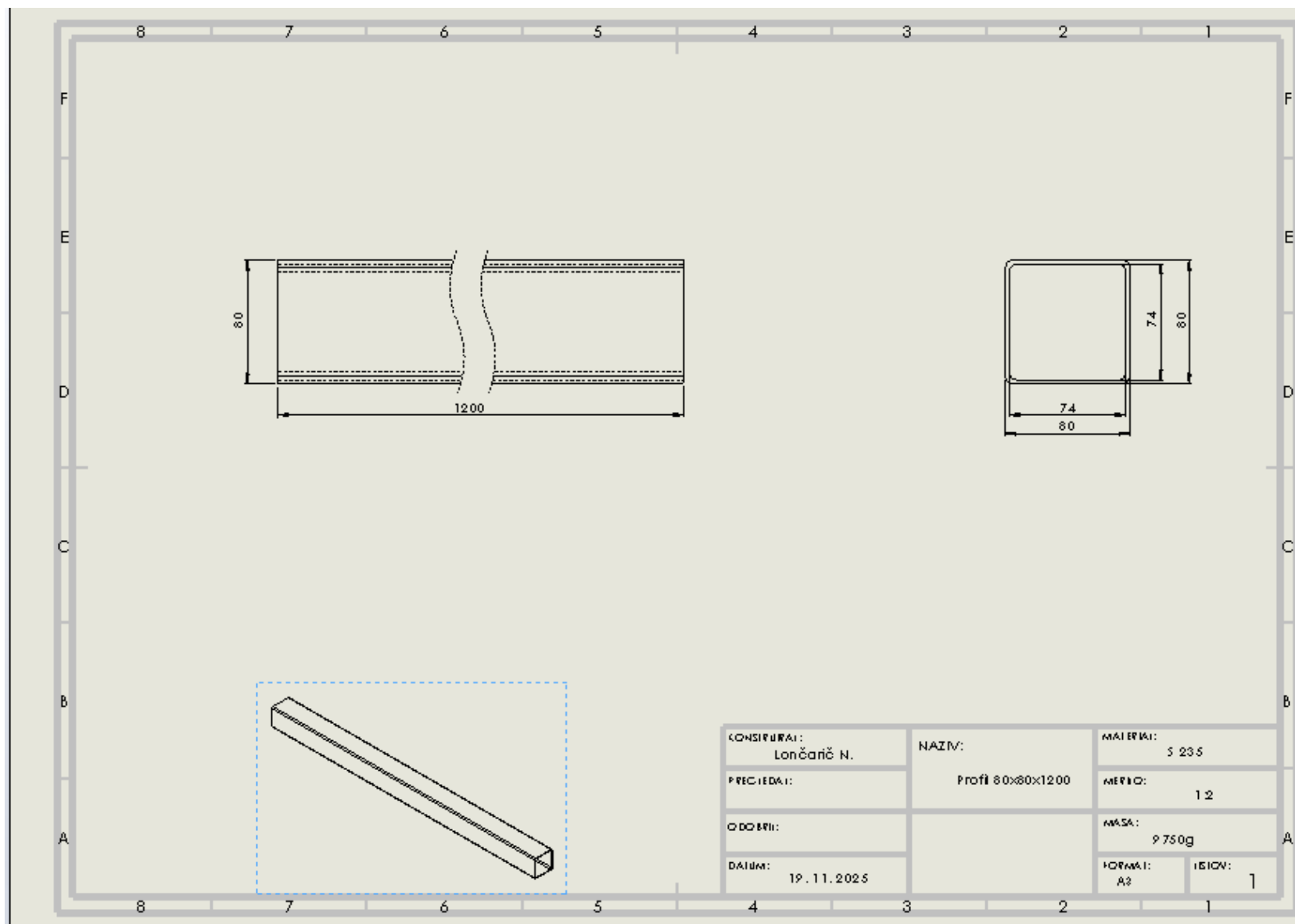
**Urmat, d. o. o. 2025.** Varilne rokavice WELDAS 10-2392. *Varjenje.net*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 27. 8. 2025.] <https://www.varjenje.net/sl/rokavice-10-2392>.

**Zitzewitz, Vincent. 2024.** What is the Difference Between CAD and CAE? *Simscale*. [Elektronski] 13. 3. 2024. [Navedeno: 30. 5. 2025.] <https://www.simscale.com/blog/difference-between-cad-and-cae/>.

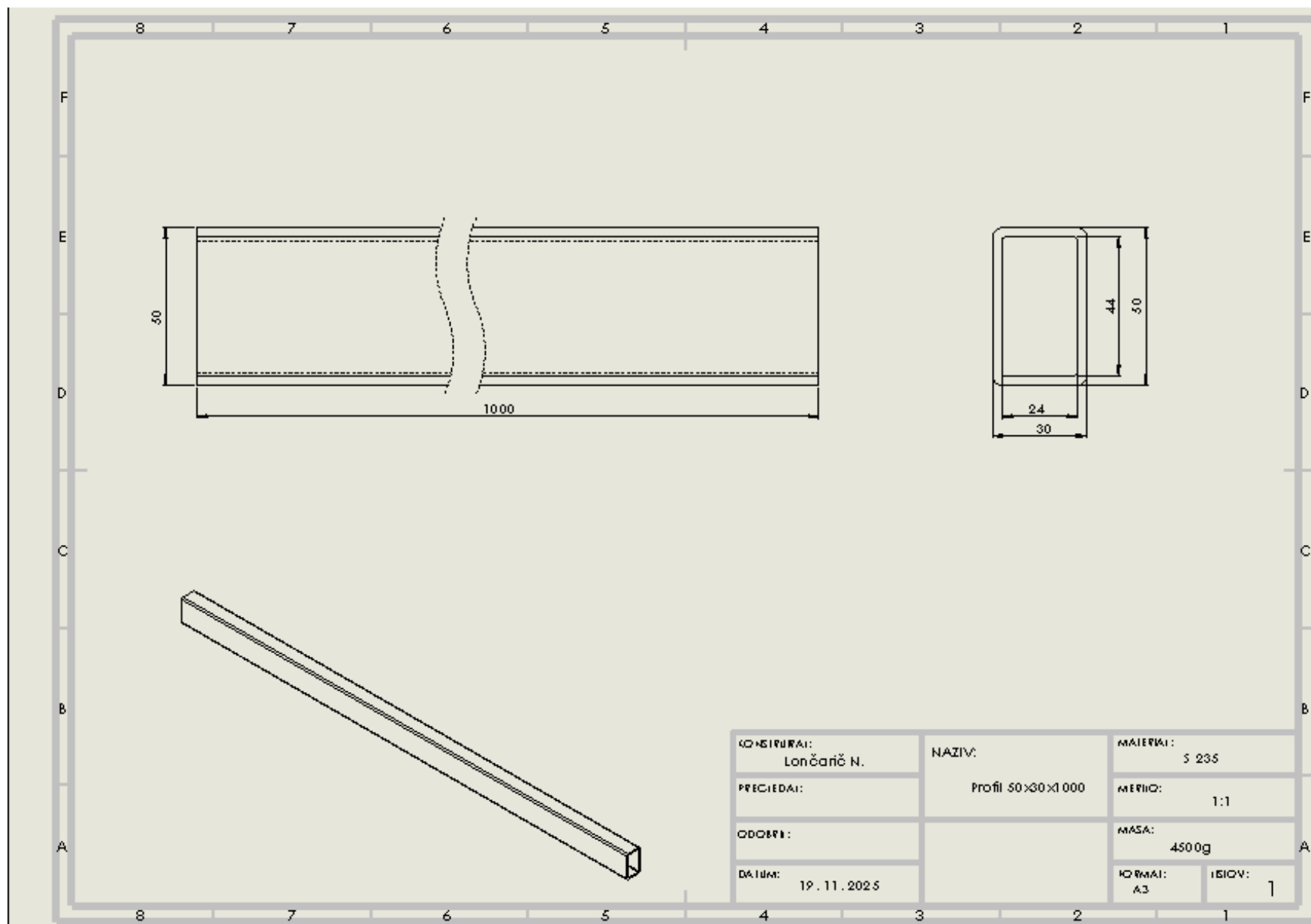
## **PRILOGE**

- Priloga 1: Delavniška risba – profil  $80 \times 80 \times 1200$  mm
- Priloga 2: Delavniška risba – profil  $50 \times 30 \times 1000$  mm
- Priloga 3: Delavniška risba – profil  $50 \times 30 \times 240$  mm
- Priloga 4: Delavniška risba – profil  $80 \times 80 \times 240$  mm
- Priloga 5: Delavniška risba – zobje za nastavitev širine
- Priloga 6: Delavniška risba – cilinder
- Priloga 7: Delavniška risba – stranska plošča
- Priloga 8: Delavniška risba – priklop na nakladač
- Priloga 9: Delavniška risba – varovalo pred odpiranjem
- Priloga 10: Delavniška risba – osnovna konstrukcija
- Priloga 11: Delavniška risba – nadgradnja vilic
- Priloga 12: Delavniška risba – vilica
- Priloga 13: Delavniška risba – drsni vodilni element 150 mm
- Priloga 14: Delavniška risba – vodilni element 1000 mm
- Priloga 15: Delavniška risba – poševna plošča
- Priloga 16: Delavniška risba – držalo cilindra
- Priloga 17: Delavniška risba – kosovnica

# PRILOGA 1: DELAVNIŠKA RISBA – PROFIL 80 × 80 × 1200 MM

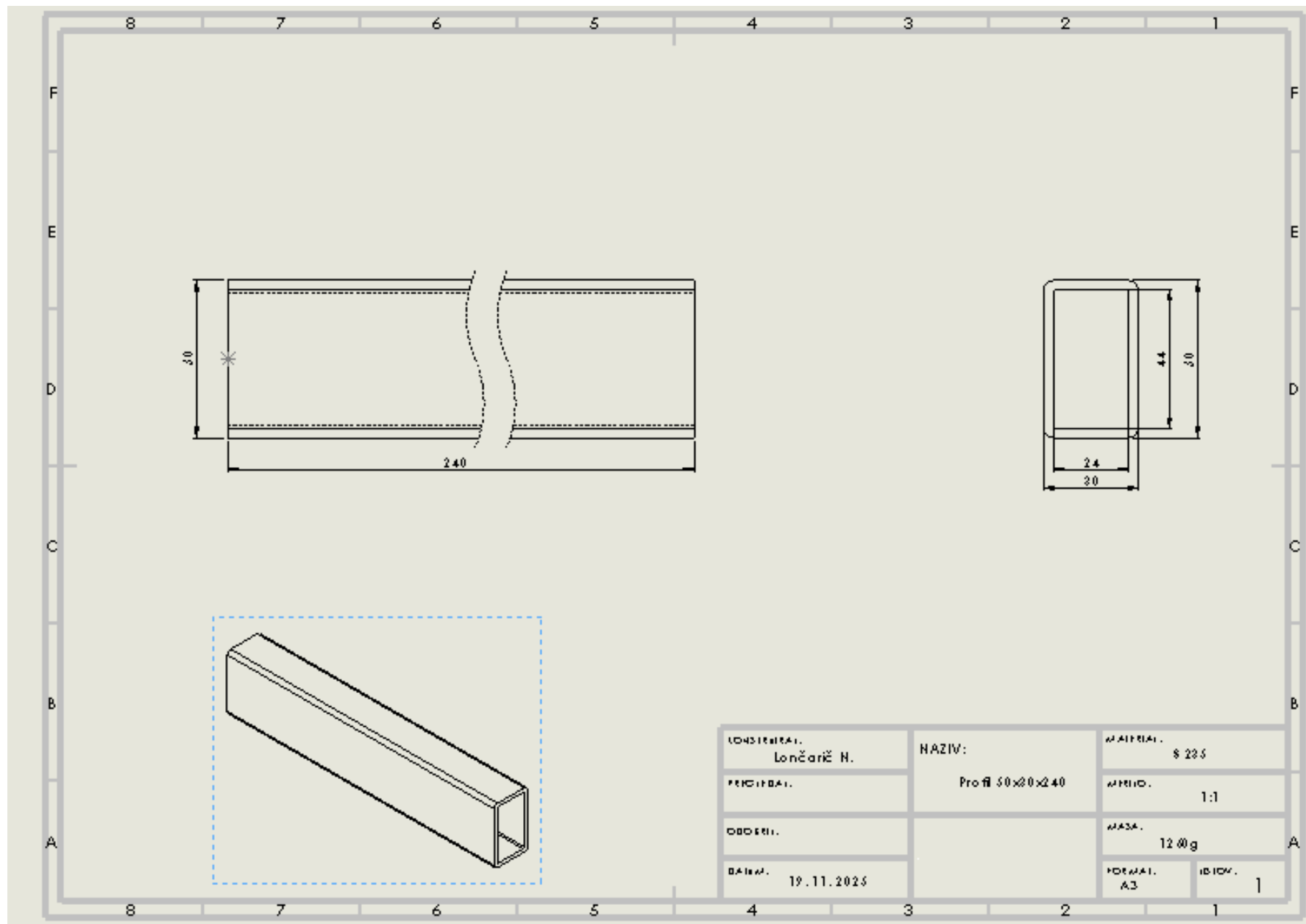


## PRILOGA 2: DELAVNIŠKA RISBA – PROFIL 50 × 30 × 1000 MM

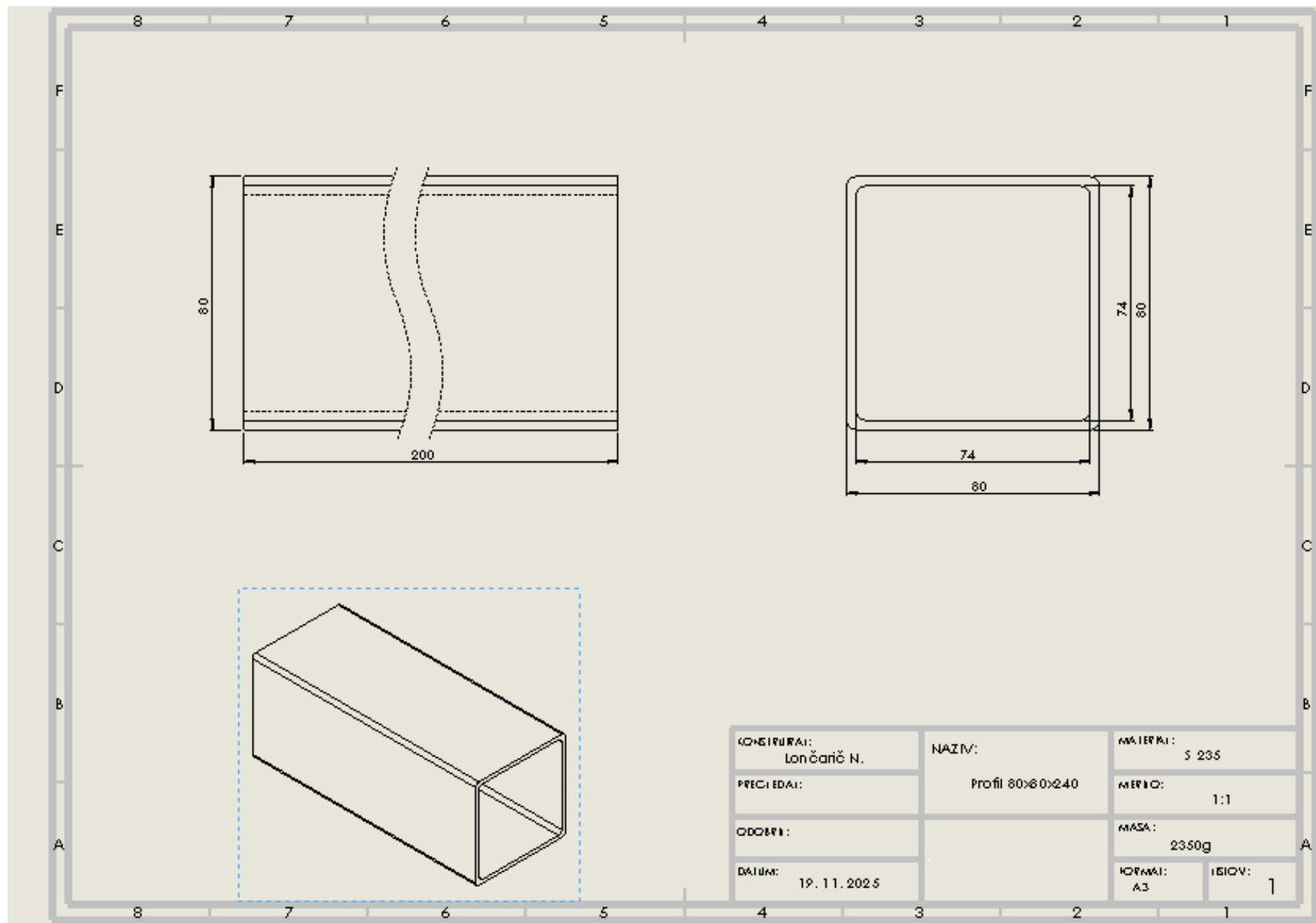


CONSTRUIRAI: Lončarič N.	NAZIV: Profil 50x30x1000	MATERIAL: S 235
PREČEDAI:		MERIL: 1:1
ODOBRI:		MASA: 4500g
DATEM: 19.11.2025		FORMAI: A3
		LETOV: 1

### PRILOGA 3: DELAVNIŠKA RISBA – PROFIL 50 × 30 × 240 MM

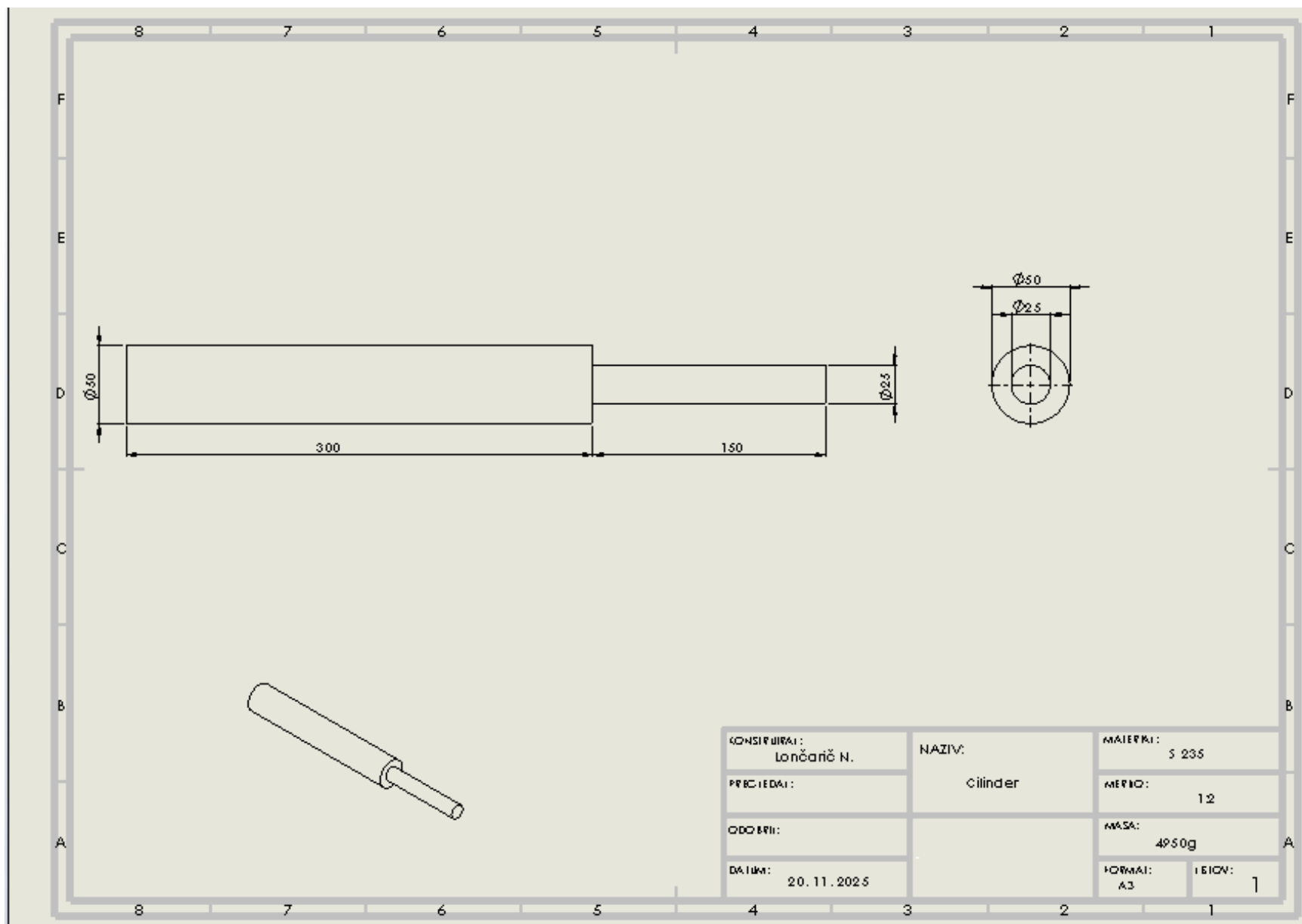


# PRILOGA 4: DELAVNIŠKA RISBA – PROFIL 80 × 80 × 240 MM

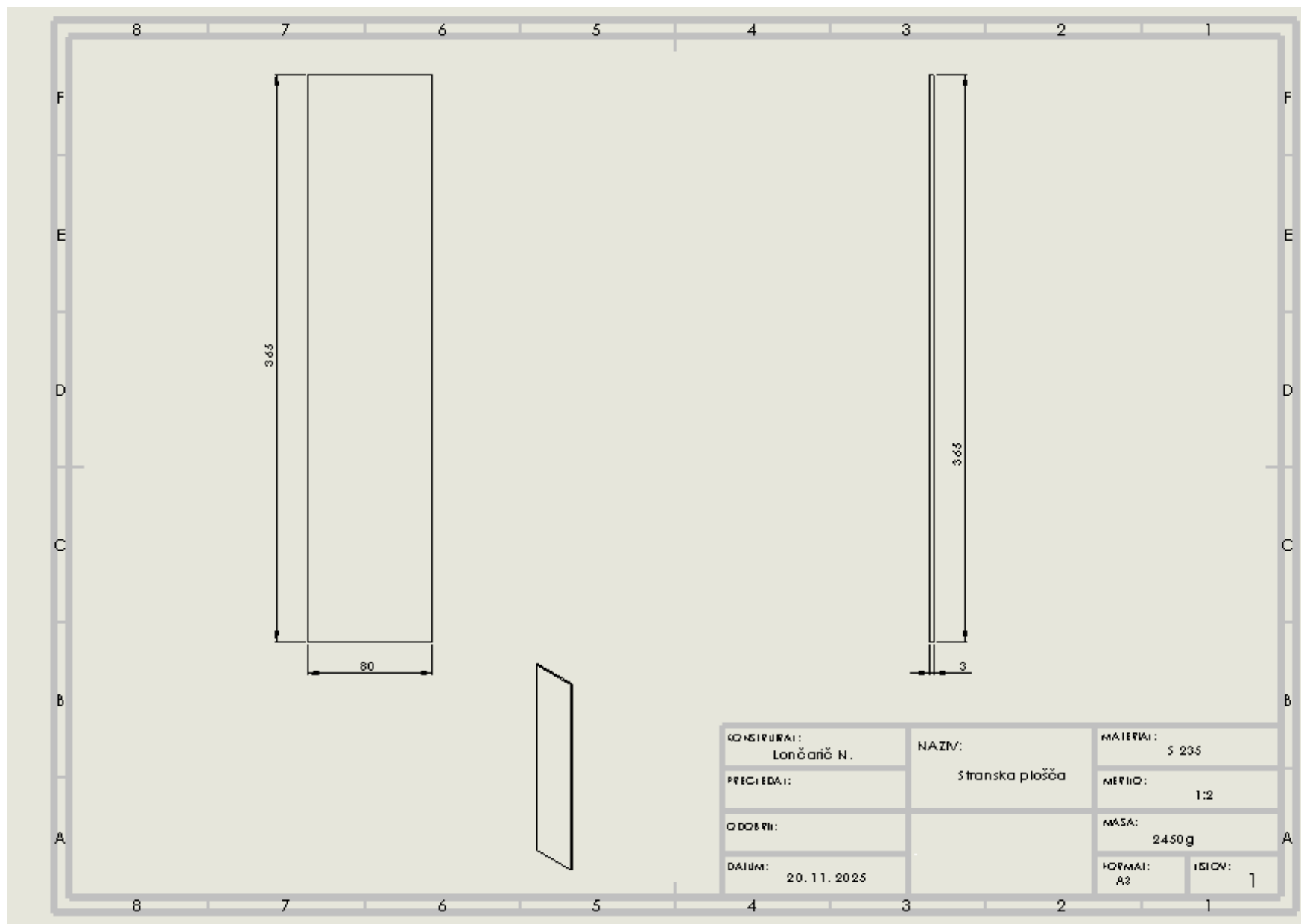




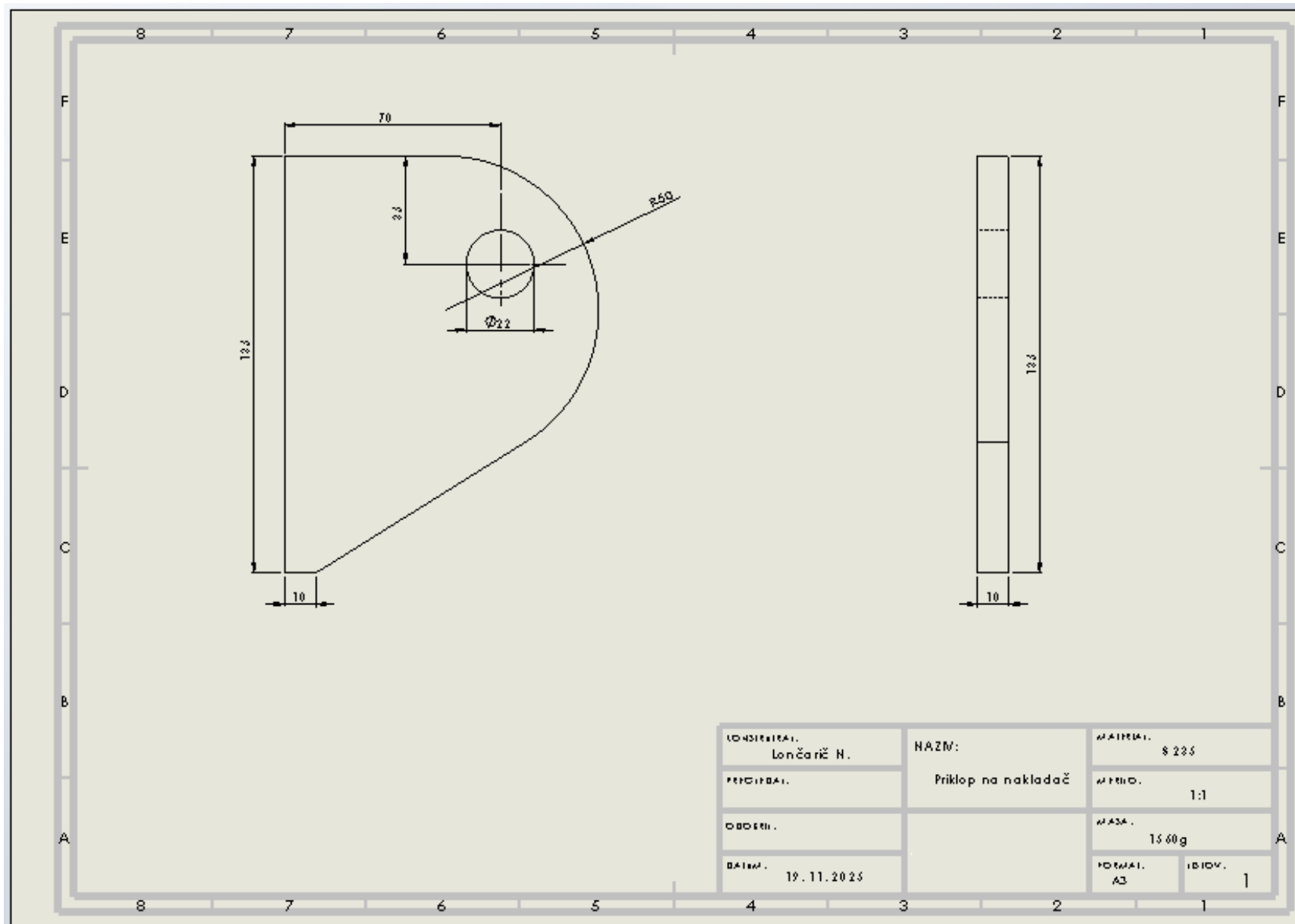
## PRILOGA 6: DELAVNIŠKA RISBA – CILINDER



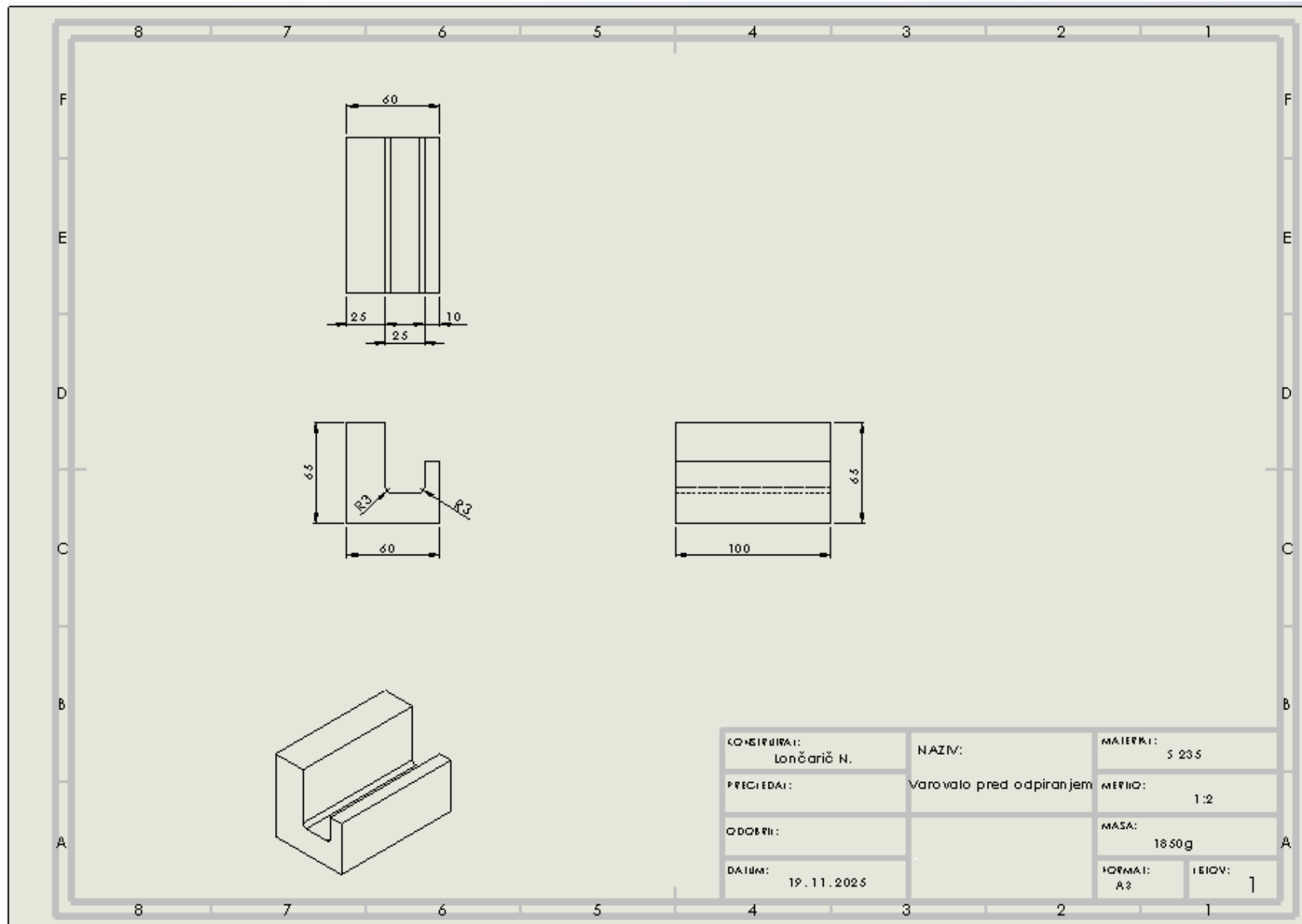
## PRILOGA 7: DELAVNIŠKA RISBA – STRANSKA PLOŠČA



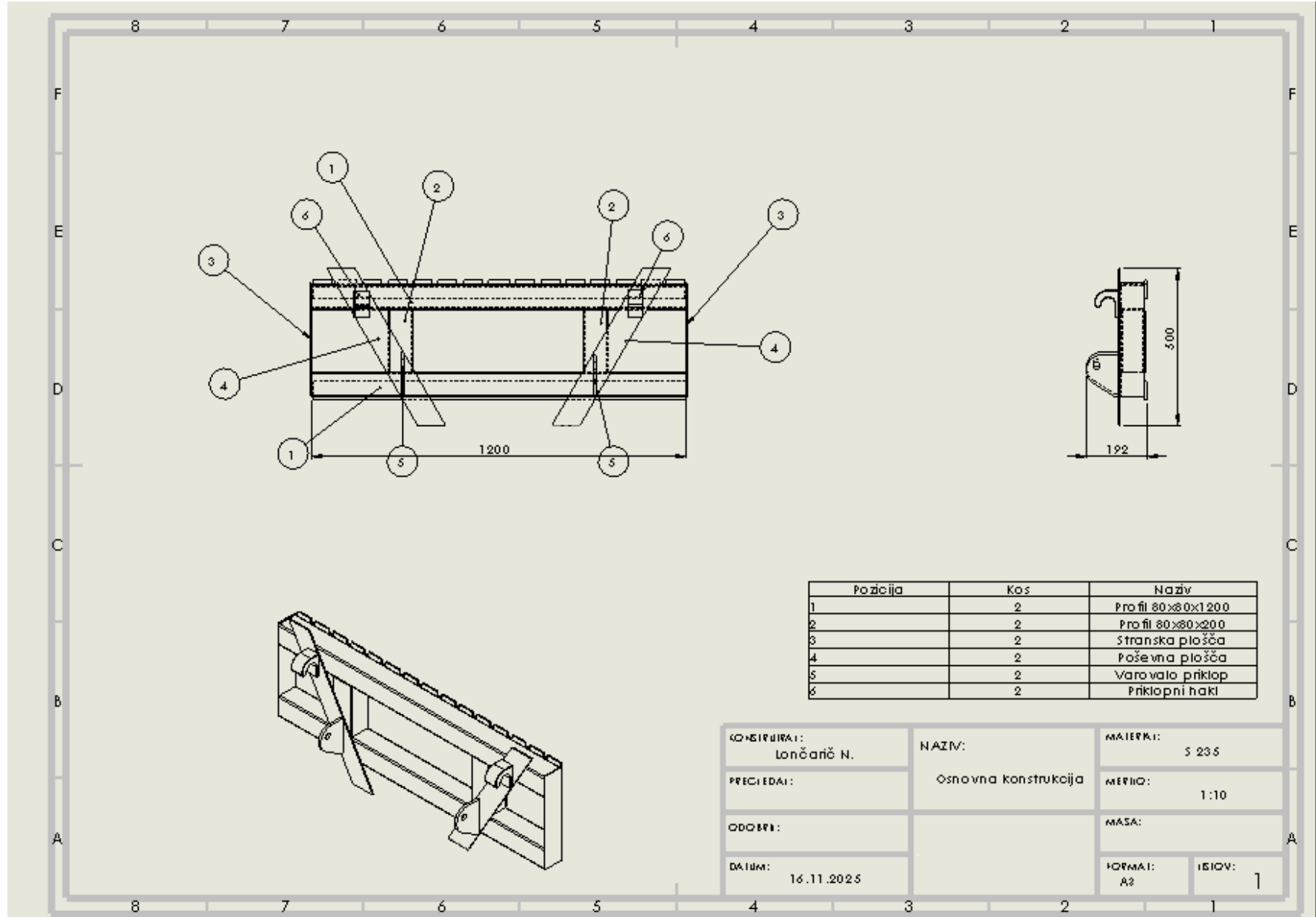
## PRILOGA 8: DELAVNIŠKA RISBA – PRIKLOP NA NAKLADAČ



# PRILOGA 9: DELAVNIŠKA RISBA – VAROVALO PRED ODPIRANJEM



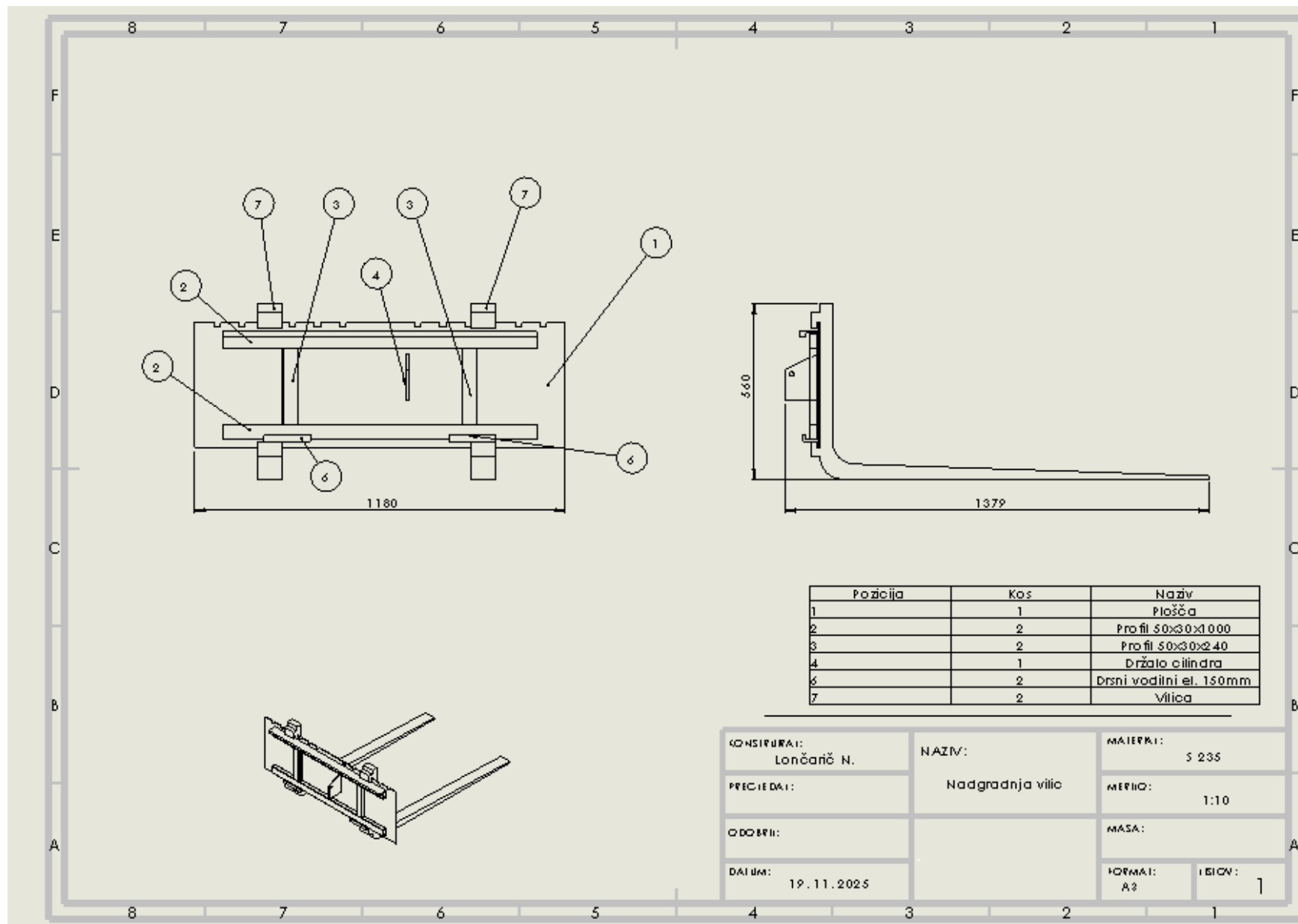
# PRILOGA 10: DELAVNIŠKA RISBA – OSNOVNA KONSTRUKCIJA



Pozicija	Kos	Načv
1	2	Profil 80x80x1200
2	2	Profil 80x80x200
3	2	Stranska plošča
4	2	Posевна plošča
5	2	Varovalo priklp
6	2	Priklpni haki

KONSTRUIRAI: Lončarič N.	NAZIV: Osnovna konstrukcija	MATERIKI: S 235
PREČIEDAI:		MERILIO: 1:10
ODOBRI:		MASA:
DAIUM: 16.11.2025		FORMAI: A3
		LEIOV: 1

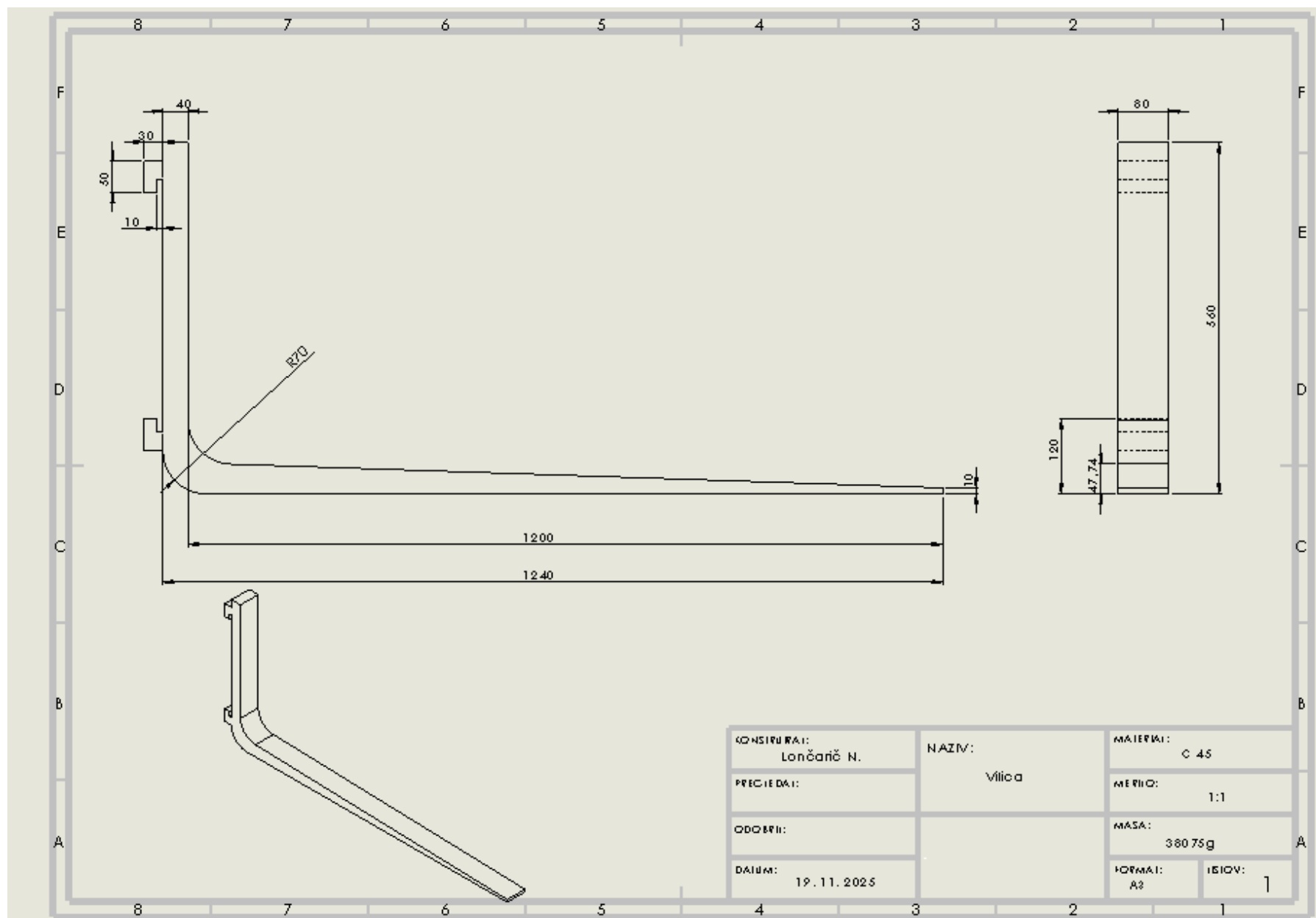
# PRILOGA 11: DELAVNIŠKA RISBA – NADGRADNJA VILIC



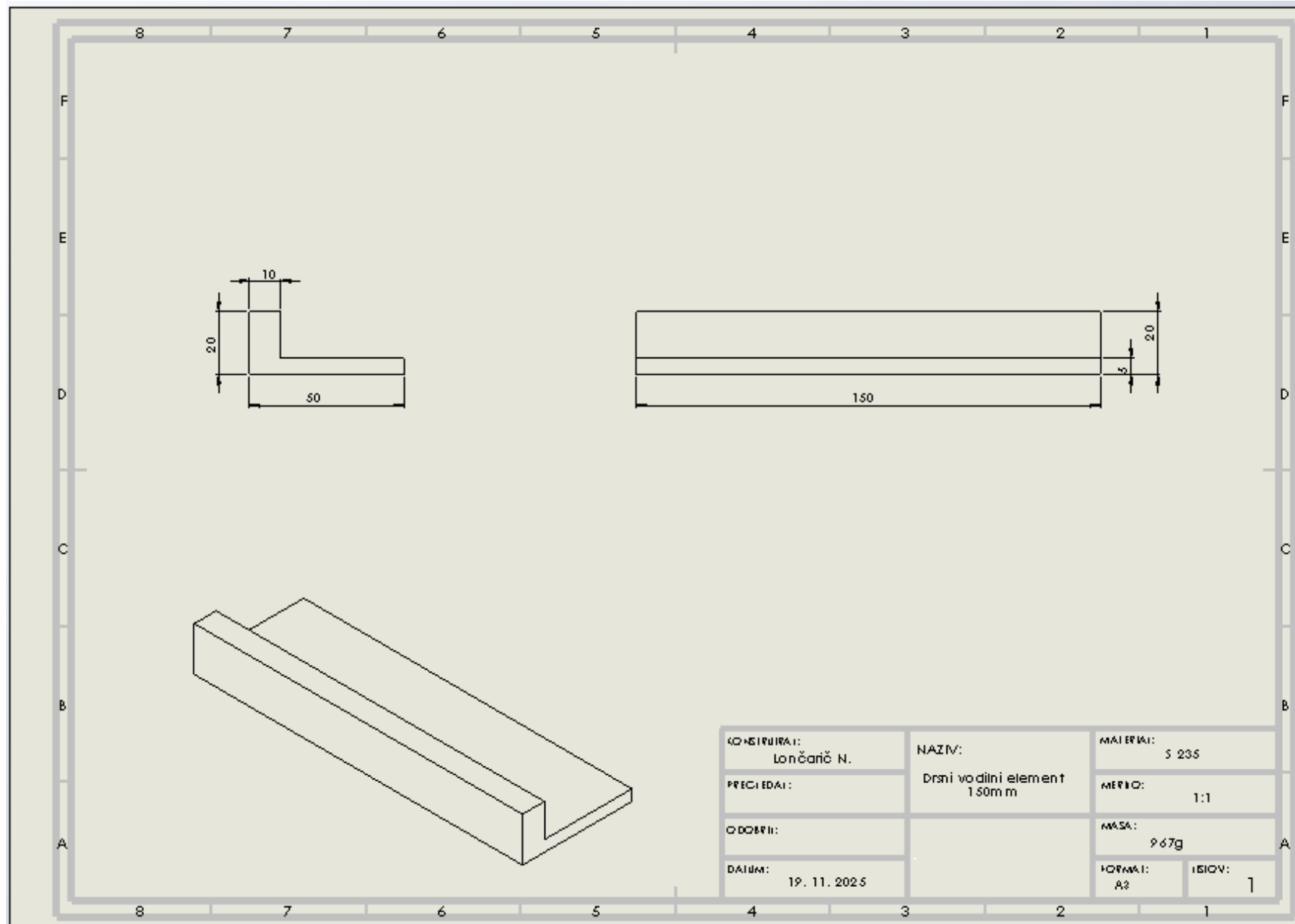
Pozicija	Kos	Naziv
1	1	Plošča
2	2	Profil 50x30x1000
3	2	Profil 50x30x240
4	1	Držalo cilindra
6	2	Drzni vodilni el. 150mm
7	2	Vilica

KONSTRUKCIJA: Lončančič N.	NAZIV: Nadgradnja vilic	MATERIAL: S 235
PREČEDEL: 		MERILO: 1:10
ODOBRILO: 		MASA: 
DATUM: 19. 11. 2025		FORMAT: A3
		LISTOV: 1

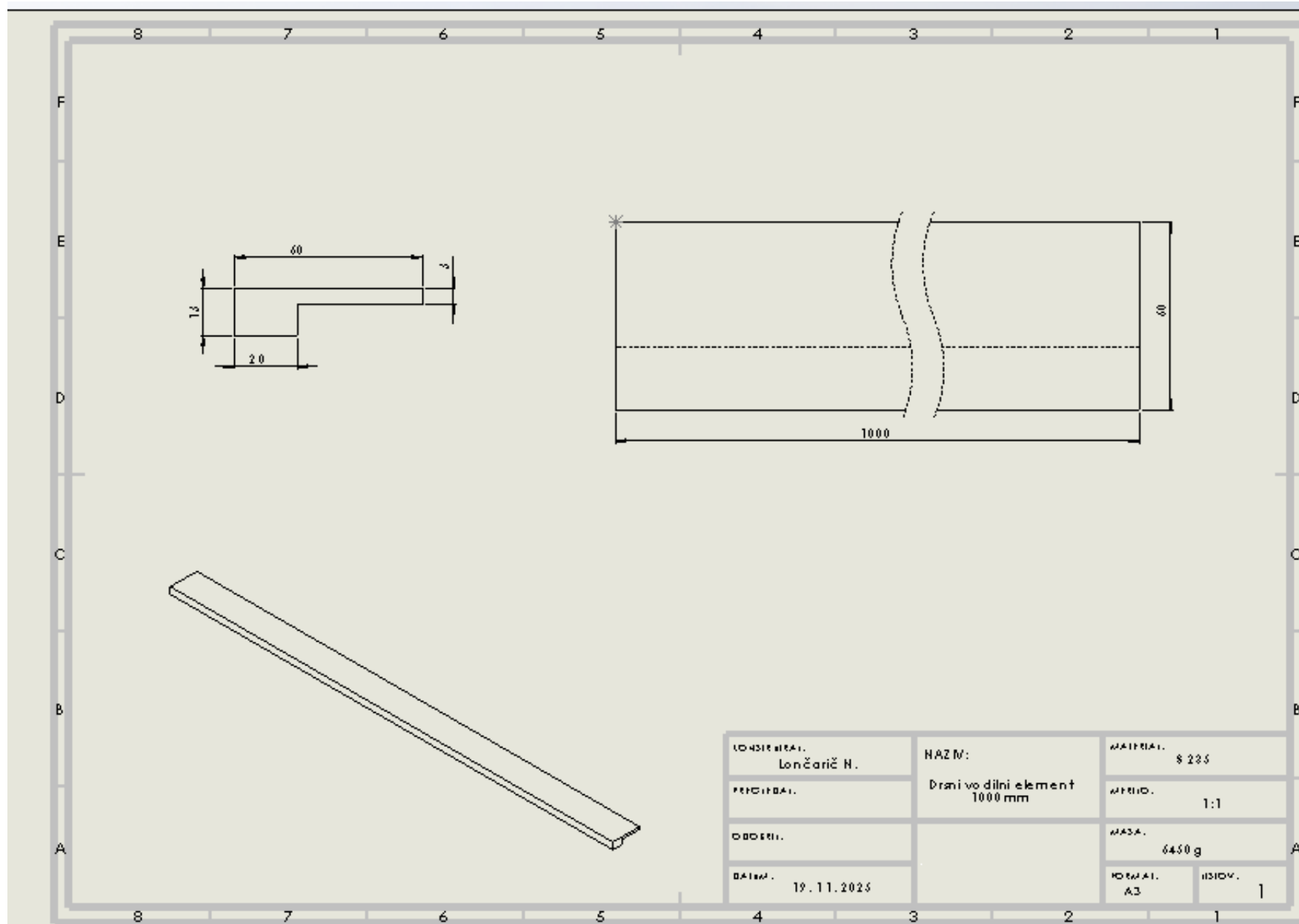
## PRILOGA 12: DELAVNIŠKA RISBA – VILICA



# PRILOGA 13: DELAVNIŠKA RISBA – DRJNI VODILNI ELEMENT 150 MM

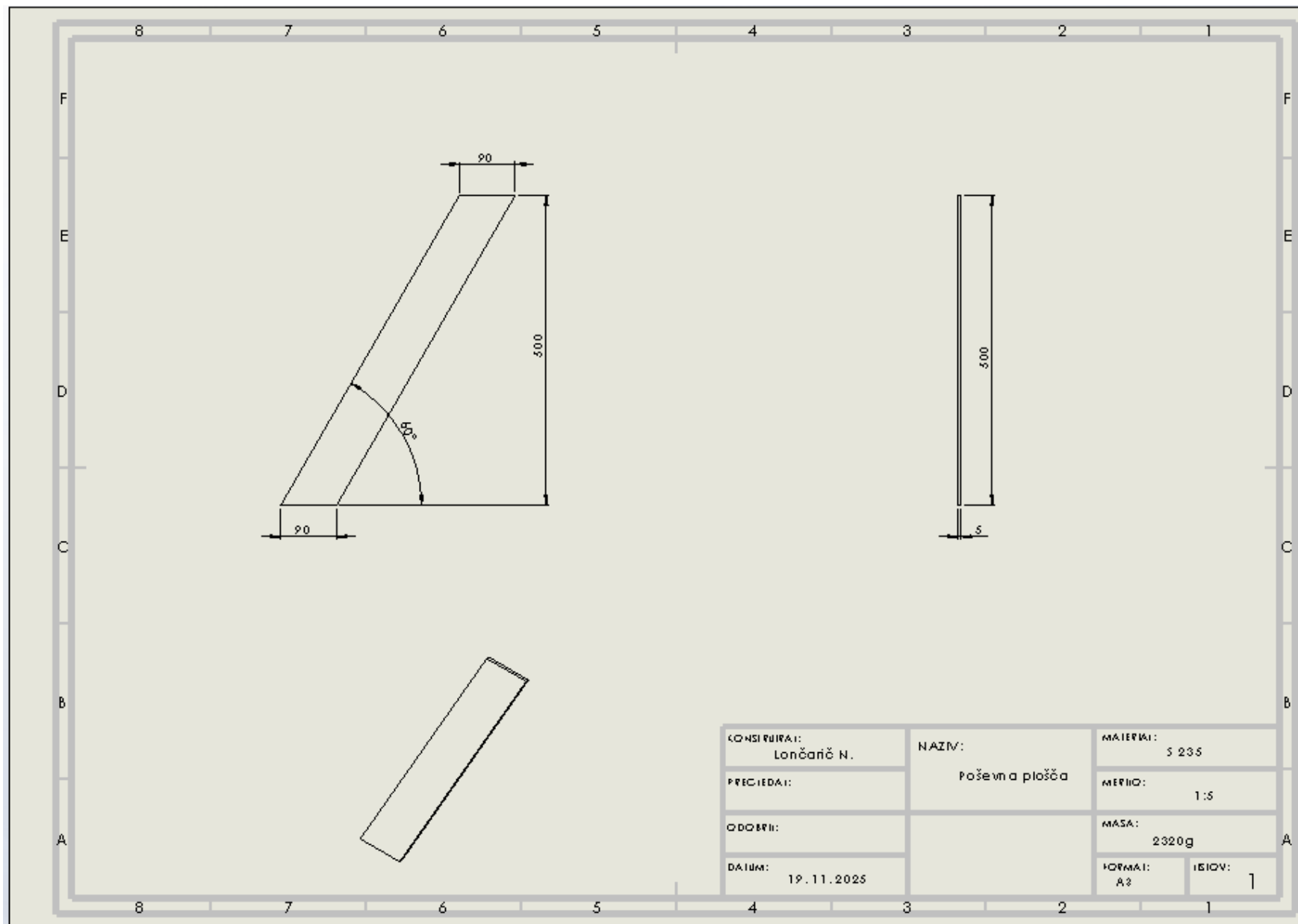


# PRILOGA 14: DELAVNIŠKA RISBA – VODILNI ELEMENT 1000 MM

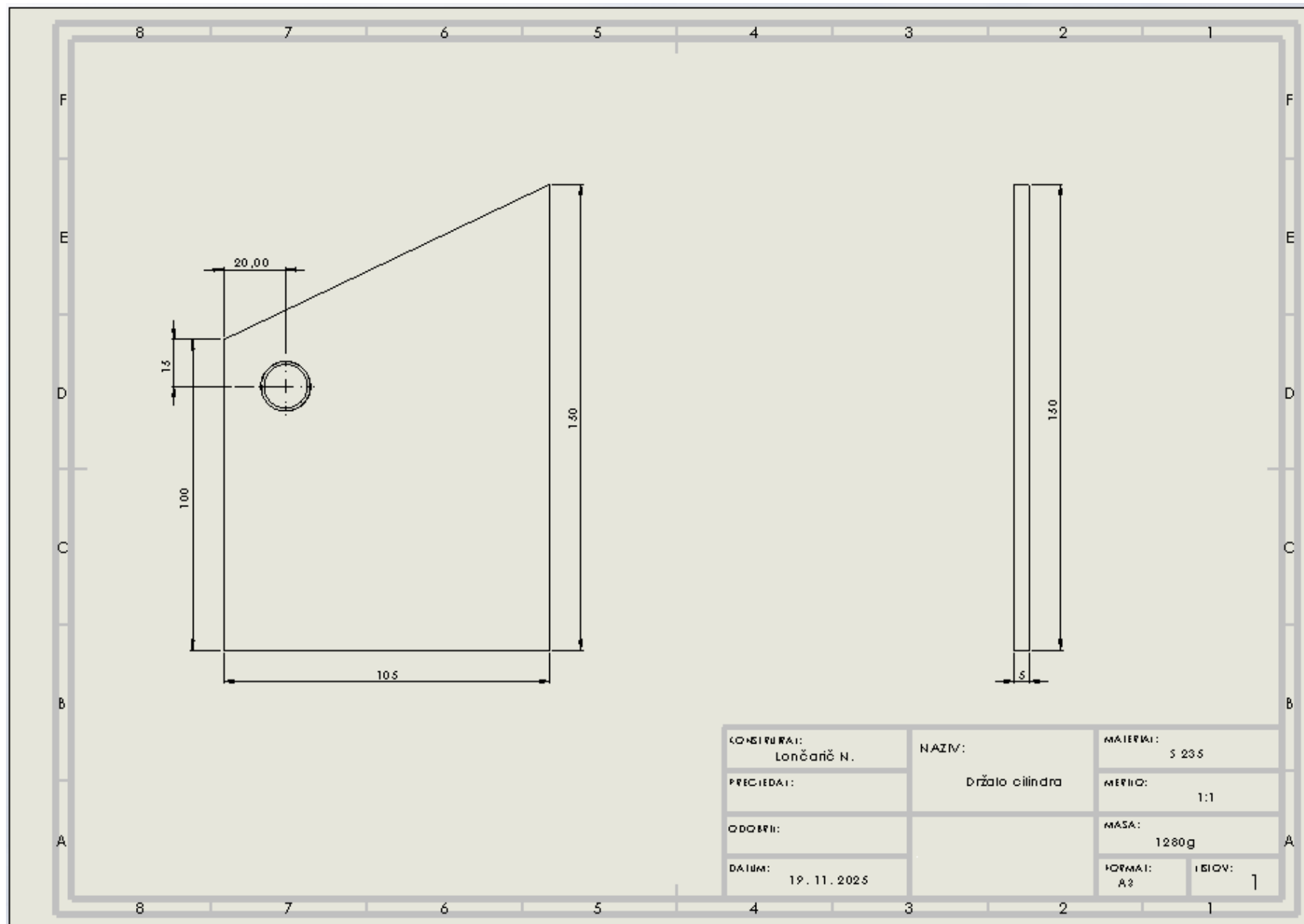


LOŠER NEAL. Lončarič H.	NAZIV: Drni vo dilni element 1000 mm	MATERIAL. S 235
PROJEKTANT.		MERILO. 1:1
OBODENI.		MASA. 6450 g
DATEVA. 19. 11. 2023		FORMAT. A3
		LISTOV. 1

# PRILOGA 15: DELAVNIŠKA RISBA – POŠEVNA PLOŠČA



## PRILOGA 16: DELAVNIŠKA RISBA – DRŽALO CILINDRA



# PRILOGA 17: DELAVNIŠKA RISBA – KOSOVNICA

