



**ŠOLSKI CENTER CELJE**

**Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije**

# **Avtomatsko razvrščanje materiala**

**RAZISKOVALNA NALOGA**

Področje: aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Avtorji:

Aljaž Pečnik, M-3. f

Aljaž Steble, M-3. f

Aleks Čuk, M-3. f

Mentorji:

Gregor Brežnik, inž.

Matjaž Cizej, univ. dipl. inž.

Peter Klaus, dipl. inž.

Celje, marec 2025

## IZJAVA

Mentorji Gregor Brežnik, Matjaž Cizej in Peter Klaus v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Avtomatsko razvrščanje materiala, katere avtorji so Aljaž Pečnik, Aljaž Steble in Aleks Čuk:

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

Celje, \_\_\_\_\_

žig šole

Podpis mentorjev

Podpis odgovorne osebe

\*

### POJASNILO

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

# **ZAHVALA**

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

Radi bi zahvalili našim mentorjem Petru Klausu, Matjažu Cizeju in Gregorju Brežniku za čas, potrpežljivost, trud, predvsem pa za vodenje skozi izdelavo naše raziskovalne naloge. Še zlasti se jim zahvaljujemo, ker sta si za nas vedno vzela čas ter nam bila na voljo za vsa dodatna vprašanja.

Zahvaljujemo se Šolskemu centru Celje, ki nam je omogočil delo v šolskih delavnicah.

## **POVZETEK**

Raziskovalna naloga obravnava avtomatsko razvrščanje materialov s pomočjo senzorjev in industrijske avtomatizacije. Raziskuje uporabo različnih tehnologij, vključno s kapacitivnimi, induktivnimi in optičnimi senzorji, ki omogočajo hitro in natančno razvrščanje materialov glede na njihove lastnosti. Podrobno opisuje modeliranje posameznih komponent, kot so zalogovniki, podstavki, manipulatorji in prijemala, ki skupaj tvorijo celoten avtomatiziran sistem. Posebna pozornost je namenjena uporabi programabilnih logičnih krmilnikov (PLK), ki omogočajo nadzor in upravljanje celotnega procesa. Poleg tega naloga vključuje opis ključnih proizvodnih procesov, kot sta rezkanje in struženje, ki sta bistvena za izdelavo posameznih komponent. Cilj naloge je izboljšati produktivnost in zmanjšati napake v industrijskih procesih z uporabo naprednih avtomatiziranih sistemov.

**Ključne besede:** avtomatizacija, senzorji, razvrščanje materiala, PLK, rezkanje, struženje

## **ABSTRACT**

The research project focuses on automatic material sorting using sensors and industrial automation. It explores the application of various technologies, including capacitive, inductive, and optical sensors, which enable fast and precise sorting of materials based on their properties. The document provides a detailed description of the modeling of individual components, such as storage units, bases, manipulators, and grippers, that together form the complete automated system. Special attention is given to the use of programmable logic controllers (PLCs), which manage and control the entire process. Additionally, the project includes a description of key manufacturing processes, such as milling and turning, which are essential for producing individual components. The goal of the project is to enhance productivity and minimize errors in industrial processes through advanced automation systems.

**Keywords:** automation, sensors, material sorting, PLC, milling, turning

# KAZALO

Vsebina	
1 UVOD .....	9
1.1 HIPOTEZE .....	10
1.2 STRUKTURA RAZISKOVALNE NALOGE .....	10
1.3 PREDSTAVITEV PROBLEMA .....	11
1.4 NAMEN NALOGE .....	11
2 AVTOMATSKO LOČEVANJE MATERIALA .....	12
3 MODELIRANJE .....	13
3.1 NOGICE ZA PODAJALNO PLOŠČO .....	13
3.2 NOGICE ZA PLOŠČO .....	16
3.3 ZALOGOVIK .....	18
3.4 ZALOGOVIK 2 .....	21
3.5 PODSTAVEK – SPODNJI .....	23
3.6 PODSTAVEK – ZGORNJI .....	24
3.7 SESTAVA PODSTAVKA IZ ZGORNJEGA IN SPODNJEGA DELA .....	25
4 OPIS MANIPULATORJA .....	30
5 PRIJEMALO .....	32
6 SENZOR .....	33
6.1 KAPACITIVNI SENZORJI .....	33
6.2 INDUKTIVNI SENZORJI .....	33
6.3 OPTIČNI SENZORJI .....	33
7 VHODI .....	34
8 IZHODI .....	35
9 PLK .....	36
10 REZKANJE IN REZKALNI STROJ .....	40
11 STRUŽNICA .....	49
11.1 ZGODOVINA STRUŽNICE .....	50
12 REZULTATI RAZISKAVE .....	53
13 ZAKLJUČEK .....	54
14 VIRI IN LITERATURA .....	55

## KAZALO SLIK

Slika 1: Načrt za izdelavo nogice za podajalno ploščo .....	14
Slika 2: 3D-model za nogico podajalne plošče .....	15
<i>Slika 3: Prerez 3D-modela za nogico podajalne plošče .....</i>	<i>15</i>
Slika 4: 3D-model nogice za ploščo .....	17
Slika 5: Načrt za izdelavo nogice za ploščo.....	18
Slika 6: Načrt zalogovnika .....	20
Slika 7: Načrt zakrivljenega zalogovnika .....	20
Slika 8: 3D-model zakrivljenega zalogovnika .....	21
Slika 9: Načrt zalogovnika 2 .....	22
Slika 10: 3D-model zalogovnika 2 .....	22
Slika 11: Načrt podstavka – zgoraj .....	27
Slika 12: 3D-model podstavka – zgoraj .....	27
Slika 13: Načrt podstavka – spodaj .....	28
Slika 14: 3D-model podstavka – spodaj .....	28
Slika 15: Načrt združenih podstavkov .....	29
Slika 16: 3D-model združenih podstavkov .....	29
Slika 17: Manipulator.....	30
Slika 18: Prijemalo.....	32
Slika 19: PLC-1500 .....	37
Slika 20: Rezkalni stroj .....	41
Slika 21: Orodje za rezkalni stroj.....	41
Slika 22: Deli rezkalnega stroja .....	48
Slika 23: Stružnica.....	49

## KAZALO PRILOG

- Priloga 1: Nogica podajalna Plošča
- Priloga 2: Nogica 1
- Priloga 3: Podajalna plošča
- Priloga 4: Podstavek spodnji
- Priloga 5: Podstavek zgornji
- Priloga 6: Podstavek spodnji in zgornji
- Priloga 7: Zalogovnik 1
- Priloga 8: Zalogovnik 1 načrt
- Priloga 9: Zalogovnik 2
- Priloga 10: Network 1
- Priloga 11: Network 2
- Priloga 12: Network 3
- Priloga 13: Network 4
- Priloga 14: PLK zaslon
- Priloga 15: Plastični komad v zalogovniku 2
- Priloga 16: Kako prime prijemalo komad
- Priloga 17: Spuščanje plastičnega komada naprej v zalogovnik
- Priloga 18: Kako deluje zapornica za plastični komad
- Priloga 19: Kako deluje zapornica za aluminjasti komad
- Priloga 20: Elektro-pnevmatska shema

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Tabela premika, tip podatkov, naslov

# 1 UVOD

V sodobni industriji igra avtomatizacija ključno vlogo pri optimizaciji proizvodnih procesov, zmanjševanju napak in povečanju učinkovitosti. Avtomatsko razvrščanje materialov je eden izmed pomembnih segmentov industrijske avtomatizacije, saj omogoča hitro in natančno ločevanje različnih vrst materialov brez potrebe po ročnem delu. Uporaba senzorjev in programabilnih logičnih krmilnikov (PLK) omogoča avtomatizacijo procesov in s tem zmanjšanje stroškov ter povečanje produktivnosti. V nalogi smo raziskali različne tehnologije, ki se uporabljajo za avtomatsko razvrščanje materialov, in predstavili konkretno rešitev, ki združuje senzorsko tehnologijo in mehanske komponente.

## 1.1 HIPOTEZE

Predpostavljamo, da bomo z raziskavo potrdili naslednje hipoteze:

**Hipoteza 1:** Avtomatsko razvrščanje materialov omogoča hitrejšo in natančnejšo ločevanje kot ročno razvrščanje.

**Hipoteza 2:** Uporaba različnih vrst senzorjev (kapacitivnih, induktivnih in optičnih) omogoča učinkovito prepoznavanje materialov glede na njihove fizikalne lastnosti.

**Hipoteza 3:** Implementacija programabilnega logičnega krmilnika (PLK) povečuje stopnjo avtomatizacije in omogoča optimizacijo celotnega proizvodnega procesa.

**Hipoteza 4:** Zmanjšanje človeškega vpliva pri razvrščanju materialov zmanjšuje napake in povečuje ponovljivost rezultatov.

**Hipoteza 5:** Avtomatiziran sistem za razvrščanje materialov zmanjša proizvodne stroške in poveča učinkovitost delovanja v industriji.

## 1.2 STRUKTURA RAZISKOVALNE NALOGE

Raziskovalna naloga je razdeljena na več poglavij:

**Uvod** – Opis problema, cilji in hipoteze raziskave.

**Modeliranje komponent** – Podroben opis posameznih mehanskih delov, kot so nogice, zalogovniki in podstavki.

**Opis manipulatorskega sistema** – Predstavitev manipulatorskega mehanizma in njegovega delovanja.

**Uporaba senzorjev pri razvrščanju materialov** – Analiza različnih vrst senzorjev in njihove funkcionalnosti.

**Vhodi, izhodi in PLK** – Pregled elektronskih komponent in vloge programabilnega logičnega krmilnika pri nadzoru sistema.

**Proizvodni procesi** – Opis tehnologij, kot sta rezkanje in struženje, ki so ključne pri izdelavi posameznih komponent.

**Zaključek** – Povzetek ugotovitev in ocena učinkovitosti avtomatskega razvrščanja materialov.

### **1.3 PREDSTAVITEV PROBLEMA**

V sodobnih proizvodnih procesih je ročno razvrščanje materialov počasno, neučinkovito in nagnjeno k napakam. Različni materiali, ki se uporabljajo v industriji, pogosto zahtevajo natančno ločevanje glede na njihove fizikalne lastnosti, kot so vrsta materiala, oblika, teža in prevodnost. Tradicionalne metode razvrščanja temeljijo na ročnem delu, kar povečuje stroške proizvodnje in zmanjšuje produktivnost. Poleg tega ročno delo povečuje možnost napačnega razvrščanja, kar lahko vodi do napak v proizvodnji in večjega odpada. Razvoj avtomatiziranega sistema za razvrščanje materialov omogoča optimizacijo tega procesa in zmanjšanje odvisnosti od človeškega dejavnika.

### **1.4 NAMEN NALOGE**

Namen raziskovalne naloge je razviti in analizirati avtomatski sistem za razvrščanje materialov, ki temelji na uporabi sodobnih senzorskih tehnologij in programabilnih logičnih krmilnikov. Cilj je oblikovati rešitev, ki bo omogočala hitrejše, bolj natančno in stroškovno učinkovito razvrščanje materialov v industrijskih procesih. Naloga bo preučila različne vrste senzorjev in mehanske ter elektronske komponente, ki sestavljajo tak sistem, in ocenila njihovo učinkovitost. S tem bomo prispevali k boljšemu razumevanju avtomatiziranih procesov in njihovi implementaciji v industrijskem okolju.

## **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 brez potrebe po ročnem delu, kar povečuje produktivnost in zmanjšuje možnost človeških napak. Poleg tega prispeva k izboljšanju kakovosti izdelkov, saj zagotavlja doslednejše in bolj 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 MODELIRANJE**

### **3.1 NOGICE ZA PODAJALNO PLOŠČO**

#### **Oblika in dimenzije:**

- Cilindrična oblika z dolžino 120 mm.
- Premer cilindra je 20 mm.

#### **Navoji:**

- Na zgornjem delu je narejen navoj M4 x 0.7 z globino 15 mm.
- Na spodnjem delu je navoj M6 x 1 z globino 11.5 mm.

#### **Uporaba:**

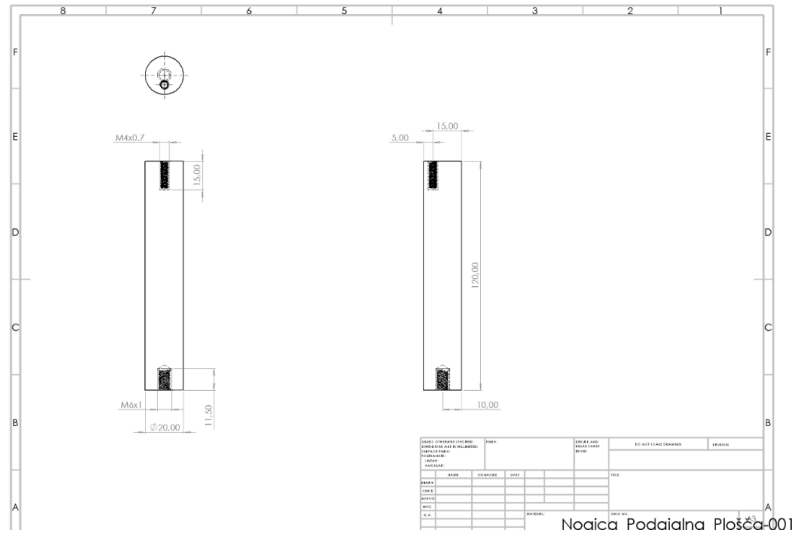
- Nogice služijo kot nosilci za podajalno ploščo in omogočajo montažo z uporabo standardnih vijakov zaradi navojev na obeh koncih.

#### **Material:**

- Nogice so narejene iz aluminija.

#### **Risba:**

- Tehnična risba vsebuje vse ključne dimenzije za izdelavo in montažo, kar vključuje tudi tolerančne oznake, ki zagotavljajo pravilno prileganje.



Slika 1: Načrt za izdelavo nogice za podajalno ploščo

(Vir: Osebni arhiv)

## Priprava materiala

- Aluminij se razreže na dolžino 120 mm; z nekaj dodatka za obdelavo.
- Pripravijo se palice ali gredice ustreznega premera (približno 20 mm ali nekoliko več, če je potrebno odstranjevati več materiala).

## Obdelava na stružnici

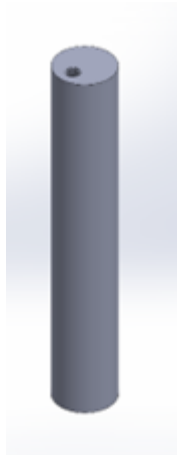
### a) Cilindrična obdelava:

- Material se vpne v stružnico.
- Obdelajo se površine, da se doseže natančen premer 20 mm in gladka površina cilindra.
- Na koncu se posnamejo robovi pod kotom 45°.

### b) Izdelava navojev:

- Na obeh koncih se na stružnici izvrtajo luknje:
  - Zgornja odprtina za M4 x 0.7 z globino 15 mm.
  - Spodnja odprtina za M6 x 1 z globino 11.5 mm.
- Navoji se izdelajo s pomočjo narezovalnega orodja.
- Pri rezanju navojev se uporabi mazivo za boljši rezultat in daljšo življenjsko dobo orodja.

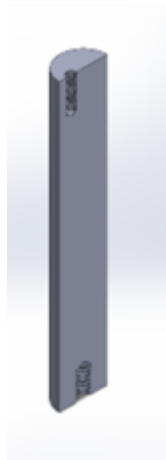
**3D-model:**



*Slika 2: 3D-model za nogico podajalne plošče*

*(Vir: Osebni arhiv)*

**Prerez 3D-modela:**



*Slika 3: Prerez 3D-modela za nogico podajalne plošče*

*(Vir: Osebni arhiv)*

## **3.2 NOGICE ZA PLOŠČO**

### **Dimenzije:**

- Skupna višina nogice: 50 mm.
- Premer cilindra: 20 mm.
- Višina pravokotnega dela: 20 mm.
- Debelina pravokotnega dela: 10 mm.

### **Luknje:**

- Navojna luknja na spodnjem delu:
  - Navoj: M6.
  - Globina: 11,5 mm.
- Prebočna luknja na pravokotnem delu:
  - Premer: 4 mm.
  - Namenjena je za stabilizacijo plošče.

### **Dodatne oblike:**

- Radij zaobljenega dela pravokotnika: R10 mm, za lažjo montažo.

### **Uporaba:**

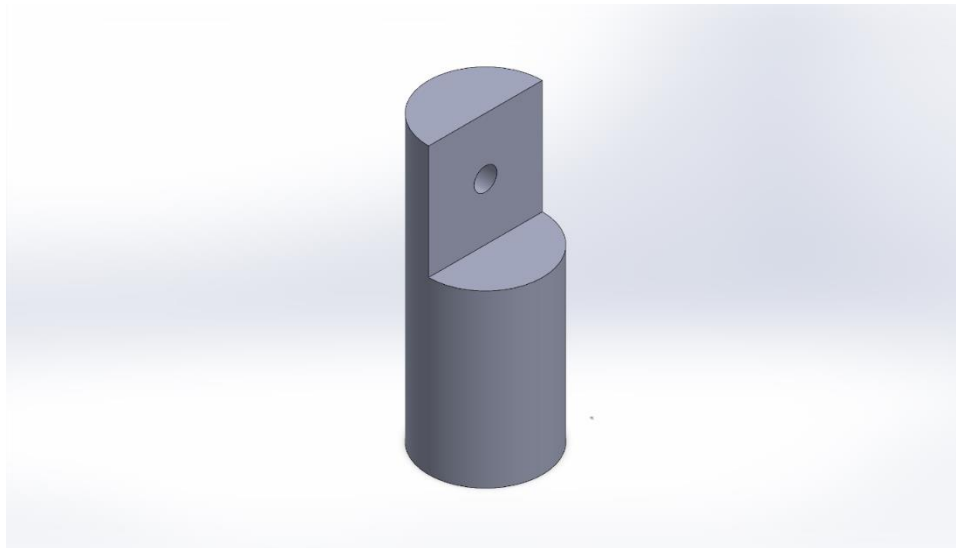
- Nogice se uporabljajo kot nosilci za ploščo, omogočajo montažo z vijaki in dodatno stabilnost.

### **Postopek izdelave:**

- Priprava materiala:
  - Material za nogice je aluminij, ki se struži do zelenega premera.
- Struženje:
  - Cilindrični del se oblikuje na stružnici.
  - Obdelata se spodnji del in premer cilindra (20 mm).
  - Izvede se vrtanje in rezanje navoja M6 s pomočjo narezovalnika.

**Frezanje:**

- Pravokotni del se oblikuje s frezanjem zgornjega dela cilindra.
- Prebočna luknja (premer 4 mm) se izdelava z vrtanjem.

**3D-model:**

*Slika 4: 3D-model nogice za ploščo*

*(Vir: Osebni arhiv)*



**Montažne luknje:**

- Luknje s premerom 10 mm na montažni plošči omogočajo pritrnitev zalogovnika na podlago.
- Dodatna osrednja luknja s premerom 4,5 mm za pritrnitev senzorja.

**Uporaba:**

- Zasnovan je za nalaganje plastičnih in železnih komadov na podajalno ploščo.

**Izbira materiala:**

- Material za izdelavo zalogovnika je lahko jeklo (nerjaveče, ogljikovo) ali aluminij, odvisno od potrebne odpornosti in pogojev uporabe.
- Debelina materiala je 1 mm.

**Postopek izdelave:**

- Rezanje pločevine:
  - Iz pločevine se izreže osnovni pravokotnik s potrebnimi izrezi in odprtinami, ki ustrezajo razporedu lukenj in dimenzij zalogovnika.
  - Rezanje se izvede z laserskim rezalnikom, plazemskim rezalnikom ali mehansko s škarjami.

**Upogibanje:**

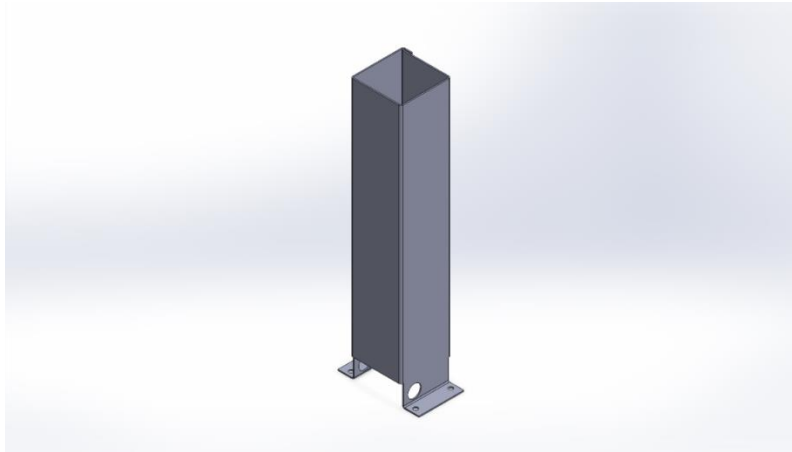
- Plošča se upogne v obliko pravokotnega cevastega profila s pomočjo strojnega upogibanja (npr. hidravlični upogibalni stroj).
- Upogibni robovi morajo biti natančni, da zagotavljajo pravokotnost in stabilnost konstrukcije.

- Obdelava robov:

- Ostri robovi in vogali se obrusijo, da se preprečijo poškodbe pri rokovanju.



### 3D-model:



*Slika 8: 3D-model zakrivljenega zalogovnika*

*(Vir: Osebni arhiv)*

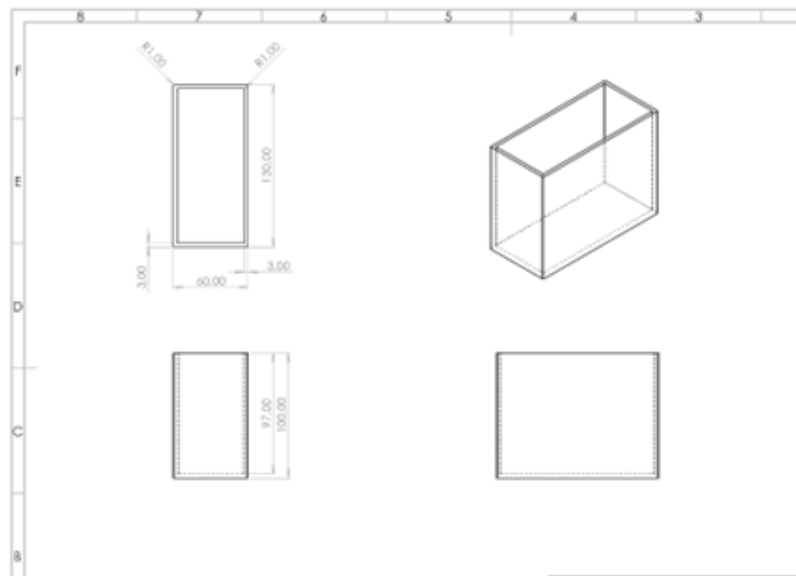
## **3.4 ZALOGOVNIK 2**

Zalogovnik 2 je bil uporabljen za plastične komade. Izdelan je bil s pomočjo 3D-tiskalnika.

### **Dimenzije:**

- Širina: 60 mm.
- Dolžina: 130 mm.
- Višina: 100 mm.
- Debelina sten: 3 mm.
- Notranji in zunanji robovi so zaobljeni z radijem R1,00.

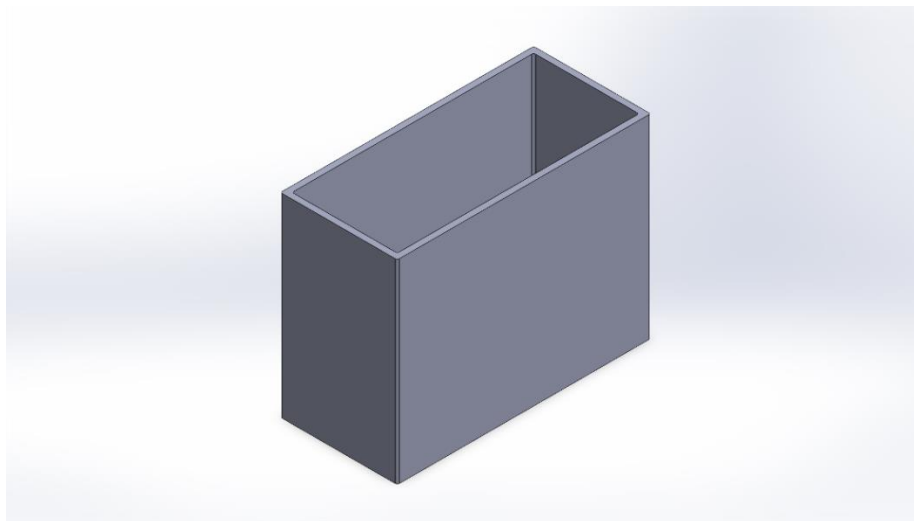
**Risba in načrt:**



*Slika 9: Načrt zalogovnika 2*

*(Vir: Osebni arhiv)*

**3D-model:**



*Slika 10: 3D-model zalogovnika 2*

*(Vir: Osebni arhiv)*

### **3.5 PODSTAVEK – SPODNJI**

#### **Dimenzije:**

- Dolžina: 100 mm.
- Višina stranskih plošč: 50 mm.
- Debelina materiala: 2 mm.

#### **Struktura:**

- Pravokotna osnova s stranskimi ploščami.
- Na osnovi ena osrednja luknja s premerom 6,5 mm za montažo.
- Na stranskih ploščah podolgovate odprtine za nastavljivo pritrditev.

#### **Uporaba:**

- Nosilni element za montažo drugih komponent.

#### **Izdelava:**

- Rezanje pločevine na laserskem rezalniku (dimenzije osnovne plošče).
- Vrtanje osrednje luknje ( $\varnothing$  6,5 mm) in podolgovatih odprtin na stranskih ploščah.
- Upogibanje stranskih plošč pod kotom 90°.
- Brušenje ostrih robov za varno uporabo.

### **3.6 PODSTAVEK – ZGORNJI**

#### **Dimenzije:**

- Dolžina: 100 mm.
- Višina stranskih plošč: 50 mm.
- Debelina materiala: 2 mm.

#### **Struktura:**

- Pravokotna osnova s stranskimi ploščami.
- Na osnovi ena podolgovata odprtina (61,90 mm × 4,5 mm).
- Na stranskih ploščah okrogle luknje za montažo (Ø 6,5 mm).

#### **Uporaba:**

- Nosilni element za montažo drugih komponent.

#### **Izdelava**

- Izrez pločevine (pravokotna oblika) z laserskim rezalnikom.
- Vrtanje luknje in izdelava podolgovate odprtine na osnovi.
- Upogibanje stranskih plošč.
- Obdelava robov in testiranje dimenzij.

### **3.7 SESTAVA PODSTAVKA IZ ZGORNJEGA IN SPODNJEGA DELA**

#### **Sestava:**

##### a) Podstavek – zgornji:

- Ima pravokotno osnovo s podolgovato odprtino (za nastavljivo pritrditev) in stranskimi ploščami z okroglimi luknjami za montažo.
- Omogoča pritrditev in nastavljivost v kombinaciji s spodnjim delom.

##### b) Podstavek – spodnji:

- Ima pravokotno osnovo z osrednjo luknjo in podolgovatimi odprtinami na stranskih ploščah za montažo.
- Določa osnovo konstrukcije in omogoča povezavo z zgornjim delom.

#### **Funkcionalnost:**

- Kombinacija teh dveh delov omogoča trdno in nastavljivo povezavo komponent.
- Podolgovate odprtine na obeh delih omogočajo prilagodljivost pri montaži.
- Sistem je modularen in se lahko uporablja za pritrditev različnih elementov v avtomatiziranih sistemih.

#### **Postopek sestave:**

- Priprava posameznih delov:
  - Preveri dimenzije in kakovost izdelave zgornjega in spodnjega podstavka.
  - Očisti površine in odstrani morebitne ostanke materiala (opilke).
- Poravnava lukenj:
  - Zgornji del se postavi na spodnji del tako, da so montažne luknje (okrogle in podolgovate) pravilno poravnane.
- Pritrditev:
  - Skozi luknje se uporabijo vijaki ali zatiči za trdno pritrditev zgornjega in spodnjega dela.
  - Če je potrebno, se uporabijo podložke in matice za dodatno stabilnost.
- Nastavljanje:

- Zahvaljujoč podolgovatim odprtinam lahko zgornji del prilagodimo za optimalen položaj.
- Po nastavitvi se vijaki zategnejo, da podstavek ostane stabilen.
- Končna kontrola:
  - Preveri se trdnost in poravnanoost celotnega podstavka.
  - Preizkusi se, ali podstavek ustreza zahtevam montaže in namena.

### **Izdelava posameznih delov**

- Proizvodnja zgornjega in spodnjega dela sledi že prej opisanemu postopku.
- Vrtanje lukenj in izdelava podolgovatih odprtin.
- Upogibanje stranskih plošč.
- Brušenje in površinska obdelava za preprečevanje korozije.

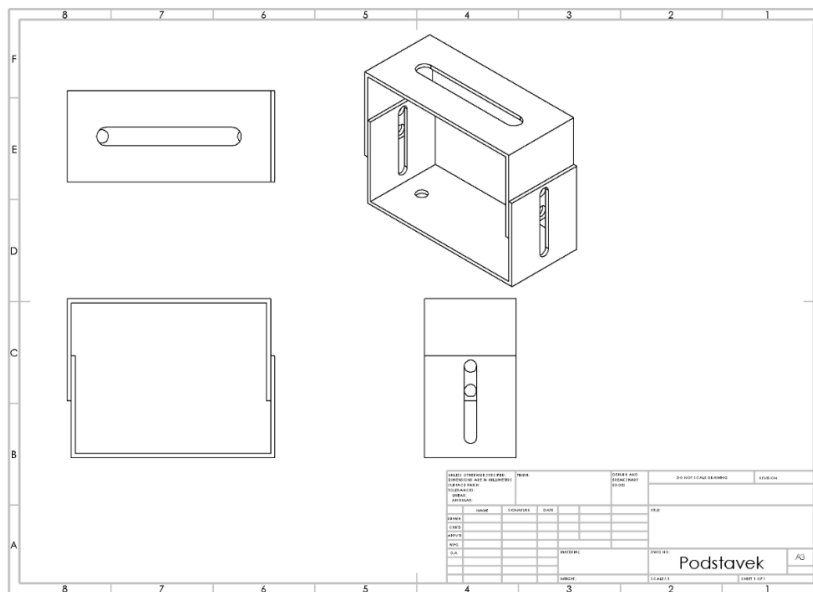




### 3.7.3 Podstavek

Podstavek je sestavljen iz podstavka – zgornji in podstavek – spodnji.

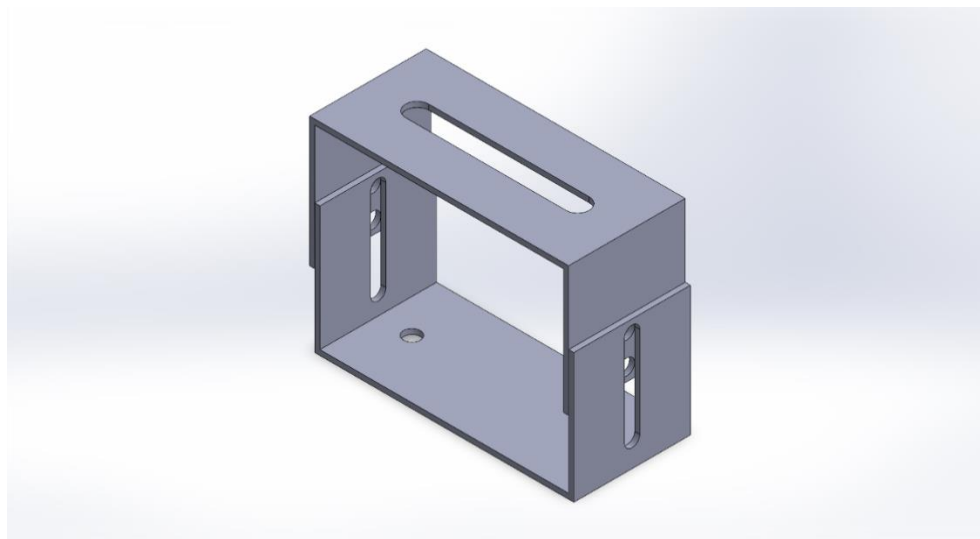
Risba in načrt:



Slika 15: Načrt združenih podstavkov

(Vir: Osebni arhiv)

3D-model:



Slika 16: 3D-model združenih podstavkov

(Vir: Osebni arhiv)

## 4 OPIS MANIPULATORJA



*Slika 17: Manipulator*

*(Vir: Osebni arhiv)*

Celotno delo se osredotoča na kompaktni pnevmatski valj ADNGF-12-40-P-A, ki spada v serijo izdelkov podjetja Festo.

Ta valj je zasnovan za uporabo v industrijskih okoljih, kjer je potrebna natančna kontrola gibanja v omejenih prostorih.

### **Opis valja**

Valj ADNGF-12-40-P-A je kompaktna naprava z naslednjimi ključnimi lastnostmi:

- Premer batnice: 12 mm.
- Hod: 40 mm.
- Vrsta izvedbe: Možnost zaznavanja pozicije z uporabo senzorjev.
- Ohišje: Trpežen material, ki omogoča zanesljivo delovanje v zahtevnih okoljih.
- Tip: Dvostranski delovni valj (double-acting).

**Uporaba:**

- Kompaktni valj je primeren za:
  - Avtomatizirane linije v proizvodnji.
  - Montažne sisteme z omejenim prostorom.
  - Naloge, ki zahtevajo natančno vodenje gibanja.
- Valj omogoča hitro in učinkovito delovanje zaradi svoje kompaktne zasnove in majhne teže.
- Zaradi možnosti zaznavanja pozicije je primeren za avtomatizirane sisteme, kjer je potrebno nadzorovati gibanje in pozicijo batnice.

**Tehnični podatki:**

- Delovni tlak: 1–10 bar.
- Delovno sredstvo: Stisnjen zrak, filtriran.
- Temperaturno območje: od –20 °C do +80 °C.
- Največja hitrost: 0.1–1.5 m/s.
- Materiali: Aluminijasto ohišje, tesnila iz poliuretana.

**Prednosti:**

- Kompaktna izvedba omogoča vgradnjo v omejenih prostorih.
- Možnost pozicioniranja z uporabo senzorjev.
- Dolga življenjska doba zaradi kakovostnih materialov.
- Hitro in natančno gibanje.

## 5 PRIJEMALO



*Slika 18: Prijemalo*

*(Vir: Osebni arhiv)*

### **Tehnični podatki:**

- Velikost: 12 cm.
- Število prijemalnih prstov: 2.
- Montažni položaj: katerikoli.
- Način delovanja: dvojno delujoč.
- Funkcija prijemala: Parallel.
- Konstrukcijska struktura: nagnjena ravnina.
- Min. odpiralni čas pri 6 barih: 30 ms.
- Min. čas zapiranja pri 6 barih: 30 ms.

## **6 SENZOR**

Uporabljeni so bili kapacitivni, induktivni in optični senzorji.

### **6.1 KAPACITIVNI SENZORJI**

**Opis:**

- Merijo spremembe v kapacitivnosti, ko se objekt približa ali dotakne senzorske površine.

**Uporaba:**

- Za zaznavanje materiala na podajalni plošči.

### **6.2 INDUKTIVNI SENZORJI**

**Opis:**

- Delujejo na osnovi sprememb v indukciji, ko se kovinski predmet približa senzorski površini.

**Uporaba:**

- Za zaznavanje kovinskega komada na tekočem traku.

### **6.3 OPTIČNI SENZORJI**

**Opis:**

- Zaznavajo svetlobo ali spremembe v svetlobi in jih pretvarjajo v električni signal.

**Uporaba:**

- Za zaznavanje komadov na tekočem traku.

## **7 VHODI**

I10.0 – Start

I10.1 – Stop

I10.2 – Reset

I10.3 – Senzor podajalna iztegnjen

I10.4 – Senzor podajalna uvlečen

I10.5 – Optični senzor zalogovnik

## **8 IZHODI**

Q4.0 – Podajalna cilinder izteg

Q4.1 – Podajalna cilinder uvlek

## 9 PLK

### Glavne značilnosti PLK:

- Programljivost:

PLK je zasnovan za izvajanje nalog, ki jih določimo z uporabo programskega jezika. Programiramo ga za izvajanje različnih nalog, kot so logična preklapljanja, krmiljenje motorjev, merjenje temperaturnih vrednosti, nadzor nad krmiljenjem senzorjev in aktuatorjev.

- Industrijski nadzor in avtomatizacija:

PLK-ji omogočajo avtomatizacijo industrijskih procesov, kjer je potrebno stalno spremljanje in krmiljenje naprav. To je še posebej pomembno v okoljih, kjer je potrebna hitra in zanesljiva reakcija na spremembe v procesu.

- Modularna zasnova:

Večina PLK-jev ima modularno zasnovo, kar pomeni, da lahko preprosto dodajamo vhodno-izhodne (I/O) module, komunikacijske module ali druge komponente, da prilagodimo krmilnik potrebam specifičnih aplikacij.

- Robustnost:

PLK-ji so zasnovani za delovanje v zahtevnih industrijskih okoljih, kjer so izpostavljeni prahu, vlagi, vibracijam, temperaturnim spremembam in elektromagnetnim motnjam. So zelo trpežni in zanesljivi.

- Komunikacijske možnosti:

PLK-ji omogočajo povezovanje z drugimi sistemi in napravami preko različnih komunikacijskih protokolov, kot so Ethernet, Profibus, Profinet, Modbus in drugi. To omogoča enostavno integracijo v obstoječe omrežje in sisteme.

## Sestavni deli PLK:

CPU (Central Processing Unit): Glavni procesor, ki izvaja programirane naloge.

- I/O moduli (Input/Output): Moduli, ki povezujejo PLK z zunanjimi napravami (npr. senzorji, aktuatorji, stikala).
- Napajalni moduli: Zagotavljajo ustrezno napajanje za vse komponente sistema.
- Komunikacijski moduli: Omogočajo povezovanje z drugimi napravami ali računalniki v omrežju.



Slika 19: PLC-1500

(Vir: Osebni arhiv)

## Prednosti PLK:

- Enostavno programiranje:

Programiranje PLK-jev je enostavno in prilagodljivo, saj omogoča uporabo različnih programskih jezikov, kot so Ladder Logic, Function Block Diagram (FBD) in Structured Text.

- Visoka zanesljivost:

PLK-ji so izjemno zanesljivi in omogočajo nemoteno delovanje tudi v zahtevnih okoljih.

- **Fleksibilnost:**

Modularna zasnova omogoča prilagodljivost sistemom, saj je mogoče enostavno dodajati nove komponente, ko se potrebe spremenijo.

- **Realno-časovno delovanje:**

PLK omogoča hitro odzivanje na spremembe v procesu, kar je ključno za učinkovito avtomatizacijo.

### **PLC 1500:**

PLC 1500 je serija programljivih logičnih krmilnikov (PLC), ki jih proizvaja podjetje Siemens, in je del serije S7. Ta PLC je zasnovan za industrijske aplikacije in avtomatizacijo različnih procesov. Sestavni deli sistema PLC 1500 vključujejo več modulov, ki omogočajo široko funkcionalnost, prilagodljivost in širitev.

Glavni deli sistema PLC 1500 so:

- **CPU (Centralna procesorska enota):**

Je osnovna in najpomembnejša komponenta vsakega računalniškega sistema, vključno s programljivim logičnim krmilnikom (PLC). CPU je odgovoren za obdelavo podatkov, izvajanje nalog in logičnih operacij ter usmerjanje delovanja celotnega sistema.

- **I/O moduli (Vhodno/izhodni moduli):**

I/O moduli omogočajo komunikacijo med PLC-jem in zunanjim svetom. Vhodni moduli omogočajo PLC-ju sprejemanje podatkov iz senzorjev ali drugih naprav, medtem ko izhodni moduli omogočajo pošiljanje ukazov aktuatorjem ali drugim napravam.

Moduli so lahko digitalni (on/off signali) ali analogni (kontinuirani signali), odvisno od vrste podatkov, ki jih obdelujejo.

- Napajanje:

Modul za napajanje zagotavlja energijo za vse komponente sistema PLC. Običajno se uporablja izmenični (AC) ali enosmerni (DC) napajalnik, stabilnost napajanja pa je ključnega pomena za pravilno delovanje sistema.

- Komunikacijski moduli:

Ti moduli omogočajo PLC-ju komunikacijo z drugimi PLC-ji, napravami in sistemi v industrijski mreži. Na primer, vključujejo lahko povezave preko Profinet, Ethernet, RS232 ali RS485 protokolov za izmenjavo podatkov.

- Poširitveni moduli:

PLC 1500 omogoča dodajanje dodatnih modulov za širitev števila I/O vhodov/izhodov, komunikacijskih vmesnikov ali specializiranih funkcij. Ti moduli omogočajo, da sistem prilagodite potrebam vaše aplikacije.

- Pomnilnik:

PLC-ji serije 1500 vključujejo pomnilnik za shranjevanje programa, podatkov in konfiguracij sistema. Pomnilnik je običajno razdeljen na različne vrste, vključno s pomnilnikom za program in pomnilnikom za podatke.

## **10 REZKANJE IN REZKALNI STROJ**

Režkanje je obdelovalni postopek, ki spada med najpogosteje uporabljene tehnike v industriji za obdelavo kovin, plastike in drugih materialov. Gre za postopek, pri katerem se material odstranjuje z obdelovanca s pomočjo rezalnega orodja, ki se vrti okoli svoje osi. Režkanje omogoča natančno obdelavo in izdelavo delov z visoko stopnjo zahtevnosti.

### **Osnovni principi režkanja:**

- Režkanje temelji na relativnem premiku med obdelovancem in rezalnim orodjem. Orodje, ki se običajno vrti z visoko hitrostjo, se premika vzdolž različnih osi, da odstrani material z obdelovanca. Premikanje orodja ali obdelovanca ustvarja rezne sile, ki postopoma oblikujejo želeni del, ki ima natančno obliko in dimenzije.

### **Osnovne komponente procesa režkanja:**

- Rezalno orodje pri režkanju je običajno vrtljivo in ima več reznih robov, ki omogočajo, da se material odstranjuje z različnih točk. Orodje je lahko izdelano iz različnih materialov, kot so trda jekla, karbid, HSS (visokohitrostno jeklo) in drugi materiali, ki omogočajo dolgo življenjsko dobo orodja in visoko zmogljivost pri rezanju trdih materialov.

### **Obdelovanec:**

- Obdelovanec je material, ki se obdeluje z režkanjem. Lahko je iz različnih materialov, kot so kovine (na primer aluminij, jeklo, baker), plastika, les, kompoziti in drugi materiali. Obdelovanec je običajno nameščen na mizo ali v napravo, ki ga drži v stabilnem položaju med obdelavo.

### **Premikanje:**

- Pri režkanju so premiki ključni za doseg natančnosti in želene oblike. Premiki so lahko v več smereh.

### **Premik orodja:**

- Orodje se lahko premika vzdolž več osi, bodisi na vertikalni bodisi na horizontalni način, kar omogoča različne vrste rezkanja.
- Obdelovanec se premika po mizi, ki je običajno lahko nadzorovana v več smereh (običajno v X-, Y- in Z-smeri).



*Slika 20: Rezkalni stroj*

*(Vir: Osebni arhiv)*



*Slika 21: Orodje za rezkalni stroj*

*(Vir: Osebni arhiv)*

**Krmilni sistem:**

- Sodobni rezkalni stroji so običajno opremljeni s CNC (računalniško numeričnim krmiljenjem), ki omogoča natančno in avtomatizirano obdelavo delov. CNC nadzor omogoča kompleksno gibanje in obdelavo brez potrebe po ročnem nadzoru, kar povečuje hitrost, natančnost in ponovljivost proizvodnje. Krmilni sistem nadzira hitrost vrtenja orodja, hitrost premikanja orodja in obdelovanca ter druge parametre procesa.

**Vrste rezkanja:**

- Rezkanje se lahko izvaja na več načinov, odvisno od tega, kako je orodje in obdelovanec nameščen in kako se premikajo.

Najpogostejši tipi rezkanja vključujejo:

- Vertikalno rezkanje: Rezalno orodje je nameščeno vertikalno in se običajno vrti nad obdelovancem. Ta vrsta rezkanja omogoča obdelavo delov z večjo natančnostjo in je primerna za obdelavo kompleksnih oblik, ker omogoča večjo fleksibilnost pri delu.
- Horizontalno rezkanje: Rezalno orodje je nameščeno horizontalno. To je najboljša izbira, kadar se obdelujejo večje površine ali kadar je treba odstraniti večje količine materiala. Pogosto se uporablja za proizvodnjo ploščatih delov ali za grobo obdelavo pred natančnejšimi postopki.
- Univerzalno rezkanje: Univerzalni rezkalni stroji omogočajo kombinacijo vertikalnega in horizontalnega rezkanja. Ta vrsta stroja omogoča prilagodljivost, saj omogoča obdelavo različnih vrst delov in kompleksnih geometrijskih oblik.
- Prečno rezkanje: To je vrsta rezkanja, pri kateri orodje odstranjuje material z obdelovanca v prečnem smeri. Običajno se uporablja za obdelavo velikih in ravnih površin.

- Obračanje (radialno rezkanje): To je vrsta rezkanja, pri kateri se orodje premika po okrogli poti, pri čemer odstranjuje material v radialnem smeri. Ta metoda je pogosto primerna za izdelavo krogličnih utorov ali drugih podobnih geometrijskih oblik.

### **Proces rezkanja:**

- Izbira orodja: Orodje mora biti izbrano glede na material, ki ga obdelujemo, ter glede na vrsto in velikost reza. Na primer, za obdelavo trdnih materialov, kot so jeklo ali titan, so potrebni trdi materiali za rezalna orodja, kot so karbidi, medtem ko so za mehkejše materiale primerna jekla HSS.
- Nastavitev parametrov: Pred začetkom postopka rezkanja se nastavijo ključni parametri, kot so hitrost vrtenja orodja, hitrost premikanja orodja in obdelovanca, globina reza in širina reza. Pravilno nastavitev teh parametrov je ključna za doseg želenih rezultatov.
- Obdelava: Ko so vsi parametri nastavljeni, se začne dejanska obdelava. Orodje se vrti in odstranjuje material z obdelovanca, dokler se ne doseže želeni rezultat. Rezanje se lahko izvaja na več ciklov, da se doseže želena debelino, širina ali oblika.
- Zaključek obdelave: Ko je obdelava zaključena, se obdelovanec odstrani s stroja. Po potrebi se lahko nadaljuje z nadaljnjo obdelavo, kot so brušenje, poliranje ali merjenje, da se zagotovi želena natančnost.

### **Tipične naloge rezkalnih strojev:**

- Obdelava ravnih površin: Rezkanje je pogosto uporabljeno za ustvarjanje ravnih površin na obdelovancih, kot so plošče ali nosilci.
- Izdelava lukenj, žlebov in utorov: Rezkanje omogoča natančno izdelavo različnih vrst utorov, žlebov, lukenj ali drugih geometrijskih oblik.

- Oblikovanje kompleksnih delov: Rezkalni stroji omogočajo ustvarjanje zelo zapletenih geometrijskih oblik, kot so zobniki, zobni členi, pritrditve in podobno.
- Preoblikovanje delov: Rezkanje se uporablja za fino obdelavo obdelovancev z večjo natančnostjo, kjer je potrebno odstraniti majhne količine materiala, da se doseže končna oblika.

#### **Prednosti rezkanja:**

- Visoka natančnost: Omogoča zelo natančno obdelavo z majhnimi tolerancami.
- Fleksibilnost: Možnost obdelave različnih materialov, oblik in dimenzij.
- Visoka produktivnost: Sodobni CNC rezkalni stroji omogočajo hitro in natančno proizvodnjo delov, kar povečuje produktivnost in zmanjšuje napake.
- Sposobnost obdelave kompleksnih oblik: Rezkalni stroji omogočajo ustvarjanje geometrijskih oblik, ki jih ni mogoče doseči z drugimi metodami.

#### **Slabosti in omejitve:**

- Visoki stroški: Rezkalni stroji, še posebej CNC stroji, so dragi za nakup in vzdrževanje.
- Potrebna je natančnost pri nastavitvah: Da bi dosegli najvišjo kakovost obdelave, je potrebno natančno nastaviti parametre in orodja.
- Zahteva visoko stopnjo znanja: Postopek rezkanja zahteva izkušene operaterje in ustrezno usposabljanje za obvladovanje strojne opreme.

## **Ključne komponente:**

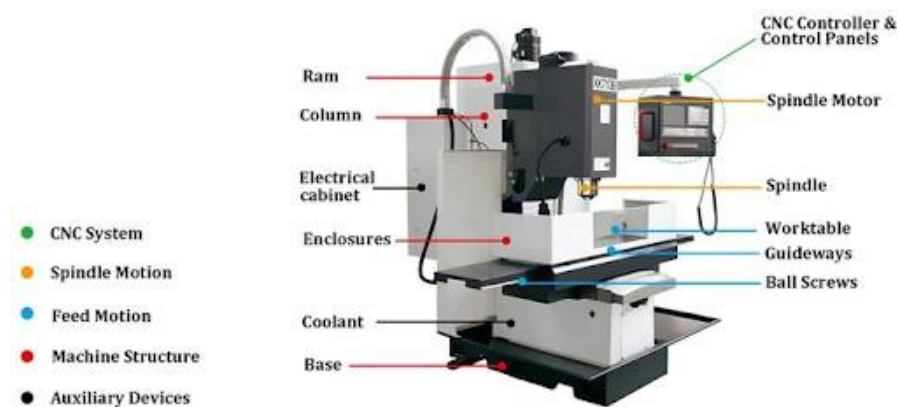
Rezkalni stroj je sestavljen iz več ključnih komponent, ki skupaj omogočajo natančno in učinkovito obdelavo materialov. Različni tipi rezkalnih strojev (vertikalni, horizontalni, univerzalni, CNC) imajo nekatere specifične značilnosti, vendar osnovne komponente ostajajo podobne.

- Okvir stroja (Konstrukcija)
  - Opis: Okvir je osnovna struktura rezkalnega stroja, ki podpira vse ostale komponente. Po navadi je izdelan iz litega železa, kovine ali drugega trdnega materiala, ki zagotavlja stabilnost in vzdržljivost stroja.
  - Funkcija: Okvir nudi potrebno togost, da lahko stroj prenese sile, ki nastanejo med obdelavo, in preprečuje, da bi se stroj izkrivljal ali premikal med delovanjem. Ta del stroja mora biti zasnovan za visoko natančnost, saj vpliva na stabilnost celotnega postopka rezkanja.
  
- Miza
  - Opis: Miza je površina, na katero je pritrjen obdelovanec. Na mizi so pogosto tudi vodila, ki omogočajo premikanje obdelovanca v različnih smereh (navpično in horizontalno).
  - Funkcija: Miza je ključna za natančno pozicioniranje obdelovanca. Na mizi se nahajajo tudi različni pripomočki, kot so pritrdilni elementi (viseče objemke, nastavki), ki držijo obdelovanec na mestu med obdelavo.
  
- Orodjarna glava
  - Opis: Orodjarna glava je del, v katerem je nameščeno rezalno orodje. Ta glava omogoča vrtenje orodja z visoko hitrostjo.
  - Funkcija: Orodjarna glava omogoča vrtenje rezalnega orodja okoli svoje osi. V nekaterih rezkalnih strojih je orodjarna glava lahko nastavljiva, kar omogoča spremembo kota orodja. Ta del stroja lahko vsebuje tudi napravo za hlajenje orodja med obdelavo.

- Rezalno orodje
  - Opis: Rezalno orodje je najpomembnejši del stroja, ki dejansko odstranjuje material iz obdelovanca. Običajno je sestavljeno iz trdnih materialov, kot so visokohitrostno jeklo (HSS), karbid ali drugi trdi materiali, ki omogočajo učinkovito rezanje različnih vrst materialov.
  - Funkcija: Orodje se vrti z visoko hitrostjo, medtem ko se premika vzdolž obdelovanca. S svojimi rezalnimi robovi odstranjuje material in oblikuje površino obdelovanca v želeno obliko. Različna orodja so primerna za različne vrste rezkanja, kot so obdelava ploščatih površin, žlebov, utorov itd.
  
- Premična vodila (Linearna vodila)
  - Opis: Premična vodila so naprave, ki omogočajo gibanje mize, orodjarne glave ali obeh v različnih smereh. Sodobni stroji uporabljajo natančna vodila, ki zagotavljajo gladko gibanje z minimalnim trenjem.
  - Funkcija: Vodila omogočajo premične komponente (mizo, orodjarno glavo) gibanje v natančnih smereh (v več osi), kar je nujno za zagotavljanje natančnosti obdelave. Z naprednimi vodili lahko stroj zagotovi zelo visoko natančnost in ponovljivost obdelave.
  
- Krmilni sistem
  - Opis: Krmilni sistem je računalniški ali elektronski sistem, ki nadzoruje delovanje vseh premikov na stroju, kot so hitrost vrtenja orodja, hitrost premikanja mize in orodjarne glave ter drugi parametri.
  - Funkcija: Sodobni rezkalni stroji so pogosto CNC (računalniško numerično krmiljeni), kar pomeni, da krmilni sistem sprejema podatke iz računalniškega programa (npr. CAM sistem) in na podlagi teh podatkov vodi gibanje vseh delov stroja. Krmilni sistem omogoča natančno obdelavo kompleksnih oblik, avtomatizacijo postopka in zmanjšanje napak pri delu.

- Pogon (Motor)
  - Opis: Motor je odgovoren za pogon vseh premičnih delov stroja, vključno z orodjarno glavo (za vrtenje orodja) in premikanje mize.
  - Funkcija: Motor omogoča vrtenje rezalnega orodja in pogon gibanja vseh komponent stroja. Hitrost motorja lahko prilagodimo glede na vrsto obdelave, materiala in zahtevane zmogljivosti.
  
- Sistem za hlajenje in mazanje
  - Opis: To je sistem, ki zagotavlja hlajenje orodja med obdelavo z uporabo tekočin (najpogosteje hladilnih tekočin, kot so voda, olje ali druge mešanice). Lahko vsebuje tudi mazalne naprave, ki zmanjšujejo trenje med orodjem in obdelovancem.
  - Funkcija: Hlajenje je ključno za preprečevanje pregrevanja rezalnega orodja in obdelovanca, kar lahko povzroči okvare materiala ali zmanjšanje življenjske dobe orodja. Mazanje zmanjšuje trenje, podaljša življenjsko dobo orodja in izboljša kakovost obdelave.
  
- Pritrdilni sistemi
  - Opis: Pritrdilni sistemi vključujejo različne vrste objemk, podložk, magnetnih miz ali obdelovalnih sponk, ki se uporabljajo za pritrditev obdelovanca na mizo ali drugo podporno površino.
  - Funkcija: Pritrdilni sistemi omogočajo stabilno namestitev obdelovanca med rezkanjem, da se preprečijo premiki, ki bi lahko povzročili napake pri obdelavi. Dober pritrdilni sistem zagotavlja tudi hitrejšo nastavitev in večjo varnost med obdelavo.
  
- Krmilna plošča in uporabniški vmesnik
  - Opis: Krmilna plošča omogoča operaterju, da nastavi parametre stroja, kot so hitrost orodja, globina reza in premiki osi.

- Funkcija: Operaterji uporabljajo krmilno ploščo za ročni nadzor in spreminjanje nastavitev stroja med obdelavo. Pri CNC strojih so nastavitve izvedene preko računalniškega vmesnika, ki omogoča večjo natančnost in avtomatizacijo.
- Zaščitne naprave in varnostne funkcije
  - Opis: Zaščitne naprave vključujejo zaščitne pokrove, varnostne zaslone, varnostne tipke in druge varnostne elemente, ki preprečujejo dostop do nevarnih območij med delovanjem stroja.
  - Funkcija: Varovanje operaterjev je ključnega pomena pri delu z rezkalnimi stroji, saj lahko hitro premikajoče se komponente in ostri robovi orodij predstavljajo nevarnost za poškodbe. Zaščitne naprave zagotavljajo varnost in preprečujejo nesreče med obdelavo.
- Izločevalni sistem za odpadke in prah
  - Opis: Rezkalni stroji pogosto vključujejo sisteme za odvod odpadnega materiala, kot so prah, ostružki in odrezki, ki nastajajo med obdelavo.
  - Funkcija: Ti sistemi pomagajo ohranjati delovno okolje čisto, preprečujejo zamašitev orodja in zagotavljajo večjo varnost med delovanjem. Poleg tega zmanjšujejo obrabo stroja, saj ostružki in prah ne vplivajo na gibanje premikajočih se komponent.



Slika 22: Deli rezkalnega stroja

(Vir: Osebni arhiv)

## 11 STRUŽNICA



Slika 23: Stružnica

(Vir: Osebni arhiv)

Stružnica je najstarejši obdelovalni stroj, ki se uporablja pri struženju. Stružnice se še danes veliko uporabljajo v strojništvu in lesarstvu, tako da skoraj ni delavnice brez tega obdelovalnega stroja.

### Glavni deli stružnice so:

- Postelja
- Vrtenjak
- Podajalni menjalnik
- Sani s supporti
- Konjiček
- Lineta

Glede na glavne dele in njihovo razmestitev razlikujemo predvsem naslednje osnovne vrste stružnic:

- Univerzalna stružnica
- Čelna stružnica
- Revolverska stružnica
- Namizna stružnica

## 11.1 ZGODOVINA STRUŽNICE

Stružnica je obdelovalni stroj, ki v glavnem uporablja stružno orodje za obračanje vrtljivega obdelovanca. Za strojno obdelavo na stružnicah se lahko uporabijo tudi stružnice, razrezovalne plošče, gredice, pipe, matrice in škripci. Stružnice se uporabljajo predvsem za izdelavo gredi, diskov, rokavov in drugih obdelovancev z vrtljivimi površinami. So najbolj razširjena vrsta strojnega orodja v mehanskih proizvodnih in popravilnih tovarnah.

»Luk stružnica« starodavnih jermenic in obokanih palic – že v starodavnem Egiptu so ljudje izumili tehnologijo obračanja kosov lesa z rezilom, medtem ko vrtijo les okoli svoje osrednje osi. Sprva so ljudje uporabili dva stoječa lesa kot oder, da bi postavili les, ki ga je treba obrniti, z vrhno vrvjo vrgli vrv na lesa, ročno ali ročno vrgli vrv, da bi obrnili les in ga prekrili z orodjem.

Ta starodavna metoda se je postopoma razvila v dva ali tri ovire vrvi okoli škripca. Vrv je visela na premcu v obliki elastične palice. Luk je bil potegnjen naprej in nazaj, da je zavrtel predmet, ki ga je treba obrniti. To je »lok stružnica«.

V srednjem veku je bila uvedena »periodična stružnica« srednjeveških ročnih gredi in vztrajnikov. Zasnovan je bil »kolesarski stružnica«, ki je uporabil nožno stopalko za vrtenje ročnih gredi in za vožnjo vztrajnika, nato pa jo je prestavil na glavno gred za

vrtenje. Sredi 16. stoletja je francoski oblikovalec Besson izdelal stružnico za vijačenje orodja z vijačnim vijakom. Na žalost se ta vrsta stružnice ni spodbujala.

V osemnajstem stoletju, ko sta se rodila posteljna škatlica in čajevec, je druga oseba oblikovala rotacijsko posteljo s pedalom in povezovalno palico za shranjevanje vrtljive kinetične energije na vztrajniku in vrtenje obdelovanca neposredno. Razvit v vrtljivi glavni nosilec je glava za držanje obdelovanca.

Anglež Mosley je izumil stružnico (1797) v zgodbi o izumu stružnice, predvsem angleškega moža Mosleyja, ker je leta 1797 izumil stružnico za struženje stružnic. Ta stružnica ima natančen vodilni vijak in zamenljive zobnike.

Mozley se je rodil leta 1771. Pri 18 letih je bil izumitelj Brammerjevega desnega roka. Rečeno je, da je Brammer delal kot kmet, vendar je bil pri starosti 16 let zaradi nesreče moral biti onemogočen in ga je bilo treba preusmeriti na manj mobilno obdelavo lesa. Njegov prvi izum je bil leta 1778 izpušni WC. Mozley je začel pomagati hidravličnim stiskalnicam Brammerja in drugih strojev, dokler mu ni bilo 26 let. Brammer je zapustil, ker je Brammer nasilno zavrnil, kar je predlagal Moritz. Plače se povečajo na 30 šilingov na teden ali več.

V letu, ko je Mosley zapustil Brammerja, je naredil prvo stružnico. To je kovinsko stružnico z držalom orodja in repom, ki se lahko premikajo vzdolž dveh vzporednih vodil. Vodilna površina vodilne tirnice je trikotna in poganja vijačno palico, da držalo orodja premakne bočno, ko se glavna gred vrti. To je glavni mehanizem, ki ga imajo sodobne stružnice, in lahko to stružnico uporablja za izdelavo natančnih kovinskih vijakov katere koli smole.

Tri leta kasneje je Mozley zgradil bolj popolno stružnico v svoji delavnici. Zobniki na vrhu lahko zamenjamo med seboj, s spreminjanjem hitrosti polnjenja in naklona niti, ki se obdeluje. Leta 1817 je drugi angleški mož, Roberts, uporabil štiristopenjski

mehanizem za kolesa in kolesa, da bi spremenil hitrost vretena. Kmalu so se pojavile večje stružnice in veliko prispevale k izumu parnih strojev in drugih strojev.

Rojstvo različnih specializiranih stružnic Da bi povečali stopnjo avtomatizacije v mehanizaciji, je leta 1845 Fitch iz Združenih držav izumil revolversko strugo; leta 1848 so se Združene države ponovno pojavile stružnice za stružnice; leta 1873 je Spencer iz Združenih držav izdelal avtomatsko stružnico z eno osjo in kmalu je izdelal triosni avtomatski stružnica; v začetku 20. stoletja je obstajala stružnica z menjalnikom, ki ga poganja ločen motor. Zaradi izuma hitrega orodnega jekla in uporabe električnih motorjev so stružnice nenehno izboljševale in končno dosegle sodobno raven visoke hitrosti in visoke natančnosti.

Po prvi svetovni vojni so se zaradi potrebe po orožju, avtomobilih in drugi strojni industriji hitro razvijale različne visoko zmogljive avtomatske stružnice in specializirane stružnice. Da bi izboljšali produktivnost majhnih serij obdelovancev, so konec 40-ih let napredovali stružnice s hidravličnimi profilnimi napravami. Istočasno so razvili tudi multi-orodne stružnice. Sredi petdesetih let prejšnjega stoletja so razvili stružnice za programsko opremo s pikčastimi karticami, zaskočnimi ploščami in številčnicami. Tehnologija CNC se je v šestdesetih letih začela uporabljati v stružnicah in se po sedemdesetih letih hitro razvijala.

## **12 REZULTATI RAZISKAVE**

Rezultati raziskave so pokazali, da avtomatsko razvrščanje materialov z uporabo senzorjev in PLK-ja bistveno izboljša učinkovitost in natančnost razvrščanja. Testiranje različnih senzorjev je pokazalo, da kapacitivni senzori najbolj zaznavajo nekovinske materiale, medtem ko so induktivni senzori učinkoviti pri prepoznavanju kovinskih predmetov. Optični senzori so se izkazali kot primerni za zaznavanje barvnih razlik in oblik materialov. Implementacija PLK-ja je omogočila avtomatizirano vodenje celotnega procesa, pri čemer je bilo mogoče prilagajati parametre razvrščanja glede na potrebe proizvodnje. S tem smo dosegli večjo ponovljivost rezultatov in zmanjšali možnost napak pri ročnem razvrščanju.

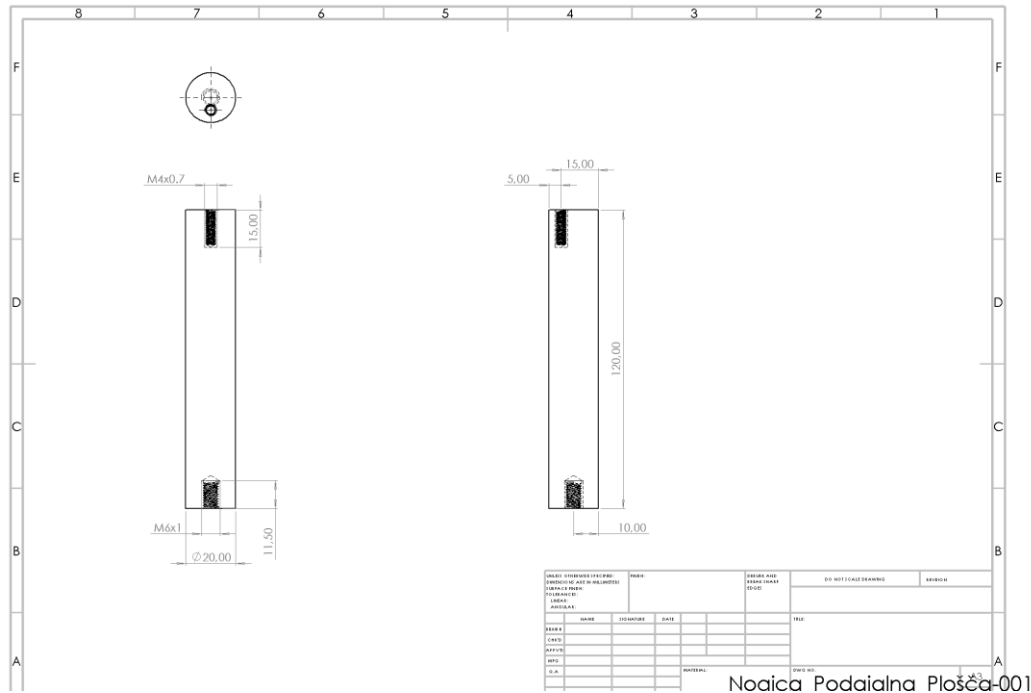
## **13 ZAKLJUČEK**

Raziskava je potrdila, da je avtomatsko razvrščanje materialov učinkovita metoda za optimizacijo industrijskih procesov. Uporaba senzorjev in PLC-ja omogoča hitrejše, natančnejše in bolj zanesljivo razvrščanje materialov v primerjavi s tradicionalnimi metodami. Prednosti avtomatizacije vključujejo zmanjšanje stroškov dela, povečano produktivnost ter izboljšano kakovost končnih izdelkov. Kljub začetnim stroškom implementacije avtomatiziranega sistema se dolgoročne koristi kažejo v večji učinkovitosti in zmanjšanju odpadkov. Na podlagi rezultatov raziskave lahko priporočimo širšo uporabo avtomatskega razvrščanja materialov v različnih industrijskih panogah.

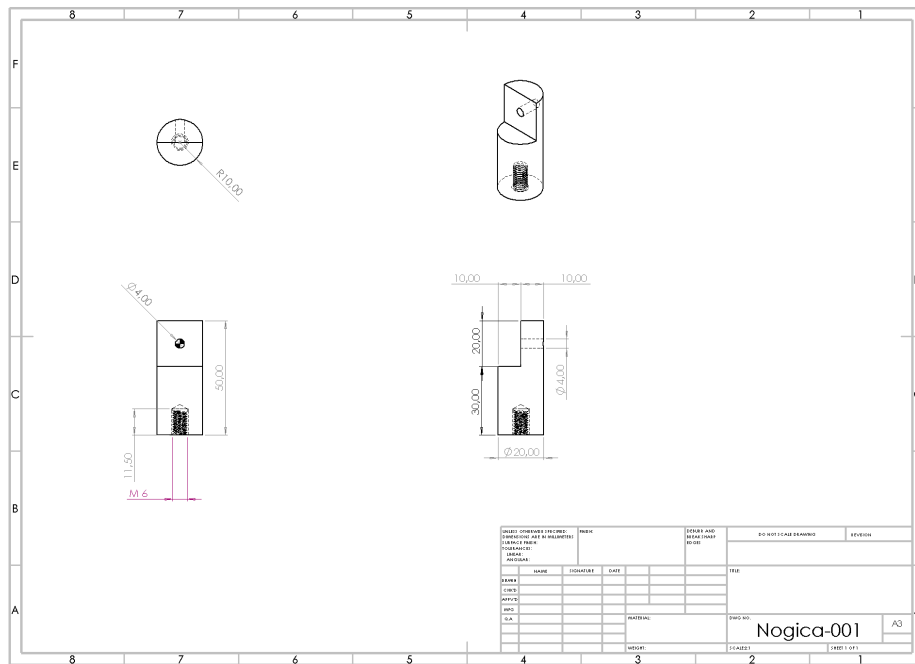
## **14 VIRI IN LITERATURA**

- [1] Automation. (2020). *Sensor Technology in Industrial Applications*.
- [2] Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers*.
- [3] Groover, M. (2016). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*.
- [4] Groover, M. P. (2019). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*.
- [5] ISO 9001:2015. *Quality management systems – Requirements*.
- [6] King, R. (2013). *Industrial Sensors and Controls in Automated Manufacturing*.
- [7] Reznik, L. (2010). *Fuzzy Controllers*.
- [8] Siemens AG. (2021). *Programmable Logic Controllers: An Overview*.
- [9] Škerjanc, J. (2017). *Industrijska avtomatizacija in robotika*.
- [10] Viswanadham, N., & Narahari, Y. (1992). *Performance Modeling of Automated Manufacturing Systems*.

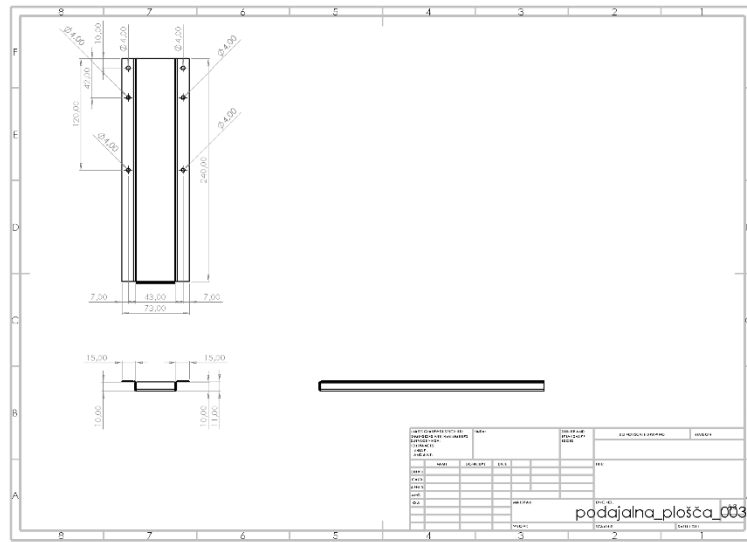
# 15 PRILOGE



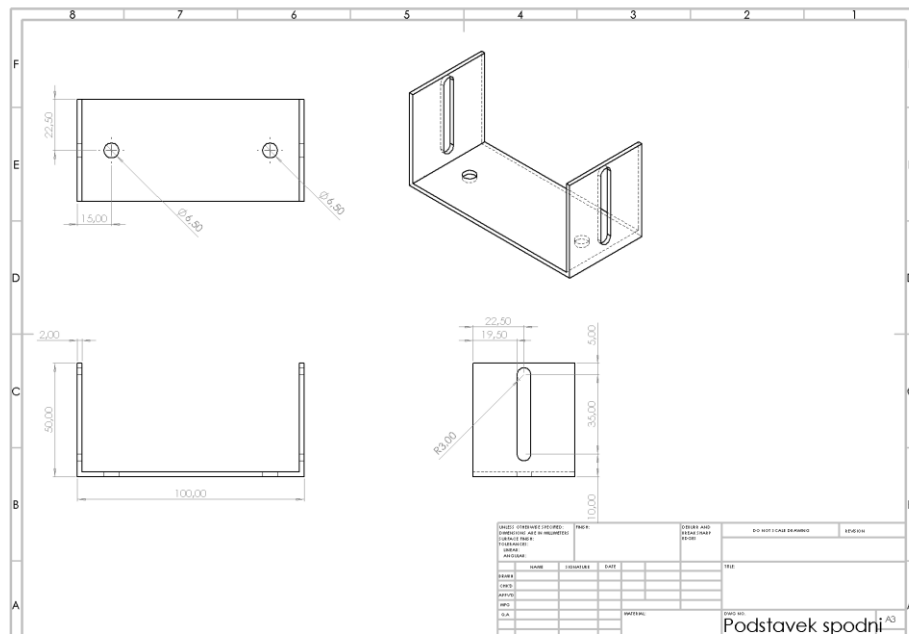
Priloga 1: Nogica – podajalna plošča



Priloga 2: Nogica 1

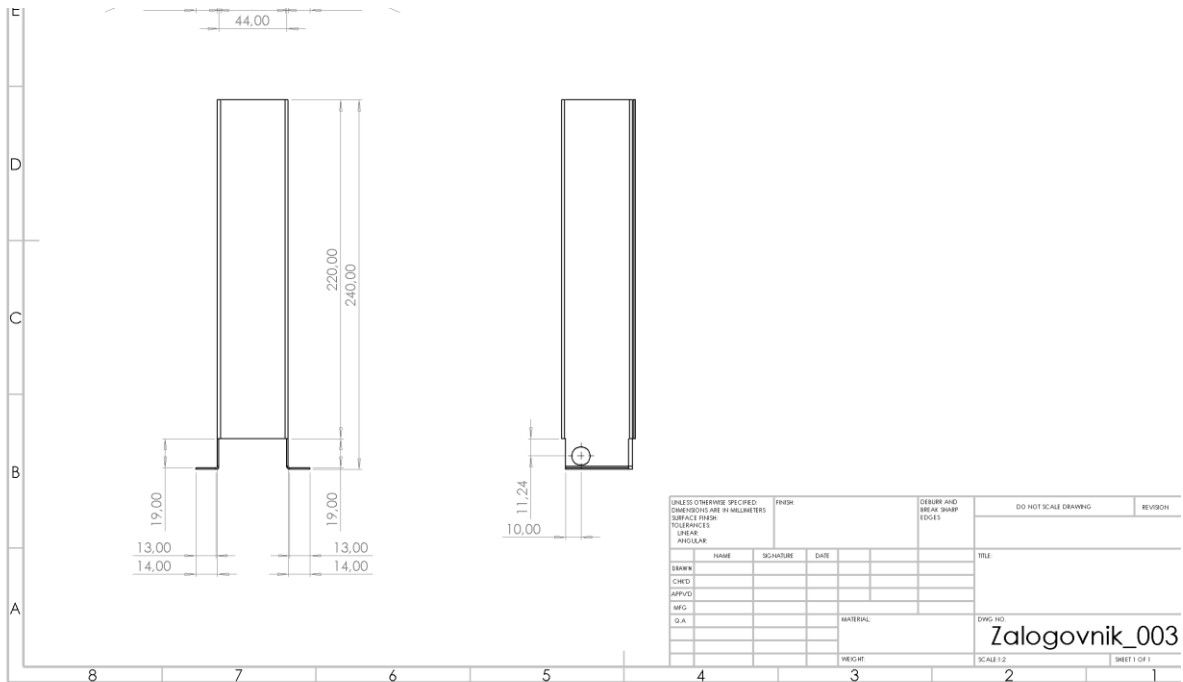


Priloga 3: Podajalna plošča

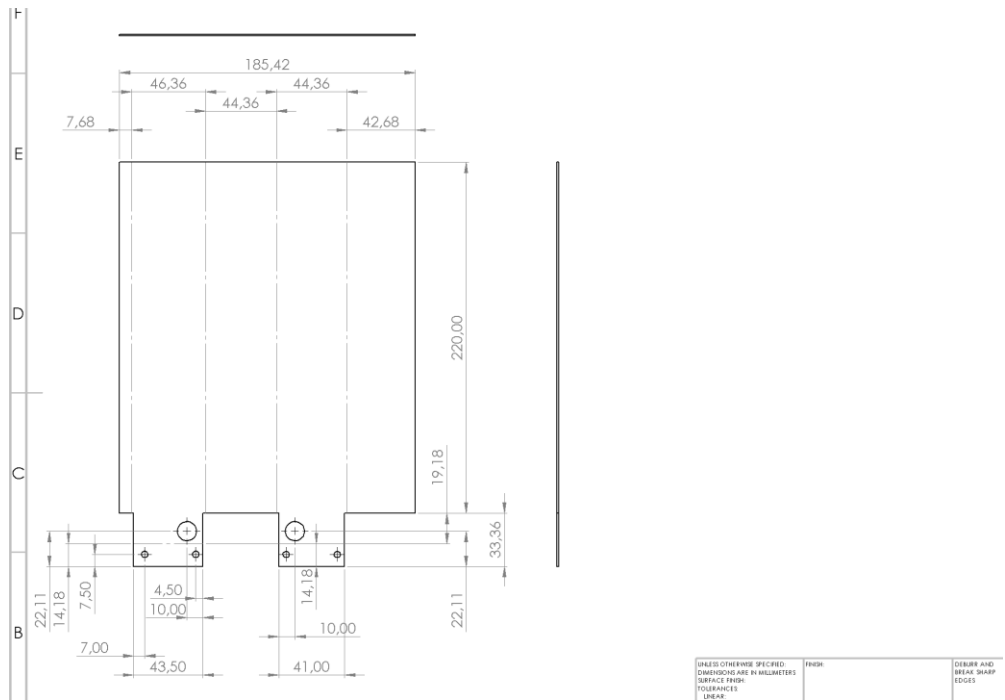


Priloga 4: Podstavek – spodnji

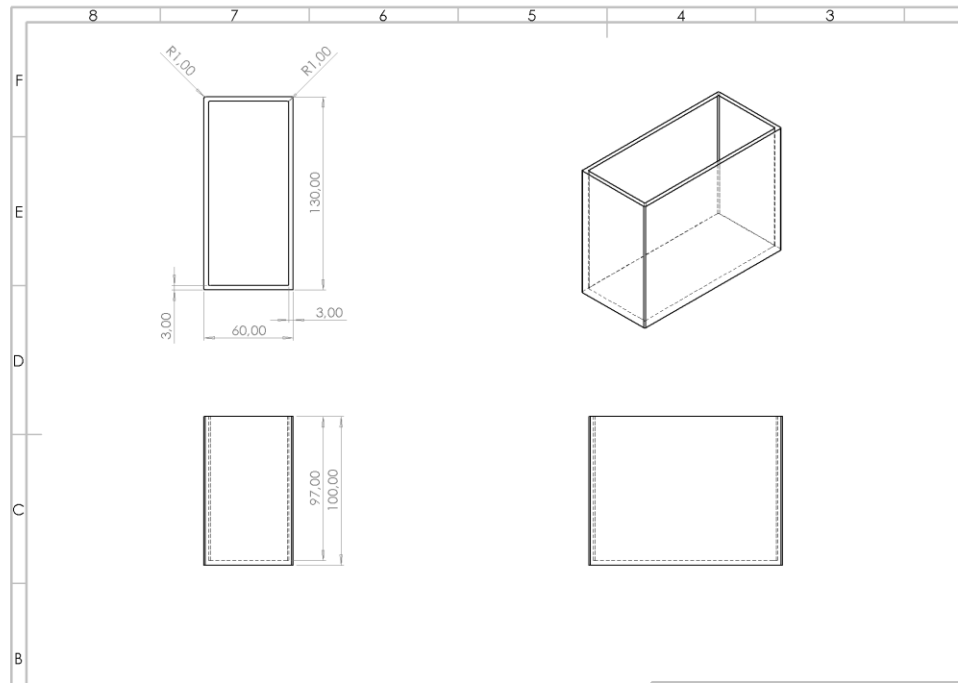




Priloga 7: Zalogovnik 1



Priloga 8: Zalogovnik 1 – načrt



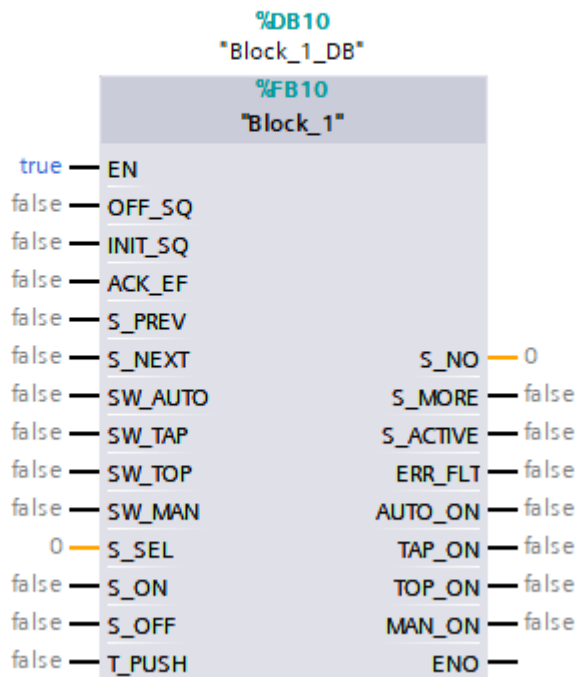
Priloga 9: Zalogovnik 2

ime premika	tip podatkov	Naslov
Start	Bool	%I10.0
Avtomatsko/Ročno	Bool	%I10.1
Izklop v sili	Bool	%I10.2
Podajalna-s-začetek	Bool	%I10.3
Podajalna-s-konec	Bool	%I10.4
Podajalna-s-prisotnost	Bool	%I10.5
Podajalna-c-ven	Bool	%Q4.0
Podajalna-c-not	Bool	%Q4.1
Manipulator-s-not	Bool	%I11.0
Manipulator-s-gor	Bool	%I11.2
Manipulator-s-ven	Bool	%I11.1
Manipulator-s-dol	Bool	%I11.3
Manipulator-c-ven	Bool	%Q5.0
Manipulator-c-not	Bool	%Q5.1
Manipulator-c-dol	Bool	%Q5.2
Manipulator-c-gor	Bool	%Q5.3
Manipulator-prime	Bool	%Q5.4
Trak-s-optični	Bool	%I12.1
Trak-s-induktivni	Bool	%I12.0
Trak-motor	Bool	%Q6.1
Trak-kotva	Bool	%Q6.0
Tag_1	Timer	%T1
Tag_2	Timer	%T2
Nastavitev vrednosti	Word	%MW20
Trenutna vrednost	Word	%MW22
Tag_3	Counter	%C1
Tag_4	Bool	%Q4.3

Tabela 1: Tabela premika, tip podatkov, naslov

▼ **Network 1:** .....

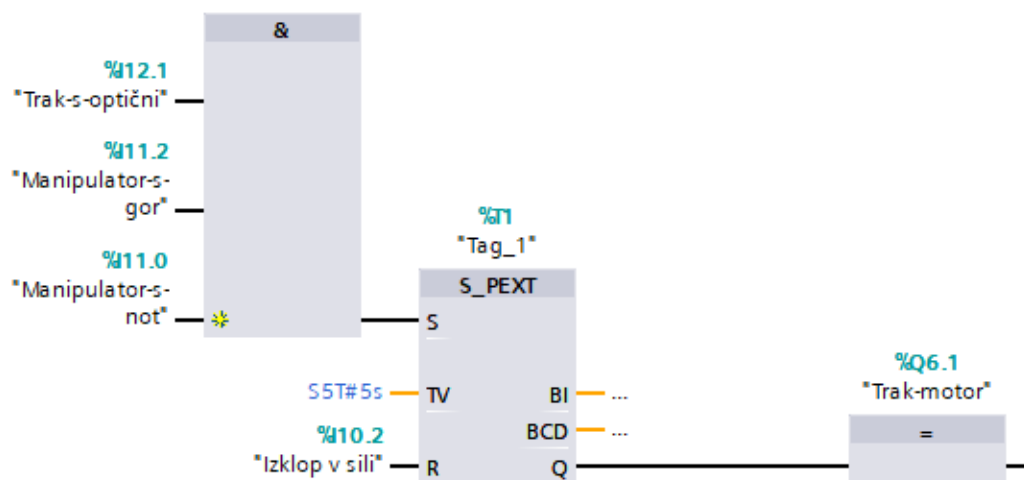
Comment



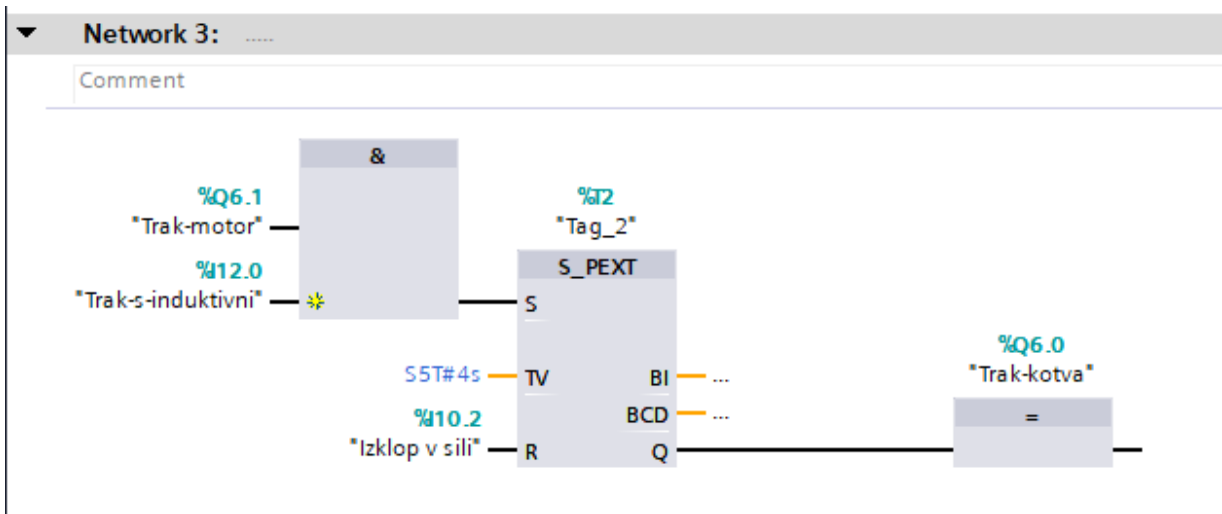
Priloga 10: Network 1

▼ **Network 2:** .....

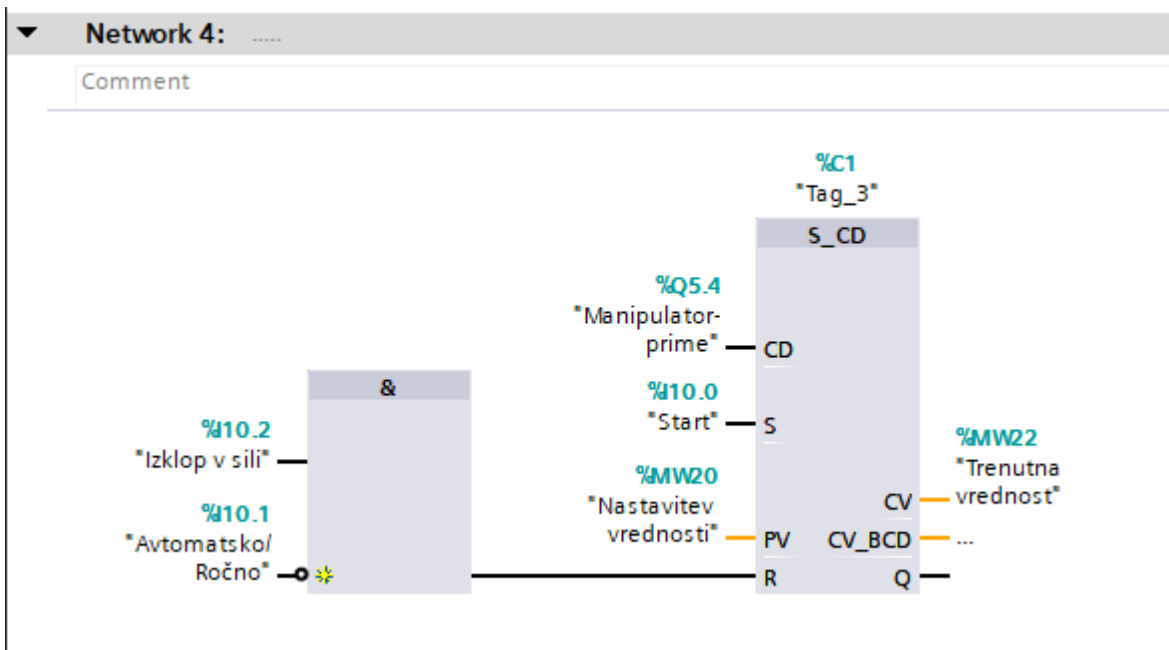
Comment



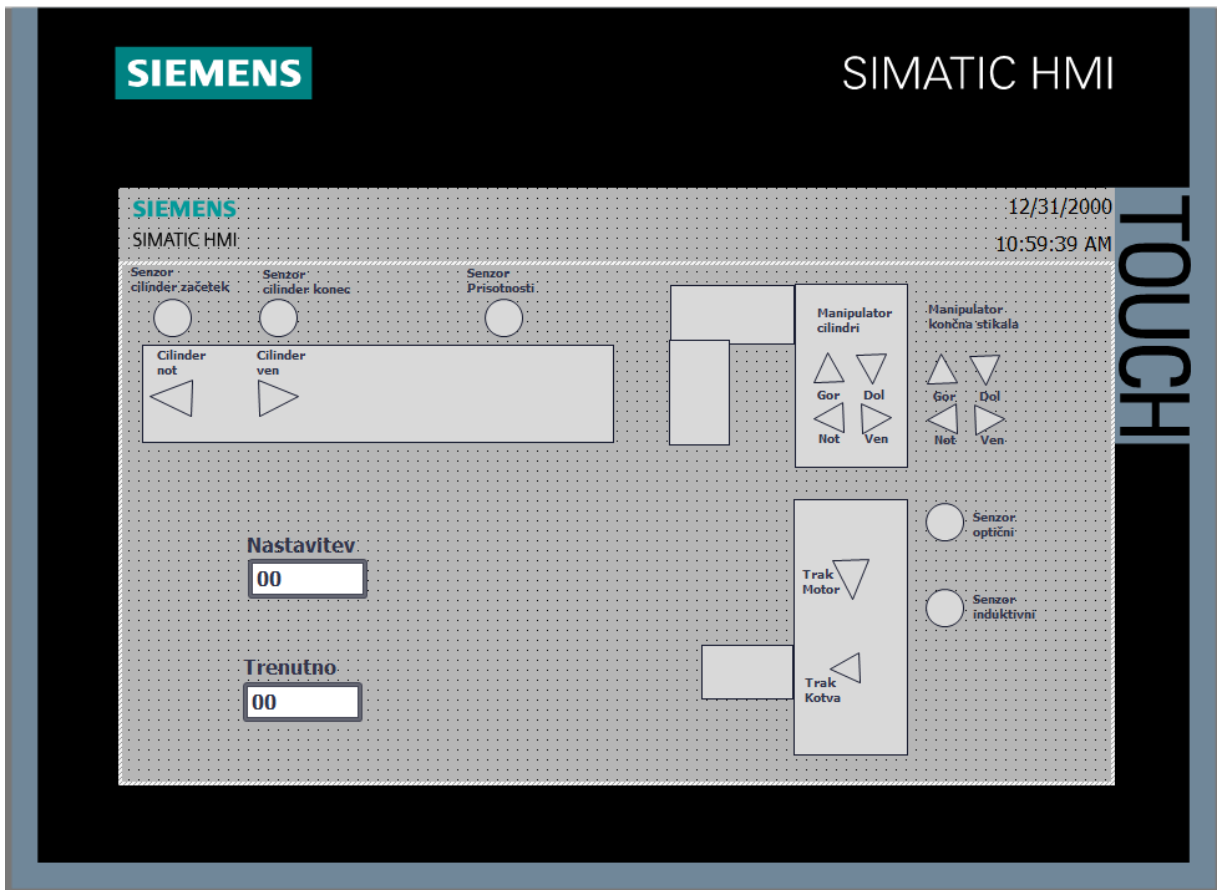
Priloga 11: Network 2



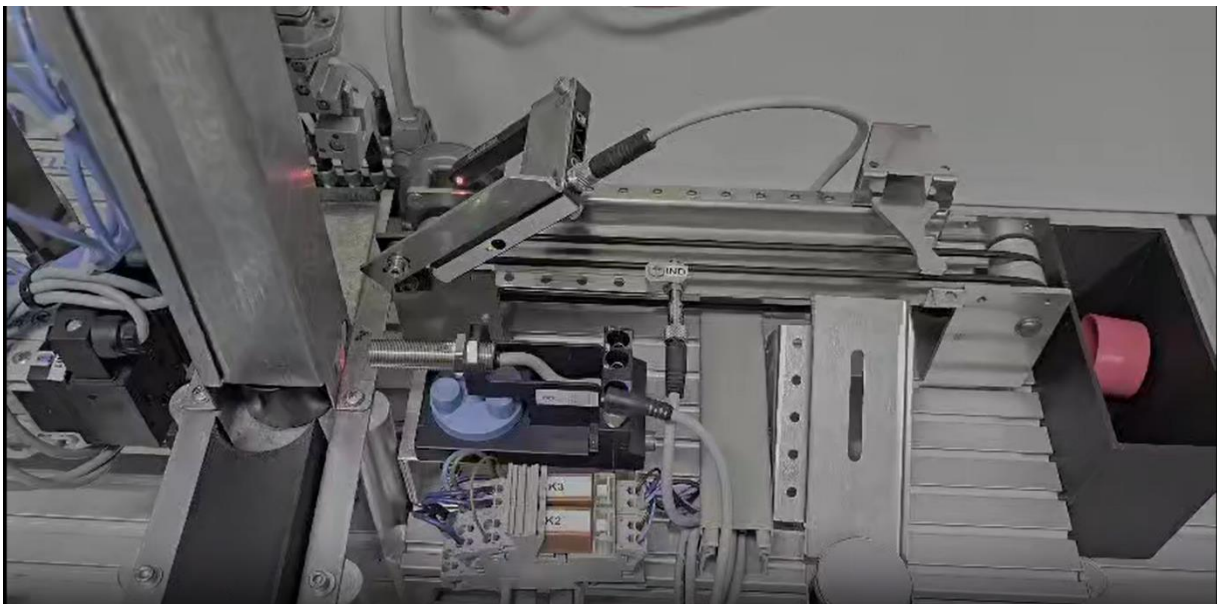
Priloga 12: Network 3



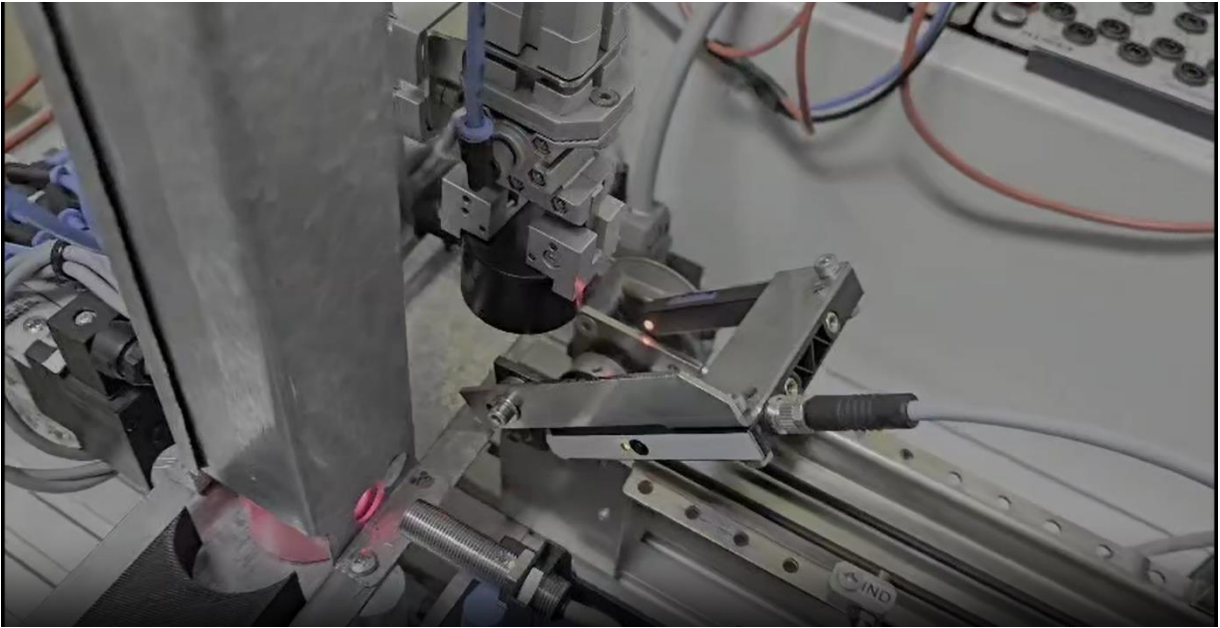
Priloga 13: Network 4



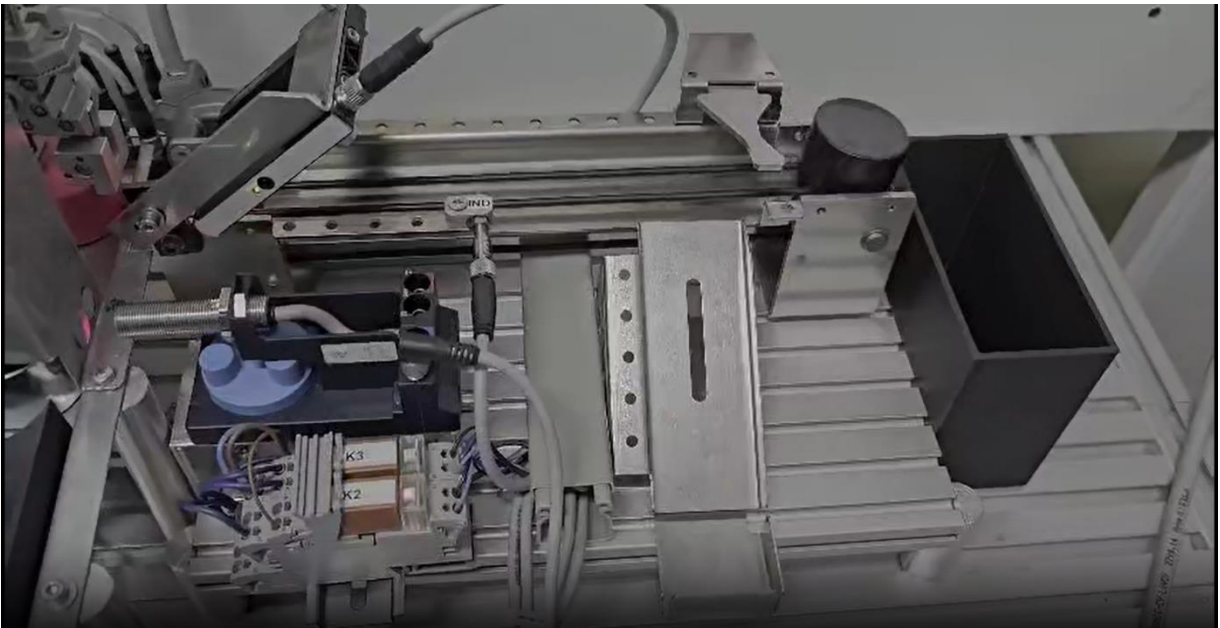
Priloga 14: PLK-zaslon



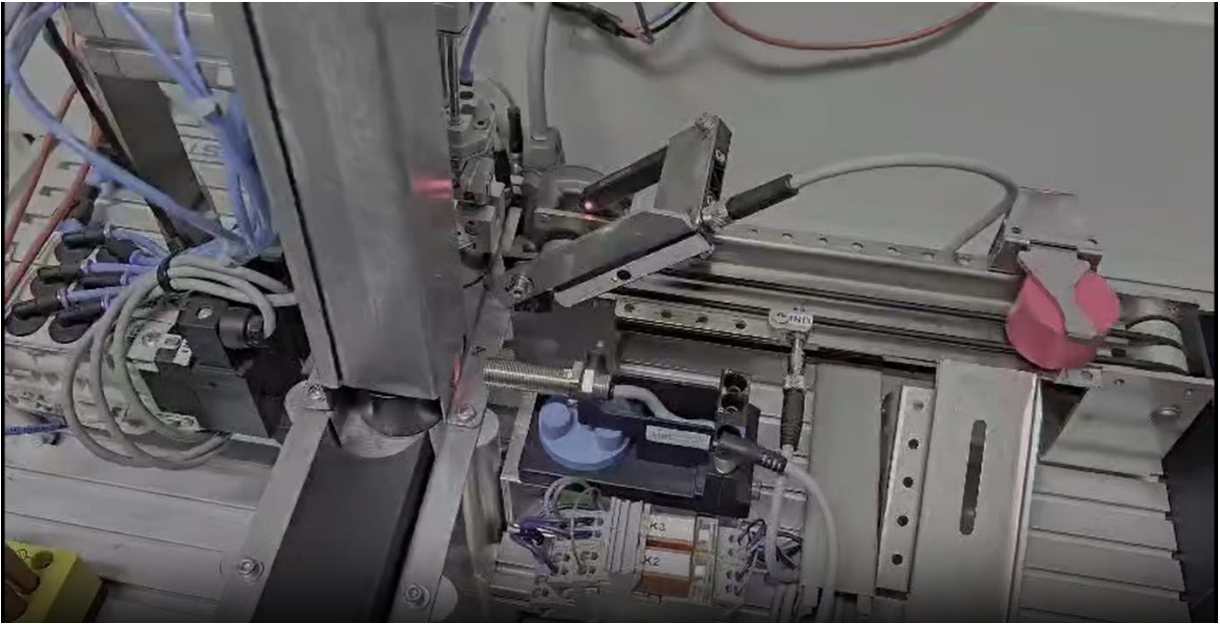
Priloga 15: Plastični komad v zalogovniku 2



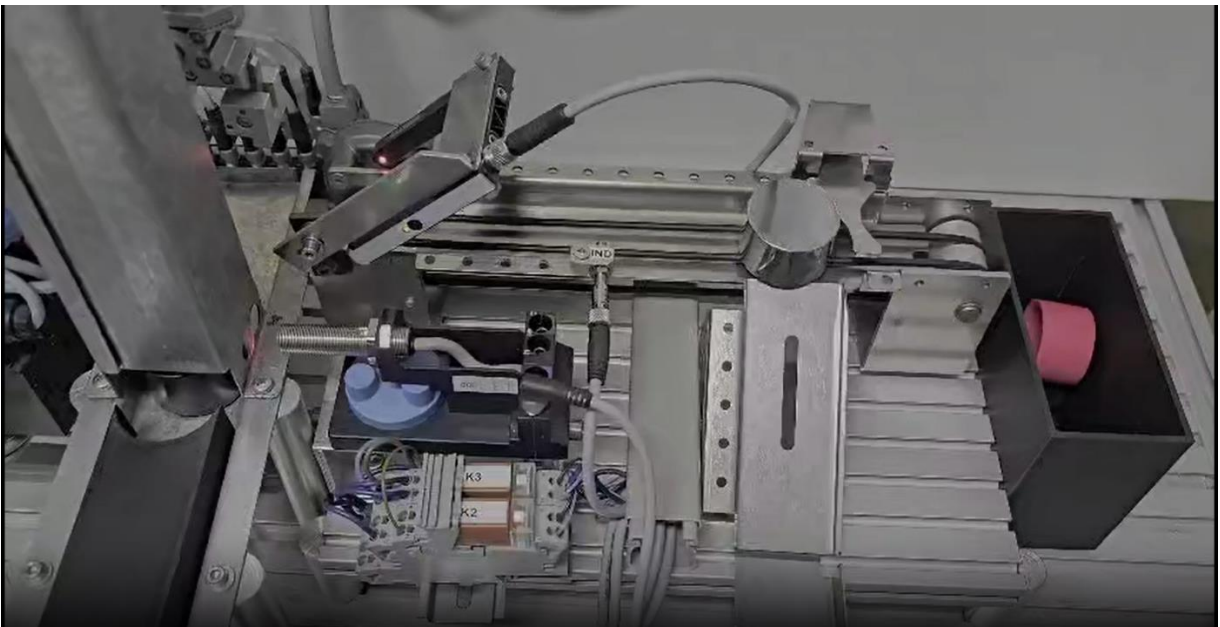
*Priloga 16: Kako prime prijemalo komad*



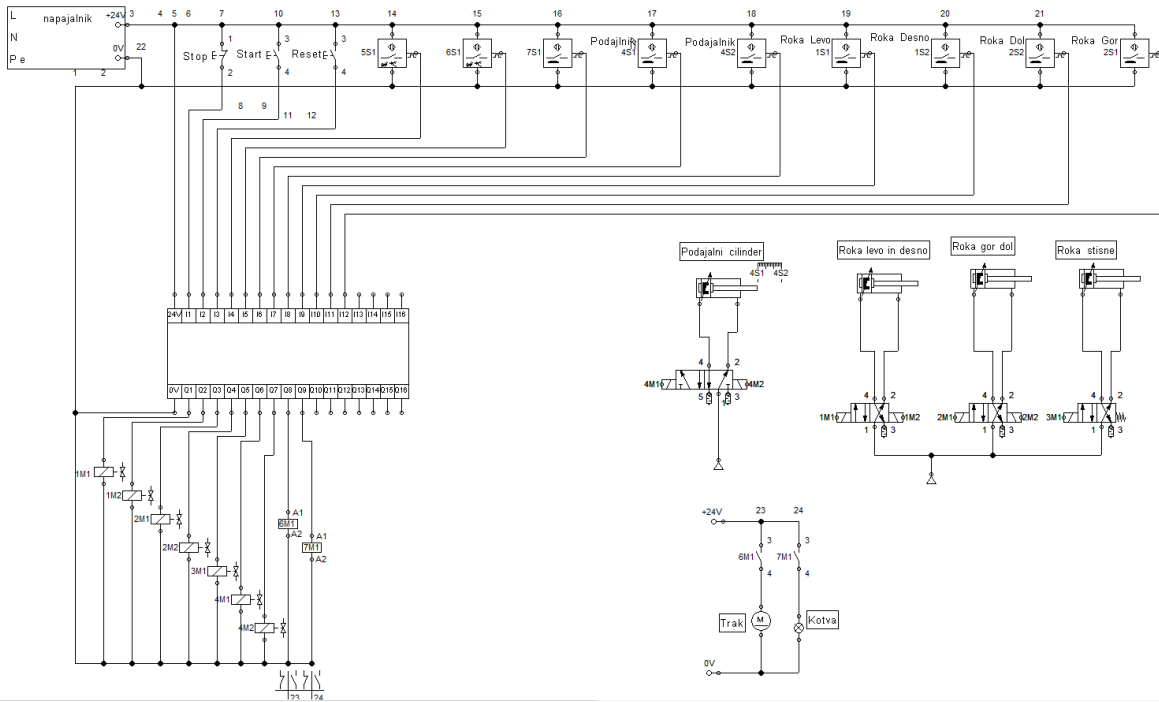
*Priloga 17: Spušcanje plastičnega komada naprej v zalogovnik*



*Priloga 18: Kako deluje zapornica za plastični komad*



*Priloga 19: Kako deluje zapornica za aluminjasti komad*



Priloga 20: Elektro-pnevmatska shema