



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

ИЗВЕШТАЈ О ОБАВЉЕНОЈ СТРУЧНОЈ ПРАКСИ

Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka
Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije
Katedra za električna merenja

Studijski program:

OAS

Merenje i regulacija

Izveštaj o obavljenoj stručnoj praksi u JKP „Gradska Toplana“, Zrenjanin

Student: **Tijana Ostojić, EM 6/2017**

Nivo studija: OAS

Školska godina: 2020/21

Datum: septembar, 2021. godina

1. Reprezentativni opis organizacije u kojoj je obavljena stručna praksa

„Gradska Toplana“ Zrenjanin je zadužena za proizvodnju i distribuciju toplotne energije na području grada Zrenjanina. Trenutni naziv institucije usvojen je 5.1.2009. godine na osnovu odluke skupštine grada. U preduzeću je zaposleno oko 120 ljudi.

U preduzeću, pored ostalih sistema, najrelevantniji i najzanimljiviji je bio sistem za nadzor i upravljanje kotlovskeg postrojenja, koji je i bio predmet proučavanja dvonedeljne prakse. Koplarnica raspolaže sa modernim sistemom za nadzor i upravljanje. Kompletan pogon ima takav sistem merenja i regulacije koji omogućuje daljinsku kontrolu i upravljanje sa centralnog nadzornog sistema i potpuno automatski rad kao redovan pogonski režim. Sistem za centralni nadzor i upravljanje bazira se na SCADA aplikaciji, dok se automatski režim pogona obezbeđuje programibilnim logičkim kontrolerima sa tač panelima.

Sistem za nadzor i upravljanje podeljen je na tri celine u skladu sa tehnološkim celinama (procesom) postrojenja: vrelovodni kotao K1, vrelovodni kotao K2, pumpna stanica.

Praksa je bila organizovana u nekoliko delova: obilazak celog postrojenja, detaljno upoznavanje sa strukturom, načinom funkcionisanja pumpne stanice i kotlovskeg postrojenja, kao i njihovog nadzorno-upravljačkog sistema.

2. Aktivnosti na stručnoj praksi

2.1. Obilazak i upoznavanje sa postrojenjem (dan 1.)

Da bi se proces pravilno razumeo, bilo je neophodno da se obiđu sve gradivne jedinice postrojenja i da se one bolje upoznaju. S obzirom da se procesom vrši zagrevanje čitavog grada, gradivnih jedinica ima dosta i svaka ima značajnu funkciju i temeljno razumevanje bilo koje od njih nije jednostavno.

Postrojenje se sastoji od:

- Vrelvodnog kotla RHW35
- Ekonomajzera
- Zagrejača vazduha
- Uredjaja za sagorevanje
- Pripreme i dovoda vazduha
- Odvoda dimnih gasova
- Dimnjaka
- Recirkulacione pumpe
- Priključnih cevovoda
- Opreme za upravljanje i nadzor
- Elektro energetske opreme

Osnovne karakteristike sistema za distribuciju toplotne energije su:

- Projektovane temperature:
 - Vrelvodna mreža: 125 °C
 - Projektna spoljna temperatura -18 °C
- Ukupna dužina vrelvodne mreže - 33 km
- Ukupna instalisana snaga konzuma – 92 MW
- Ukupni broj toplotnih podstanica - 287
- Broj potrošača na sistemu daljinskog grejanja - 7.928

Na Slici 1. je prikazan izgled „Gradska Toplana“ u Zrenjaninu.



Slika 1. „Gradska Toplana“ Zrenjanin

2.2. Kotlovsko postrojenje i pumpne stanice

Pre upoznavanja sa sistemom za nadzor i upravljanje kotlarnice bilo je neophodno dobro razumevanje svih procesa koji se dešavaju u istoj.

2.2.1. Detaljan obilazak kotlovskog postrojenja i pumpnih stanica (dan 2. i 3.)

Prvi korak u razumevanju je detaljan obilazak jedinica kotlarnice i pumpnih stanica.

Kotlovsko postrojenje toplane sam obilazila 2. dan i njega čine:

- Dva vrelovodna kotla RHW, od kojih svaki ima kapacitet od po 35 MW, a koji su prikazani na Slici 2. i Slici 3. Na Slici 4. su prikazane neke od karakteristika kotla.
- „OILON“ gorionici za sagorevanje prirodnog gasa i mazuta
- Uređaj za zagrevanje i dovod vazduha
- Uređaj za odvod dimnih gasova do dimnjaka



Slika 2. Vrelovodni kotao 1



Slika 3. Vrelovodni kotao 2



Slika 4. Karakteristike kotla

Na Slici 5. se mogu videti prethodno spomenuti „OILON“ gorionici za sagorevanje prirodnog gasa i mazuta.



Slika 5. Gorionici na kotlovima

Na zadnjoj strani kotla ugradjen je dimni kanal, koji sabira dimne gasove nakon izlaza iz konvektivnog dela.

Dimni kanal vodi preko ekonomajzera u dimnjak. Na dimnim kanalima nalaze se dimne klapne koje služe za usmeravanje dimnih gasova kroz kanale. Ekonomajzer služi za skidanje temperature sa izduvnih gasova. Kotao je dimnim kanalom, preko ekonomajzera, spojen sa samonosećim dimnjakom.

Uz kotlovsko postrojenje, se nalazi *pumpna stanica* koju sam obilazila 3. dan. Njeni glavni elementi su:

- Cirkulacione i diktir pumpe
- Polazni i povratni kolektori
- Ekspanzioni sudovi i pumpe za održavanje pritiska
- Sistem za hemijsku pripremu vode (HPV)

Temperatura vode na izlazu iz kotla se održava konstantnom na vrednosti 130 °C, a temperatura vode u povratnom vodu održava se konstantnom na vrednosti 70 °C.

U slučaju da je temperatura vode u povratnom vodu veća od 70 °C, recirkulacione pumpe se automatski isključuju.

Cirkulaciju vode kroz vrelovodni sistem obezbeđuju cirkulacione pumpe i postoje tri, od koji su dve radne i jedna rezervna pumpa. Pumpe su predviđene da rade sa promenljivim brojem obrtaja preko frekventnog regulatora u zavisnosti od pritiska u vrelovodnoj mreži.

Na Slici 6. prikazan je izgled recirkulacione pumpe, dok su na Slici 7. prikazane cirkulacione pumpe.



Slika 6. Recirkulaciona pumpa



Slika 7. Cirkulacione pumpe

Sistem za održavanje pritiska ima zadatak da održava konstantan pritisak u vrelovodnom sistemu, odnosno konstantnu zapreminu vode pri zagrevanju i hlađenju vode u sistemu. Sastoji se od 2 diktir pumpe, prestrujnog i sigurnosnog ventila.

Diktir pumpe su pumpe za održavanje pritiska, a prikazane su, kao i ostali delovi sistema za održavanje pritiska, na Slici 8.



Slika 8. Sistem za održavanje pritiska u vrelovodnom sistemu

Hemijska prerada vode (HPV) se odnosi na sprečavanje stvaranja naslaga na grejnim površinama i hemijski proces kojim se to omogućava se zove omekšavanje vode.

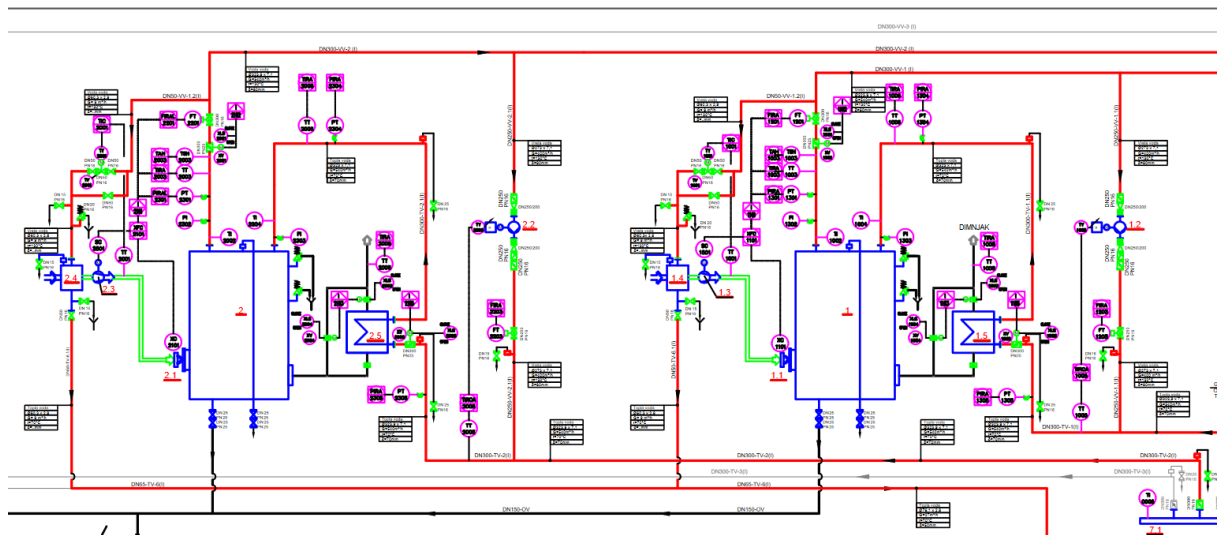
Na Slici 9. je prikazan izgled sistema za hemijsku preradu vode.



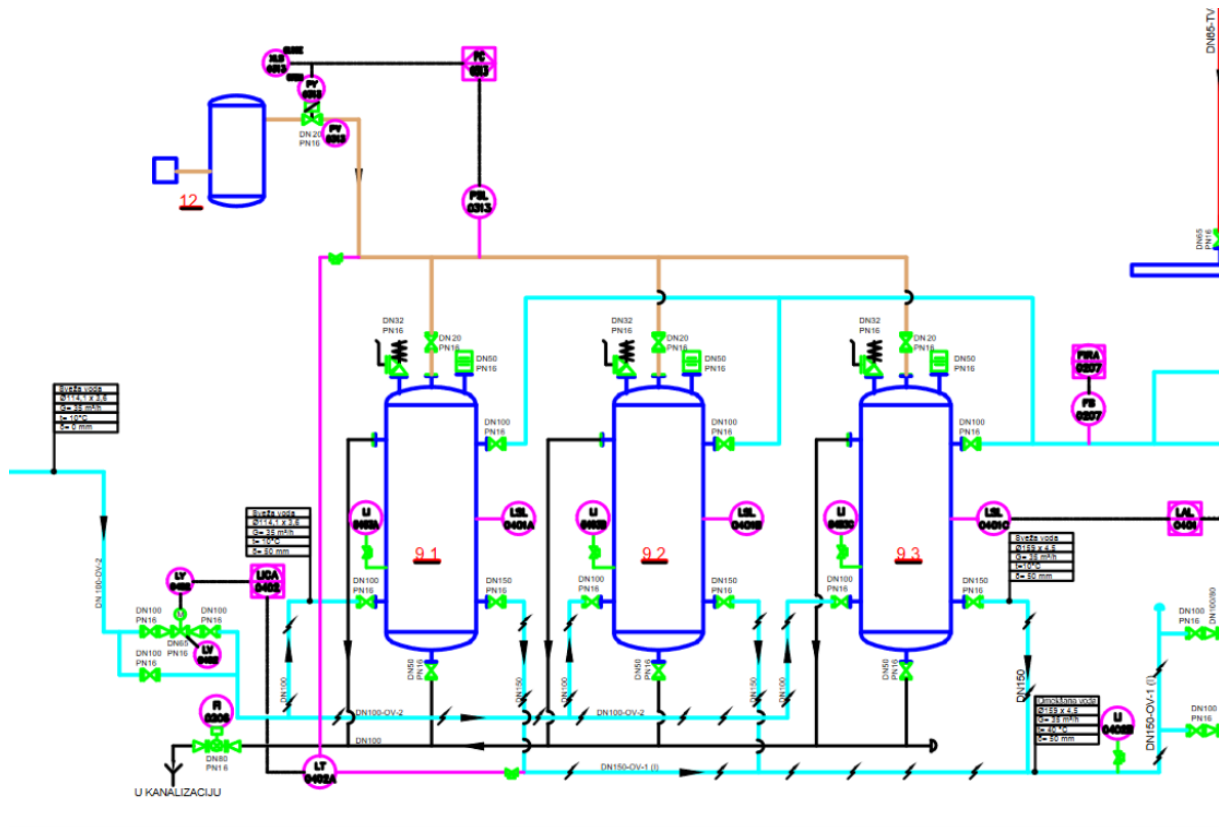
Slika 9. Sistem za hemijsku preradu vode

2.2.2. P&I dijagrami (4. - 6. dan)

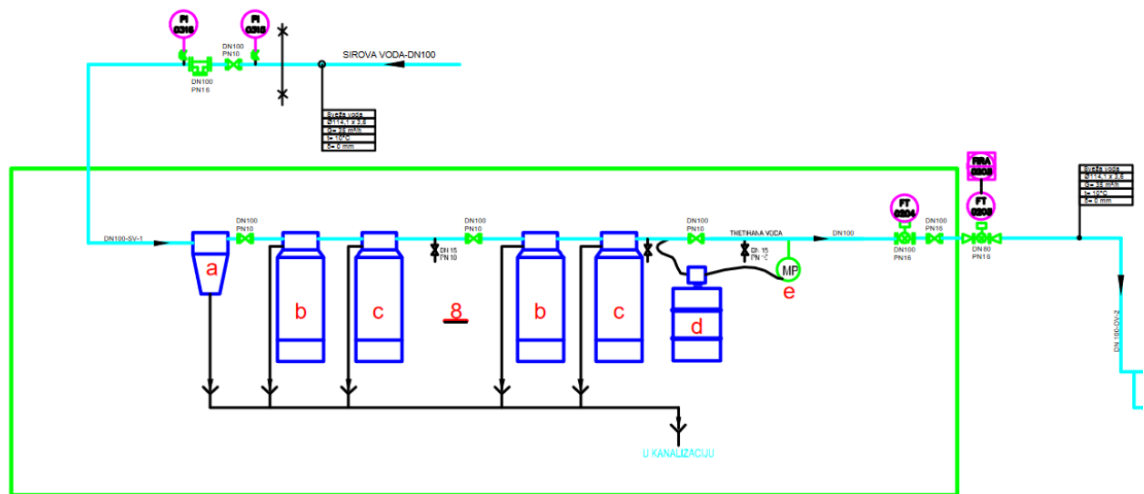
Nakon upoznavanja sa izgledom i funkcijom pojedinačnih delova sistema u čitavom procesu, bilo je potrebno proučiti osnovne upravljačke petlje svakog od njih. Najlakši pristup je proučavanje P&I dijagrama, po kojima su svi delovi sistema realizovani. Na slikama tim i tim su prikazani P&I dijagrami sa svim merenim veličinama i svim upravljanim veličinama. Takođe, prikazani su svi fizički elementi od značaja (npr. kotlovi, cevovodi), kao i aktuatori (npr. pumpe, ventili). U narednom poglavlju se detaljnije opisuju sve merene veličine i odgovarajući senzori, kao i regulisane veličine.



Slika 10. P&I dijagram kotlarnice



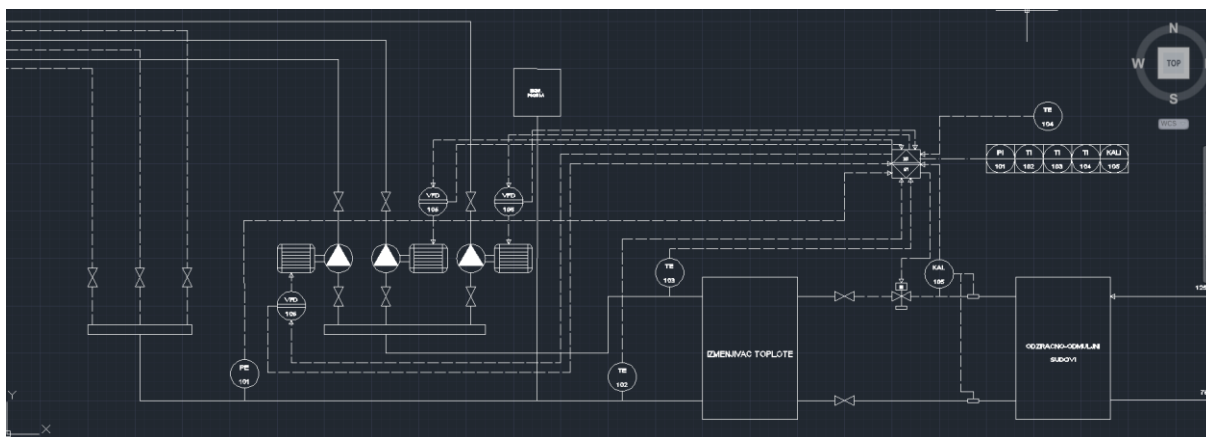
Slika 11. P&I dijagram pumpne stanice



Slika 12. P&I dijagram HPV

Nakon pručavanja P&I dijagrama, kako bih pokazala u kojoj meri sam shvatila osnovne ideje, dobila sam zadatak da sama dam predlog automatizacije (spisak ulaza i izlaza i P&I dijagrama) jedne jednostavne toplotne podstanice. Rečeno mi je da koristim proizvoljan broj pumpi, pa sam odabrala da podstanica sadrži tri pumpe u koje pumpaju vrelu vodu. Topla voda, koja se vratila iz zgrade, ide kroz sabirač pa u izmenjivač toplote, kako bi se što manje toplote gubilo. Uloga odzračno-odmuljnih sudova je da se reše vazduha u cevima i naslaga koje mogu biti štetne ukoliko se natalože.

Pumpe imaju 2 režima rada, dnevni i noćni. Noćni ima manji protok i štedi se električna i toplotna energija jer je potreba za toplotnom energijom noću manja. Takođe, regulacija se vrši preko elektromotornog ventila na osnovu spoljne temperature i temperature odvodnog i povratnog voda, i ona definiše konačnu temperaturu radijatora. Sve merene veličine se vode na PLC a neke od njih se i prikazuju na panelima (npr. kalorimetar, temperature vodova).



Slika 13. P&I dijagram toplotne podstanice, predlog automatizacije

DIGITALNI ULAZI	DIGITALNI IZLAZI	ANALOGNI ULAZI	ANALOGNI IZLAZI
Signal greške sa frekventnog regulatora za upravljanje cirkulacionom pumpom 1	Dozvola rada frekventnog regulatora pumpe 1	Senzor temperature potisnog voda	Setpoint za rad pumpe 1
Potvrda rada pumpe 1	Dozvola rada frekventnog regulatora pumpe 2	Senzor temperature povratnog voda	Setpoint za rad pumpe 2
Signal greške sa frekventnog regulatora za upravljanje cirkulacionom pumpom 2	Dozvola rada frekventnog regulatora pumpe 3	Senzor spoljne temperature	Setpoint za rad pumpe 3
Potvrda rada pumpe 2		Kalorimetar	

Signal greške sa frekventnog regulatora za upravljanje cirkulacionom pumpom 3		Senzor pritiska	

Tabela 1. Spisak ulaznih i izlaznih veličina

2.2.3. Merenje i regulacija (4. - 6. dan)

U ovom poglavlju će biti detaljnije opisani senzori korišteni za merenje različitih fizičkih veličina: temperature fluida, pritiska fluida, nivoa vode i protoka vode, kao i njihove konkretne primene.

Merenja temperature procesnih fluida je realizovano trožičnim otpornim Pt100 sensorima sa transmiterima 4-20mA sa direktnim povezivanjem na odgovarajući ulaz analognog ulaznog modula. Merenja temperature se vrše u kotlovskom postrojenju, kao i u pumpnoj stanici.

U kotlovskom postrojenju mere se temperature: tople vode na ulazu u kotao (ispred i iza ekonomajzera), vrele vode na izlazu iz kotla, vazduha za sagorevanje i dimnih gasova.

U pumpnoj stanici mere se temperature: tople vode na povratu iz distributivne mreže na usisu cirkulacionih pumpi, tople vode u razdelniku tople vode na potisu cirkulacionih pumpi, vrele vode na izlazu ka distributivnoj mreži.

Merenje pritiska procesnog fluida se vrše dvožičnim mernim pretvaračem sa izlaznim signalom 4 – 20mA, za odgovarajući merni opseg, koji se vodi na predviđeni ulaz analognog modula PLC-a. Napajanje mernog pretvarača pritiska se vrši preko ulaza na analognom ulaznom modulu.

U kotlovskom postrojenju mere se pritisci: tople vode na ulazu u kotao (ispred i iza ekonomajzera) i vrele vode na izlazu iz kotla.

U pumpnoj stanici mere se pritisci: tople vode na povratu iz distributivne mreže na usisu cirkulacionih pumpi, tople vode u razdelniku tople vode na potisu cirkulacionih pumpi, vrele vode na izlazu ka distributivnoj mreži.

Merenje nivoa vode u ekspanzionom sudu se realizuju dvožičnim mernim pretvaračem diferencijalnog pritiska sa izlaznim signalom 4 – 20mA, koji se vodi na predviđeni ulaz analognog modula PLC-a. Napajanje mernog pretvarača pritiska se vrši preko ulaza na analognom ulaznom modulu.

Merenje graničnog nivoa vode u ekspanzionom sudu se realizuje vibracionom viljuškom, sa dva izlazna preklopna kontakta, od kojih je jedan za blokadu diktir pumpe, a drugi za ulaz digitalnog modula PLC-a.

Merenja protoka vode se realizuju ultrazvučnim sensorima protoka za odgovarajući merni opseg i odgovarajuću temperaturu vode. Izlazni strujni signal 4 – 20mA odgovara protoku vode.

U kotlovskom postrojenju mere se protoci: vrele vode na izlazu iz kotla, vrele vode u toploj recirkulaciji kotla.

U pumpnoj stanici mere se protoci: vrele vode na izlazu ka distributivnoj mreži, sveže HP vode na ulazu u ekspanzione posude, HP vode na potisu diktir pumpi za dopunu sistema

Izvršni elementi sistema upravljanja su elektromotorni regulacioni ventili, leptirasti zatvarači, dimne klapne i pumpe. Pumpe su napajane preko frekventnih regulatora tako de se može regulisati broj obrataja.

U kotlovskom postrojenju daljinski su upravljani: regulacioni ventil vrele vode na zagrejaču vazduha za sagorevanje, leptirasti zatvarači na ulazu i izlazu kotla, dimne klapne na dimovodu ekonomajzera i obilaznog voda, recirkulaciona pumpa vrele vode u toploj recirkulaciji kotla.

U pumpnoj stanici daljinski su upravljani: regulacioni ventil nivoa sveže HP vode u ekspanzionim posudama, leptirasti zatvarači na ulazu i izlazu ka distributivnoj mreži, leptirasti zatvarači na potisu mrežnih cirkulacionih pumpi, mrežne cirkulacione pumpe, diktir pumpe.

Regulacije su realizovane preko relejnih izlaza digitalne izlazne kartice PLC-a kao upravljačkim impulsima za servomotore izvršnih organa.

Kod regulacije protoka (temperatura povratne vode u kotao, protok vrele vode za dogrevanje vode na ulazu u kotao) regulacioni signal je analogni signal sa izlazne analogne kartice PLC-a, koji predstavlja ulazni signal za frekventni regulator recirkulacione pumpe kotla.

2.3. Sistem za nadzor i upravljanje (7. – 10. dan)

Nadzorno-upravljački sistem je srž funkcionisanja čitavog sistema. Pomoću njega se vrši praćenje rada i vrše se akcije ka sistemu ukoliko je to potrebno. Operateri moraju dobro da poznaju funkcionisanje sistema kako bi prepoznali defektno i neobično ponašanje i kako bi znali da odreaguju na pravi način. Sistemi za nadzor i upravljanje su distribuirani po lokalnim stanicama, ali postoji i integrisani sistem koji prati rad čitavog postrojenja i on se nalazi u upravljačkoj sobi.

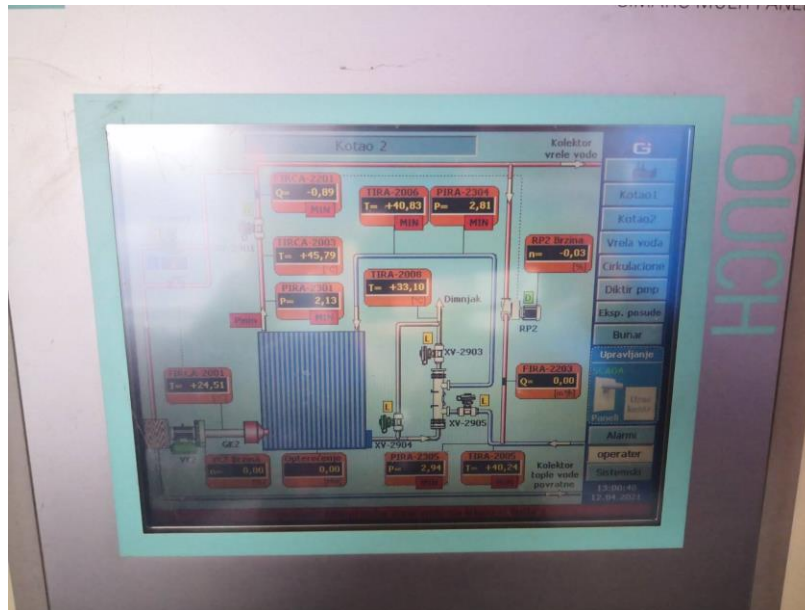
Kotlarnica se deli na dva podsistema: sistem za upravljanje i nadzor kotla i sistem za upravljanje i nadzor loženja kotla – "OILON", pa postoje dva razvodna ormana sa PLC-om i ova dva PLC-a su povezana serijskom komunikacijom Profibus DP.

PLC-G1 upravlja radom gorionika a PLC-K1 upravlja zagrevanjem povratne tople vode koja ulazi u kotao i elektromotornim ventilima kotla.

Potpuno isti sistem primenjen je i za vrelovodni kotao 2 kojim upravljaju kontroleri PLC-G2 i PLC-K2.

Na Slici 14. je prikazan PLC-K2 sistem koji vrši kontrolu parametara kotla i njihovu regulaciju za postizanje optimalnih vrednosti za ispravan rad kotla: protok tople vode kroz kotao, pritisak u kotlu, temperatura vode na ulazu i izlazu iz kotla, protok i pritisak i temperaturu svežeg vazduha.

Na upravljačkom ormanu kotla postavljen je tač panel preko koga se može vršiti upravljanje i podešavanje parametara (zadate i granične vrednosti mernih veličina i parametri PID regulacija). Ovaj tač panel omogućava lokalno upravljanje kotlom, ali i opremom zajedničkog dela postrojenja tako da predstavlja rezervno mesto operatera u slučaju kvara operatorske radne stanice, odnosno scada sistema.



Slika 14. Upravljački sistem kotla PLC-K2

Upravljački sistem gorionika PLC-G1 obezbeđuje:

- Automatski start i zaustavljanje kotla
- Regulacija ventilatora svežeg vazduha (regulacija broja obrtaja frekventnim regulatorom elektromotora)
- Provera nepropusnosti gasne rampe
- Provetranje kotla
- Blokadu nedozvoljenih stanja i režima sistema za loženje kotla
- Regulaciju položaja klapne vazduha
- Paljenje pilot plamena
- Paljenje gorionika i kontrola prisustva plamena



Slika 15. Upravljački sistem gorionika PLC-G1

Pumpna stanica, odnosno kolektorski sistem postrojenja zajednički je za sve kotlove kao i deo za pripremu sveže vode. Ovim delom postrojenja upravlja poseban PLC-PS koji reguliše rad cirkulacionih pumpi i upravlja pripadajućim elektromotornim ventilima, upravlja hladnom recirkulacijom, radom diktir pumpi i nadzire ekspanzione posude i reguliše dotok sveže vode.

Automatski rad cirkulacionog postrojenja, preko frekventnih regulatora, obezbeđuje konstantan pritisak na ulaznom kolektoru. Obezbeđen je ravnomeran rad svih pumpi radi produženja životnog veka.

Upravljanje pumpnim postrojenjem podrazumeva regulaciju broja obrtaja cirkulacionih pumpi i pumpi za održavanje pritiska preko frekventnih regulatora elektromotora, kao i upravljanje elektromotornim ventilima na kolektoru i za dopunu vode.



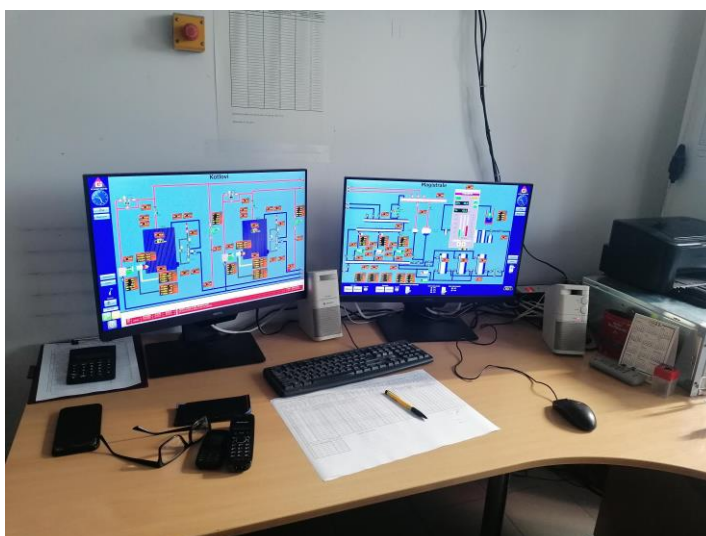
Slika 16. PLC SIEMENS SIMATIC S7-400

Sva tri PLCa su povezana serijskom komunikacijom međusobno i sa radnom stanicom na kojoj je instaliran aplikativni softver SCADA sistema.

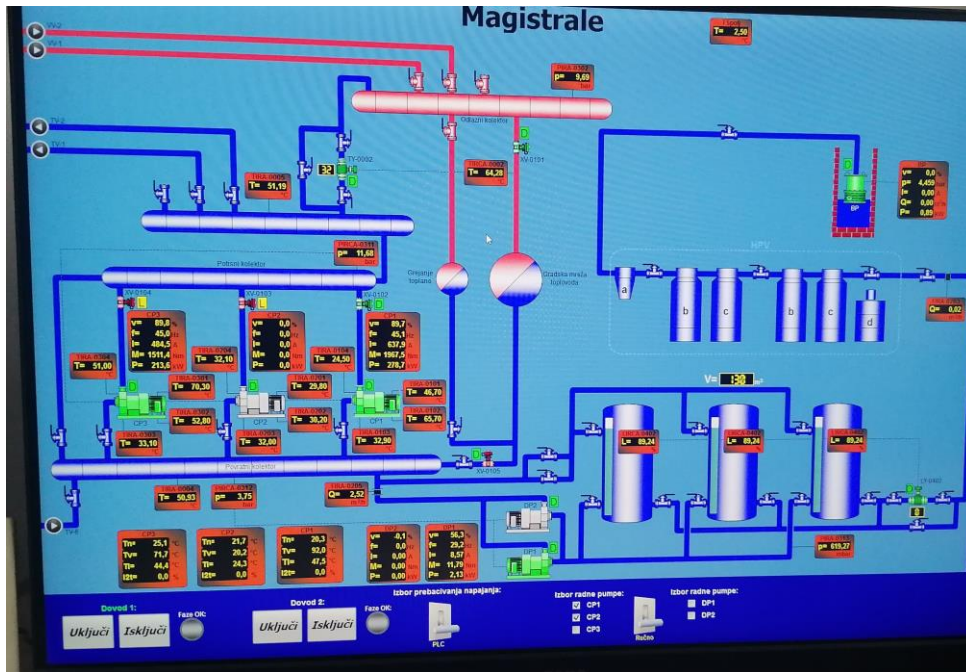
Upravljanje postrojenjem, pristup operatera sistemu moguće je sa panela kotla i preko radne stanice u komandnoj sobi na kojoj je instaliran SCADA softver.

Nadzorni računar ima mogućnost da se poveže na informacijski sistem toplane.

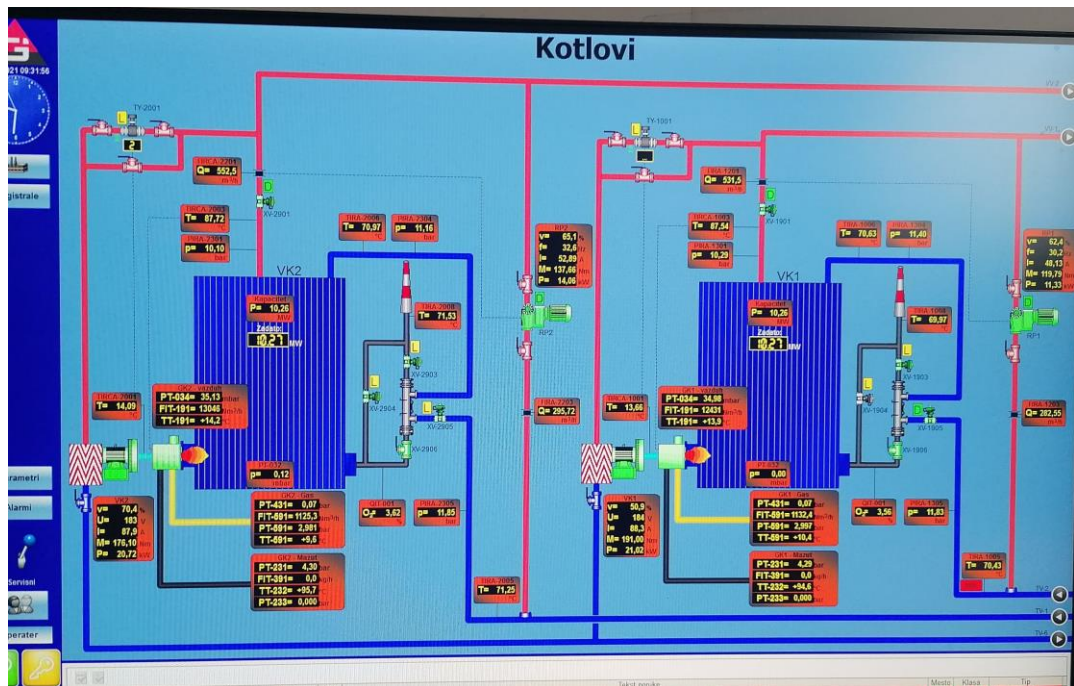
SCADA omogućava: merenje i prikaz parametara tople vode, gasa za sagorevanje i vazduha, podešavanje zadatih vrednosti i parametara regulacije, graničnih vrednosti merenih veličina pri kojima se signalizira opomena (alarm), upravljanje alarmima (signalizacija, potvrda, arhiviranje) poremećaja u radu postrojenja.



Slika 17. Upravljačka soba



Slika 18. SCADA sistem za nadzor i upravljanje pumpnom stanicom



Slika 19. SCADA sistem za nadzor i upravljanje kotlarnicom

3. Zaključak

Susret sa realnim sistemom ovog obima i kompleksnosti mi je bio veoma zanimljiv sa više aspekata, pre svega kao integracija mnogih do sada naučenih stvari iz različitih predmeta na fakultetu (iz oblasti merenja i automatike). Stečeno znanje je bilo od ključne važnosti za razumevanje svega viđenog na praksi kao i za aktivno učestvovanje u timu koji je zadužen za vođenje postrojenja, ali i obrnuto. Sve viđeno u toplani je produbilo znanja iz različitih oblasti merenja i regulacije, uključujući senzore, aktuatore, regulacione petlje i nadzorno-upravljačke sisteme. Susret i upoznavanje sa sistemom je takođe značajan kako bi upotpunio teorijski pristup nekih odslušanih predmeta.

Benefit prakse je takođe i rad u kolektivu, sa kojim se do sada nisam susretala. Značaj komunikacije u timu je od velike važnosti, diskutovanje o problemima, pravljenje rasporeda itd.

Preporučila bih praksu u toplani, ali i u bilo kom drugom ozbiljnijem postrojenju, svima koji su zainteresovani za automatiku i upravljanje sistemima, jer je sjajan način da se objedine i utemelje znanja stečena na fakultetu.