

Šolski center Celje
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Avtomatsko ločevanje materiala

Raziskovalna naloga

Področje: mehatronika in robotika

Avtorji:

Urban Doberšek, M-3.f

Matija Gajšek, M-3. F

Tadej Dimec, M-3.f

Mentorji:

Gregor Brežnik, inž.

Matjaž Cizej, univ. dipl. inž.

Peter Klaus, dipl. inž.

Celje, marec 2024

IZJAVA*

Mentorji Gregor Brežnik, Matjaž Cizej, Peter Klaus v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljamo, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Avtomatsko ločevanje materiala, katere avtorji so Urban Doberšek, Matija Gajšek in Tadej Dimec:

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

Celje, 14.5.2021

žig šole

Podpis mentorjev
Gregor Brežnik
Matjaž Cizej
Peter Klaus

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

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

AVTOMATSKO LOČEVANJE MATERIALA

Ključne besede: Avtomatizacija, sortiranje, materiali, senzorji, program, produktivnost, kapaciteta, avtomatsko razvrščanje, optično prepoznavanje

POVZETEK

Avtomatsko ločevanje materiala je napredna tehnološka rešitev, ki omogoča učinkovito razvrščanje različnih vrst materialov, vključno s plastičnimi komadi, kovinskimi komadi in previsokimi komadi. Ta sistem temelji na uporabi različnih senzorjev, kot so optični senzorji, induktivni senzorji in kapacitivni senzorji, ki omogočajo natančno prepoznavanje in ločevanje različnih materialov ter njihovih lastnosti. Avtomatsko ločevanje materiala omogoča visoko stopnjo avtomatizacije proizvodnega procesa, kar povečuje produktivnost, zmanjšuje časovne in delovne stroške ter zagotavlja kakovostne izdelke. Sposobnost hitrega in natančnega razvrščanja različnih materialov prispeva k optimizaciji proizvodnih operacij in izboljšanju učinkovitosti v industrijskih okoljih.

Automatic material separation

Keywords: Automation, sorting, materials, sensors, program, productivity, capacity, automatic sorting, optical recognition

ABSTRACT

Automatic material separation is an advanced technological solution that enables efficient sorting of various types of materials, including plastic pieces, metal pieces, and defective pieces. This system relies on the use of various sensors such as optical sensors, inductive sensors, and capacitive sensors, enabling precise recognition and separation of different materials and their properties. Automatic material separation allows for a high level of automation in the manufacturing process, increasing productivity, reducing time and labor costs, and ensuring high-quality products. The ability to quickly and accurately sort different materials contributes to the optimization of manufacturing operations and improves efficiency in industrial environments.

KAZALO

1 UVOD	9
1.1 Hipoteze	10
1.2 Struktura raziskovalnega dela	10
1.3 Predstavitev problema	11
1.4 Namen naloge	11
2 AVTOMATSKO LOČEVANJE MATERIALA	12
3 RAZVOJ	13
3.1 Koncipiranje	13
3.2 Zahtevnik	14
3.3 Snovanje	15
3.4 Razdelava	15
4 MODELIRANJE	16
4.1 Nosilci za cilindra	17
4.2 Nogice za tekoči trak	18
4.3 Mali nosilec za drčo	19
4.4 Velik nosilec za drčo	20
4.5 Nosilec za tekoči trak	21
4.6 Stojala za senzorja	22
4.7 Drča	23
5 IZDELAVA	24
5.1 Pnevmatška sestava	25
5.2 Elektronska vezava	26
5.3 Krmiljenje	27
5.4 Struženje	28
5.5 Rezkanje	29
5.6 Vrtanje	30
5.7 Piljenje	31
5.8 Žaganje	32
5.9 3D printanje	33
5.10 Upogibanje	34
6 ČASOVNA IN CENOVNA ANALIZA	35
7 REZULTATI RAZISKAVE	37
8 ZAKLJUČEK	38
9 VIRI IN LITERATURA	39
10 PRILOGE	40

KAZALO SLIK

Slika 1: Avtomatski ločevalnik materiala	16
Slika 2: Nosilec za cilindra	17
Slika 3: Nogica za tekoči trak	18
Slika 4: Mali nosilec za drčo	19
Slika 5: Velik nosilec za drčo	20
Slika 6: Nosilec za tekoči trak	21
Slika 7: Nosilec za senzorje	22
Slika 8: Drča	23
Slika 9: Shema pnevmatike	25
Slika 10: Vezava pnevmatike	25
Slika 11: Slika senzorjev na avtomatskem ločevalniku materiala	26
Slika 12: Ekran z števcem 3/3	27
Slika 13: Ekran z števcem 0/3	27
Slika 14: Vrsta krmilnika	27
Slika 15: Stružnica	28
Slika 16: Rezkalnik	29
Slika 17: Vrtanje	30
Slika 18: Pile	31
Slika 19: Žaga	32
Slika 20: 3D printer	33
Slika 21: Upogibanje	34

KAZALO TABEL

Tabela 1: Zahtevnik naprave	14
Tabela 2: Stroški	36

UPORABLJENE KRAJŠAVE OZ. SIMBOLI

mm - milimeter

cm - centimeter

m - meter

V - volti

∅ - fi

° - stopinje

1 UVOD

V industrijskih procesih se vedno bolj uveljavljajo napredne tehnološke rešitve, med katerimi izstopa avtomatsko ločevanje materiala. Ta sistem omogoča hitro in natančno razvrščanje različnih materialov, vključno s plastičnimi komadi, kovinskimi komadi in defektnimi komadi. S tem se povečuje produktivnost, zmanjšujejo stroški ter zagotavlja kakovost končnih izdelkov. V tej raziskovalni nalogi bomo analizirali delovanje in prednosti avtomatskega sortirnika materiala za različne vrste materialov ter obravnavali izzive njegove implementacije v industriji. Naš cilj je prispevati k boljšemu razumevanju pomembnosti avtomatizacije proizvodnih procesov ter spodbuditi nadaljnji razvoj in izboljšanje tovrstnih tehnoloških rešitev.

1.1 Hipoteze

Pred izvedbo raziskovalne naloge smo postavili naslednje hipoteze:

1. Primerna velikost in prenosljivost
2. Cenovna dostopnost
3. Enostavna izdelava
4. Varna uporaba
5. Enostavno popravilo
6. Urejeno kablovje

1.2 Struktura raziskovalnega dela

V prvem sklopu raziskovalne naloge smo predstavili naš avtomatski ločevalnik materiala in njegovo delovanje. Drugi sklop je namenjen opisu in razvoju modeliranja, ki mi sledi opis postopka izdelave posameznih elementov, elektro in pnevmatske vezave. Opravili smo tudi cenovno in časovno analizo. Nato so predstavili rezultate raziskave, pri čemer smo potrdili oziroma ovrgli hipoteze.

1.3 Predstavitev problema

V industrijskih procesih se pogosto srečujemo s potrebo po hitrem in natančnem razvrščanju različnih materialov, kot so plastični komadi, kovinski deli in defektni elementi. Ročno razvrščanje je počasno, podvrženo človeškim napakam in lahko povzroči zastoje v proizvodnji ter dodatne stroške. Avtomatski sortirniki materiala ponujajo rešitev za ta izziv, vendar njihova učinkovitost in zanesljivost sta odvisni od specifičnih potreb proizvodnega procesa. Glavni cilj je zagotoviti učinkovito razvrščanje brez ročnega dela ter optimizirati produktivnost in kakovost proizvodnje.

1.4 Namen naloge

Avtomatsko ločevanje materiala za plastične komade, kovinske komade in visoke komade je raziskati, razviti in oceniti učinkovitost avtomatskega sortirnika materiala za različne vrste materialov. Glavni cilj je ustvariti napredno tehnološko rešitev, ki omogoča hitro, natančno in zanesljivo razvrščanje plastičnih komadov, kovinskih komadov in visokih komadov v industrijskih okoljih.

2 AVTOMATSKO LOČEVANJE MATERIALA

Avtomatsko ločevanje materiala je kompleksna naprava, ki prevzame proces razvrščanja materialov in ga avtomatizira. Ta naprava temelji na uporabi naprednih tehnologij, kot so senzorji, ki omogočajo zaznavanje in prepoznavanje različnih lastnosti materialov. Ko material vstopi na tekoči trak, senzorji analizirajo njegove lastnosti in ga nato usmerijo v ustrezno kategorijo glede na predhodno določene parametre. Glavna prednost avtomatskega ločevalnika materiala je v tem, da omogoča hitro in natančno razvrščanje materialov brez potrebe po ročnem delu, kar povečuje produktivnost in zmanjšuje možnost človeških napak. Poleg tega prispeva k izboljšanju kakovosti izdelkov, saj zagotavlja bolj dosledno in standardizirano razvrščanje. Zmanjšanje časa in stroškov proizvodnje ter optimizacija uporabe virov so dodatne koristi, ki jih prinaša uporaba avtomatskega ločevalnika materiala v industrijskih procesih.

3 RAZVOJ

Razvoj avtomatskega ločevalnika materiala je potekal skozi več stopenj, ki so zajemale raziskavo potreb industrijskih procesov, načrtovanje, oblikovanje in konstrukcijo, izbor komponent, izdelavo prototipa, testiranje, proizvodnjo, implementacijo ter nadgradnje in vzdrževanje. Ta proces je bil izveden sistematično in z nenehnim poudarkom na izpolnjevanju zahtev po zmogljivosti, zanesljivosti in učinkovitosti, da bi zagotovili kakovost končnih izdelkov, primeren za uporabo v industrijskih okoljih.

3.1 Koncipiranje

Pri razvoju avtomatskega ločevalnika materiala je bila glavna motivacija potreba po napravi, ki bi avtomatizirala proces razvrščanja materialov. Začetek zasnove je bil sestavljen iz idejnih skic, pri čemer je bil poudarek na osnovnem principu delovanja naprave, ki kljub preučitvi razpoložljivih informacij na spletu ni bil natančno opredeljen. Pri nadaljnjem razvoju smo zbirali ideje in rešitve, pri čemer smo sledili ideji, da mora biti naprava razstavljiva, kar omogoča lažje prilagajanje in morebitno zamenjavo komponent v primeru potrebe. Veliko pozornosti smo namenili tudi vidiku varnosti, z namenom preprečitve morebitnih nevarnosti za uporabnika. Električni vklop/izklop smo koncipirali s pomočjo varnostne tipke, ki omogoča hiter izklop ter preprečuje samodejni vklop po izpadu napetosti. Pri izboru konstrukcijskega materiala smo se odločili za aluminij, ker je cenovno dostopen in ga je enostavno oblikovati.

3.2 Zahtevnik

Zahtevnik je spisek tehničnih zahtev, ki jih mora izpolnjevati tehnični sistem oziroma izdelek. Zahtevnik je del tehnične dokumentacije izdelka, prav tako kot je to delavniška risba. V zahtevniku je opredeljen namen izdelka, postavljene so omejitve, znotraj katerih se morajo nahajati njegove lastnosti in opredeljeno je okolje, v katerem bo izdelek obratoval. Zahtevnik se uporablja od začetnih faz razvoja pa vse, dokler ni razvojni proces povsem končan.

Št.	Področje	Informacije	Zahteva/Želja
1	Velikost	Čim manjše zunanje dimenzije	Ž
2	Priključitev	Enofazna napetost	Z
3	Vzdrževanje	Hitra menjava sestavnih delov	Z
4	Uporaba	Namenska uporaba, dolga življenjska doba	Z
5	Kakovost	Natančnost izdelave delov, dobra protikorozijska zaščita	Z
6	Proizvodnja	Enostavna izdelava in sestavljanje	Ž
7	Varnost	Ustrezne mehanske in elektro zaščite	Ž

Tabela 1: Zahtevnik naprave

3.3 Snovanje

Pri razvoju naprave smo se osredotočili na izvirne koncepte, ki so izhajali iz številnih idejnih skic. Skrbno smo preučili različne možnosti in jih združili, kar je na koncu pripeljalo do oblikovanja končnega izdelka. Glavni del naprave je tekoči trak, opremljen z standardnim 24V elektromotorjem. Poleg tega smo dodali številne funkcionalnosti, kot je kotva, ki preusmerja previsok material, ter dva induktivna senzorja, kapacitivni in optični senzor, kar smo vključili z namenom povečanja varnosti. Dodali smo tudi tipko za izklop v sili, poleg tega pa smo programirali napravo tako, da se nov cikel delovanja ne začne, dokler se prejšnji ne konča, kar je dodatno izboljšalo varnostni vidik.

V procesu oblikovanja smo zasnovali tudi stojala za trak, kotnike za drčo ter stojala za senzorje in cilindre. S pomočjo programske opreme SolidWorks smo izdelali delavniške risbe in postavili drčo glede na višino traku, sestavljeno iz dveh delov. Vsa stojala in kotnike smo pritrdili z imbus vijaki (M6), medtem ko smo drčo pritrdili s kotniki, kar je zagotovilo stabilnost in trdnost celotne strukture.

Po temeljitnem načrtovanju in postavitvi komponent smo se osredotočili na električno vezavo. S postavitvijo hipoteze o urejanjem kablov smo ustvarili strukturo, ki je bila praktična in pregledna. Poleg tega smo morali razviti program za avtomatski ločevalnik, s poudarkom na varnosti. S posvetovanjem s strokovnjaki smo izboljšali programsko opremo in razvili ustrezen program, kljub morebitnim težavam.

Po uspešni preizkušnji programa smo prepoznali priložnost za nadgradnjo in dodali touch zaslon na TIA portalu. S tem smo omogočili še bolj intuitiven nadzor in dodali funkcijo števca materiala, ki je bila neposredno dostopna na zaslonu, kar je izboljšalo uporabniško izkušnjo in učinkovitost delovanja naprave.

3.4 Razdelava

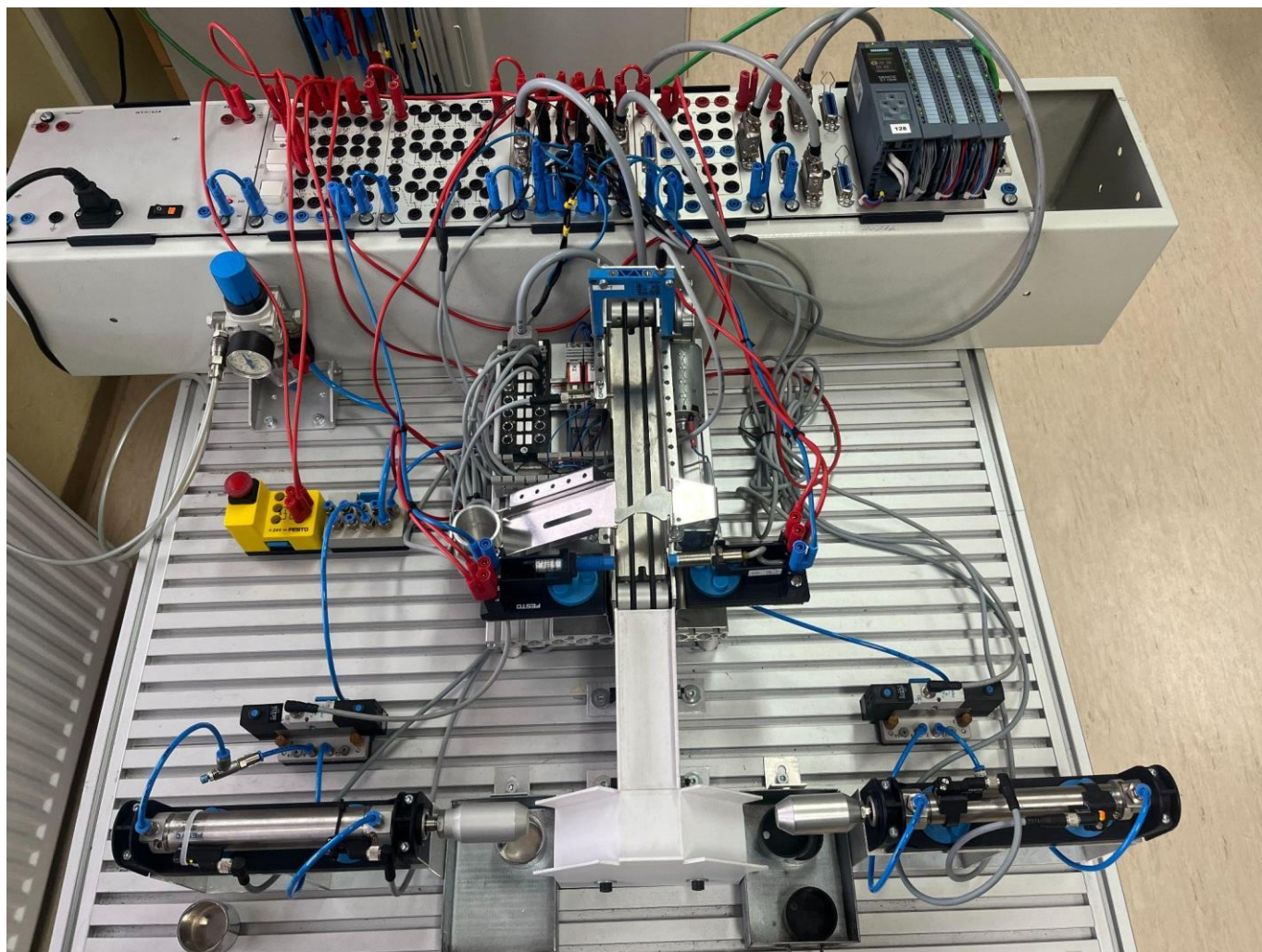
Pri izdelovanju delavniške dokumentacije smo si pomagali s programom CREO 8 in SolidWorks. Za načrt vezave smo uporabljali FLUIDSIM PNEUMATICS.

Vsako komponento smo sprva zmodelirali ter nato zanjo naredili delavniško risbo.

V programu SolidWorks smo naredili tudi vse nosilce ter kotnike, ki smo jih zasnovali

4 MODELIRANJE

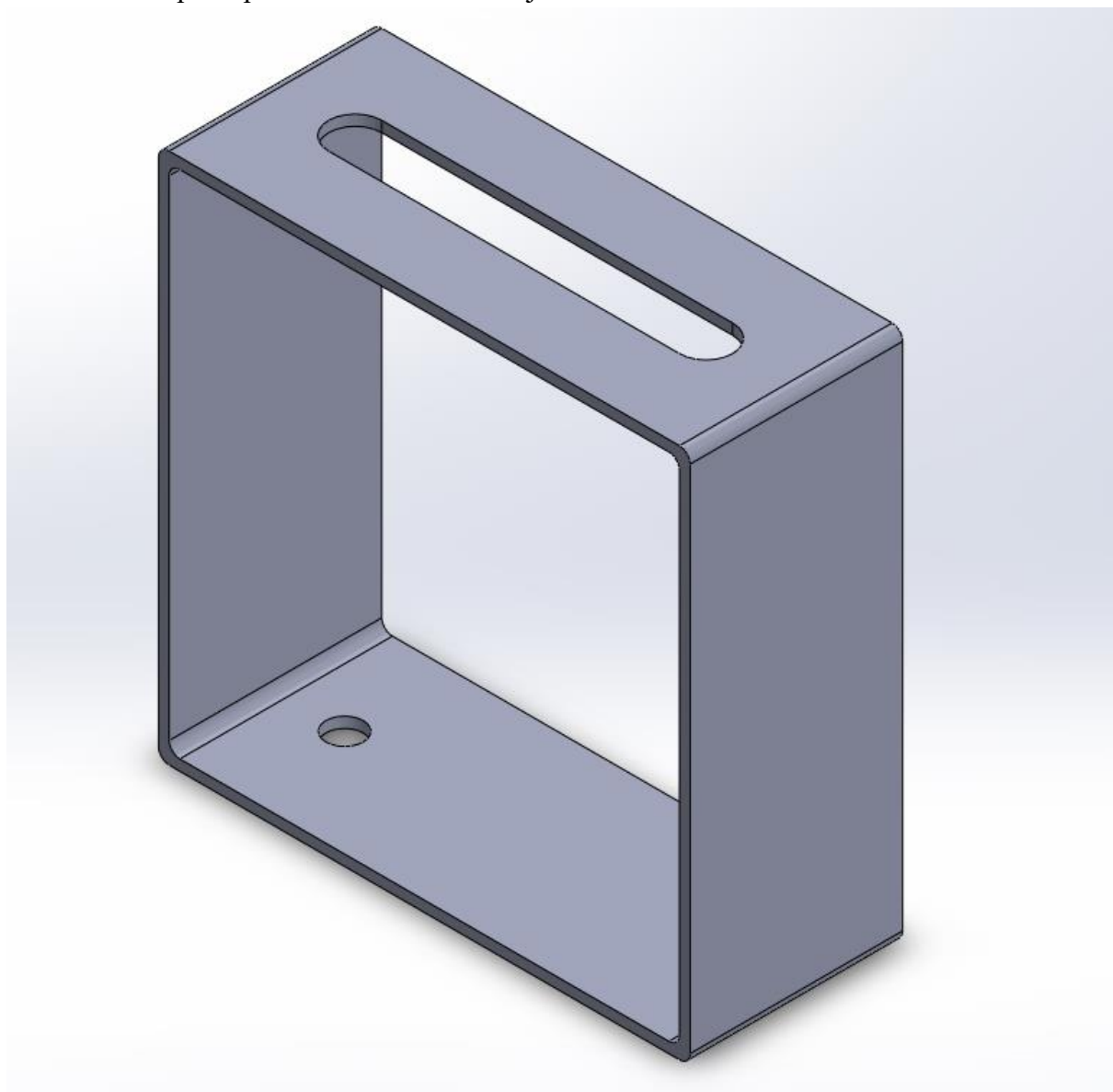
Modeliranje je potekalo v programu SolidWorks ter je potekalo približno 40 ur.



Slika 1: Avtomatski ločevalnik materiala

4.1 Nosilci za cilindra

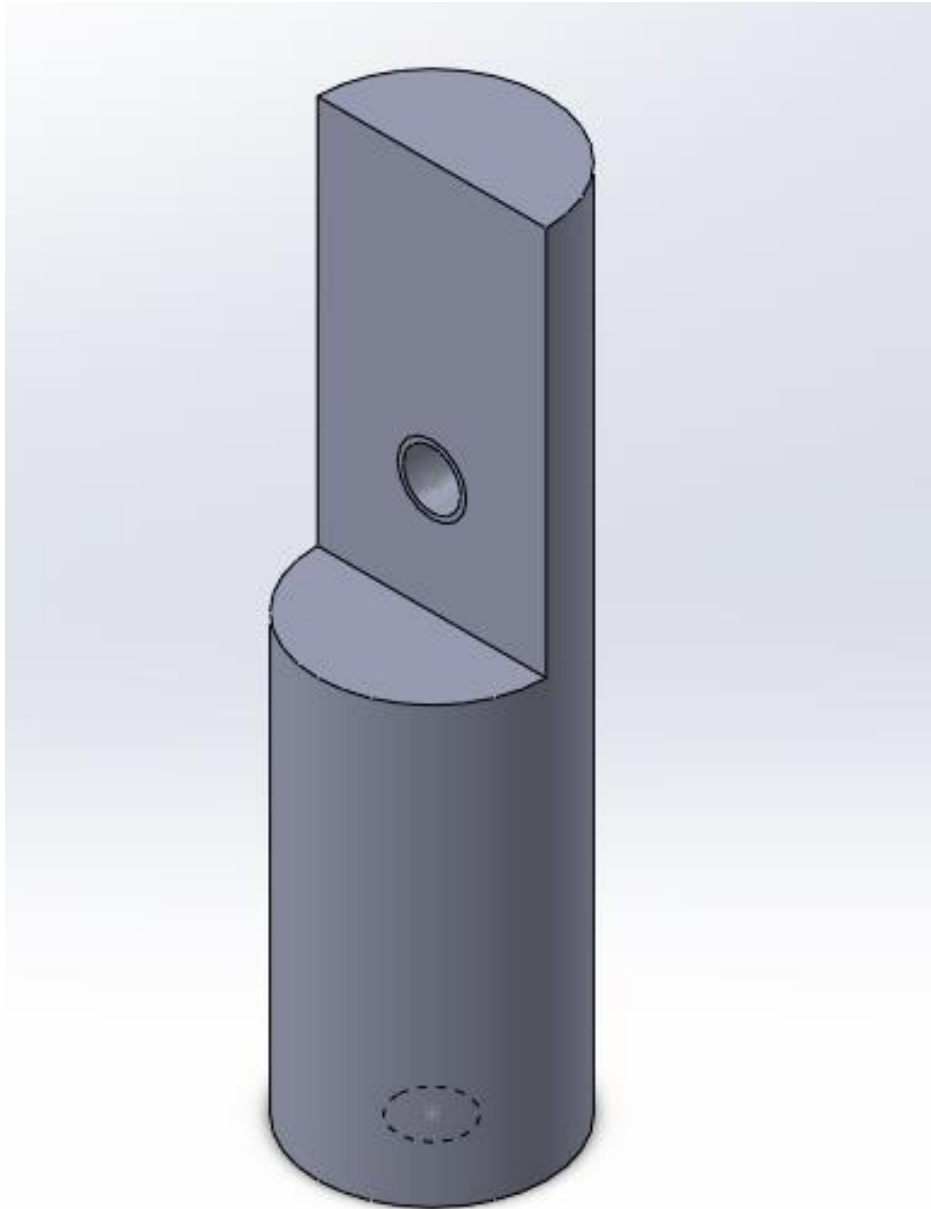
Nosilce za cilindra smo naredili iz aluminijaste kvadratne palice 100x100 mm, debeline 2 mm, ter širine 40 mm, za pritrdilne luknje smo uporabili sveder 7 mm ter za luknje za pritrditev cilindra smo na vsaki strani zvrtili eno luknjo ter z žago izrezali luknjo po dolžini, na koncu smo pa še pobrali vse robe na luknjah.



Slika 2: Nosilec za cilindra

4.2 Nogice za tekoči trak

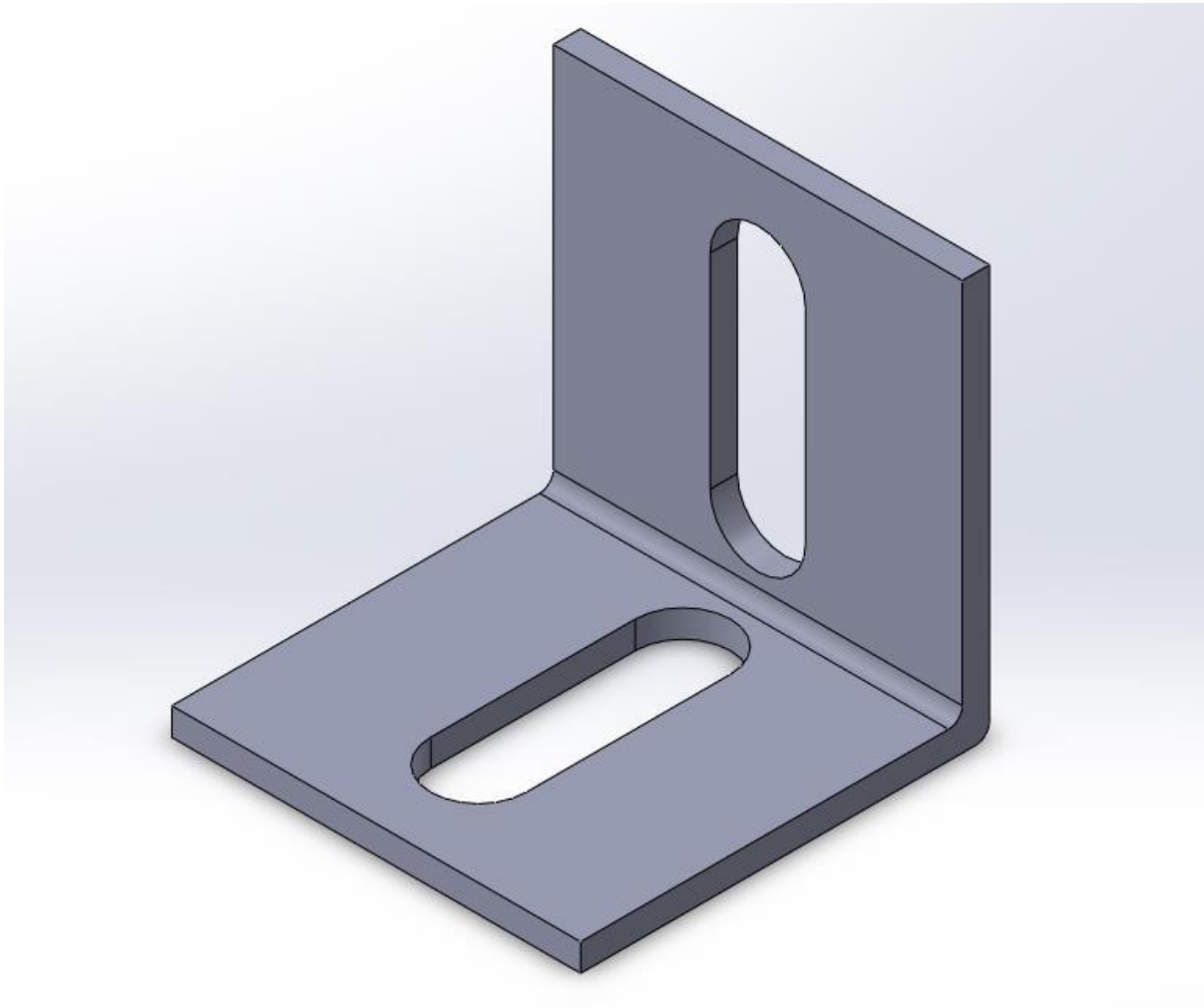
Za nosilce traka smo uporabili okroglo aluminijasto palico $\varnothing 20$ dolgo 500 mm ter jo razrezali 4-krat na dolžino 75 mm. Odrezane komade smo postružili na dolžino 72 mm ter čelno postružili robe, izvrtali luknjo $\varnothing 5$ globoko 16,50 mm ter vrezali navoj M6. Potem smo porezkali komad za 10 mm v globino ter 34 mm v dolžino, po končanem rezkanju smo izvrtali luknjo $\varnothing 5$ ter vrezali navoj M6.



Slika 3: Nogica za tekoči trak

4.3 Mali nosilec za drčo

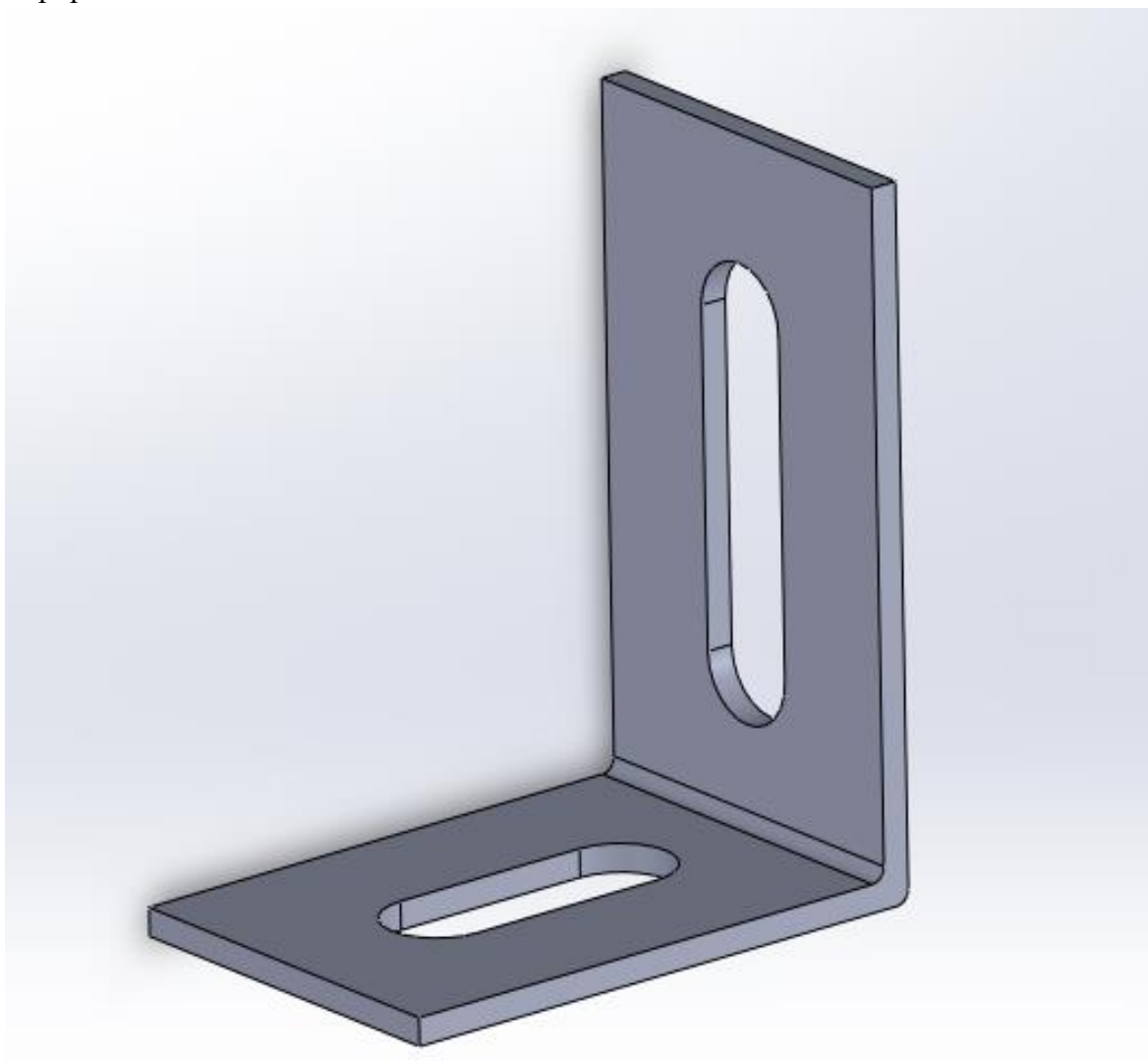
Za nosilce za trak smo uporabili aluminijasto ploščo 250x120 mm, debelo 2 mm. Ploščo smo razrezali 4-krat na 60x30 mm ter izvrtali 4 luknje $\varnothing 7$. Ko smo izvrtali luknje $\varnothing 7$ smo z žago izrezali 2 luknje po dolžini. Po rezanju smo pa upogibali ploščo na kot 90° R1. Na koncu smo še popilili vse robe.



Slika 4: Mali nosilec za drčo

4.4 Velik nosilec za drčo

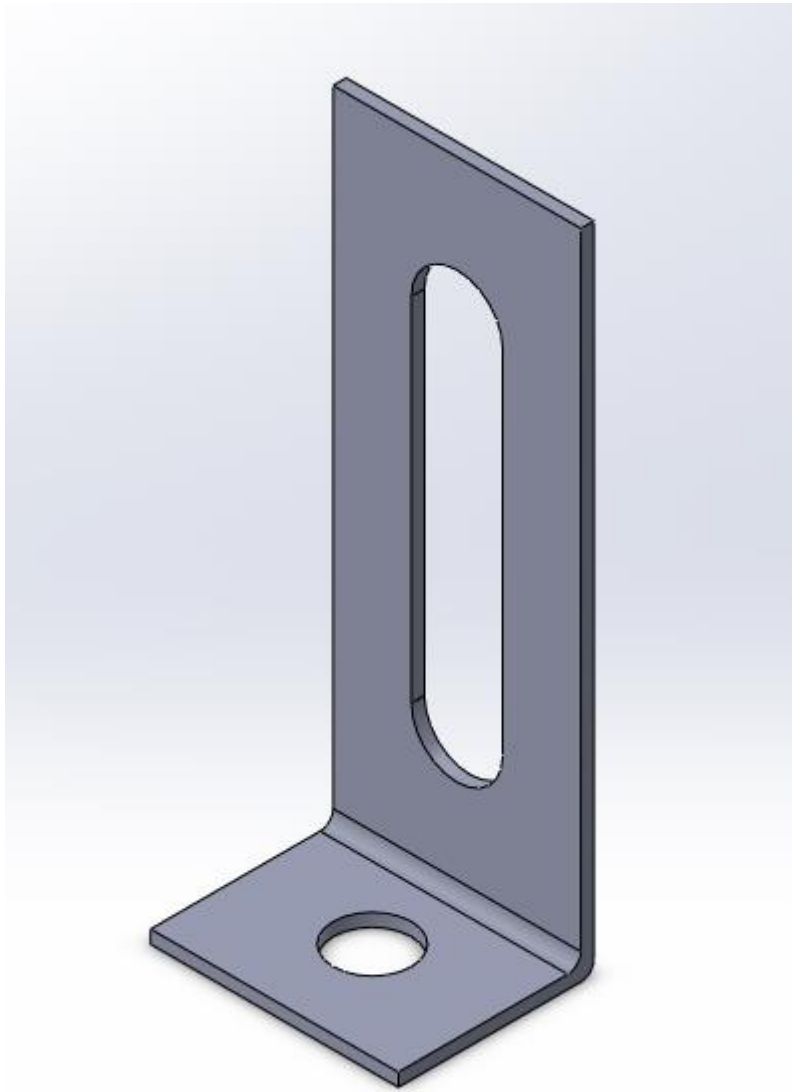
Za nosilce za trak smo uporabili aluminijasto ploščo 400x120 mm, debelo 2 mm. Ploščo smo razrezali 4-krat na 91x28 mm ter izvrtali 4 luknje $\varnothing 8$. Ko smo izvrtali luknje $\varnothing 8$ smo z žago izrezali 2 luknje po dolžini. Po rezanju smo pa upogibali ploščo na kot 90° R1. Na koncu smo še popilili vse robe.



Slika 5: Velik nosilec za drčo

4.5 Nosilec za tekoči trak

Za nosilce za trak smo uporabili aluminijasto ploščo 280x80 mm, debelo 1 mm. Ploščo smo razrezali 4-krat na 65x19 mm ter izvrtali luknjo $\varnothing 6$ ter 2 luknje $\varnothing 7$. Ko smo izvrtali luknje $\varnothing 7$ smo z žago izrezali luknjo po dolžini. Po rezanju smo pa upogibali ploščo na kot 90° R1. Na koncu smo še popilili vse robe.



Slika 6: Nosilec za tekoči trak

4.6 Stojala za senzorja

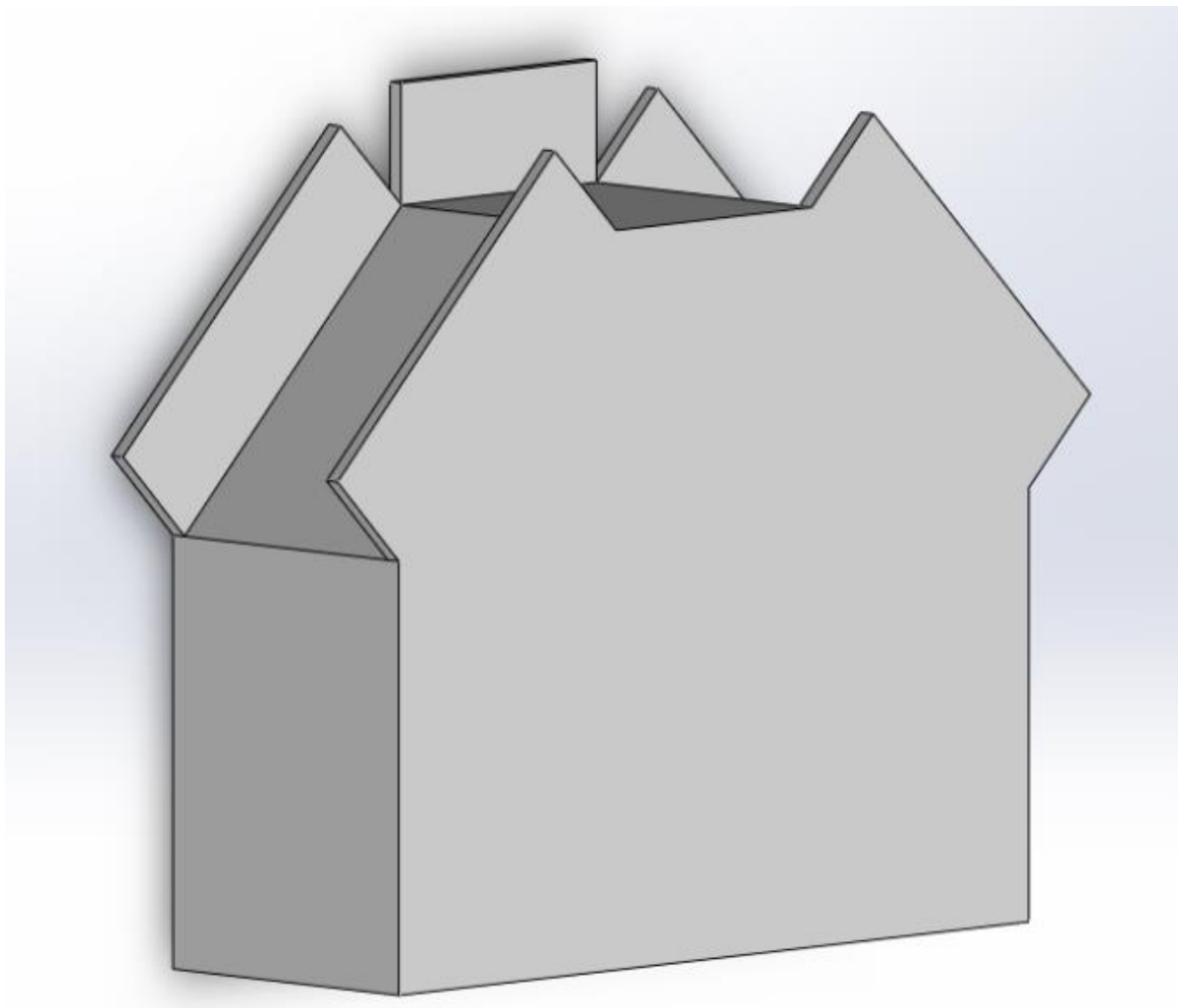
Za nosilce za trak smo uporabili aluminijasto ploščo 800x200 mm, debelo 1 mm. Ploščo smo razrezali 4-krat na 101x49 mm ter izvrtali 4 luknje $\varnothing 8$. Ko smo izvrtali luknje $\varnothing 10$ smo z žago izrezali 2 luknje po dolžini. Po rezanju smo pa upogibali ploščo 2-krat na kot 90° R1. Na koncu smo še popilili vse robe.



Slika 7: Nosilec za senzorje

4.7 Drča

Drčo smo zmodelirali v programu za 3D modeliranje SolidWorks. Zmodelirana je iz dveh kosov, zgornjega in spodnjega. Po 3D printanju smo ta dva kosa združili z kotniki, ki smo jih prav tako zmodelirali in naredili in imbus vijaki in maticami.



Slika 8: Drča

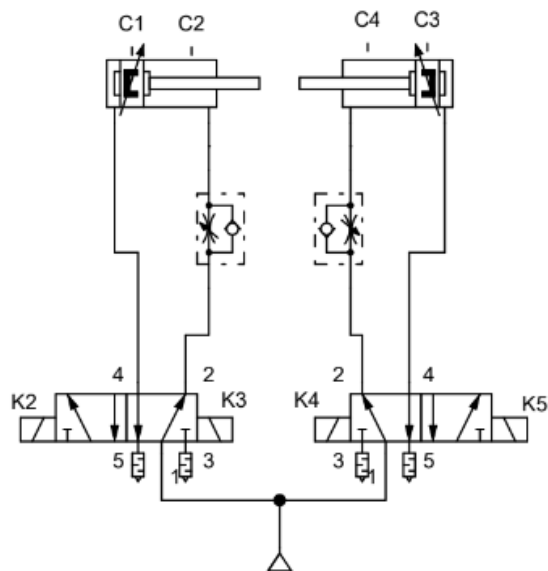
5 IZDELAVA

Pri začetku izdelave našega sistema za razvrščanje materiala smo se osredotočili na iskanje rešitve, ki bi bila hkrati učinkovita, cenovno dostopna in izvedljiva brez dostopa do dragih komponent. Imeli smo privilegij dostopa do stružnice, rezkarja in 3D tiskalnika, kar nam je omogočilo izdelavo različnih komponent sistema. Za izdelavo nosilcev za trak in drčo smo izkoristili možnosti struženja, medtem ko smo za izdelavo same drče uporabili 3D tiskalnik. Dodatno smo uporabili postopke, kot so piljenje, upogibanje in vrtanje, da smo dosegli želene oblike in funkcionalnosti. Poleg izdelave mehanskih komponent je bil pomemben del naše naloge tudi razvoj pnevmatičnega, električnega in programabilnega dela sistema. Pnevmatiki sistemi so bili odgovorni za premikanje in manipulacijo materialov, elektronske komponente za nadzor sistema, medtem ko je programiranje omogočilo avtomatizacijo procesov in nadzor nad delovanjem sistema. Za modeliranje mehanskih komponent smo uporabljali programska orodja, kot sta Creo 5 in SolidWorks, medtem ko smo za programiranje uporabljali TIA Portal. Naša prizadevanja so bila usmerjena v ustvarjanje sistema, ki bi bil enostaven za uporabo, zanesljiv v delovanju in ekonomičen v izdelavi. Kljub omejenim sredstvom in možnostim smo uspeli razviti delujoč prototip sistema za razvrščanje materiala, ki izpolnjuje naše zahteve glede funkcionalnosti, cenovne dostopnosti in izvedljivosti. Na ta način smo dokazali, da je mogoče ustvariti inovativne rešitve tudi s preprostimi orodji in tehnikami, če imamo ustrezno znanje, kreativnost in vztrajnost.

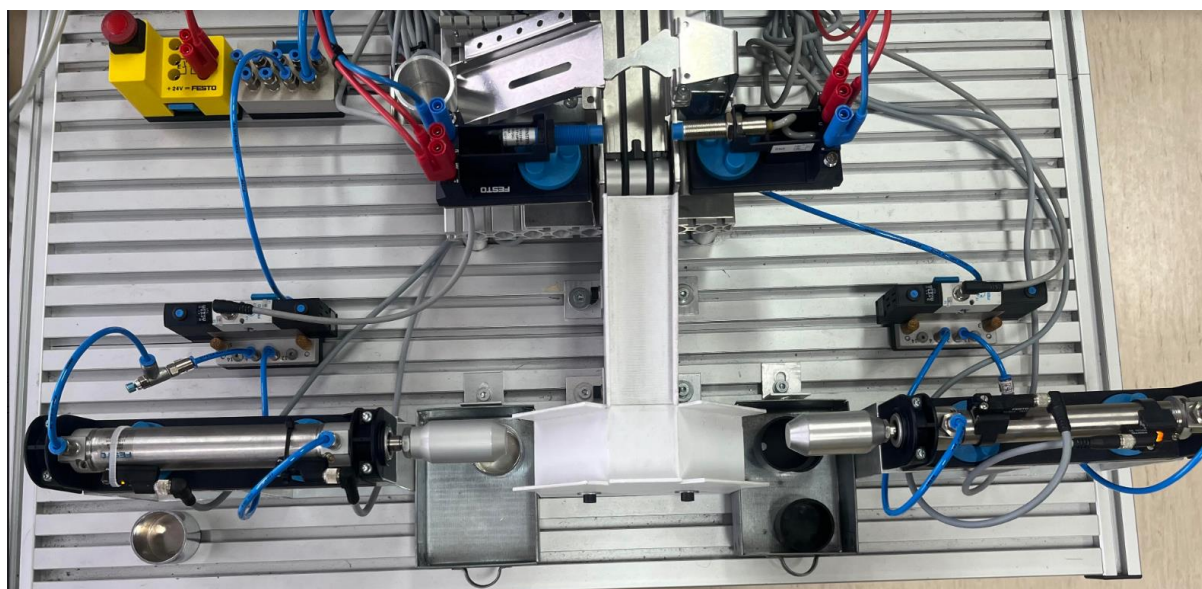
5.1 Pnevmatika sestava

Za pnevmatski del naloge smo uporabili dva 5/2 ventila in dva bistabilna cilindra. Med cilindre in ventile smo namestili dušilke. Na cilindrih so tudi senzorji za zaznavanje položaja cilindra. Naloga cilindrov je, da potisnejo material na vztreno mesto.

Pnevmatika shema:



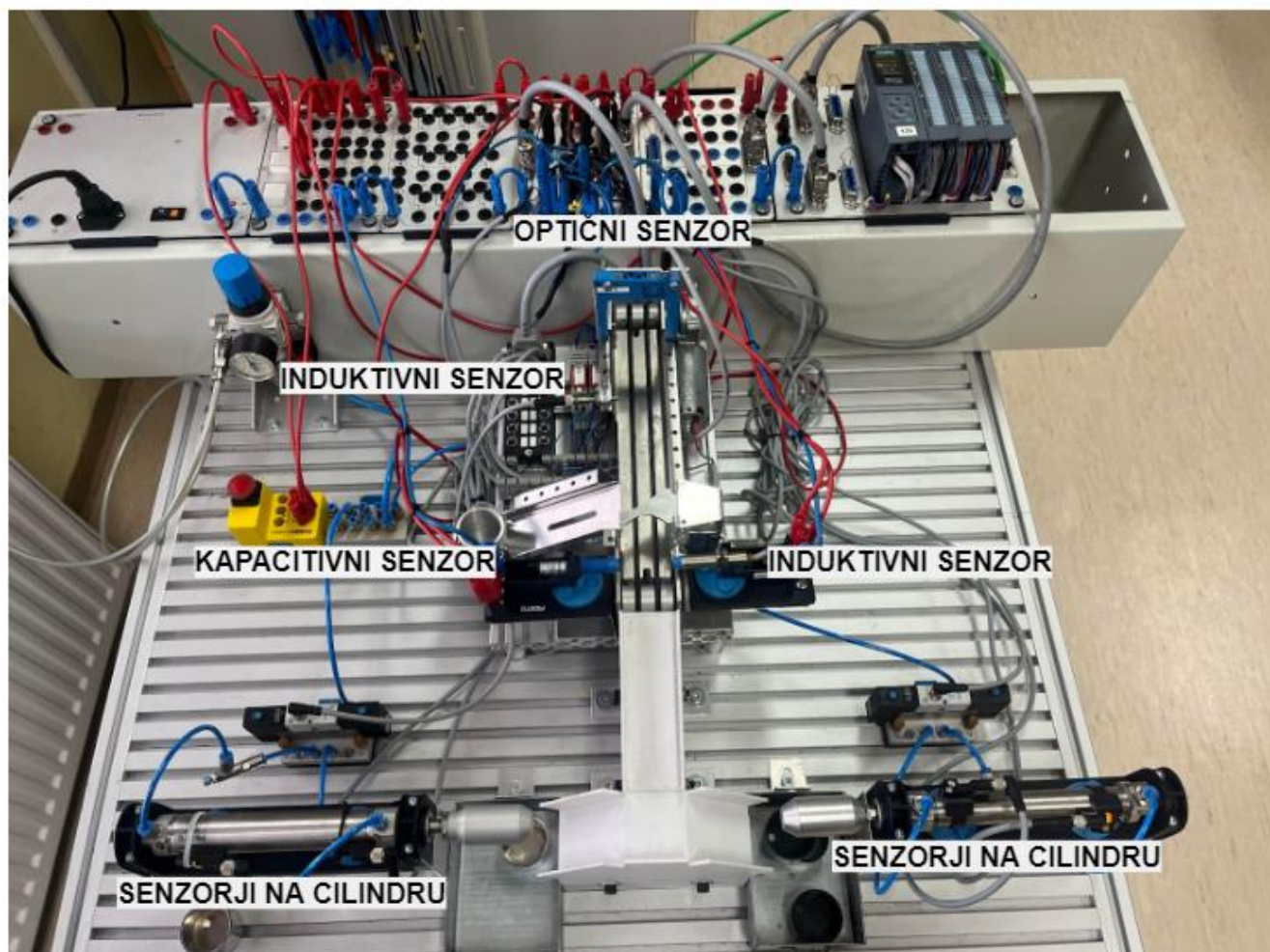
Slika 9: Shema pnevmatike



Slika 10: Vezava pnevmatike

5.2 Elektronska vezava

Velik del tega projekta je bila elektro vezava. Za vklop smo uporabili glavno stikalo, za začetek delovanja pa tipko, zraven pa še varnostno stikalo ki izključi celotno vezje. Uporabili smo tudi 8 senzorjev, 4 za zaznavanje položja cilindra, 2 induktivna senzorja za zaznavanje kovine, kapacitivni senzor za zaznavanje plastike in optični senzor za zaznavanje materiala na začetku traka.



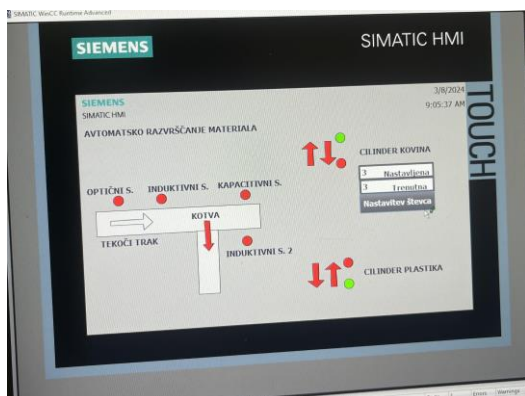
Slika 11: Slika senzorjev na avtomatskem ločevalniku materiala

5.3 Krmiljenje

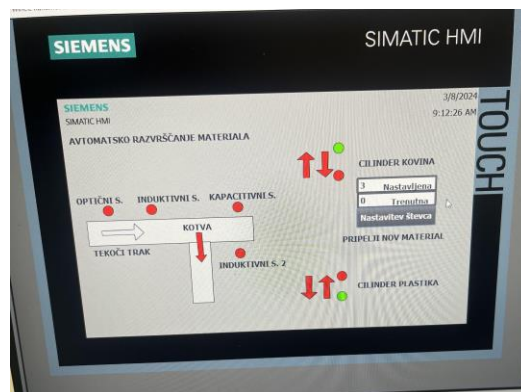
Pri IN funkciji je izhod HIGH (1) samo ko so vsi vhodi prav tako HIGH (1). Deluje po principu tabele na desni.

- S_{pext} je časovna funkcija, ki se vklopi in ostane v tem stanju glede na nastavljen čas.
- S_{odt} je prav tako časovna funkcija, ki zakasni vklop glede na nastavljen čas.
- S_{cd} je funkcija, ki smo jo uporabili za štetje materiala. V programu deluje na podlagi vklopa motorja. Prav tako smo za štetje dodali nastavev števca v katerem se lahko nastavi vrednost do katere šteje zraven pa še kaže trenutno vrednost. Ko pride do nastavljanje vrednosti program obvesti da je treba izprazniti paleto.

Na TIA portalu smo naredili touch ekran na katerem je simulacija tekočega traka in kot nadgradnjo smo še dodali šteje materiala.



Slika 12: Ekran z števcem 3/3



Slika 13: Ekran z števcem 0/3

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type
PLC 1	0	1			CPU 1512C-1 PN
AI 5/AQ 2_1	0	1.8	0...9	0...3	AI 5/AQ 2
DI 16/DQ 16_1	0	1.9	10...11	4...5	DI 16/DQ 16
DI 16/DQ 16_2	0	1.10	12...13	6...7	DI 16/DQ 16
HSC_1	0	1.16	14...29	8...19	HSC
HSC_2	0	1.17	30...45	20...31	HSC
HSC_3	0	1.18	46...61	32...43	HSC
HSC_4	0	1.19	62...77	44...55	HSC
HSC_5	0	1.20	78...93	56...67	HSC
HSC_6	0	1.21	94...109	68...79	HSC
Pulse_1	0	1.32	110...113	80...91	PWM
Pulse_2	0	1.33	114...117	92...103	PWM
Pulse_3	0	1.34	118...121	104...115	PWM
Pulse_4	0	1.35	122...125	116...127	PWM
PROFINET interface_1	0	1.X1			PROFINET interface
	0	2			
	0	3			

Slika 14: Vrsta krmilnika

5.4 Struženje

Proces struženja smo uporabili pri izdelavi nosilca za trak. Palico smo postružili na ustrezno mero in v sredini izvrtali luknjo za navoj.



Slika 15: Stružnica

5.5 Režkanje

Proces rezkanja smo uporabljali prav tako za izdelavo nosilca za trak. Uporabljali smo univerzalni rezkalni stroj.



Slika 16: Režkalnik

5.6 Vrtanje

Za izdelavo vseh nosilcev in kotnikov smo uporabljali proces vrtanja. Vrtali smo na univerzalnem vrtnem stroju, ki nam je bil na voljo v šoli.



Slika 17: Vrtanje

5.7 Piljenje

Za vse kotnike, da smo pobrali ostre robove in malo povečali luknje. Uporabljali smo tudi pile različnih velikosti in oblik. Pili smo z grobimi in finimi pilami v šoli.



Slika 18: Pile

5.8 Žaganje

Palico za nosilec za trak smo odrezali na avtomatsko žago. Rezali smo v šoli.



Slika 19: Žaga

5.9 3D printanje

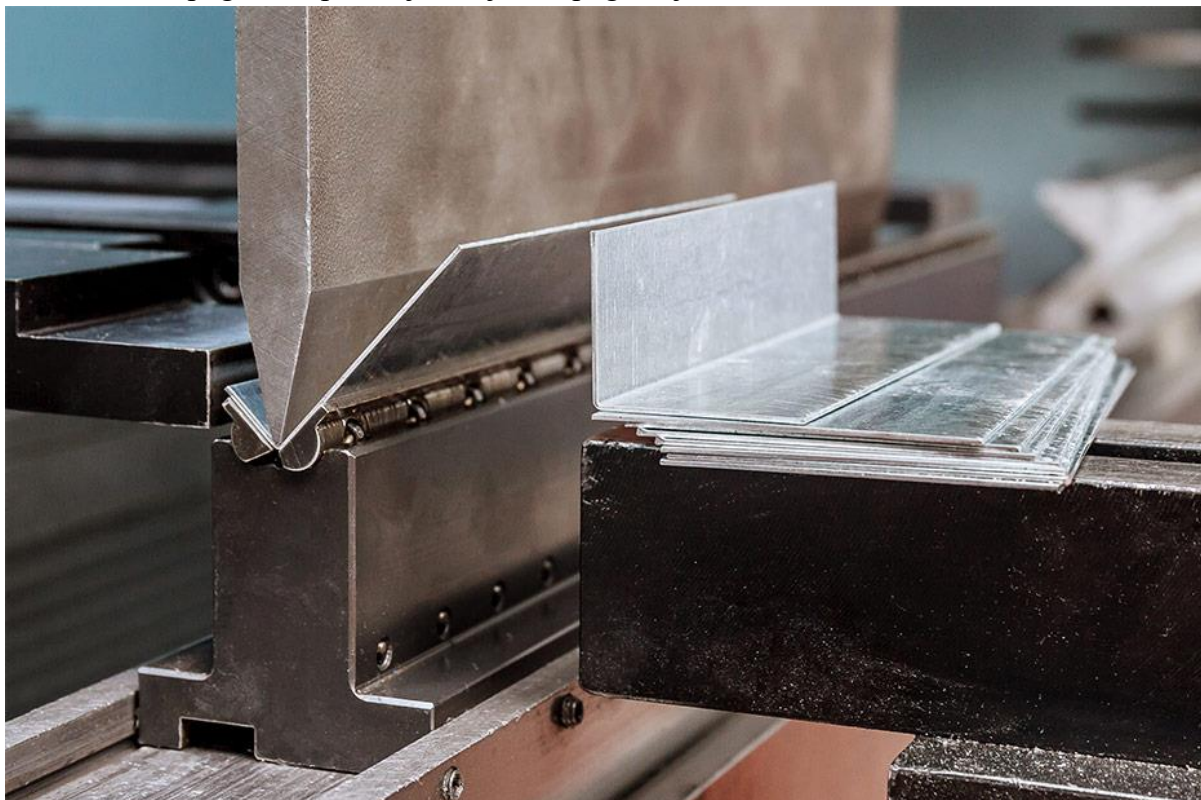
Drčo pa smo modelirali na SolidWorks ter Creo 5. Drčo smo modelirali iz dveh kosov. 3D printali smo v šoli.



Slika 20: 3D printer

5.10 Upogibanje

Nosilce smo upogibali s pomočjo stroja za upogibanje.



Slika 21: Upogibanje

6 ČASOVNA IN CENOVNA ANALIZA

V Tabeli 1 so prikazani stroški za posamezni material, ki je potreben za izdelavo avtomatskega ločevalnika materiala. Celotni stroški znašajo €.

MATERIAL	CENA(EUR)
Aluminij	60
Cilindra	320
Krmilnik	1500
5/2 ventila	360
Izklopna tipka	20
Priprava za stisnjen zrak	50
Napajalnik	150
VGA priključka	20
Kabli za elektro del	150
Motor 24V	25
Releja	20
Trak	5
Induktivna senzorja	10
Optični senzor	300
Kapacitivni senzor	10
Dušilki	30
Kabli za pnevmatiko	12
Vhodni modul	100
Kotva	15

Kabel za napajalnik	10
---------------------	----

Podlogi	200
Skupaj	3367

Tabela 2: Stroški

7 REZULTATI RAZISKAVE

Naša raziskava je pokazala uspešno izvedbo ciljev, ki smo si jih zastavili v začetku projekta avtomatskega ločevanja materiala. Razvili smo delujoč prototip sistema za avtomatsko ločevanje materiala, ki združuje praktičnost, učinkovitost in dostopnost. Potrdili smo večino naših hipotez, medtem ko smo nekatere tudi ovrgli. Ugotovili smo, da je naš sistem primerne velikosti in prenosljivosti za uporabo na različnih lokacijah, kar smo potrdili s praktičnimi preizkusi. Poleg tega smo dosegli predvideno kapaciteto ločevanja materiala, kar je bilo eno od ključnih meril uspeha naše raziskave. Enostavnost izdelave sistema je bila potrjena, saj smo uspešno izdelali prototip z uporabo razpoložljivih orodij, kot so stružnica, rezkar in 3D tiskalnik. Varnost uporabe sistema smo zagotovili in potrdili, kar je ključnega pomena pri razvoju tehnoloških rešitev. Prav tako smo uspešno ločevali različne velikosti materialov, kar je bila ena od zahtev našega projekta. Kljub uspešnim rezultatom pa smo morali prilagoditi nekatere prvotne predpostavke. Teža sistema je bila nekoliko večja od naših prvotnih pričakovanj, kar je vplivalo na prenosljivost. Prav tako smo ugotovili, da bo cena sistema nekoliko višja od naših prvotnih predvidevanj, vendar verjamemo, da bo še vedno dostopna večini potencialnih uporabnikov. Skupaj s temi ugotovitvami smo razvili funkcionalen sistem za avtomatsko ločevanje materiala, ki bo koristen za širok krog uporabnikov, vključno s kmetijami in industrijskimi obrati. Naša raziskava prispeva k razvoju inovativnih rešitev na področju avtomatskega ločevanja materiala ter ponuja možnosti za nadaljnje izboljšave in prilagoditve v prihodnosti.

8 ZAKLJUČEK

Naša raziskava je pokazala, da je mogoče razviti učinkovit in cenovno dostopen sistem za avtomatsko ločevanje materiala. Kljub nekaterim izzivom smo uspeli razviti delujoč prototip, ki združuje praktičnost, učinkovitost in varnost uporabe. Potrdili smo večino naših hipotez, vključno z uspešnim dosežkom zelene kapacitete ločevanja materiala ter enostavno izdelavo sistema z uporabo razpoložljivih orodij. Čeprav smo se soočili s težavami glede teže sistema in cene, verjamemo, da lahko z nadaljnjimi izboljšavami in optimizacijo dosežemo še boljšo uspešnost in dostopnost našega sistema. Skupaj smo razvili uporaben sistem, ki ima potencial koristiti širokemu krogu uporabnikov in prispevati k učinkovitejšemu upravljanju s materiali v različnih okoljih.

ZAHVALA

Naša zahvala gre vsem, ki so kakorkoli pomagali pri ustvarjanju naše raziskovalne naloge.

Najprej bi se radi zahvalili našim mentorjem Gregorji Brežniku, Matjažu Cizeju in Petru Klausu za čas, potrpežljivost, trud, predvsem pa za vodenje skozi izdelavo naše raziskovalne naloge. Še zlasti se mu zahvaljujemo, ker si je za nas vedno vzel čas ter nam bil na voljo za vsa dodatna vprašanja.

Zahvalo namenjamo Srednji šoli za strojništvo, mehatroniko in medije, da so nam pustili uporabo šolskih pripomočkov.

Prav tako se zahvaljujemo tudi Tadeji Kolman za lektoriranje besedila.

9 VIRI IN LITERATURA

[1] Struženje (spletni vir). 2024. Dostopno na:
<https://www.bolha.com/image-w920x690/obdelava-kovine/univerzalna-profi-struznica-600kg-z-merilnimi-letvami-sino-slika-37756466.jpg>

[11. 3. 2023; 9:00]

[2] Rezkanje (spletni vir). 2024. Dostopno na:
https://lh3.googleusercontent.com/proxy/r6AqTCocYw39s63OYQIypARcxxl7poFhxcl_XjimPaX4gptwpFQsSDVLtEL6BG_nFVq2rvf9h6gRc2DgIStbcE_-cXvvqi_m-S1Xo9jspOUncC9LHlqq5TFkHrXunp0D5Qt-u-mg_bwlteM2ueA0ovxKnJwrB9brmV4V3AgGABQWrtPbKI_73DmktFQ_lhgNkDtbb8_Aytw-pxFBLr9GwH

[11. 3. 2023; 9:05]

[3] Vrtanje (spletni vir). 2024. Dostopno na:
<https://www.kljucavnicarstvokrasovc.com/wp-content/uploads/2017/12/storitve-vrtanje-img-03.jpg>

[11. 3. 2023; 9:10]

[4] Piljenje (spletni vir). 2024. Dostopno na:
<https://abc-zoo.si/68801-144816-thickbox/strend-pro-komplet-za-piljenje-fs1052-3-kosi-200-mm.jpg>

[11. 3. 2023; 9:15]

[5] Žaganje (spletni vir). 2024. Dostopno na:
<https://www.vsi.si/files/785/krozna-zaga.jpg>

[11. 3. 2023; 9:20]

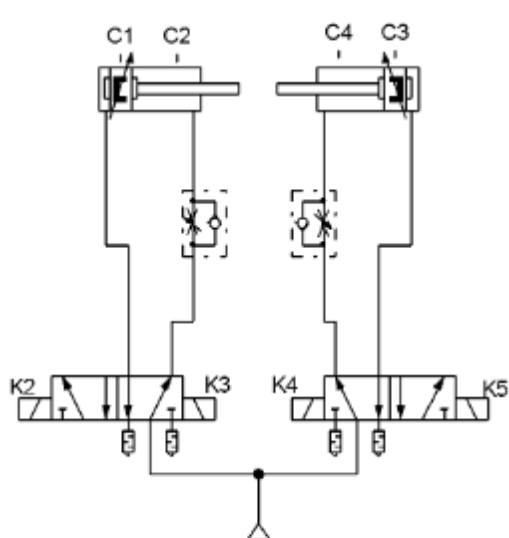
[6] 3D printanje (spletni vir). 2024. Dostopno na:
https://www.selwynlibraries.co.nz/_data/assets/image/0005/305744/MakerBot-Replicator-Product-Image.png

[11. 3. 2023; 9:25]

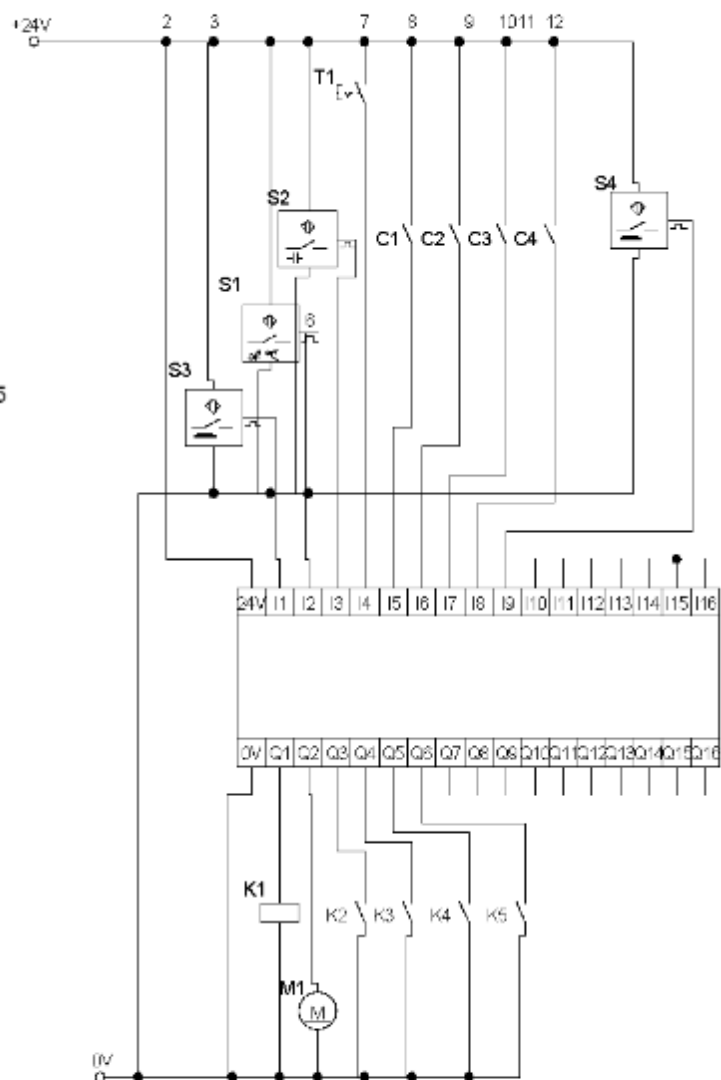
[7] Upogibanje (spletni vir). 2024. Dostopno na:
<https://www.razno.si/wp-content/uploads/2021/03/upogibanje-plocevne.jpg>

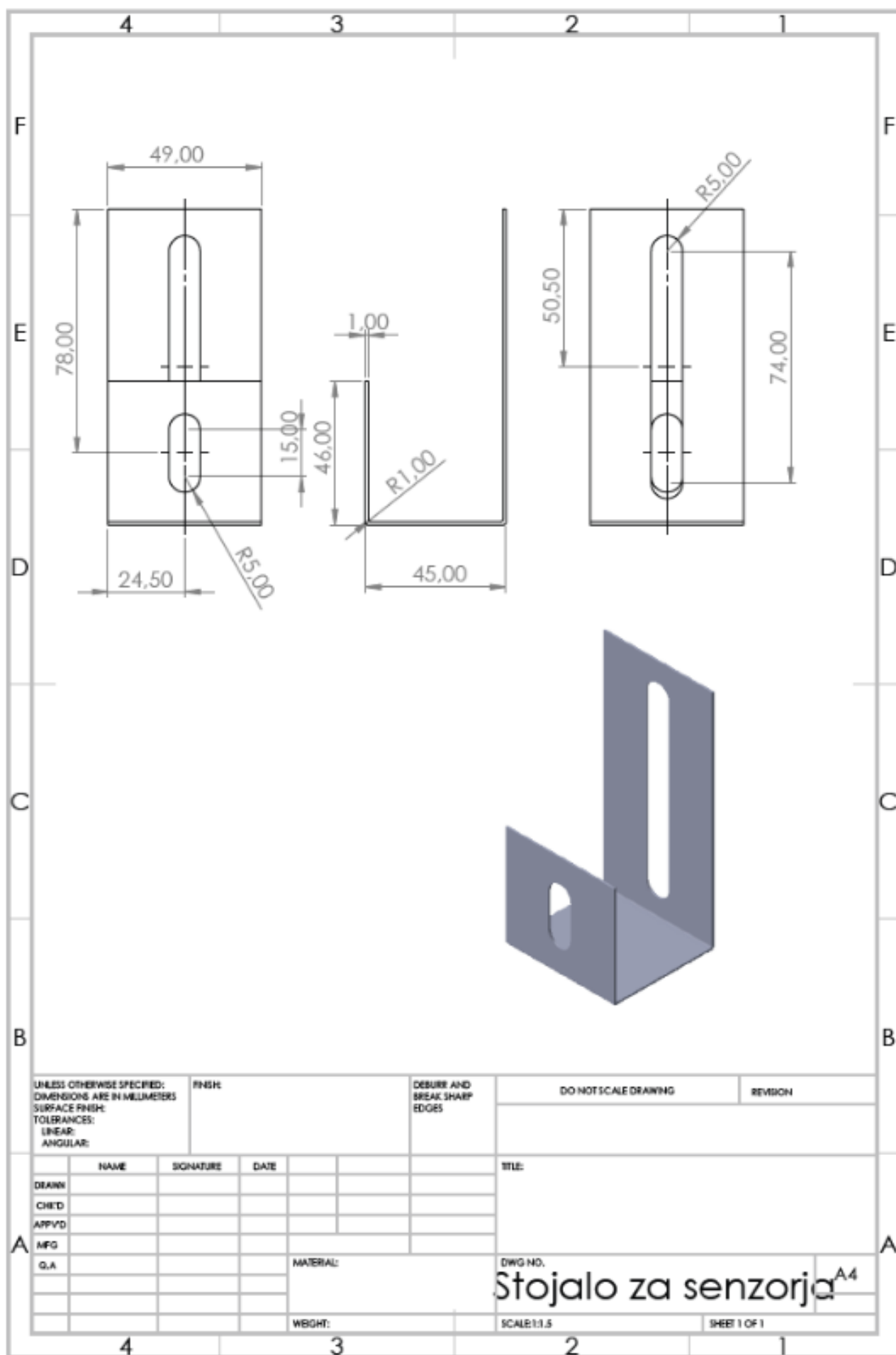
[11. 3. 2023; 9:30]

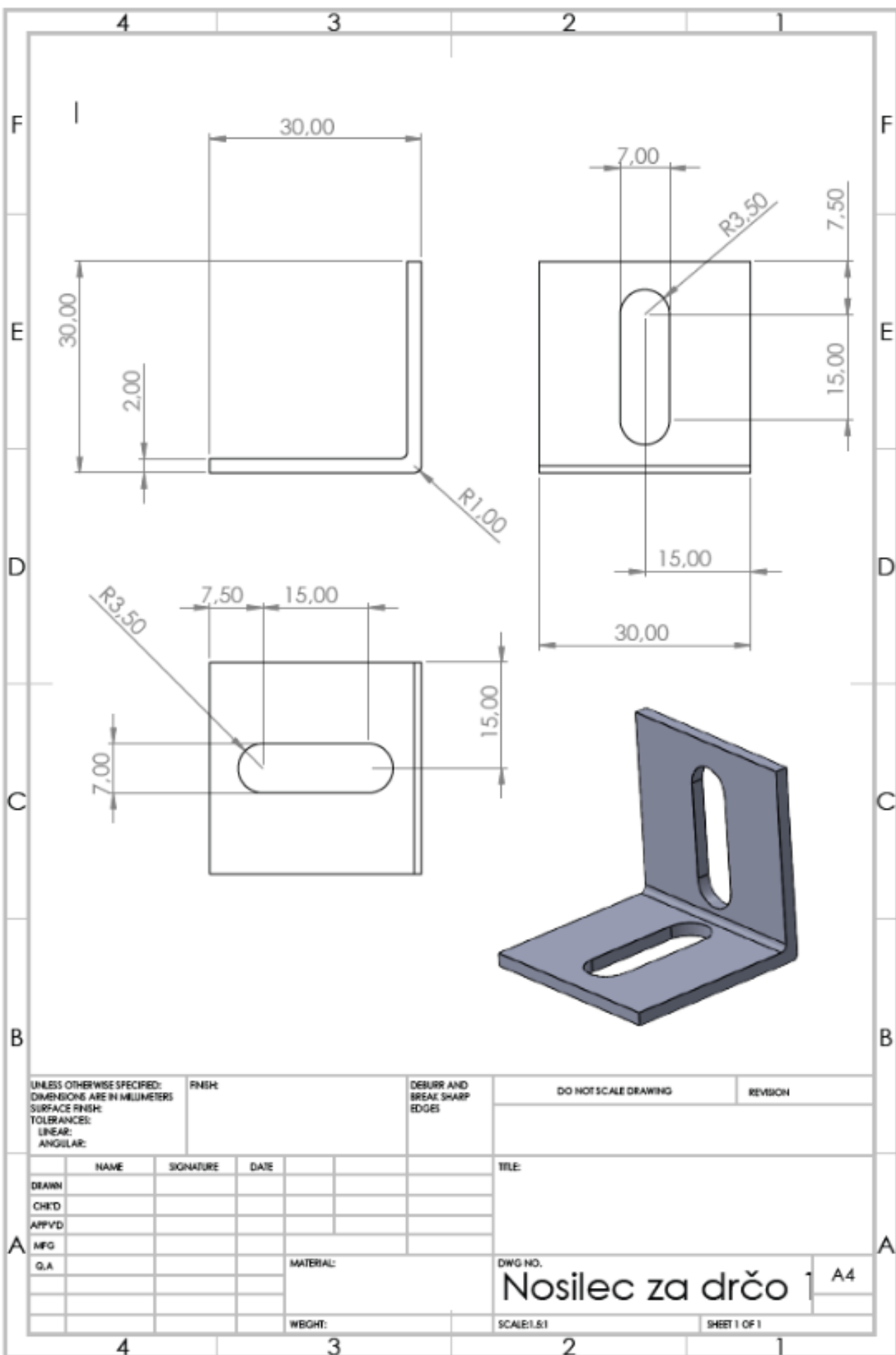
10 PRILOGE

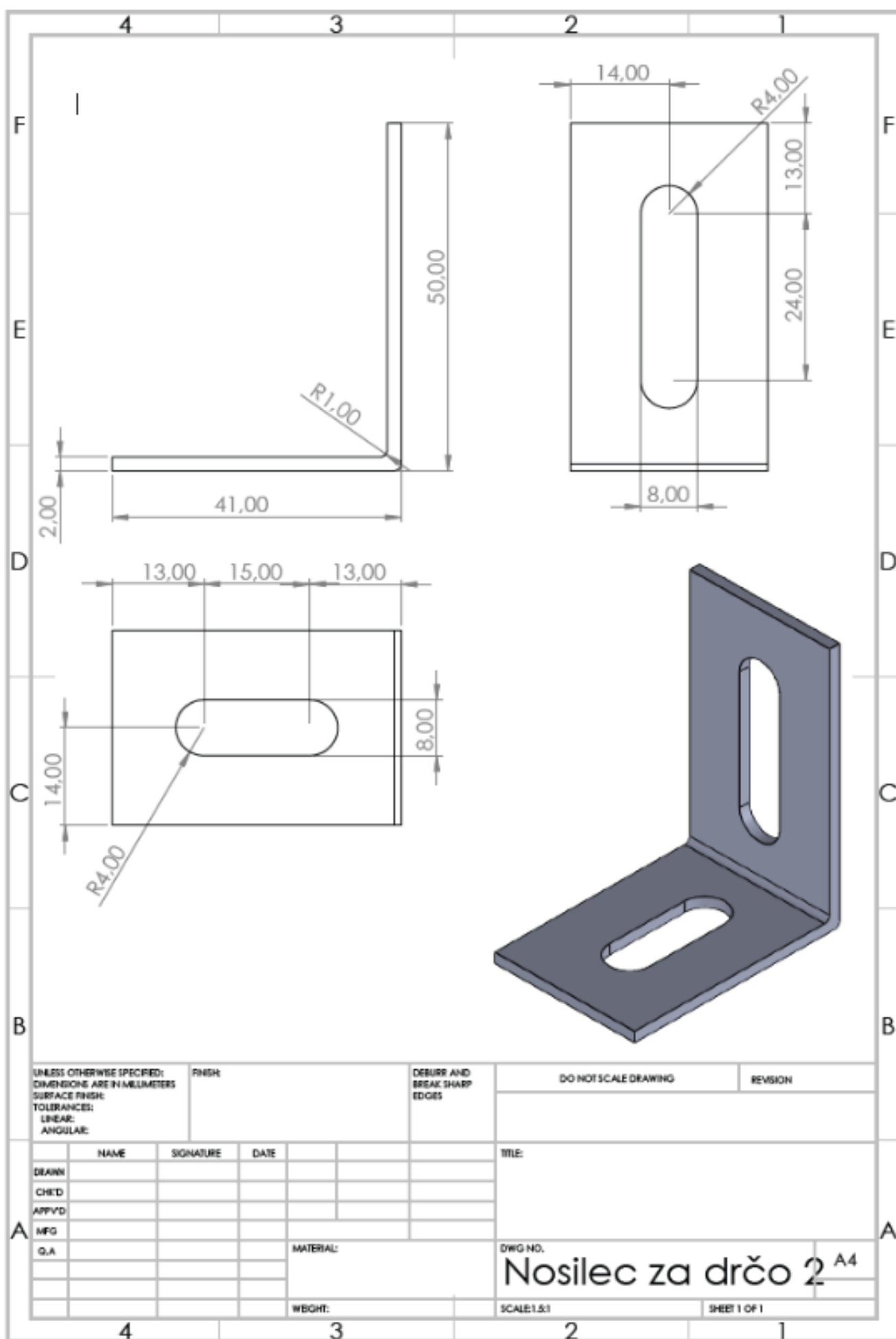


S1	Optični s.
S2	Kapacitivni s.
S3	Induktivni s.
S4	Induktivni s. 2
T1	Start tipka
C1	Levi cilinder začetna točka
C2	Levi cilinder končna točka
C3	Desni cilinder začetna točka
C4	Desni cilinder končna točka
K1	Kotva
K2	Levi cilinder ven
K3	Levi cilinder not
K4	Desni cilinder ven
K5	Desni cilinder not
M1	Vklop motorja

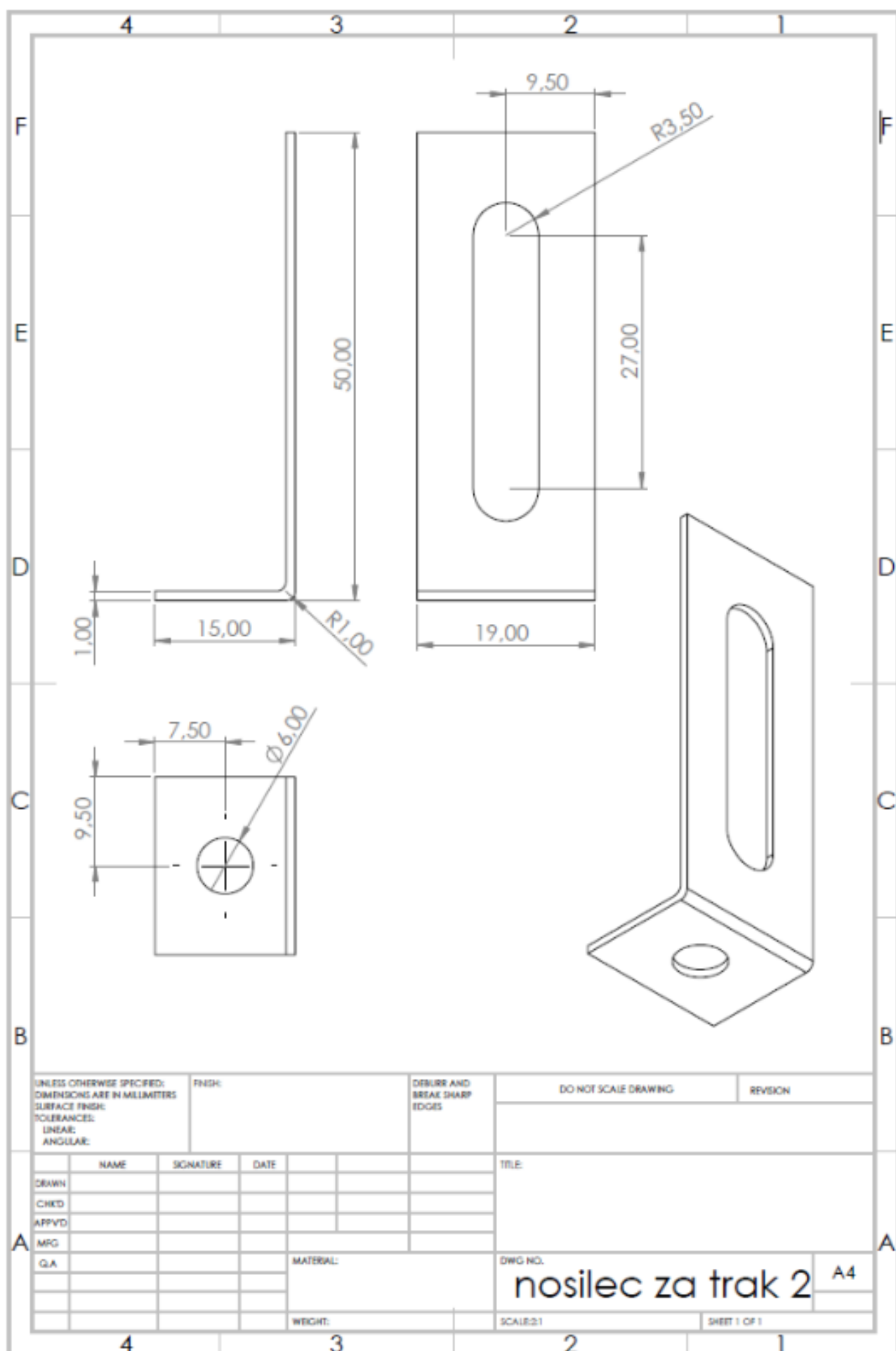


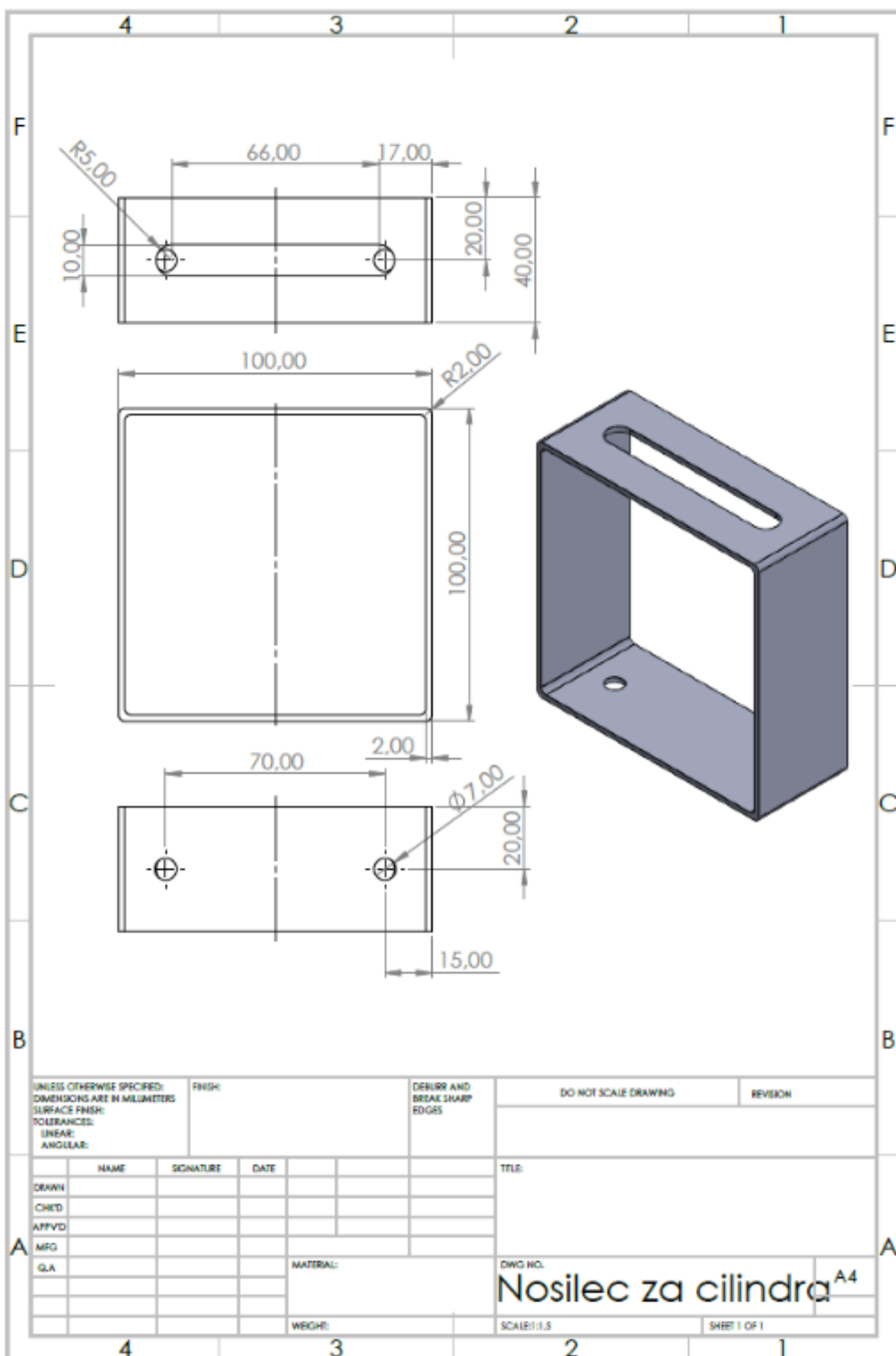






Nosilec za drčo 2





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN						
CHECKED						
APPROVED						
MFG						
QA						

TITLE:

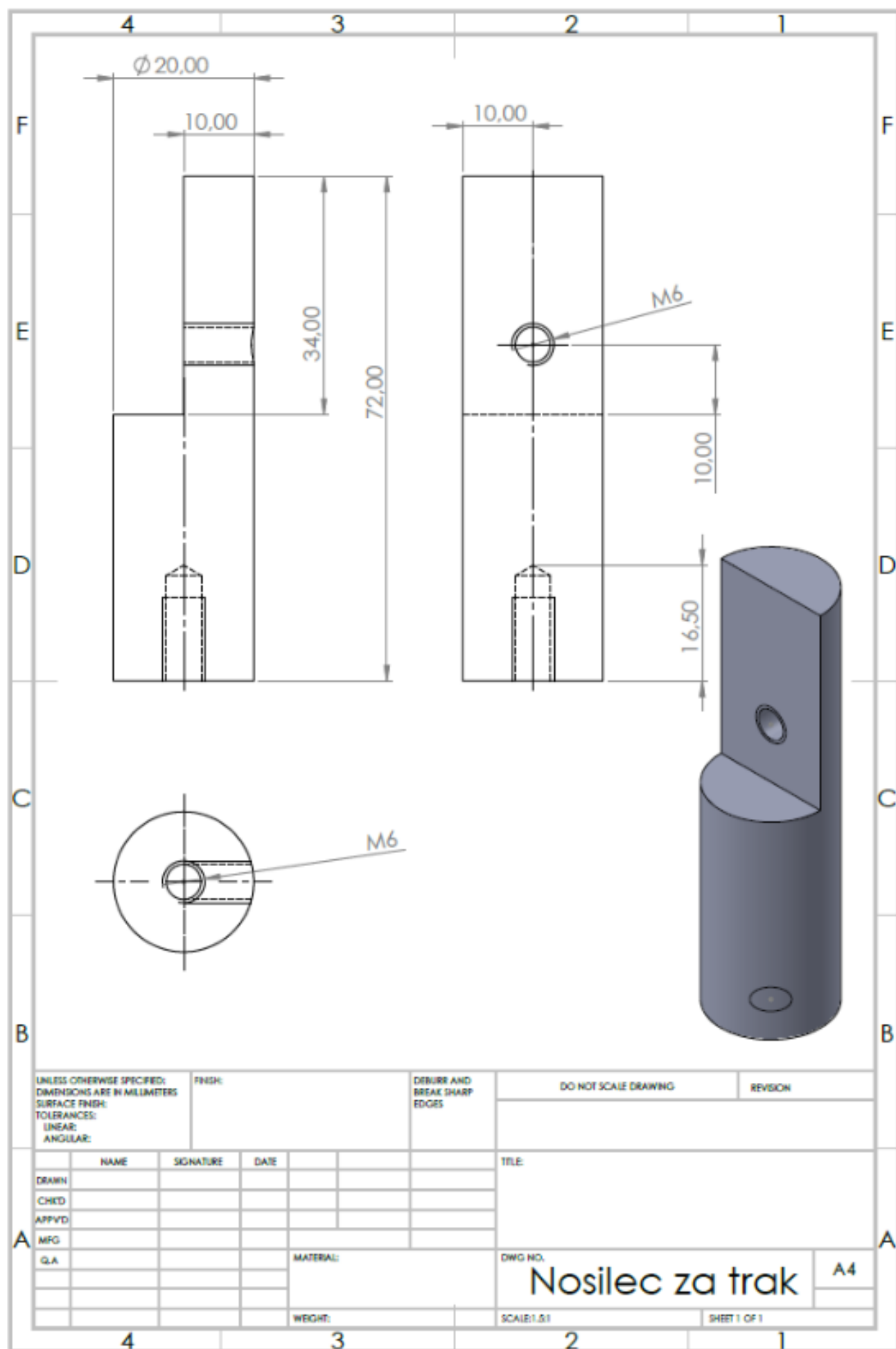
DWG NO.

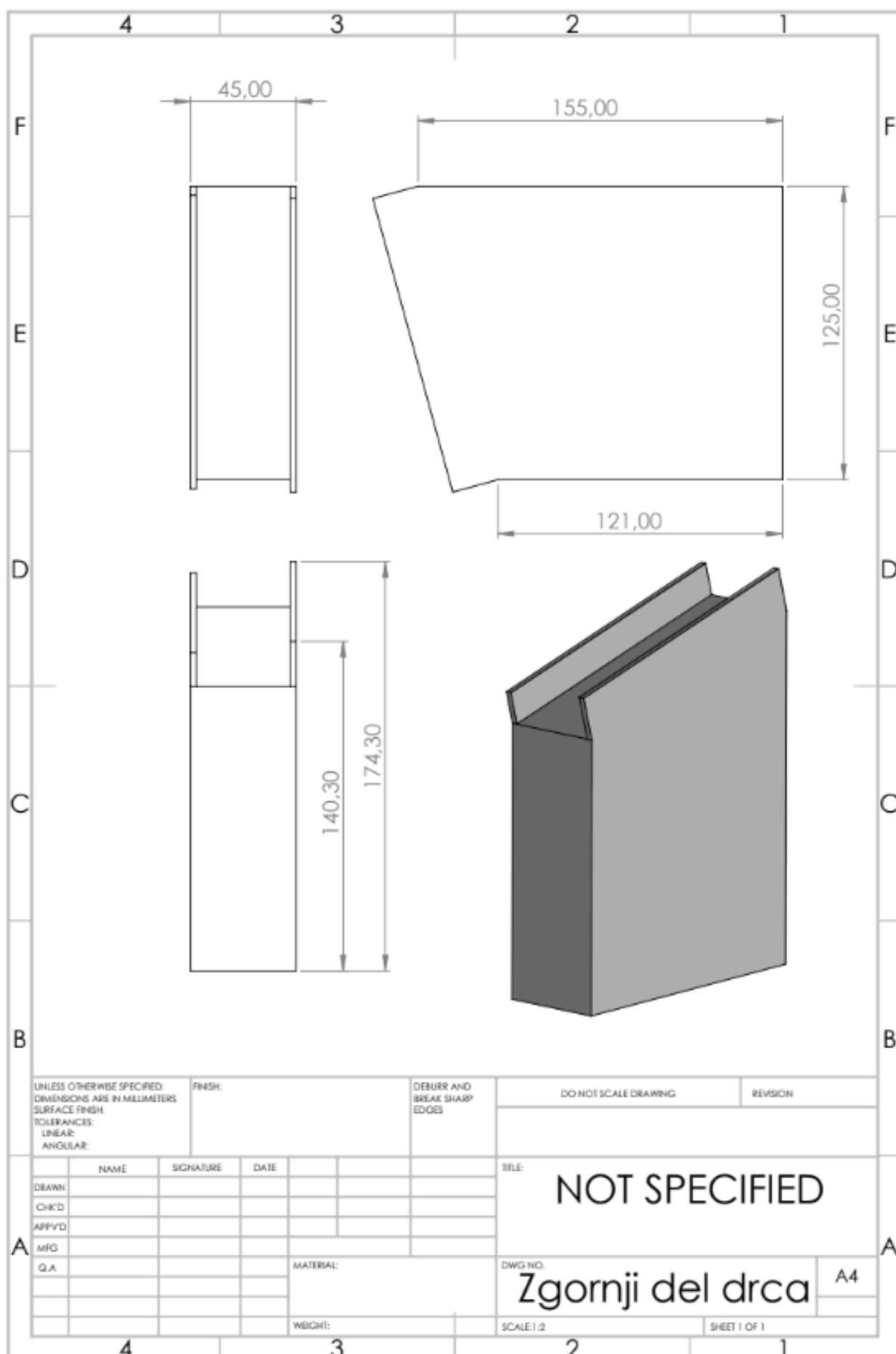
Nosilec za cilindra^{A4}

WEIGHT:

SCALE: 1:1.5

SHEET 1 OF 1



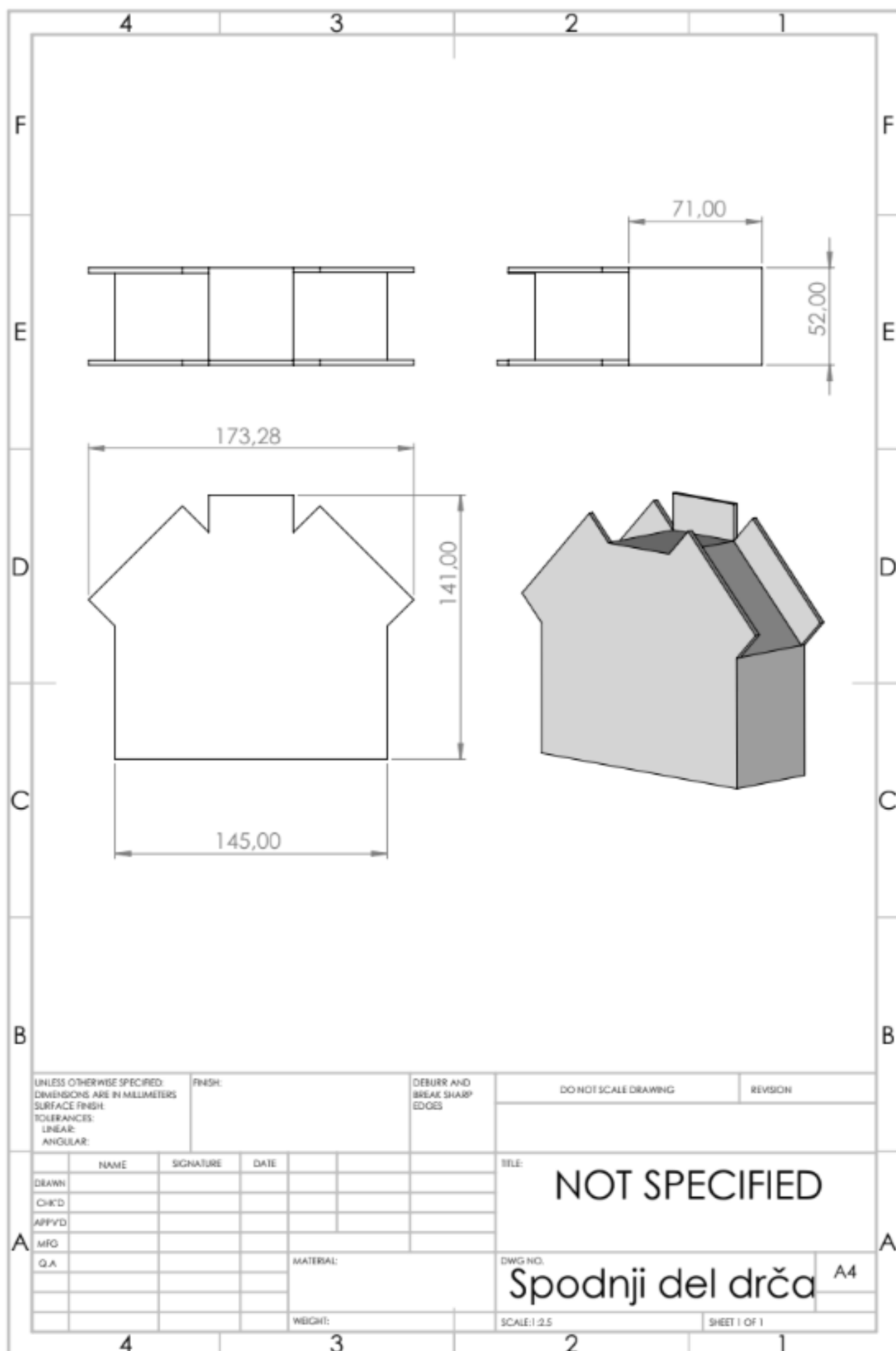


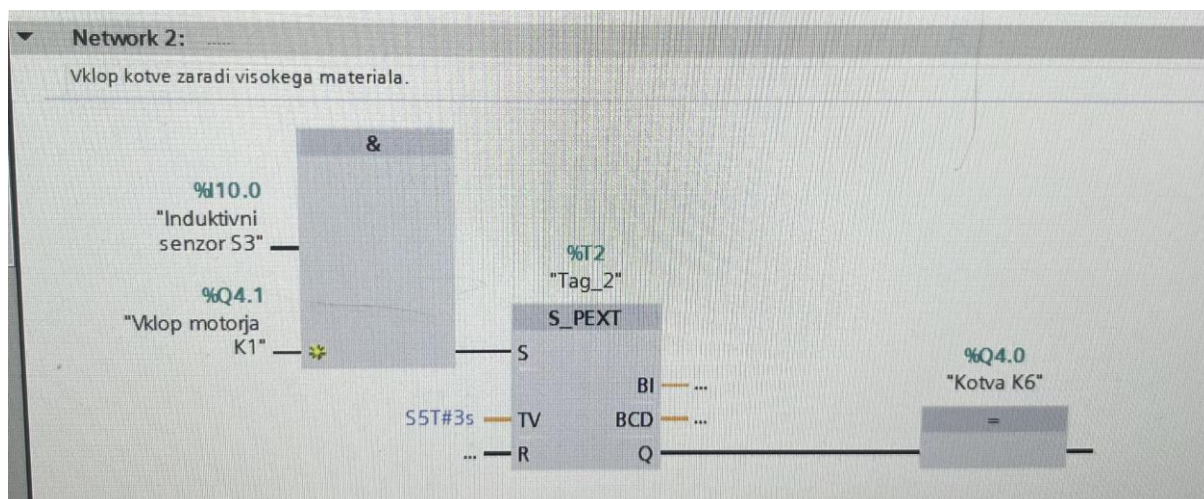
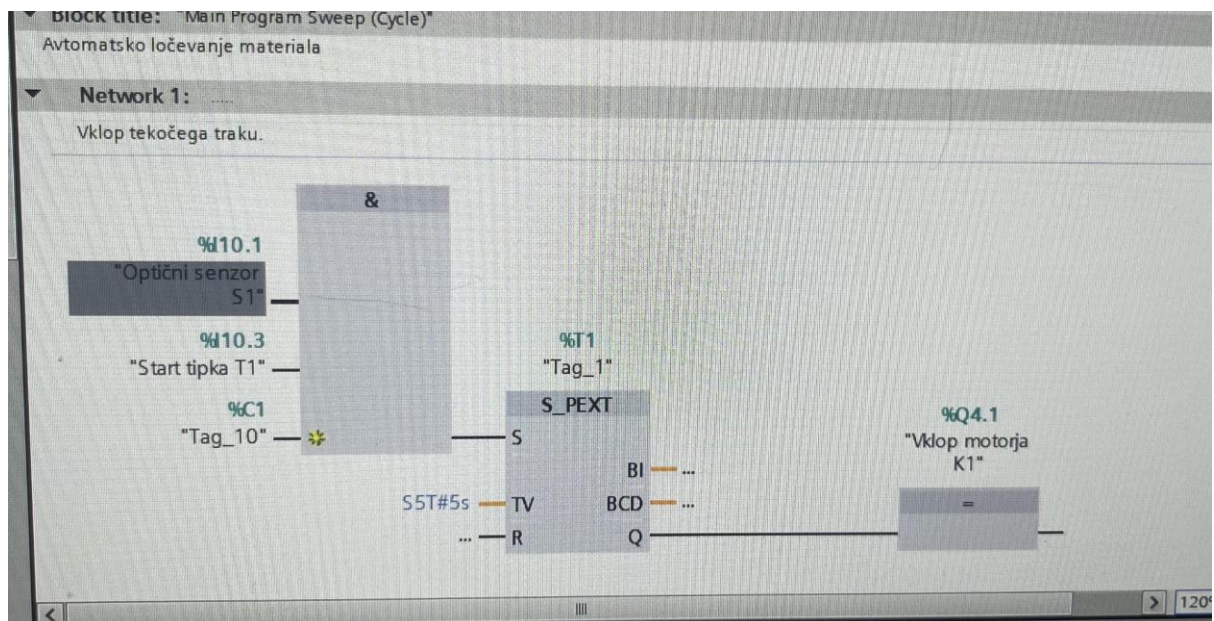
4	3	2	1
F			F
E			E
D			D
C			C
B			B
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBURR AND BREAK SHARP EDGES
		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
		TITLE:	
A	4	3	1

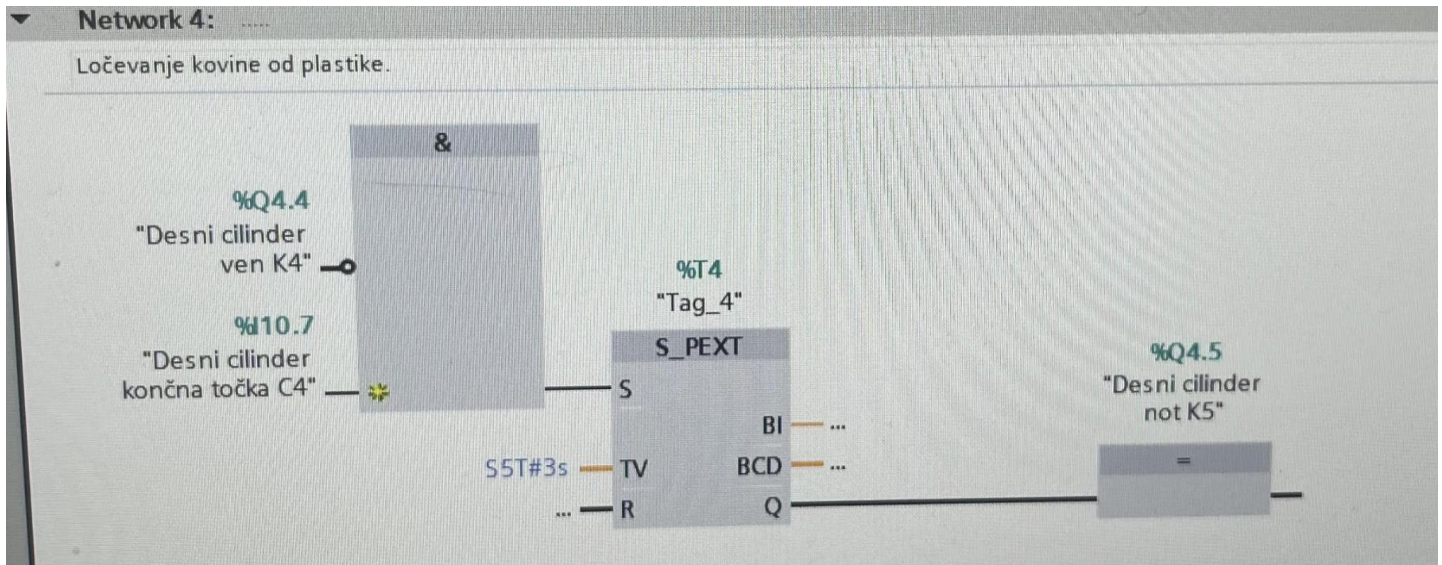
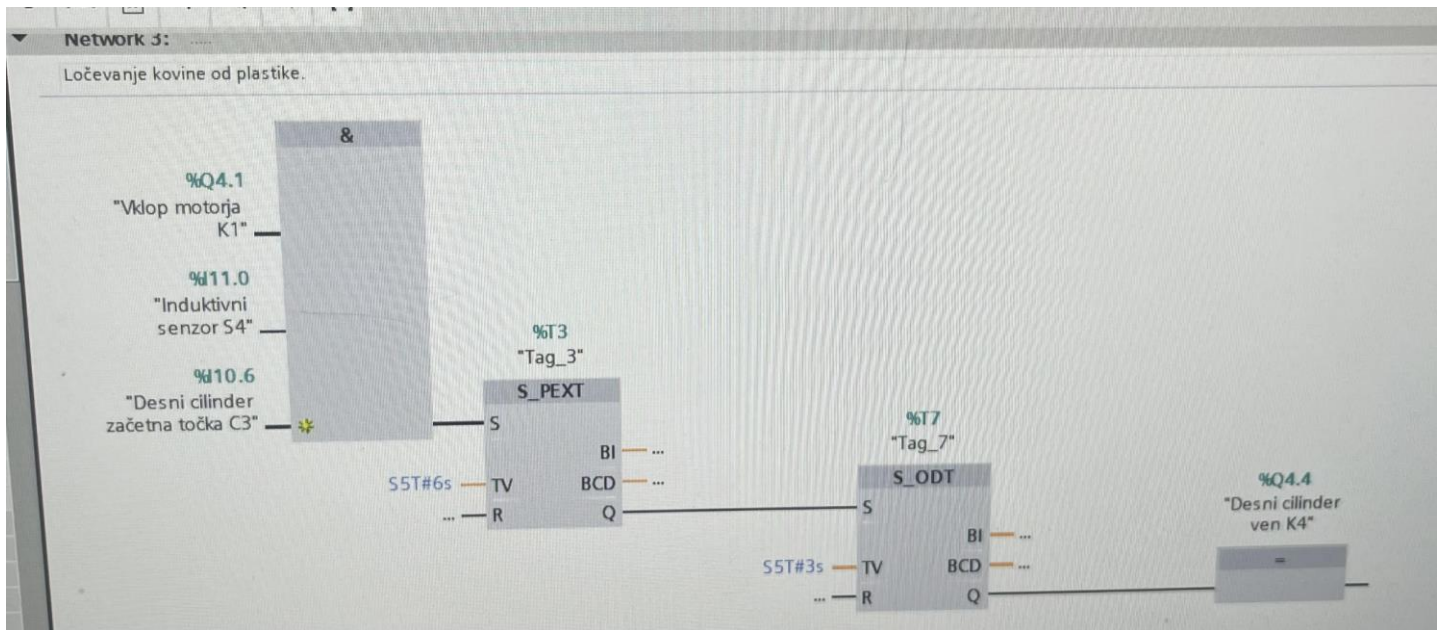
sestava

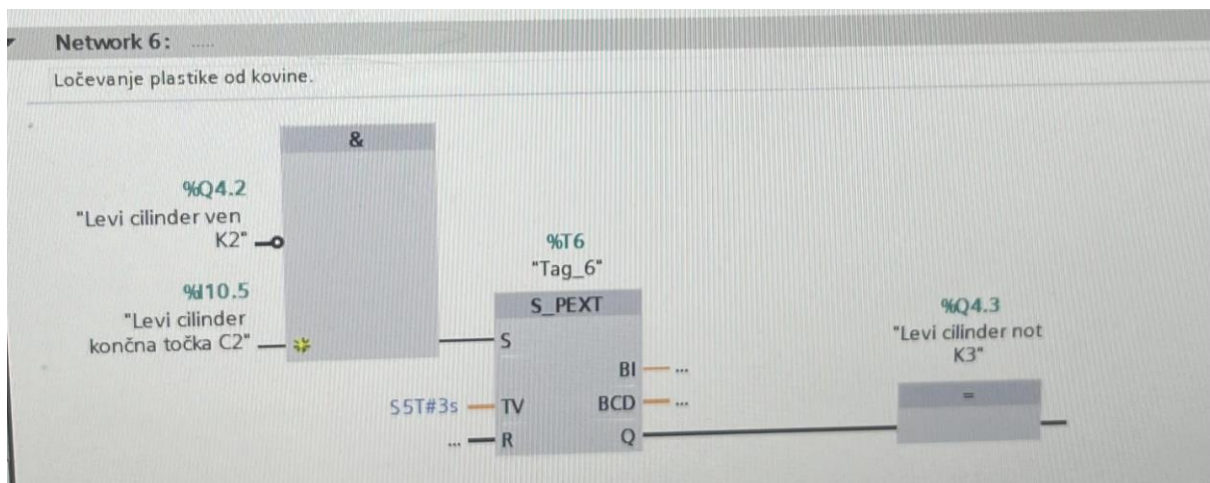
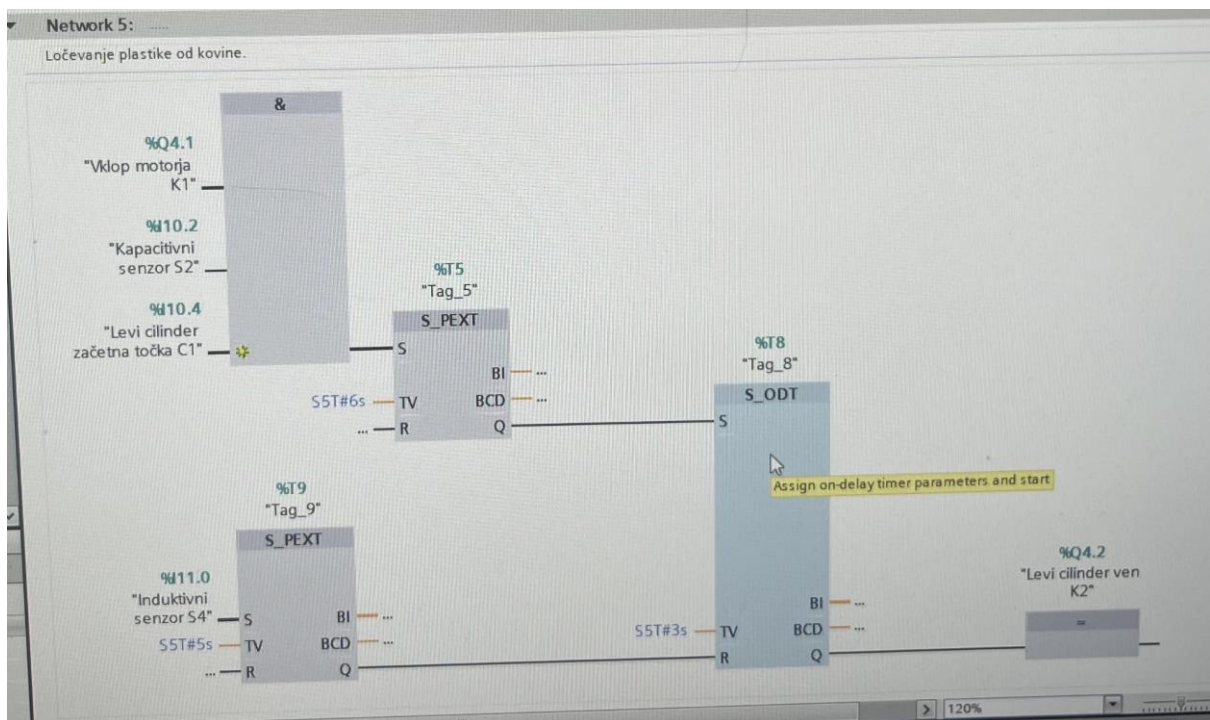
SCALE: 1:3

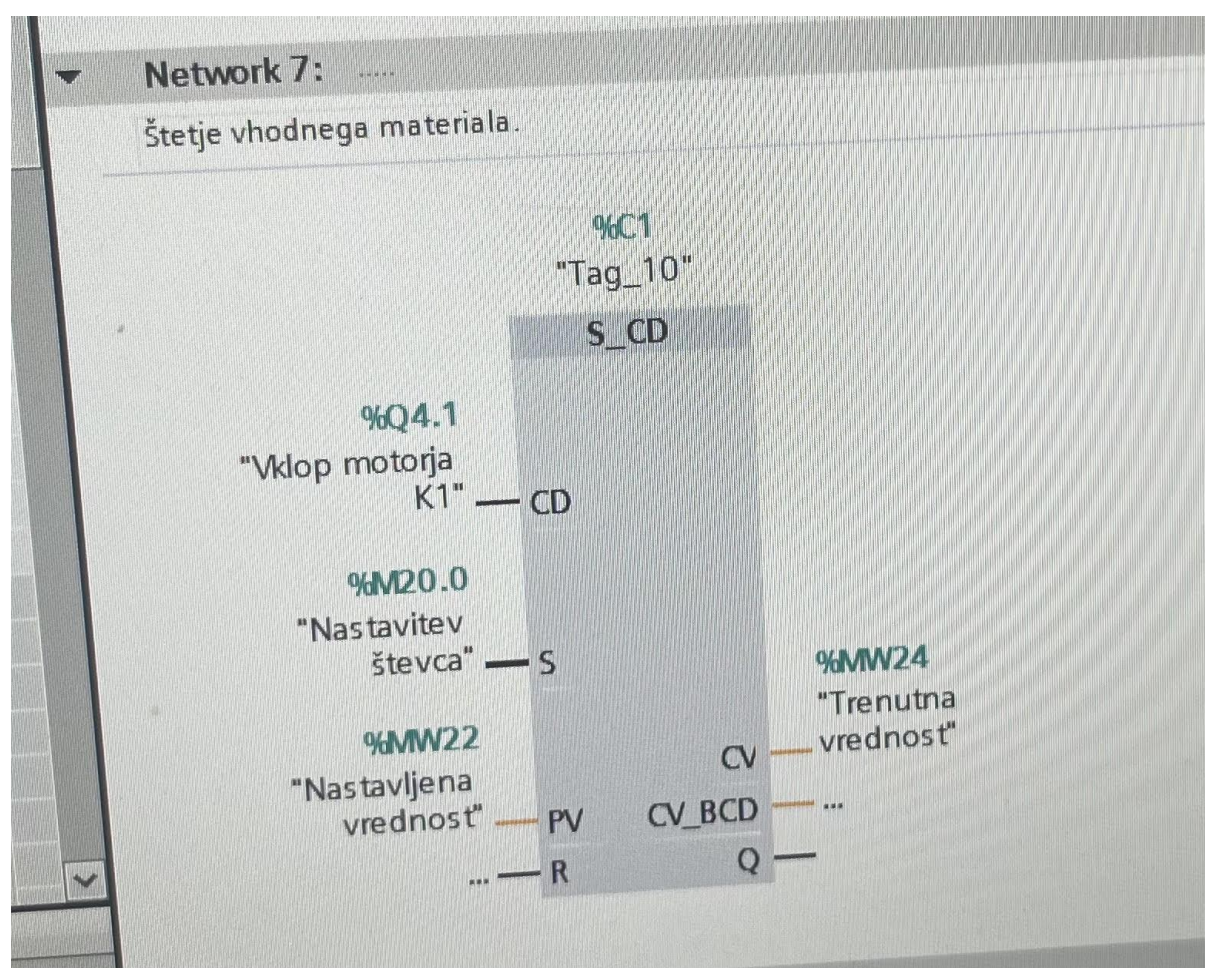
SHEET 1 OF 1











Default tag table									
	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Supervisio	
1	Start tipka T1	Bool	%I10.3	☐	☒	☒	☒		
2	Optični senzor S1	Bool	%I10.1	☐	☒	☒	☒		
3	Kapacitivni senzor S2	Bool	%I10.2	☐	☒	☒	☒		
4	Induktivni senzor S3	Bool	%I10.0	☐	☒	☒	☒		
5	Levi cilindar začetna točka C1	Bool	%I10.4	☐	☒	☒	☒		
6	Levi cilindar končna točka C2	Bool	%I10.5	☐	☒	☒	☒		
7	Desni cilindar začetna točka C3	Bool	%I10.6	☐	☒	☒	☒		
8	Desni cilindar končna točka C4	Bool	%I10.7	☐	☒	☒	☒		
9	Induktivni senzor S4	Bool	%I11.0	☐	☒	☒	☒		
10	Vklop motorja K1	Bool	%Q4.1	☐	☒	☒	☒		
11	Levi cilindar ven K2	Bool	%Q4.2	☐	☒	☒	☒		
12	Levi cilindar not K3	Bool	%Q4.3	☐	☒	☒	☒		
13	Desni cilindar ven K4	Bool	%Q4.4	☐	☒	☒	☒		
14	Desni cilindar not K5	Bool	%Q4.5	☐	☒	☒	☒		
15	Kotva K6	Bool	%Q4.0	☐	☒	☒	☒		
16	Tag_1	Timer	%T1	☐	☒	☒	☒		
17	Tag_2	Timer	%T2	☐	☒	☒	☒		
18	Tag_3	Timer	%T3	☐	☒	☒	☒		
19	Tag_4	Timer	%T4	☐	☒	☒	☒		
20	Tag_5	Timer	%T5	☐	☒	☒	☒		
21	Tag_6	Timer	%T6	☐	☒	☒	☒		
22	Tag_7	Timer	%T7	☐	☒	☒	☒		
23	Tag_8	Timer	%T8	☐	☒	☒	☒		
24	Tag_9	Timer	%T9	☐	☒	☒	☒		
25	Nastavitev števca	Bool	%M20.0	☐	☒	☒	☒		
26	Nastavljena vrednost	Int	%MW22	☐	☒	☒	☒		
27	Trenutna vrednost	Int	%MW24	☐	☒	☒	☒		
28	Tag_10	Counter	%C1	☐	☒	☒	☒		
29	<Add new>								