

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 2127

**UPRAVLJANJE PROCESOM PRANJA
POSTROJENJA MLJEKARE POMOĆU
PROGRAMIRLJIVOG LOGIČKOG
KONTROLERA**

Nikola Božić

Zagreb, srpanj 2011.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Opis konfiguracije sustava za pranje (CIP-a) postrojenja mljekare	2
3. Poboljšanje algoritma upravljanja procesom pranja	5
4. Matematički model poboljšanog procesa pranja	6
5. Modeliranje promjene provodljivosti u tanku	7
6. Mjerenje ušteda novog algoritma upravljanja	10
7. Implementacija poboljšanog algoritma upravljanja.....	15
Zaključak.....	20
Literatura.....	21
Sažetak	22

1. Uvod

CIP ("Clean-in-Place") je metoda za čišćenje unutarnjih površina cijevi, ventila, procesne opreme, filtara i vezane opreme, bez rastavljanja. Ona se koristi od davnih 50-ih godina i neprestano se pokušava unaprijediti njena učinkovitost, kako mehaničkim, tako i elektroničkim dostignućima i razvojem.

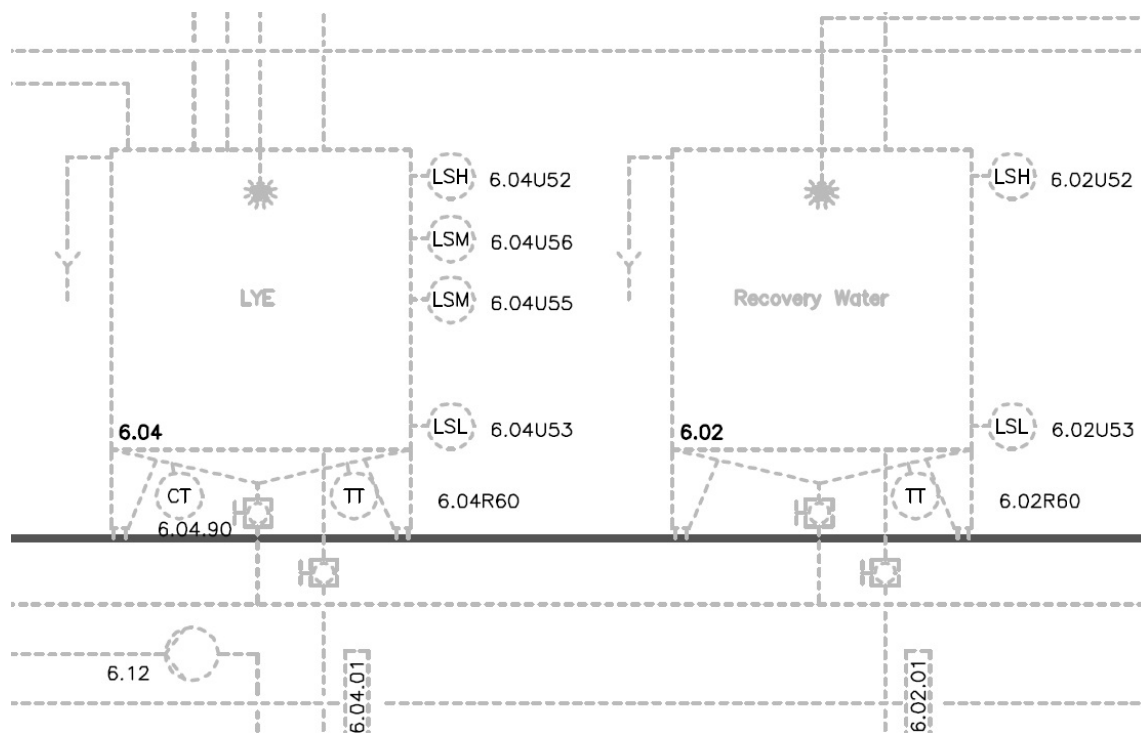
S obzirom na stanje u državi i svijetu općenito, trend smanjenja utroška energije i resursa je postao pogotovo važan, ali ne samo zbog ekonomskih, već i zbog ekoloških razloga. Ekološki razlozi postaju sve važniji, zbog sve većih cijena ispuštanja otpadnih voda, a i same prirode, odnosno okoliša. Stoga ćemo u ovom radu razmatrati učinkovitost, odnosno uštede kod upravljanja procesom pranja postrojenja mljekare. Problem ćemo definirati pomoću pojednostavljenog modela procesa pranja i postrojenja (CIP-a). Ono će se sastojati od tri tanka: tank za lužinu, vodu i povratnu vodu. Naravno, ovo je pojednostavljeni model, u kojem ćemo uzeti najvažnije parametre u obzir. Mogli bi uzeti u obzir i duljinu linija koje se peru, potrošnju energije pumpi, razlike visina pojedinih dijelova postrojenja, vrstu (učinkovitost) lužine, učinkovitost lužine ovisno o temperaturi i još mnogo parametara, ali to bi premašilo opseg ovog rada.

2. Opis konfiguracije sustava za pranje (CIP-a) postrojenja mljekare

Sustav za pranje se sastoji od tri tanka, nekoliko pumpi, procesnih ventila, senzora za mjerenje provodljivosti, te cjevovoda. U tankovima se nalazi lužina (sredstvo za pranje), voda i povratna voda. Ventili su električno upravljani, te pneumatski pogonjeni.

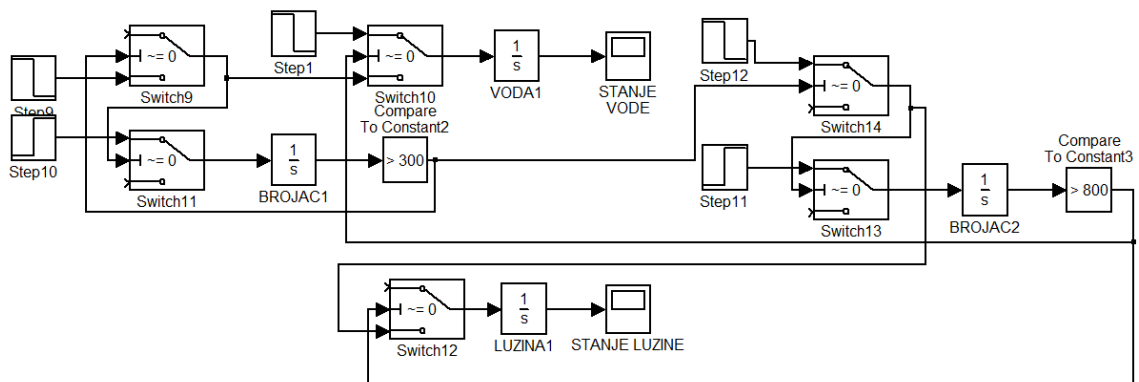
Kao program pranja u koordinaciji sa tehnologom iz mljekare uzeli smo u obzir neku standardnu sekvencu, koja se sastoji od pranja povratnom vodom, lužinom, pa čistom vodom. Inače, ali ne tako često (jednom tjedno) u sekvencu ulazi i kiselina, ali nju nismo uzimali u obzir, jer njeno ponašanje je isto kao i kod lužine, a to bi nam nepotrebno povećalo model upravljanja.

Trenutni algoritam za upravljanje procesom pranja (CIP-a) je da se cijela sekvenca odvija isključivo vremenski. To znači da prvo kreće pranje čistom vodom neko vrijeme, nakon toga pranje lužinom određeno vrijeme i na kraju ispiranje vodom, opet određeno vremenom. Kod ove sekvence sva voda i lužina koja se koristi u pranju se baca, te se tank za povratnu vodu ne koristi, jer se ne koristi povratna informaciju o provodljivosti tekućine.



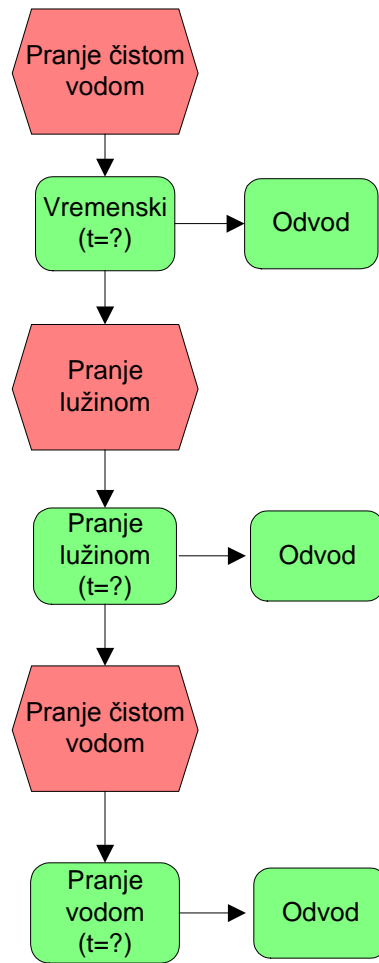
Slika 1. Dio PI (procesna instrumentacija)- dijagrama postrojenja [1]

Na Slici 1. koja shematski pomoću procesno-instrumentacijskog dijagrama prikazuje dio postrojenja vide se ventili, tank za lužinu (lijevo), te tank za povratnu vodu (desno). U tanku za lužinu nalazi se čista lužina razrijeđena tako da je provodljivost u tanku oko 40 mS/cm. Na tankovima su pričvršćeni senzori razine, temperature i provodljivosti, te cjevovodi koji ih povezuju sa raznim dijelovima postrojenja. Postojeći matematički model pranja bi izgledao kako je prikazano na Slici 2. Za modeliranje procesa našeg modela poslužit ćemo se programskim alatom Matlab.



Slika 2. Matematički model postojećeg modela pranja

Iz matematičkog modela se također vidi da se cijeli stari algoritam upravljanja temelji na pranju vremenski, ne uzimajući u obzir provodljivost (koncentraciju) tekućine u cjevovodu. Taj model će poslužiti kako bi se pomoću simulacije u Matlabu pronašle kritične točke koje bi trebalo promijeniti radi uštede. Stari algoritam upravljanja je prikazan na Slici 3., gdje se jasno vidi da je svaka faza pranja vremenski određena i sva sredstva korištena tijekom pranja se bacaju.

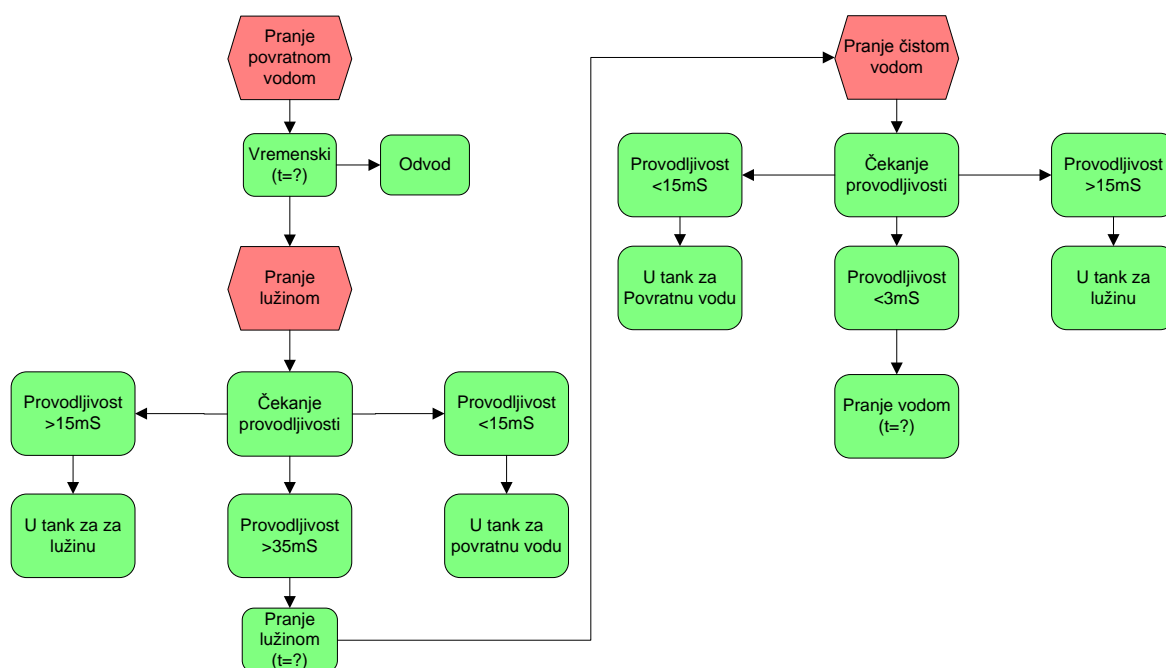


Slika 3. Stari algoritam programa pranja

3. Poboljšanje algoritma upravljanja procesom pranja

Optimizirani (poboljšani) algoritam pranja koji je napravljen u ovom radu, donio je mnoga poboljšanja. U algoritmu se koristi informacija o provodljivosti tekućine, kako bi mogli znati koliko ima lužine u vodi koja je u cjevovodu.

Sada se koraci pranja ne odvijaju isključivo vremenski, nego i u ovisnosti o povratnoj vezi provodljivosti. Novim algoritmom pranja postiglo se to da se lužina za vrijeme pranja ne baca nego cirkulira (vraća se u tank s lužinom) sve dok joj je provodljivost u cjevovodu veća od 15 mS/cm. A kada provodljivost padne ispod 15 mS/cm vraća se u tank za povratnu vodu. Sada se napokon i koristi tank za povratnu vodu, koji prije nije imao upotrebu. Kad se postigne da je provodljivost veća od 35 mS/cm, tada kreće zadano vrijeme pranja lužinom i lužina se naravno vraća nazad u tank za lužinu (cirkulira), tako da se u ovom dijelu pranja ništa ne baca. Isto tako kada završi pranje lužinom i kreće ispiranje čistom vodom. Dok je provodljivost veća od 15 mS/cm, tekućina se vraća u tank za lužinu jer u njoj još uvijek velika koncentracija lužine, a kad padne ispod 15 mS/cm, vraća se u tank s povratnom vodom. Kada provodljivost padne na 0 mS/cm (uzima se oko 3 mS/cm), kreće zadano vrijeme pranja čistom vodom i ta voda se vraća u tank za povratnu vodu koja se koristi kao prvo pranje (pre-flush), uvijek prije lužine ili kiseline.

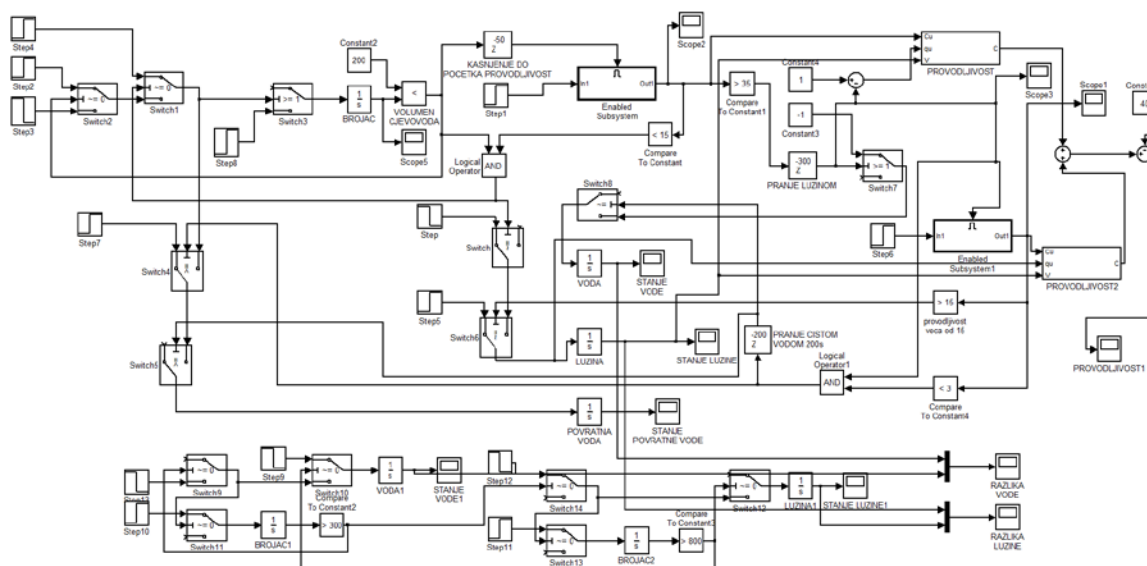


Slika 4. Poboljšani algoritam programa pranja

Slika 4. prikazuje blokovski poboljšani algoritam pranja iz kojeg se može puno bolje shvatiti cijeli proces pranja.

4. Matematički model poboljšanog procesa pranja

Na temelju ovog poboljšanog algoritma pranja izrađen je matematički model pranja iz kojeg se mogu očitati parametri pranja, isto tako i zadati neki parametri potrebni za program pranja. Na Slici 5. je prikazan Matlab/Simulink model poboljšanog algoritma pranja.

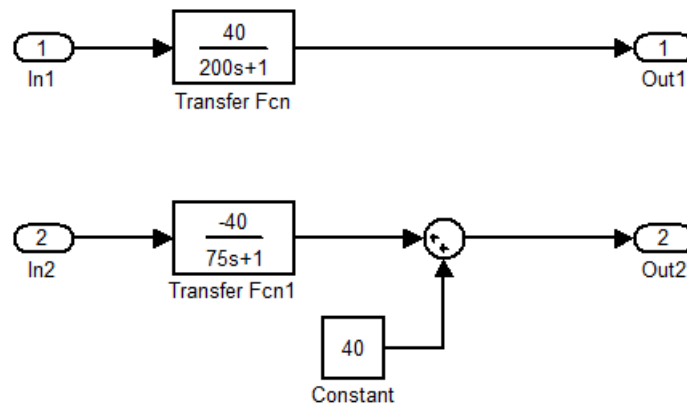


Slika 5. Matematički model procesa pranja

U matematičkom modelu su korišteni standardni elementi programskog alata Matlab. Za razine tekućine u tankovima koriste se integratori, na kojima se zadaje početni volumen u tanku. Korišteni su također elementi za ostvarivanje osnovnih logičkih operacija (I, ILI), preklopnici s uvjetom, te elementi za usporedbu (volumena, provodljivosti). Za modeliranje promjene provodljivosti tekućine u cjevovodu koristili smo PT1 članove, jer je njihov odziv najsličniji stvarnom ponašanju provodljivosti (u početku brža promjena, a na kraju sporija). Kao vrijeme za koje treba provodljivosti da postigne traženu vrijednost preuzeta je od tehnologa u samom postrojenju. Kao što je već navedeno, koriste se PT1 članovi, sa definiranim parametrima takvim da se dobije odgovarajuće vrijeme dostizanja provodljivosti od 35 mS/cm kod porasta provodljivosti odnosno 0 mS/cm kod padanja provodljivosti. Za tekućinu se smatra da je čista voda ako joj je

provodljivost blizu 0 mS/cm (oko 3 mS/cm), a ako je veća znači da je u njoj proporcionalno veća koncentracija lužine.

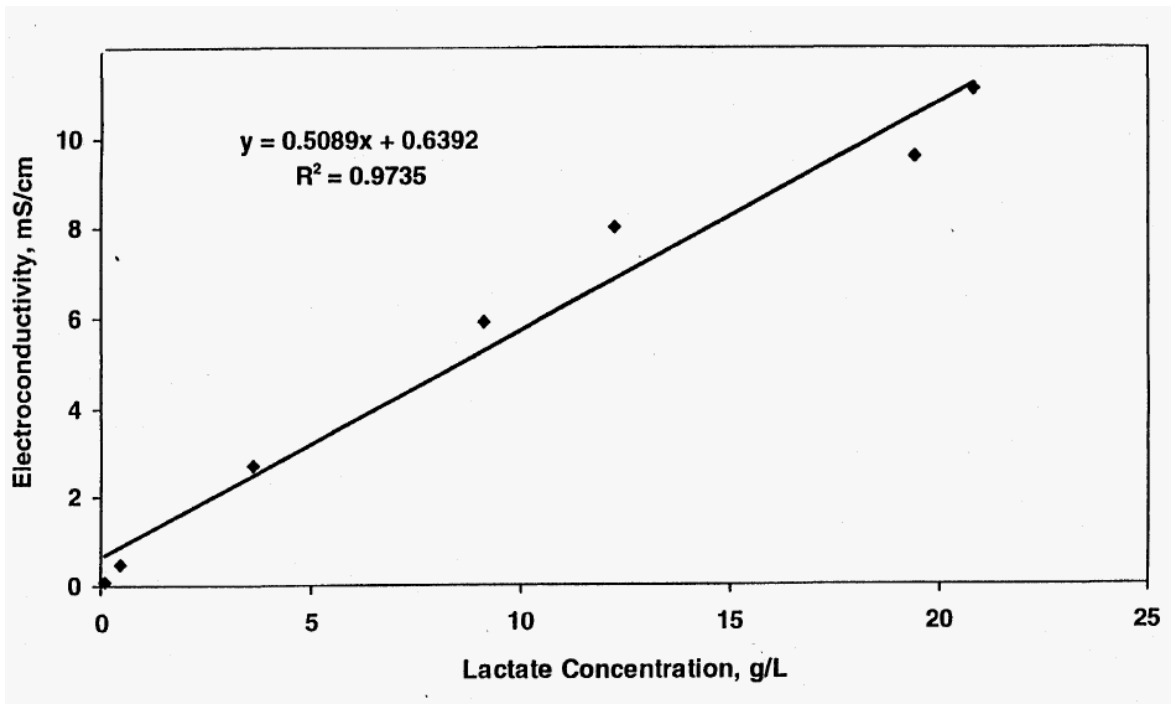
Na Slici 6. prikazana su dva modela koji opisuju promjenu provodljivosti u cjevovodu. Svakom modelu se u određenom trenutku dovodi na ulaz signal (skokovita pobuda), a na izlazu se dobije padajuća ili rastuća promjena provodljivosti (mS/cm) ovisno o modelu. Prvi model je za rastuću promjenu (0 - 40 mS/cm), a drugi za padajuću promjenu (40 - 0 mS/cm). Model sa rastućom pojavom se koristi kada kreće pranje sa lužinom gdje se čeka provodljivost (>35 mS/cm), dok se model sa padajućom pojavom koristi nakon pranja lužinom kada kreće pranje čistom vodom i čeka se provodljivost od 0 mS/cm (< 3 mS/cm).



Slika 6. Prijenosne funkcije provodljivosti

5. Modeliranje promjene provodljivosti u tanku

S obzirom da su koncentracija (g/L) i provodljivost tekućine (mS/cm) približno linearno vezani, u jednadžbama i modeliranju smo koristili provodljivost kao koncentraciju. Veza između koncentracije i provodljivosti tekućine je prikazana na Slici 7.



Slika 7. Ovisnost koncentracije [g/L] i provodljivosti [mS/cm] [2]

Sljedeća diferencijalna jednadžba opisuje promjenu koncentracije lužine u tanku gdje je ona jednaka razlici umnoška ulaznog protoka sa koncentracijom fluida koji ulazi i umnoška protoka sa koncentracijom fluida koji izlazi.

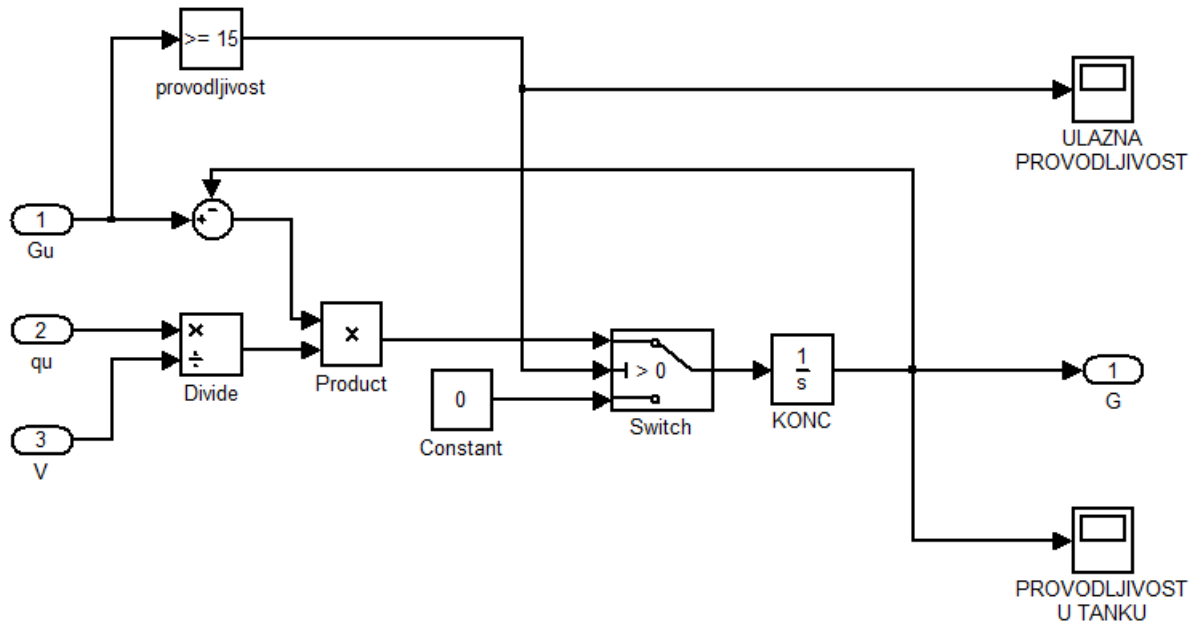
$$\frac{d}{dt}(c \times V) = c_u \times q_u - c \times q_i \quad (1.1)$$

Iz informacije o linearnoj vezi provodljivosti i koncentracije tekućine, te formule promjene provodljivosti u tanku izvode se sljedeće jednadžbe koje će poslužiti za izradu modela koji će simulirati promjenu provodljivosti u tanku.

$$V \frac{dG}{dt} = q_u (G_u - G) \quad (1.2)$$

$$\frac{dV}{dt} = q_u - q_i \quad (1.3)$$

Iz ovih jednadžbi je modeliran sljedeći model, koji se koristi kao matematički model za određivanje provodljivosti u tanku s lužinom. Model je prikazan na Slici 8.



Slika 8. Model za simuliranje provodljivosti u tanku

G_u – provodljivost tekućine koja ulazi u tank

q_u – ulazni protok u tank

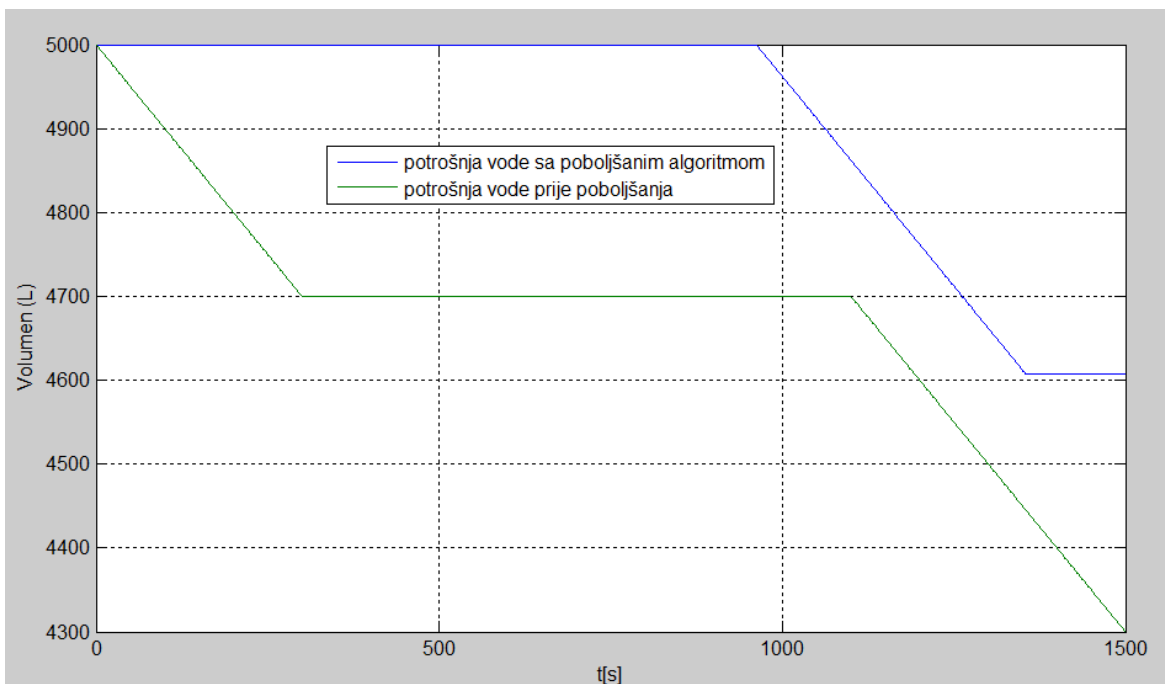
V – trenutni volumen tekućine u tanku

G – trenutna provodljivost tekućine u tanku

Ulazne veličine za model su ulazni protok, ulazna provodljivost i volumen u tanku. Izlazna veličina je trenutna provodljivost u tanku. U integrator moramo upisati početnu vrijednost provodljivosti (ona koja je na tanku u počeću). Druga jednadžba (1.3) za volumen se implementira vrlo jednostavno pomoću jednog integratora kojemu na ulaz kao signal dovedemo negativnu ili pozitivnu vrijednost protoka, te definiramo neki početni volumen.

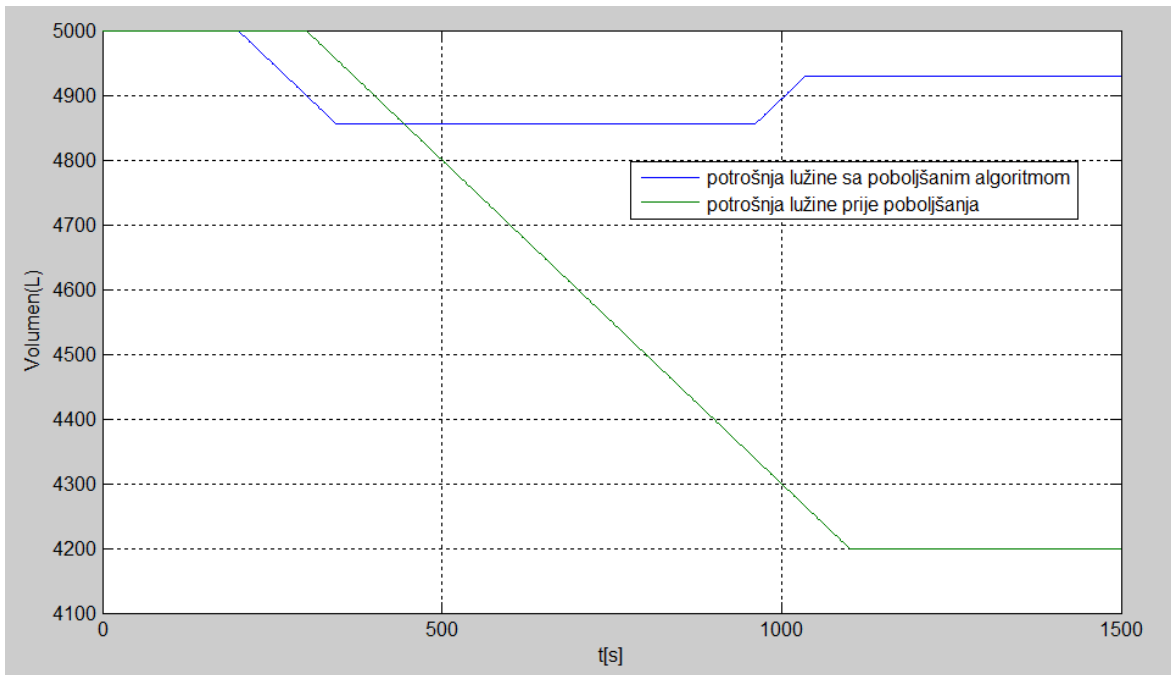
6. Mjerenje ušteda novog algoritma upravljanja

Konačno iz svih ovih modela izrađen je model koji simulira rad poboljšanog algoritma upravljanja. Simulacijom obaju matematičkih modela (starog i poboljšanog), dobivamo razlike u potrošnji energenata i sredstava.



Slika 9. Razlika u potrošnji čiste vode

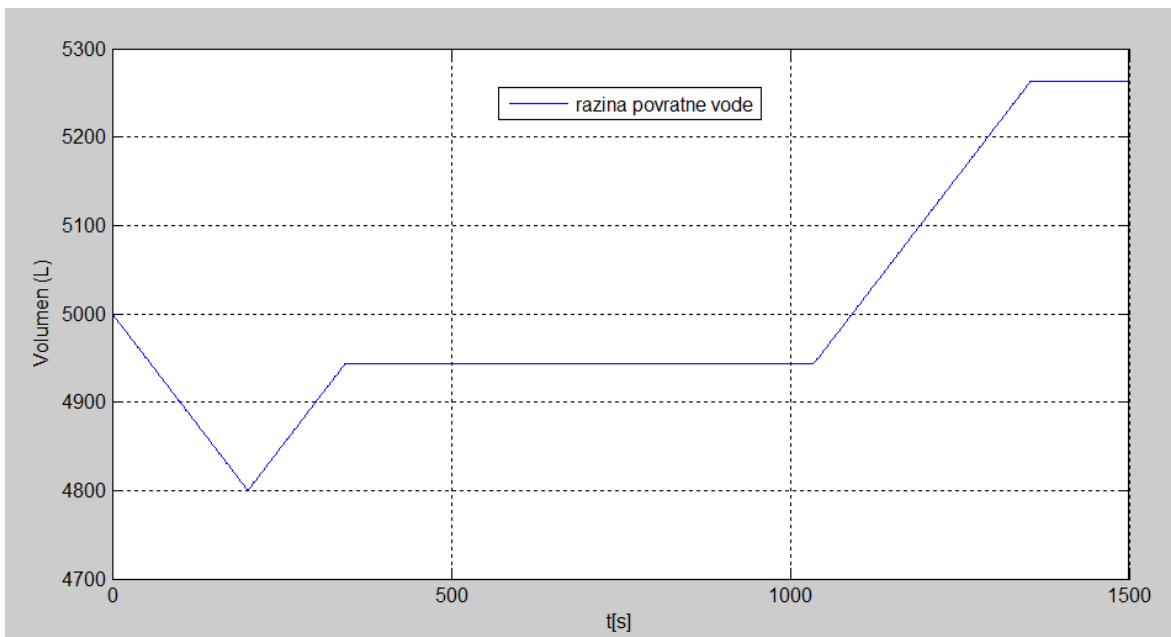
Slika 9. prikazuje uštedu čiste vode tijekom jednog ciklusa pranja. Vidimo da je ona gotovo dvostruka. Ova ušteda razlog je poboljšanog algoritma upravljanja, odnosno, za vrijeme prvog pranja koristimo povratnu vodu akumuliranu iz prethodnih ciklusa pranja. Zbog sve većih cijena ispuštanja otpadnih voda, nismo samo uštedjeli na čistoj vodi, nego i na komunalnim naknadama. Iz slike je također vidljivo i smanjenje vremena cijelog ciklusa pranja.



Slika 10. Razlika u potrošnji lužine

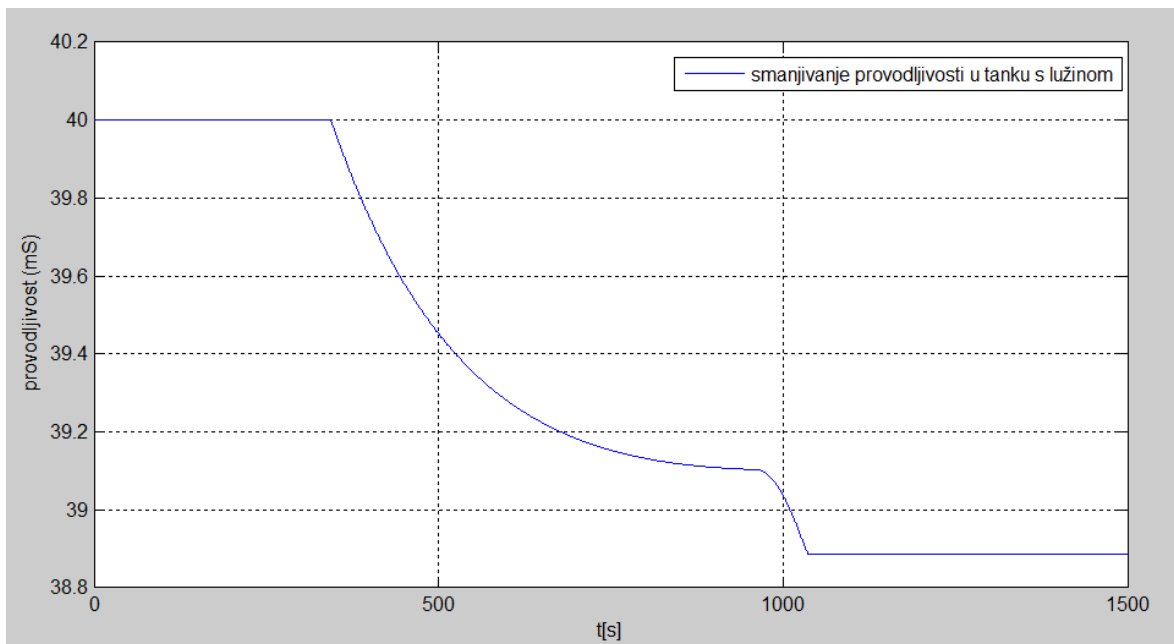
Na Slici 10. vidi se da je razlika u potrošnji lužine golema. To je naravno rezultat poboljšanog algoritma upravljanja. Najvećim dijelom zbog toga što za vrijeme pranja lužinom ona cirkulira, odnosno vraća se ponovo u tank sa lužinom. Dok se kod starog algoritma upravljanja sva lužina korištena u pranju bacala u odvod. U jednom dijelu pranja vidi se da volumen lužine u tanku raste, što je vrlo neuobičajeno. To je zbog toga jer nakon završetka pranja lužinom kreće pranje čistom vodom. Tada se u cjevovodu nalazi čista lužina (provodljivost >35 mS/cm), a u algoritmu upravljanja je navedeno da sve dok provodljivost ne padne ispod 35 mS/cm tekućina se vraća u tank za lužinu. Tako da kada krene pranje čistom vodom tekućina koja se nalazi u cjevovodu se vraća jedno vrijeme u tank za lužinu, čime se povećava volumen u tanku. S obzirom da se nakon pranja lužinom u cjevovodu nalazi čista lužina i s njome se miješa čista voda, u tank za lužinu se vraća lužina s manjom koncentracijom bez ikakvih drugih nečistoća.

Naime, ovu uštedu ne možemo promatrati ovakvu kao potpunu, jer moramo uzeti u obzir da se tekućina vraća u tank za lužinu sve dok joj je provodljivost veća od 15 mS/cm. Time se smanjuje ukupna provodljivost u tanku s lužinom. Zbog toga, osoblje zaduženo za postrojenje pranja (CIP) mora povremeno dodavati čistu lužinu u tank kako bi se održala provodljivost u njemu veća od 35 mS/cm. Na Slici 12. prikazano je stanje provodljivosti u tanku s lužinom za vrijeme jednog ciklusa pranja.



Slika 11. Potrošnja povratne vode

Slika 11. prikazuje stanje povratne vode u tanku. Kao što je već navedeno, ona služi samo za prvo ispiranje (pre-flush), kada je cjevovod najprljaviji, jer da smo prali u prvom ispiranju čistom vodom to uopće ne bi utjecalo na efikasnost cijelog pranja s obzirom da nakon prvog ispiranja kreće pranje lužinom, a onda na kraju ponovo pranje čistom vodom. Povratna voda je čista voda s malim postotkom prljavštine i lužine. Zato je i nazvana povratna voda, jer je povraćena, nije bačena. U prvom segmentu se vidi pad volumena koji je razlog prvog pranja povratnom vodom. Nakon toga raste jer slijedi pranje lužinom, a u algoritmu je navedeno da sve dok je provodljivost manja od 15 mS/cm, tekućina se vraća u tank za povratnu vodu. U zadnjem segmentu imamo opet porast volumena zbog pranja čistom vodom, gdje se čeka da provodljivost padne na 0 mS/cm (3 mS/cm), a u algoritmu je navedeno da se vraća u tank za povratnu ako je provodljivost manja od 15 mS/cm. Također se iz slike vidi da je razina povratne vode nakon pranja veća nego prije pranja. To je razlog što u našem odabranom receptu pranja, pranje povratnom vodom relativno kratko. Tako da u nekom drugom receptu pranja to vrijeme može biti veće, a time drugačiji trend povratne vode. Ako se nakon određenog broja ciklusa pranja tank s povratnom vodom napuni do kraja, jednostavno se višak ispušta u odvod.



Slika 12. Provodljivost tekućine u tanku sa lužinom

Vidi se da za vrijeme jednog ciklusa pranja provodljivost lužine u tanku padne za otprilike 1 mS/cm, što naravno ovisi o količini same lužine u tanku i programu pranja. Provodljivost pada praktički cijelo vrijeme dok ima ulaznog protoka u tank sa lužinom, jer se uvijek vraća lužina sa koncentracijom barem malo manjom od one u njemu. U prvom segmentu provodljivost pada prvo brže pa sporije, zato što u tank počinje dolaziti lužina sa provodljivošću od 15 mS/cm i postepeno raste preko 35 mS/cm. U drugom segmentu kad kreće pranje čistom vodom, provodljivost prvo pada sporije pa brže, zato što kada kreće čista voda u cjevovodu je lužina sa provodljivošću >35 mS/cm i postepeno pada. S obzirom da se nije moglo točno saznati kolika je cijena čiste lužine koja se dodaje u tank, ne može se točno odrediti ušteda. Ali bez obzira na to vidi se da je ona velika.

Naime, ovim grafom je prikazan trend provodljivosti u jednom ciklusu pranja. Da bi dobili bolju predodžbu i točnije mjerenja uštede, morali samo napraviti simulaciju nekoliko ciklusa pranja. Uočeno je da provodljivost u tanku pada svakim ciklusom sve sporije, što je i logično zbog sve manje razlike provodljivosti tekućine koja ulazi, te one koja izlazi. Sljedećom tablicom prikazane su vrijednosti provodljivosti i volumena lužine u tanku s lužinom za vrijeme 5 ciklusa pranja. Tako da je pod rednim bojem 1. prikazano stanje nakon prvog pranja i tako redom.

Broj pranja	Volumen lužine u tanku (L)	Provodljivost [mS/cm]
0.	5000	40
1.	4929	38,89
2.	4859	37.82
3.	4789	36.78
4.	4720	35.79
5.	4651	34.86

Tablica 1. Trend provodljivosti lužine kroz 5 pranja

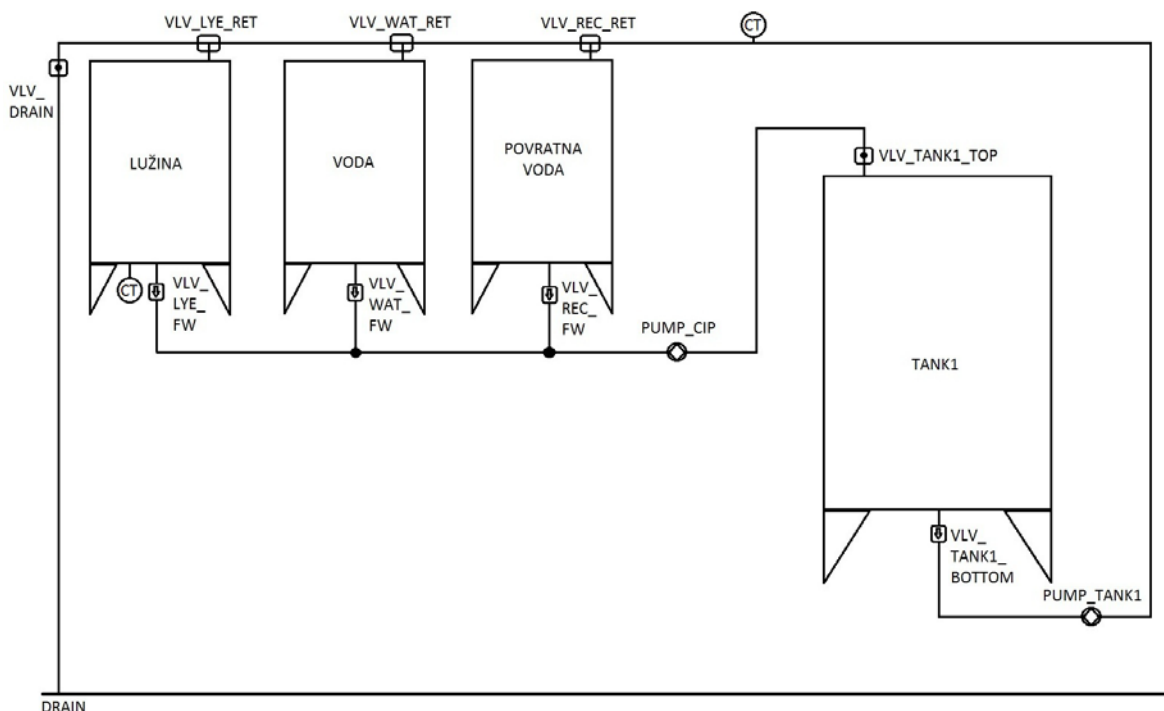
Novim algoritmom upravljanja procesom pranja postignute su velike uštede na vodi i nešto manje na lužini, a isto tako i energetske, jer sam ciklus pranja traje kraće. Vidimo da nakon 5 ciklusa pranja potrošimo samo 350L lužine, te praha lužine koliko bi ga trebalo dodati da provodljivost ponovo bude 40 mS/cm. dok je kod starog modela pranja potrošnja bila 4000L. Najveći razlog tome je što se kod starog algoritma pranja "pere na sigurno" pa se podešavaju veća vremena pojedinih ciklusa pranja. Povećala se također i učinkovitost pranja, jer ako nema povratne veze o provodljivosti, ne možemo znati da li je za vrijeme pranja lužina imala dovoljnu provodljivost. Npr. ako je linija koja se pere jako prljava i nije odabrano dovoljno veliko sigurno vrijeme pranja postoji mogućnost da za vrijeme pranja lužinom provodljivost ne bude dovoljno dugo na potrebnoj razini (35 mS/cm).

Ušteda naravno ovisi još o mnogo faktora, a to je koji model pranja (puno, skraćeno, itd.) se odabire, duljina linije koja se pere, da li se peru silosi ili kamioni, itd. Tako da je u ovom radu taj proces pranja poopćen, te fiksna vremena proizvoljno odabrana, s obzirom na informacije od tehnologa.

7. Implementacija poboljšanog algoritma upravljanja

Poboljšani algoritam upravljanja je implementiran pomoću programirljivog logičkog kontrolera (PLC). PLC koji je korišten je proizvođača Siemens, tipa S7-300, koji se također koristi na laboratorijskoj maketi na fakultetu. Program za PLC je pisan u programskom alatu SIMATIC MANAGER, STEP7 od Siemens. STEP7 nudi pisanje programa na više načina. Postoje: Statement List (STL), Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD). U ovom radu koristili smo Ladder Diagram radi jednostavnosti i preglednosti. Za lakši prikaz stanja postrojenja i upravljanje, koristi se WinCC flexible program također od SIEMENSA. Pomoću njega je izrađen displej za panel na kojemu se može pokrenuti proces pranja, može se očitati vrijednost provodljivosti u tanku i u cjevovodu na povratu, te stanje pumpi i ventila.

Poboljšani algoritam ćemo implementirati na shemi pojednostavljenog postrojenja prikazanog na Slici 13.



Slika 13. Shema pojednostavljenog postrojenja

Simboli u programu odgovaraju simbolima na PI-dijagramu sa Slike 13. Na ovoj shemi pojednostavljenog postrojenja postoje tri tanka sa sredstvima za pranje. Svaki tank ima na sebi ventil za ispuštanje tekućine iz njega, te još jedan ventil za dovodnje tekućine, s time da tank za lužinu ima još na sebi

konduktometar za mjerenje provodljivosti lužine. Postoji još jedan konduktometar za mjerenje provodljivosti u cjevovodu na povratu, te ventil na povratu za ispuštanje tekućine u odvod. U ovom postrojenju se pere cjevovod od i do tanka, te sam tank. Za strujanje fluida su zadužene dvije pumpe, jedna kod postrojenja CIP-a, i jedna nakon tanka koji se pere da vraća tekućinu.

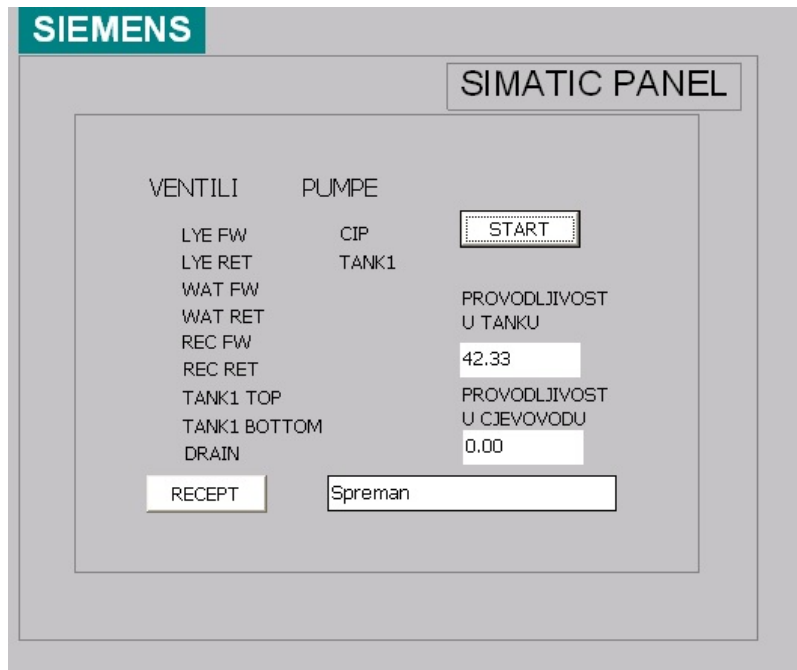
Na Slici 14. Prikazane su adrese ulaza i izlaza, tipovi varijabli, te njima pripadajući simboli.

	Status	Symbol	Address	Data type
1		Pokretanje motora	FC 16	FC 16
2		Read Analog Value 464-2	FC 105	FC 105
3		IDLE	M 0.0	BOOL
4		STEP_REC_WATER	M 0.1	BOOL
5		STEP_LYE	M 0.2	BOOL
6		STEP_WATER	M 0.3	BOOL
7		START	M 50.0	BOOL
8		SCREEN_TXT	MB 51	BYTE
9		COND_LYE_TANK	MD 52	REAL
10		COND_LYE_RET	MD 56	REAL
11		TIME_REC	MW 60	S5TIME
12		TIME_LYE	MW 62	S5TIME
13		TIME_WAT	MW 64	S5TIME
14		IN_REC_TIME	MW 66	INT
15		IN_LYE_TIME	MW 68	INT
16		IN_WAT_TIME	MW 70	INT
17		COMPLETE RESTART	OB 100	OB 100
18		PUMP_CIP	Q 0.0	BOOL
19		PUMP_TANK1	Q 0.1	BOOL
20		VLV_LYE_FW	Q 0.3	BOOL
21		VLV_LYE_RET	Q 0.4	BOOL
22		VLV_WAT_FW	Q 0.5	BOOL
23		VLV_WAT_RET	Q 0.6	BOOL
24		VLV_REC_FW	Q 0.7	BOOL
25		VLV_REC_RET	Q 1.0	BOOL
26		VLV_TANK1_TOP	Q 1.3	BOOL
27		VLV_TANK1_BOTTOM	Q 1.4	BOOL
28		VLV_DRAIN	Q 1.6	BOOL
29		CIR	SFC 104	SFC 104
30				

Slika 14. Simboli u programu STEP7

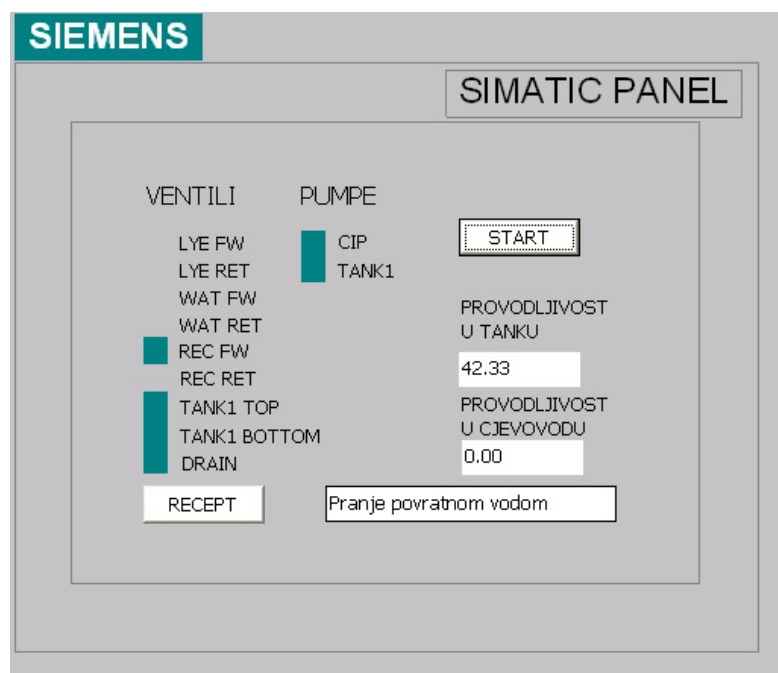
Za vrijeme programiranja U STEP7 korišteni su simboli (varijable) prikazani na Slici 14. Varijable sa adresom „Q“ su digitalni izlazi PLC-a. Oni se koriste uglavnom za aktiviranje pumpi i ventila. Imamo i neke memorijske varijable sa adresom „MW“ koje služe za spremanje vremena tijekom odabira recepture pranja. Varijable sa adresom „MD“ služe za spremanje provodljivosti i tipa su REAL, tako da se može vrijednost provodljivosti spremati u decimalnom formatu. Još ima nekoliko varijabli sa adresom „M“, to su bitovi koji služe da vidimo u kojoj je fazi pranje, odnosno da li je povratan voda, lužina ili voda.

Slika 15. prikazuje displej za upravljanje i stanje postrojenja. Displej se sastoji od osnovnog ekrana i ekrana za zadavanje recepture.



Slika 15. Osnovi prikaz na displeju

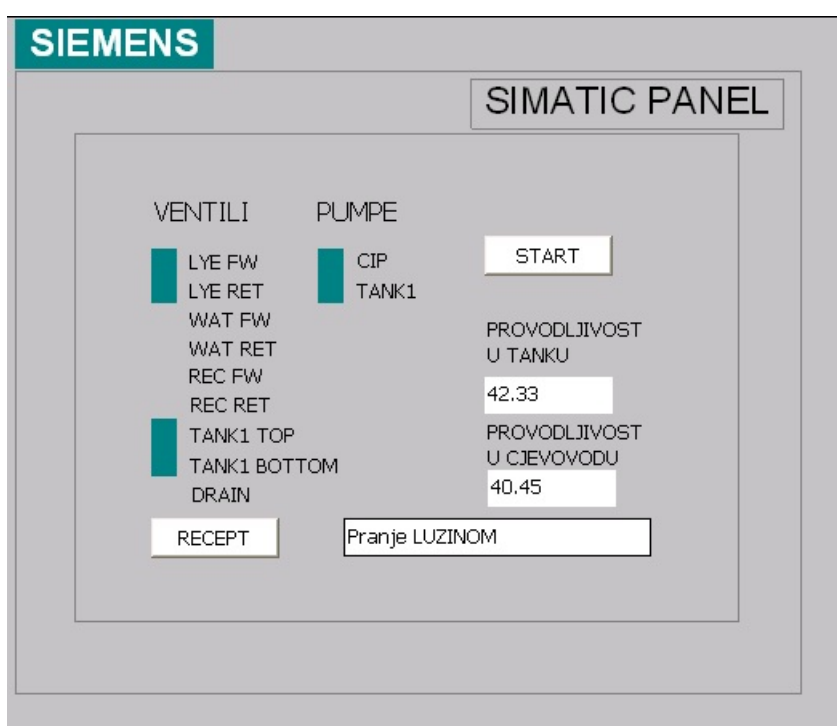
Ovo je glavni ekran na panelu, gdje se vidi da je postrojenje trenutno u mirovanju i spremno za početak pranja. Vidi se također da je stanje provodljivosti u tanku za lužinu dovoljno (>35 mS/cm). Pritiskom na tipku start pokreće se proces pranja. Dakle, prvo kreće pranje povratnom vodom, što prikazuje slika 16.



Slika 16. Pranje povratnom vodom

Ova faza pranja je samo vremenski određena. Kod pranja povratnom vodom aktivirane su obje pumpe, što je slučaj i kod svakog pranja. Aktivni su također ventili na tanku koji se pere, da tekućina može ući i izaći iz njega, ventil na tanku s povratnom vodom, te ventil za ispuštanje u odvod, jer kod pranja povratnom vodom tekućina se baca.

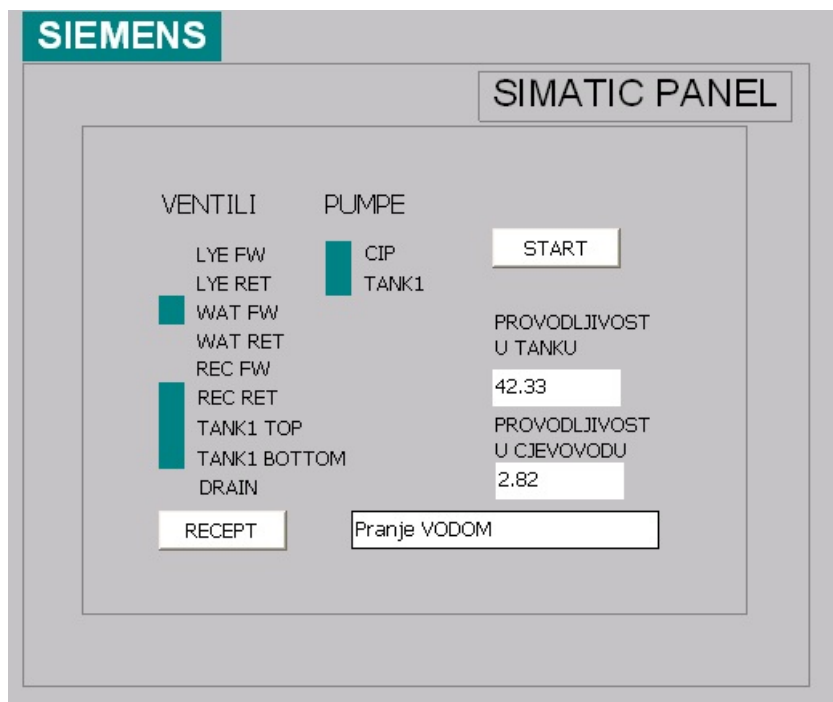
Sad slijedi pranje lužinom koje je prikazano na slici 17. Ovo je faza pranja lužinom kada je već krenulo zadano vrijeme pranja lužinom, jer je postignuta provodljivost na povratu preko 35 mS/cm. Stoga su aktivirani ventili na izlazu i ulazu u tank s lužinom, da lužina može cirkulirati.



Slika 17. Pranje lužinom

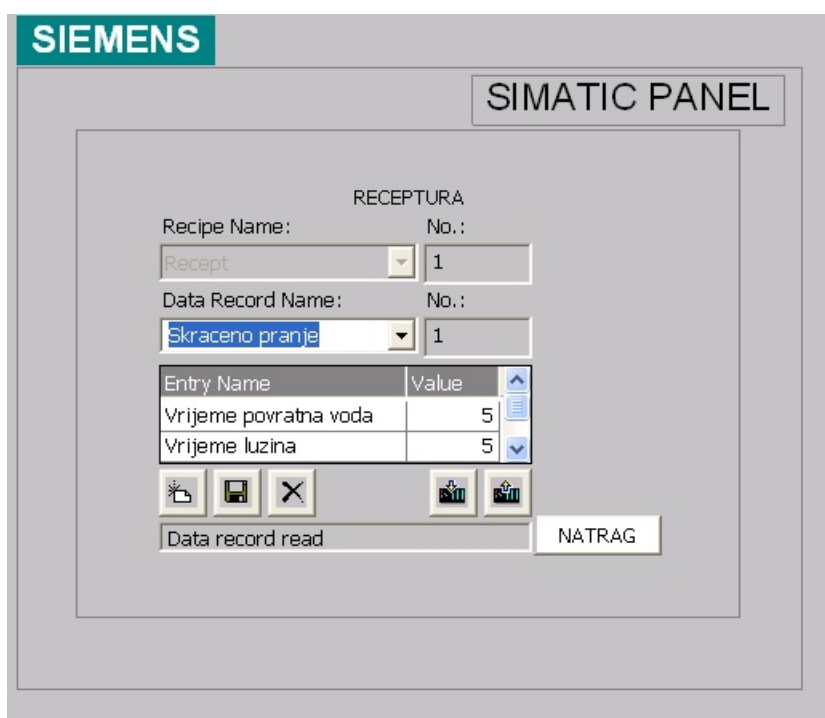
Kada istekne vrijeme pranja lužinom, kreće pranje čistom vodom. Kada krene ova faza, tekućina se vraća u tank sa lužinom sve dok na povratu provodljivost bude veća od 15 mS/cm, kada padne ispod te vrijednosti, vraća se u tank za povratnu vodu, a kada padne ispod 3 mS/cm kreće zadano vrijeme pranja čistom vodom.

Ova faza pranja čistom vodom prikazana je na slici 18. Kod ove faze pranja korištena voda se vraća u tank za povratnu vodu.



Slika 18. Pranje čistom vodom

Zadana vremena pranja pojedinih faza pranja zadaju se preko ekrana za recepturu koji je prikazan na Slici 19.



Slika 19. Zadavanje recepture

Na ovom ekranu operater može jednostavno promijeniti vremena pranja za pranje povratnom vodom, lužinom i čistom vodom. Mogu se kreirati dodatni recepti te u njima podesiti vremena za pojedine faze pranja.

Zaključak

Implementacijom poboljšanog algoritam upravljanja procesom pranja dovršili smo zadatak ovog završnog rada. Postignute su velike uštede na sredstvima za pranje, a isto tako i energetske. Povećana je također i efikasnost pranja, jer sada znamo u kakvom je stanju lužina u cjevovodu. Bitno je napomenuti da za ovo poboljšanje nisu potrebne velike preinake u postrojenju, a time i investicije. Dovoljne su manje izmjene programa PLC-a i manje mehaničke preinake (npr. ugradnja konduktometra). Naime, ovo poboljšanje je dobrodošlo svim mljekarama koje ne rade na ovaj način. Jer, ako to ne učine cijena proizvodnje im je veća, a time ne mogu biti konkurentne.

Mislim da je postignut cilj ovog završnog rada, a to je optimiziranje procesa pranja postrojenja mljekare.

Literatura

- [1] PI- dijagram postrojenja u mljekari KIM Karlovac, „2010-09-15, Karlovac 21408-1360 F-Layout1“
- [2] Air Quality Assessment, Control, and Analytical Methods: Subtask 2.11 - Lactic Acid FGD Additives from Sugar Beet Wastewater, Final Report, June 1998, By: Edwin S. Olson

Sažetak

Zadatak završnog rada bio je optimizirati proces pranja postrojenja mljekare KIM Karlovac. Prvo je u radu opisana konfiguracija sustava za pranje postrojenja, te algoritam za upravljanje procesom pranja kojeg se trenutno koristi u tom postrojenju. Nakon toga, određen je matematički model procesa pranja, s posebnim naglaskom na karakteriziranje koncentracije lužine mjerenjem njene otpornosti. Na temelju matematičkog modela procesa određena su poboljšanja algoritma upravljanja procesom pranja i karakterizirane uštede u energiji i materijalu koje se uporabom tog algoritma ostvaruju. Na kraju, taj poboljšani algoritam upravljanja je implementiran u programirljivi logički kontroler i odsimuliran u programu za simulaciju rada PLC-a.

The task of the final work was to optimize the process of washing of dairy plant in KIM Karlovac. First, this work describes the actual configuration of the washing plant, and an algorithm of managing the process of washing, which is currently used in plant. After that, a mathematical model of the washing process is made, with particular emphasis on characterizing the concentration of lye measuring its resistance. Based on a mathematical model of the process improvements of the control algorithm of cleaning process are made and savings are characterized by means of savings in energy and material that are achieved using this algorithm. Finally, the improved control algorithm is implemented in the programmable logic controller and simulated in the program for the simulation of a PLC.