

Automatizacija doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva

Osman, Ivan-Sebastijan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Bjelovar University of Applied Sciences / Veleučilište u Bjelovaru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:741444>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository of Bjelovar University of Applied Sciences](#)



VELEUČILIŠTE U BJELOVARU
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKA

**AUTOMATIZACIJA DOZIRANJA U PROIZVODNJI
UMJETNOG GNOJIVA**

Završni rad br. 06/MEH/2021

Ivan-Sebastijan Osman

Bjelovar, rujan 2021.



Veleučilište u Bjelovaru

Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Osman Ivan-Sebastijan** Datum: 14.06.2021. Matični broj: 001960

JMBAG: 0314019532

Kolegij: **RAČUNALNO VOĐENJE I UPRAVLJANJE PROCESIMA**

Naslov rada (tema): **Automatizacija doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva**

Područje: **Tehničke znanosti**

Polje: **Elektrotehnika**

Grana: **Automatizacija i robotika**

Mentor: **dr.sc. Zoran Vrhovski**

zvanje: **profesor visoke škole**

Komentor: **Saša Šteković, mag.ing.el.inf.techn.**

Članovi Povjerenstva za ocjenjivanje i obranu završnog rada:

1. **dr.sc. Stjepan Golubić, predsjednik**
2. **dr.sc. Zoran Vrhovski, mentor**
3. **Danijel Radočaj, mag.inž.meh., član**

2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 06/MEH/2021

U radu je potrebno:

1. Analizirati postojeći proces doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva
2. Prikupiti zahtjeve klijenta u svrhu automatizacije doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva
3. Predložiti i opisati proces automatizacije doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva koji uključuje elemente automatizacije (senzori, aktuatori, PLC, HMI, ...)
4. Izraditi i opisati program za PLC sustava za automatizaciju doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva
5. Izraditi i opisati korisničko sučelje za HMI sustava za automatizaciju doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva
6. Predložiti i opisati komunikacijske protokole korištene za povezivanje PLC uređaja, HMI uređaja i ostalih elemenata automatizacije

Zadatak uručen: 14.06.2021.

Mentor: **dr.sc. Zoran Vrhovski**



Zahvala

Zahvaljujem Veleučilištu u Bjelovaru na predanom znanju tokom svih kolegija, posebno svom mentoru dr.sc. Zoranu Vrhovskom koji mi je pomogao pri izradi rada.

Također, zahvaljujem se tvrtki Autegra d.o.o. na ukazanom povjerenju i prilici da radim na ovakvom projektu, poslodavcu mag. ing.el. inf. techn. Saši Štekoviću te drugim suradnicima.

Posebnu zahvalu iskazujem svojoj obitelji, koja je bila uz mene tokom cijelog studija.

Hvala Vam puno!

Sadržaj

1. Uvod.....	5
2. ANALIZA POSTOJEĆEG PROCESA DOZIRANJA.....	6
3. ZAHTJEVI KLIJENTA NA SUSTAV DOZIRANJA.....	10
4. PRIJEDLOG PROCESA I ELEMENTI AUTOMATIZACIJE.....	12
4.1 PLC Siemens CPU 1214C.....	12
4.2 Moduli za proširenje.....	13
4.3 Weintek HMI zaslon.....	15
4.4 Napajanje.....	16
4.5 Ethernet preklopnik.....	18
4.6 Ostale komponente sustava automatizacije.....	18
5. KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI.....	19
5.1 RS232 komunikacija.....	19
5.2 Industrijski Ethernet.....	20
6. PROGRAMIRANJE PLC UREĐAJA.....	21
6.1 Programski kod u TIA Portalu.....	22
7. VIZUALIZACIJA.....	30
7.1 Opis programskog alata EasyBuilder PRO.....	30
7.2 Vizualizacija na HMI zaslonu.....	31
8. ZAKLJUČAK.....	38
9. LITERATURA.....	39
10. OZNAKE I KRATICE.....	41
11. SAŽETAK.....	42
12. ABSTRACT.....	43

1. Uvod

Moderna poljoprivreda mora zadovoljiti veliko svjetsko tržište hrane i prehraniti gotovo 8 milijardi ljudi. Statistički, oko 90 % hrane koja se proizvede dolazi upravo s poljoprivrednih površina gdje je umjetno gnojivo neizostavan element [1]. Dodavanjem umjetnih gnojiva se tlo obogaćuje i samim time povećavaju urodi. Umjetna gnojiva se proizvode u industrijskim sustavima. Da bi se povećala efikasnost i preciznost proizvodnje, a smanjio ljudski faktor, industrijski se sustavi automatiziraju.

U Republici Hrvatskoj se, kao i u svijetu, proteklih godina mnogo industrijskih postrojenja automatizira. Glavni elementi u industrijskoj automatizaciji su programibilni logički kontroleri (engl. *Programmable Logic Controller* - PLC). U ovom završnom radu opisan je postupak automatizacije sustava doziranja aditiva u proizvodnji umjetnog gnojiva.

Ovaj projekt napravljen je prema zahtjevima tvrtke Ecodig koja unutar vlasničke strukture posjeduje bioelektranu Bioel. Glavni nusprodukt bioelektrane je digestat koji je osnova za proizvodnju umjetnog gnojiva. Digestat prolazi kroz više procesa. Prvi proces je sušenje u automatiziranoj sušari. Nakon sušenja digestat prolazi kroz sustav obogaćivanja aditivima, koji je automatiziran u ovom radu. Nakon što je digestat obogaćen potrebnim aditivima, on dolazi do stroja za proizvodnju peleta, a pelet se kao završni proizvod pakira u ambalažu.

U ovom završnom radu, u drugom poglavlju, analiziran je postojeći sustav i sve komponente doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva. U trećem su poglavlju navedeni svi zahtjevi klijenta koji su morali biti zadovoljeni u realizaciji projekta. Predloženi proces automatizacije sustava i svi elementi korišteni u procesu automatizacije opisani su u četvrtom poglavlju. U petom poglavlju su opisani komunikacijski protokoli korišteni za međusobnu komunikaciju elemenata automatizacije. Postupak programiranja PLC uređaja te ključni dijelovi programskog koda opisani su u šestom poglavlju, dok je u sedmom poglavlju opisan proces izrade vizualizacije za HMI (engl. *Human-Machine Interface*) zaslon. Na kraju je izveden zaključak završnog rada.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG PROCESA DOZIRANJA

Nakon dogovora s tvrtkom Ecodig, obavljen je izlazak na teren. Postrojenje za proizvodnju umjetnog gnojiva se nalazi u mjestu Maslenjača u blizini Grubišnog polja i Daruvara. Sustav za proizvodnju umjetnog gnojiva nalazi se u sklopu bioelektrane Bioel. Cijel kompleks prikazan je na slici 2.1.



Slika 2.1: Kompleks bioelektrane Bioel [2]

Izlaskom na teren analiziran je postojeći proces doziranja aditiva. Sustav za doziranje aditiva prikazan je na slici 2.2.



Slika 2.2: Sustav za doziranje aditiva


Na desnoj strani slike nalaze se tri manja spremnika koji služe za skladištenje aditiva koji se koriste u sustavu za doziranje. Lijevo je veliki spremnik u kojem se nalazi prethodno osušen digestat. Iz velikog se spremnika digestat pužnim transporterom odvodi prema manjim

spremnica. Pužni transporter pogoni elektromotor proizvođača Elvem, snage 2.2 kW i mase 21.7 kg. Motor je asinkroni. Pločica s ostalim tehničkim specifikacijama glavnog elektromotora prikazana je na slici 2.3.

		Via delle Industrie 42 Cartigliano - ITALY www.elvem.it		IEC 60034-1 	
3-Motor 6T2 100LA4		N° 1612060 031035		IE2 2016	
cosφ 0.82		S1 Cl. F		IP 55 kg 21.7	
50Hz - IE2 - 84.3 % (100%) - 85.2 % (75%) - 84.3 % (50%)					
kW 2.2	V 230/400 Δ/Y	50Hz	A 7.96/4.59	rpm 1440	
kW 2.64	V 275/480 Δ/Y	60Hz	A 7.96/4.59	rpm 1730	
BRG DE 6206 ZZ C3		-BRG NDE 6206 ZZ C3			

Slika 2.3: Pločica s tehničkim specifikacijama glavnog motora

U manjim spremnicima se nalaze potrebni aditivi. Aditivi ulaze u pužni transporter kroz otvore na koritu, a količina aditiva regulira se dozatorima pogonjenima elektromotorima istog proizvođača Elvem, snage 0.37 kW i mase 5.85 kg. Motor je asinkroni. Pločica s ostalim tehničkim specifikacijama elektromotora za pogon dozatora prikazana je na slici 2.4.

		Via delle Industrie 42 Cartigliano - ITALY www.elvem.it		IEC 60034-1 	
3-Motor 6T1 71B4		N° 1808055 010129		2018	
cosφ 0.74		S1 Cl. F		IP 55 kg 5.85	
kW	V Δ/Y	Hz	A	rpm	
0.37	230/400	50	1.92/1.11	1370	
0.44	275/480	60	1.92/1.11	1650	
BRG DE 6202 ZZ C3		BRG NDE 6202 ZZ C3			

Slika 2.4: Pločica s tehničkim specifikacijama glavnog motora

Izgled Elvem motora implementiranih u ovaj sustav prikazan je na slici 2.5.



Slika 2.5: Elvem elektromotor [3]

Nakon prolaska kroz sustav za doziranje, obogaćeni digestat odlazi na daljnju obradu i pakiranje.

Sustav za doziranje se u ovom trenutku upravlja isključivo ručno, promjenom vrijednosti frekvencije na frekventnim pretvaračima. Radnici postrojenja prate vrijednosti mase pojedinog spremnika na LCD (engl. *Liquid Crystal Display*) zaslonima digitalnih vaga. Model vaga je T32XW i u sustavu ih ima tri, po jedna ispod svakog spremnika s aditivima. Izgled vage T32XW prikazan je na slici 2.6. U trenutnom sustavu nalaze se i ostali elementi koji će biti implementirani u novi automatizirani sustav, a to su: grebenasta sklopka na peletirki, tipkala na ormaru te ormar u koji će biti ugrađena sva potrebna upravljačka tehnika.



Slika 2.6: Vaga OHAUS T32XW [4]

Neke od ključnih specifikacija vage proizvođača OHAUS, oznake T32XW su:

- certificirana rezolucija 6000,
- životni vijek baterije od 58 sati (punjiva baterija),
- IP65 zaštita (potpuna zaštita od prašine te vodenog mlaza pod bilo kojim kutom),
- dimenzije: 201 mm*71 mm*239 mm,
- masa: 3.2 kg,
- vrijeme stabilizacije od 2 sekunde [4].

Trenutno se pokretanje sustava vrši pomoću tipkala ugrađenih na razvodnom ormaru i grebenaste sklopke na peletirki.

3. ZAHTJEVI KLIJENTA NA SUSTAV DOZIRANJA

Od strane klijenta zadano je da se sustav doziranja u potpunosti mora automatizirati. Zatraženo je da se sustav upravlja putem HMI zaslona osjetljivog na dodir, a da se automatizacija sustava vrši pomoću PLC-a. Klijent je naglasio kako želi da se zadrže sve funkcionalnosti postojećeg sustava, a to su dozatorski motori, frekventni pretvarači i vage.

Od strane klijenta je objašnjeno kako je regulacija specifična i nelinearna. Glavni parametar kojim bi se sustav trebao regulirati je ukupna dnevna proizvodnja. Zbog promjenjive gustoće digestata, za istu dnevnu proizvodnju, dozatorski motori mogu raditi na različitim frekvencijama. Također, zatražena je mogućnost fleksibilnog uređivanja i dodavanja novih recepata, odnosno omjera, u proizvodnji umjetnog gnojiva. Zatražena je i instalacija signalizacijskog rotirajućeg svjetla u slučaju pojave alarma. Preostali zahtjevi odnosili su se na kontrole i prikaz na HMI zaslonu a to su:

- jasne i vidljive informacije o trenutnoj proizvodnji po satu i trenutnom receptu,
- mogućnost praćenja alarma i grešaka,
- mogućnost praćenja trendova vaga pomoću grafikona i tablica te spremanja tih vrijednosti na vanjsku USB (engl. *Universal Serial Bus*) memoriju,
- mogućnost prijave administratora koji ima ovlasti nad pojedinim elementima na HMI zaslonu nad kojima nemaju ostali radnici,
- mogućnost prebacivanja iz automatskog u ručni način rada u slučaju začepljivanja sustava,
- prikaz informacija o trenutnoj brzini okretanja motora, dnevnoj proizvodnji, protoku materijala kroz peletirku, trenutnom načinu rada (ručni ili automatski način rada) i stanju sustava (start ili stop stanje).

Prijedlog ideje oko dizajna početnog zaslona na HMI-u predložen je od strane klijenta. Ta slika je i bila temelj za izradu vizualizacije. Slika prijedloga vizualizacije prikazana je na slici 3.1.



Slika 3.1: Prijedlog izgleda vizualizacije

4. PRIJEDLOG PROCESA I ELEMENTI AUTOMATIZACIJE

Nakon analize postojećeg sustava doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva, u dogovoru s klijentom, predložena je ideja automatizacije te je napravljen popis elemenata koji su potrebni za automatizaciju doziranja. Elementi su izabrani na način da su u mogućnosti, kao sustav, u potpunosti zadovoljiti želje i zahtjeve klijenta.

Dogovoreno rješenje za automatizaciju sustava je izrada regulacije koja uz pomoć zadane dnevne proizvodnje, informacija o masi spremnika te zadanog recepta upravlja elektromotorima putem frekventnih pretvarača.

Odlučeno je da se kao glavni element za automatizaciju ovog sustava koristi Siemens PLC serije 1200, model CPU 1214C. To je PLC koji ima dovoljno veliku procesorsku moć da savlada projekt ove veličine. Za komunikaciju između PLC-a s ulazima i izlazima odabrana su četiri modula za komunikaciju proizvođača Siemens, modela SM 1231, SM1232 te dva SM1222. Za napajanje ovog sklopa korišteno je napajanje proizvođača Siemens PM 1207. Za međusobno povezivanje PLC-a i HMI-a korišten je industrijski Ethernet mrežni preklopnik (engl. *Switch*) proizvođača Phoenix Contact 1004N-SFX. Za korisničko sučelje korišten je HMI zaslon veličine 15.6" proizvođača Weintek, model cMT3162X. Za napajanje ostalih elemenata automatizacije kao što su stop gljivasto tipkalo, rotirajuće signalizacijsko svjetlo ili relejni izlazi frekventnih pretvarača korišteno je napajanje Weidmüller PRO ECO 120W, 24V, 5A.

4.1 PLC Siemens CPU 1214C

Glavni upravljački element ovog sustava je programibilni logički kontroler. U ovom projektu korišten je Siemens CPU 1214C, kataloške oznake 6ES7214-1AG40-0XB0. Njegove specifikacije u potpunosti zadovoljavaju realizaciju ovog projekta uz dodatne module za proširenje, a kompaktne je veličine. Izgled PLC-a korištenog za izvedbu projekta prikazan je na slici 4.1.



Slika 4.1: Siemens 6ES7214-1AG40-0XB0 [5]

Neke od tehničkih specifikacija PLC-a Siemens CPU 1214C su:

- masa iznosa 412 g,
- dimenzije 11.4 cm*11.7 cm*9 cm,
- 14 digitalnih ulaza,
- 10 digitalnih izlaza,
- 2 analogna ulaza,
- programska memorija od 100 kB,
- tipovi mreže koje podržava u Profinet i Ethernet,
- zaštita od različitih uvjeta IP20
- rad na temperaturama od -20 °C do 60 °C[5].

4.2 Moduli za proširenje

Za ispunjavanje potreba projekta neophodni su i moduli za proširenje koji omogućuju povezivanje dodatnih ulaza i izlaza na PLC. Dodatni ulazi i izlazi mogu biti analogni ili digitalni. U ovom projektu su korišteni Siemens moduli za proširenje. Modul SM 1231 je modul za proširenje s dodatna 4 analogna ulaza. Njegova kataloški broj je 6ES7231-4HD32-0XB0, a prikazan je na slici 4.2.



Slika 4.2: Modul za proširenje SM 1231 [6]

Modul SM 1232 je modul za proširenje s četiri analogna izlaza. Rezolucija mu je 14-bitna [6]. Njegov kataloški broj je 6ES7232-4HD32-0XB0, a prikazan je na slici 4.3.



Slika 4.3: Modul za proširenje SM 1232 [7]

Za projekt su izabrana još dva SM 1222 modula za proširenje. Jedan s 8 tranzistorskih digitalnih izlaza, a drugi s 16 relejnih izlaza. Kataloški broj modula za proširenje s 8 tranzistorskih izlaza je 6ES7222-1BF32-0XB0, a modula za proširenje sa 16 relejnih izlaza je 6ES7222-1HH32-0XB0. Izgled modula SM 1222 s 8 digitalnih izlaza prikazan je na slici 4.4, a izgled modula SM 1222 sa 16 digitalnih izlaza prikazan je na slici 4.5.



Slika 4.4: SM 1222, 8DQ [8]



Slika 4.5: SM 1222, 16DQ [9]

4.3 Weintek HMI zaslon

Za vizualizaciju ovog projekta, odabran je Weintek cMT3162X. To je kapacitivni zaslon veličine 15.6" osjetljiv na dodir rezolucije 1920x1080 piksela. HMI zaslon omogućuje jednostavno upravljanje sustavom. Ima ugrađen 3D procesor visokih performansi s četiri jezgre. Hlađenje HMI-a se odvija pasivno, čime su izbjegnuti dodatni šumovi ventilatora. Ovaj HMI također nudi mogućnost prikazivanja alarma pomoću pištalice i vibratora. Ima ugrađenu *Flash* memoriju od 4GB i RAM memoriju od 1GB.

Zaštićen je od prašine i prskanja vodom IP65 zaštitom [10]. Weintek cMT3162X prikazan je na slici 4.6.



Slika 4.6: Weintek HMI, cMT3162X [10]

Ostale tehničke specifikacije Weintek HMI-a cMT3162X su:

- dva LAN (engl. *Local Area Network*) konektora,
- ugrađeni zvučnik,
- takt procesora 1.6 GHz,
- dimenzije 400 mm*263 mm*26.1 mm,
- masa od 1.6 kg,
- moguć rad na temperaturama od -20 °C do 60 °C [10].

4.4 Napajanje

Za napajanje cijelog sustava automatizacije korištena su dva napajanja. Siemens PM 1207 je napajanje korišteno za opskrbu PLC-a i modula za proširenje. PM 1207 ima ulazni napon 120V ili 230V AC, dok mu je izlaz 24V DC, 2.5A. Kataloški broj napajanja PM 1207 je 6EP1332-1SH71, a prikazano je na slici 4.7 [11].



Slika 4.7: Napajanje PM 1207 [11]

Za napajanje elemenata automatizacije izvan konfiguracije PLC uređaja korišteno je napajanje Weidmüller PRO ECO. Deklarirana snaga mu je 240W. Ulazni napon napajana je 240VAC, a izlaz mu je 24V i 10A [12]. Napajanje Weidmüller ECO PRO je korišteno za napajanje vanjskih elemenata automatizacije kao što su relejni izlazi frekventnih pretvarača, gljivasto stop tipkalo ili rotirajuće signalizacijsko svjetlo. Izgled WeidmüllerECO PRO napajanja prikazano je na slici 4.8.



Slika 4.8: Napajanje Weidmüller ECO PRO [12]

4.5 Ethernet preklopnik

Za povezivanje PLC-a i HMI-a putem industrijskog Etherneteta korišten je preklopnik Phoenix Contact FL Switch 1004N-SFX. Ovaj preklopnik ima IP30 zaštitu od prašine i prskanja vodom. Podnosi rad na temperaturama od -10 °C do 60 °C. Napajan je s 24VDC [13]. Izgled preklopnika Phoenix Contact 1004N-SFC prikazan je na slici 4.9.



Slika 4.9: Phoenix Contact FL Switch 1004N-SFX [13]

4.6 Ostale komponente sustava automatizacije

Za povezivanje napajanja te ulaza i izlaza PLC-a korišteni su pleteni kablovi površine poprječnog presjeka 0.75 mm² različitih boja: crni, plavi, crveni te zeleno-žuti. Kablove za povezivanje je osigurao klijent, što je dogovoreno kod ugovaranja projekta. Za ostvarivanje veze između PLC-a i Ethernet preklopnika te HMI-a i Ethernet preklopnika korišteni su standardni UTP kablovi s RJ-45 konektorima. Svi elementi montirani su na Siemens šinu 6ES6710-8MA41, širine profila 35mm.

5. KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI

Za razmjenu informacija između pojedinih uređaja neophodni su komunikacijski protokoli. Komunikacijski protokoli korišteni u ovom sustavu su RS232 te industrijski Ethernet.

5.1 RS232 komunikacija

Primanje informacija s vaga obavlja se putem serijske RS232 (engl. *Recommended Standard 232*) komunikacije. Informacije o masama tri spremnika za skladištenje aditiva dolaze na komunikacijske module za proširenje. Kao naknadni zahtjev klijenta zatraženo je da se na HMI zaslonu treba prikazivati i masa glavnog spremnika. Ta informacija o masi glavnog spremnika s digestatom nema utjecaja na sam proces, već služi za informiranje operatera koji će upravljati sustavom. Pošto PLC ima mogućnost spajanja samo tri uređaja na RS232 komunikaciju, da se ne bi mijenjao već naručeni PLC, informacija o masi glavnog spremnika za digestat dolaze na ulaz za RS485 komunikaciju. Da bi se dobio ispravan podatak na masi, korišten je pasivni pretvornik s RS232 na RS485 komunikaciju. Pretvornik je prikazan na slici 5.1.



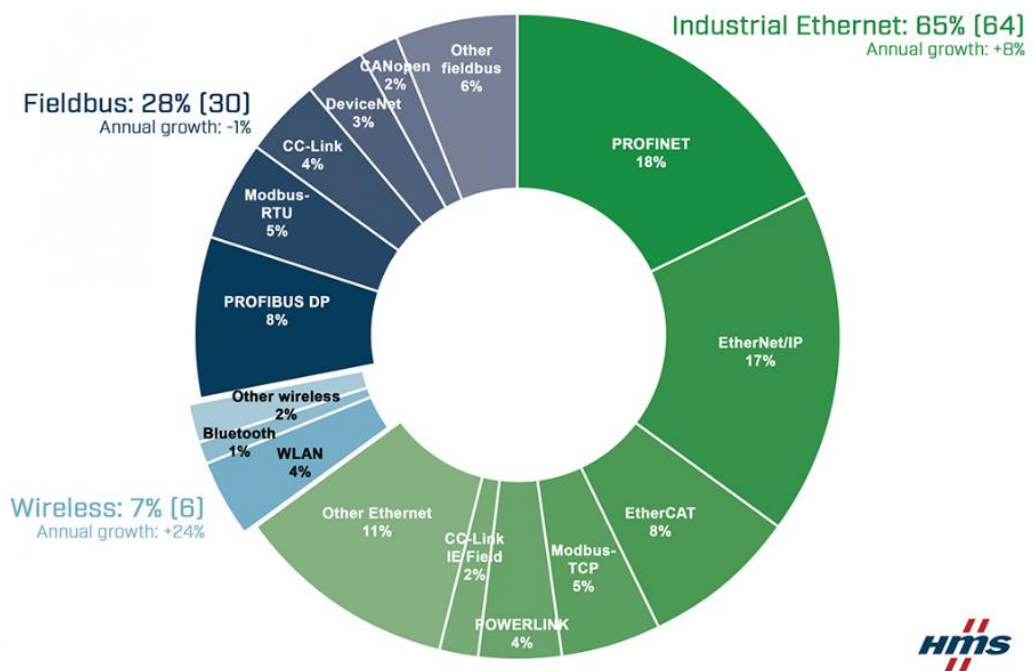
Slika 5.1: RS232 na RS485 pretvornik [14]

Navedeni pretvornik je postavljen u plastičnu kutiju kako bi se spriječio doticaj s vlagom i prašinom.

5.2 Industrijski Ethernet

Industrijski Ethernet je oblik komunikacije koji je sve više zastupljen u industriji zbog svojih prednosti u odnosu na tradicionalne Fieldbus oblike komunikacije. Industrijski Ethernet je u ovom sustavu korišten za komunikaciju između PLC-a i HMI-a. Industrijski Ethernet koristi CIP (engl. *Common Industrial Protocol*) protokol. Industrijski Ethernet je u 2021. godini zastupljen u 64 % automatiziranih industrijskih postrojenja, a ima godišnji rast od 8 % [15]. Informacije o rastu zastupljenosti industrijskog Etherneteta u industriji u 2021. godini grafički su prikazane na slici 5.2.

Industrial Network Market to Grow by 6% in 2021



Slika 5.29: Zastupljenost i rast industrijskog Etherneteta u industrijskim komunikacijskim mrežama [15]

Industrijski Ethernet se razlikuje od komercijalnog Etherneteta u građi hardvera koji se koristi. Komponente za industrijski Ethernet su proizvedene tako da podnose teške industrijske uvijete. Ethernet preklopnik je čvorna točka komunikacije putem Etherneteta u ovom sustavu. Na njega dolaze Ethernet kablovi s HMI-a i PLC-a. Ethernet preklopnik omogućuje i dodatna proširenja sustava, ako se kasnije za to ukaže potreba.

6. PROGRAMIRANJE PLC UREĐAJA

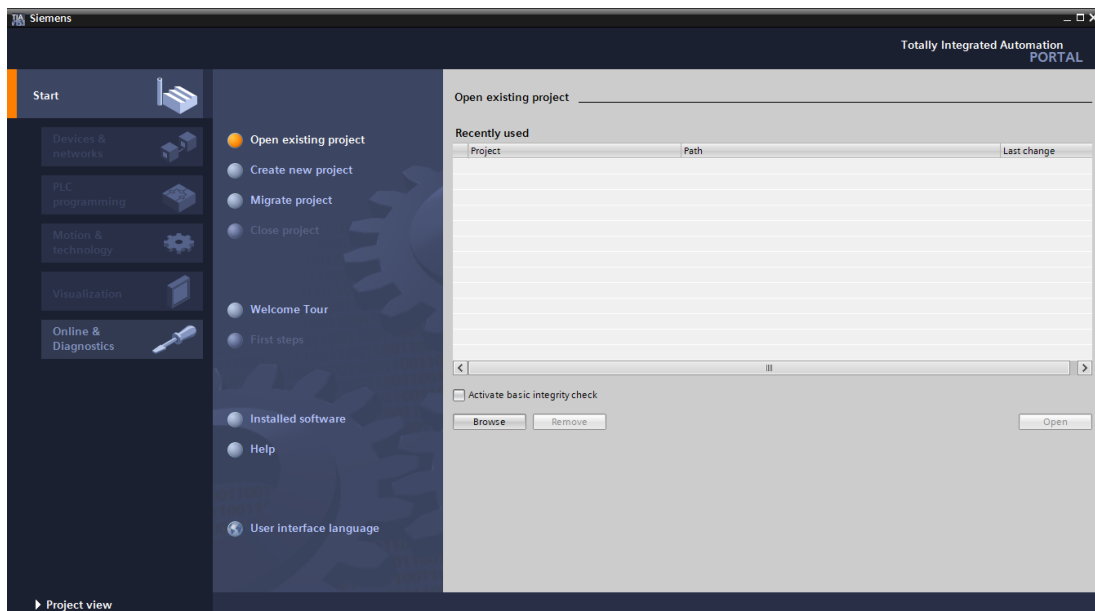
Programiranje PLC uređaja je izvršeno u programskom alatu TIA Portal (engl. *Totally Integrated Automation*) u verziji 15. TIA Portal je programski alat razvijen od strane tvrtke Siemens i namijenjen je za programiranje isključivo Siemens PLC uređaja. Osim u programiranju, TIA Portal se koristi i u održavanju, puštanju u rad te kod nadogradnje postojećih sustava. TIA Portal nudi mogućnost programiranja u više programskih jezika:

- ljestvičasti dijagram (engl. *Ladder Diagram*),
- FBD dijagram (engl. *Function Block Diagram*),
- SCL jezik (eng. *Structured Control Language*), koji je sličan ST jeziku (engl. *Structured Text*),
- STL jezik (engl. *Statement List*),
- *Graph* (ekvivalent SFC (engl. *Sequential Function Chart*) jeziku).

Izgled ikone programskog alata TIA Portal V15 prikazan je na slici 6.1, a početni zaslon nakon pokretanja na slici 6.2.



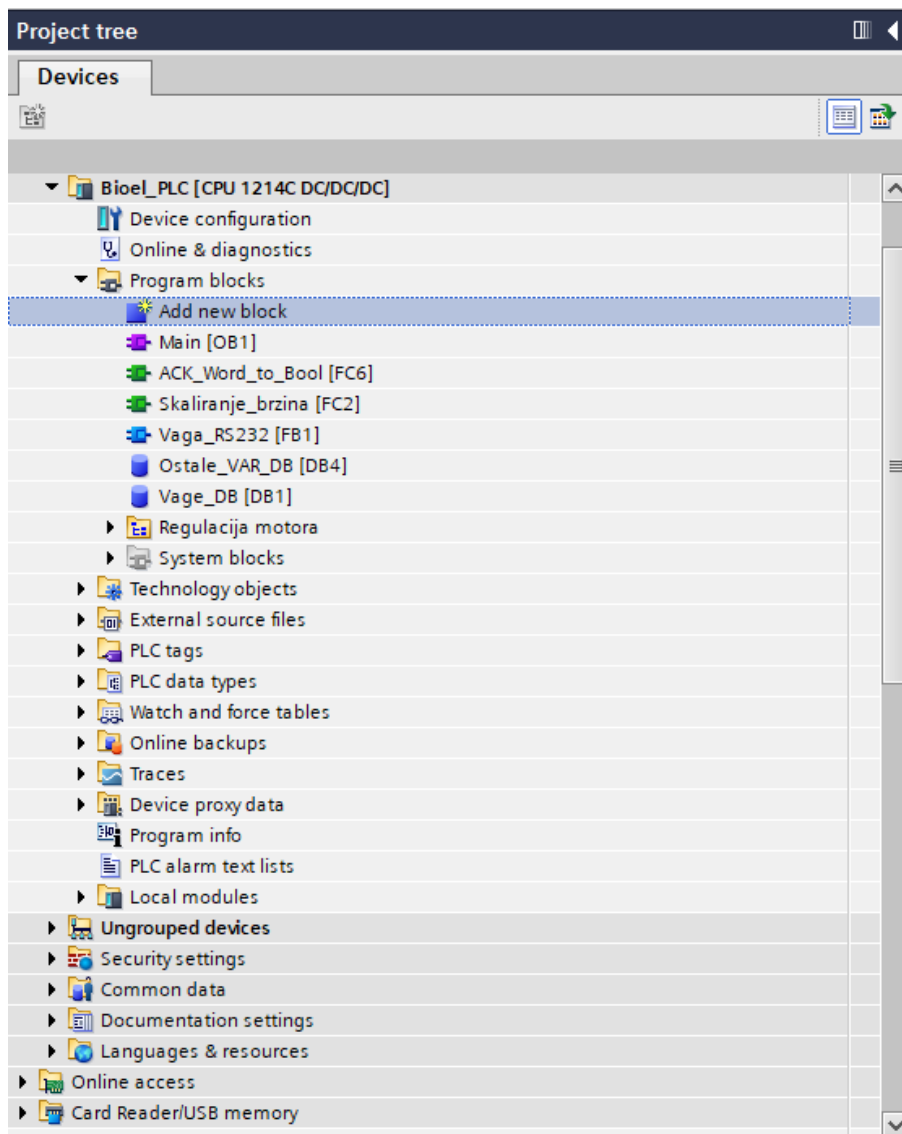
Slika 6.1: Ikona programskog alata TIA Portal V15 [16]



Slika 6.2: Izgled programskog alata TIA Portal V15 nakon pokretanja

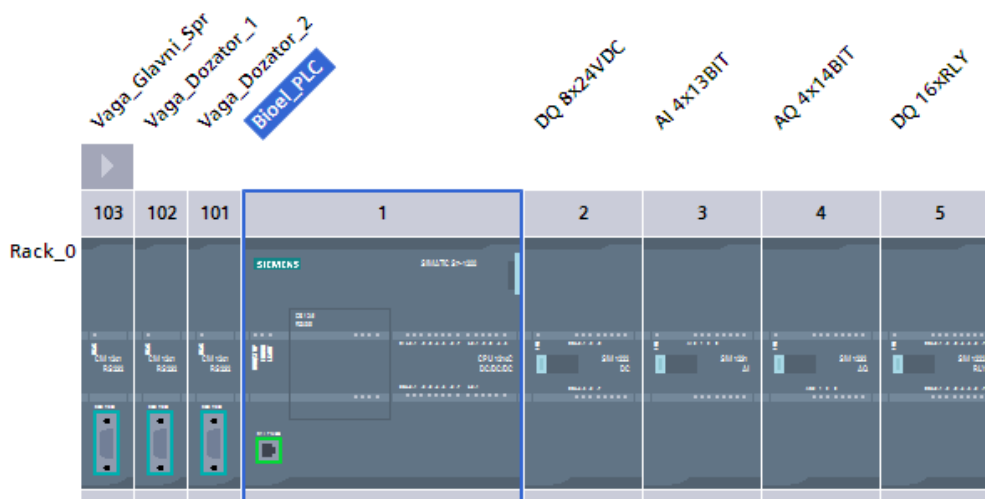
6.1 Programski kod u TIA Portalu

Nakon pokretanja TIA Portala potrebno je kreirati novi projekt, dati mu ime te odabrati memorijsku lokaciju na računalu za njegovo spremanje. Potom je potrebno odabrati model PLC uređaja kojeg se programira, a programski alat izgrađuje potrebne datoteke. Prelaskom u „Project view“ odjeljak vidljivi su svi alati za programiranje PLC uređaja. Svi bitni odjeljci u TIA Portalu nalaze se s lijeve strane u projektnom stablu (engl. *Project tree*). Projektno stablo ovog projekta prikazano je na slici 6.3.



Slika 6.3: Izgled projektnog stabla u programskom alatu TIA Portal

U programskom stablu, pod odjeljkom „Device configuration“, konfiguriran je PLC sklop sa svim modulima za proširenje. Grafički prikaz konfiguracije prikazan je na slici 6.4.



Slika 6.4: Grafički prikaz konfiguracije PLC uređaja s modulima za proširenje

Dvostrukim pritiskom na PLC se otvara polje gdje je potrebno upisati ime PLC-a, unijeti IP adresu (engl. *Internet Protocol*), kreirati brojače s frekvencijama od 0.5 Hz do 10 Hz te definirati potrebne tagove na predviđena mjesta zajedno s njihovim adresama. Komentari za tagove su opcionalni ali omogućuju lakše snalaženje u projektu. Tagove je također potrebno definirati na svim modulima za proširenje. Dio definiranih tagova s komentarima za ovaj projekt prikazan je na slici 6.5.

Bioel_PL_C [CPU 1214C DC/DC/DC]					
General	IO tags	System constants	Texts		
Name	Type	Address	Tag table	Comment	
PV_Speed_GM	Int	%IW64	Globalne varijable	Povratna veza brzine s glavnog motora	
PV_Speed_MD_3	Int	%IW66	Globalne varijable	Povratna veza brzine s motor dozator 3	
Auto_GM	Bool	%IO.0	Globalne varijable	Automatski način rada glavnog motora	
Man_GM	Bool	%IO.1	Globalne varijable	Ručni način rada glavnog motora	
Auto_MD_1	Bool	%IO.2	Globalne varijable	Automatski način rada motor dozator 1	
Man_MD_1	Bool	%IO.3	Globalne varijable	Ručni način rada motor dozator 1	
Auto_MD_2	Bool	%IO.4	Globalne varijable	Automatski način rada motor dozator 2	
Man_MD_2	Bool	%IO.5	Globalne varijable	Ručni način rada motor dozator 2	
Auto_MD_3	Bool	%IO.6	Globalne varijable	Automatski način rada motor dozator 3	
Man_MD_3	Bool	%IO.7	Globalne varijable	Ručni način rada motor dozator 3	
PV_Run_GM	Bool	%I1.0	Globalne varijable	Povratna veza glavni motor uključen	
PV_Run_MD_1	Bool	%I1.1	Globalne varijable	Povratna veza motor dozator 1 uključen	
PV_Run_MD_2	Bool	%I1.2	Globalne varijable	Povratna veza motor dozator 2 uključen	
PV_Run_MD_3	Bool	%I1.3	Globalne varijable	Povratna veza motor dozator 3 uključen	
STO_Stop	Bool	%I1.4	Globalne varijable	Zaustavljanje u nuždi	

Slika 6.5: Definirani tagovi

U programskom stablu se, nakon programiranja, mogu pronaći dva podatkovna bloka (engl. *Data block*), tri funkcijska bloka (engl. *Function block*) te jedan organizacijski blok (engl. *Organization block*) koji je ujedno i glavni (engl. *Main*) dio koda.

Podatkovni blokovi sadrže varijable te pohranjuju vrijednosti tih varijabli. Funkcijski blokovi su programske cjeline koje se kasnije mogu koristiti u glavnom dijelu programa

identično kao i predefrirani blokovi. Konkretno, u ovom projektu, jedan se funkcijski blok koristi za skaliranje podataka koji dolaze s vage te se tako dobiva realna masa koju te vage mjere. Drugi funkcijski blok služi za potvrđivanje pogrešaka koje se pojavljuju na HMI zaslonu. Za ispunjavanje svih zahtjeva projekta, bilo je potrebno napisati 26 *networkau* glavnom dijelu programa. Lista *networka* u glavnom dijelu programa s njihovim imenima, koja istovremeno opisuju i funkciju *networka*, prikazana je na slici 6.6.

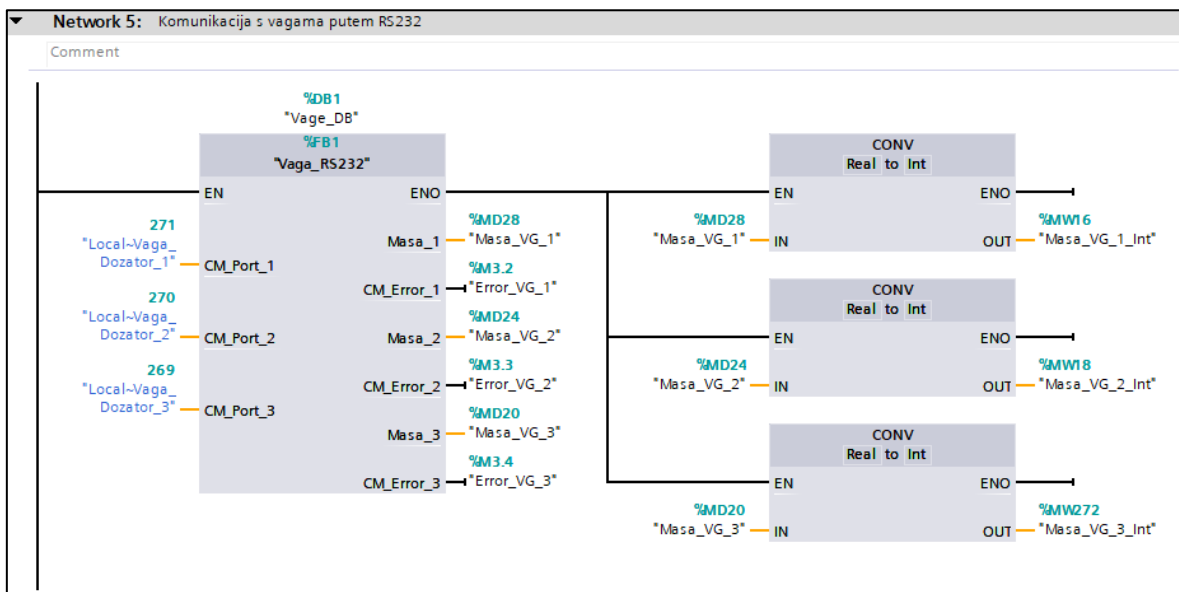
▶	Network 1: Izračun stvarnih vrijednosti brzina
▶	Network 2: Proračun vrijednosti protoka peleta
▶	Network 3: Proračun vrijednost vlage
▶	Network 4: Proračun dnevne proizvodnje
▶	Network 5: Komunikacija s vagama putem RS232
▶	Network 6: Određivanje potrebnih motora za rad sustava
▶	Network 7: Određivanje jesu li potrebni motori u automatskom načinu rada
▶	Network 8: Pokretanje sustava u automatskom načinu rada
▶	Network 9: Zaustavljanje sustava u automatskom načinu rada
▶	Network 10: Uključivanje/Isključivanje glavnog motora upravljanje smjerom
▶	Network 11: Uključivanje/Isključivanje motor dozator 1
▶	Network 12: Uključivanje/Isključivanje motor dozator 2
▶	Network 13: Uključivanje/Isključivanje motor dozator 3
▶	Network 14: Izvlačenje bitova iz Word tipa podataka
▶	Network 15: Greška na glavnom motoru
▶	Network 16: Greška na motor dozator 1
▶	Network 17: Greška na motor dozator 2
▶	Network 18: Greška na motor dozator 3
▶	Network 19: Uključivanje/ Isključivanje alarma vezanih uz masu glavnog spremnika
▶	Network 20: Poništavanje smjera i uključjenja glavnog motora kada nije u ručnom načinu rada
▶	Network 21: Poništavanje uključjenja motor dozator 1 kada nije u ručnom načinu rada
▶	Network 22: Poništavanje uključjenja motor dozator 2 kada nije u ručnom načinu rada
▶	Network 23: Poništavanje uključjenja motor dozator 3 kada nije u ručnom načinu rada
▶	Network 24: Backup
▶	Network 25: Paljenje rotirke signalizira grešku u sustavu
▶	Network 26: Prosljeđivanje varijble - Indikator stanje sustava HMI glavni ekran

Slika 6.6: Popis *networka* u glavnom dijelu programa

Network 1 koristi funkcijski blok za skaliranje vrijednosti povratnih veza sa svih četiri motora te se tako dobije realna brzina okretanja motora, dok *network* 2, 3 i 4 služe za

proračune vrijednosti protoka na izlazu iz sustava, vlage digestata te ukupne dnevne proizvodnje.

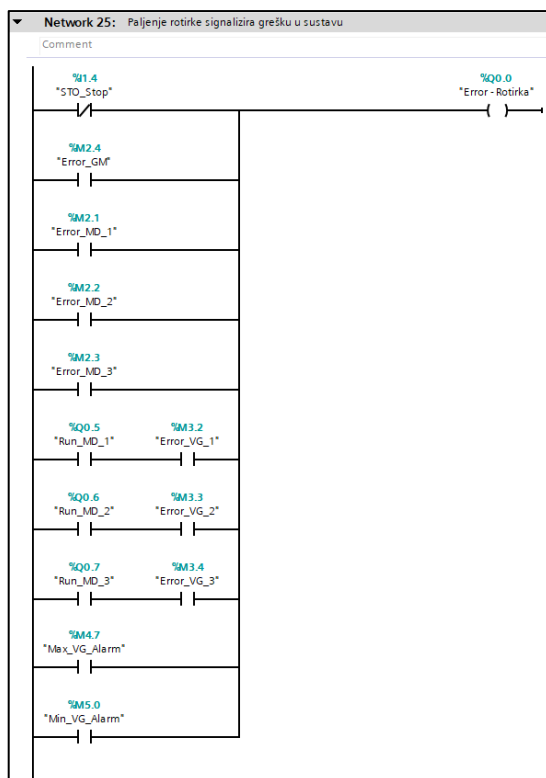
Jedan od najvažniji *network-a* u ovom dijelu koda je *network* 5, odnosno, „Komunikacija s vagama putem RS232“. U tom *network-u* se koristi prethodno definirani funkcijski blok „Vaga_RS232“. *Network* radi tako da prikupljene podatke s vaga prebacuje u cjelobrojni tip podatka. Izgled *network-a* 5 prikazan je na slici 6.7.



Slika 6.7: Network za komunikaciju s vagama

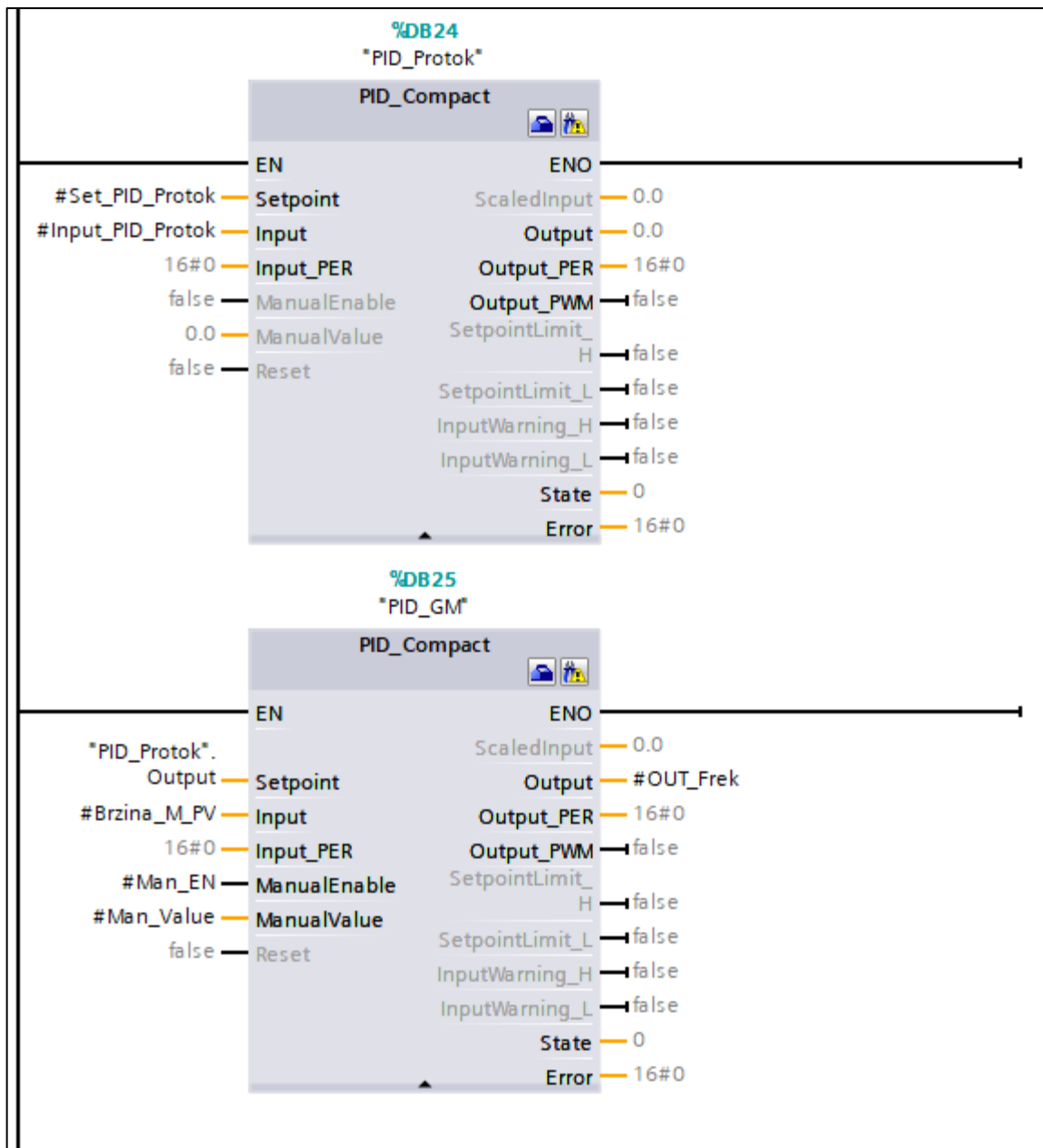
Logički uvjeti za pokretanje i zaustavljanje sustava nalaze se u *network-u* 6 do 13. *Network* 14 koristi funkcijski blok „ACK_Word_to_Bool“ za razdvajanje podatka s HMI zaslona koji služi za potvrđivanje grešaka. Za slanje informacija o greškama na HMI zaslon koriste se *network* 15 do 18. Za slanje informacije o pojavi greške na HMI zaslon u slučaju kada je masa glavnog spremnika veća ili manja od dozvoljene odgovoran je *network* 19. Gornja i donja granica dozvoljene mase glavnog spremnika se definiraju putem HMI zaslona. Pokretanje motora putem tipke za ručno pokretanje, ako ručni način rada nije odabran onemogućuju *network* 20 do 23. Pokretanje spremanja podataka o trendovima koje su prikupljene tokom proizvodnje na vanjski USB pogon vrši se u *network-u* 24.

Network 25 uključuje alarmno rotirajuće svjetlo na ormaru u slučaju pojave bilo kakve greške unutar sustava. Izgled *networka* 25 prikazan je na slici 6.8.



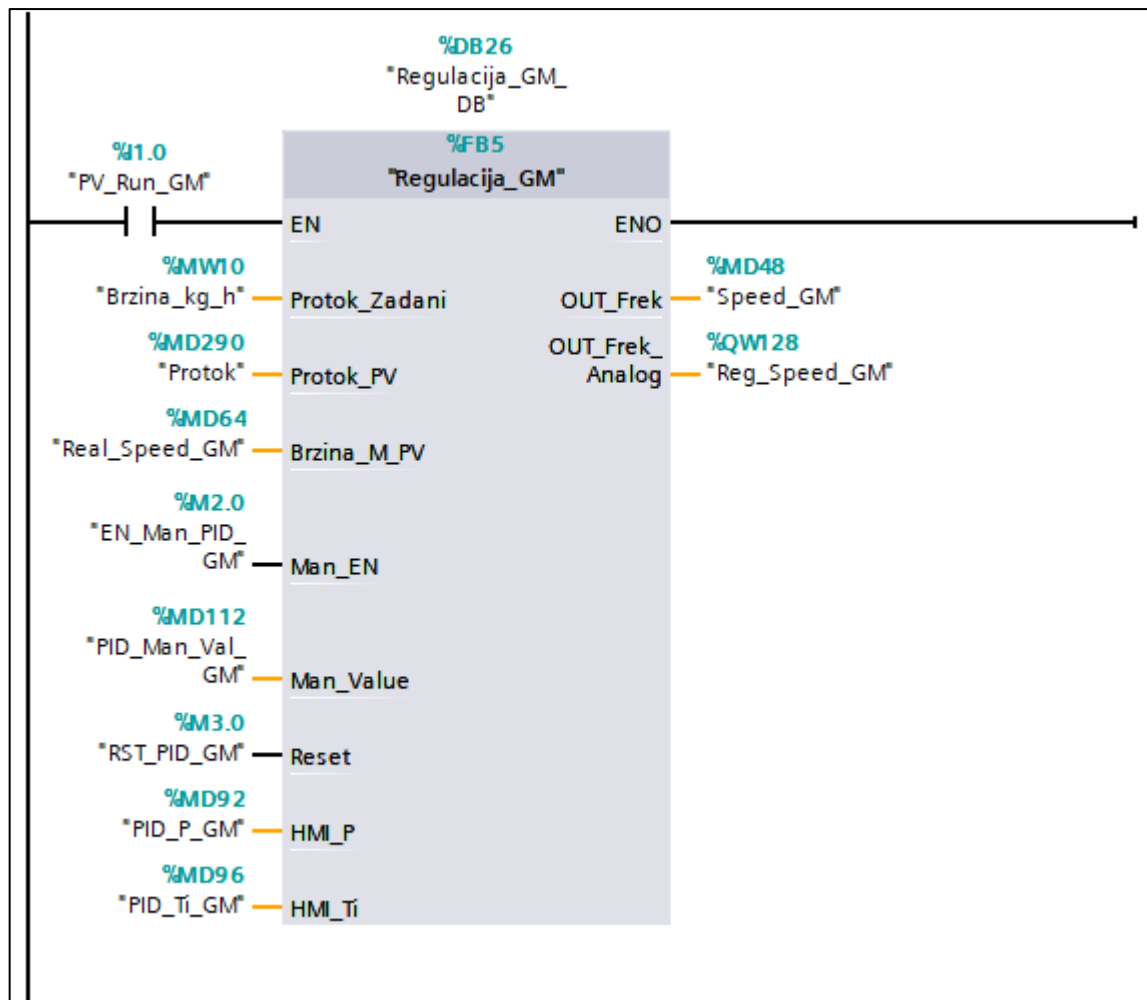
Slika 6.8: Network 25 za uključenje rotirajućeg svjetla

Prosljeđivanje varijable o stanju sustava na HMI zaslon vrši se u *network-u* 26. Sama regulacija okretanja motora putem PID (engl. *Proportional Integral Derivative*) regulatora obavlja se u zasebnom odjeljku projektnog stabla koji se naziva „Regulacija motora“. U tom odjeljku se nalazi novi organizacijski blok koji u sebi sadrži prethodno definirane funkcijske blokove. U funkcijskim blokovima pojedinog motora nalaze se po dva PID regulatora koji su spojeni kaskadno, odnosno, izlaz prvog PID regulatora služi kao ciljana vrijednost (engl. *Setpoint*) drugog PID regulatora. Na taj način se postiže optimalna frekvencija rada frekventnih pretvarača za kontrolu brzine okretanja elektromotora, uzimajući u obzir protok digestata kroz sustav i potrebne količine aditiva određene odabranim omjerima na HMI zaslonu. Na slici 6.9 prikazani su spomenuti PID regulatori, definirani u funkcijskom bloku „Regulacija_GM“, kao i njihova međusobna ovisnost. Regulacija sva tri motora je identična.



Slika 6.9: Kaskadni PID regulatori

U navedenom funkcijskom bloku su također definirani PID parametri P i Ti koji se mogu ručno unositi putem HMI zaslona. Funkcijski blokovi za regulaciju motora su tada ubačeni u organizacijski blok „Regulacija motora“. Izgled funkcijskog bloka „Regulacija_GM“ unutar organizacijskog bloka „Regulacija motora“ prikazan je na slici 6.10.



Slika 6.10: Funkcijski blok u organizacijskom bloku za regulaciju motora

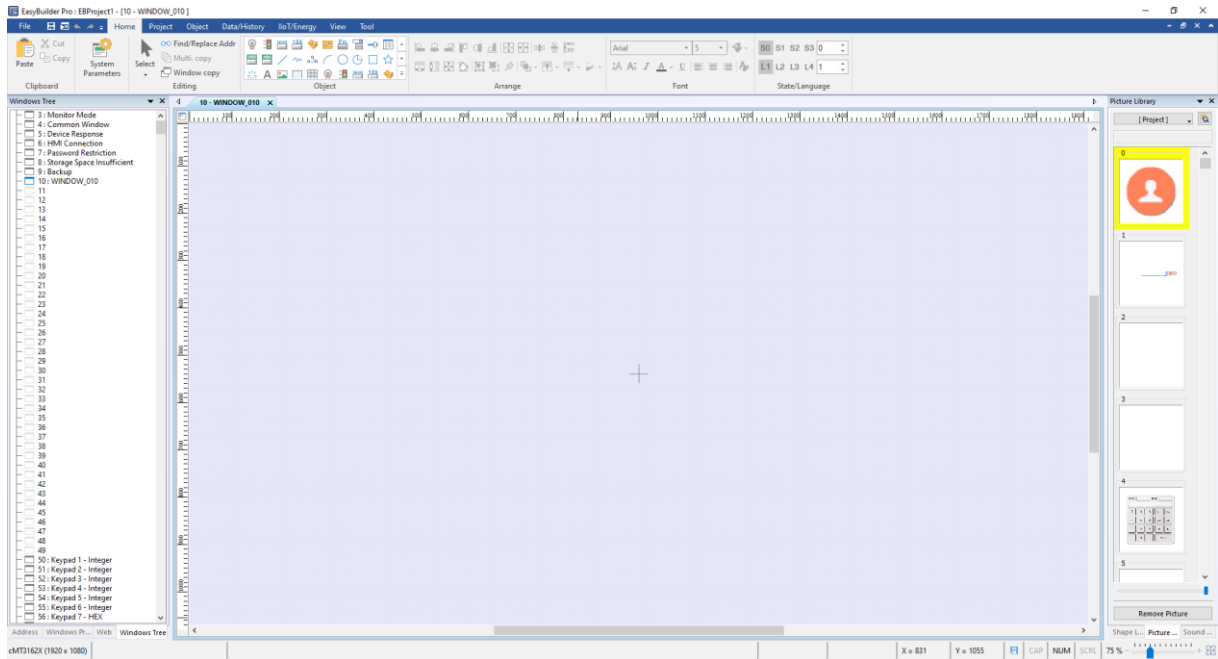
U glavnom organizacijskom bloku za regulaciju motora se nalazi i *network* koji dobiveni podatak o brzini na izlazu iz drugog PID regulatora skalira u analognu vrijednost adekvatnu analognom izlazu na PLC-u koja se šalje na ulaz frekventnog pretvarača.

7. VIZUALIZACIJA

Nakon izrade koda i regulacije rada sustava za doziranje u TIA Portalu započeta je izrada vizualizacije. Vizualizacija je izrađena pomoću programskog alata EasyBuilder PRO, razvijenog od strane tvrtke Weintek. EasyBilder PRO je besplatan program. Njegova ikona prikazana je na slici 7.1, a izgled početnog zaslona nakon pokretanja na slici 7.2.



Slika 7.1: Ikona programskog alata EasyBuilder PRO [17]



Slika 7.10: Sučelje programskog alata EasyBuilder PRO

7.1 Opis programskog alata Easy Builder PRO

Nakon pokretanje programskog alata na osobnom računalu potrebno je definirati HMI uređaj za koji se vizualizacija izrađuje te izraditi novi projekt. Nakon odabira uređaja potrebno je uvesti tablicu s tagovima te povezati PLC i HMI putem Ethernet. Povezivanje na PLC i HMI putem Ethernet pritom omogućuje prijenos izrađene vizualizacije na HMI bez medija za prijenos, kao i mogućnost brzog testiranja funkcionalnosti.

Nakon izrade projekta i povezivanja moguće je početi s izradom same vizualizacije. Na lijevoj alatnoj traci prikazani su svi zaslonek, kako predefinirani, tako i naknadno dodani od strane korisnika. Tu je ujedno moguće i kreiranje novog zaslonek. U gornjoj alatnoj traci

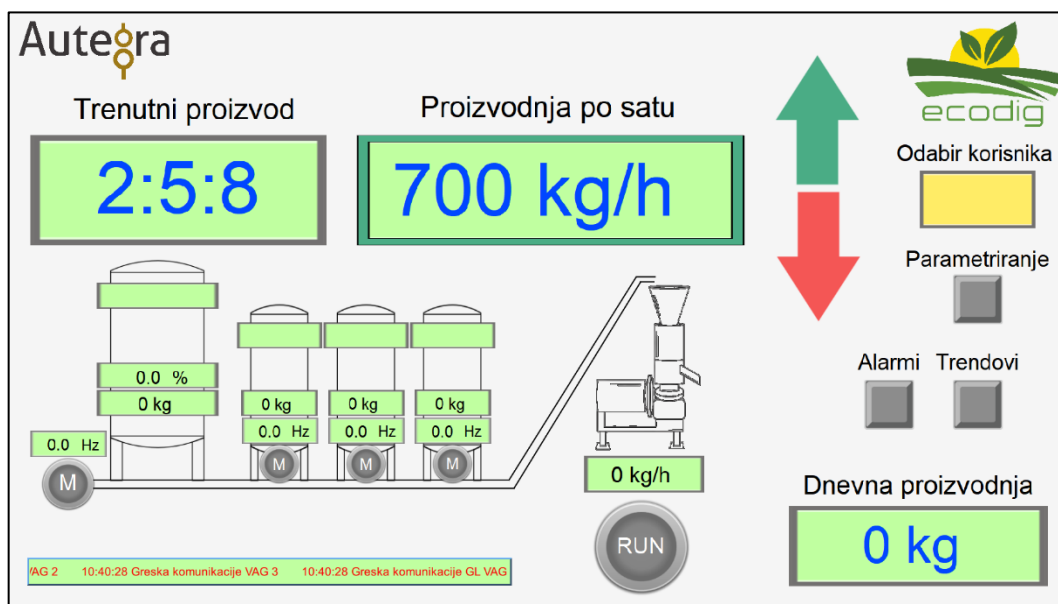
nalaze se svi alati i elementi za izradu vizualizacije, raspoređeni u sedam kartica. Neki od alata i elemenata su:

- indikatorske lampice,
- sklopke,
- grafovi za prikaz trendova,
- slike,
- trake za prikaz alarma,
- alat za dodavanje teksta,
- razni alati za poravnanje elemenata,
- alati za pokretanje simulacije,
- polja za unos ili prikaz numeričkih te tekstualnih podataka.

U programskom alatu Easy Builder PRO moguće je dodati samostalno napravljene grafičke prikaze za elemente vizualizacije kao što su slike, lampe ili prekidači. Naime, moguće je mijenjati boje i izgled svih tekstova, grafikona ili tablica.

7.2 Vizualizacija na HMI zaslonu

Pri pokretanju sustava na HMI zaslonu se prvo pojavi početni zaslon. Na njemu su prikazane sve bitne informacije sustava te se pomoću njega pristupa ostalim prozorima. Do drugih zaslona moguće je doći pritiskom na tipke ili pojedine elemente. Izgled početnog zaslona prikazan je na slici 7.3.



Slika 7.3: Početni zaslon vizualizacije

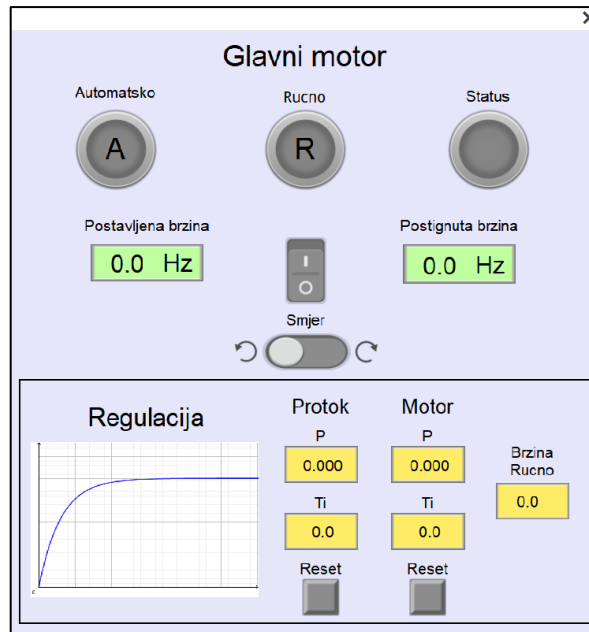
Elementi za prikaz označeni su zelenom bojom. Oni prikazuju važne informacije i parametre sustava. Elementi za prikaz na početnom zaslonu su:

- trenutni proizvod koji se proizvodi u sustavu,
- zadana proizvodnja po satu u kg/h,
- polja na kojima se prikazuju nazivi aditiva koji se koriste u proizvodnji (njih se uređuje u prozoru za parametriranje te pritiskom na tipku „Nazivi aditiva“),
- polja na kojima se prikazuju mase spremnika,
- polja koja prikazuju trenutne frekvencije rada motora,
- traka koja prikazuje aktivne greške (npr. greška komunikacije vage, greška komunikacije motora i sl.),
- indikator „RUN“ koji prikazuje stanje sustava (zeleno ako radi, sivo ako ne radi),
- indikator protoka na izlazu iz sustava,
- indikator koji prikazuje ukupnu dnevnu proizvodnju,
- polje za prikaz postotka vlage digestata u glavnom spremniku.

Na početnom zaslonu je također moguće vidjeti i elemente za kontrolu i pokretanje drugih zaslona i skočnih prozora. To su:

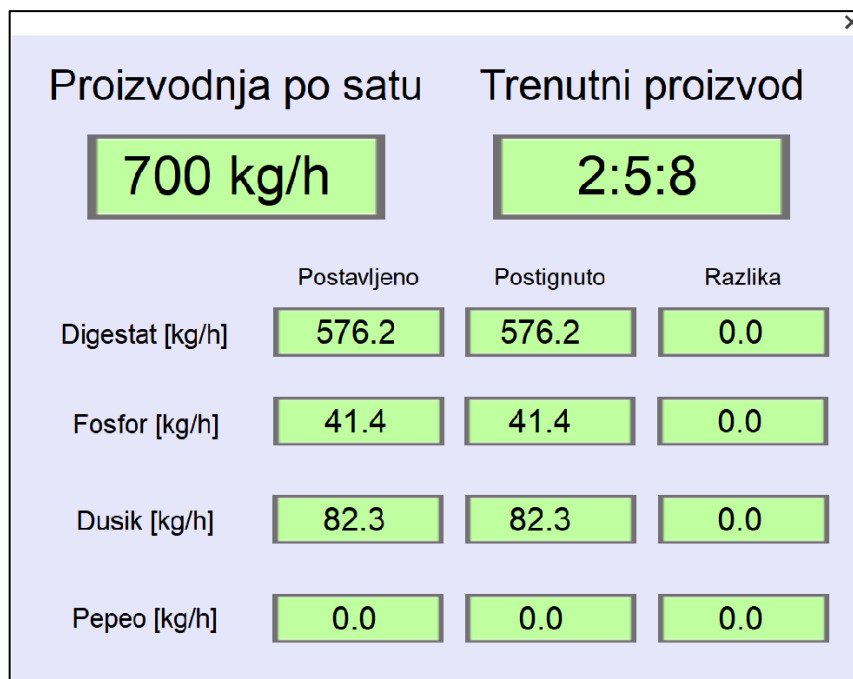
- zelena i crvena strelica za povećanje i smanjenje proizvodnje po satu (proizvodnja po satu je ograničena između 400 i 1500 kg/h a pritiskom na strelice se proizvodnja mijenja za 50 kg/h),
- tipka za otvaranje skočnog prozora za prijavu korisnika,
- tipka za otvaranje zaslona za parametriranje,
- tipka za resetiranje,
- tipka za otvaranje zaslona za prikaz alarma,
- tipka za otvaranje prozora za prikaz trendova,
- traka za prikaz teksta alarma.

Posebni elementi na glavnom zaslonu su ikone motora. Te ikone istovremeno služe kao indikatori rada motora te kao tipke za otvaranje skočnih prozora za upravljanje motorima. Izgled skočnih prozora za upravljanje motorima prikazan je na slici 7.4.



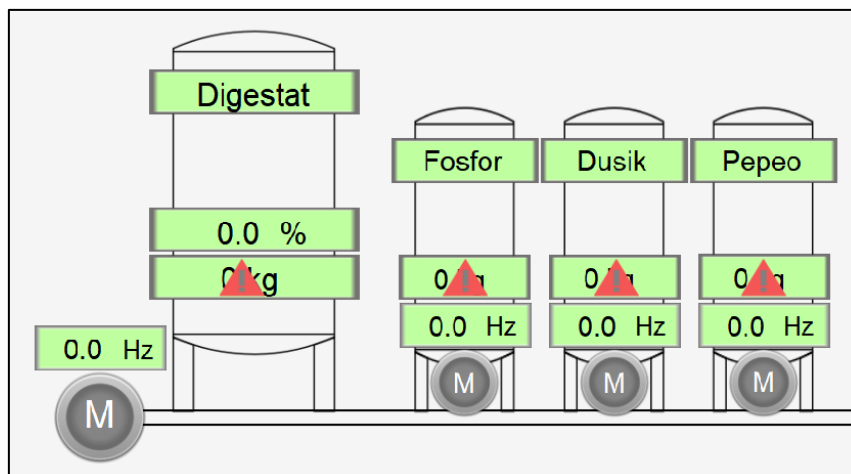
Slika 7.4: Skočni prozor za upravljanje motorom

Na skočnim prozorima mogu se vidjeti indikatori odabranog načina rada motora. Osim toga, moguće je postaviti i pratiti brzine vrtnje, regulirati motor pomoću PID regulatora, uključiti i isključiti motor kada je u ručnom načinu rada te regulirati smjer vrtnje motora. Pritiskom na element koji prikazuje proizvodnju po satu otvara se skočni prozor za informacije o postavljenoj i postignutoj brzini proizvodnje pojedinog aditiva. Navedeni skočni prozor prikazan je na slici 7.5.



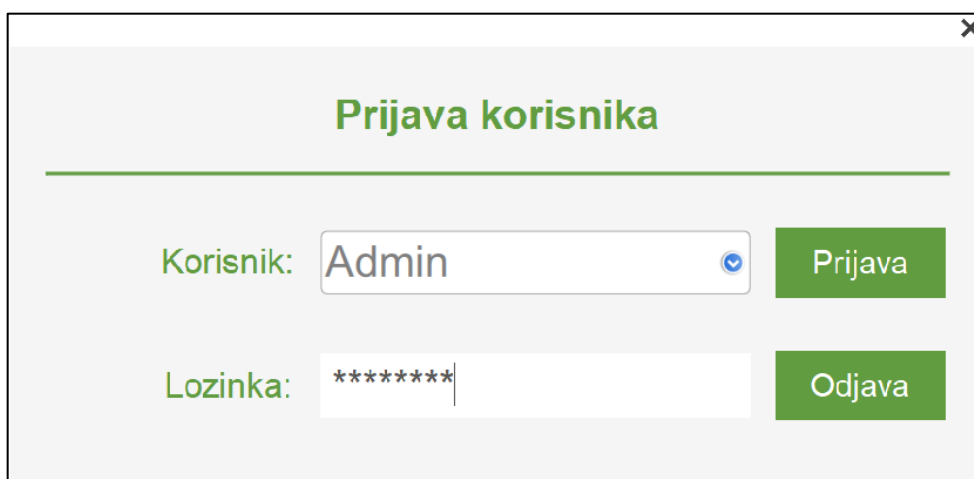
Slika 7.5: Skočni prozor za prikaz brzine proizvodnje

Na ikonama za indicaciju rada motora, kao i na poljima za prikaz trenutne mase pojedinog spremnika, u slučaju greške, pojave se trokuti koji ukazuju na prekid komunikacije između PLC uređaja i motora i/ili vaga. Izgled trokuta koji ukazuju na pogrešku prikazani su na slici 7.6.



Slika 7.6: Prikaz greške na motorima ili u komunikaciji s vagom


Pritiskom na tipku za odabir korisnika otvara se skočni prozor gdje je potrebno odabrati korisničko ime i upisati lozinku kako bi se administrator prijavio. Prijavom administratora otvara se mogućnost za korištenje elemenata koji su, bez prijave, zaključani. Izgled skočnog prozora za prijavu korisnika prikazan je na slici 7.7.



Slika 7.6: Skočni prozor za prijavu korisnika

Pritiskom na tipku „Parametriranje“ otvara se veliki zaslon za parametriranje sustava. Na zaslonu za parametriranje mogu se urediti postoci pojedinog aditiva unutar odabranog proizvoda, odabrati proizvod, vidjeti greške u sustavu, prijaviti korisničkim imenom i

lozinkom, otvoriti prozor za kalibraciju motora te urediti nazivi pojedinih spremnika. Zaslona za parametrisiranje prikazan je na slici 7.7.

Autegra Postavke kolicine aditiva 


	2:5:8	2:7:11	2:10:2	5:7:12	Cisti
[%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
[%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Odabir korisnika: Admin

Kalibracija:


Spremnici:

Odabir proizvoda: **2:5:8**

11:52:14 Aktivirano zaustavljanje u nuždi 



Slika 7.7: Zaslona za parametrisiranje sustava

Pritiskom na tipku „Kalibracija“ na prozoru za parametrisiranje otvara se zaslon za kalibraciju motora. Na tom zaslonu moguće je kalibrirati brzine okretanja glavnog motora te sva tri motora dozatora. Izgled zaslona za kalibraciju prikazan je na slici 7.8.

Autegra Kalibracija motora 

GM		MD1	MD2	MD3
Masa [kg/h]	F [Hz]	Masa [kg/h]	F [Hz]	F [Hz]
325	0.00	20	0.00	0.00
450	0.00	80	0.00	0.00
575	0.00	140	0.00	0.00
700	0.00	200	0.00	0.00
825	0.00	260	0.00	0.00

Odabir korisnika: Admin

11:52:14 Aktivirano zaustavljanje u nuždi  

Slika 7.8: Zaslona za kalibraciju motora

Pritiskom na tipku „Spremnici“ na prozoru za parametrisiranje otvara se skočni prozor u kojem se mogu unijeti nazivi za sadržaj pojedinog spremnika, kako glavnog spremnika, tako

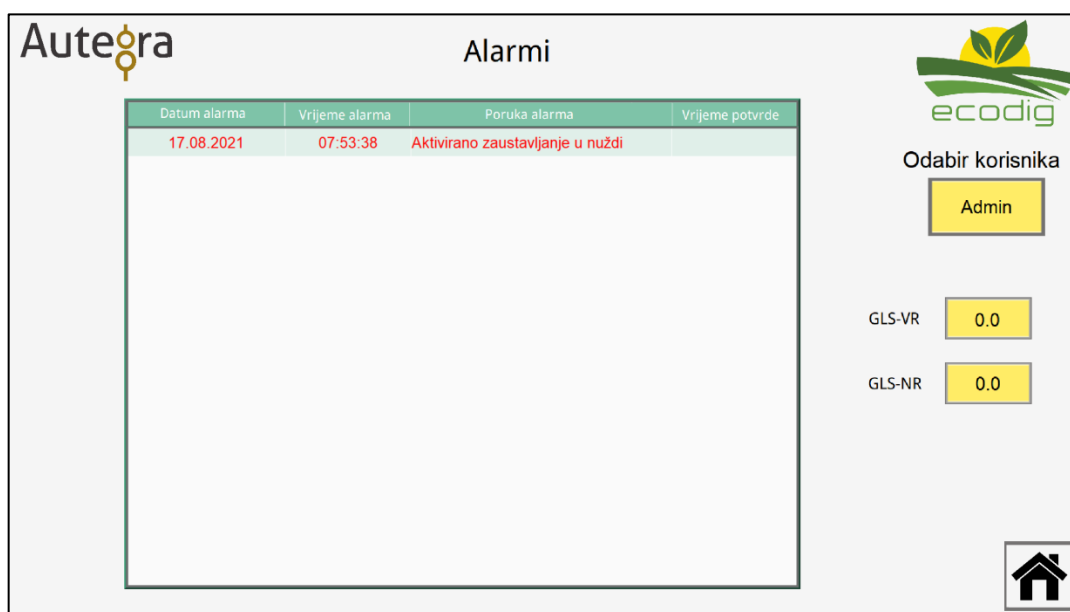
i spremnika s aditivima. Navedenom prozoru može pristupiti samo administrator. Izgled prozora za unošenje naziva aditiva u spremnicima prikazan je na slici 7.9.



Nazivi spremnika	
Glavni spremnik	<input type="text"/>
Spremnik 1	<input type="text"/>
Spremnik 2	<input type="text"/>
Spremnik 3	<input type="text"/>

Slika 7.9: Skočni prozor za unos naziva aditiva

Pritiskom na tipku „Alarmi“ na početnom zaslonu otvara se prozor za prikaz alarma. Na tom prozoru se nalazi tablica u kojoj se mogu pronaći sljedeće informacije o alarmima: vrijeme alarma, poruka alarma te vrijeme potvrde. Osim toga, korisnik može potvrditi alarm dvostrukim pritiskom na njega. Na zaslonu za alarme se također nalazi polje za prijavu korisnika te polja za unos visoke i niske razine glavnog spremnika koje određuju uvijete za pojavu alarma razine. Izgled prozora za praćenje alarma prikazan je na slici 7.10.



Datum alarma	Vrijeme alarma	Poruka alarma	Vrijeme potvrde
17.08.2021	07:53:38	Aktivirano zaustavljanje u nuždi	


ecodig

Odabir korisnika

Admin

GLS-VR 0.0

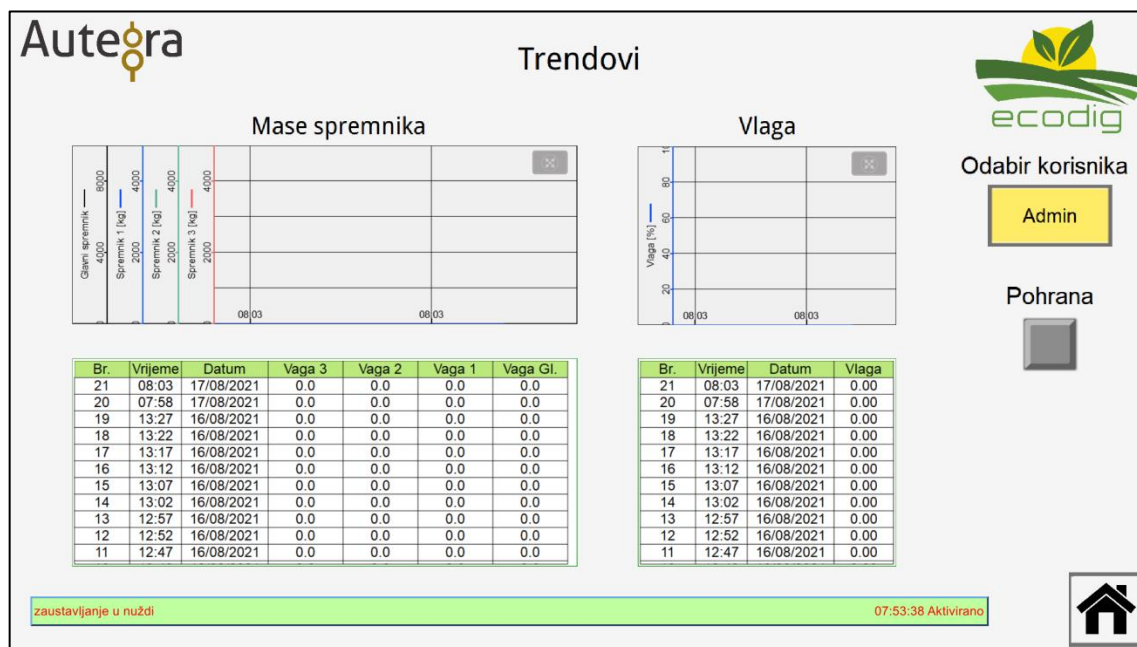
GLS-NR 0.0



Slika 7.10: Prozor za prikaz alarma

Pritiskom na tipku „Trendovi“ na početnom zaslonu otvara se prozor za prikaz trendova. Na tom prozoru moguće je vidjeti vrijednosti mase sva četiri spremnika te senzora vlage u

glavnom spremniku, kao i grafički prikaz promjene trendova na grafikonima. Trenutno senzor vlage nije u opsegu projekta i nije instaliran u sustav, ali na zahtjev klijenta pripremljen je prikaz vlage u slučaju nadogradnje sustava u budućnosti. Na zaslonu za praćenje trendova također se nalazi polje za prijavu korisnika, traka za prikaz aktivnih alarma te tipka za pohranu koja sprema podatke u obliku Excel datoteke na USB memoriju priključenu na HMI. Izgled zaslona za praćenje trendova prikazan je na slici 7.11.



Slika 7.11: Zaslona za prikaz trendova

Pritiskom na bilo koji grafikon, on se otvara u punom zaslonu za olakšano praćenje vrijednosti mase i vlage. Izgled Excel datoteke s podacima o trendovima prikazan je na slici 7.12.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D
1	Date,"Time","Spremnik 3 [kg]","Spremnik 2 [kg]","Spremnik 1 [kg]","Glavni spremnik"			
2	2021/06/04,"13:07:04","0.0","0.0","0.0","0.0"			
3	2021/06/04,"13:07:14","94.8","0.0","0.0","0.0"			
4	2021/06/04,"13:07:24","89.6","0.0","0.0","0.0"			
5	2021/06/04,"13:07:34","90.0","0.0","0.0","0.0"			

Slika 7.11: Excel datoteka s informacijama o trendovima masa

8. ZAKLJUČAK

Automatizacijom sustava doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva kao rezultat je dobiveno olakšano upravljanje kompletnim sustavom te olakšan nadzor nad parametrima i zbivanjima unutar samog sustava. Zadovoljeni su svi prethodno navedeni zahtjevi klijenta te je osigurana mogućnost dodatne nadogradnje sustava u budućnosti zbog polivalentnosti i fleksibilnosti PLC uređaja. Automatizacijom sustava se postiže veća efikasnost, a samim time i rentabilnost proizvodnje što pospješuje razvoj tvrtki i olakšava ispunjavanje većih normi proizvodnje. Rezultati ovog rada upućuju na prednosti koje industrijska automatizacija nudi. Kvalitetna oprema osigurava precizno i pouzdano izvršavanje naredbi definiranih kod programiranja PLC-a. Međutim, glavni nedostatak kvalitetnije opreme je teže implementiranje u sustave s limitiranim budžetom. HMI zaslone na jednom mjestu mogu okupiti sve korisničke kontrole i time smanjiti površinu koju bi tradicionalne kontrole zauzele. Također, HMI zaslone nude mogućnost prikaza raznih informacija putem grafova i brojčanih vrijednosti koje omogućuju jednostavnu analizu rada sustava ili otklon poteškoća u radu. Dio sustava koji nije u potpunosti pouzdan je komunikacija između PLC-a i vage. RS232 komunikacija je iznimno osjetljiv oblik komunikacije koji, u slučaju kontakta sa visokonaponskim uređajima, nailazi na smetnje. PLC se nakon montaže nalazi u razvodnom ormaru zajedno sa frekventnim pretvaračima i trofaznim kablovima za napajanje drugih sustava koji povremeno stvaraju smetnje i otvaraju mogućnost pojave grešaka u radu PID regulatora. Sama RS232 komunikacija na vagama je namijenjena za informativni prikaz informacija o masama, ali su na zahtjev klijenta vage ipak zadržane u sustavu.

Sličan princip automatizacije se može primijeniti u mnogim drugačijim, ali i sličnim industrijskim sustavima.

9. LITERATURA

- [1] Dizdarević Z. Projektiranje postrojenja i opreme za skladištenje žitarica. Diplomski rad. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2017.
- [2] Ecodig promo video 2021. Dostupno na:
<https://www.youtube.com/watch?v=B3vo5E15jRc&list=TLGGk2PAKIkIoIYwODA5MjAyMQ> (29.6.2021.)
- [3] Elvem electronic motors. 7T series. Dostupno na:
<https://www.elvem.it/en/motors-with-cast-iron-casing/one-pole-three-phase-asynchronous-electric-motors/> (29.6.2021.)
- [4] Data weighing systems. Ohaus Defender 3000 Stainless Steel Scale Bench. Dostupno na:
<https://www.dataweigh.com/device/ohaus/defender-3000-stainless-steel/d32xw150vx> (8.9.2021.)
- [5] Siemens IndustryMall. 6ES7214-1AG40-0XB0. Dostupno na:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7214-1AG40-0XB0> (2.7.2021.)
- [6] Siemens IndustryMall. 6ES7231-4HD32-0XB0. Dostupno na:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7231-4HD32-0XB0> (8.9.2021.)
- [7] Siemens IndustryMall. 6ES7232-4HD32-0XB0. Dostupno na:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7232-4HD32-0XB0> (8.9.2021.)
- [8] Siemens IndustryMall. 6ES7222-1BF32-0XB0. Dostupno na:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7222-1BF32-0XB0> (8.9.2021.)
- [9] Siemens IndustryMall. 6ES7222-1HH32-0XB0. Dostupno na:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7222-1HH32-0XB0> (8.9.2021.)
- [10] Weintek HMI Cmt3162x Datasheet. Dostupno na:
https://euroec.by/assets/files/weintek/cmt_series/cMT3162X_Datasheet_ENG.pdf (2.7.2021.)
- [11] Siemens IndustryMall. 6EP1332-1SH71. Dostupno na:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6EP1332-1SH71> (8.9.2021.)

[12] Weidmueller. PRO ECO 240W 24V 10A. Dostupno na:
<https://catalog.weidmueller.com/catalog/Start.do?localeId=en&ObjectID=1469490000>

(8.9.2021.)

[13] Phoenix Contact. FL SWITCH 1004N-SFX-1085177. Dostupno na:

<https://bit.ly/3zX60zs> (1.7.2021.)

[14] Brando Workshop. Passive RS232 to RS485 Converter. Dostupno na:

https://usb.brandoworkshop.com/passive-rs232-to-rs422-rs485-converter_p15175c0046d015.html

(8.9.2021.)

[15] HMS Networks. Industrial network market shares 2021. Dostupno na:

https://usb.brandoworkshop.com/passive-rs232-to-rs422-rs485-converter_p15175c0046d015.html

(8.9.2021.)

[16] PLC City. TIA PORTAL V15. Dostupno na:

<https://www.plc-city.com/shop/en/siemens-software-tia-portal-v15.html> (8.9.2021.)

[17] Weintek. Easy Builder PRO. Dostupno na:

<https://www.weintek.com/globalw/Software/EasyBuilderPro.aspx> (8.9.2021.)

10. OZNAKE I KRATICE

°C – stupanj celzijus

A – amper

AC – Alternate Current

CIP - Common Industrial Protocol

CPU – Central Processing Unit

DC – Direct Current

FBD – Function Block Diagram

g – gram

GB – gigabajt

GHz – gigaherc

HMI – Human Machine Interface

Hz – herc

kB – kilobajt

kg – kilogram

kg/h – kilogram po satu

kW – kilovat

LAN – Local Area Network

LCD – Liquid Crystal Display

mm – milimetar

PID – Proportional Integral Derivative

PLC – Programmable Logic Controller

RAM – Random Access Memory

RS – Recommended Standard

SCL – Structured Control Language

SFC - Sequential Function Chart

STL – Statement list

TIA – Totally Integrated Automation

USB – Universal Serial Bus

V – volt

W – vat

11. SAŽETAK

Naslov: Automatizacija doziranja u proizvodnji umjetnog gnojiva

U ovom radu opisan je proces automatizacije sustava doziranja aditiva u proizvodnji umjetnog gnojiva. Automatizacija je izvršena pomoću PLC-a Siemens CPU 1214C. PLC prima informacije o masama spremnika aditiva s vaga T32XW putem RS232 komunikacije. Uzimajući u obzir zadanu dnevnu proizvodnju, promjena masa spremnika i zadani recept PLC regulira brzinu okretanje elektromotora za doziranje aditiva pomoću PID regulatora. PLC je programiran programskim alatom TIA Portal. Korisničke kontrole za upravljanje sustavom nalaze se na HMI zaslonu Weintek cMT3162X HMI. HMI zaslon je programiran programskim alatom Easy Builder PRO. PLC i HMI komuniciraju putem industrijskog Ethernet preko mrežnog preklopnika Phoenix Contact 1004N-SFC. Sustav ima dva načina rada: automatski i ručni.

Ključne riječi: PLC, HMI, automatizacija, umjetno gnojivo.

12. ABSTRACT


Title: Dosing automation in fertilizer production

This final thesis describes the process of automation of the additive dosing system in the production of fertilizer. Automation was performed using Siemens CPU 1214C PLC. The PLC receives information on the additive masses from the T32XW scales via RS232 communication. Taking into consideration the set daily production, the change in additive tank weights and the set recipe PLC regulates the rotation speed of the electric motor for dosing additives using the PID controller. The PLC is programmed with the TIA Portal software tool. User controls for system management are located on the Weintek cMT3262X HMI display. The HMI display is programmed with the Easy Builder PRO software tool. The PLC and HMI communicate via industrial Ethernet using the Phoenix Contact 1004N-SFC network switch. The system has two modes of operation: automatic and manual.

Keywords: PLC, HMI, automation, fertilizer.

IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, 6.9.2021.	Ivan-Sebastijan Osman	

Prema Odluci Veleučilišta u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Veleučilišta u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

Ivan- Sebastijan Osman

ime i prezime studenta/ice

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 6.9.2021.



potpis studenta/ice