

# Automatizacija postrojenja za sazrijevanje vina podruma vinarije Tomaz

---

**Marinac, Elvis**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:072574>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**TEHNIČKI FAKULTET**

Diplomski sveučilišni studij elektrotehnike



Diplomski rad

**AUTOMATIZACIJA POSTROJENJA ZA SAZRIJEVANJE VINA**  
**PODRUMA VINARIJE TOMAZ**

Rijeka, rujan 2023.

Elvis Marinac

0069081399

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij elektrotehnike



Diplomski rad

**AUTOMATIZACIJA POSTROJENJA ZA SAZRIJEVANJE VINA  
PODRUMA VINARIJE TOMAZ**

Mentor: Prof. dr. sc. Dario Matika

Komentor: dr. sc. Dominik Cikač

Rijeka, rujan 2023.

Elvis Marinac

0069081399

Rijeka, 18. travnja 2023.

Zavod: **Zavod za automatiku i elektroniku**  
Predmet: **Automatizacija postrojenja i procesa**  
Grana: **2.03.06 automatizacija i robotika**

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnik: **Elvis Marinac (0069081399)**  
Studij: **Sveučilišni diplomski studij elektrotehnike**  
Modul: **Automatika**

Zadatak: **Automatizacija postrojenja za sazrijevanje vina podruma vinarije Tomaz/  
Automation of the wine aging plant in the cellar of the Tomaz winery**

### Opis zadatka:

posebnim uvjetima i nadzor vina u podrumu po zahtjevima vinarije Tomaz iz Motovuna. Projektiranje uključuje detaljan opis sustava, odabir odgovarajuće opreme i programiranje PLC uređaja serije S7 1200 u programskom paketu Siemens TIA Portal. Dizajnirati korisničko sučelje koje će prikazivati najbitnijih podataka o postrojenju.

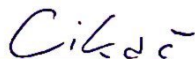
Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2023.

Mentor:

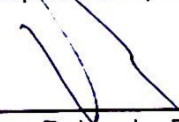


Prof. dr. sc. Dario Matika



Dr. sc. Dominik Cikač (komentor)

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:



Prof. dr. sc. Dubravko Franković

## IZJAVA

Sukladno sa 9. člankom Pravilnika o diplomskom radu, diplomskom ispitu i završetku diplomskog sveučilišnog studija Tehničkog fakulteta u Rijeci, izjavljujem da sam diplomski rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studiranja prema zadanom zadatku na temu AUTOMATIZACIJA POSTROJENJA ZA SAZRIJEVANJE VINA PODRUMA VINARIJE TOMAZ / AUTOMATION OF WINE AGING PLANT IN THE CELLAR OF THE TOMAZ WINERY, u Rijeci 2023. godine.

Rijeka, rujan 2023.

---

Elvis Marinac

## ZAHVALA

Prvo bih se želio zahvaliti svome mentoru prof. dr. sc. Dariu Matiki na nesebičnom dijeljenju znanja tijekom mog fakultetskog obrazovanja, te na pomoći i savjetima u izradi diplomskog rada. Također zahvaljujem komentoru dr. sc. Dominiku Cikaču koji me svojim znanjem iz laboratorijskih vježbi zainteresirao za program TiaPortal, te uloženom trudu tijekom pisanja diplomskog rada.

Posebna zahvala ide mojoj obitelji koji su me školovali i podržavali kroz sve godine studiranja. Mama Lili, tata Mauricio, sestra Valentina, nona Marija i najbolji nono na svijetu Vladimir kojemu posvećujem ovaj rad („Znam da me gledaš!“).

Beskonačno veliko hvala mojim najboljim prijateljima i kolegama na fakultetu uz koje je moje obrazovanje bilo kao jedna velika avantura. Hvala Andrea na nezaboravnim izlascima, hvala cimerima Darianu i Daniju koji su me „trpili“ sve ove godine, te kao šećer na kraju hvala mojoj boljoj polovici Karli koja je uz mene i kad je najteže.

Ovim putem zahvaljujem se prijatelju Antoniu Tomazu i vinariji Tomaz na odličnoj suradnji. Bez njih ovaj rad ne bi bio ostvariv.

**SADRŽAJ**

<b>1. UVOD</b> .....	- 3 -
<b>2. VINARIJA TOMAZ</b> .....	- 4 -
<b>3. BARRIQUE BAČVE I VINA</b> .....	- 7 -
<b>4. SORTE VINA U PROCESU AUTOMATIZACIJE</b> .....	- 9 -
4.1 Sorta vina - Teran .....	- 9 -
4.2 Sorta vina - Malvazija.....	- 11 -
<b>5. TEHNOLOŠKI PROCES</b> .....	- 13 -
5.1 Principijalne električne sheme.....	- 13 -
<b>6. OPREMA VINARIJE ZA AUTOMATIZACIJU</b> .....	- 16 -
6.1 Kuglični ventil s ručnom polugom (Slika 6.1) .....	- 16 -
6.2 Comisa razdjelnik (Slika 6.2) .....	- 16 -
6.3 Elektromotorni ventil (Slika 6.3).....	- 16 -
6.4 Nepovratni ventil - za ispušt vina (Slika 6.4) .....	- 17 -
6.5 Kapacitivni senzor (Slika 6.5) .....	- 17 -
6.6 Pumpa GRUNDFOS UPM3 (Slika 6.6).....	- 17 -
6.7 Senzor temperature i vlažnosti (Slika 6.7).....	- 18 -
6.8 Cijevi za protok od nehrđajućeg čelika (Slika 6.8) .....	- 18 -
6.9 Sonda s priključkom (Slika 6.9) .....	- 18 -
6.10 Klima uređaj i multi inverter(Slika 6.10).....	- 19 -
6.11 Senzor pokreta (Slika 6.11).....	- 19 -
6.12 Led stropna rasvjeta (Slika 6.12) .....	- 20 -
6.13 Bypass ventil (Slika 6.13) .....	- 20 -
6.14 Vodeni sprej (Slika 6.14) .....	- 20 -
6.15 Grijač za mošt i vino (Slika 6.15) .....	- 21 -
6.16 Klimat (Slika 6.16).....	- 21 -
6.17 Releji snage (Slika 6.17) .....	- 21 -
6.18 Sklopnik (Slika 6.18) .....	- 22 -

6.19	Motorna zaštitna sklopka (Slika 6.19) .....	- 22 -
6.20	SIMATIC S7-1200, CPU 1215C (Slika 6.20) .....	- 22 -
6.21	SIMATIC S7-1200, SM1223 (Slika 6.21).....	- 23 -
6.22	SIMATIC S7-1200, SM1231 (Slika 6.22).....	- 23 -
6.23	SIMATIC HMI TP700 Comfort (Slika 6.23) .....	- 23 -
<b>7.</b>	<b>SOFTVERSKA STRUKTURA PROCESA</b> .....	<b>- 24 -</b>
7.1	Hardverska podrška .....	- 24 -
7.2	Programska podrška .....	- 24 -
7.2.1	Programski kod .....	- 25 -
7.2.2	Vizualizacija.....	- 57 -
<b>8.</b>	<b>SIMULACIJA PROCESA</b> .....	<b>- 59 -</b>
<b>9.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>- 71 -</b>
	LITERATURA.....	- 72 -
	Popis oznaka i kratica.....	- 75 -
	Sažetak i ključne riječi .....	- 76 -
	Summary and key words .....	- 77 -



## 1. UVOD

Automatizacija u svijetu predstavlja globalni fenomen korištenja tehnologije i strojeva za obavljanje zadataka i procesa uz minimalnu ljudsku intervenciju. Ima značajan utjecaj na industriju i aspekte svakodnevnog života. Upravo tako i automatizacija vinarije uključuje implementaciju različitih tehnoloških rješenja i sustava za poboljšanje procesa proizvodnje vina. Vinari su od pamtivijeka bili zaokupljeni čuvanjem vina, te su vina prevozili i čuvali u više ili manje prikladnim posudama, poput zemljanih vrčeva, amfora ili kožnih vreća. Oni koji su imali sredstava odlučili su se za drvene bačve, koje su bile izdržljivije i bolje za transport od krhkih vrčeva. Francuska riječ *Barrique* je naziv za vina koja su čuvana u hrastovima bačvama od 225 litara, te se danas *Barrique* bačve smatraju najpoznatijim posudama za čuvanje vina, a odležavanje vina u takvim bačvama znak je kvalitete. Za skladištenje u bačvama od 500 litara u današnje vrijeme sve više se koriste i *Tonneau* bačve, koje su najčešće od hrastovog drveta i ovalnog oblika.

Tema ovog rada bazirana je na automatizaciji vinarije Tomaz u Motovunu, gdje će se uz pomoć suvremene tehnologije nastojati olakšati praćenje i sazrijevanje vina. U radu će biti opisani dijelovi neophodni za funkcioniranje procesa kao što su PLC uređaj, TIA portal (eng. *Totally Intergrated Automation Portal*) programski alat, te naravno programski kod i vizualizacija HMI (eng. *Human – Machine Interface*) uređaja.

Posebno će se pratiti dvije sorte vina:

- Teran sorta vina
- Malvazija sorta vina

Automatizacija vinarije će biti podijeljena na tri glavna dijela:

- *Barrique* drvene bačve za sazrijevanje teran sorte vina
- *Tonneau* drvene bačve za sazrijevanje malvazija sorte vina
- Vinifikator drvena bačva za sazrijevanje teran sorte vina

## 2. VINARIJA TOMAZ

Tradicija uzgajanja vinove loze i proizvodnje kvalitetnih, te okusom specifičnih vina obitelji Tomaz postoji od 1918. godine. Stoljetni mukotrpan rad prenosi se sa koljena na koljeno uz unapređenja u vidu tehnologije, kvalitete i brojnih faktora koji su u skladu današnjice. Sama vinarija smještena je podno grada Motovuna koji je osim vrhunskih vina poznat diljem svijeta po svojim tartufima u Motovunskoj šumi. Vinogradi obitelji prostiru se duž 22 ha jedinstvenog podneblja sa teškim ilovastim tlima na obroncima podno grada Motovuna. Sa svojih 100 000 proizvedenih boca godišnje velika su konkurencija ostalim vinarijama u okolici. Sorte vina koje vinarija Tomaz proizvodi svrstavaju se u četiri skupine (najbolja vina iz skupina prikazana su na Slika 2.1):

### 1. Pjenušava vina

- Pjenušac extra dry „*Celeste*“ - Pjenušavo vrhunsko ružičasto vino
- Pjenušac brut „*San Pancrazio*“ - Pjenušavo vrhunsko vino
- Pjenušac brut „*Pier*“ - Pjenušavo vrhunsko vino

### 2. Svježa vina

- Istarska malvazija „*Avangarde*“ - Vrhunsko suho bijelo vino
- Rose „*Flaminio*“ - Kvalitetno polusuho ružičasto vino
- Sauvignon Blanc „*Nostro*“ – Vrhunsko suho bijelo vino
- Muškati bijeli „*Dolce anima*“ - Kvalitetno poluslatko bijelo vino

### 3. Odležana vina

- Teran „*Barbarossa*“ - Vrhunsko suho crno vino
- Merlot „*Silente*“ - Vrhunsko suho crno vino
- Istarska malvazija „*Šesto senso*“ - Vrhunsko suho bijelo vino
- Malvazija crna „*Nera*“ - Vrhunsko suho crno vino

### 4. Vrhunska vina

- Teran „*Superior*“ - Vrhunsko suho crno vino
- Muškati bijeli „*Viktorija*“ - Kvalitetno poluslatko bijelo vino



*Slika 2.1 Najbolja vina vinarije (pjenušavo, svježe, odležano i vrhunsko vino) [1].*

Zbog sve većeg zahtjeva tržišta i potražnje za vinima Tomaz, došlo je do promjene motiva koji glasi „Vino van okvira“ i dizajna etikete na samim bocama koje su jedinstvene (dva sloja) u svijetu sredinom 2022. godine. Iste godine počeo se graditi novi kompleks vinarije koji zadovoljava sve uvjete suvremenih vinarija, koje osim degustacije ima u ponudi i vrhunsku hranu najboljih restorana. 24.07.2023. godine nova vinarija Tomaz službeno je i završena (Slika 2.2, Slika 2.3, Slika 2.4) te je počela s radom.



*Slika 2.2 Vanjski izgled vinarije Tomaz.*



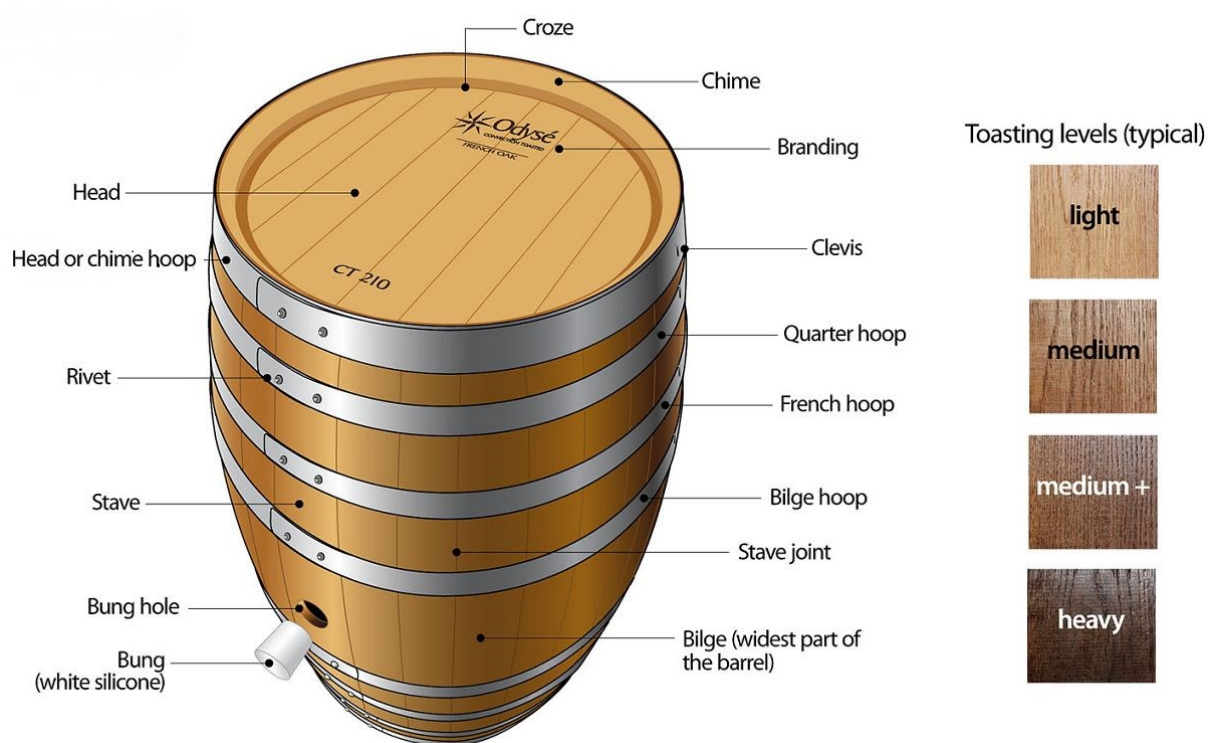
Slika 2.3 Logo vinarije Tomaz.



Slika 2.4 Ulaz u vinariju Tomaz.

### 3. BARRIQUE BAČVE I VINA

*Barrique* (prikazano na Slika 3.1) je najmanja bačva unutar koje se odvija proces. Kaže se da potječe od riječi *barricade* jer su tijekom srpanjske revolucije 1830. s konačnim svrgavanjem Bourbona bačve ispunjene zemljom služile kao blokade cesta. No, već u srednjem vijeku u Bordelaisu se koristila brodska mjera od 225 litara. Kapacitet od samo 225 litara, omogućuje brže sazrijevanje vina u usporedbi s tradicionalnim bačvama. Postoje različite vrste *barriquea*, ali najpoznatiji je onaj koji se zove „*Bordeaux*“ jer dolazi iz Francuske. U svijetu *barriquea*, oni se uglavnom izrađuju od različitih vrsta odležanih drvenih letvica. Primjerice, najčešće su drvene letvice izrađene od francuskog ili američkog hrasta, koje se začinjavaju na otvorenom i na kraju peku na otvorenom plamenu.



Slika 3.1 Izgled Barrique bačve i dijelovi [2].

Karakteristika *Barriquea* je da olakšava prolaz kisika između vanjske i unutarnje strane bačve. Na taj način vino upija sve tipične okuse začinjenog drva od kojeg je bačva napravljena.

Unatoč svemu, sklonost vina oplemenjivanju u bačvama nije svojstvo svih vina: samo ona strukturirana na određeni način, s odgovarajućim udjelom alkohola, profinjenim bojama i relevantnim taninom (prirodnom komponentom vina) su pogodan za ovu tehniku.

Postupkom *barrique* vino prolazi kroz lakše sazrijevanje generirano prolaskom kisika, uzrokovano propusnošću drva. To dovodi do promjene kako u samoj boji vina, s tendencijom prema tamnijoj boji, tako u aromi, više pikantnoj i dimljenoj (zbog začina drveta) i u okusu koji postaje sofisticiraniji zahvaljujući taninima. materijala, koji okus vina čine ugodno oporim.

Unatoč tome, prosječna starost *barriquea* je do najviše tri godine, budući da nakon tri godine proces proizvodnje vina ne bi bio adekvatan, štoviše postoji opasnost da vino izgubi vlastiti okus i karakterističnu boju. *Barrique* vino prikazano je na Slika 3.2.

Primjer *Barrique* vina na području Istarske županije je upravo vino vinarije Tomaz pod imenom „*Barbarossa Superior*“. Izvanredno vino proizvedeno od vinove loze sorte teran, tj. 70% grožđa se suši na trsovima u vinogradu, a 30% na slami. Vinifikacija vina se odvaja i nakon fermentacije te odležava u francuskim drvenim bačvama 24 mjeseca. Vino je rubin crvene boje, s ugodnim notama zrelog crvenog voća na nosu.



Slika 3.2 *Barrique* vino „*Barbarossa Superior*“ [3].

## 4. SORTE VINA U PROCESU AUTOMATIZACIJE

Sorte vina koje će biti automatizirane u ovome radu su malvazija i teran. Malvazija je čuvana u *Tonneau* bačvama, dok je teran čuvan u bačvama *Barrique* i vinifikatoru.

### 4.1 Sorta vina - Teran

Teran sorta vina je autohtona istarska sorta grožđa i proizvodi se crno vino. Grožđe Teran ima tamno crvenu prema crnoj boji. Aroma je voćna, te izražava karakterističan okus za koji se može reći da je jak, pun i robustan. Enolozi ga smatraju ljekovitim vinom zbog visokih polifenola (tanini). Dobro se sljubljuje sa jelima na bazi mesa i divljači, te s hladnim predjelima mesnog podrijetla kao što je istarski pršut i sir. Poslužuje se i pije na temperaturi od 18°C do 20°C kako bi na osjetile sve njegove karakteristike.

Vinarija Tomaz teran sortu vina čuva u dvije vrste bačvi. Jedna od bačvi je *Barrique* (Slika 4.1) koje su namijenjene za 225l vina sorte teran. U Tablica 4.1 prikazani su svi uvjeti potrebni za teran sortu vina u *Barrique* bačvama. Na Slika 4.2 prikazana je boca teran vina sa etiketom Tomaz vinarije.

Tablica 4.1 Teran sorta – *Barrique* bačve

Teran sorta – <i>Barrique</i> bačve		
Zahtjevi - temperatura	ODLEŽAVANJE	(19°C - 21°C) 6 mj.
	MALOLAKTIČNA FERMENTACIJA	(23°C - 25°C) 3 mj.
	ODLEŽAVANJE	(19°C - 21°C) 15 mj.



Slika 4.1 *Barrique* bačve za teran sortu vina.



Slika 4.2 Teran sorta Tomaz vinarije „Barbarosa“ [4].

Teran sorta ujedno se čuva i u vinifikatoru. Vinifikator predstavlja drvenu bačvu koja se koristi u procesu vinifikacije, odnosno proizvodnje vina jer omogućava preciznu kontrolu procesa proizvodnje i stvaranje određenih stilova vina.. Postoje različiti tipovi vinifikatora kao što su bubnjevi (koji se koriste za drobljenje grožđa), fermentacijski rezervoari (u kojima se odvija fermentacija), bačve (za sazrijevanje) i oprema za filtraciju i flaširanje. Na Slika 4.3 prikazana je bačva za sazrijevanje tj. vinifikator. Uvjeti za automatizaciju uz pomoć vinifikatora prikazani su u Tablica 4.2 Vrhunsko vino sorte teran čuvane u vinifikatoru prikazano je na Slika 4.4.

Tablica 4.2 Teran sorta – Vinifikator bačve

Teran sorta – Vinifikator bačve		
<b>Zahtjevi - temperatura</b>	FERMENTACIJA	(17°C - 19°C) 30 dana.
	HLADNA STABILIZACIJA	(7°C - 9°C) 11 dana.
	ODLEŽAVANJE	(19°C - 21°C) 24 mj.



Slika 4.3 Teran sorta – vinifikator bačve.





Slika 4.4 Teran sorta Tomaz vinarije „Superior“ [3].

#### 4.2 Sorta vina - Malvazija

Malvazija je naziv za cijelu grupu sorti i podrazumijeva uglavnom bijelo grožđe, tj. vino. U Hrvatskoj uglavnom raste u Istri i Konavlima, a vino se deklarira kao Malvazija istarska. Popularna je širom svijeta te se uzgaja i u Španjolskoj, Grčkoj, Italiji i ostalim regijama. Daje zlatno i mirisno vino, s aromama marelice, badema, mošusa i bagrema. Najbolje se slaže sa plodovima mora, ribom ili bijelim mesom.

Vinarija Tomaz sortu vina malvazija čuva u posebnim bačvama *Tonneau* koje pripadaju *Barrique* vrsti bačvi (Slika 4.5). Koriste se bačve do 500l te vino sazrijeva unutar 12 mjeseci. Zahtjevi ove sorte vina su manje zahtjevni od teran sorte, te u Tablica 4.3 dani su svi podatci potrebni za ovu sortu vina. Malvazija vino vinarije Tomaz predstavljena je pod imenom „*Šesto senso*“ za odležano vino i „*Avangarde*“ za svježije vino koje se ne čuva u ovim bačvama ali pripada istoj sorti (Slika 4.6).

Tablica 4.3 Malvazija sorta –*Tonneau* bačve

Malvazija sorta – <i>Tonneau</i> bačve		
Zahtjevi - temperatura	ODLEŽAVANJE	(17°C - 19°C) 12 mj.



Slika 4.5 Malvazija sorta – Tonneau bačve



Slika 4.6 Lijevo malvazija „Avangarde“ [5], desno malvazija „Šesto-senso“ [6].

## 5. TEHNOLOŠKI PROCES

Proces sazrijevanja uključuje različite tehnološke korake i razmatranja, a može varirati ovisno o vrsti vina koje se proizvodi i ciljevima vinara. Ovaj rad je podijeljen na tri odvojena tehnološka procesa zbog različitih parametara poput temperature, vremenu fermentacije i/ili odležavanja.

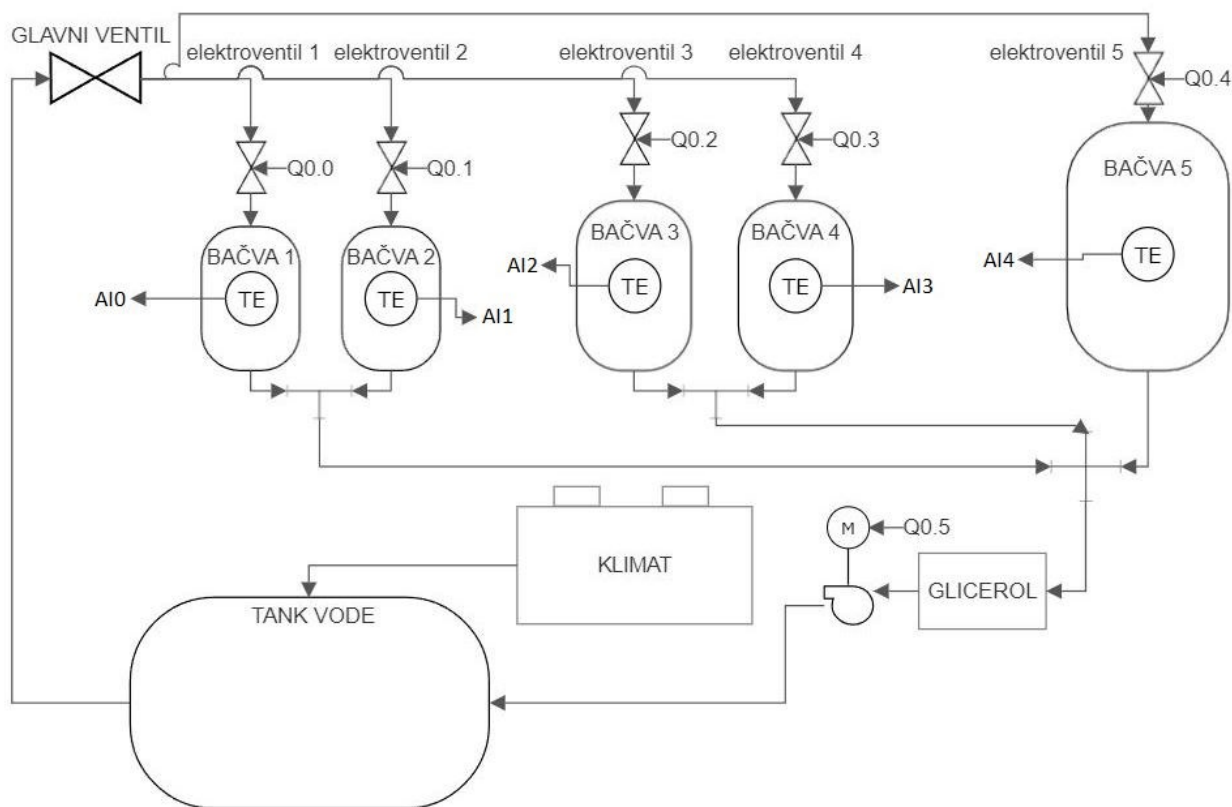
Prvi tehnološki proces koji je opisan bazira se na sazrijevanju teran sorte vina u *Barrique* bačvama. Svaka bačva opremljena je s četiri kapacitivna senzora koji signaliziraju razinu vina unutar pojedine bačve *Barrique* teran sorte. Vino se čuva u kontroliranom okruženju, unutar granica parametara temperature i vlažnosti. Pomoću sonde mjerimo temperaturu vina te po potrebi grijemo bačvu grijačem za vino ili hladimo sustavom za hlađenje. Podrum je opremljen i s sensorima temperature i vlažnosti zraka koji pomažu cijelom sustavu u kontroli zadanih parametara. Ukoliko zadani parametri odstupaju tada koristimo klima uređaja za grijanje, hlađenje ili odvlaživanje podruma, dok uz pomoć vodenog spreja raspršujemo vodenu maglu te samim time povisujemo postotak vlage u zraku. Ujedno spomenuti parametri temperature i vlage mogu utjecati i na sami proces sazrijevanja, a time i na interakciju između vina i bačve. Također vrlo bitan parametar u je rasvjeta koja mora biti upaljena jedino ako je potrebna. Posljednji, ali ne i manje bitan, dio opreme podruma je rasvjeta koja se pali u određenim uvjetima. Uz pomoć senzor pokreta LED rasvjeta osvjetljava podrum u trajanju od 120 sekundi.

Drugi i treći tehnološki proces odvijaju se u podrumu *Tonnoe* malvazija i podrumu u kojem se nalazi vinifikator teran sorte vina. Cijeli proces izvodi se kao opisani proces za podrum *Barrique* teran uz različite parametre temperature, vlage i vremena odležavanja/fermentacije/hladne stabilizacije.

Tehnološki proces sazrijevanja vina vrlo je složen i precizan segment proizvodnje vina, a odabiri vinara u svakom koraku mogu utjecati na okus i kvalitetu konačnog proizvoda. Detaljan rad procesa opisan je u poglavlju 8 *SIMULACIJA PROCESA*.

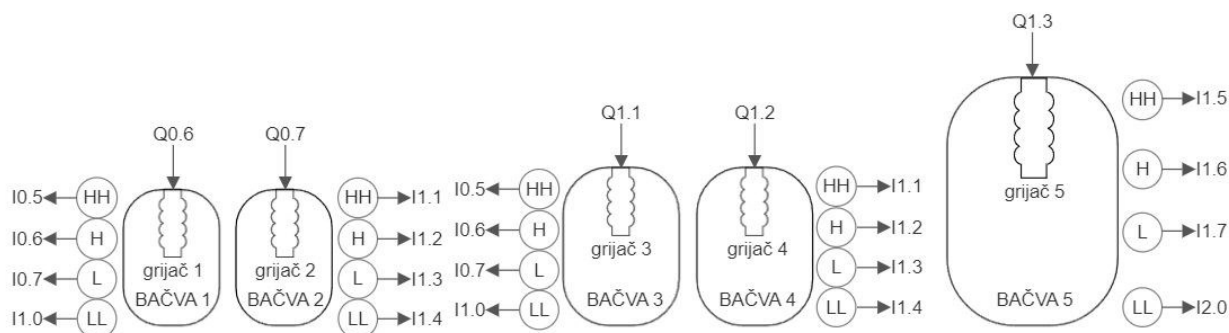
### 5.1 Principijalne električne sheme

Slika 5.1 prikazuje principijalnu električnu shemu hlađenja bačvi. Sustav hlađenja sastoji se od klimata, tanka vode, pumpe, motora, spremnika glicerola, glavnog ventila, elektroventila i cijevi. Motor pogoni pumpu koja tjera glicerol kroz sustav cijevi za hlađenje. Glicerol prolazi kroz cijevi u tanku vode koja je ohlađena pomoću klimata. U svakoj bačvi postavljen je senzor temperature te kako se temperatura u pojedinoj bačvi povisi iznad zadane otvara elektroventil koji smanjuje temperaturu u bačvi na zadanu.



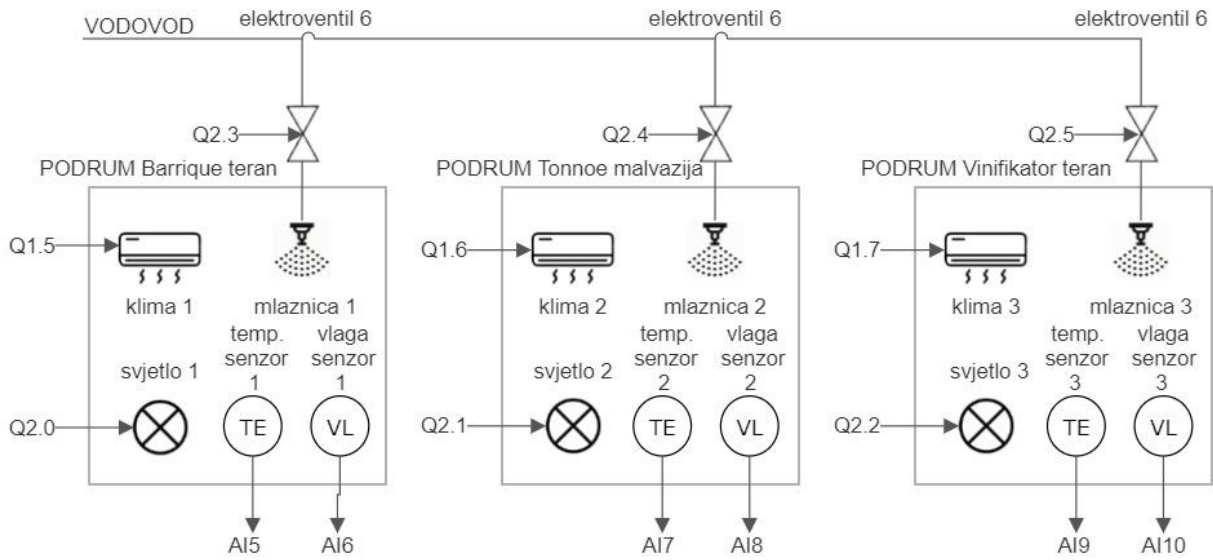
Slika 5.1 Shema hlađenja bačvi.

Shema grijanja bačvi i nivoa vina u bačvama prikazana je na Slika 5.2. Svaka bačva sadrži četiri induktivna senzora razine koji služe za prikaz razine vina u pojedinoj bačvi. U bačvama se nalaze grijači koji se upale kada padne temperatura ispod zadane vrijednosti.



Slika 5.2 Shema grijanja bačvi i nivoa vina u bačvama.

Sustav za održavanje temperature i vlage podruma prikazan je Slika 5.3. Sustav se sastoji od klime koje su povezane s vanjskom jedinicom, senzora temperature i vlage zraka. Klima grije/hladi podrum ovisno o trenutnoj temperaturi podruma. Mlaznice se pale kada senzori vlage detektiraju pad vlažnosti zraka u pojedinom podrumu. U svakom podrumu također nalaze se senzori pokreta na osnovi kojih se uključuje LED rasvjeta.



Slika 5.3 Shema temperature, vlage i rasvjete podruma.

## 6. OPREMA VINARIJE ZA AUTOMATIZACIJU

U ovome poglavlju navesti će se sva oprema korištena za automatizaciju vinarije. Ujedno i kratka specifikacija o svakoj opremi.

### 6.1 Kuglični ventil s ručnom polugom (Slika 6.1)

- Materijal: nehrđajući čelik ss304
- Radni tlak 0-63bar
- Područje temperature od -20 ° C do 120 ° C
- Priključak: unutarnji navoj 3/4 inch



Slika 6.1 Kuglični ventil s ručnom polugom [10].

### 6.2 Comisa razdjelnik (Slika 6.2)

- Težina 0.18 kg
- Priključni spoj: 3/4"



Slika 6.2 Comisa razdjelnik [11].

### 6.3 Elektromotorni ventil (Slika 6.3)

- Napajanje zavojnice: 24 V (DC)
- Tlak medija: 0-10 bara
- Nazivni protok: 7.5 m<sup>3</sup>/h



Slika 6.3 Elektromotorni ventil [12].

#### 6.4 Nepovratni ventil - za ispušt vina (Slika 6.4)

- Nepovratni ventil sa filterom
- Nazivni tlak: 1,6 MPa
- Primjenjiva temperatura:  $-10^{\circ}\text{C} \leq T \leq 120^{\circ}\text{C}$
- Radni medij: voda, ulje, nekorozivna tekućina, nezapaljivi plin



Slika 6.4 Nepovratni ventil [13].

#### 6.5 Kapacitivni senzor (Slika 6.5)

- Izlazni krug: PNP, normalno otvoren kontakt
- Napajanje: 10-30 V (DC)
- Raspon detekcije: do 4 mm



Slika 6.5 Kapacitivni senzor [14].

#### 6.6 Pumpa GRUNDFOS UPM3 (Slika 6.6)

- UP OEM (UPM3) su cirkulacijske pumpe visoke učinkovitosti pogodne za sve HVAC aplikacije, od bojlera i dizalica topline do sustava jedinica toplinskog sučelja
- Maksimalni protok: 7 m<sup>3</sup>/h
- Temperatura tekućine: -10 do 110 °C
- Maksimalni tlak: 10 bara



Slika 6.6 GRUNDFROS pumpa [15].

### 6.7 Senzor temperature i vlažnosti (Slika 6.7)

- Kombinirani kanalski osjetnik temperature i relativne vlažnosti
- Napajanje: 12 do 34 VAC / VDC
- Mjerno područje – vlaga: 0 do 100% r. v.
- Temperatura: -30°C do +70 °C



Slika 6.7 Senzor temperature i vlažnosti [16].

### 6.8 Cijevi za protok od nehrđajućeg čelika (Slika 6.8)

- Priključak: 3/4"



Slika 6.8 Cijevi za protok [17].

### 6.9 Sonda s priključkom (Slika 6.9)

- Promjer zaštitne cijevi: 4 mm
- Raspon temperature: -30 do 180 °C
- Duljina kućišta L: 40 do 200mm
- Kućište: nehrđajući čelik DIN 1.4301



Slika 6.9 Sonda s priključkom [18].



### 6.10 Klima uređaj i multi inverter(Slika 6.10)

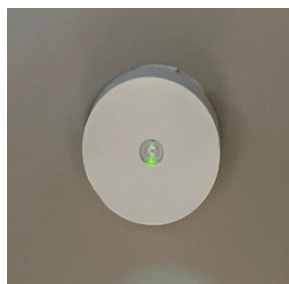
- Klima uređaj:
  - Energetska učinkovitost: A++
  - Hlađenje: 3,2 kW
  - Grijanje: 3,4 kW
  - Wifi upravljanje
  - Automatski prilagođava brzinu ventilatora prema temperaturi u prostoriji, kako bi postigao blago ili snažno isušivanje
  - Kontrolira razinu vlage u zraku
- Multi inverter:
  - Ušteda prostora jer omogućava spajanje do 5 različitih unutarnjih jedinica na 1 vanjsku jedinicu
  - Svaka unutarnja jedinica može se regulirati odvojeno



Slika 6.10 Klima uređaj [19] i multi inverter [20].

### 6.11 Senzor pokreta (Slika 6.11)

- Stropni IR senzor pokreta
- Svjetlosna osjetljivost 3 - 2000lx
- Doseg senzora - 6 m
- Vremenski period osvjetljenja 10 s - 10 min
- Kut detekcije 360°



Slika 6.11 Senzor pokreta.

**6.12 Led stropna rasvjeta (Slika 6.12)**

- Usmjereni led stropni svjetiljki
- Napon: 230V
- Snaga: 10W



*Slika 6.12 Rasvjeta (dvije vrste oblika).*

**6.13 Bypass ventil (Slika 6.13)**

- Max protok: 30 l/min
- Ulazna i izlazna rupa: 3/8" F
- Materijal: mesing
- Max pritisak: 250 bar
- Max temperatura: 80 °C



*Slika 6.13 Bypass ventil [21].*

**6.14 Vodeni sprej (Slika 6.14)**

- Oblik prskalice je paraboličan
- Raspršuje 80-100% ukupne količine vode u obliku vodene magle



*Slika 6.14 Vodena prskalica [22].*

**6.15 Grijač za mošt i vino (Slika 6.15)**

- Električna svojstva: 230V, 1000W
- Tijelo grijača izrađeno od nehrđajućeg čelika



*Slika 6.15 Grijač za mošt i vino [23].*

**6.16 Klimat (Slika 6.16)**

- Napon: 380 V (AC)
- Raspon rada okoline: -20 do 35 °C



*Slika 6.16 Klimat [24].*

**6.17 Releј snage (Slika 6.17)**

- Kontakt: 1 C/O
- Napon svitka: 24 V (DC)
- Nazivna struja kontakata: 16 A



*Slika 6.17 Releј snage [25].*

**6.18 Sklopnik (Slika 6.18)**

- Neto masa: 0,16kg
- Napon svitka: 24 V (DC)
- Nazivna struja kontakata: 20 A



Slika 6.18 Sklopnik [26].

**6.19 Motorna zaštitna sklopka (Slika 6.19)**

- Neto masa: 0,30kg
- Strujno područje: 0,40-0,63 A



Slika 6.19 Motorna zaštitna sklopka [27].

**6.20 SIMATIC S7-1200, CPU 1215C (Slika 6.20)**

- 14 digitalnih ulaza 24V (DC)
- 10 digitalnih izlaza 2A
- 2 PROFINET ulaza



Slika 6.20 SIMATIC S7-1200, CPU 1215C [28].

**6.21 SIMATIC S7-1200, SM1223 (Slika 6.21)**

- 16 digitalnih ulaza 24V (DC)
- 16 digitalnih izlaza 0.5A



*Slika 6.21 SIMATIC S7-1200, SM1223 [29].*

**6.22 SIMATIC S7-1200, SM1231 (Slika 6.22)**

- 8 analognih ulaza (strujni/naponski)



*Slika 6.22 SIMATIC S7-1200, SM1231 [30].*

**6.23 SIMATIC HMI TP700 Comfort (Slika 6.23)**

- 7" ekran osjetljiv na dodir



*Slika 6.23 SIMATIC HMI TP700 Comfort [31].*

## 7. SOFTVERSKA STRUKTURA PROCESA

U ovom poglavlju opisati će se cijela softverska struktura projekta odnosno hardverska podrška (PLC programabilni uređaj) i programska podrška (TIA portal). Ukratko će se opisati softver potreban za izradu samoga projekta, dok će glavna tematika biti bazirana na određenim blokovskim strukturama programa, vizualizaciji u HMI sučelju i simulaciji istoga.

### 7.1 Hardverska podrška

PLC je programabilni uređaj čija je namjena upravljanje industrijskim procesima. Rad uređaja se zasniva na praćenju stanja perifernih uređaja spojenih na ulaze, odnosno izlaze te izvršavanju programa koji donosi odluke na temelju ulaznih vrijednosti. SIMATIC S7-1200 CPU 1215C, SM1223 i SM1231 (prikazani u poglavlju 6. pod oprema) označavaju tipove procesora PLC proizvođača Siemens (Slika 7.1) koji su i korišteni za tehničku izvedbu simulacije automatizacije vinarije Tomaz.



Slika 7.1 Siemens SIMATIC S7-1200 [32].

### 7.2 Programska podrška

Softverski dio projekta je izrađen u TIA 15.0 (logo prikazan na Slika 7.2) programskom paketu. Program omogućuje neograničen pristup cjelokupnom rasponu usluga digitalizirane automatizacije. Pomoću *ladder* dijagrama izrađuje se upravljački program koji je potom lako i jednostavno proširiti na buduće zahtjeve tržišta. Za organiziranost projekta pomaže unos korisničkih komentara svakog izrađenog „*Networka*“ za opis ideologije programiranja.

Koriste se tri vrste memorije:

- Glavna memorija koju nije moguće proširiti.
- Sistemska memorija koja služi za pohranu memorijskih bitova, koja je podijeljena na adrese.
- Proširiva memorija koja služi za pohranu blokova, podataka i uputa.

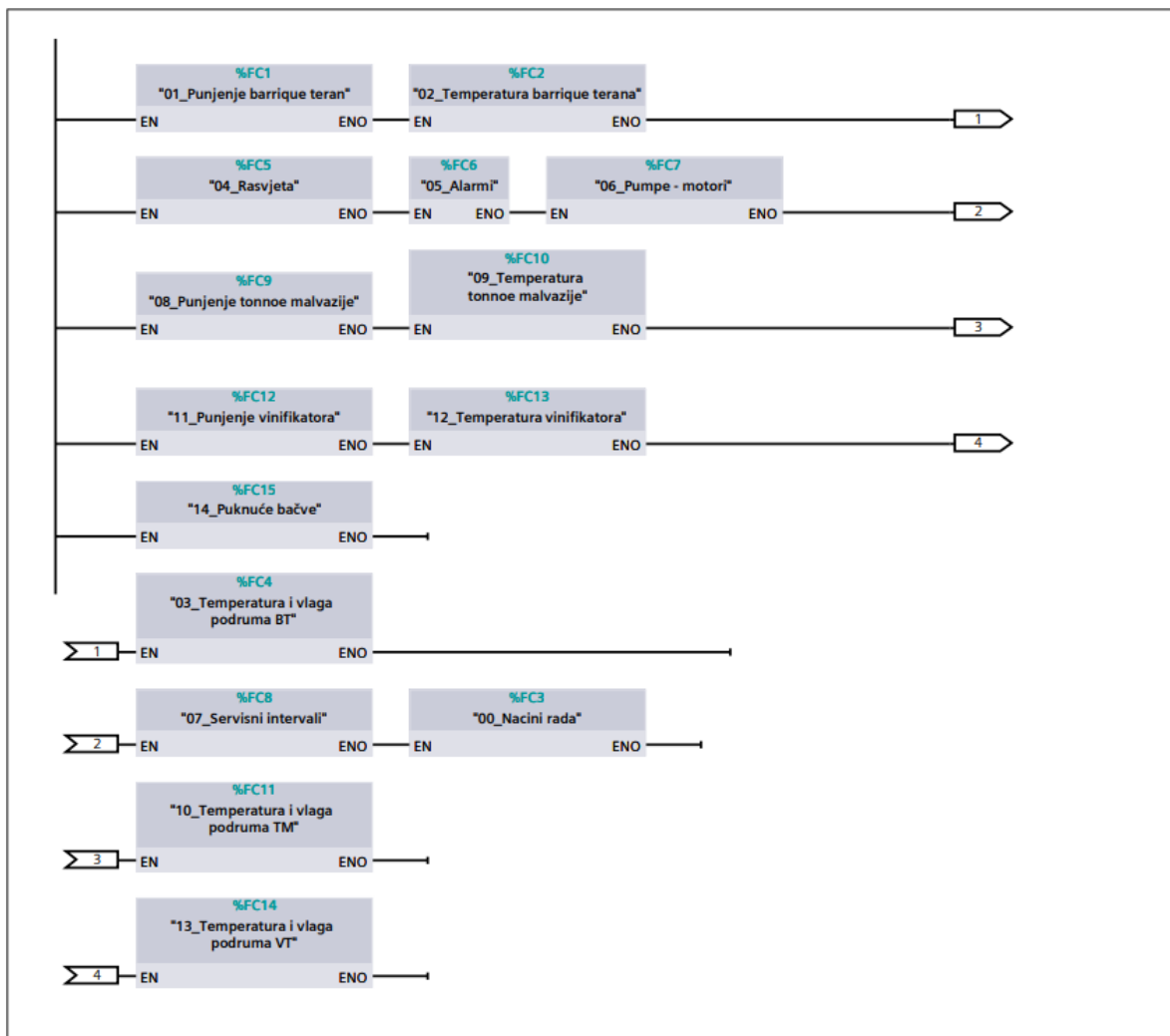


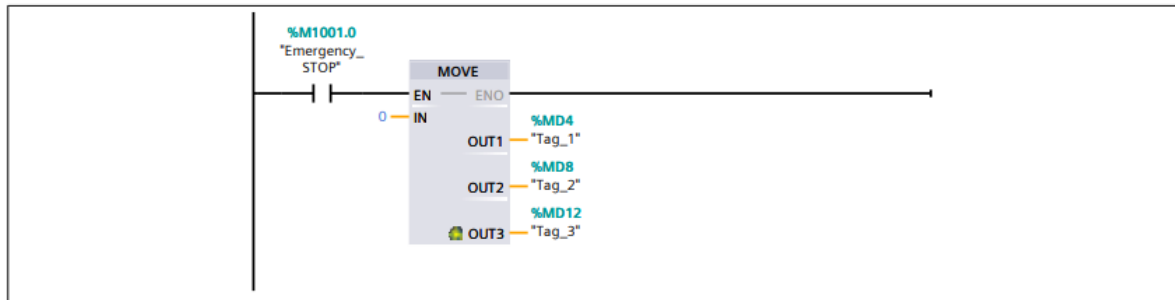
Slika 7.2 Logo TIA V15.0 [33].

### 7.2.1 Programski kod

U ovome poglavlju biti će opisani i prikazani najbitniji dijelovi koda. Opis koda bazirati će se na teran sorti vina *Barrique* bačvi. Ujedno prikazati će se samo kod jedne bačve teran sorte jer isto vrijedi i za drugu bačvu. Uz teran sortu prikazati će se i rad vinifikatora teran sorte vina.

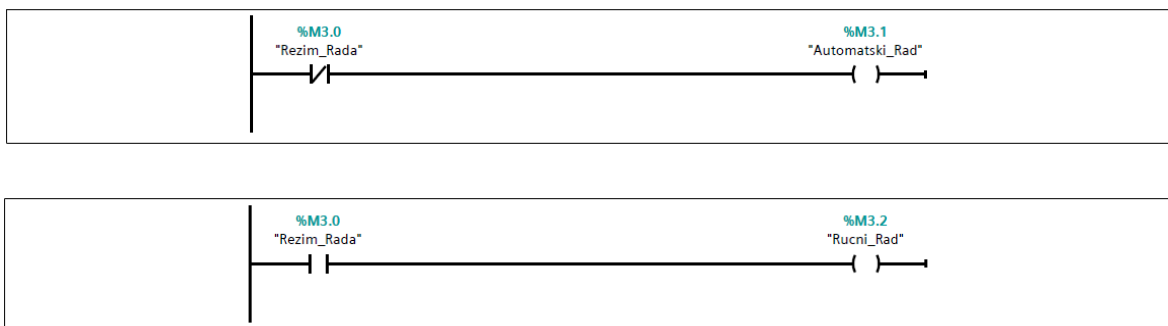
„Main OB1“ prikazan na Slika 7.3 sastoji se od više funkcija (FC-Function) koji imaju zadan programski kod koji obavljaju. U nastavku biti će prikazani kodovi funkcija (FC-Function) i zasebno objašnjenje samih.





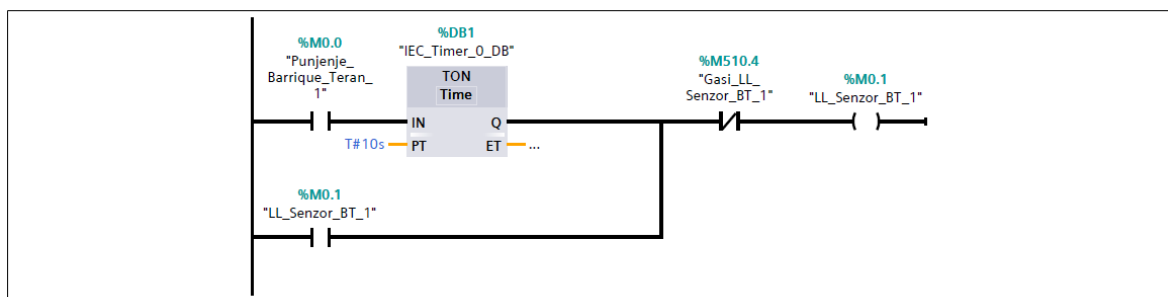
Slika 7.3 Main [OBI].

Na Slika 7.4 prikazani su načini rada FC3. Omogućeno je rad u ručnom režimu i u automatskom režimu rada. Ručni rad je preporučan ukoliko dođe do kvara ili zatajenja sustava. Sustav je namijenjen da radi cijelo vrijeme u automatskom režimu rada.

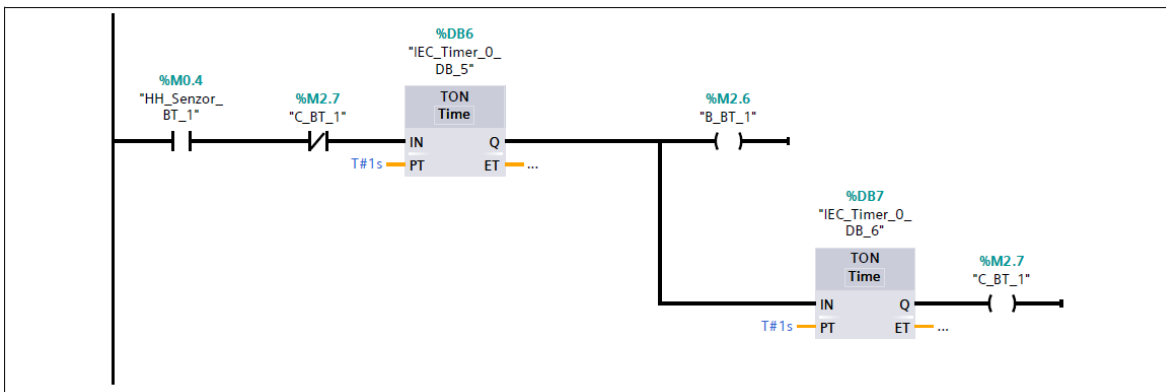
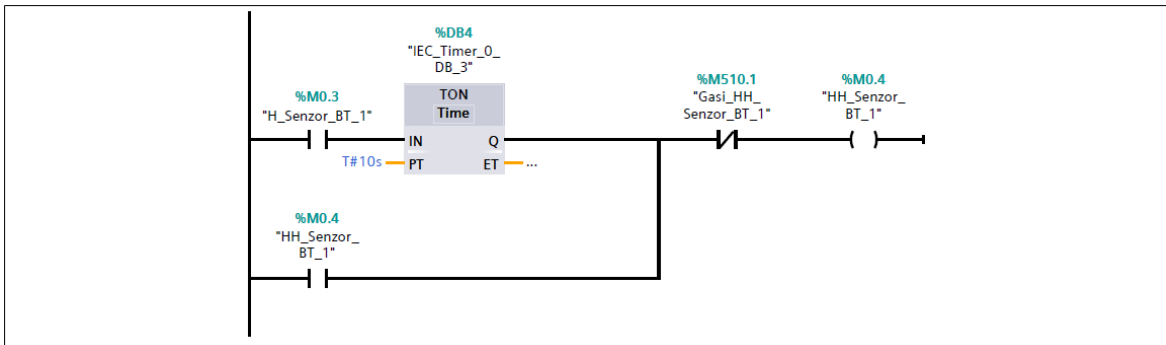
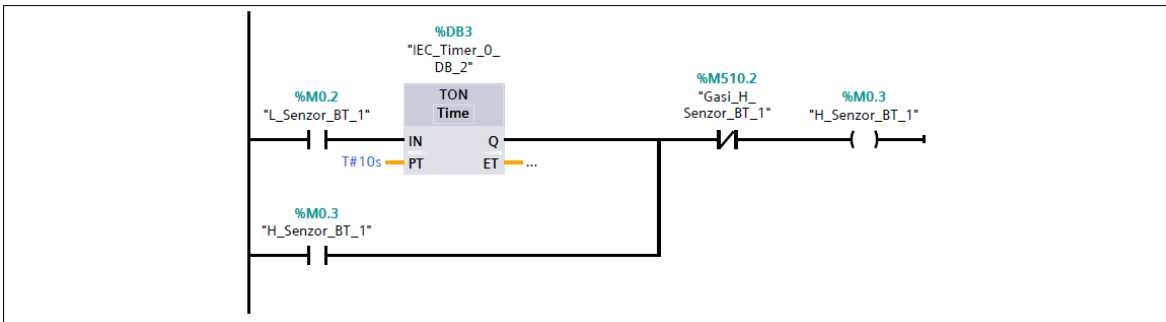
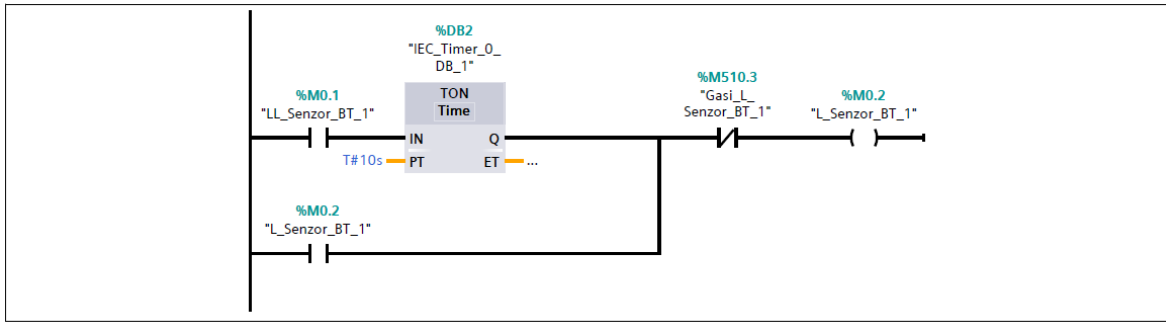


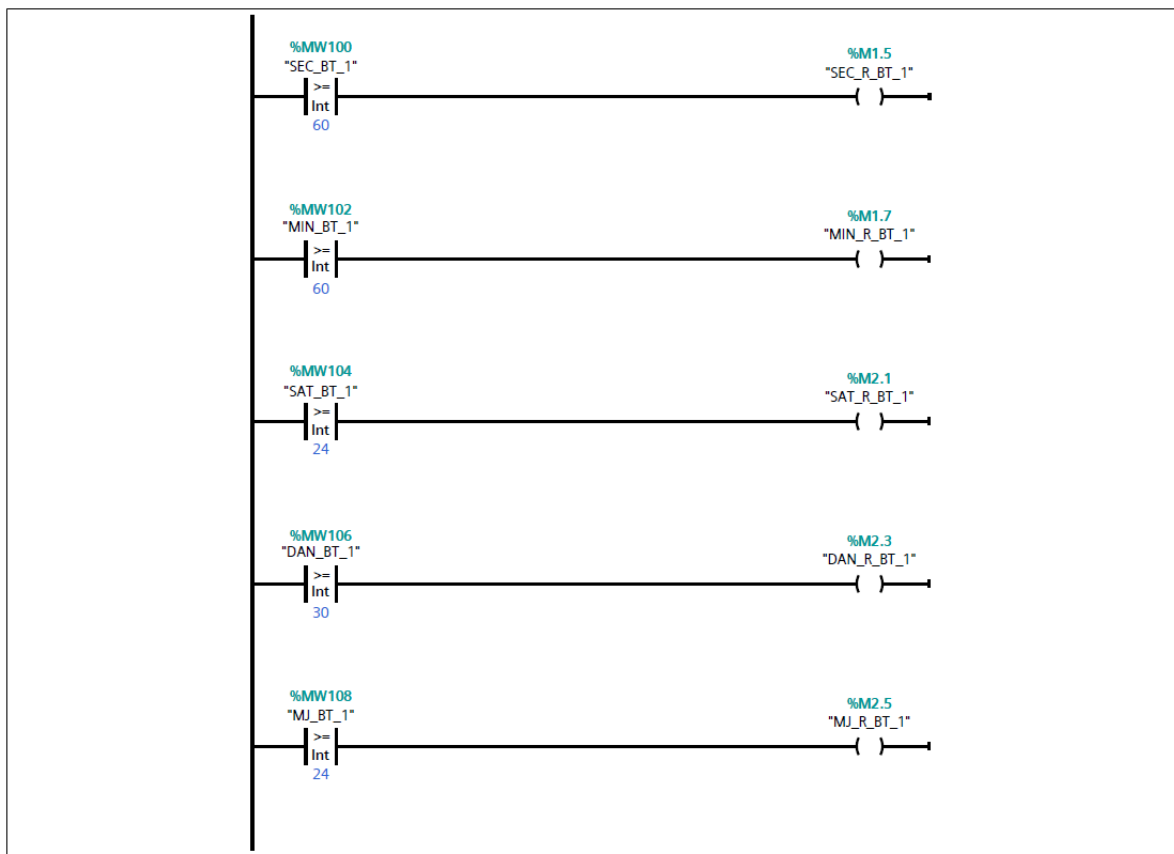
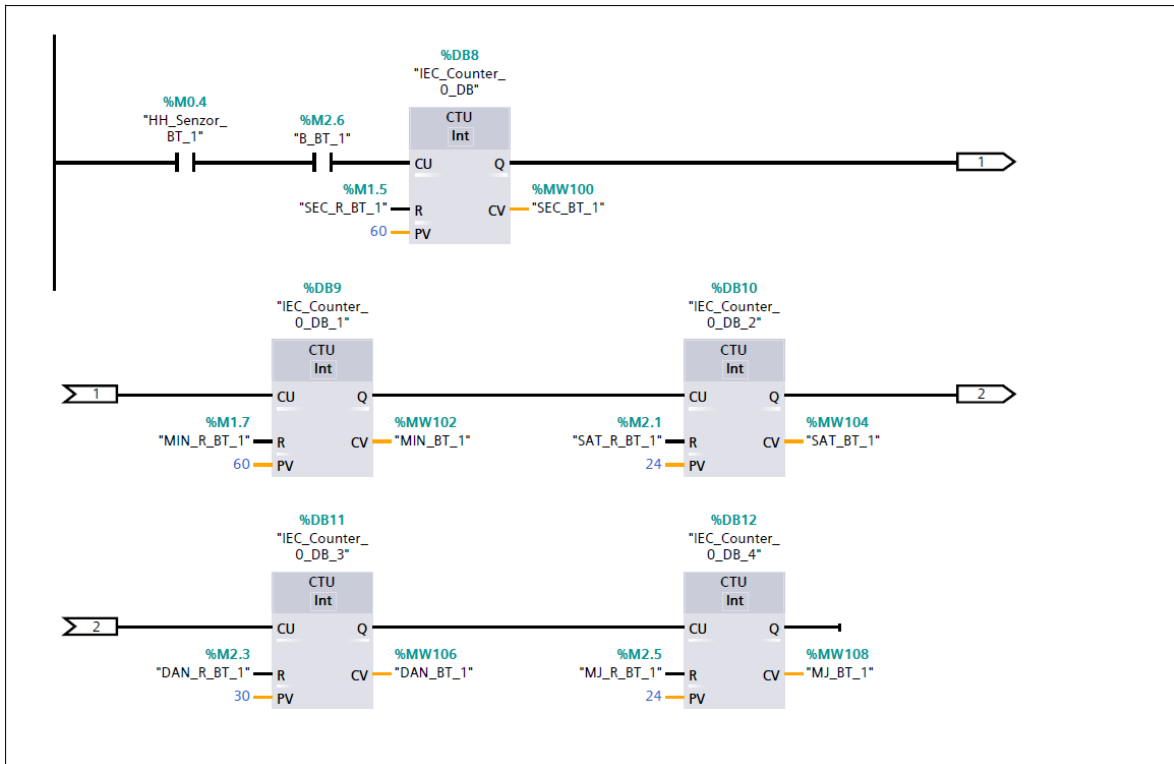
Slika 7.4 00\_Načini rada [FC3].

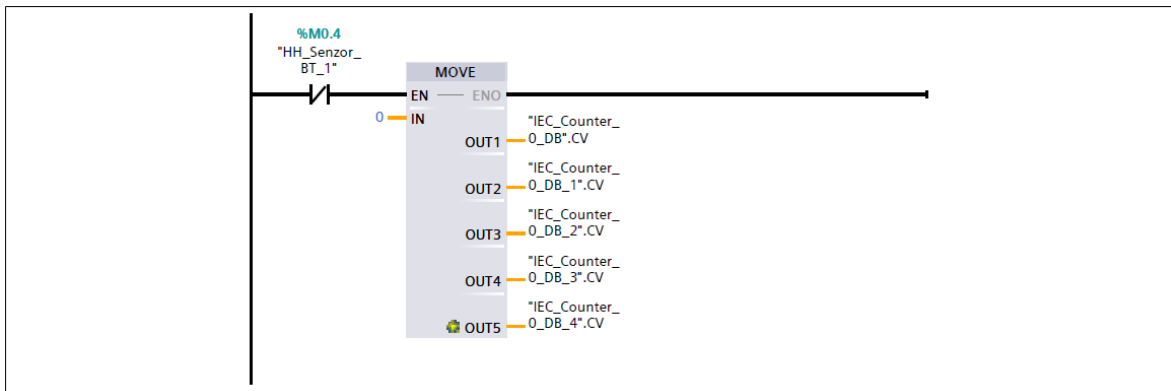
Na Slika 7.5 prikazan je kod FC1 za punjenje prve *Barrique* bačve teran sorte. Sastoji se od dva dijela, to su razina napunjenosti i brojanje vremena odležanosti vina svake bačve. Kod se zasebno izvodi za bačvu 1 i bačvu 2. To znači da bačvu 1 možemo napuniti te imati uvid o napunjenosti i njezinom vremenu odležanosti, dok je bačva 2 prazna. Ujedno možemo imati i uvid o svim parametrima i za bačvu 2 kao kod bačve 1.





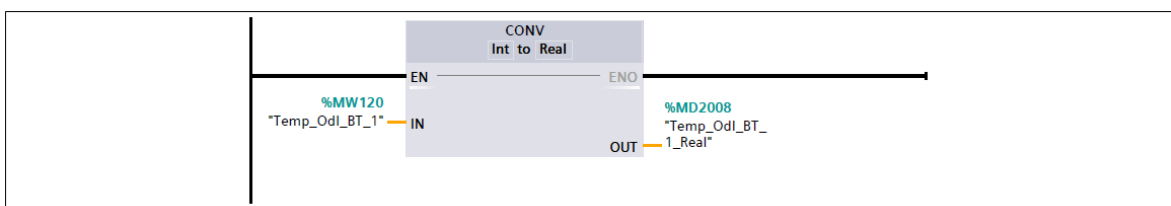


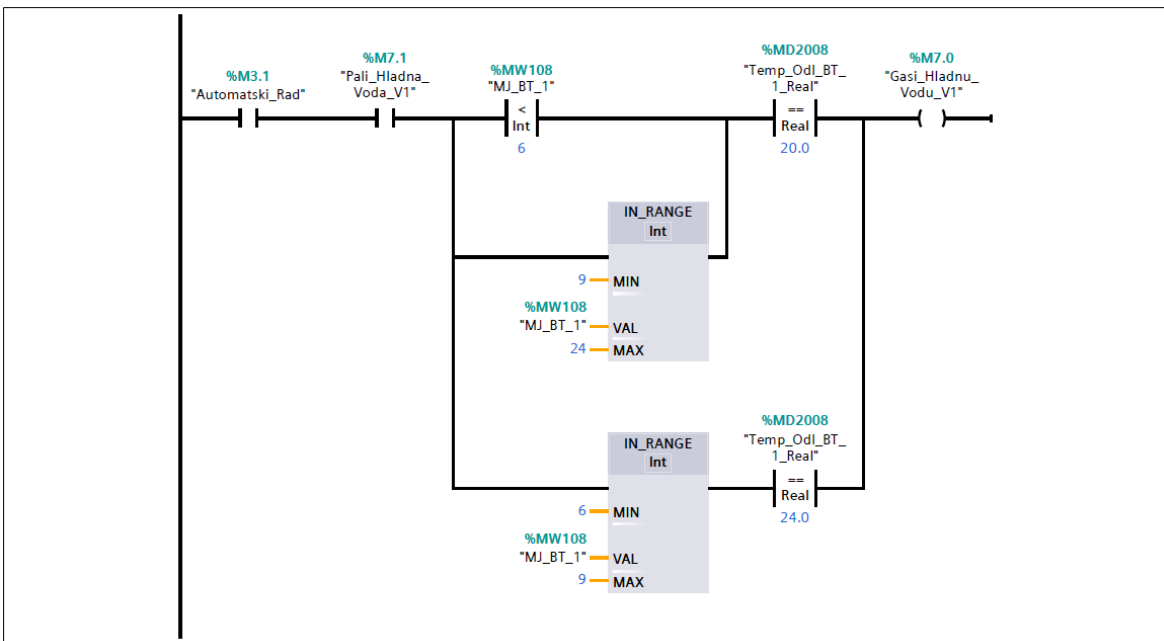
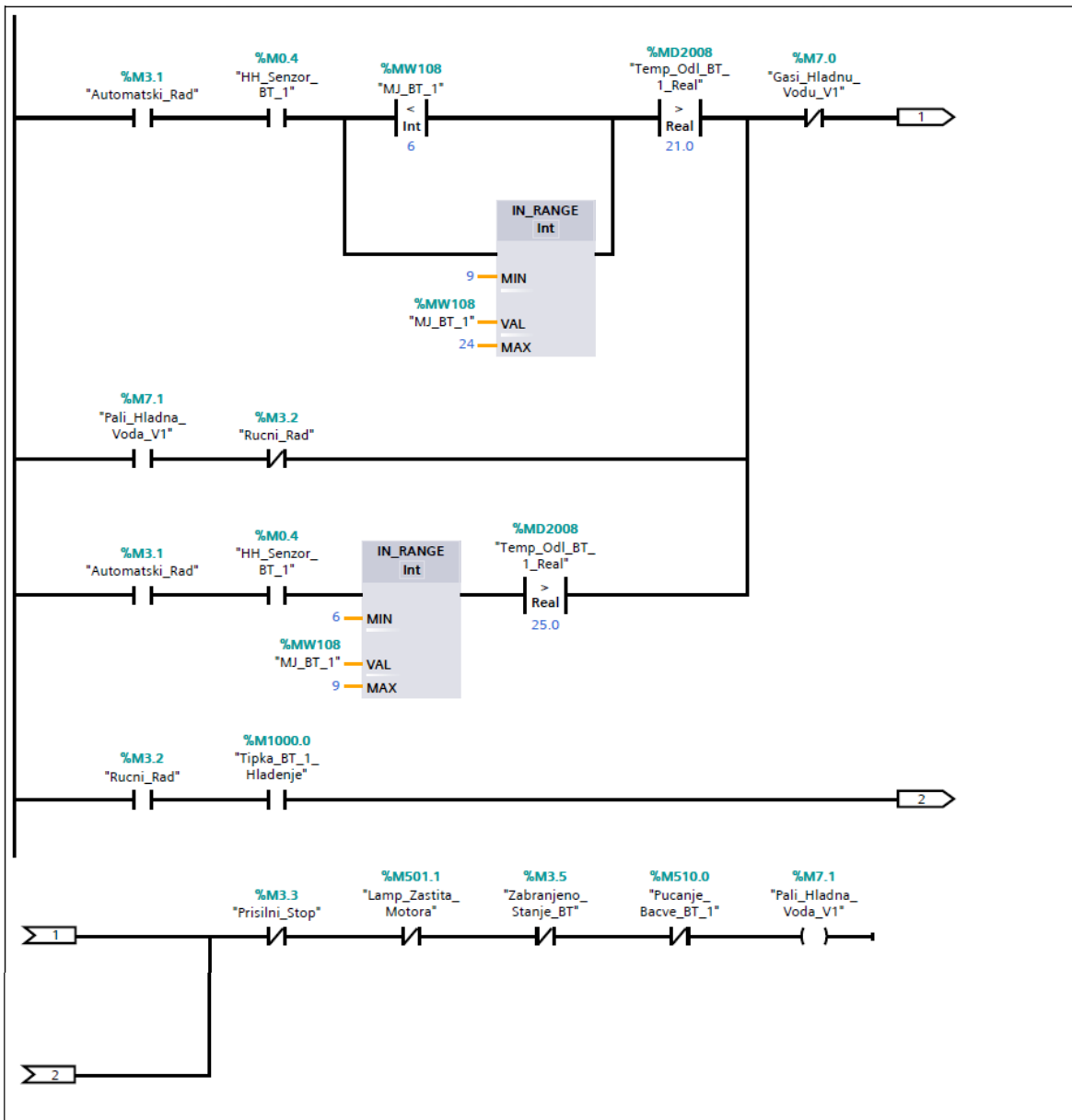


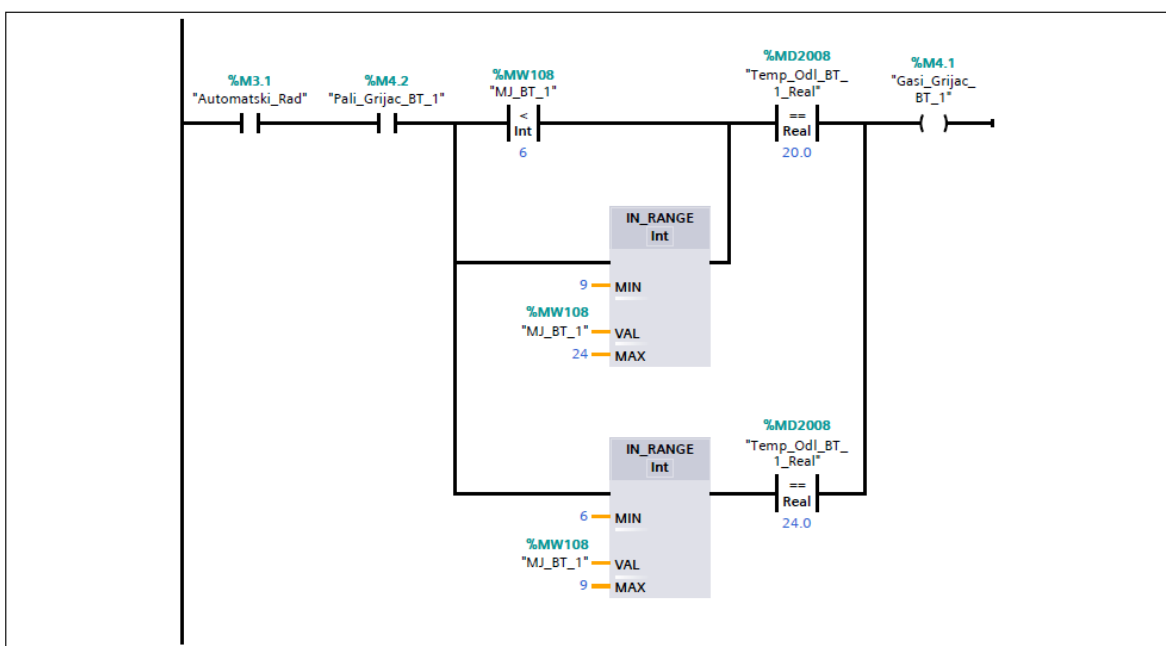
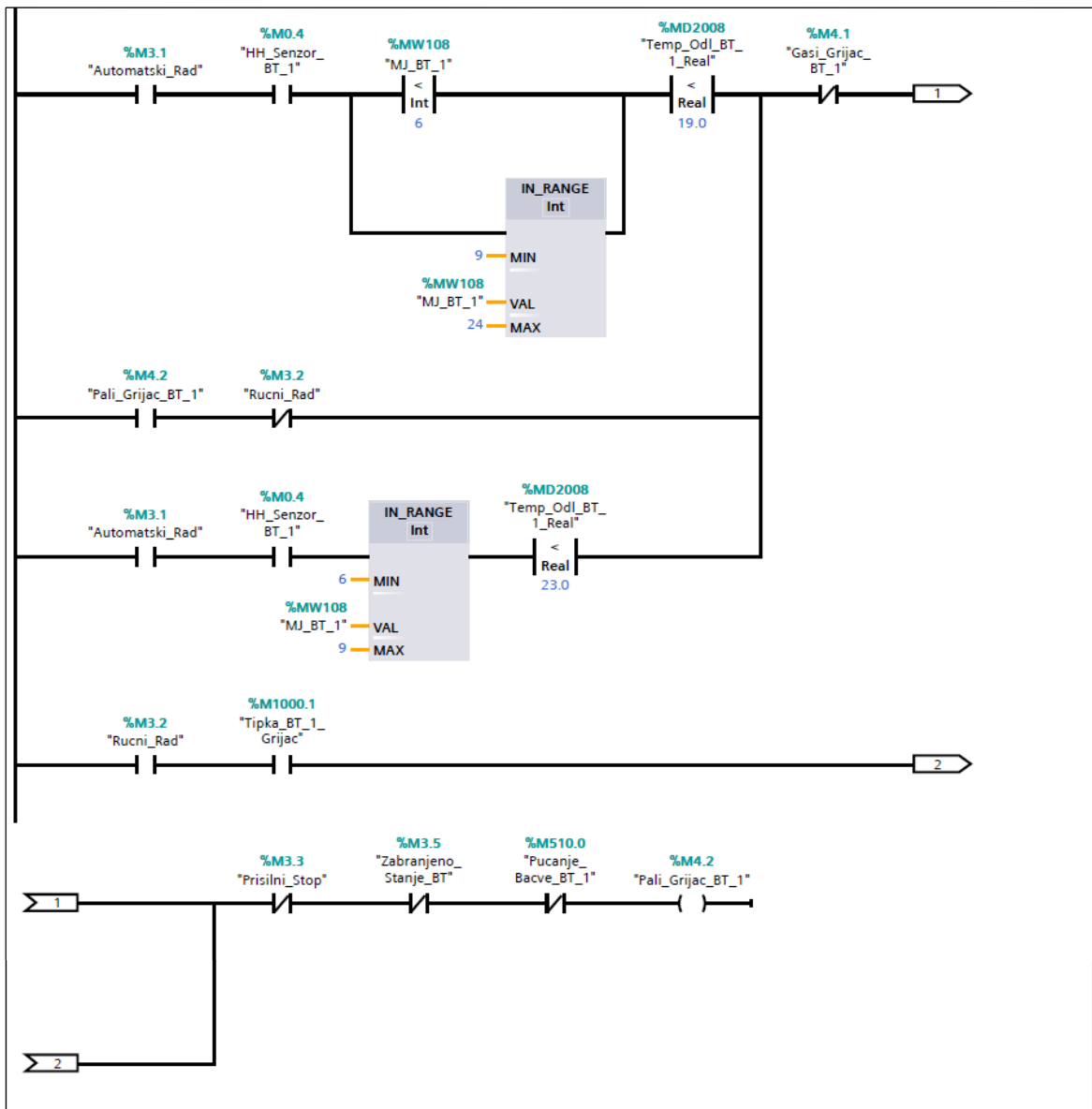


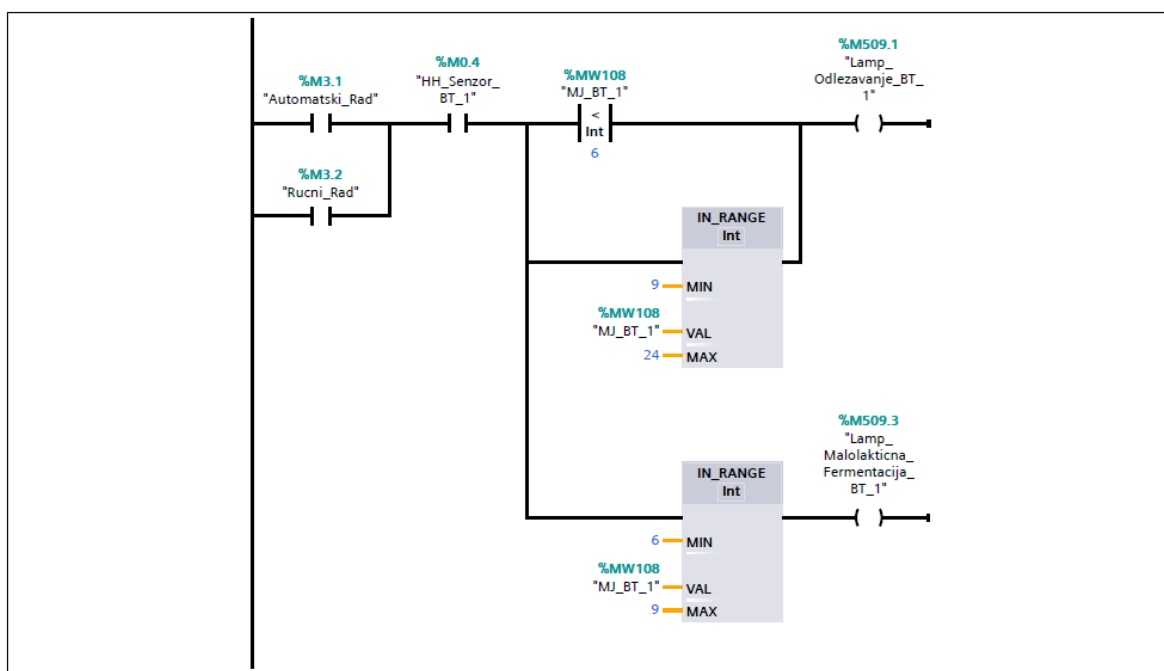
Slika 7.5 01\_Punjenje barrique teran [FC1].

Na Slika 7.6 prikazan je kod FC2 (*Function*) funkcije pod nazivom „02\_Temperatura barrique teran [FC2]“. Za *Barrique* bačve teran sorte vina imamo tri kategorije procesa za idealnu temperaturu. Idealna temperatura za odležavanje vina iznosi 20°C koje traje 6 mjeseci. Nakon odležavanja nastupa malolaktična fermentacija u trajanju od 3 mjeseca uz povećanje temperature na 24°C. Zadnji period sazrijevanja vina traje 15 mjeseci (uz temperaturu od 20°C) što nam daje ukupno 24 mjeseca za cijelokupan proces sazrijevanja vina. Unutar bloka postavljena je regulacija na način da se pale grijači unutar bačve ako je vrijednost temperature vina kod odležavanja manja od 19°C, a kod malolaktične fermentacije 23°C. Ako vrijednost temperature prijeđe 21°C pali se sustav za hlađenje (proces odležavanja prvih 6 mjeseci) koji se sastoji od nepovratnog ventila spojenog na pumpu koja šalje hladan glicerol putem cijevi koja prolazi kroz bačvu. Nakon završetka prvog odležavanja kada nastupi malolaktična fermentacija hlađenje se pali tek na temperaturi od 25°C. U ručnom režimu rada moguće je paliti/gasiti grijanje/hlađenje pojedine bačve u bilo kojem trenutku. Time smo osigurali povoljne uvjete vina u *Barrique* bačvama.







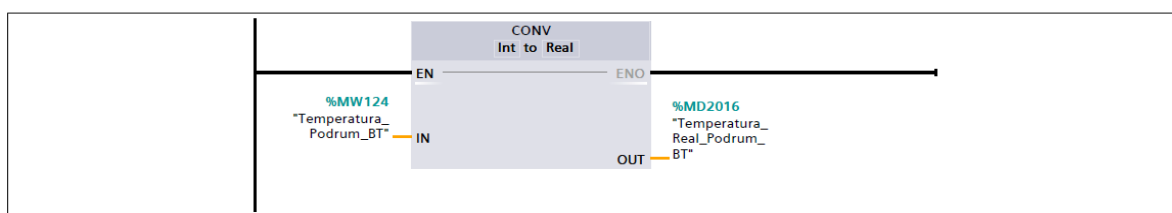


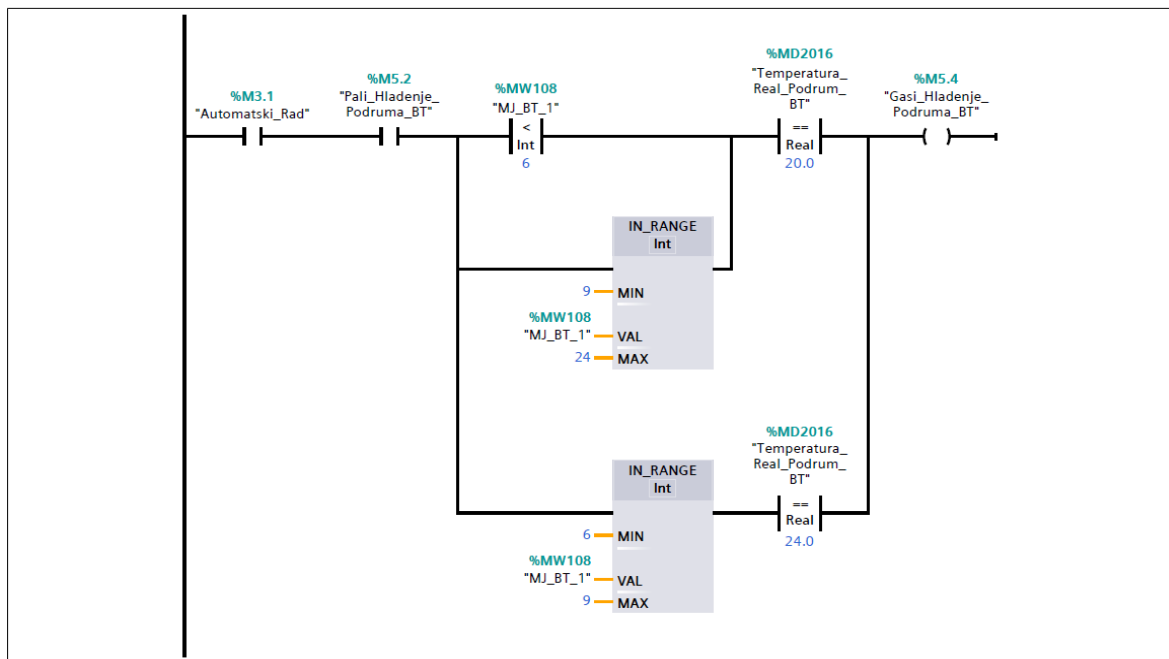
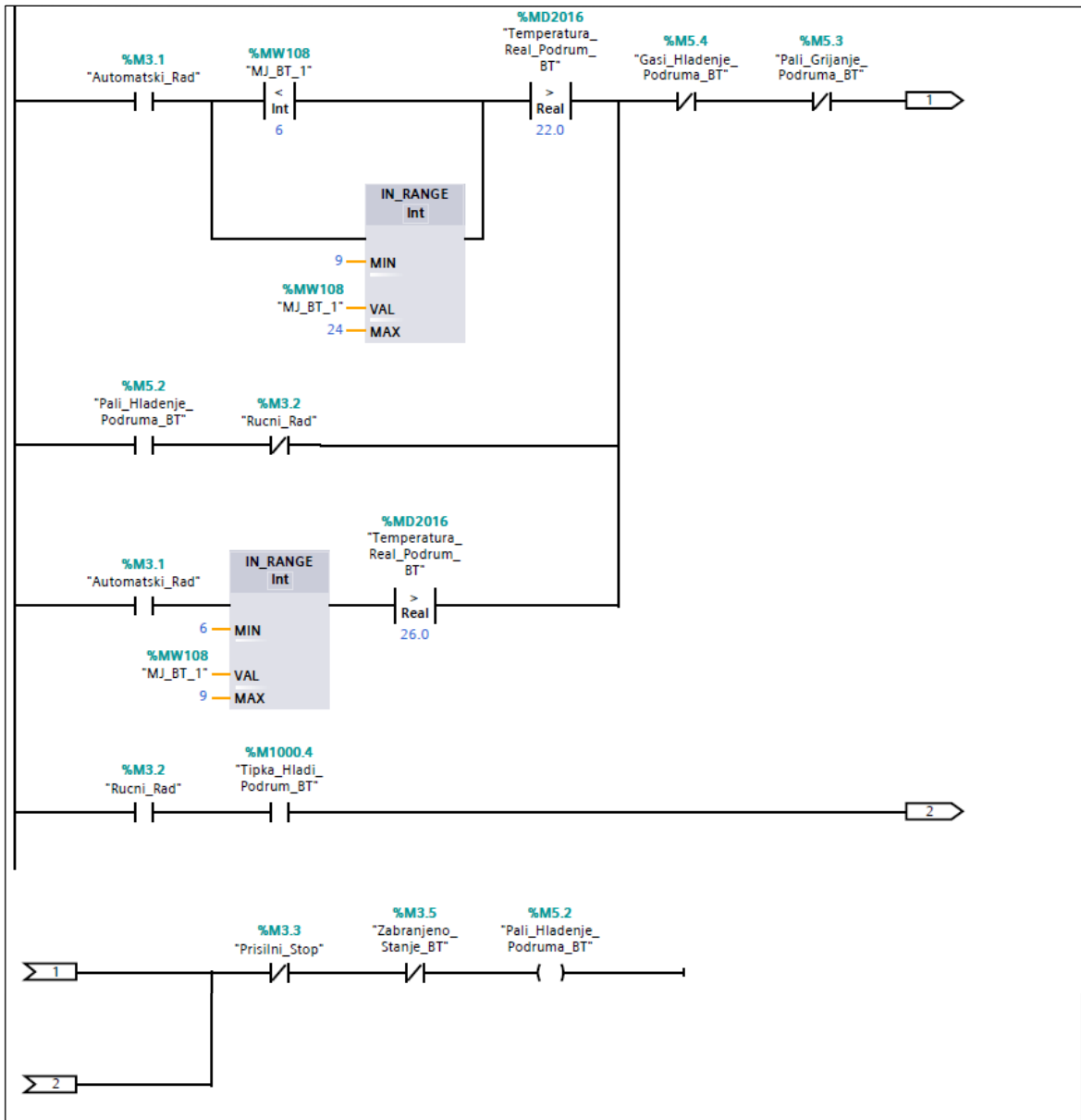
Slika 7.6 02\_Temperatura barrique terana [FC2].

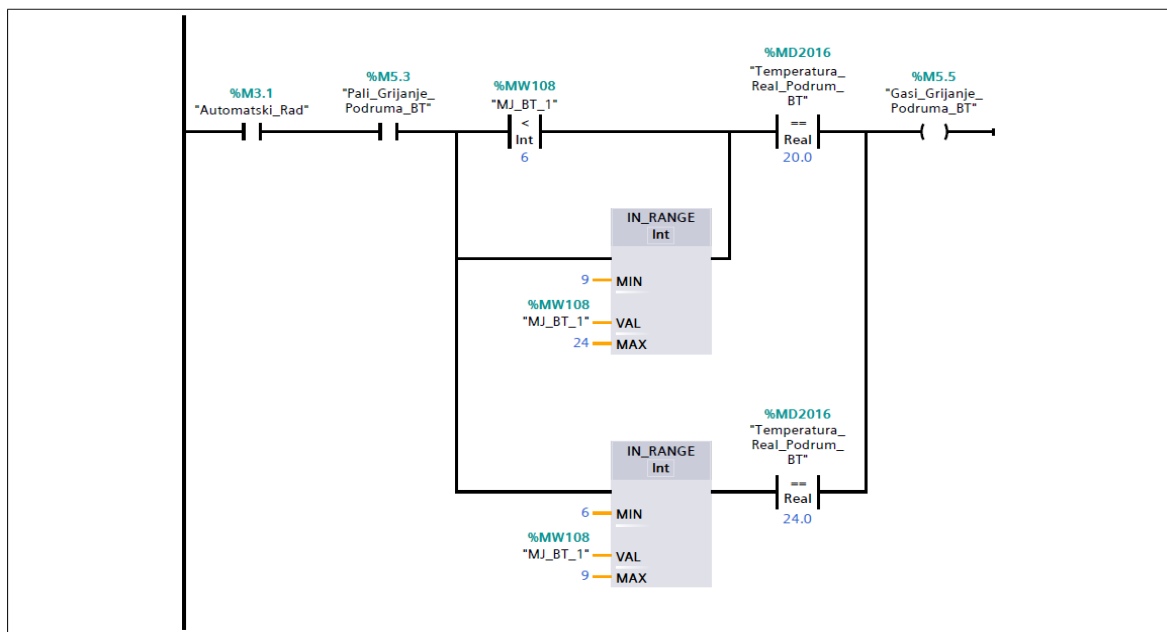
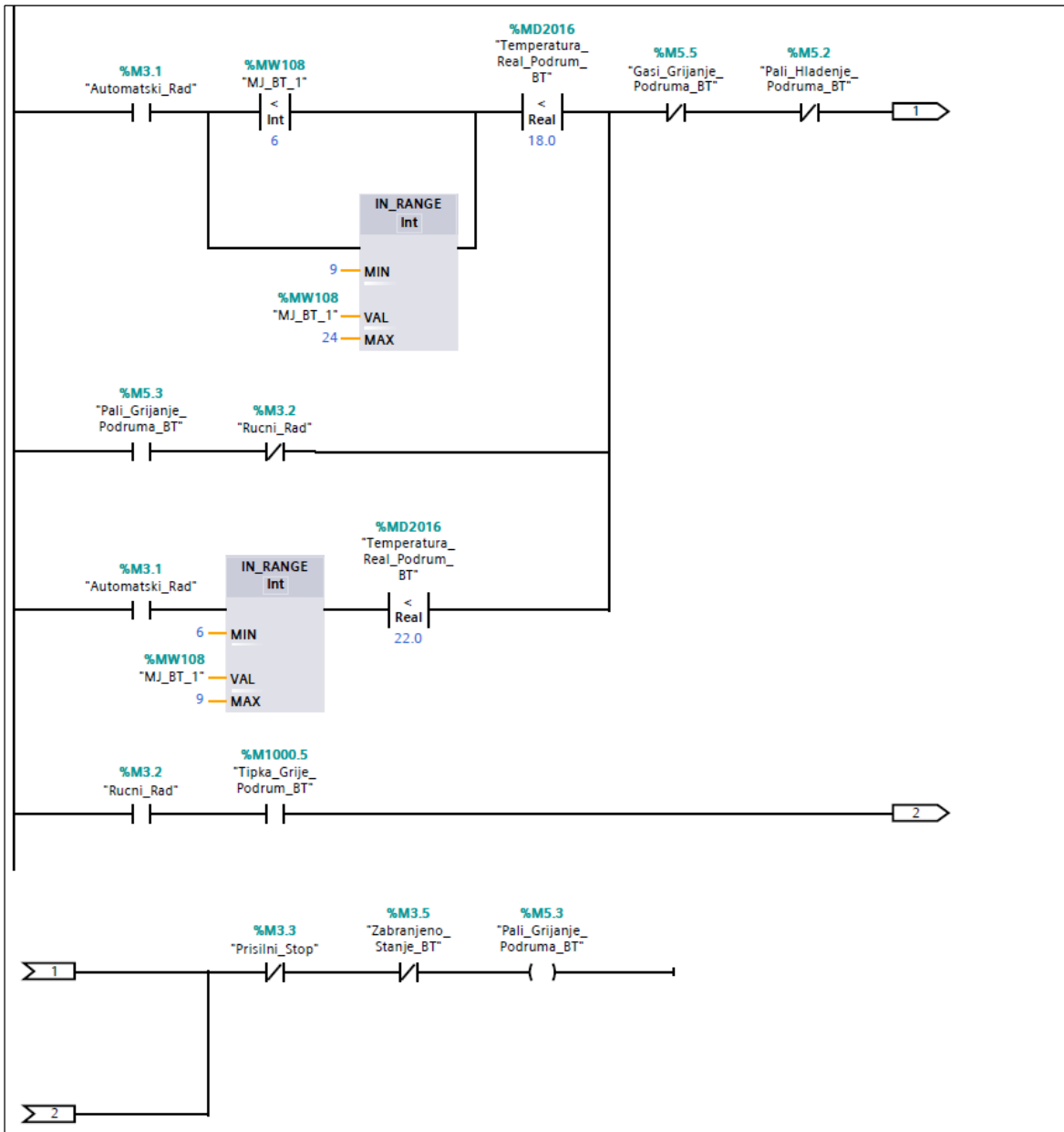
FC4 („Function 4“) pod nazivom „03\_Temperatura i vlaga podruma BT [FC4]“ opisuje cijeli sustav održavanja temperature i vlage podruma (Slika 7.7). U automatskom režimu rada održava se temperatura podruma u rasponu između 18°C i 26°C, tj. 18°C do 22°C za prvo odležavanje u trajanju od 6 mjeseci a za malolaktičnu fermentaciju od 22°C do 26°C unutar sljedeća 3 mjeseca. Kao što je vidljivo temperatura podruma je za 1°C viša/manja od idealne temperature bačve za pojedine dijelove procesa kako bi se održali idealni uvjeti.

Ukoliko temperatura u podrumu padne ispod 18°C (22°C za fermentaciju) pali se grijanje podruma preko klima uređaja, isto se izvodi ako temperatura prijeđe 22°C (26°C za fermentaciju), tj. pali se hlađenje podruma. U prostoriji se nalazi i vodeni sprej koji smo parametrizirali na način da se pali prskalica ako vlažnost zraka padne ispod 55%. Kada vlažnost zraka iznosi 60% prskalica se gasi i postignuta je željena vlažnost zraka. Ukoliko vlažnost zraka prekorači 65% pali se odvlaživač zraka (u ovom slučaju klima uređaj koji imaju u vinariji je ujedno i odvlaživač zraka). Ručni režim zraka omogućuje paljenje/gašenje vodenog spreja i klima uređaja (odvlaživača zraka), te paljenje/gašenje cijelog sustava grijanja/hlađenja samog podruma kada to želi ovlaštena osoba.

Ladder dijagram za održavanje temperature podruma:

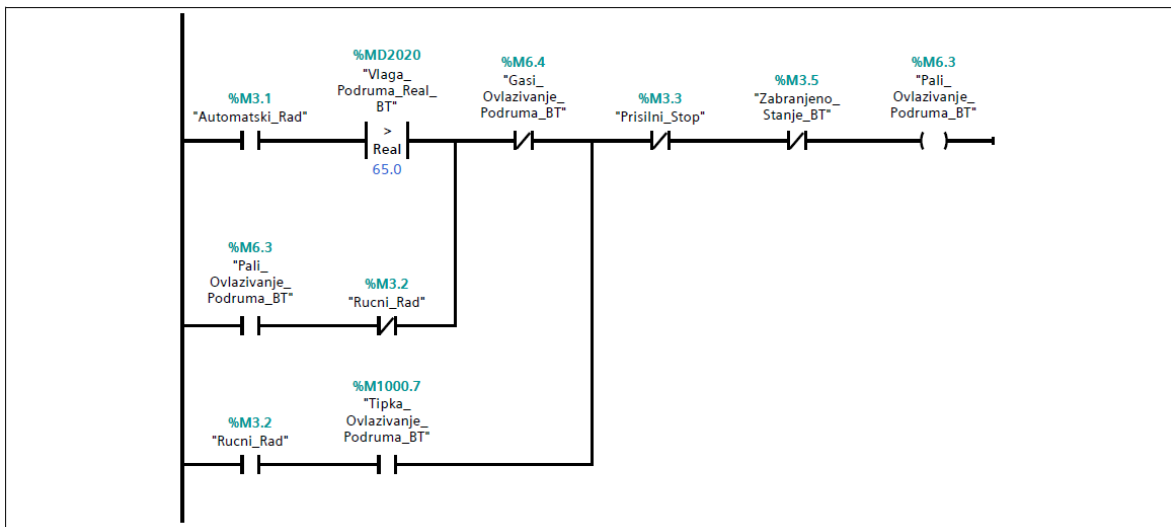
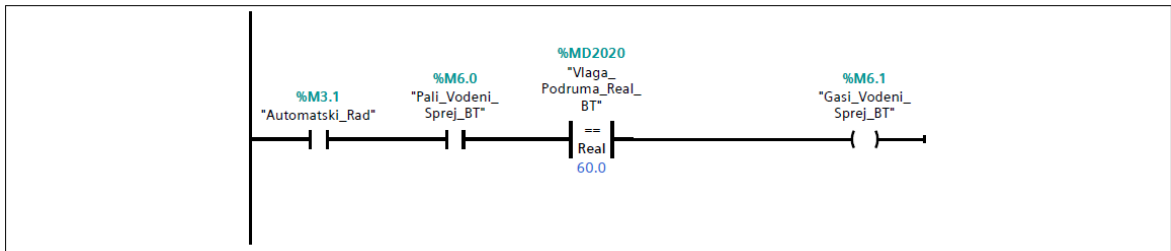
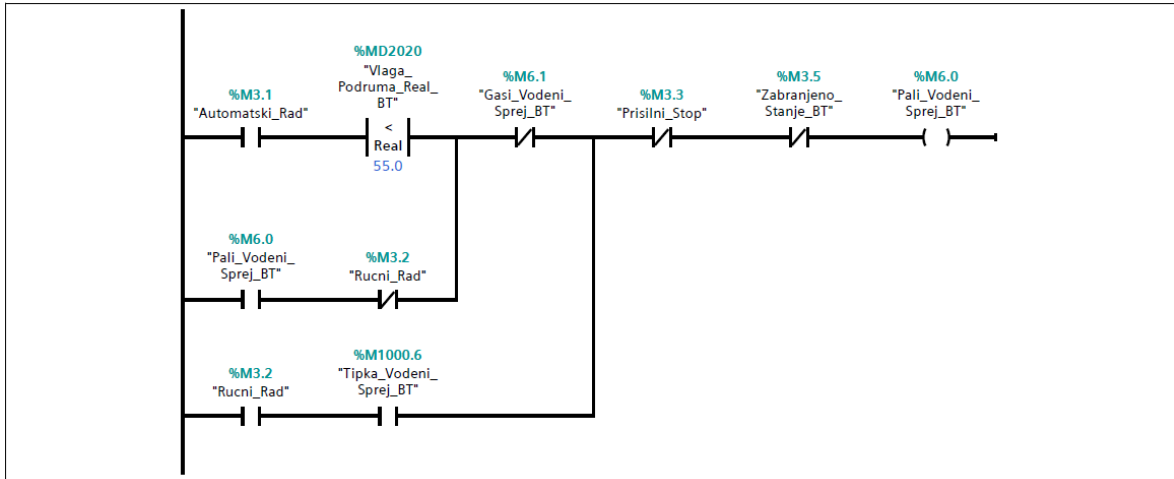
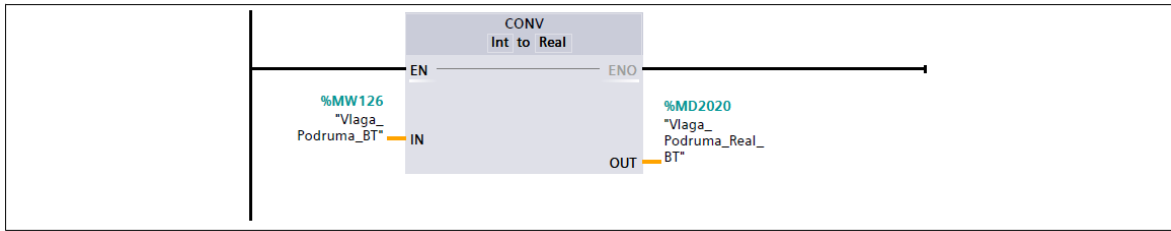


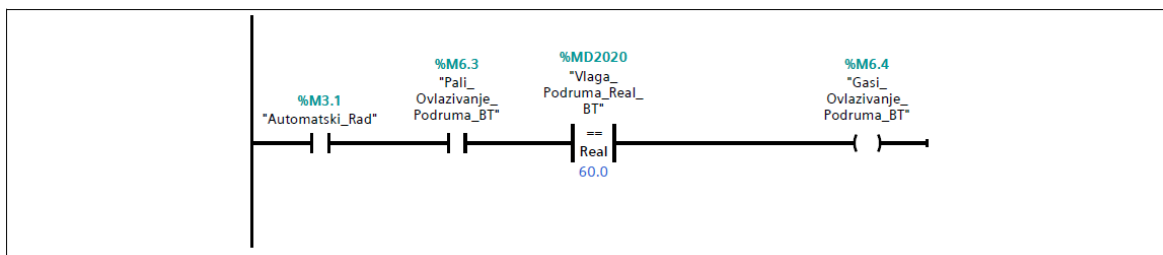






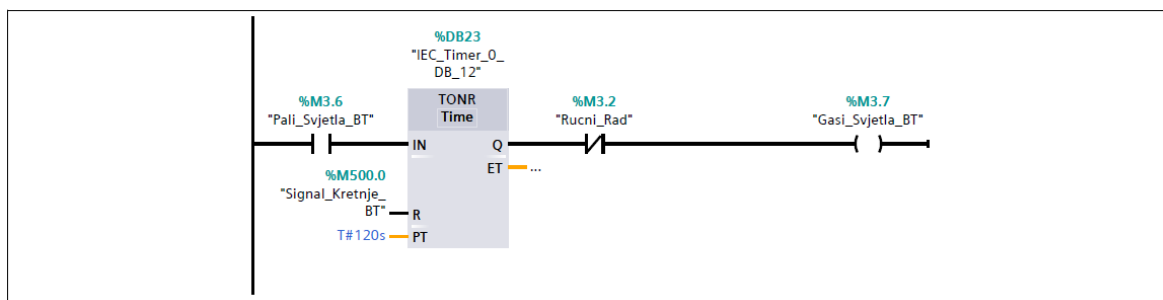
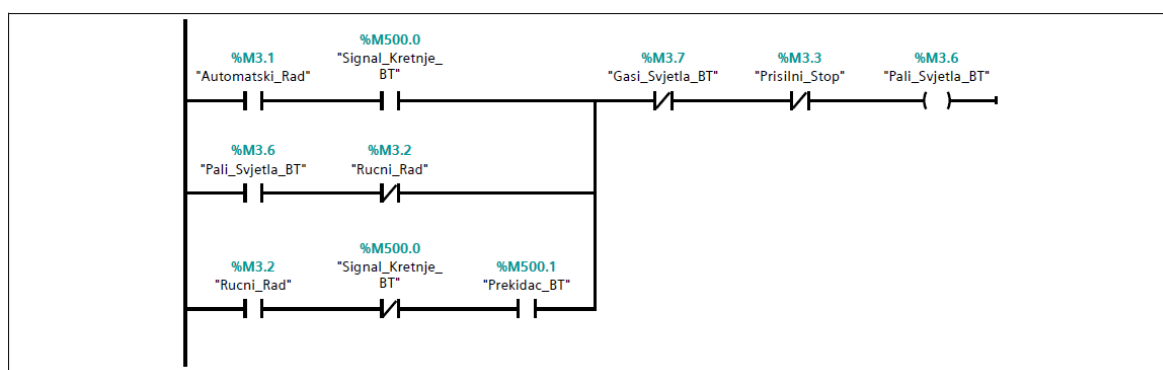
Ladder diagram za održavanje vlage podruma:





Slika 7.7 03\_Temperatura i vlaga podruma BT [FC4]

Kod sadržava i FC5 pod nazivom „04\_Rasvjeta [FC5]“ prikazano na Slika 7.8. Rasvjeta je jednaka za sve sorte tj. za teran, malvaziju i vinifikator terana. Kao što ime kaže u njemu je isprogramirano automatsko paljenje led rasvjete ako senzor pokreta detektira kretanje unutar podruma. Ukoliko nema kretanja rasvjeta se gasi. Prebačajem u ručni režim rada moguće je paliti i gasiti rasvjetu po želji korisnika.

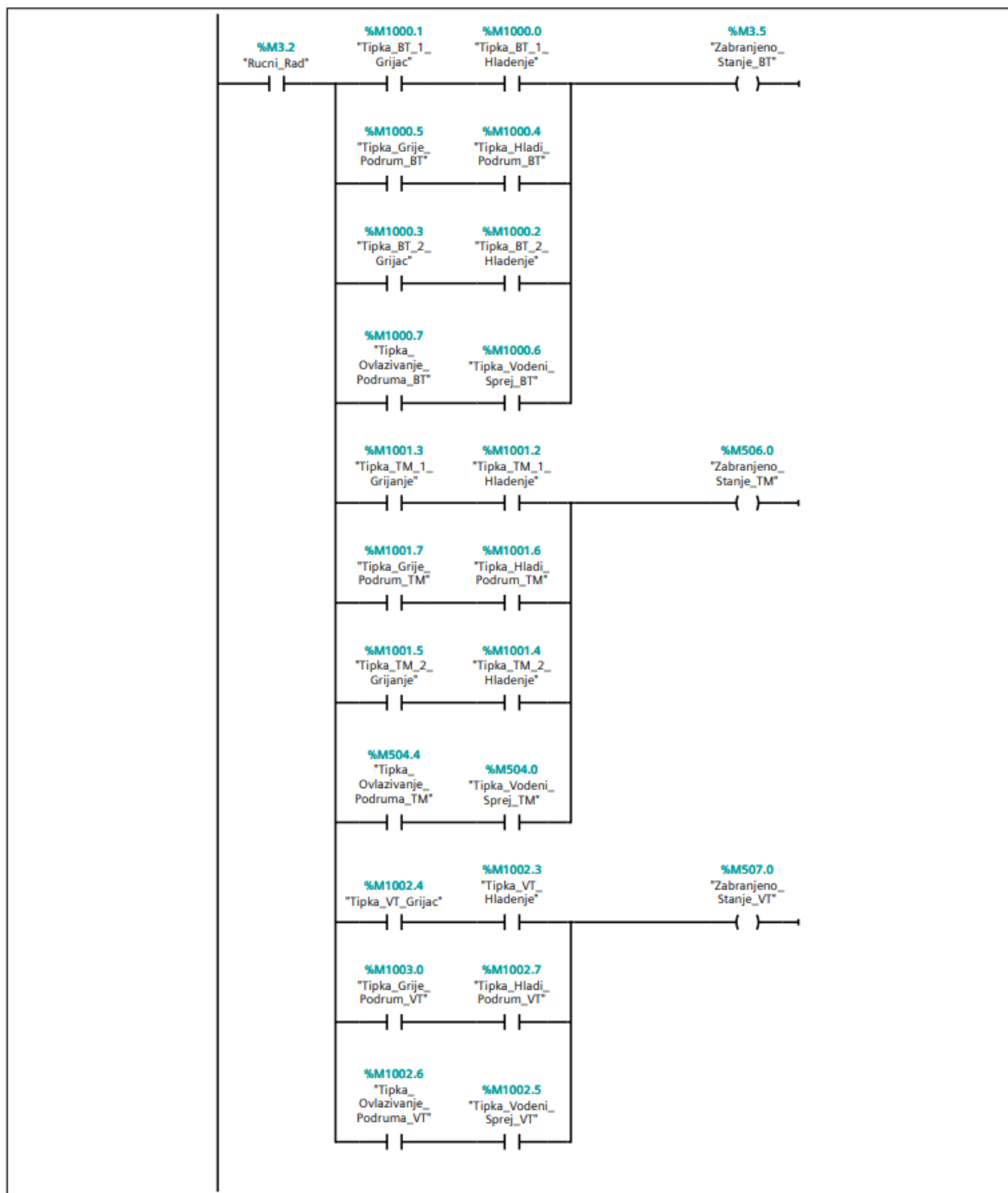


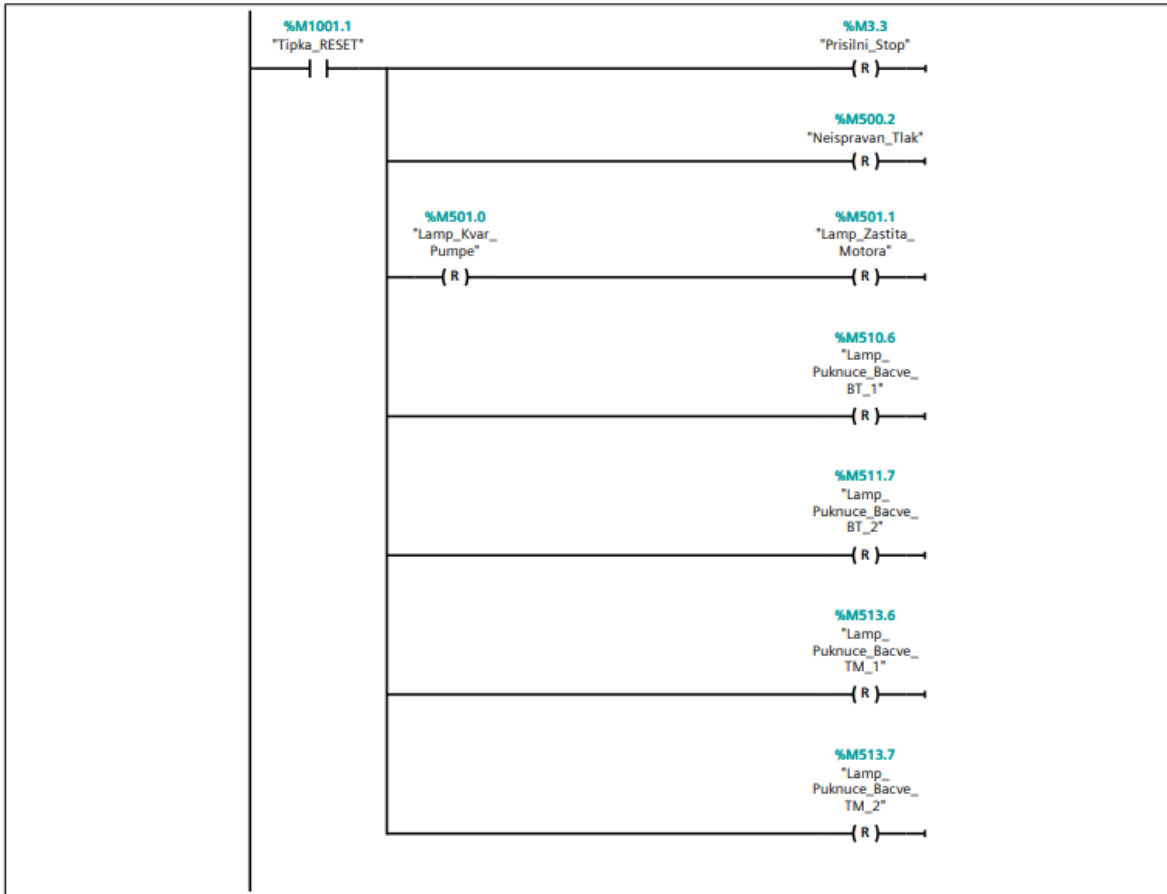
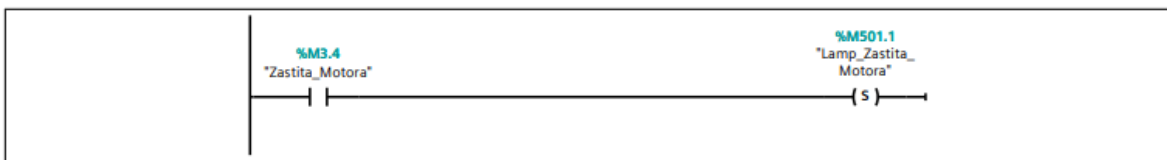
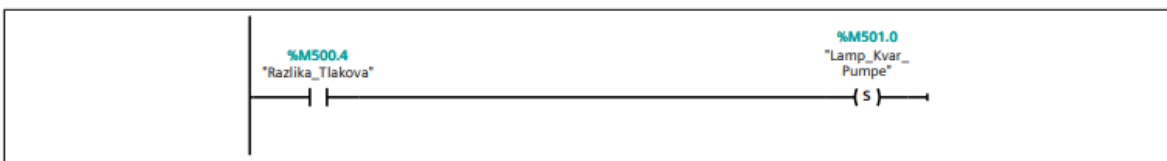
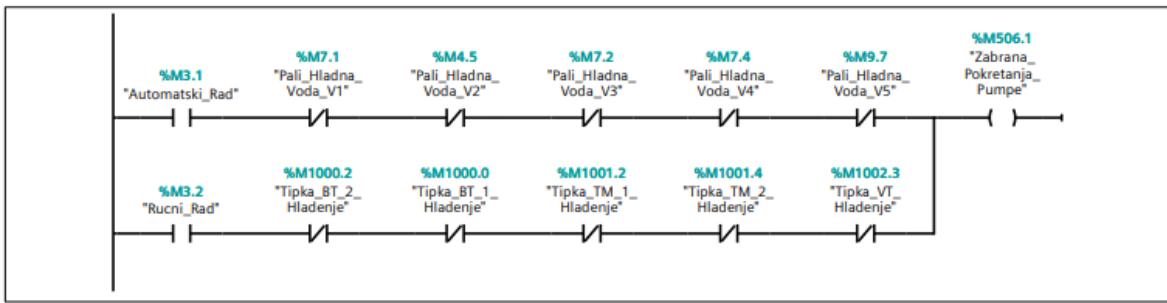
Slika 7.8 04\_Rasvjeta [FC5]

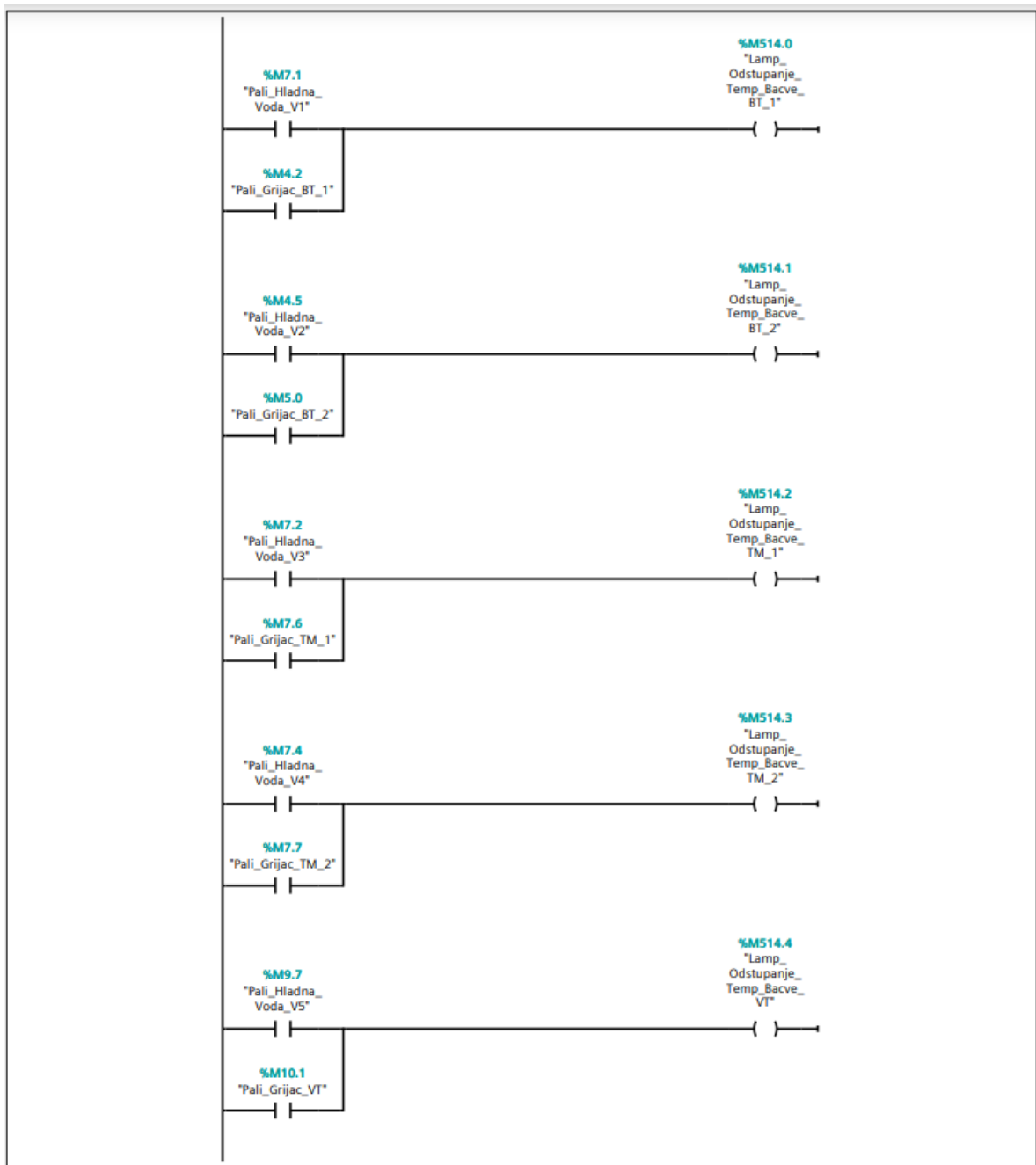
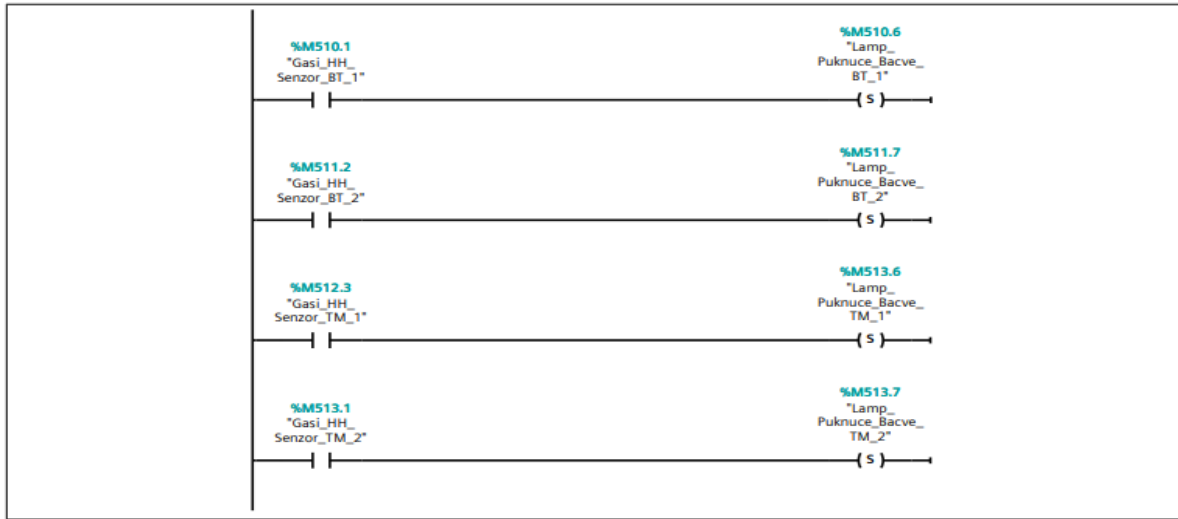
Sljedeći dio je FC6 („Function 6“) tj. jedan od najbitnijih dijelova samog rada cijelog sustava pod nazivom „05\_Alarmi [FC6]“. Alarmna signalizacija u kodu (prikazana na Slika 7.9) se sastoji od više opisanih dijelova:

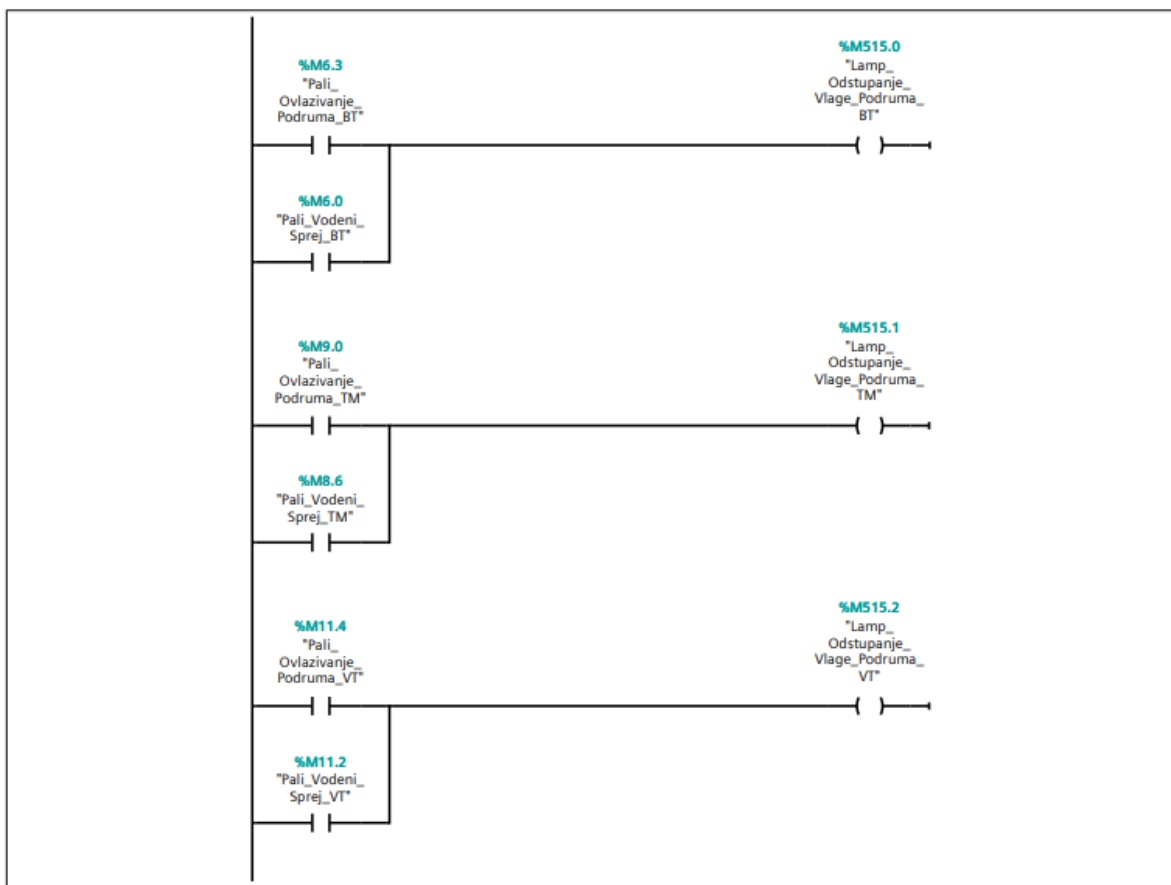
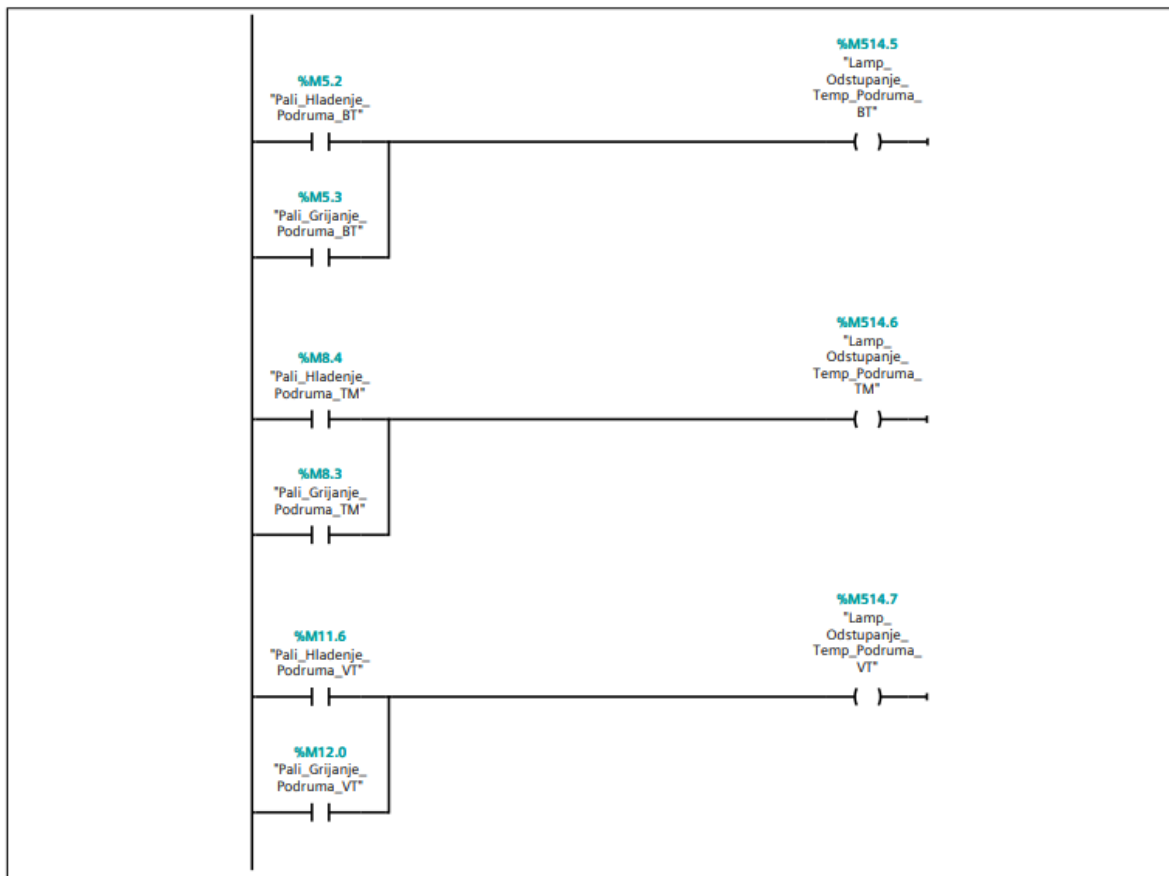
- Kvar pumpe
- Zaštita motora
- Servis klime
- Servis motora

- Zabrana pokretanja pumpe
- STOP tipka („Emergency“)
- Reset
- Puknuće pojedinih bačva
- Odstupanja temperatura vina u pojedinoj bačvi
- Odstupanje temperature podruma
- Odstupanje vlage podruma
- Zabranjeno stanje (zabrana u uvjetima grijanje/hlađenje u ručnom režimu rada)



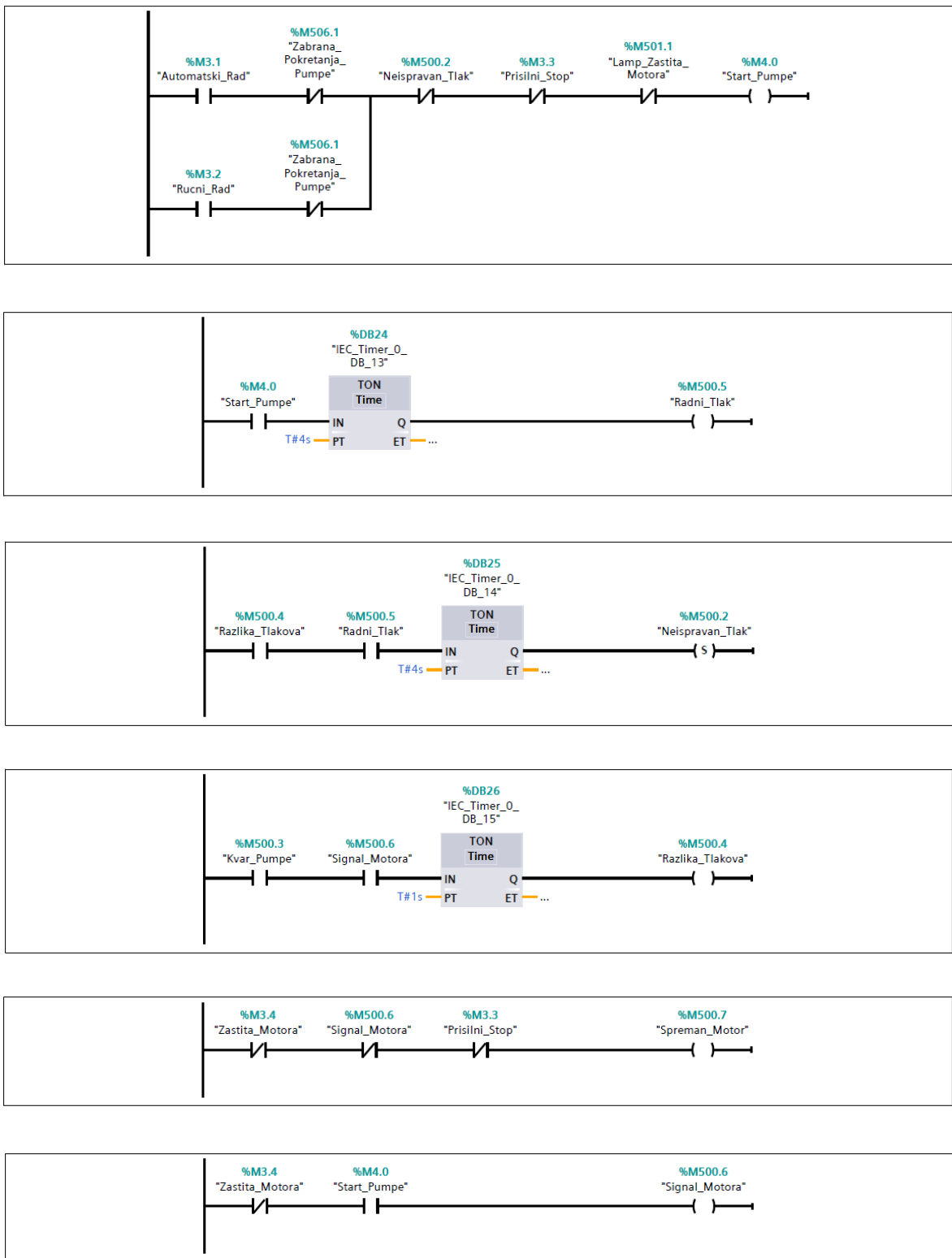






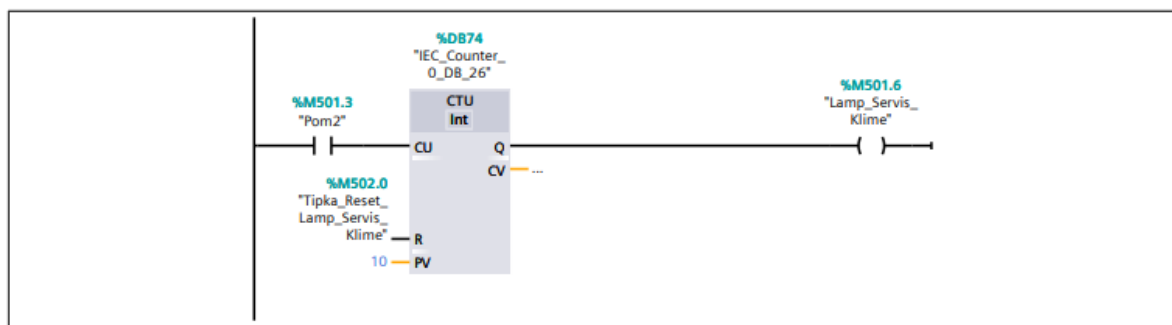
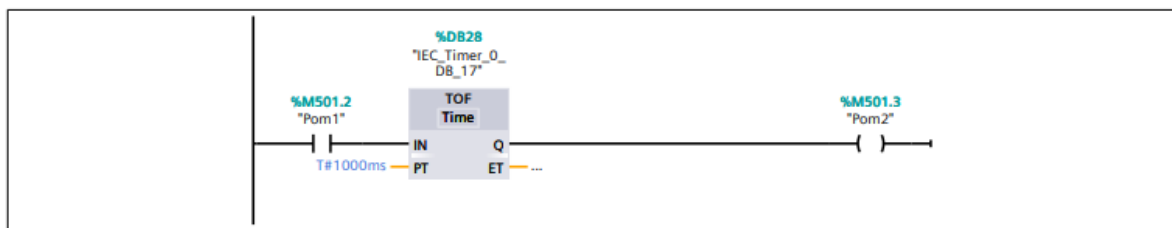
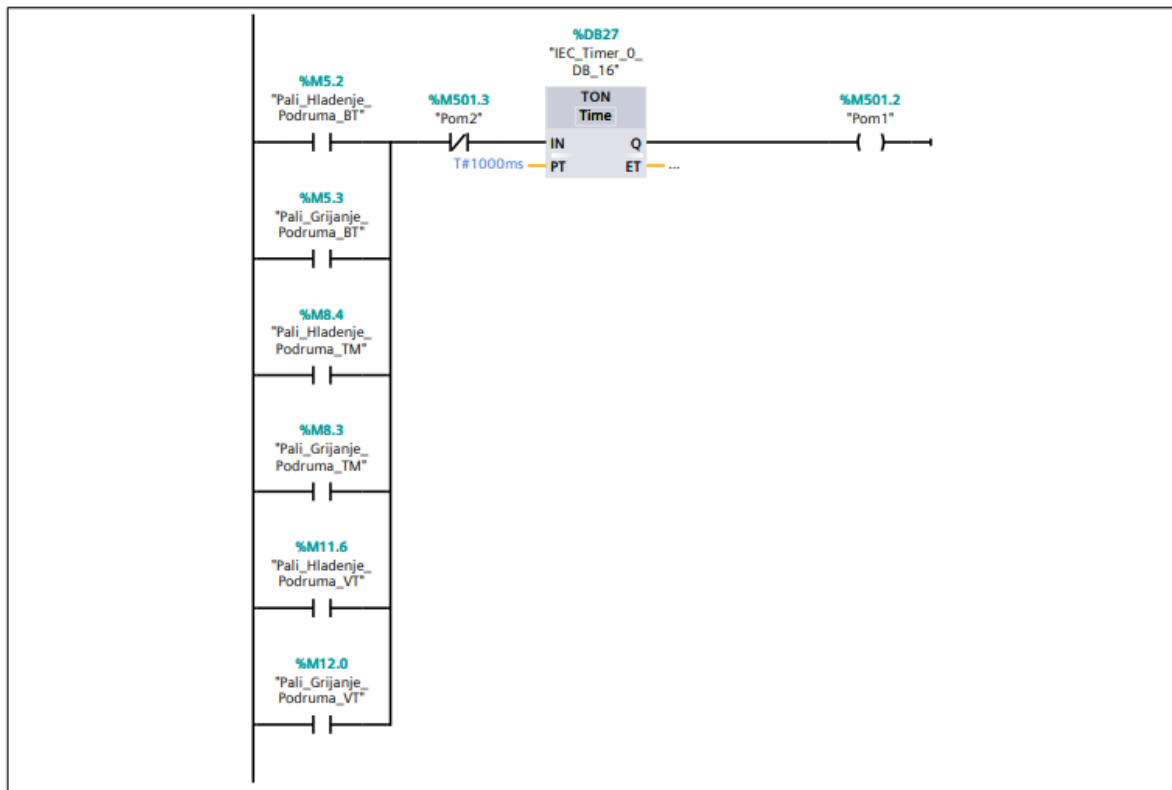
Slika 7.9 05\_Alarmi [FC6]

Unutar FC7 („Function 7“) pod nazivom „06\_Pumpe - motori [FC7]“ opisani su uvjeti rada motora/pumpe, tj. ispravni radni tlak, razlika tlakova i signalizacija motora. U nastavku je prikazan kod opisanog dijela (Slika 7.10).

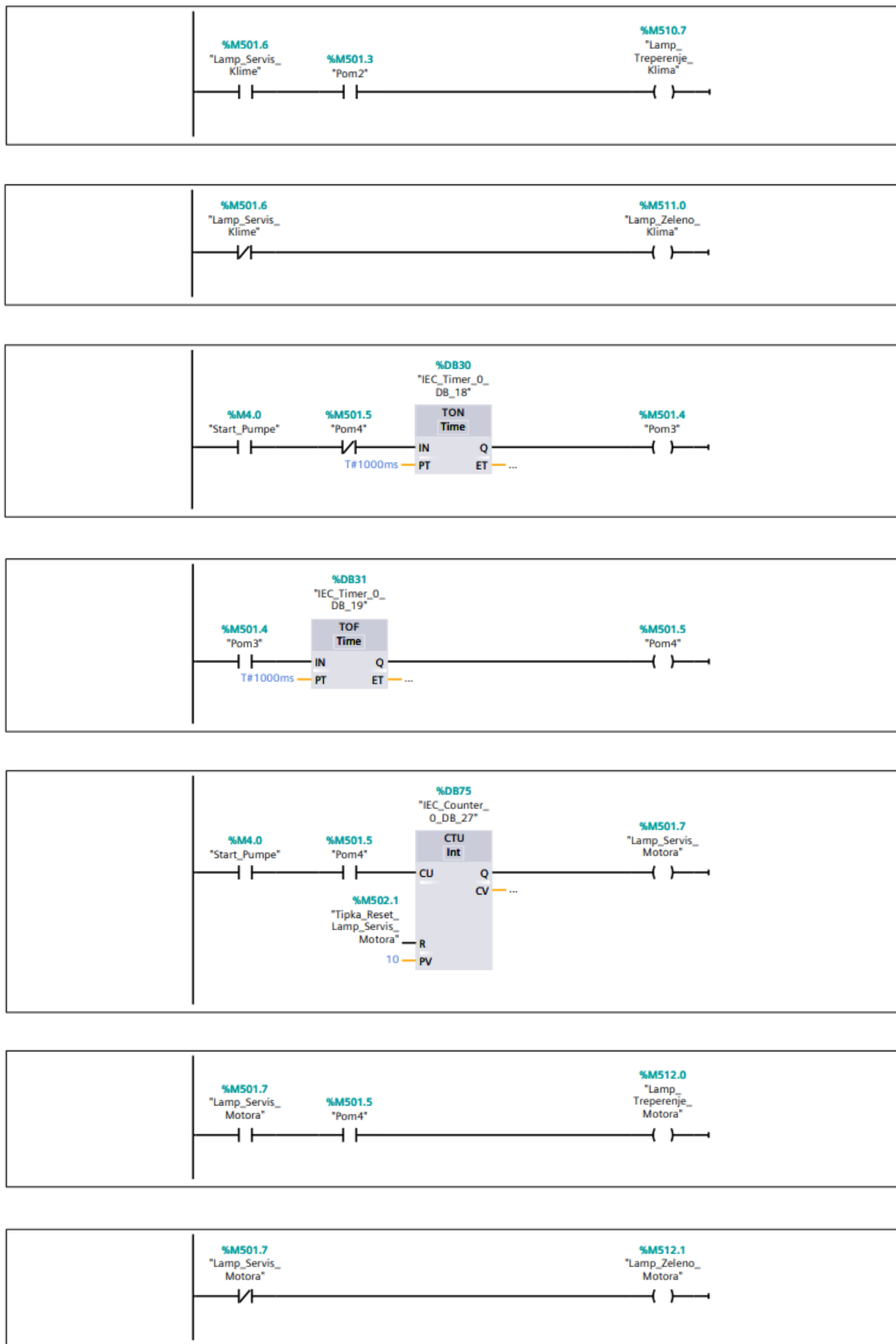


Slika 7.10 06\_Pumpe - motori [FC7]

Sljedeća opisana funkcija je „07\_Servisni intervali [FC8]“. Funkcija se sastoji od paljenja lampica upozorenja kad je potrebno servisirati klimu ili motor u određenim vremenskim razmacima. Serviserima tj. ovlaštenoj osobi je postavljena tipka *reset klime* i *reset motora* kako bi brojač vremena i lampicu upozorenja pojedinog uređaja uspješno resetirali. Kod je prikazan na Slika 7.11.

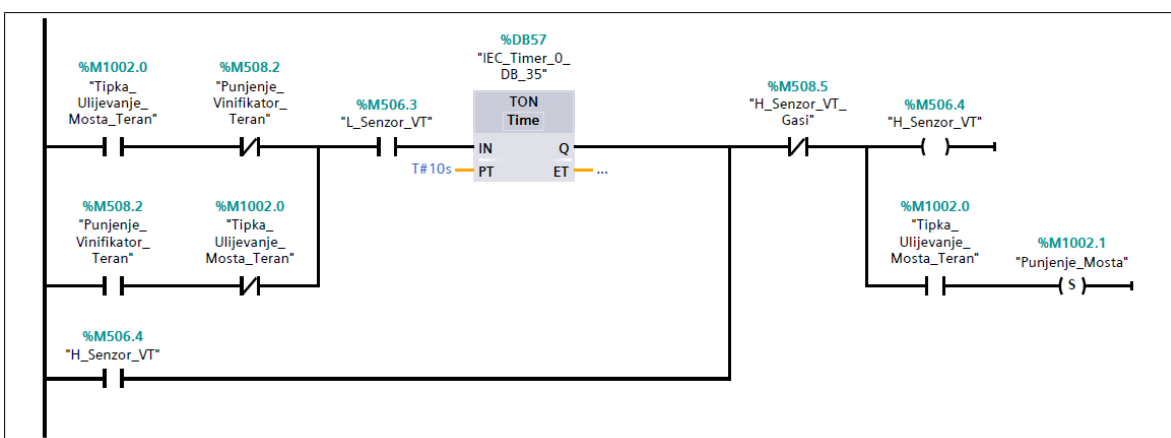
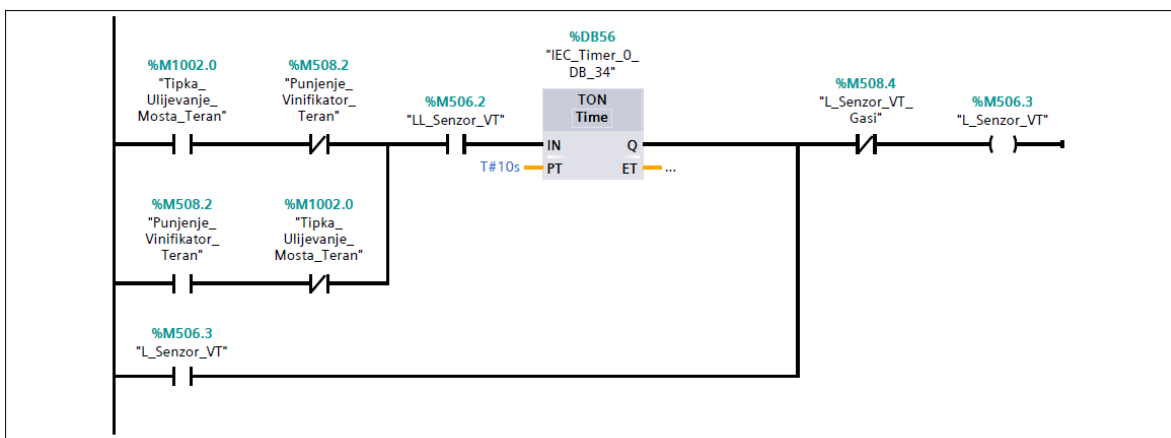
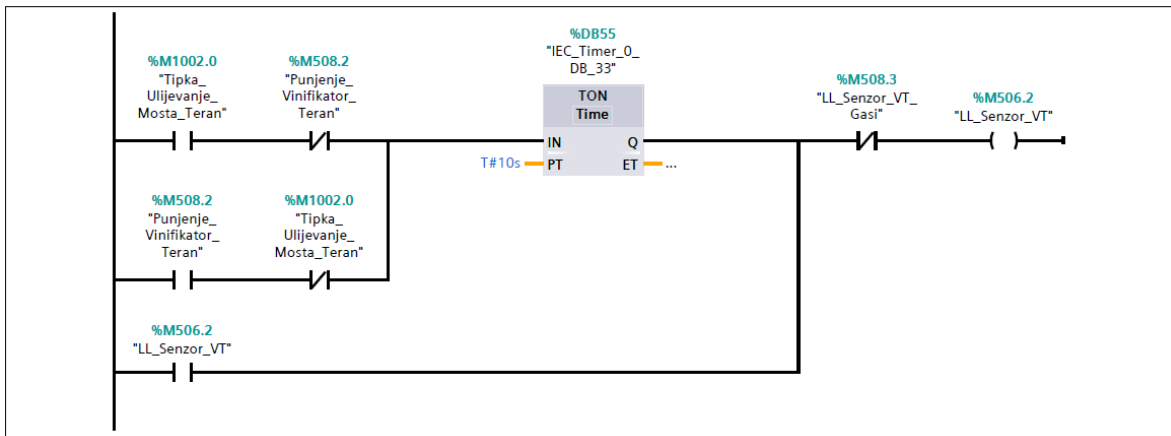


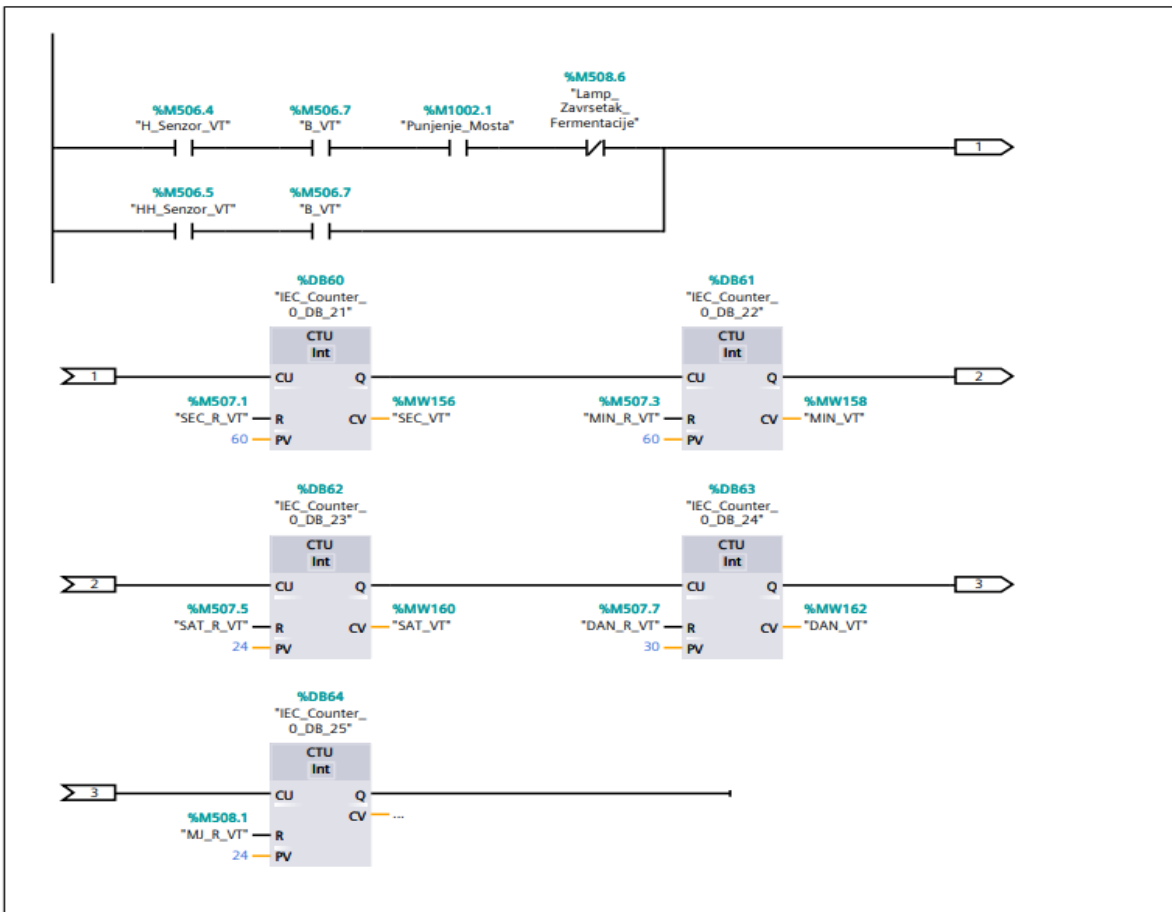
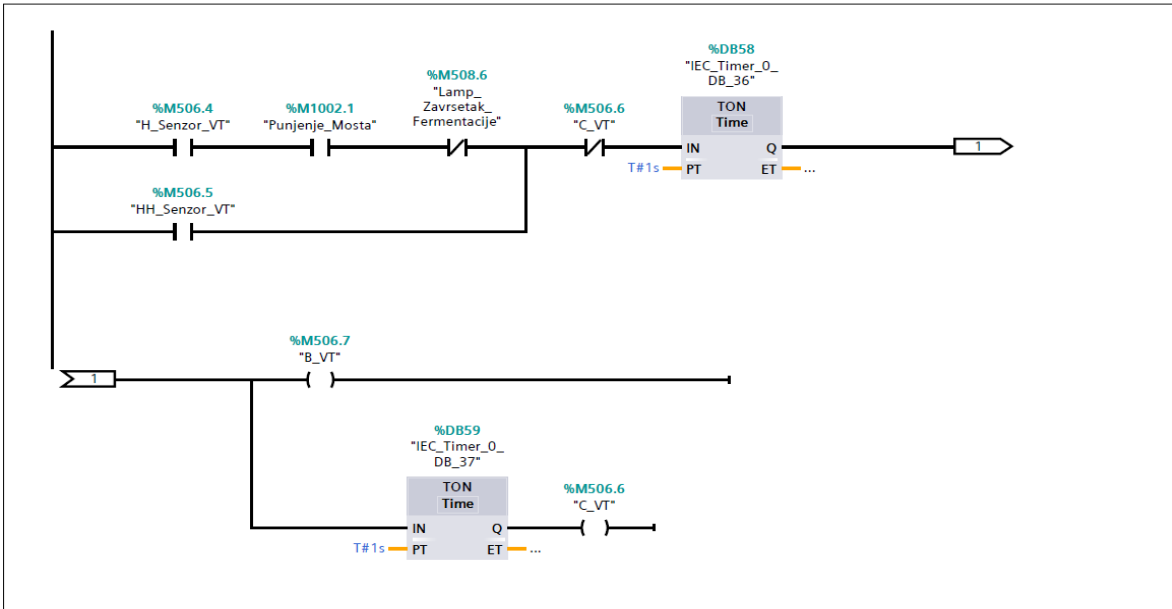
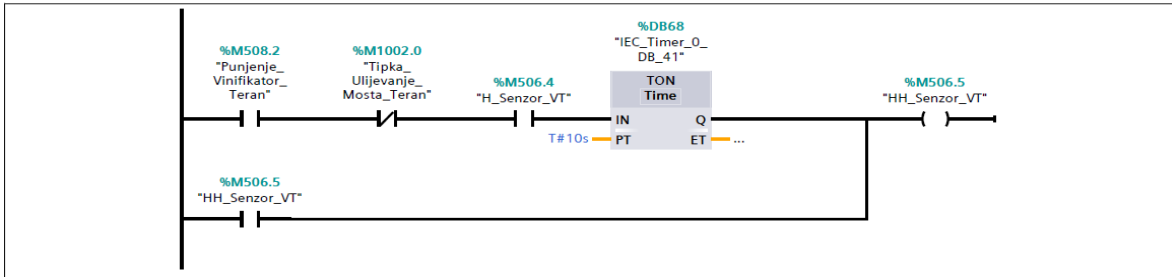


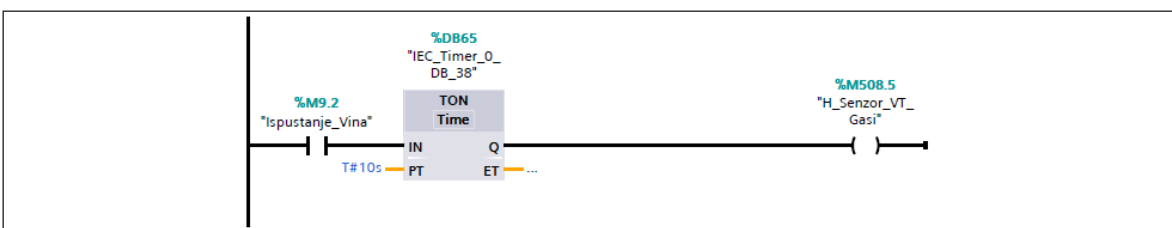
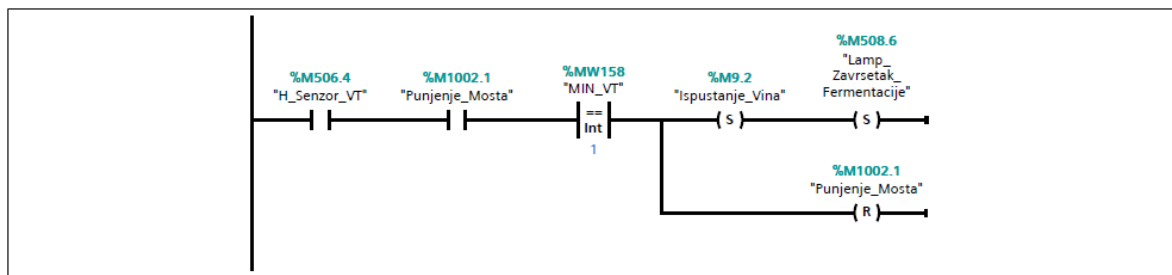
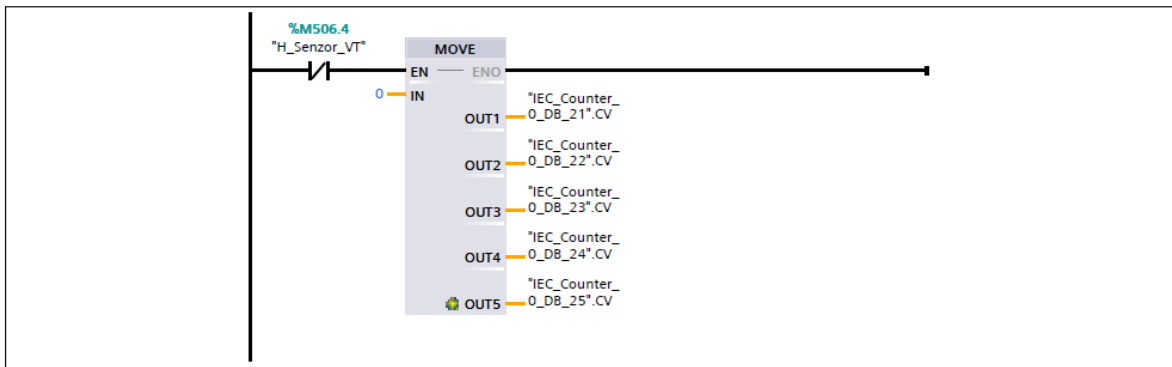
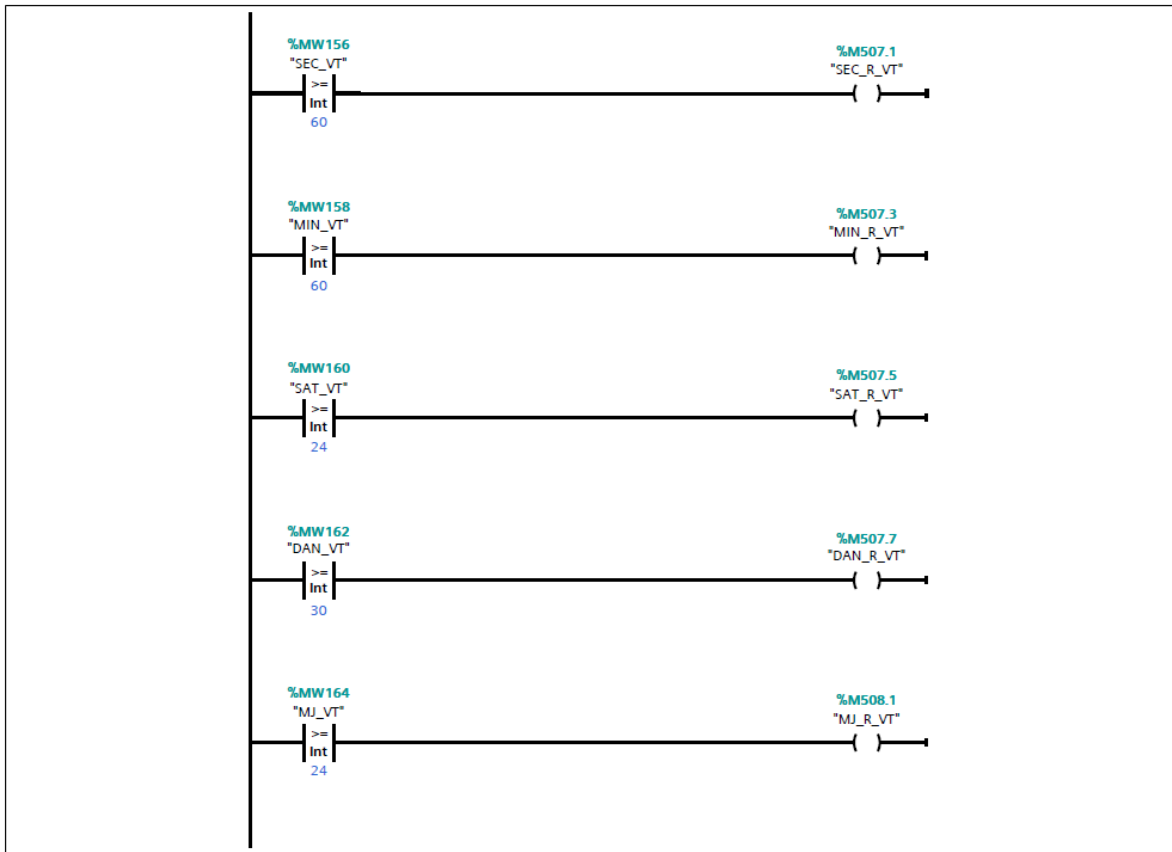


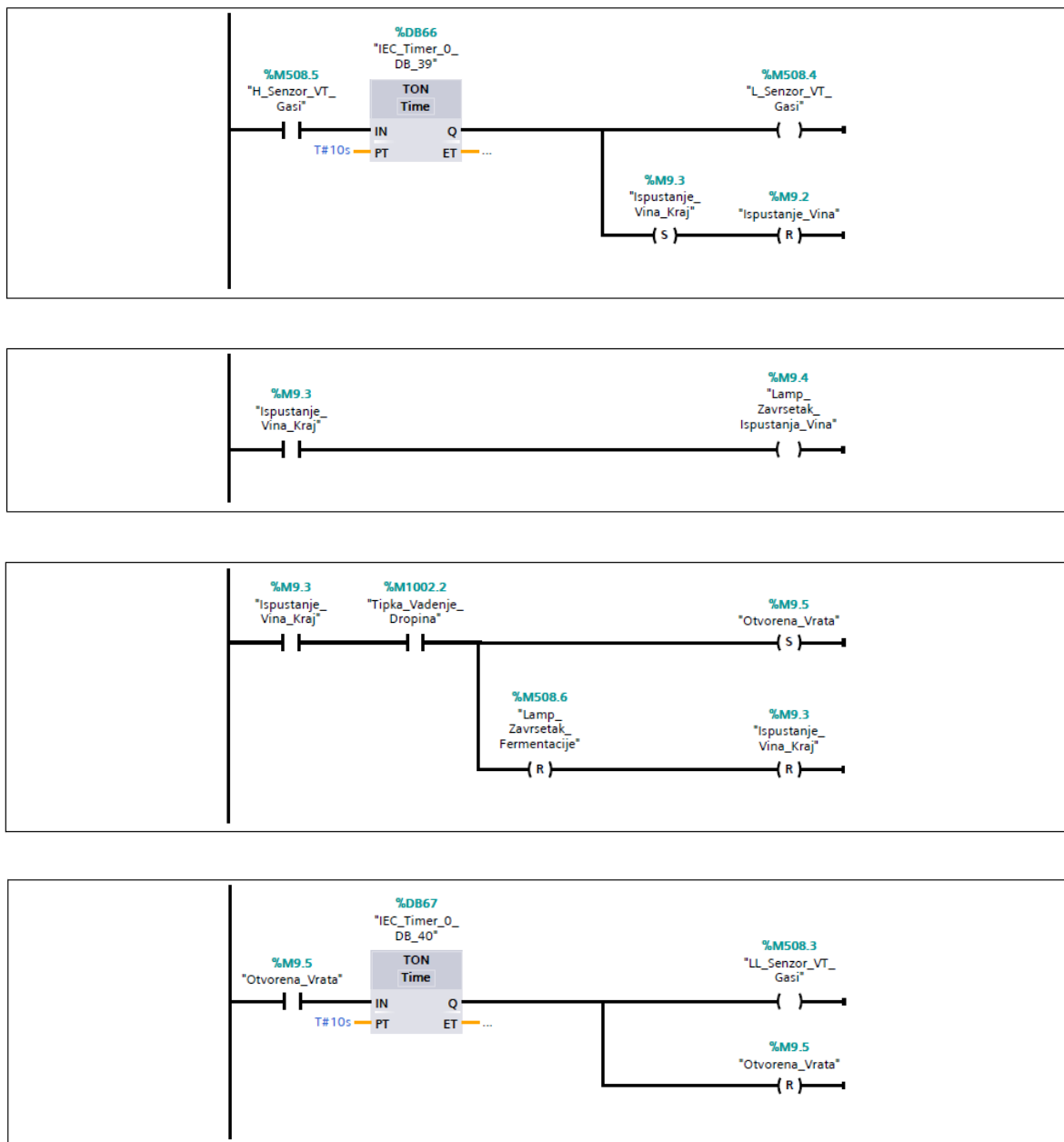
Slika 7.11 07\_Servisni intervali [FC8]

Jedan od podruma sadržava vinifikator čiji proces punjenja se razlikuje od teran sorte u *Barrique* bačvi. Funkcija „11\_Punjenje vinifikatora [FC12]“ prikazana je na Slika 7.12. Razlika je u tome što imamo 3 ciklusa: punjenje moštom, vađenje dropina i punjenje terana. Vremensko odležavanje sastoji se od: fermentacije, hladne stabilizacije i odležavanja. Automatizacija je napravljena i na dijelu otvaranja/zatvaranja vrata nakon fermentacije kada se redom odrađuju navedena nova 3 ciklusa. Cijeli kod prikazan je u nastavku.



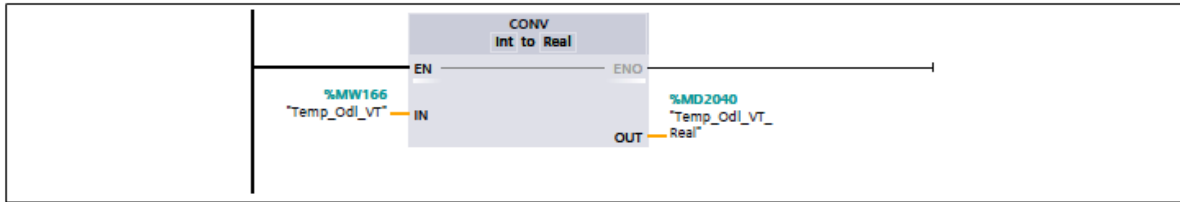




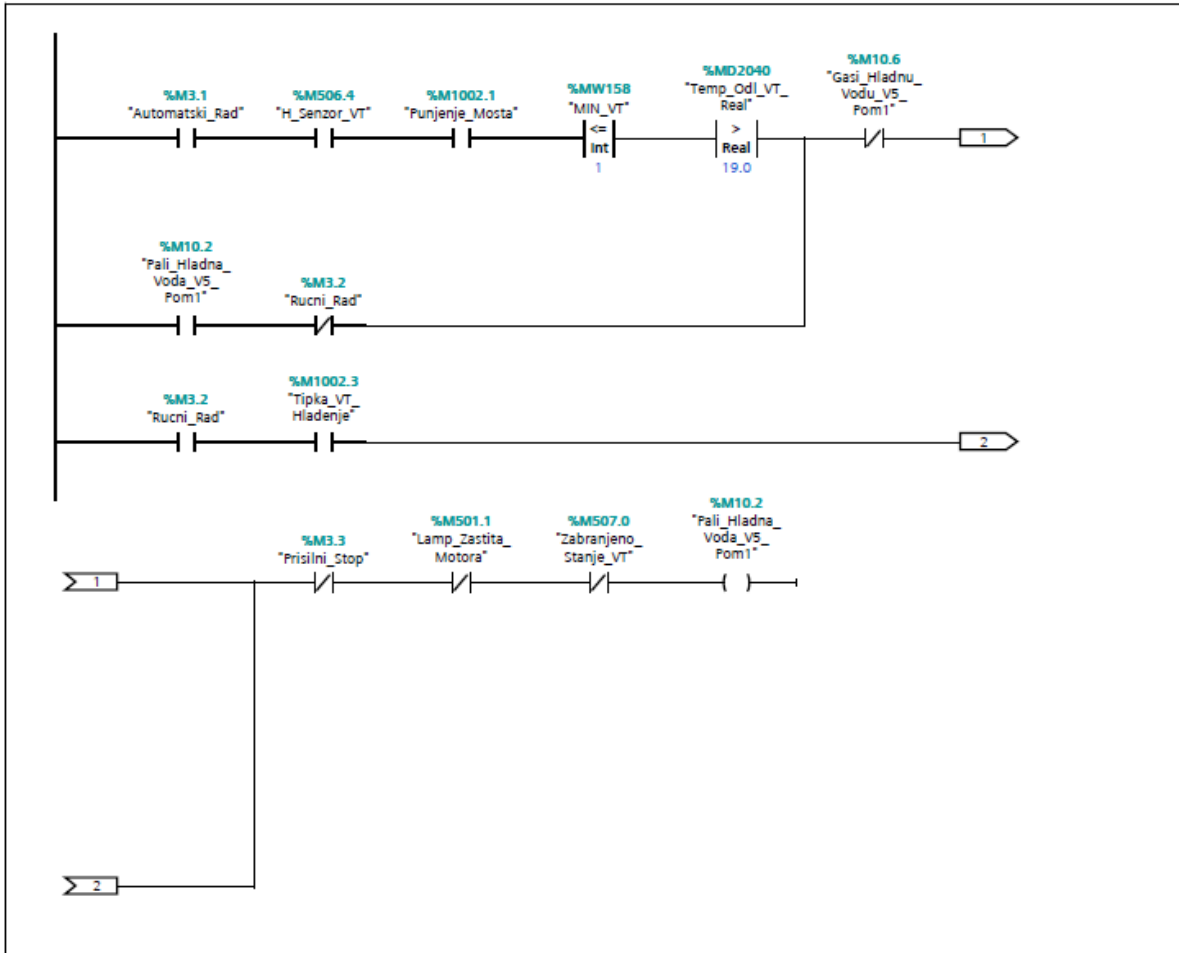


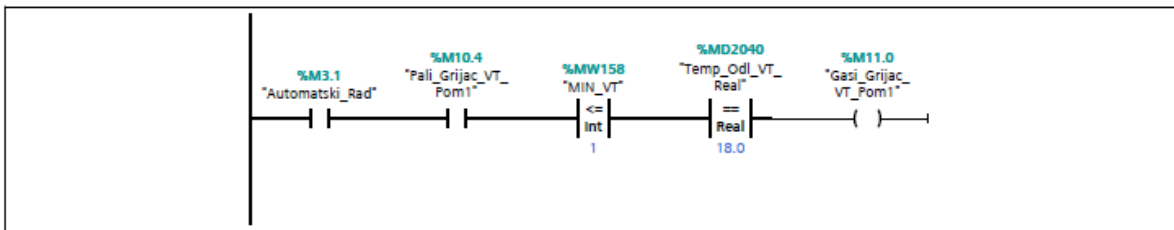
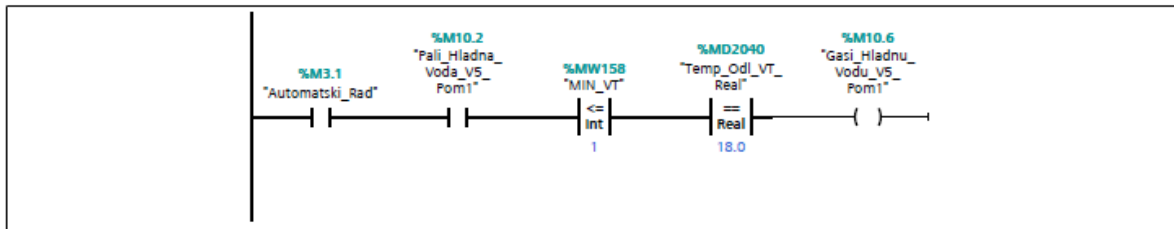
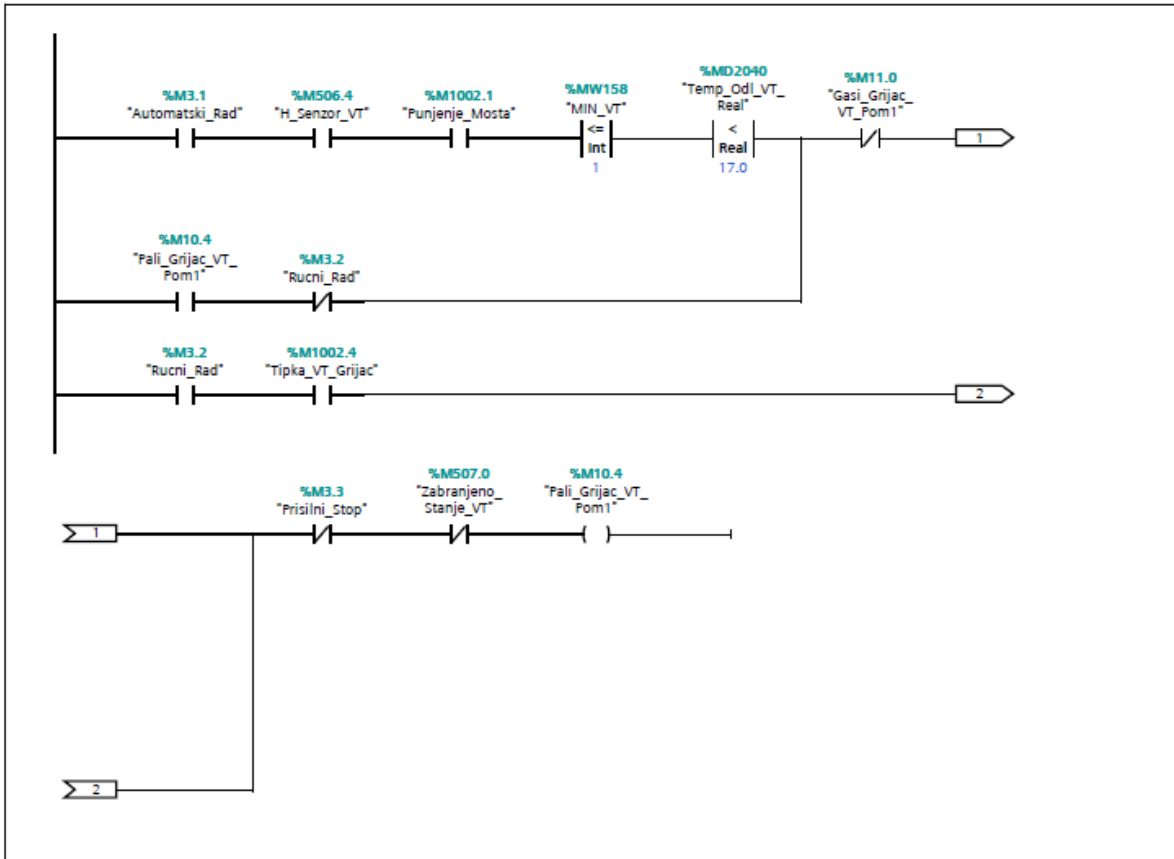
Slika 7.12 11\_Punjenje vinifikatora [FC12]

Funkcija „12\_Temperatur vinifikatora [FC13]“ prikazana je na Slika 7.13. Kod u funkciji FC13 podijeljen je u dva dijela. Prvi dio u automatskom načinu rada je održavanje temperature u procesu fermentacije koje traje 30 dana od punjenja vinifikatora moštom na temperaturi od 18°C. Zbog testiranja programa u kodu fermentacija traje 1 minutu. Drugi dio programa u automatskom režimu rada je održavanje temperature u procesu hladne stabilizacije i odležavanja. Hladna stabilizacija u stvarnosti traje 11 dana (u testiranju 22 sekunde) sa snižavanjem temperature na 8°C. Odležavanje je zadnja faza koja traje 24 mjeseca uz temperaturu 20°C. U ručnom režimu rada moguće je hladiti ili grijati vino u vinifikatoru bez obzira na zadane parametre u tom intervalu sazrijevanja.

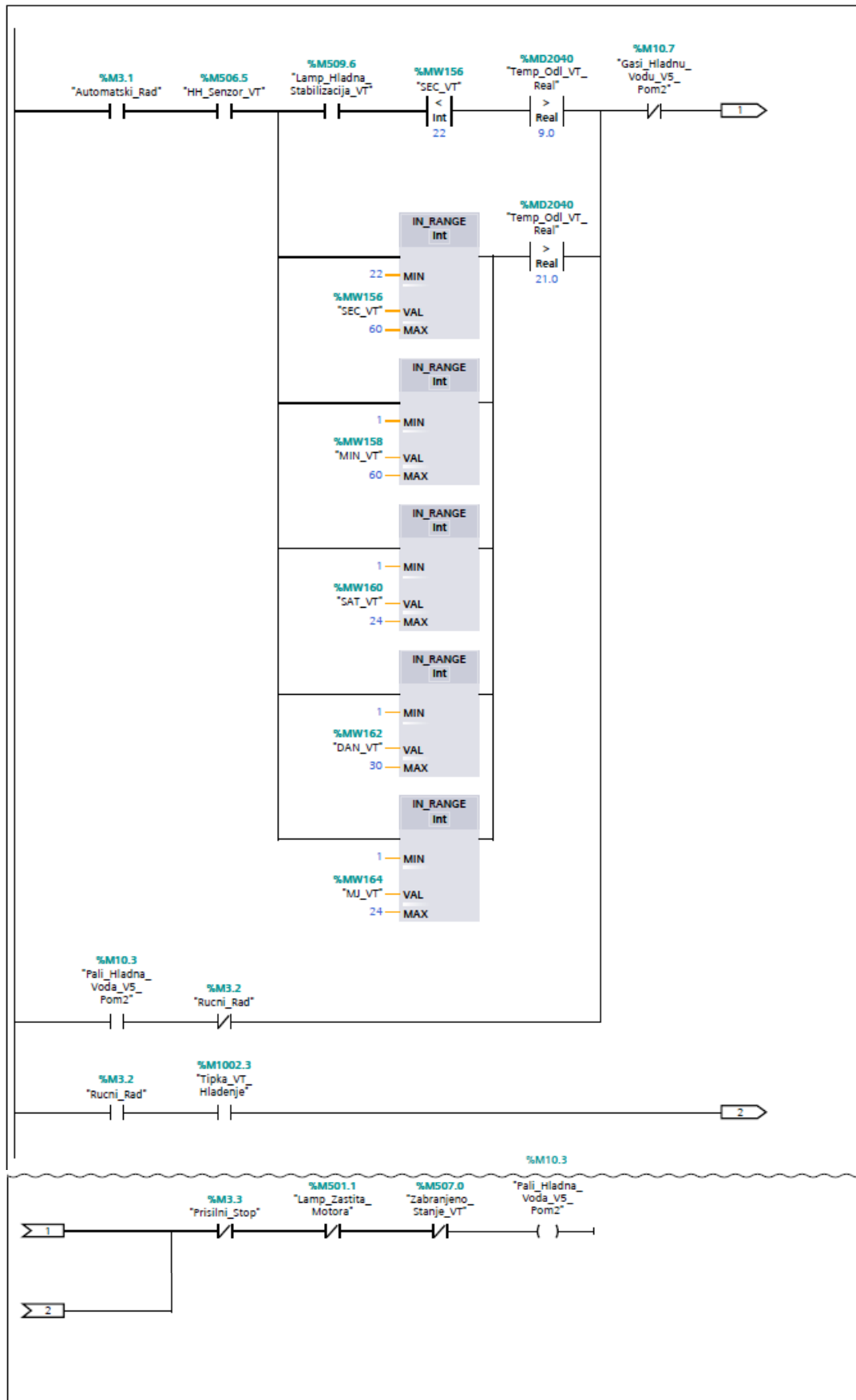


Ladder diagram temperature fermentacije:

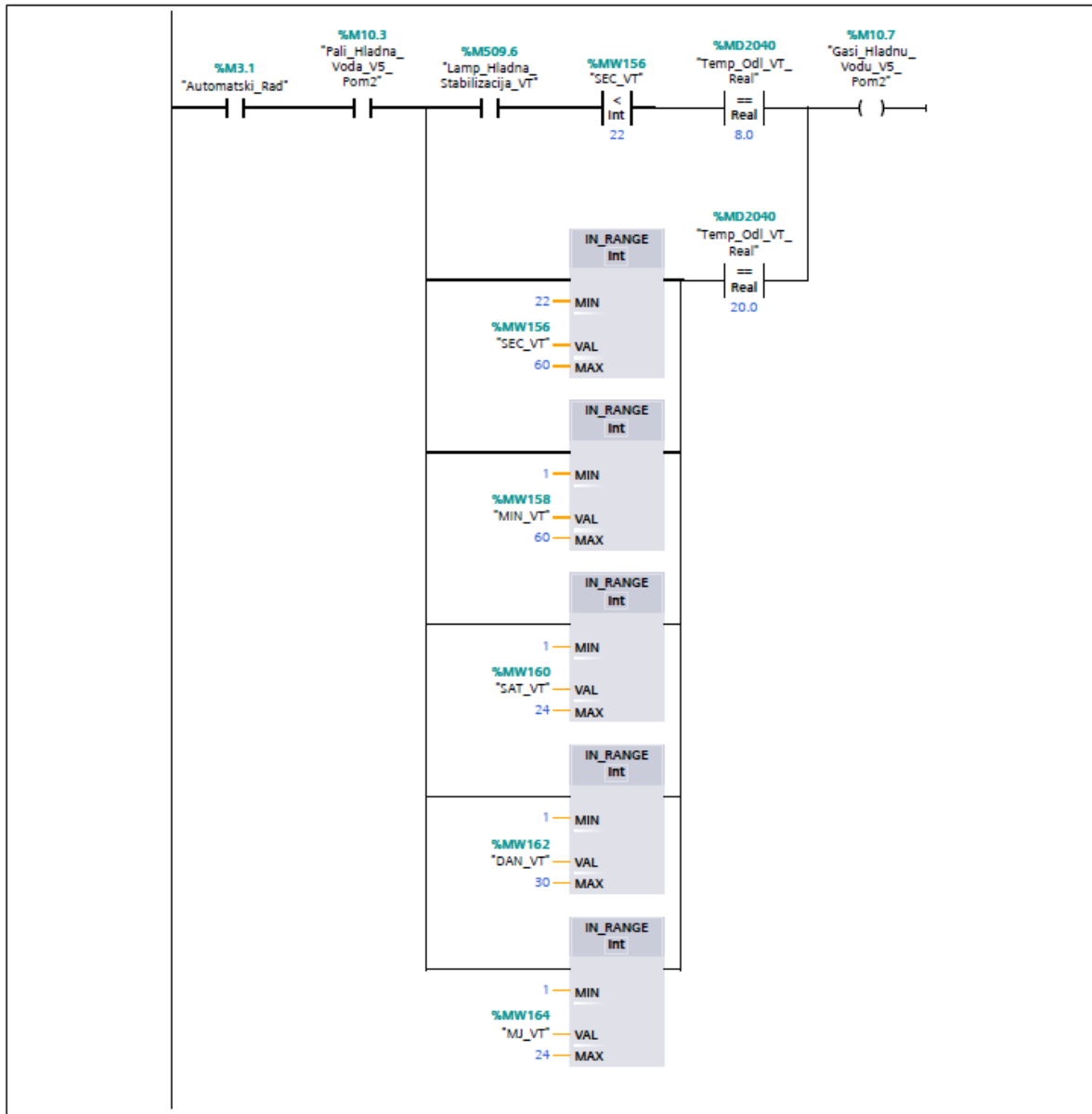


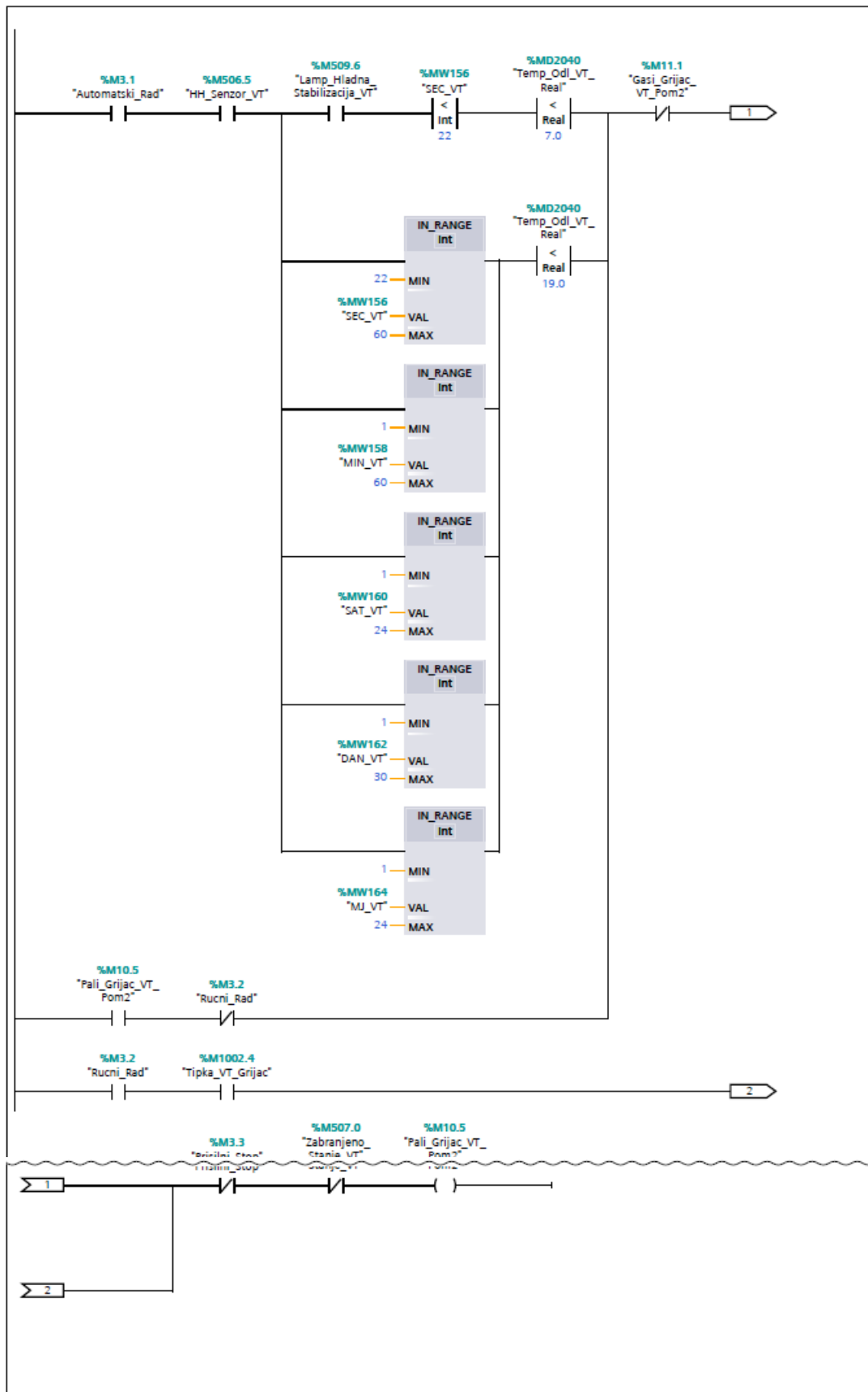


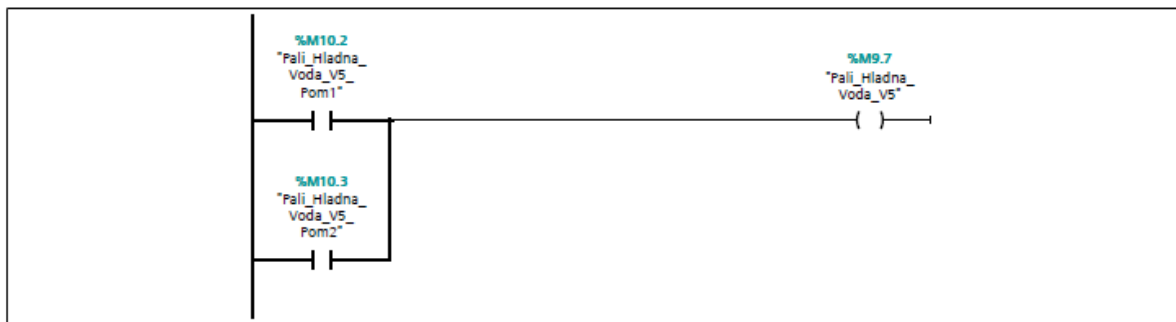
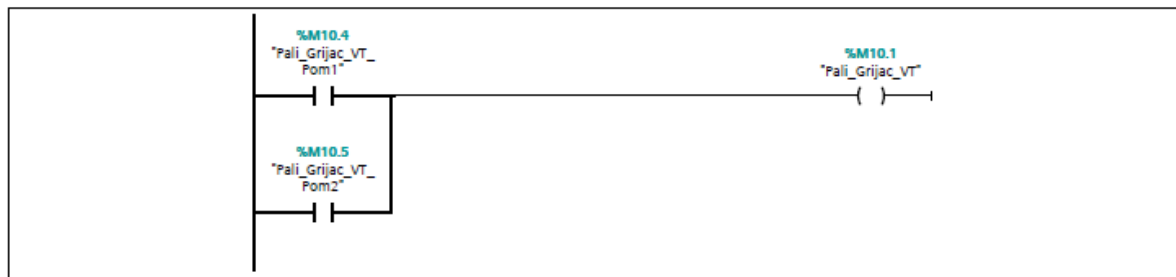
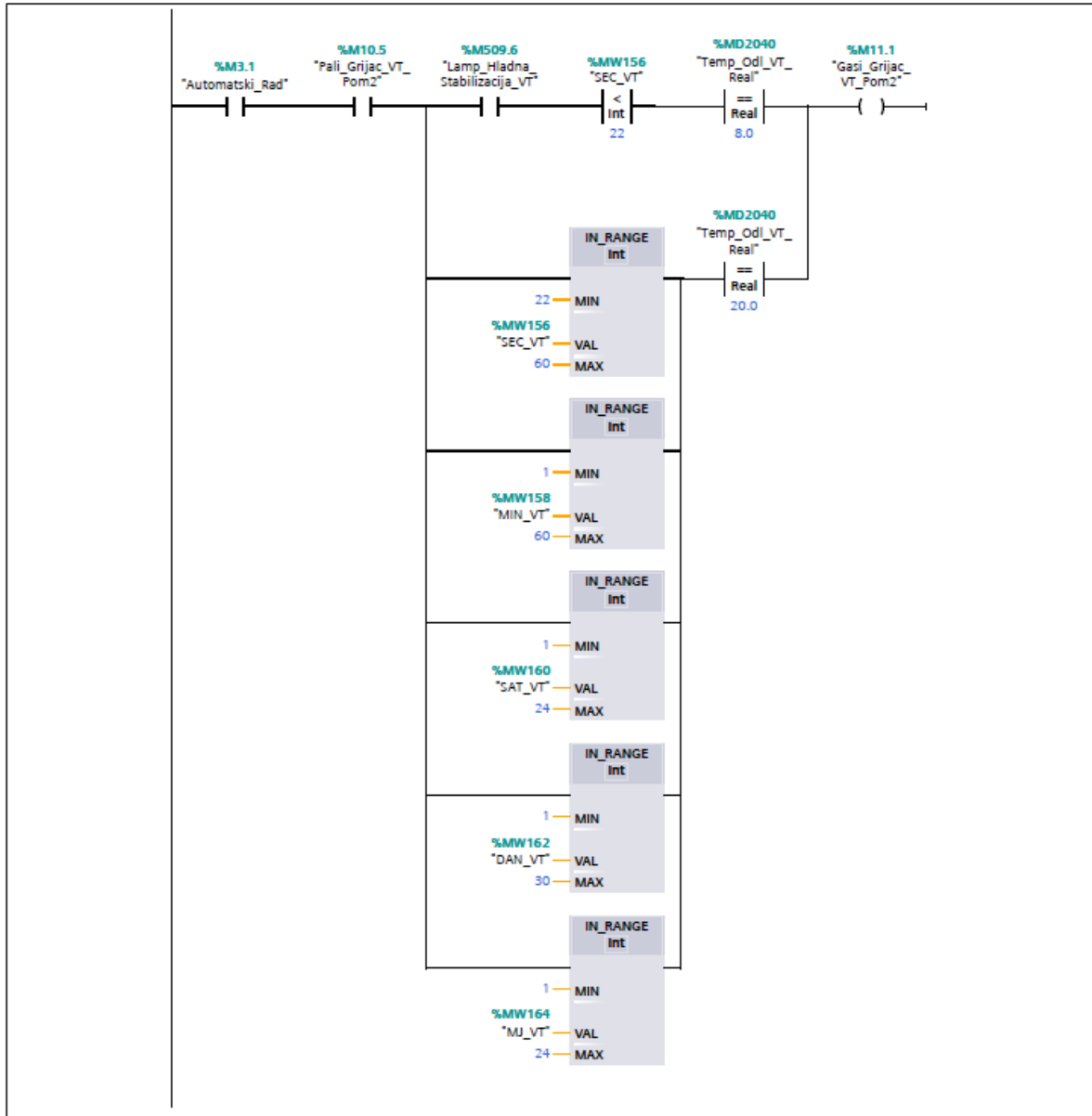
Ladder diagram temperature hladne stabilizacije i odležavanja:

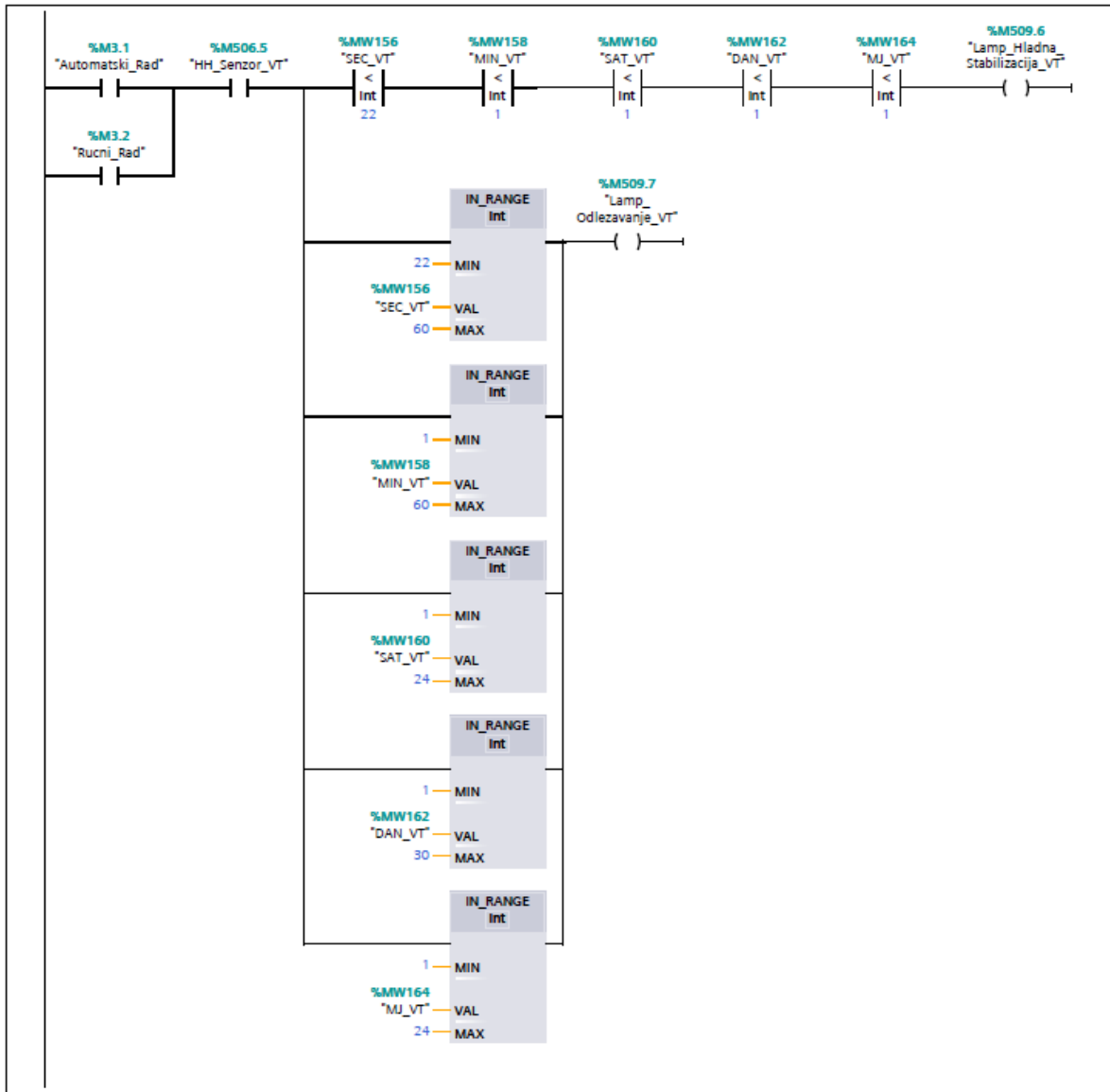
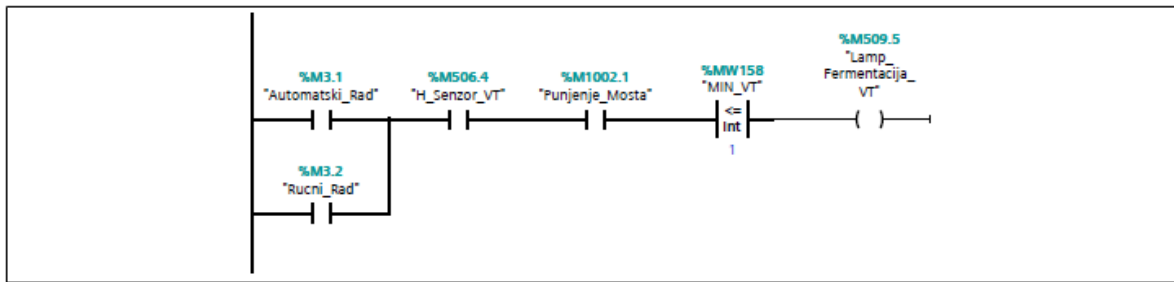






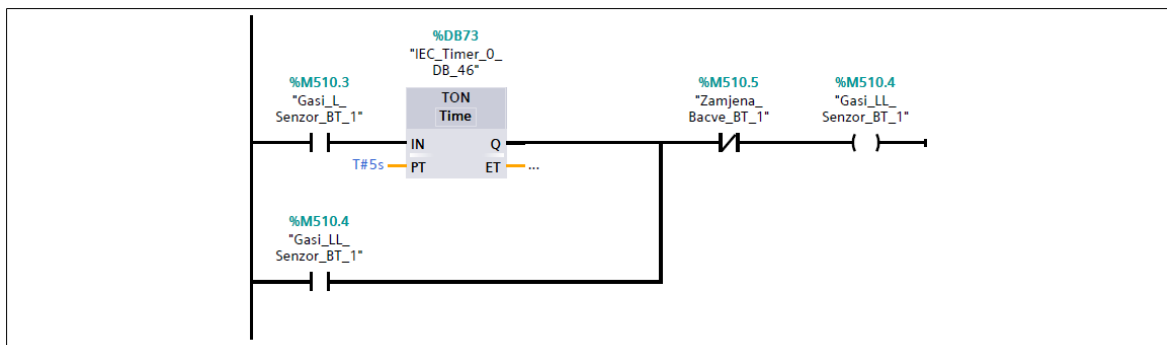
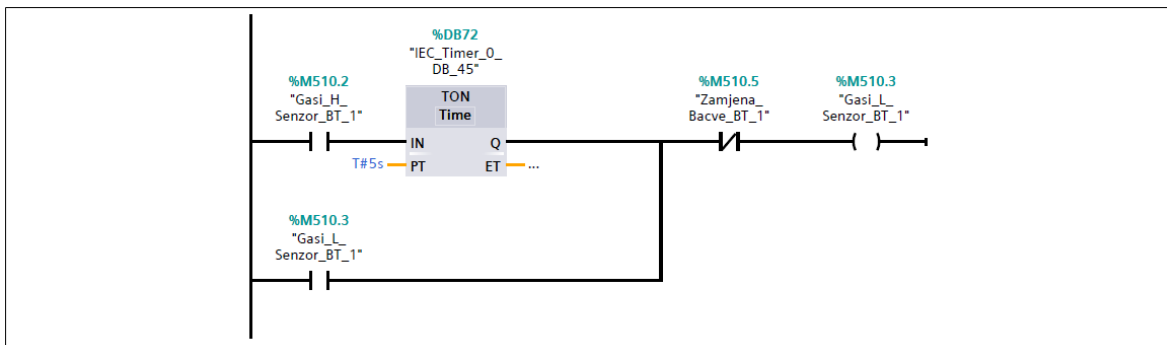
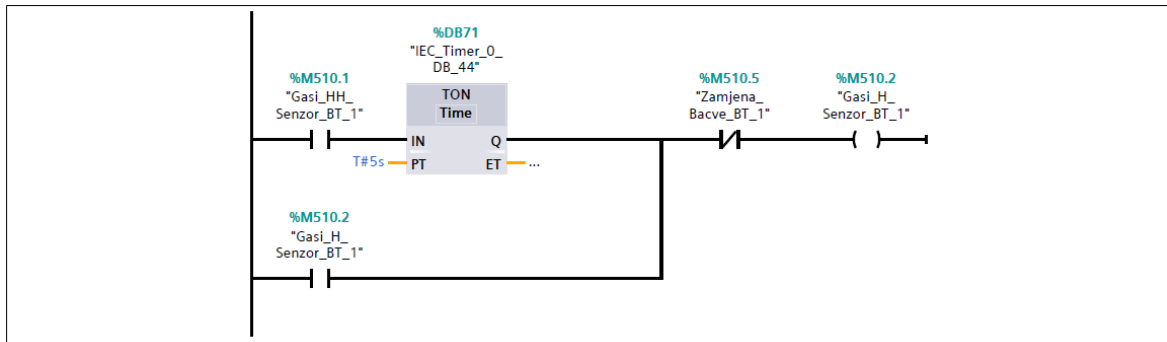
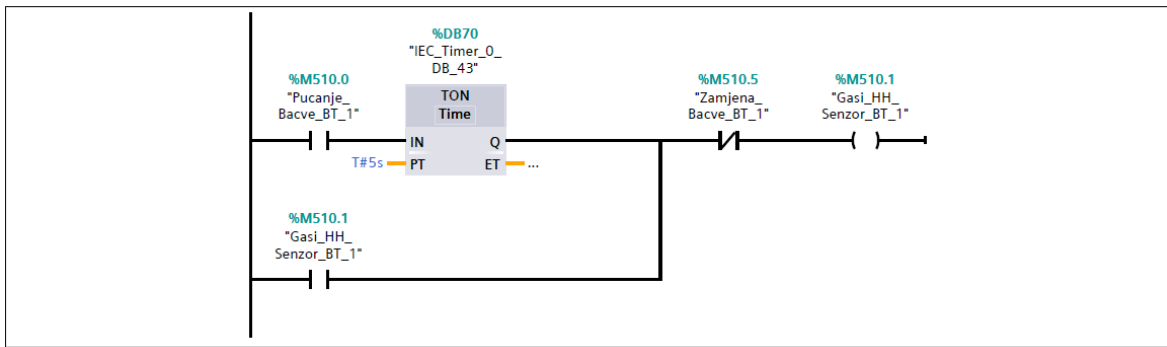






Slika 7.13 12\_Temperatura vinifikatora [FC13]

Funkcija koja je bazirana na sigurnosti bačvi je FC15 tj. „14\_Puknuće bačve [FC15]“ prikazna na Slika 7.14. Dio koda za pucanje bačve 1 *barrique* teran sorte prikazano je u nastavku.



Slika 7.14 14\_Puknuće bačve [FC15]

S ovim dijelom završeno je sve o teran sorti vina za *Barrique* bačve. Punjenje *barrique* bačvi, reguliranje temperature bačvi i podruma *Barrique* teran, reguliranje vlage u podrumu *Barrique* teran, pucanje bačvi *barrique* teran, punjenje vinifikatora i reguliranje temperature vina u vinifikatoru. Sve ostale funkcije u kodu su prilagođene uvjetima za novu sortu, od temperature sve do vremena odležavanja i ostalo.

Ostatak funkcija (vezane za sortu malvazija) koje se nalaze u kodu su:

- „08\_Punjenje Tonnoe malvazije [FC9]“
- „09\_Temperatura Tonnoe malvazije [FC10]“
- „10\_Temperatura i vlaga podruma TM [FC11]“
- „13\_Temperatura i vlaga podruma VT [FC14]“

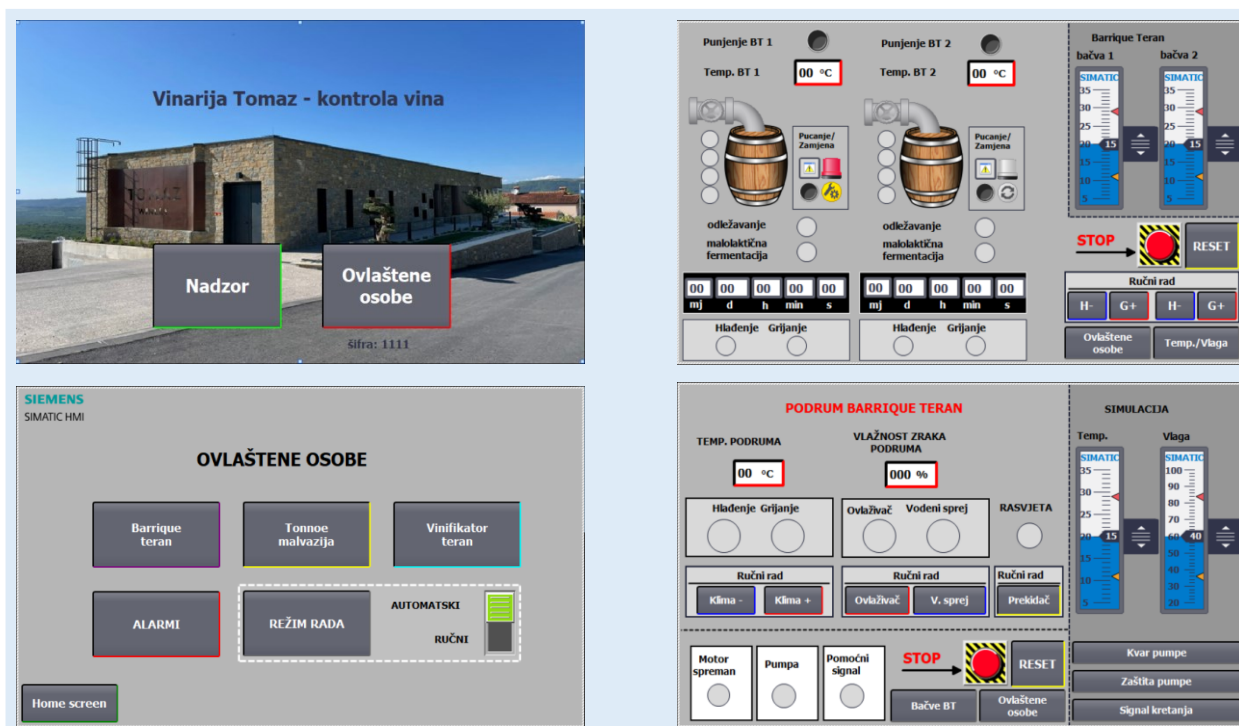
## 7.2.2 Vizualizacija

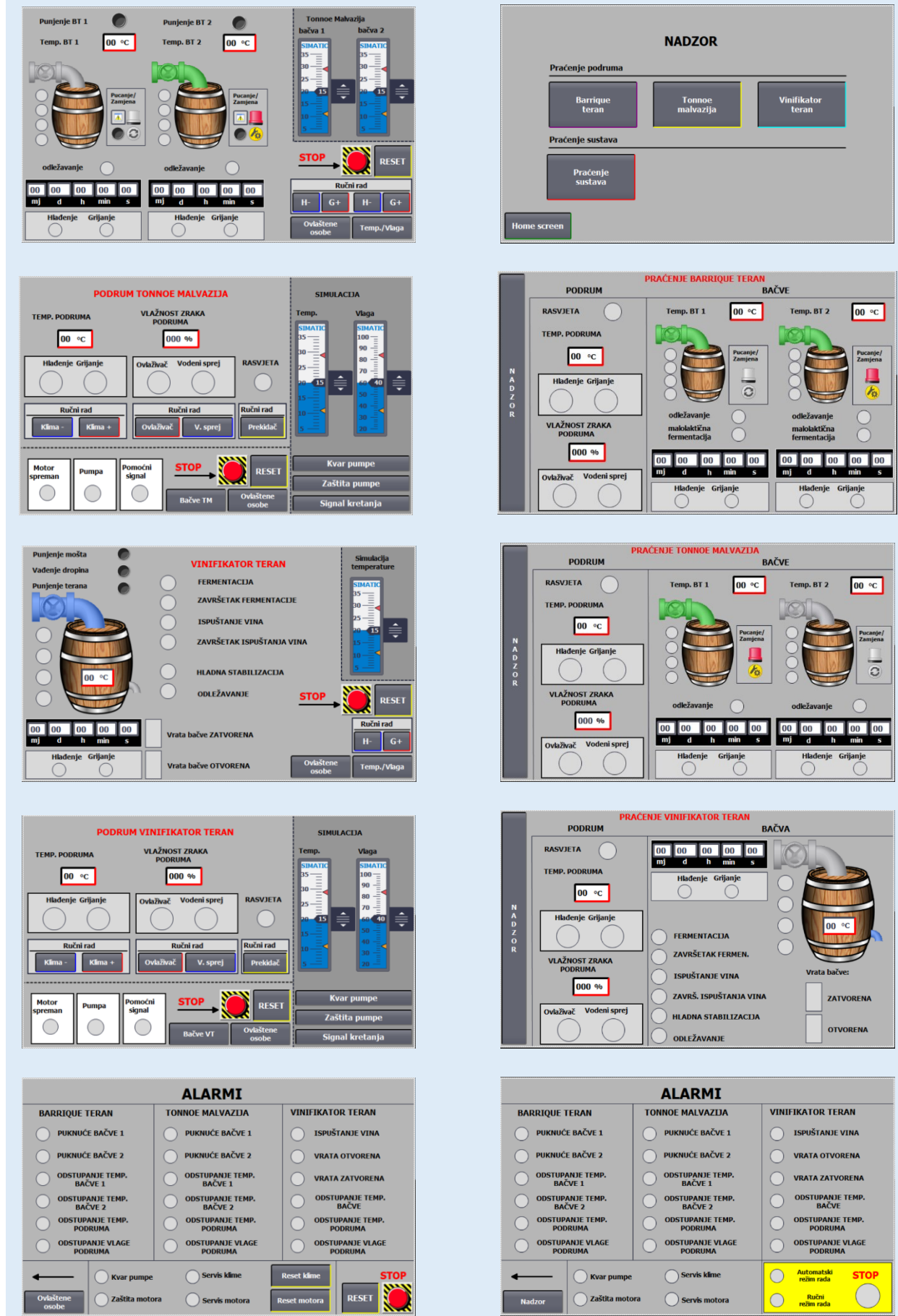
Za vizualizaciju ovoga projekta bilo je potrebno izabrati touch panel. Za HMI sustav koristio se Siemensov 7" touch panel Simatic HMI TP700 Comfort prikazan na Slika 7.15. Moguće ga je montirati za uporabu u horizontalnom položaju. Pogodan za razne primjene u industriji.



Slika 7.15 HMI touch panel 7“.

Programski paket TIA Portal pruža izradu i dizajn vizualizacije vlastitog HMI sučelja. Vizualizacija samog koda sastoji se od 14 odvojenih zaslona kako bi korisnicima, tj. ovlaštenim osobama bilo lakše praćenje i upravljanje sustavom.





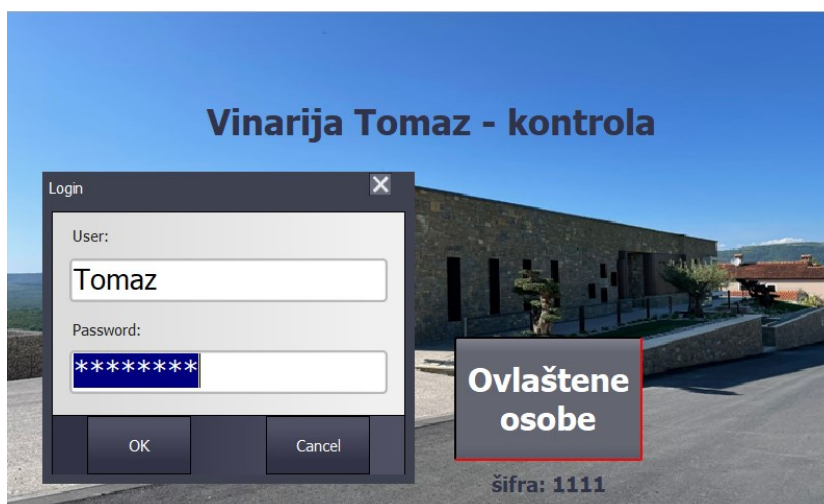
Slika 7.16 Prikaz 14 HMI ekrana.



## 8. SIMULACIJA PROCESA

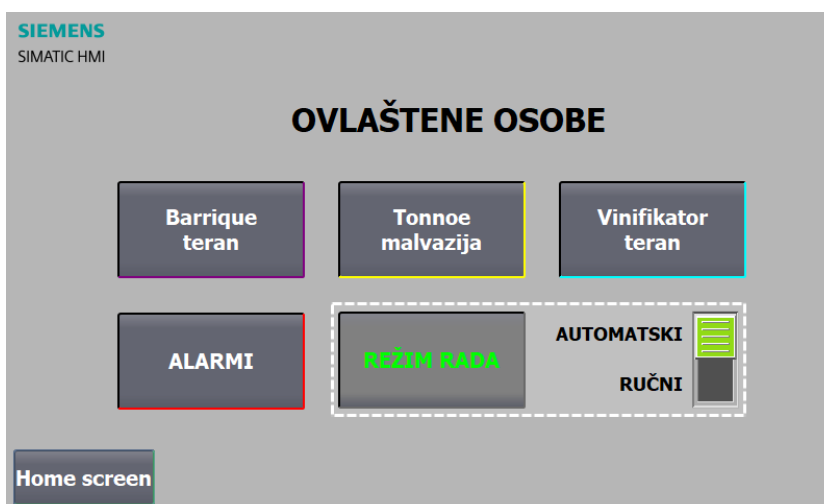
U poglavlju simulacija procesa biti će ukratko objašnjen svaki zaslon posebno u automatskom i ručnom režimu rada.

Naslovni zaslon vizualizacije prikazan je na Slika 8.1. Sastoji se od dva odabira (tipkala), NADZOR i OVLAŠTENE OSOBE. Odabirom na tipkalo „Nadzor“ omogućeno je samo praćenje parametara sustava, dok odabirom „Ovlaštene osobe“ uz pristupnu šifru moguće je mijenjati režime rada, te sve parametre u sustavu.



Slika 8.1 Prikaz naslovnog zaslona (odabir ovlaštene osobe).

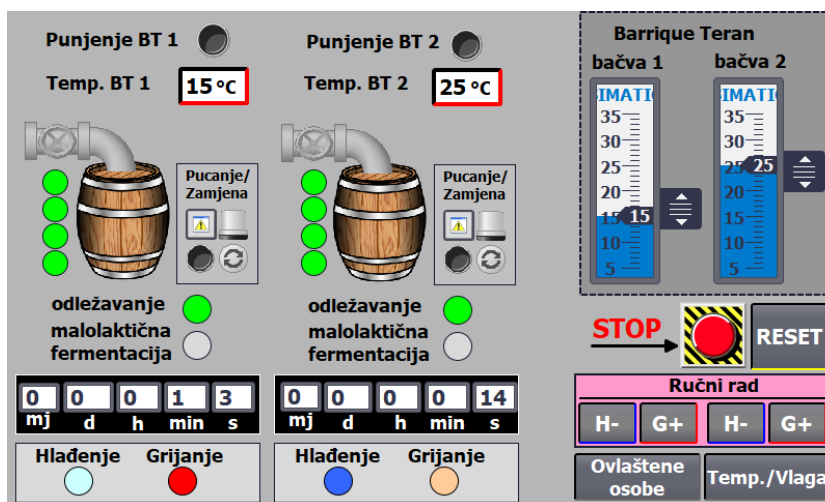
Na Slika 8.2 prikazan je zaslon ovlaštene osobe u kojemu možemo pomoću prekidača odabrati režim rada (automatski/ručni). Odabirom na ostala četiri tipkala ulazimo u praćenje podruma *Barrique* teran, *Tonnoe* malvazija, *Vinifikator* teran, te ekran nazvan *Alarmi* koji nam ukazuje jesu li svi parametri sustava u određenim granicama.



Slika 8.2 Prikaz zaslona ovlaštene osobe (automatski rad).

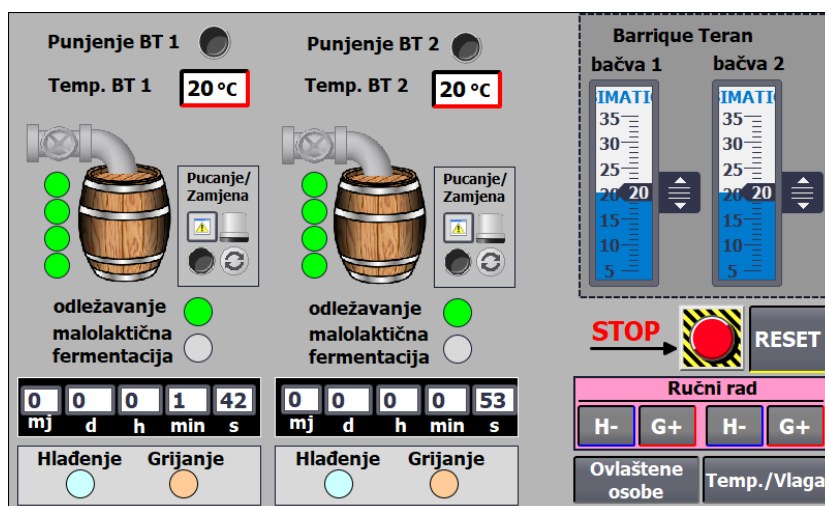
Na zaslonu *Barrique* teran bačve prikazanim Slika 8.3 su prikazani nivo napunjenosti pojedine bačve, vrijeme odležanosti vina, temperatura vina u bačvama, prikaz grijanja ili hlađenja bačvi te pucanje/zamjena pojedine bačve.

Bačvu 1 i bačvu 2 moguće je puniti, mjeriti temperaturu, pratiti vrijeme, grijati i hladiti zasebno. Punjenjem prve bačve na 100% pali nam se grijanje bačve ako je temperatura vina ispod optimalne i počinje se brojati vrijeme odležanosti za bačvu 1. U drugoj bačvi pali se hlađenje zbog povišene temperature vina koje je simulirano klizačima temperature.



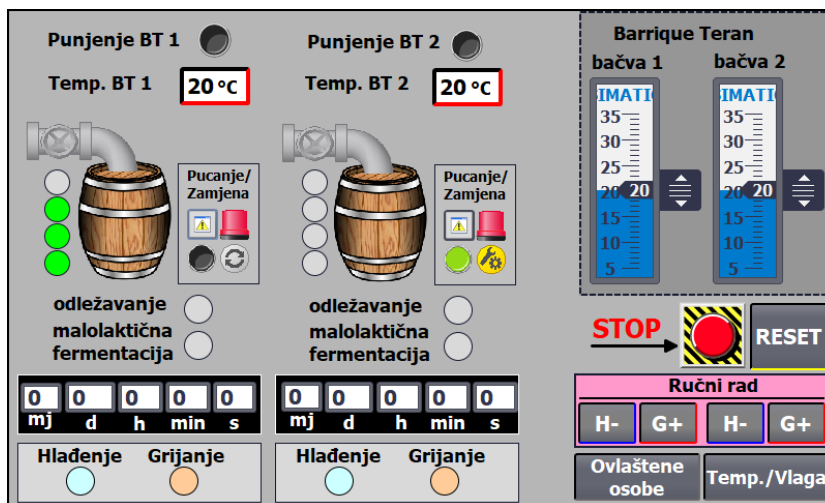
Slika 8.3 Prikaz zaslona *Barrique* teran bačve (primjer 1).

Slika 8.4 pokazuje nam da sustav dobro radi. Svi parametri su u dopuštenim granicama. Obije bačve su u procesu odležavanja uz optimalnu temperaturu od 20°C.



Slika 8.4 Prikaz zaslona *Barrique* teran bačve (primjer 2).

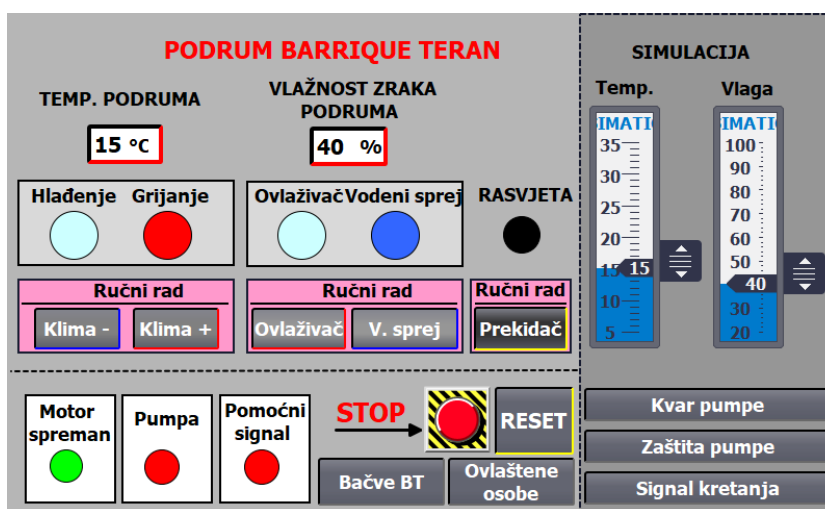
Sljedećom Slika 8.5 simulirano je puknuće bačve 1 te njezin nivo vina naglo opada. Na bačvi 1 automatski se gasi brojanje vremena odležanosti i gasi sustav grijanja ili hlađenja bačve. Bačva 2 je u procesu zamjene zbog prethodnog pucanja, nakon zamjene moguće je ponovo pokrenuti punjenje bačve vinom.



Slika 8.5 Prikaz zaslona Barrique teran bačve (primjer 3).

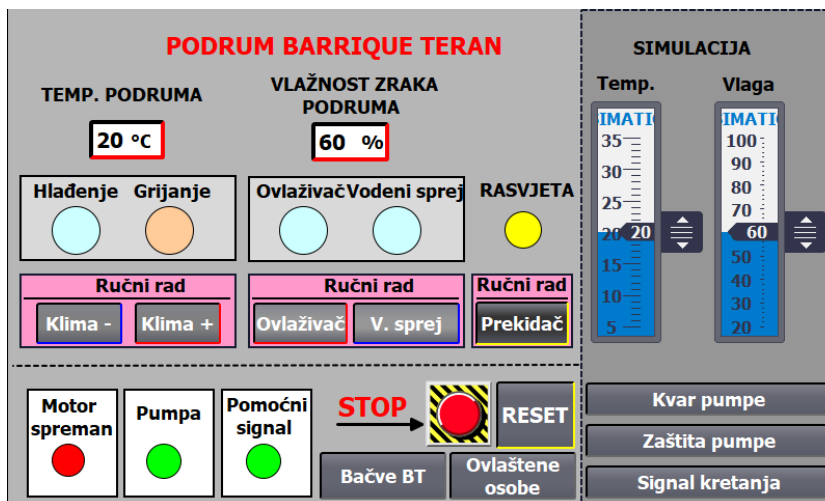
Na Slika 8.6 prikazan je zaslon temperature i vlage podruma *Barrique* teran sorte. U njemu možemo pratiti temperaturu i vlažnost podruma, te ostale parametre poput rasvjete, spremnosti motora i pumpe koje služe za hlađenje vina u bačvama.

Smanjenjem temperature u podrumu ispod optimalne automatski se pali grijanje preko klima uređaja. Kada vlažnost prostorije padne ispod 55% vodeni sprej nam je aktivan kako bi postigao odgovarajuću vlažnost podruma od 60%.



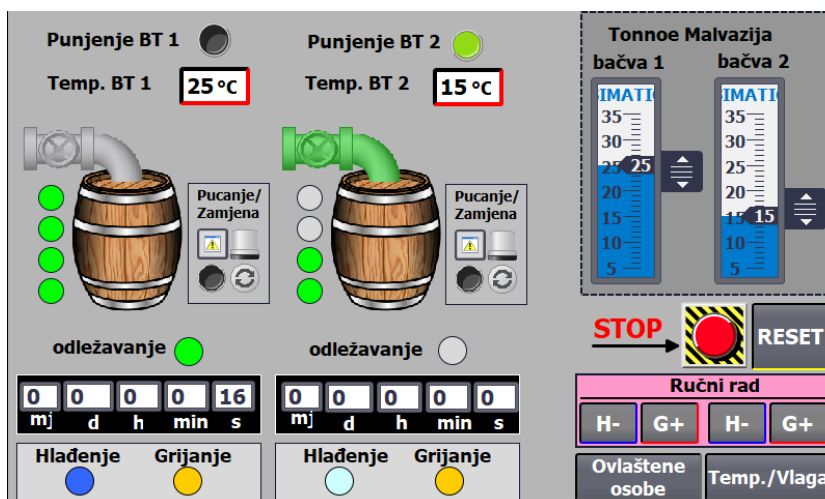
Slika 8.6 Prikaz zaslona temperatura i vlaga podruma BT (primjer 1).

Detektiranjem kretanja u podrumu pomoću senzora pokreta pali se led rasvjeta, a simulacijom na tipku kvar pumpe i zaštita pumpe pale se alarmi motora i pumpe te navedeni prestaju sa radom. Na Slika 8.7 prikazana je navedena vizualizacija temperature i vlage podruma *Barrique* teran.



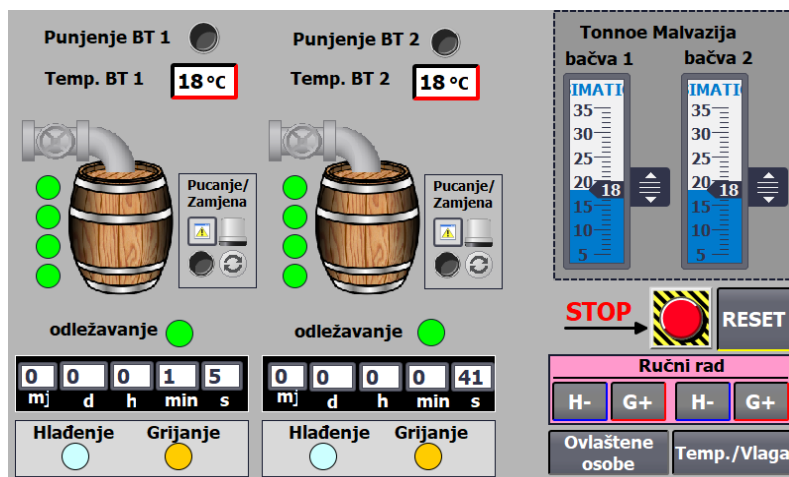
Slika 8.7 Prikaz zaslona temperatura i vlaga podruma BT (primjer 2).

Sljedeći zaslon prikazuje praćenje bačvi u podrumu *Tonnoe* malvazija, Slika 8.8. Simulacijom je prikazano punjenje bačve 2, kad se napuni na 100% upalit će se grijanje bačve zbog simulirane temperature od 15°C. Bačva 1 se hladi jer je njezina temperatura iznad optimalne i u procesu je odležavanja.



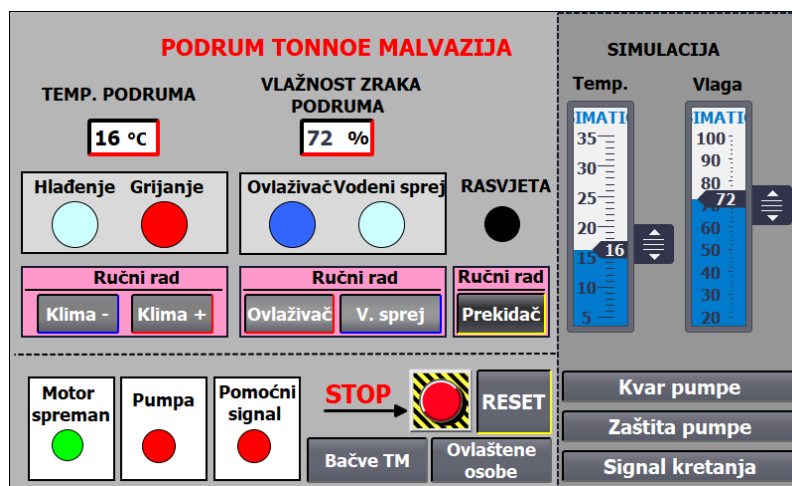
Slika 8.8 Prikaz zaslona *Tonnoe* malvazija bačve (primjer 1).

Sljedeći zaslon prikazan Slika 8.9 ukazuje nam da je sustav regulirao na ispravan način. U bačvama su postignute željene temperature vina.

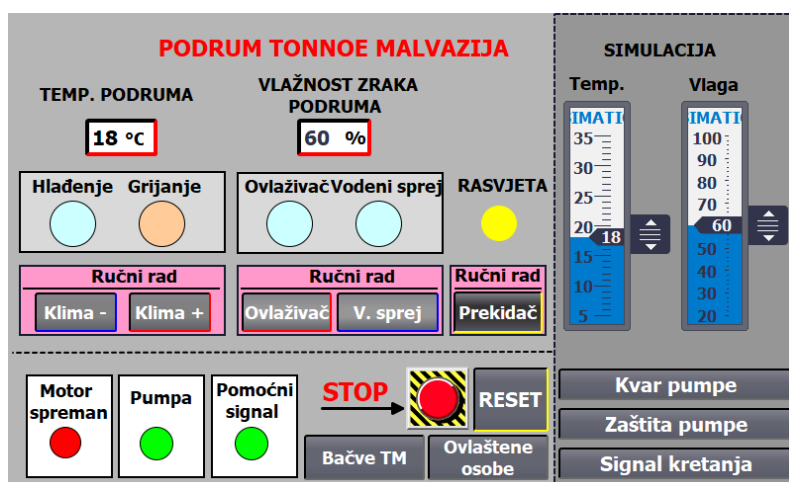


Slika 8.9 Prikaz zaslona Tonnoe malvazija bačve (primjer 2).

Slika 8.10 i Slika 8.11 prikazano je praćenje temperature i vlage podruma Tonnoe malvazija koje radi potpuno na identičan način kao podrum Barrique teran koji je prethodno objašnjen.



Slika 8.10 Prikaz zaslona temperatura i vlaga podruma TM (primjer 1).



Slika 8.11 Prikaz zaslona temperatura i vlaga podruma TM (primjer 2).

Na zaslonu Vinifikator teran bačva punjenje mošta vrši se do H - high senzora nakon čega počinje fermentacija od 30 dana uz temperaturu od 18°C prikazano Slika 8.12.



Slika 8.12 Prikaz zaslona Vinifikator teran bačva (primjer 1).

Zbog prikaza simulacije završetak fermentacije odvija se nakon jedne minute, gdje nastupa ispuštanje vina iz vinifikatora, Slika 8.13.



Slika 8.13 Prikaz zaslona Vinifikator teran bačva (primjer 2).

Nakon završetka ispuštanja vina u vinifikatoru ostaju samo drupine koje su signalizirane LL – low low senzorom. Zaposlenici vinarije otvaraju vrata vinifikatora, te vinifikator u potpunosti prazne prikazano Slika 8.14.



Slika 8.14 Prikaz zaslona Vinifikator teran bačva (primjer 3).

Na Slika 8.15 prikazano je ponovno vraćanje teran vina u vinifikator no ovog puta do vrha (HH – high high senzor) nakon čega nastupa hladna stabilizacija na 8°C u trajanju od 11 dana (u simulaciji 22 sekunde). Završetkom hladne stabilizacije počinje proces odležavanja 24 mjeseca uz temperaturu od 20°C prikazano Slika 8.16.

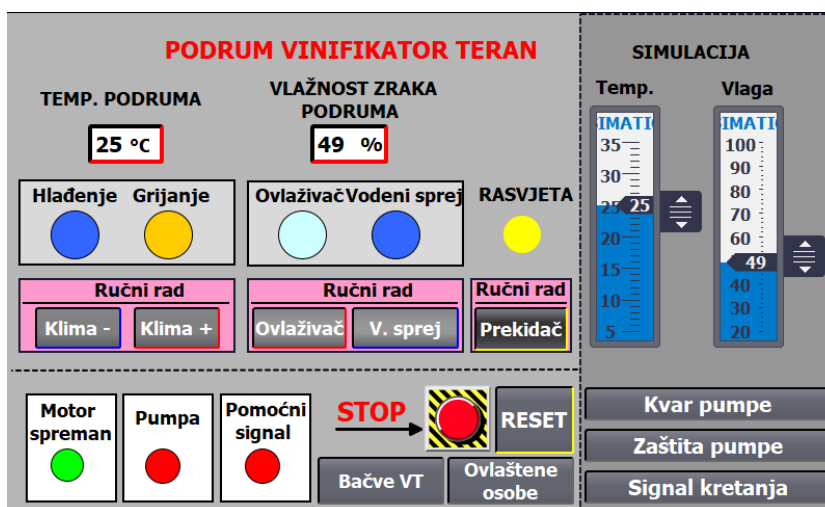


Slika 8.15 Prikaz zaslona Vinifikator teran bačva (primjer 4).



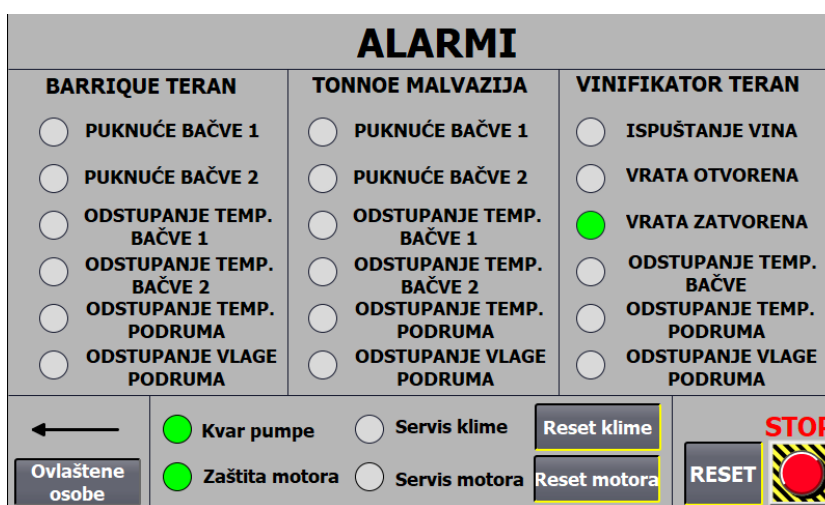
Slika 8.16 Prikaz zaslona Vinifikator teran bačva (primjer 5).

Slika 8.17 prikazuje zaslon temperature i vlage podruma Vinifikator teran koji je potpuno jednak podrumima *Barrique* teran i *Tonnoe* malvazija.



Slika 8.17 Prikaz zaslona temperatura i vlaga podruma VT.

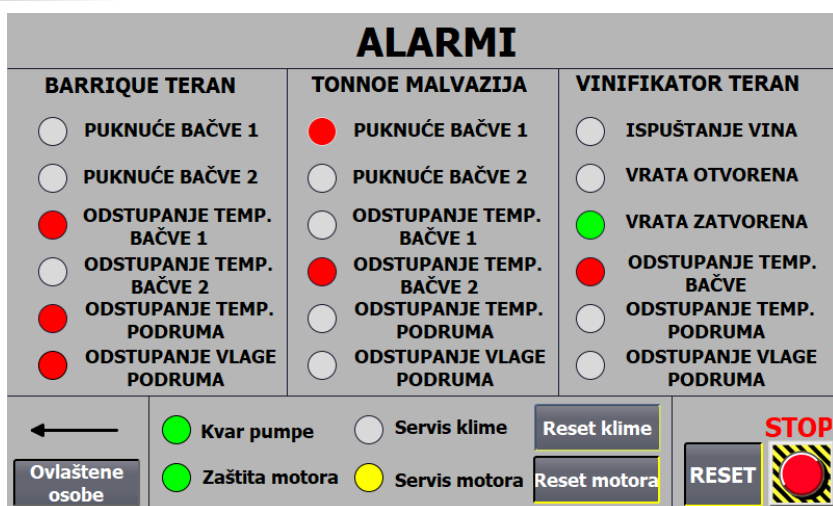
U alarmnom ekranu prikazani su alarmi odstupanja temperature pojedine bačve, temperature podruma, vlaga podruma, puknuća bačvi i servisna upozorenja sustava. Slika 8.18 ukazuje na to da je sa sustavom sve uredi i nema nikakvih odstupanja.



Slika 8.18 Prikaz zaslona alarmi (primjer 1).

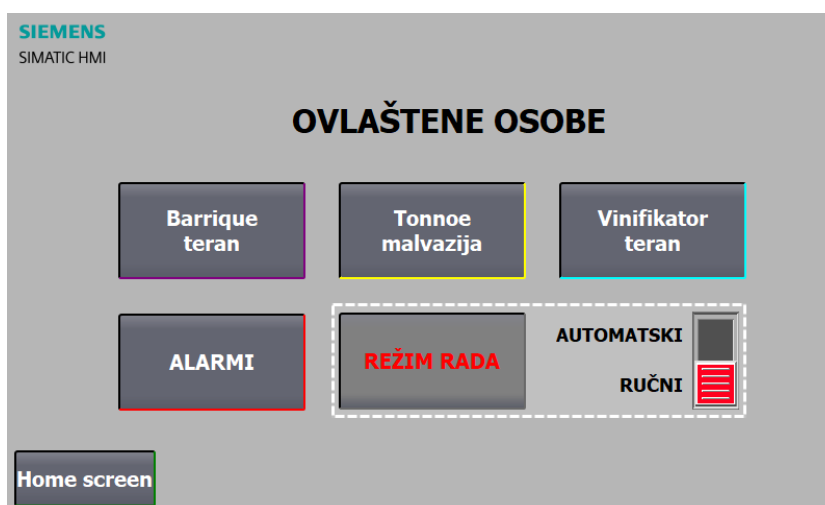
Dok na Slika 8.19 je vidljivo kako su alarmi u podrumu *Barrique* teran za odstupanje temperature bačve 1, temperature i vlage podruma aktivni. Alarmi se nakon određenog vremena trebaju isključiti ako automatski sustav dobro radi, tj. određene parametre dovede u prihvatljive granice. U podrumu *Tonnoe* malvazija imamo odstupanje temperature bačve 2 i puknuće bačve 1 signalizirano treptajućom crvenom led diodom koju treba zamijeniti. Temperatura bačve u vinifikatoru odstupa od zadanih vrijednosti. Servisni interval za servis motora treperi žutom bojom 1s.



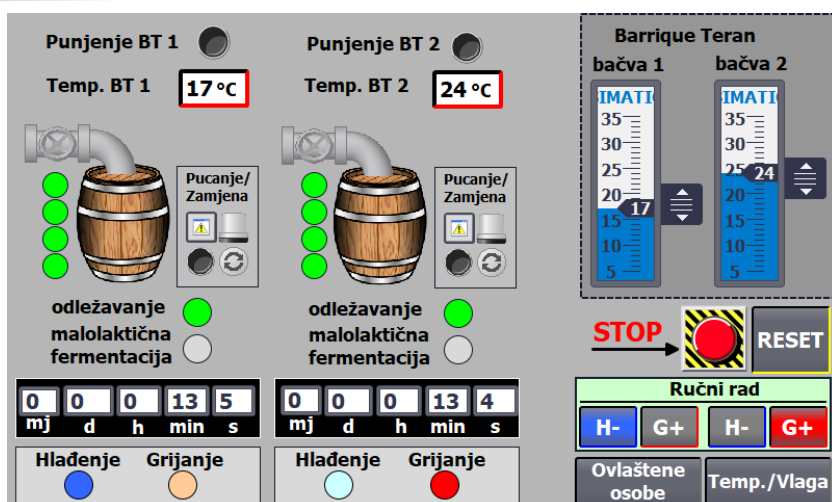


Slika 8.19 Prikaz zaslona alarmi (primjer 2).

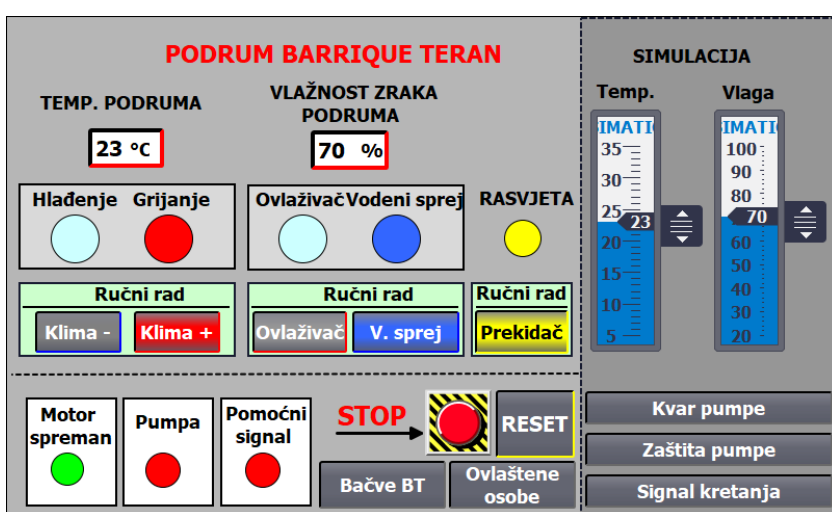
Odabirom ručnog režima rada moguće je hladiti ili grijati podrum i/ili bačve neovisno o temperaturi u podrumu i/ili bačvama. Isto tako paljenje/gašenje vodenog spreja i rasvjete može se odvijati u bilo kojem trenutku po odabiru ovlaštene osobe. Prikazano na Slika 8.20, Slika 8.21 i Slika 8.22.



Slika 8.20 Prikaz zaslona ovlaštene osobe (ručni rad).



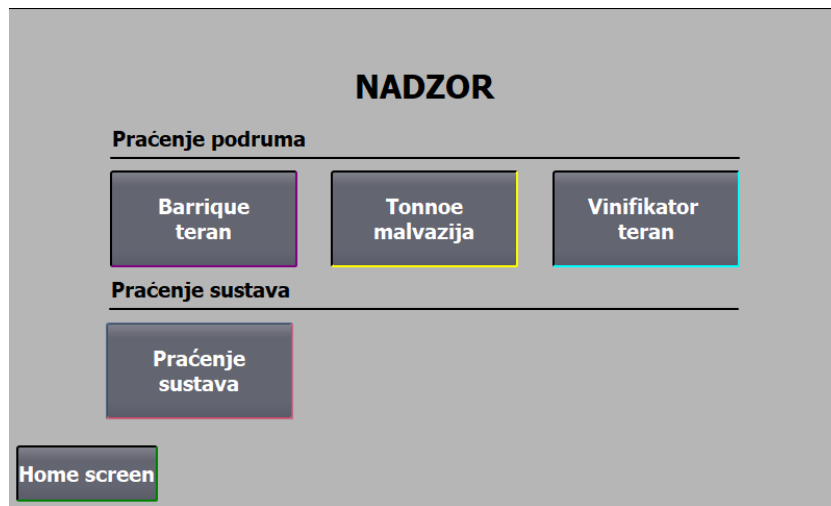
Slika 8.21 Prikaz zaslona Barrique teran bačve (ručni rad).



Slika 8.22 Prikaz zaslona temperatura i vlaga podruma BT (ručni rad).

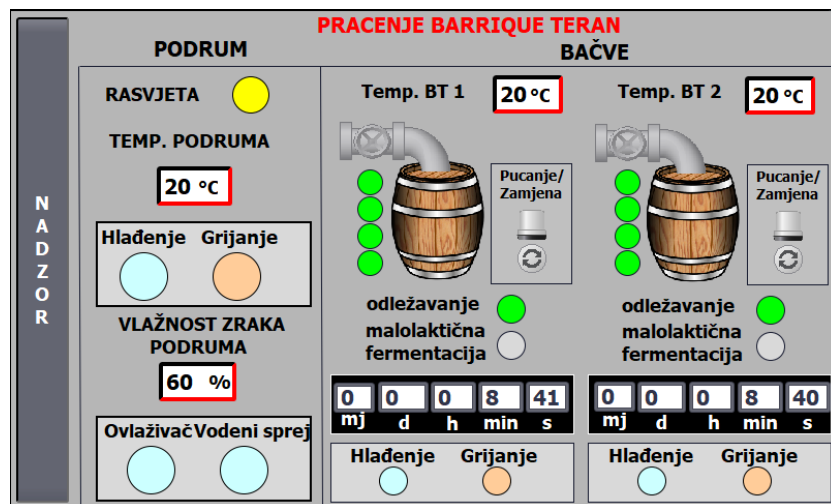
Zaslone podruma *Tonnoe* malvazije i vinifikatora u ručnom režimu rade isto kao prikazani zasloni od podruma *Barrique* teran.

Odabirom tipkala „NADZOR“ na naslovnom zaslonu ulazimo u zaslon prikazan Slika 8.23 gdje korisnik, tj. neovlaštena osoba odabire praćenje podruma ili praćenje sustava u kojemu može imati uvid o stanju sustava, ali parametre nije moguće mijenjati.

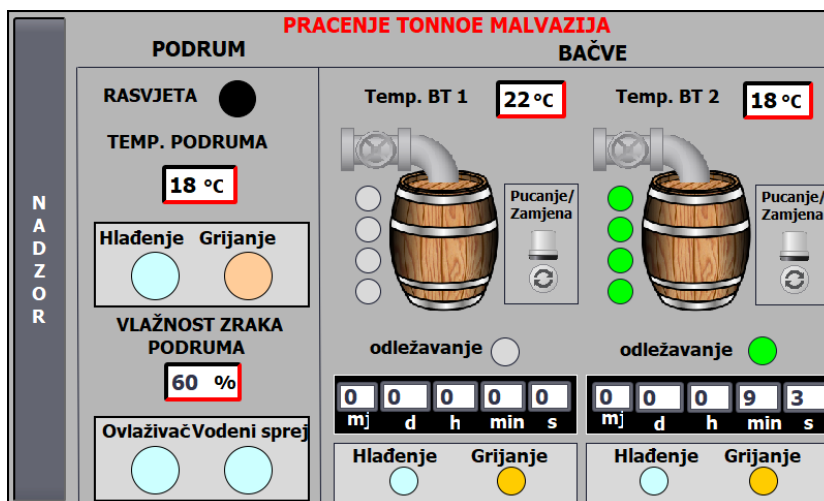


Slika 8.23 Prikaz zaslona nadzor.

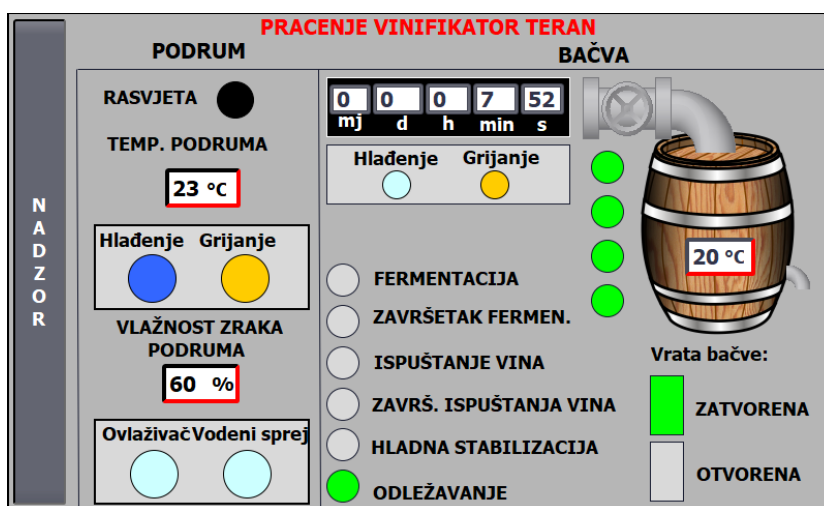
Slika 8.24, Slika 8.25, Slika 8.26 i Slika 8.27 korisniku omogućuju praćenje odvojenih podruma, te nadzor alarmnih upozorenja i signalizacije.



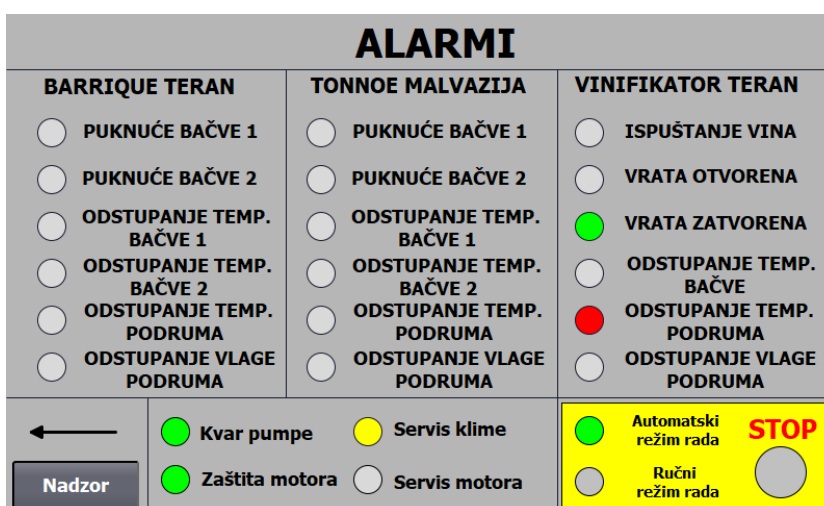
Slika 8.24 Prikaz zaslona praćenje podruma Barrique teran.



Slika 8.25 Prikaz zaslona praćenje podruma Tonnoe malvazija.



Slika 8.26 Prikaz zaslona praćenje podruma Vinifikator teran.



Slika 8.27 Prikaz zaslona praćenje sustava.

## 9. ZAKLJUČAK

U diplomskome radu obrađena je tema automatizacije vinarije Tomaz tj. proizvodnje vina u posebnim bačvama izrađenima za zadane uvjete. S obzirom da proizvodnja i sam sustav oplemenjivanja vina je sve popularniji, implementacijom automatizacije u takav proces podižemo efikasnost i pouzdanost cijelog sustava. Kvaliteta vina je podignuta na veću razinu, a samim time želje i zadovoljstvo korisnika.

Za izradu samog upravljačkog programa i vizualnog sučelja korišteni su SIMATIC softverski paketi, koji uvelike olakšavaju izradu samog koda, i jednostavno se ostvaruje komunikacija sa HMI sučeljem. Pruža se mogućnost simulacije samog procesa, što uvelike pomaže pri samoj izradi programa. Upravljački kod izrađen je u LAD programskom jeziku koristeći više funkcija i blokova koje program pruža.

Cijeli projekt je baziran na dvije sorte vina teran i malvazija. Korištene bačve su *Barrique*, vinifikator i *Tonneau*. Ujedno za svaku sortu i određenu bačvu određeni su uvjeti koji su implementirani u projektu.

Prednost korištenja ovog sustava je ta što se sa lakoćom dodaju nove ideje u upravljački program. Postoji mogućnost da se sustav proširi i nadogradi s novim idejama i zahtjevima korisnika. Podrumi za skladištenje bačve su različiti pa samim time nadogradnja podruma s podnim grijanjem ili sličnim sustavom bi poboljšalo proces. Vinarija Tomaz također ulaže i dalje u nadogradnju vina te se u budućnosti očekuje i implementacija ovoga sustava na betonske i staklene bačve. Takav pristup i gledište uvelike će dovesti vinariju Tomaz na još veću razinu i bolji sustav automatizacije, a samim time bolja kvaliteta i usluga.

---

**LITERATURA**

- [1] „Vina Tomaz“, s interneta, <https://vina-tomaz.hr/hr/>
- [2] „Barrique bačva“, s interneta, <https://glossary.wein.plus/toasting>
- [3] „Tomaz superior“, s interneta, <https://vina-tomaz.hr/hr/wines/superior/>
- [4] „Tomaz barbarossa“, s interneta, <https://vina-tomaz.hr/hr/wines/barbarossa/>
- [5] „Tomaz avangarde“, s interneta, <https://vina-tomaz.hr/hr/wines/avangarde/>
- [6] „Tomaz sesto-sento“, s interneta, <https://vina-tomaz.hr/hr/wines/sesto-senso/>
- [7] „Barrique bačve“, s interneta, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Barrique>
- [8] „Malvazija“, s interneta, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Malvazija>
- [9] „Teran“, s interneta, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Teran>
- [10] „Kuglični ventil s ručnom polugom“, s interneta, <https://hpcontrol.com.hr/zawor-kulowy-nierdzewny-3-4-cala-dn20-z-raczka-2-czesciowy.html>
- [11] „Comisa razdjelnik“, s interneta, <https://instalograd-promet.hr/proizvod/comisa-razdjelnik-3-4-2-kruga-art-88-20-002-prikljucni-spoj-1-2/>
- [12] „Elektromotorni ventil“, s interneta, [https://www.festo.com/hr/hr/p/elektromagnetski-ventil-id\\_VZWF/?categoryCode=pim206&q=%7E%3AfestoSortOrderScored](https://www.festo.com/hr/hr/p/elektromagnetski-ventil-id_VZWF/?categoryCode=pim206&q=%7E%3AfestoSortOrderScored)
- [13] „Nepovratni ventil“, s interneta, <https://www.ferrocroatia.hr/product-2201-K.html>
- [14] „Kapacitivni senzor“, s interneta, <https://www.baumer.com/int/en/product-overview/process-sensors/level-sensors/capacitive-point-level-sensors/non-contact/cfam-12p1600/p/25814>
- [15] „Pumpa“, s interneta, <https://product-selection.grundfos.com/products/up-oem?tab=products>
- [16] „Senzor temperature i vlage“, s interneta, <https://www.andivi.eu/senzori-osjetnici/senzori-vlage/kombinirani-kanalski-osjetnik-temperature-i-relativne-vlaznosti/>
- [17] „Cijevi“, s interneta, <https://www.hennlich.hr/proizvodi/pneumatika-tehnika-spajanja-crijeva-i-cijevi-6062/cijevi-od-celika-i-nehrdajuceg-celika.html>
- [18] „Sonda s priključkom“, s interneta, <https://hr.guilcor.com/sonde-avec-raccord/3725-sonde-avec-raccord-tube-4mm-50-a-200c.html>

- [19] „Klima“, s interneta, <https://haier-klima.com/tide-plus-multi/>
- [20] „Multi-inverter“, s interneta, <https://haier-klima.com/multi-inverter/>
- [21] „Bypass“, s interneta, <https://www.njuskalo.hr/komunalni-strojevi-dijelovi/bypass-ventil-regulator-pritiska-st261-visokotlacne-pumpe-oglas-38282406>
- [22] „Vodeni sprej“, s interneta, <http://hr.foredesafety.com/fire-sprinklers/standard-spray-sprinklers/sprinkler-head.html>
- [23] „Grijač za mošt i vino“, s interneta, <https://www.njuskalo.hr/poljoprivreda-ostalo/elektricni-stapni-grijac-most-oglas-14518557>
- [24] „Klimat“, s interneta, [https://www.daikin.hr/hr\\_hr/products/product.html/EMRQ-AB.html](https://www.daikin.hr/hr_hr/products/product.html/EMRQ-AB.html)
- [25] „Relej snage“, s interneta, <https://www.schrack.hr/trgovina/upravljanje-regulacija/uticni-print-vremenski-mjerni-nadzorni-releji/print-releji/print-releji-serije-rt/relej-snage-1c-o-12a-24vdc-serije-rt-raster-5mm-rt214024.html>
- [26] „Sklopnik“, s interneta, <https://www.schrack.hr/trgovina/upravljanje-regulacija/sklopnici-bimetalni-releji-motorne-zastitne-sklopke/sklopnici-serije-la/mini-sklopnici-serije-la-velicina-1/mini-sklopnik-3p-4kw-ac3-24v-dc-1n-c-ugraden-la100925.html>
- [27] „Motorna zaštita“, s interneta, <https://www.schrack.hr/trgovina/oprema-za-ugradnju-u-ormare-kucista/sklopnici-bimetalni-releji-motorne-zastitne-sklopke/motorne-zastitne-sklopke-serije-be5-be6/motorne-zastitne-sklopke-serije-be5/motorna-zastitna-sklopka-3-polna-0-40-0-63a-be500630.html>
- [28] „SIMATIC S7-1200, CPU 1215C - PLC“, s interneta, <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6ES7215-1HG40-0XB0>
- [29] „SIMATIC S7-1200, SM1223 – digitalna dodatna kartica“, s interneta, <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7223-1BL32-0XB0>
- [30] „SIMATIC S7-1200, SM1231 – analogna dodatna kartica“, s interneta, <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6ES7231-4HF32-0XB0>
- [31] „SIMATIC HMI TP700 Comfort – HMI“, s interneta, <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6AV2124-0GC01-0AX0>
- [32] „S7-1200“, s interneta, <https://www.interempresas.net/Electronica/Articulos/35315-Siemens-lanza-controlador-industrial-Simatic-S7-1200-aplicaciones-sencillas-automatizacion.html>

[33] „Logo TIA V15.0“, s interneta, <https://aonline.hu/sct/943632/Siemens-PLC-Programozashoz-STEP-7-TIA-PORTAL>

[34] „Siemens - PLC“, s interneta, [https://www.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/distribution-automation.html?gclid=CjwKCAjwo9unBhBTEiwAipC11wsUPC-bNcMWxAoyp3UP1I7HkZqUlccFQmluDzwD6fvPKVqgMpfH8xoC5FAQAvD\\_BwE&ac=1&gad=1](https://www.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/distribution-automation.html?gclid=CjwKCAjwo9unBhBTEiwAipC11wsUPC-bNcMWxAoyp3UP1I7HkZqUlccFQmluDzwD6fvPKVqgMpfH8xoC5FAQAvD_BwE&ac=1&gad=1)



## **Popis oznaka i kratica**

PLC – „*Programmable Logic Controller*“

TIA portal – „*Totally Integred Automation Portal*“

HMI – „*Human machine interfaces*“

LAD – „*Ladder Diagram*“

USB – „*Universal serial bus*“

**Sažetak i ključne riječi**

Ovaj diplomski rad detaljno opisuje sustav automatizacije vinarije Tomaz u Motovunu, izradu programskog koda i sučelja za simulaciju. Cijeli rad je izrađen u programskom okruženju Siemens Tia Portal i HMI sučelju za izradu vizualizacije. Bazirano je na automatizacije dviju sorti vina teran i malvazija. Svaka sorta vina ima svoje specifične uvjete i bačve u kojima je cijeli proces kontroliran. Izrada ovog diplomskog rada uvelike je doprinjela učinkovitosti i poboljšanju automatizacije praćenja vina. Korisnik može sa lakoćom prati rad sustava, te je sustav u potpunosti autonoman.

**Ključne riječi:** *automatizacija, vinarija, podrum, vino, sorta, malvazija, teran, bačve, Barrique, vinifikator, Tonneau, PLC, HMI, TIA portal.*

**Summary and key words**

This paper describes in detail the automation system of the Tomaz winery in Motovun, the creation of the program code and the simulation interface. The entire work was done in the Siemens Tia Portal program and the HMI interface for creating visualization. It is based on the automation of two varieties: Teran and Malvasia sort of wines. Each variety of wine has its own specific conditions and barrels in which the entire process is controlled. The preparation of this dissertation has contributed to the efficiency and improvement of wine tracking automation. The user can easily monitor the operation of the system, and the system is completely autonomous.

**Keywords:** *automation, winery, cellar, wine, variety, malvasia, teran, barrels, Barrique, vinifier, Tonneau, PLC, HMI, TIA portal.*