



Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za računalništvo*
in informatiko

LINIJA Z DVEMA NAPRAVAMA

PROJEKTNA NALOGA PRI PREDMETU PA

Luka Dragar, Ana Strmčnik

2021/2022

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	4
1 PROJEKTNA NALOGA	5
1.1 Opis naloge.....	5
1.2 Krmilnik	6
2 NAVODILA ZA UPORABO	7
2.1 Vkllop in izkllop sistema	7
2.2 Izbira režima obratovanja.....	8
2.3 Elektromotorji na liniji.....	9
2.4 Ročni režim obratovanja	10
2.4.1 Gumbi in njihove funkcije	11
2.4.2 Izbira motorja	11
2.4.3 Vrtenje motorja	12
2.5 Senzorji in stikala na liniji.....	14
2.6 Avtomatski režim obratovanja.....	15
2.7 Sistem SCADA	15
2.7.2 Glavni pogled.....	17
2.7.3 Alarmi	22
2.7.4 Recepti	29
2.7.5 Beleženje.....	31
3 KONTAKT	31
4 PRILOGA.....	32

KAZALO SLIK

Slika 1: Fischertechnik procesna linija z dvema napravama (Siemens, 2018, https://fischertechnikshop.wixsite.com/home/product-page/industry-51664-indexed-line-with-two-machining-stations-9v-compl)	5
Slika 2: Shema nivojev delovanja	7
Slika 3: Dvo-položajno stikalo na Siemens krmilniku	7
Slika 4: Ključ - avtomatski režim	8
Slika 5: Ključ - ročni režim	8
Slika 6: Procesna linija - motorji	9
Slika 7: Gumbi in ključ	11
Slika 8: Procesna linija – senzorji in stikala	14
Slika 9: Glavni pogled SCADA sistema 2.7.1 Uvod	15
Slika 10: Gumbi za prehod med pogledi	16
Slika 11: Glavni pogled – lokacije	17
Slika 12: Material se nahaja na lokaciji 6	18
Slika 13: Glavni pogled - fotocelice in stikala	19
Slika 14: Material se nahaja pred fotocelico	19
Slika 15: Glavni pogled - napravi A in B	20
Slika 16: Naprava se vrti v nasprotni smeri urinega kazalca	20
Slika 17: Naprava se vrti v smeri urinega kazalca	21
Slika 18: Prikaz napredka - približno na polovici	21
Slika 19: Premikanje tekočega traku	22
Slika 20: Premikanje potiskača	22
Slika 21: Pogled Alarmi	23
Slika 22: Alarm - nepričakovan material na lokaciji	27
Slika 23: Alarm - prehod je trajal predolgo	28
Slika 24: Pogled Recepti	29
Slika 25: Recepti - gumbi	30

KAZALO TABEL

Tabela 1: Komponente Siemens krmilnika	6
--	---

POVZETEK

Sprogramirati je bilo potrebno linijo z dvema napravama, katere naloga je transportiranje materiala s tekočimi trakovi ter potiskači iz vhoda linije na izhod in ga obdelati z dvema napravama. Na voljo so trije različni načini obdelave materiala – v našem primeru marmorja. Linija deluje v ročnem ali avtomatskem režimu obratovanja. Linijo nadozorujemo preko vmesnika SCADA.

1 PROJEKTNA NALOGA

V nadaljevanju sledi opis projektne naloge, sistema, krmiljenja in pa navodila za uporabo.

1.1 Opis naloge

Za projektno nalogo je bilo potrebno usposobiti in avtomatizirati *fischertechnik* procesno linijo z dvema napravama (navodila lahko najdete v poglavju 4 PRILOGA).



Slika 1: Fischertechnik procesna linija z dvema napravama (Siemens, 2018, <https://fischertechnikshop.wixsite.com/home/product-page/industry-51664-indexed-line-with-two-machining-stations-9v-compl>)

Za nadzor linije smo uporabili Siemensov krmilnik Simatic S7-300 (navodila lahko najdete v poglavju 4 PRILOGA).

Naša naloga je bila sprogramirati program za vodenje procesne linije v TIA portalu, ki je Siemensov program namenjen programiranju njihovih krmilnikov. Implementirati je bilo potrebno dva režima vodenja:

- **ROČNI NAČIN** – omogoča vodenje procesne linije z uporabo črnih tipk, ki je namenjen izkušenim operaterjem procesne linije.
- **AVTOMATSKI NAČIN** – omogoča samodejno delovanje linije, brez ročnega vodenja operaterja. Kljub temu mora biti operater navzoč v primeru napak, alarmov ali težav s procesno linijo, ampak lahko celotno operacijo nadzira preko SCADA vmesnika.

Naša stranka je zahtevala prilagoditev linije za obdelovanje marmorja (poliranje in rezanje) na tri različne načine:

- **PULT** – pri izdelavi kuhinjskega pulta se zahteva 4 sekunde rezanja na prvi napravi v nasprotni smeri urinega kazalca in potem še 2 sekundi poliranja na drugi napravi v smeri urinega kazalca.
- **NAGROBNI KAMEN** – pri izdelavi nagrobnega kamna se zahteva samo 3 sekundno rezanje na prvi napravi, poliranje ni potrebno, saj ga je potrebno najprej gravirati.
- **TRANSPORT** – občasno se procesna linija uporablja samo kot transportno sredstvo težkih kosov marmorja, takrat se preskoči obe napravi in se ga transportira samo iz enega konca tekočega traku na drugega.

Na koncu je stranka zahtevala še SCADA (**S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition) krmilnik za nadzor delovanja procesne linije na uporabniku prijazen način.

1.2 Krmilnik

Za vodenje procesne linije je uporabljen programabilni logični krmilnik in decentralne periferne enote, ki so vezane preko vhodno/izhodne komponente. Komunikacija med PLC-jem linije in SCADA sistemom poteka preko ethernet povezave.

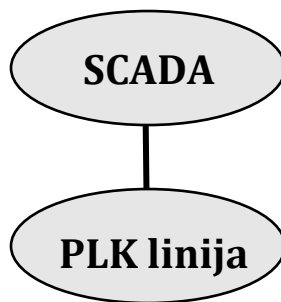
Naš Siemens krmilnik je sestavljen iz komponent:

Model krmilnika	CPU315-2 PN/DP
Napajalnik	PS 307 2A
Vhodi/Izhodi	DI16/DO16 X 24 VDC /0.5A

Tabela 1: Komponente Siemens krmilnika

2 NAVODILA ZA UPORABO



Sistem je možno nadzirati na več načinov: s tipkami in SCADO (**samo za izkušene operaterje**), avtomatski režim in SCADA. Za delovanje sistema trenutno skrbita dva nivoja računalniških sistemov (*Slika 2: Shema nivojev delovanja*): za vodenje procesne linije skrbi programabilni logični krmilnik podjetja Siemens. Podatke iz le-tega zbira in prikazuje sistem SCADA. V nadaljevanju je podroben opis vseh funkcij, ki so na voljo in kako jih uporabljati.



Slika 2: Shema nivojev delovanja

2.1 Vklop in izklop sistema

Sistem se vklopi na Siemens krmilniku s stikalom, ki ima dva položaja označena s simboloma:

-  - mednarodni simbol za vklop in izklop naprav, ki označuje, da je sistem izklopljen. Za vklop sistema je potrebno stikalo premakniti v drug položaj označeno s spodnjim simbolom.
-  - ravna črta označuje, da je sistem vklopljen, linija je v delujočem stanju in jo je možno nadzorovati prek SCADA. Za izklop naprave je potrebno stikalo iz trenutnega položaja premakniti v položaj označen z zgornjim simbolom.



Slika 3: Dvo-položajno stikalo na Siemens krmilniku

2.2 Izbira režima obratovanja

Na voljo sta dva režim: avtomatski in ročni režim upravljanja. Izbira med njima je mogoča z obračanjem ključa, ki se nahaja na nadzorni plošči poleg Siemens krmilnika.

Če je ključ v horizontalnem položaju, je linija v avtomatskem režimu obratovanja, ki je tudi privzeti režim obratovanja.



Slika 4: Ključ - avtomatski režim

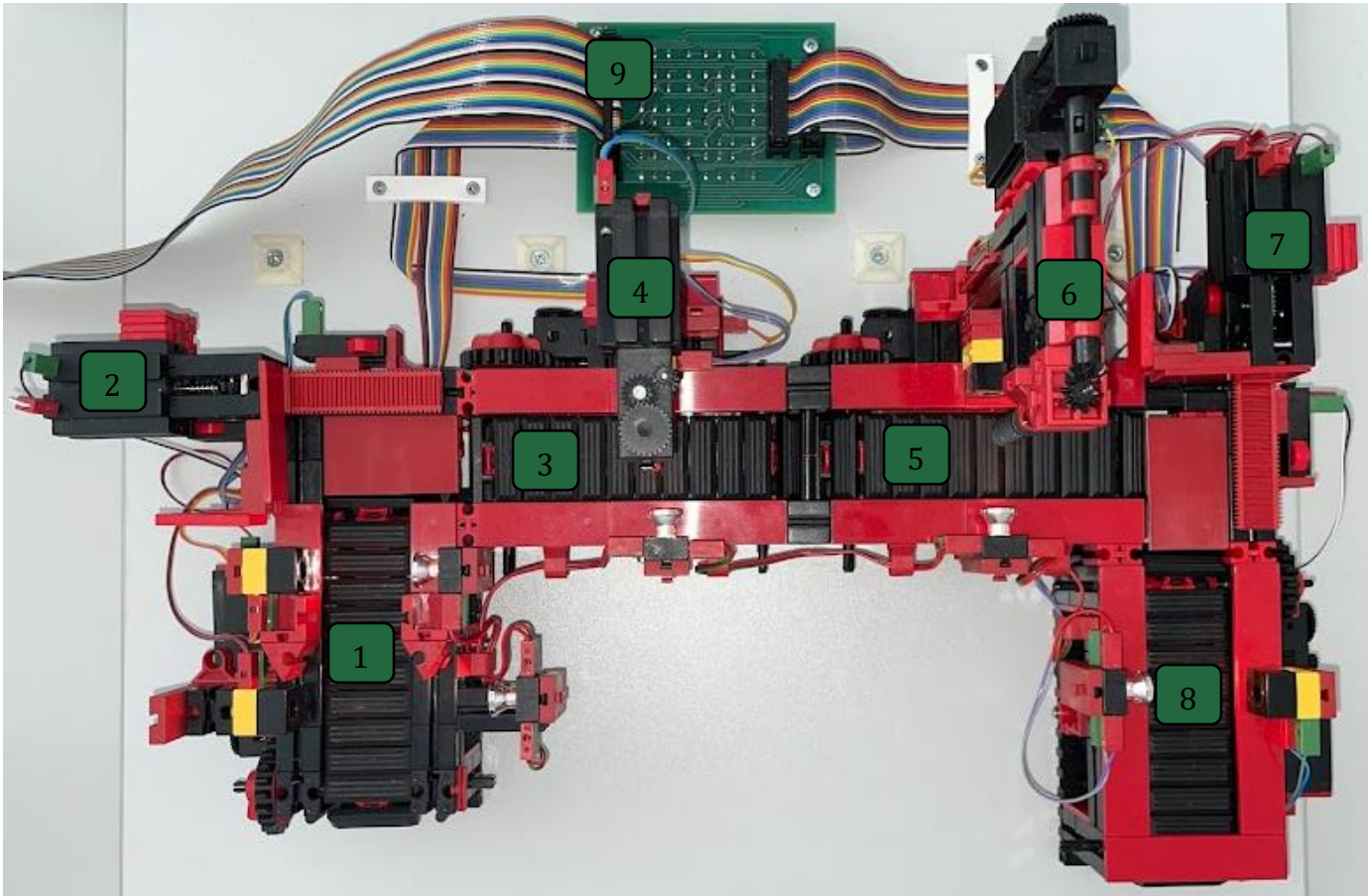
Za izbiro ročnega režima mora biti ključ v vertikalnem položaju.



Slika 5: Ključ - ročni režim

2.3 Elektromotorji na liniji

V tem poglavju so predstavljeni elektromotorji procesne linije, na katere se bomo sklicevali v nadaljevanju.



Slika 6: Procesna linija - motorji

Na sliki so oštevilčene vse glavne komponente linije (brez senzorjev, ti bodo predstavljeni v nadaljevanju).

1. Vhodni tekoči trak
2. Potiskač A
3. Tekoči trak med napravama A
4. Naprava A ali rezalna naprava
5. Tekoči trak med napravama B
6. Naprava B ali polirna naprava
7. Potiskač B
8. Izhodni tekoči trak
9. Povezava s Siemens krmilnikom

2.4 Ročni režim obratovanja

Ko je sistem vklopljen, ga je možno upravljati v ročnem režimu (neposredni nadzor z gumbi).

NEPOSREDEN NADZOR Z GUMBI JE DOVOLJENO SAMO V PRIMERU REŠEVANJA MOREBITNIH PROBLEMATIČNIH SITUACIJ.

UPRAVLJENJE SISTEMA V ROČNEM REŽIMU JE DOVOLJENO SAMO STROKOVNO USTREZNO USPOSOBLJENEMU OSEBJU!

Primeri v katerih je uporaba ročnega režima ustrezna in celo potrebna:

- premik potiskačev preko končnega stikala (npr. treba je počistiti drugače nedostopne dele potiskača),
- material se je zagozdil na procesni liniji,
- delavec je v nevarnosti,
- material je bil predčasno odstranjen s procesne linije,
- nastavljen je napačen recept za material pod napravo A ali B,
- potiskač prevozi končno stikalo v avtomatskem režimu.

Izkušen operater bo s pomočjo ročnega režima sposoben te in še kakšno nepričakovano situacijo ustrezno rešiti.

2.4.1 Gumbi in njihove funkcije

Na nadzorni plošči se poleg Siemens krmilnika in prej omenjenega ključa nahaja 5 gumbov, 4 črni in 1 zelen. S pomočjo le-teh lahko operator ročno premika vseh 8 motorjev, ki so del procesne linije in tako premika material s pomočjo tekočih trakov ali pa ga obdeluje s pomočjo dveh naprav.

Operator lahko izbira med motorji z zgornjima dvema črnima gumboma. Po izbiri želenega motorja lahko s spodnjima dvema črnima gumboma vrtil izbran motor v smeri urinega kazalca ali v nasprotni smeri urinega kazalca, kar pri tekočih trakovih pomeni premikanje naprej ali nazaj, pri napravah A in B pa vrtenje v smeri urinega kazalca ali v nasprotni smeri urinega kazalca.



Slika 7: Gumbi in ključ

2.4.2 Izbira motorja

Izbira med osmimi motorji je mogoča z zgornjima dvema črnima gumboma.

- **Zgornji levi gumb** – premik na prejšnji motor se izvede s pritiskom na zgornji levi gumb. **Primer:** V poglavju 2.3 Elektromotorji na liniji so prikazani vsi elektromotorji. Če se trenutno npr. nahajamo na napravi A ali indeksu 4, s pritiskom zgornjega levega gumba izberemo tekoči trak med napravama A ali indeks 3.
- **Zgornji desni gumb** – premik na naslednji motor se izvede s pritiskom na zgornji desni gumb. **Primer:** V poglavju 2.3 Elektromotorji na liniji so prikazani vsi elektromotorji. Če se trenutno npr. nahajamo na potiskaču B ali indeksu 7, s pritiskom zgornjega desnega gumba izberemo izhodni tekoči trak ali indeks 8.

Kroženje med motorji je omejeno na obeh straneh. Če je izbran motor na vhodnem tekočem traku, pritisk na zgornji levi gumb ne bo spremenil trenutne izbire motorja. Če je izbran motor na izhodnem tekočem traku, pritisk na zgornji desni gumb prav tako ne bo spremenil trenutne izbire motorja.

Operater lahko v primeru, da pozabi na katerem motorju se nahaja, dovoljkrat pritisne zgornji levi ali zgornji desni gumb, s tem bo vedno izbral motor na vhodnem tekočem traku ali motor na izhodnem tekočem traku.

Dodatna možnost izbire je, da operater pritisne zeleni gumb na Slika 7: Gumbi in ključ, s čimer izbere vhodni tekoči trak ne glede na to, kje se trenutno nahaja.

2.4.3 Vrtenje motorja

Ko je želeni motor izbran, ga je mogoče vrteti s pomočjo spodnjih dveh črnih gumbov.

- **Spodnji levi gumb** – s pritiskom na spodnji levi gumb, se začne motor vrteti. V katero smer se bo vrtel je odvisno od trenutno izbranega motorja (2.3 Elektromotorji na liniji).
 - *Vhodni tekoči trak* – trak se začne premikati navzdol,
 - *Potiskač A* – potiskač se začne premikati levo,
 - *Tekoči trak med napravama A* - trak se začne premikati v levo,
 - *Naprava A ali rezalna naprava* - naprava se začne vrteti v nasprotni smeri urinega kazalca,
 - *Tekoči trak med napravama B* - trak se začne premikati v levo,
 - *Naprava B ali polirna naprava* - naprava se začne vrteti v nasprotni smeri urinega kazalca,
 - *Potiskač B* – potiskač se začne premikati navzgor,
 - *Izhodni tekoči trak* – trak se začne premikati navzgor.
- **Spodnji desni gumb** – s pritiskom na spodnji lev gumb, se začne motor vrteti. V katero smer se bo vrtel je odvisno od trenutno izbranega motorja (2.3 Elektromotorji na liniji).
 - *Vhodni tekoči trak* – trak se začne premikati navzgor,
 - *Potiskač A* - potiskač se začne premikati desno,
 - *Tekoči trak med napravama A* – trak se začne premikati v desno,
 - *Naprava A ali rezalna naprava* – naprava se začne vrteti v smeri urinega kazalca,
 - *Tekoči trak med napravama B* - trak se začne premikati v desno,
 - *Naprava B ali polirna naprava* - naprava se začne vrteti v smeri urinega kazalca,
 - *Potiskač B* – potiskač se začne premikati navzdol,
 - *Izhodni tekoči trak* – trak se začne premikati navzdol.

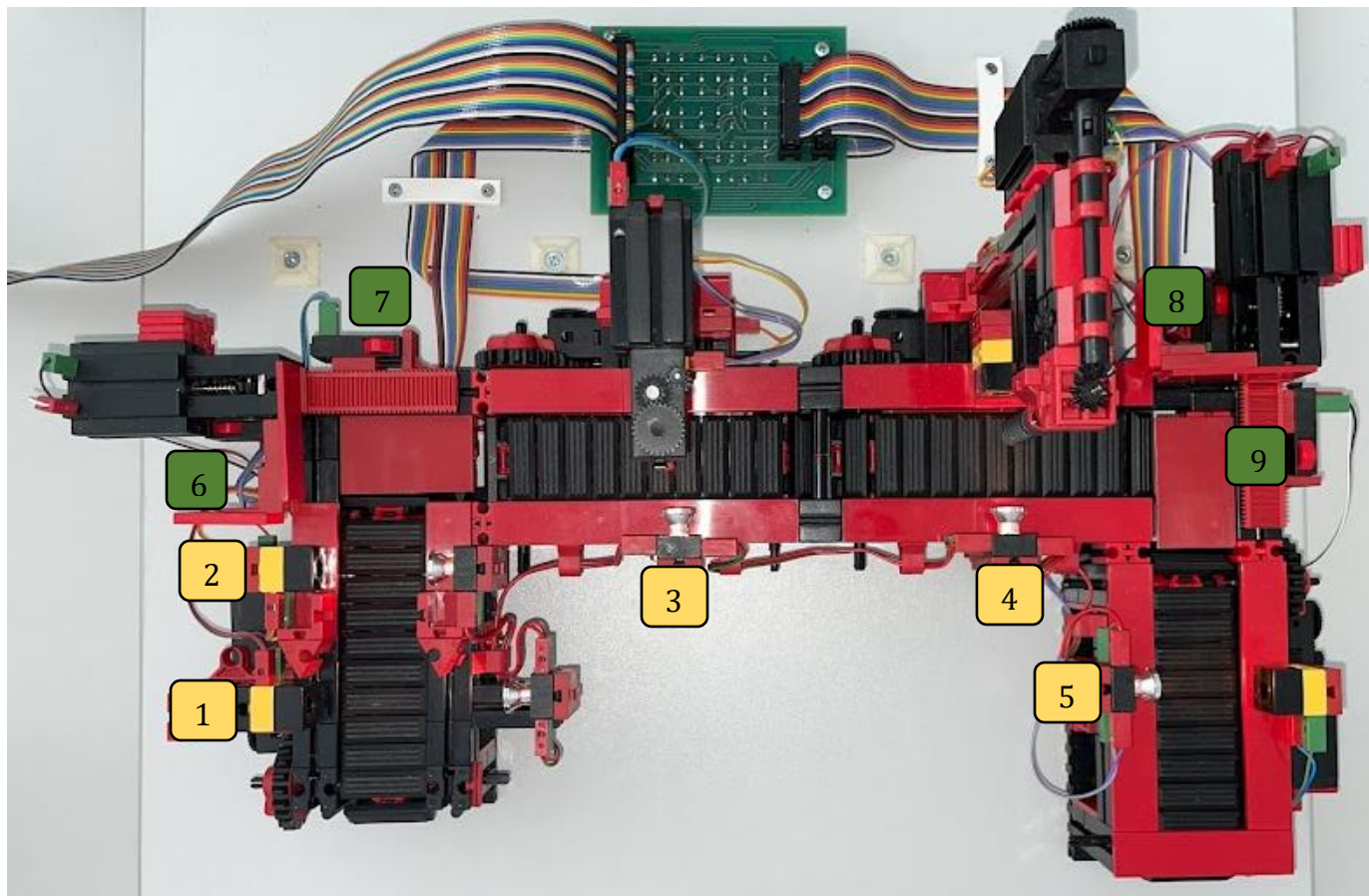
Zaradi varnostnih razlogov in ohranjanja opreme so implementirani določeni varnostni ukrepi. V primeru, da operater po nesreči pritisne oba gumba za vrtenje motorja hkrati, se motor ustavi, da ne pride do poškodbe motorja. Da ne pride do predčasne odpovedi releja v motorju, se sprememba smeri vrtenja upošteva šele po dveh sekundah, med tem motor miruje. Prav tako je implementirano, da se ob izbiri drugega motorja trenutni motor neha

vteti, tako se lahko hkrati vrtil en motor v ročnem režimu obratovanja. Za vse te stvari operaterju ni treba skrbeti.

Material je mogoče spremljati preko SCADA vmesnika, ki bo predstavljen v nadaljevanju.

2.5 Senzorji in stikala na liniji

V tem poglavju so predstavljeni senzorji in stikala, ki so nujno potrebni za pravilno delovanje linije v avtomatskem režimu obratovanja.



Slika 8: Procesna linija – senzorji in stikala

Na sliki so z rumeno oštevilčene fotocelice, z zeleno pa končna stikala potiskačev.

1. Fotocelica na vhodu
2. Fotocelica pred potiskačem A
3. Fotocelica pod napravo A
4. Fotocelica pod napravo B
5. Fotocelica na izhodu
6. Končno stikalo potiskač A, zadaj
7. Končno stikalo potiskač A, spredaj
8. Končno stikalo potiskač B, zadaj
9. Končno stikalo potiskač B, spredaj

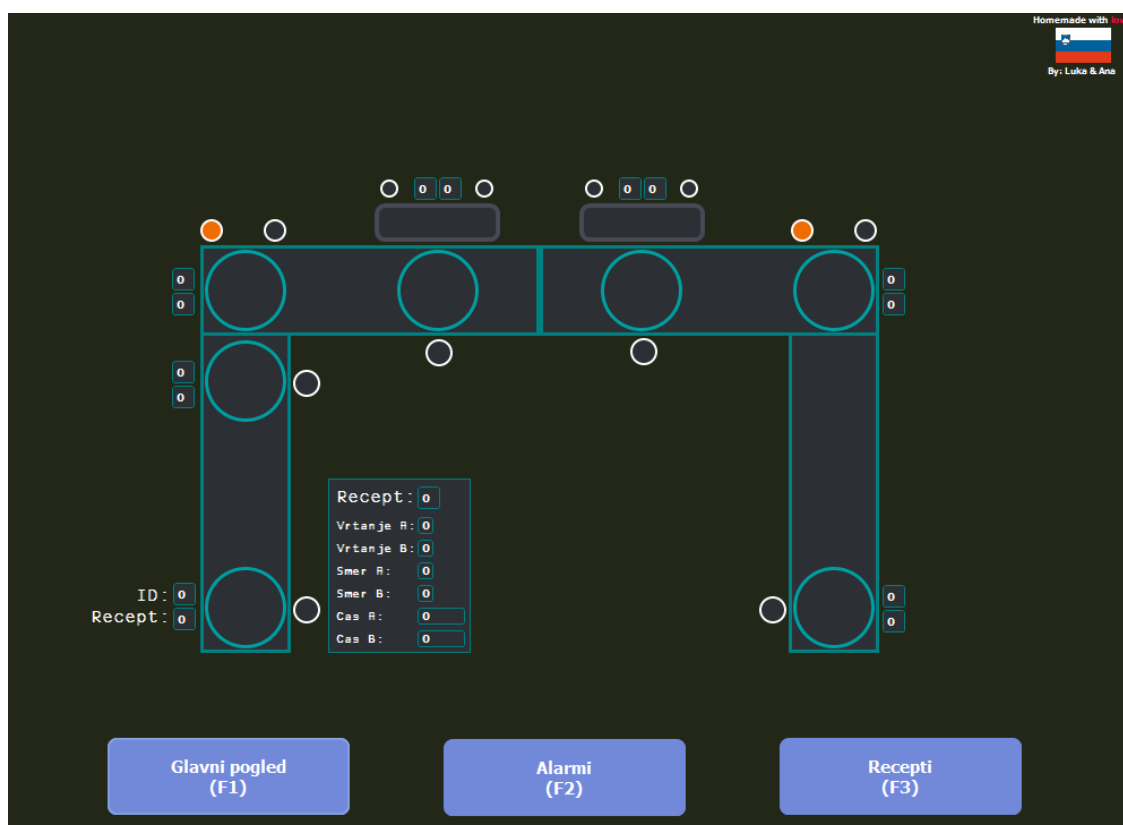
2.6 Avtomatski režim obratovanja

Ko je sistem vklopljen in je ključ v horizontalnem položaju, je v avtomatskem načinu obratovanja. Za zaznavanje kje se material trenutno nahaja, so uporabljene fotocelice, na pozicijah, ki so prikazane v poglavju 2.5 Senzorji in stikala na liniji.

V tem režimu operater ni treba ročno nadzirati procesne linije, ampak mora biti prisoten ter biti pozoren v primeru aktivacije katerega od alarmov. V tem primeru se od operaterja pričakuje ustrezna reakcija glede na tip alarma. Primarno se v avtomatskem režimu linijo nadzoruje s pomočjo SCADE.

2.7 Sistem SCADA

Nadzorni sistem omogoča pregled delovanja in stanja procesne linije. Tako je lahko operater v ločeni sobi, a ima vseeno popoln pregled nad delovanjem procesne linije. Primarno se SCADA uporablja za avtomatski režim obratovanja, položaju materiala lahko s SCADA sistemom sledimo tudi med uporabo ročnega režima obratovanja. Funkcije in delovanje SCADE so opisane v nadaljevanju.



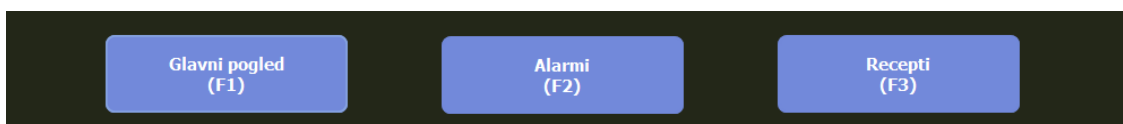
Slika 9: Glavni pogled SCADA sistema2.7.1 Uvod

Sistem SCADA je sestavljen iz treh pogledov:

- **Glavni pogled** – operater ima v tem pogledu popoln pregled linije, vseh senzorjev, lokacij na katerih material lahko stoji, potiskačev, naprav, vrtenjem, kateri recept je trenutno v uporabi, itd.
- **Alarmi** – operater ima v preglednici izpisane vse trenutno aktivne alarme, njihov opis in kategorijo, v katero spadajo.
- **Recepti** – operater lahko izbira med tremi različnimi načini obdelave marmorja, v primeru spremembe lahko tudi ročno prilagodi parametre obdelave z vnosom v ustrezno polje.

V nadaljevanju so podrobno predstavljeni vsi trije pogledi in različni tipi alarmov.

Prehod med pogledi je mogoč s pritiskom na gumbe, ki so vidni v vseh treh pogledih ali pa s pritiskom ustrezne funkcijske tipke (F1 za glavni pogled, F2 za alarme in F3 za recepte).

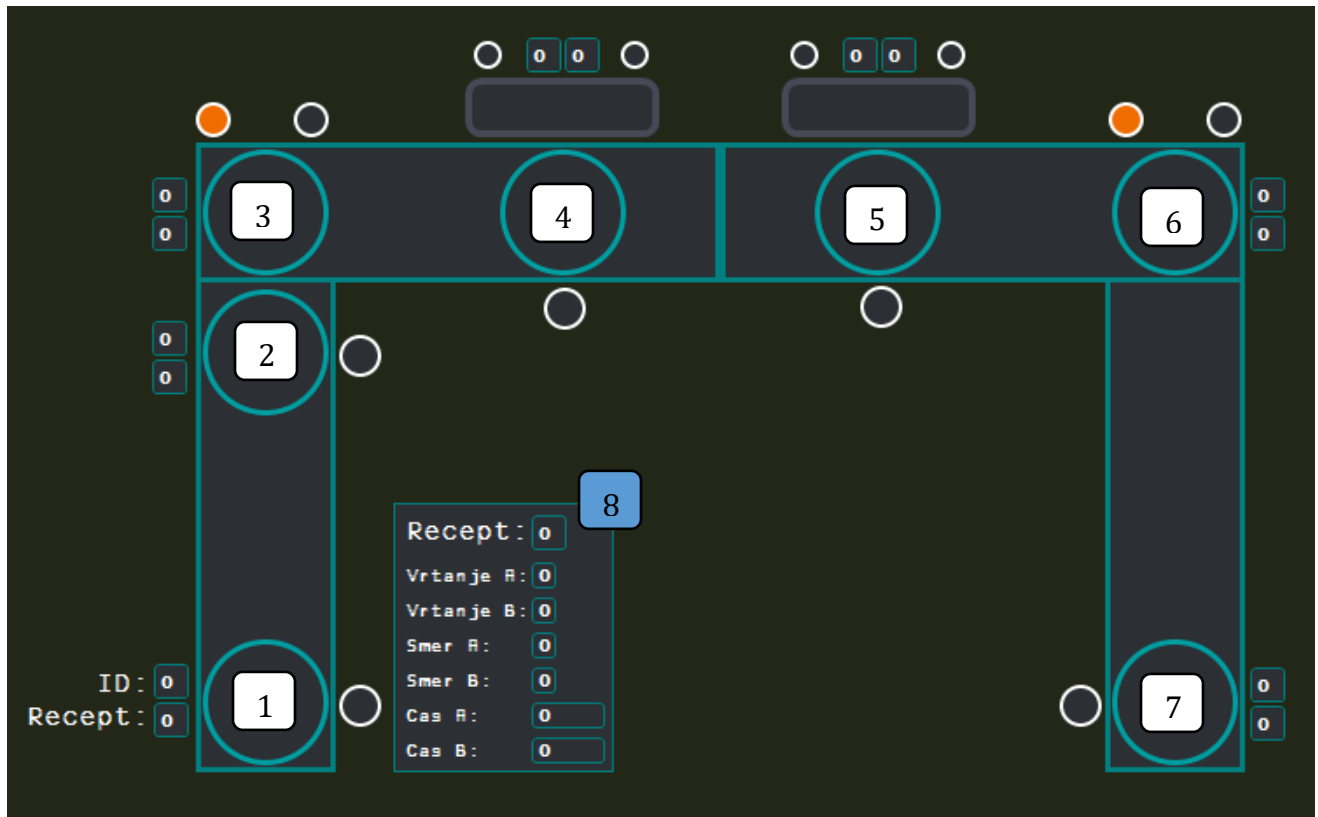


Slika 10: Gumbi za prehod med pogledi

2.7.2 Glavni pogled

2.7.2.1 Lokacije in recept

Procesna linija je simbolično razdeljena na 7 lokacij, ki so razvidne iz spodnje slike.



Slika 11: Glavni pogled – lokacije

1. Vhod na procesno linijo
2. Pred potiskačem A
3. Potiskač A
4. Naprava A
5. Naprava B
6. Potiskač B
7. Izhod iz procesne linije
8. Okno s podatki o trenutnem izbranem receptu

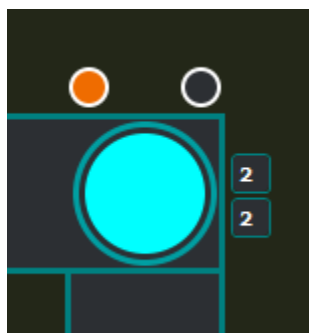
* 1-7 lokacije, 8 – okno s podatki o trenutnem izbranem receptu.

Poleg vsake označene lokacije sta prikazana tudi dva manjša kvadrata s številkami (na sliki imata oba številki 0). V zgornjem ali levem kvadratu je prikazana identifikacijska številka (ID) materiala, ki se nahaja na tej lokaciji. V spodnjem ali desnem kvadratu je prikazana

številka recepta po katerem se mora material, ki se nahaja na tej lokaciji, obdelati. Številka recepta materiala se določi glede na to, kateri recept je izbran pri vstopu materiala na procesno linijo.

S številko 8 je na *Slika 11: Glavni pogled – lokacije* označeno okno s podatki o trenutnem izbranem receptu. V oknu se nahajajo podrobnosti izbranega recepta – v tem režimu trenutno delujeta napravi. Za spremembo teh podatkov je potrebno preiti v pogled *Recepti*. Primarno je procesna linija nastavljena samo za transport materiala.

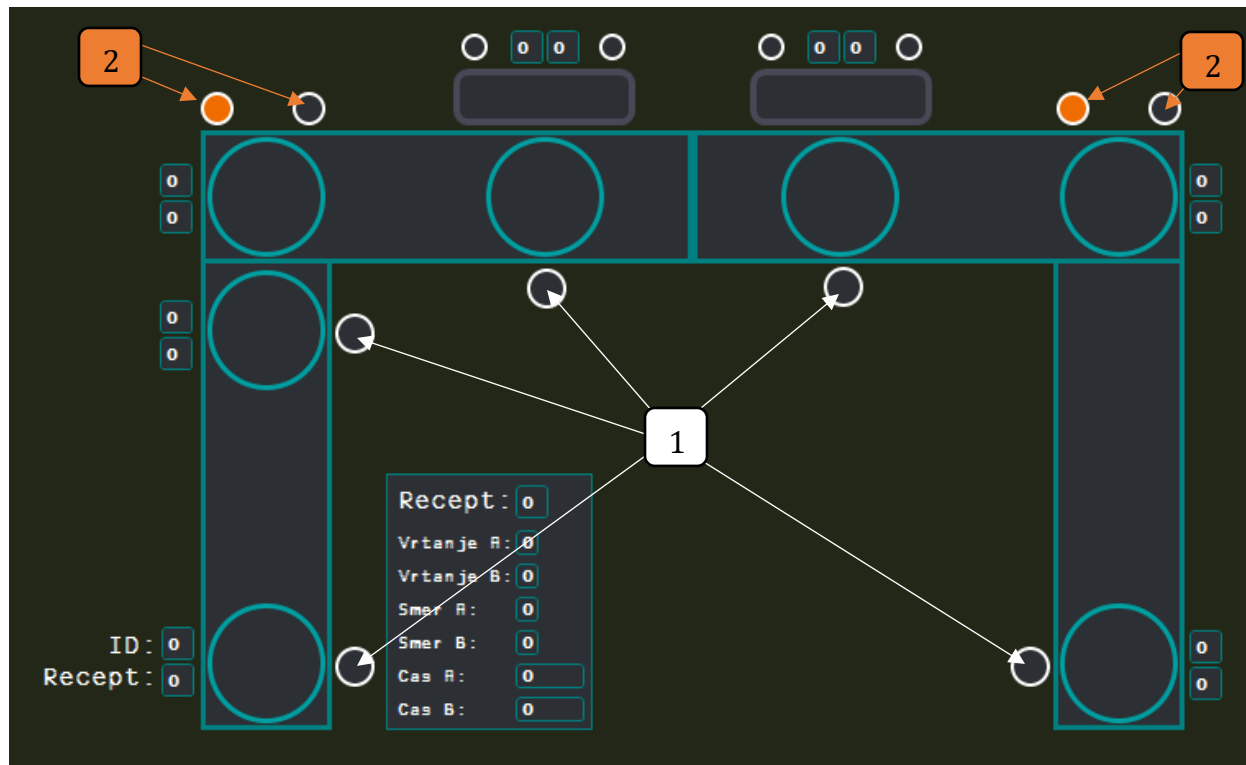
Material je na procesni liniji v SCADA sistemu prikazan kot najbolj svetlo moder krog, ki ni samo obroba. Krog se premika od lokacije do lokacije skladno s premikanjem materiala na dejanski procesni liniji.



Slika 12: Material se nahaja na lokaciji 6

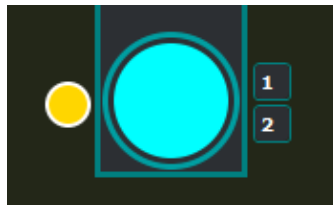
2.7.2.2 Fotocelice in stikala

Na spodnji sliki so označene vse fotocelice in vsa končna stikala.



Slika 13: Glavni pogled - fotocelice in stikala

- 1. Fotocelice** – vse fotocelice na procesni liniji so v neaktivnem stanju (ko pred njimi ni materiala ali česarkoli drugega, kar bi jih sprožilo) videti tako, kot na zgornji sliki. Označene so z manjšimi krogi, obrobljenimi z belo obrobo. Krogi se nahajajo zunaj procesne linije. V aktivnem stanju se notranjost kroga obarva rumeno. Izgled je viden na spodnji sliki.

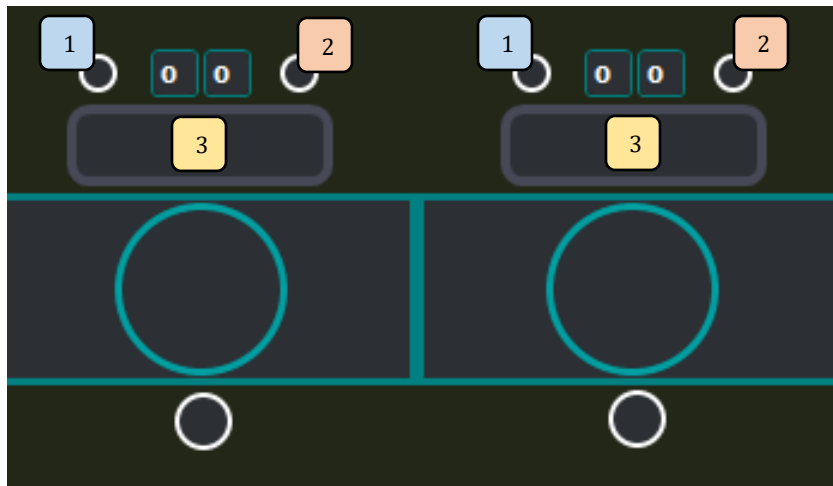


Slika 14: Material se nahaja pred fotocelico

- 2. Končna stikala** – končna stikala na sprednjem in zadnjem delu obeh potiskačev so označena z manjšimi krogi z belo obrobo. Če je stikalo trenutno aktivno (potiskač se je ustavil na enem izmed njih), se notranjost kroga obarva oranžno. Obe stanji in njun izgled sta razvidni na zgornji sliki, kjer so končna stikala tudi označena.

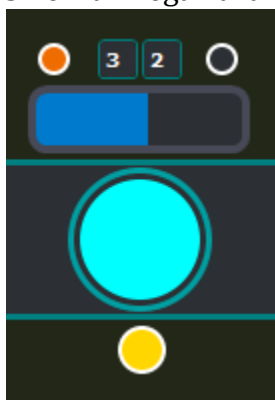
2.7.2.3 Premiki in trajanje obdelave z napravama

Na spodnji sliki so označeni vsi elementi, ki so vezani na delovanje obeh naprav, v nadaljevanju pa so prikazane še vse oznake premikanja tekočih trakov in potiskačev.



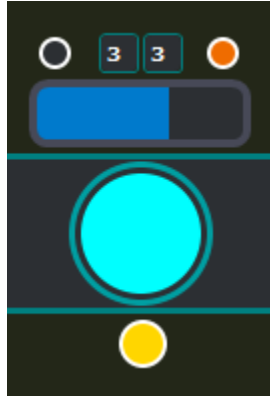
Slika 15: Glavni pogled - napravi A in B

- 1. Vrtenje v nasprotni smeri urinega kazalca** – manjši levi krog z belo obrobo prikazan na sliki označuje, da se naprava trenutno ne vrti, je v stanju mirovanja. V aktivnem stanju (na sliki spodaj) se notranjost kroga obarva oranžno in pomeni, da se naprava vrti v nasprotni smeri urinega kazalca.



Slika 16: Naprava se vrti v nasprotni smeri urinega kazalca

- 2. Vrtenje v smeri urinega kazalca** - manjši desni krog z belo obrobo prikazan na sliki označuje, da se naprava trenutno ne vrti, je v stanju mirovanja. V aktivnem stanju (na sliki spodaj) se notranjost kroga obarva oranžno in pomeni, da se naprava vrti v smeri urinega kazalca.



Slika 17: Naprava se vrti v smeri urinega kazalca

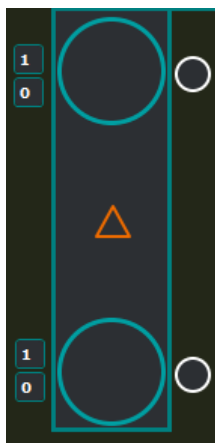
- 3. Prikaz napredka** – če je pravokotnik na sliki prazen, se naprava trenutno ne vrti, je v stanju mirovanja. V aktivnem stanju (na spodnji sliki) se pravokotnik počasi polni z modro barvo od leve proti desni in s tem prikazuje koliko časa se mora naprava še vrteti, da izpolni zahteve recepta.



Slika 18: Prikaz napredka - približno na polovici

Na naslednji strani so slikovno predstavljene še oznake, ki prikazujejo smer premikanja tekočih trakov in potiskačev.

Na sliki 19 je z utripajočim oranžnim trikotnikom prikazana smer premikanja tekočega traku med lokacijama 1 in 2. Na prikazani sliki to pomeni, da se trak premika navzgor.



Slika 19: Premikanje tekočega traku

Na sliki 20 je z utripajočim oranžnim trikotnikom prikazana smer premikanje potiskača A. Na prikazani sliki to pomeni, da se potiskač premika v levo.



Slika 20: Premikanje potiskača

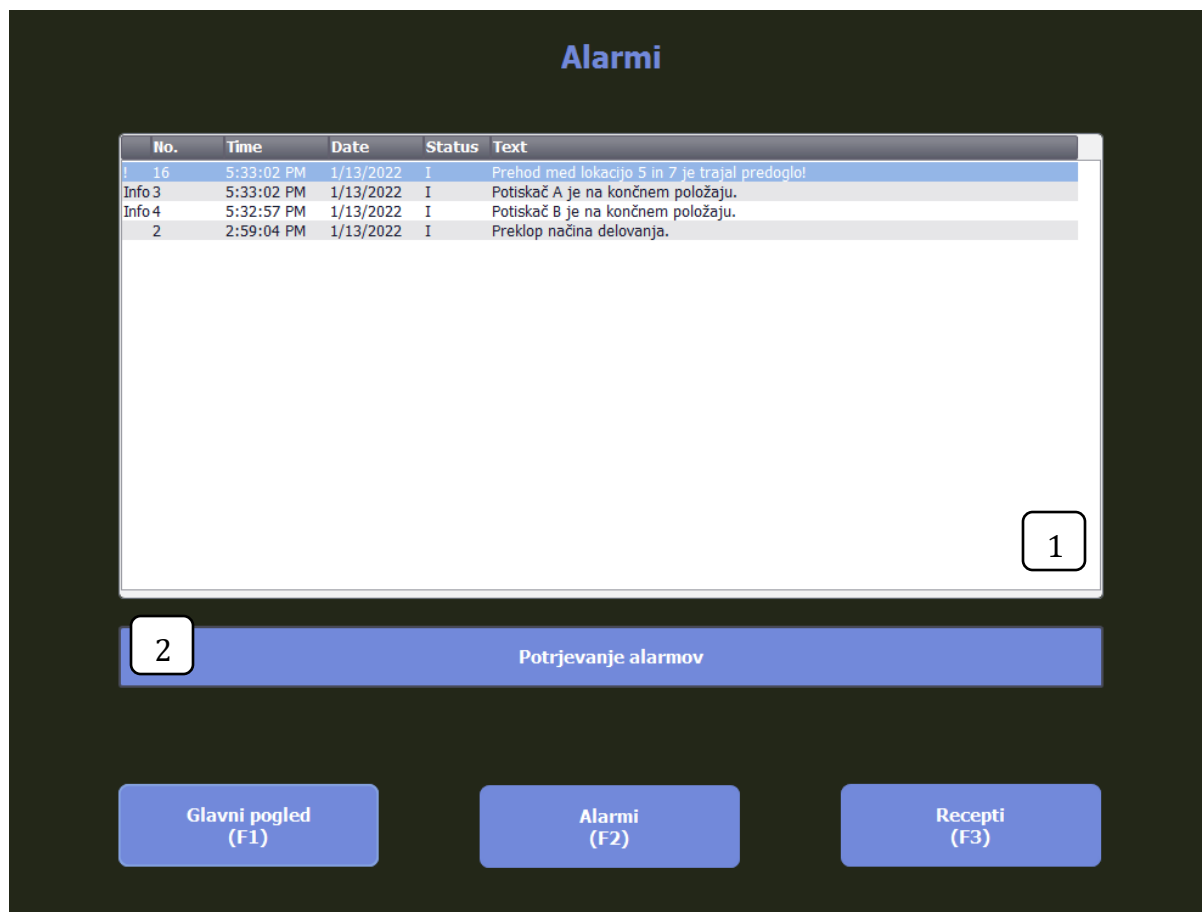
2.7.3 Alarmi

Implementiranih je 16 različnih alarmov. V nadaljevanju so opisani vsi alarmi, zakaj se sprožijo in kako jih odpraviti ter kako so prikazani v SCADI.

Alarmi so razdeljeni v 3 kategorije, napisane so od najmanj kritičnih do najbolj kritičnih:

- **Info** – ta kategorija označuje alarme informativne narave, ki ne ovirajo varnosti ali pravilnosti izvajanja operacij, vendar je koristno, da je operater o njih obveščen. Takšni so trije alarmi.
- **Warning** – ta kategorija označuje alarme, ki imajo veliko verjetnost, da se lahko ob ne ukrepanju operaterja situacija hudo poslabša. Takšna sta dva alarma.

- **Error** – ta kategorija označuje alarme, ki označujejo dogodke, kjer je prišlo do prepovedanega stanja naprave in je potrebno ukrepanje operaterja. Takšnih je 11 alarmov.



Slika 21: Pogled Alarmi

1. **Okno alarmov** – v oknu alarmov so izpisani vsi trenutno aktivni in še nepotrjeni alarmi. Ob vsakem alarmu so izpisane podrobnosti kot so: kategorija alarma (! pomeni error, Info pomeni info, nič pa pomeni warning), številka alarma, čas, ko je bil alarm aktiviran, datum, ko je bil alarm aktiviran, status in pa tekst alarma.
2. **Gumb Potrjevanje alarmov** – s pritiskom na gumb Potrjevanje alarmov, operater odstrani vse alarme, ki imajo izpolnjene pogoje za deaktivacijo le-teh.

2.7.3.1 Kategorija Info

V kategoriji info se nahajajo trije alarmi.

1. Potiskalč A je na končnem položaju.

RAZLOG: Potiskalč A je aktiviral končno stikalo spredaj ali zadaj.

REŠITEV: Operater lahko po potrebi preveri, da se je potiskalč A dejansko nehal premikati. Ta alarm je vedno navzoč.

2. Potiskalč B je na končnem položaju.

RAZLOG: Potiskalč B je aktiviral končno stikalo spredaj ali zadaj.

REŠITEV: Operater lahko po potrebi preveri, da se je potiskalč A dejansko nehal premikati. Ta alarm je vedno navzoč.

3. Sprememba recepta.

RAZLOG: Spremenil se je trenutni recept.

REŠITEV: Operater lahko preveri, ali je bila sprememba recepta aktivirana zavestno ali pomotoma. S pogleda se ga lahko odstrani s pritiskom na gumb *Potrjevanje alarmov*.

2.7.3.2 Kategorija Warning

V kategoriji warning se nahajata dva alarma.

1. Linija je zapolnjena!

RAZLOG: Vse lokacije procesne linije so polne. Linija stoji.

REŠITEV: Operater preveri zakaj se linija ne prazni, ko najde razlog ga odpravi in pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*.

2. Preklop načina delovanja.

RAZLOG: Režim delovanja se je spremenil iz avtomatskega v ročnega ali obratno.

REŠITEV: Operater preveri kdo in zakaj je spremenil režim delovanja, načeloma bi ga naj spreminjal ZGOLJ IN SAMO USPOSOBLJEN OPERATER. Ko se prepriča, da je vse v redu pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*.

2.7.3.3 Kategorija Error

V kategoriji error se nahaja enajst alarmov.

1. Nepričakovan material na lokaciji 2 ali pred vhodom na potiskač A.

RAZLOG: Na lokaciji 1 pred aktivacijo senzorja na lokaciji 2 ni bilo materiala.

REŠITEV: Operater preveri, ali je šlo za izjemo pri proženju senzorja ali je prišlo do kakšne druge napake. Ko se prepriča o vzroku proženja, pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarma.

2. Nepričakovan material na lokaciji 4 ali naprava A.

RAZLOG: Na lokaciji 2 in 3 pred aktivacijo senzorja na lokaciji 4 ni bilo materiala.

REŠITEV: Operater preveri, ali je šlo za izjemo pri proženju senzorja ali je prišlo do kakšne druge napake. Ko se prepriča o vzroku proženja, pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarma.

3. Nepričakovan material na lokaciji 5 ali naprava B.

RAZLOG: : Na lokaciji 4 pred aktivacijo senzorja na lokaciji 5 ni bilo materiala.

REŠITEV: Operater preveri, ali je šlo za izjemo pri proženju senzorja ali je prišlo do kakšne druge napake. Ko se prepriča o vzroku proženja, pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarma.

4. Nepričakovan material na lokaciji 7 ali pred izhodom iz procesne linije.

RAZLOG: Na lokaciji 5 in 6 pred aktivacijo senzorja na lokaciji 7 ni bilo materiala.

REŠITEV: Operater preveri, ali je šlo za izjemo pri proženju senzorja ali je prišlo do kakšne druge napake. Ko se prepriča o vzroku proženja, pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarma.

5. Prehod med lokacijo 1 in 2 je trajal predolgo!

RAZLOG: Material bi moral iz lokacije 1 priti na lokacijo 2 znotraj določenega časovnega intervala. Če je prehod materiala trajal dlje kot je določen časovni interval, se aktivira alarm.

REŠITEV: Operater preveri procesno linijo, če je prišlo do zagozditve materiala, ali je bil material med tema lokacijama odstranjen z razlogom ali pa obstaja kakršenkoli drug nepredviden razlog. Če se je material ustrezno odstranil s procesne linije lahko operater s pritiskom na gumb *Potrjevanje alarmov* odstrani alarm. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarmov.

6. Prehod med lokacijo 2 in 4 je trajal predolgo!

RAZLOG: Material bi moral iz lokacije 2 priti na lokacijo 4 znotraj določenega časovnega intervala. Če je prehod materiala trajal dlje kot je določen časovni interval, se aktivira alarm.

REŠITEV: Operater preveri procesno linijo, če je prišlo do zagozditve materiala, ali je bil material med tema lokacijama odstranjen z razlogom ali pa obstaja kakršenkoli drug nepredviden razlog. Če se je material ustrezno odstranil s procesne linije lahko operater s pritiskom na gumb *Potrjevanje alarmov* odstrani alarm. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarmov.

7. Prehod med lokacijo 4 in 5 je trajal predolgo!

RAZLOG: Material bi moral iz lokacije 4 priti na lokacijo 5 znotraj določenega časovnega intervala. Če je prehod materiala trajal dlje kot je določen časovni interval, se aktivira alarm.

REŠITEV: Operater preveri procesno linijo, če je prišlo do zagozditve materiala, ali je bil material med tema lokacijama odstranjen z razlogom ali pa obstaja kakršenkoli drug nepredviden razlog. Če se je material ustrezno odstranil s procesne linije lahko operater s pritiskom na gumb *Potrjevanje alarmov* odstrani alarm. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarmov.

8. Prehod med lokacijo 5 in 7 je trajal predolgo!

RAZLOG: Material bi moral iz lokacije 5 priti na lokacijo 7 znotraj določenega časovnega intervala. Če je prehod materiala trajal dlje kot je določen časovni interval, se aktivira alarm.

REŠITEV: Operater preveri procesno linijo, če je prišlo do zagozditve materiala, ali je bil material med tema lokacijama odstranjen z razlogom ali pa obstaja kakršenkoli drug nepredviden razlog. Če se je material ustrezno odstranil s procesne linije lahko operater s pritiskom na gumb *Potrjevanje alarmov* odstrani alarm. V primeru te napake, se ustavijo vsi motorji. Stojijo do potrditve alarmov.

9. Naprava ob zagonu ni v pravilnem stanju!

RAZLOG: Naprava ima ob zagonu aktiviranega enega izmed senzorjev, potiskač ni v nevtralni poziciji.

REŠITEV: Operater s pritiskom na gumb *Potrjevanje alarmov* avtomatično popravi alarm, saj se zažene programski blok OB100, ki ponastavi vse senzorje in pozicije na privzete nastavitve.

10. Potiskač A je presegel končni položaj!

RAZLOG: Potiskač A je premikanje nadaljeval preko končnega stikala v nedovoljen položaj, spredaj ali zadaj.

REŠITEV: Operater preveri zakaj je do tega prišlo. Potem preklopi način delovanja v ročni in premakne potiskač v dovoljen položaj. Nato pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*.

11. Potiskač B je presegel končni položaj!

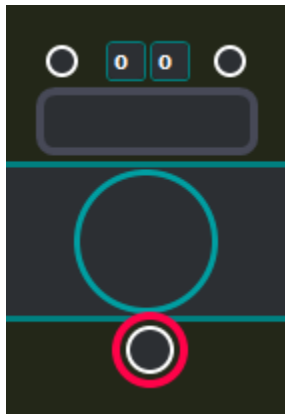
RAZLOG: : Potiskač B je premikanje nadaljeval preko končnega stikala v nedovoljen položaj, spredaj ali zadaj.

REŠITEV: Operater preveri zakaj je do tega prišlo. Potem preklopi način delovanja v ročni in premakne potiskač v dovoljen položaj. Nato pritisne gumb *Potrjevanje alarmov*.

2.7.3.4 Vizualni izgled alarmov

Vizualni izgled alarmov v sistemu SCADA je implementiran samo za nekaj izbranih alarmov iz kategorije error. Vsi ostali alarmi so vedno vidni v tabeli alarmov v pogledu *Alarmi*. Vizualizirani so alarmi 1.-8. iz poglavja 2.7.3.3 Kategorija Error.

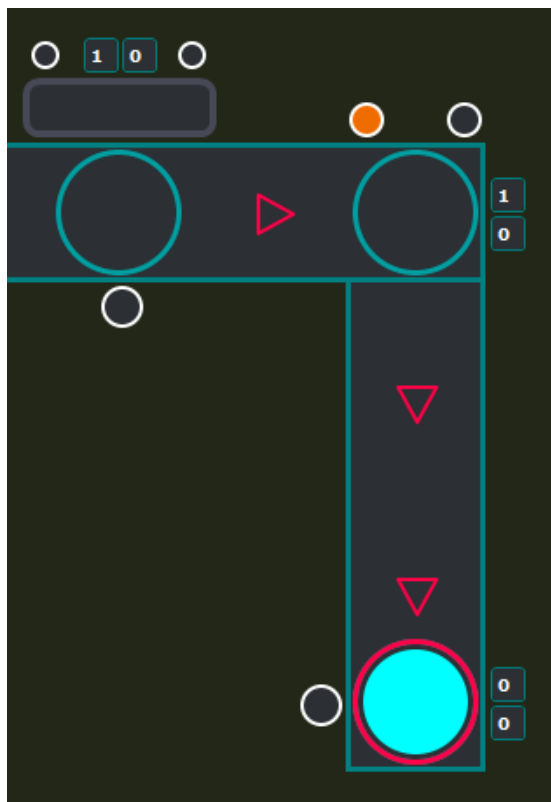
Na spodnji sliki je prikazana ena različica izgleda alarma tipa *Nepričakovan material na lokaciji X ali XXXX*.



Slika 22: Alarm - nepričakovan material na lokaciji

Okoli kroga, ki prikazuje aktivacijo fototelice je narisana večji rdeč krog, ki utripa. Alarm je na enak način vizualiziran na vseh lokacijah, ki imajo fototelico. Razvidno je, da na lokaciji ni materiala, čeprav je bila fototelica aktivirana. Podobno izgledajo vsi ostali alarmi istega tipa.

Na spodnji sliki je prikazana različica izgleda alarma tipa *Prehod med lokacijo X in Y je trajal predolgo!*



Slika 23: Alarm - prehod je trajal predolgo

Od začetne lokacije in do cilja, med katerima je prišlo do nepričakovanega izginotja materiala, so izrisani rdeči utripajoči trikotniki. Okoli ciljne lokacije, do katere material ni uspešno prispel, je narisana večji utripajoč rdeč krog, ki signalizira mesto, kjer ni materiala., čeprav bi moral biti. Podobno izgledajo vsi ostali alarmi istega tipa.

2.7.4 Recepti

V pogledu recepti lahko operater spremeni trenutni recept, ki ga izvajata napravi. Izbira lahko med tremi zahtevanimi načini obratovanja naprav: transport, pult in nagrobni kamen. Na spodnji sliki je prikazan celoten pogled Recepti.

Recepti

Ime recepta: Marmor 1 Št.: 1

Način obdelave: Transport 2 Št.: 1

Ime vnosa	Vrednost
Vrtanje A	0
Čas vrtenja A	0
Vrtanje B	0
Čas vrtenja B	0
Smer A	0
Smer B	0

3

Comparison completed

Glavni pogled (F1) Alarmi (F2) Recepti (F3)

Slika 24: Pogled Recepti

- 1. Spustni meni za izbiro materiala** – s pritiskom na označeno polje se prikaže spustni meni iz katerega lahko operater izbere material, ki se bo obdeloval. V našem primeru je to samo marmor.
- 2. Spustni meni za izbiro načina obdelave** – s pritiskom na označeno polje se prikaže spustni meni iz katerega lahko operater izbere način na katerega se obdela material iz točke 1. V našem primeru ima operater na voljo: transport, pult in nagrobni kamen.
- 3. Polje s prikazom podrobnosti recepta** – v tem polju so prikazane podrobnosti izbranega recepta. V našem primeru so to: ali se vrtila naprava A, čas vrtenja naprave A, smer vrtenja naprave A, ali se vrtila naprava B, čas vrtenja naprave B, smer vrtenja naprave B.

2.7.4.1 Gumbi v pogledu Recepti

Ime vnosa	Vrednost
Vrtanje A	1
Čas vrtanja A	4000
Vrtanje B	1
Čas vrtanja B	2000
Smer A	0
Smer B	1

Slika 25: Recepti - gumbi

- 1. Ustvarjanje novega recepta** – s pritiskom na ta gumb lahko operator ustvari nov recept in ga shrani v že obstoječo bazo zapisov.
- 2. Shranjevanje recepta** – če je operator spremenil katero od vrednosti (7.), lahko s pritiskom na ta gumb shrani spremenjeno vrednost v že obstoječo bazo.
- 3. Brisanje recepta** – s pritiskom na ta gumb operator izbriše trenutno izbran recept.
- 4. Preimenovanje recepta** – s pritiskom na ta gumb lahko operator spremeni ime trenutno izbranega recepta.
- 5. Prenos na krmilnik** – s pritiskom na ta gumb lahko operator prenese trenutno izbran recept na krmilnik, kar pomeni, da se bodo naprave na liniji od tega trenutka dalje obnašale kot je specificirano v izbranem receptu.
- 6. Prenos iz krmilnika** – s pritiskom na ta gumb lahko operator prenese recept, ki se trenutno izvaja na krmilniku v pogled Recepti.
- 7. Sprememba posameznih vrednosti** – s pritiskom na katerokoli polje v stolpcu *Vrednost* lahko operator spremeni vrednost na želeno. Če hoče recept uporabiti na krmilniku, mora pritisniti gumb 5. Če ga hoče uporabiti v prihodnosti, mora pritisniti gumb 2.

2.7.5 Beleženje

Implementirani sta dve vrsti beleženja:

- **Beleženje alarmov** – beleženje alarmov je koristno pri maksimizaciji kapacitetes procesne linije. Če hočemo zagotoviti kar največjo kapaciteto, preverimo kateri alarm nam največkrat ustavi delovanje procesne linije. Podatki se beležijo v 3 sekundnih intervalih.
- **Beleženje trenutnega recepta na napravah** – najboljše in najučinkoviteje za delovanje procesne linije je grupiranje izdelkov na takšen način, da je čim manjkrat potrebno spremeniti trenuten recept izvajanja. Podatki se beležijo v 10 sekundnih intervalih.

Datoteke z zabeleženimi podatki so primarno shranjene na disku C:/ v mapah *Logs/Recipe_log/Recipe_log0.txt* in *AlarmLogs/Alarm_log/Alarm_log0.txt*.

3 KONTAKT

V primeru, da ima stranka še kakšno vprašanje, na katero v navodilih za uporabo ne najde odgovora, je prišlo do nepredvidenega zapleta s procesno linijo ali neustreznega delovanja le-te, naj stopi v kontakt z glavnima razvijalcema programske opreme in vzdrževalcema procesne linije.

- **Luka Dragar**; bodoči univerzitetni diplomiran inženir računalništva in informatike
Telefonska številka: 031 756 972
E-mail naslov: <mailto:luka.dragar3@gmail.com>
- **Ana Strmčnik**; bodoča univerzitetna diplomirana inženirka računalništva in informatike
Telefonska številka: 031 364 687
E-mail naslov: <mailto:strmcnik.ana@gmail.com>

Za pomoč sta na voljo skladno s pogodbeno določenimi pogoji.

4 PRILOGA

- **Navodila za uporabo Siemens-S300 krmilnika:**
Siemens [online] 2022. [Citirano 13.1.2022; 19:15]. Dostopno na spletnem naslovu: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/415/15390415/att_41918/v1/S7-300_IHB_e.pdf,
- **Električni plan *fischertechnik* končnih stikal:**
Fischertechnik [online] 2022. [Citirano 13.1.2022; 19:20]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulassungen/ft/37783-Mini-switch.pdf>
- **Električni plan *fischertechnik* fotocelic:**
Fischertechnik [online] 2022. [Citirano 13.1.2022; 19:20]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulassungen/ft/36134-Photo-transistor.pdf>
- **Shema vezja *fischertechnik* procesne linije z dvem napravama:**
Fischertechnik [online] 2022. [Citirano 13.1.2022; 19:20]. Dostopno na spletnem naslovu: https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/Zulassungen/ft/96790_Kundendokumentation_Komplett_Taktstra%C3%9Fe_24V_V3.pdf