



UNIVERZITET SINGIDUNUM

DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE I MEĐUNARODNU SARADNJU

MASTER STUDIJE

Studijski program: SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

Master rad

ISKUSTVA U RADU SA SCADA SISTEMIMA U TERMOENERGETSKIM POSTROJENJIMA

Mentor:

Prof.Dr. Gojko Grubor

Student: dipl.ing. Vladimir Krstić

Broj indeksa: 2012/ 410407

Beograd,2014.

SAŽETAK

U ovom master radu biće opisana primena SCADA sistema na sistemu upravljanja i prikupljanja podataka u termoenergetskim procesima u JKP "Subotička Toplana".

Ovaj sistem podrazumeva ceo spektar opreme, sistema i rešenja koja omogućavaju prikupljanje podataka o nekom procesu-udaljenom sistemu, obradu istih, nadzor i u pojedinačnim slučajevima reagovanja na adekvatan način. Svoj streloviti razvoj, opšte prihvatanje kao i otvaranje novih područja primene uveliko se može pripisati razvoju informatičkih tehnologija koje su osnova svih SCADA sistema. U novije vreme najveći napredak koji su ovi sistemi doživeli jeste primena internet tehnologije, čime su značajno povećane mogućnosti ali otvorena i pitanja sigurnosti sistema.

Drugi deo ovog rada će se pozabaviti jednim konkretnim istraživanjem koji ćemo prikazati kroz nekoliko pokaznih primera. Ovaj rad obuhvata i mogućnosti povezivanja SCADA sistema sa ostalim elementima integrisanog preduzeća.

Ključne reči: SCADA sistem, prikupljanje podataka, nadzor, praćenje, upravljanje i automatika.

ABSTRACT

In this master work will be described use of SCADA systems on system of managing and collecting data in energy processes in JKP "Subotička Toplana".

This system involves a whole range of equipment, system and solutions that enable the collection of data about a process remote system, the same treatment, supervision, and in some cases react in an adequate manner. Their straight development, wide acceptance, as well as the opening of the new areas of appliance can widely be accredited to development of the information technology which is the foundation of every SCADA system. Recently the biggest improvement which these systems experienced is the appliance of internet technologies, which considerably expanded possibilities, but also opened the questions of security systems.

The second part of this paper deals with one specific research that will show through several demonstrative examples. This work includes and connectivity of SCADA system with other elements of the integrated enterprise.

Key words: SCADA system, data collection, surveillance, monitoring, management, automatics.

SPISAK TABELA, SLIKA I DIJAGRAMA

Slika 1.	<i>Uopštena skica rada SCADA sistema</i>	17
Slika 2.	<i>Izvršne komponente podstanice</i>	19
Slika 3.	<i>Izvršne komponente pogona</i>	19
Slika 4.	<i>Jednopolna šema klima rack-a</i>	23
Slika 5.	<i>Napajanje</i>	24
Slika 6.	<i>Prikaz mrežnih računara</i>	26
Slika 7.	<i>Prikaz korisnika</i>	27
Slika 8.	<i>Prikaz korisnika</i>	27
Slika 9.	<i>Računarska mreža</i>	28
Slika 10.	<i>Razmeštaj računarske mreže po objektima</i>	29
Slika 11.	<i>Alati za praćenje radne stanice</i>	32
Slika 12.	<i>Alati za praćenje radne stanice</i>	33
Slika 13.	<i>Alati za praćenje radne stanice</i>	33
Slika 14.	<i>Zaštita kimunukacije</i>	34
Slika 15.	<i>Izveštaji nestandardnih događaja</i>	35
Slika 16.	<i>Izveštaj učestalosti konekcije klijenta</i>	35
Slika 17.	<i>Veza SCADA sistema i kotlarnice</i>	36
Slika 18.	<i>Slika SCADA sistema pogona u JKP Subotička toplana</i>	37
Slika 19.	<i>Slika kotla od 23MW i njegovih parametara</i>	37
Slika 20.	<i>Istorija Alarma</i>	39
Slika 21.	<i>Merenje vibracija</i>	39
Slika 22.	<i>Mreža</i>	40
Slika 23.	<i>Pumpe</i>	40
Slika 24.	<i>Pumpe</i>	40
Slika 25.	<i>Istorija Alarma</i>	41
Slika 26.	<i>Operateri</i>	41
Slika 27.	<i>Glavni meni</i>	42
Slika 28.	<i>Trendovi</i>	43
Slika 29.	<i>Instrument tabla</i>	43
Slika 30.	<i>Prikaz veze između SCADA sistema i podstanica</i>	45
Slika 31.	<i>Log on</i>	46
Slika 32.	<i>Naslovna strana</i>	46
Slika 33.	<i>Spisak podstanica</i>	47
Slika 34.	<i>Podstanica sa svim komponentama</i>	47
Slika 35.	<i>Parametri sistema</i>	48
Slika 36.	<i>Notes</i>	49
Slika 37.	<i>Prikaz alarma za posmatranu podstanicu</i>	49
Slika 38.	<i>Prozor trenutnog stanja</i>	49
Slika 39.	<i>Komandni blok</i>	50
Slika 40.	<i>Trend temperature</i>	50
Slika 41.	<i>Trend pritisci</i>	51
Slika 42.	<i>Substation report</i>	51
Slika 43.	<i>ST Config</i>	52
Slika 44.	<i>SP Config</i>	52
Slika 45.	<i>Alarm setup</i>	53
Slika 46.	<i>Preostali kredit</i>	54
Slika 47.	<i>Trenutno vreme i datum</i>	54
Slika 48.	<i>Naslovna</i>	55
Slika 49.	<i>Tabelarni prikaz početna strana</i>	55
Slika 50.	<i>„General“ parametri</i>	56
Slika 51.	<i>Instrument tabla</i>	56
Slika 52.	<i>System state</i>	57

Slika 53.	Zadavanje vremena.....	57
Slika 54.	Sortiranje prikaza.....	57
Slika 55.	Grupa.....	58
Slika 56.	Krugovi i vrste promenljivih.....	58
Slika 57.	Osnovni podaci podstanica.....	58
Slika 58.	Kontrolni parametri.....	59
Slika 59.	Merene vrednosti.....	59
Slika 60.	Senzori.....	60
Slika 61.	Podešavanja.....	60
Slika 62.	Nedeljni raspored.....	61
Slika 63.	Potrošnja toplotne energije.....	61
Slika 64.	Ukupno vreme rada centr. pumpi CP1,CP2,CP3 i CP4.....	62
Slika 65.	Vibracije centrifugalne pumpe CP1.....	63
Slika 66.	Vibracije centrifugalne pumpe CP2.....	63
Slika 67.	Vibracije centrifugalne pumpe CP3.....	64
Slika 68.	Vibracije centrifugalne pumpe CP4.....	64
Slika 69.	Struktura veze SCADA i radnih stanica.....	83
Tabela 1.	Dijagram vibracija ventilatora svežeg vazduha.....	65
Tabela 2.	Pritisaci na povratu iz grada.....	74
Tabela 3.	Povratni pritisci.....	76
Tabela 4.	Istorija alarma.....	79
Dijagram 1.	Dijagram vibracija ventilatora svežeg vazduha.....	66
Dijagram 2.	Odnos snage, frekfencije i vibracija za vent. svež. vazd. 58M.....	67
Dijagram 3.	Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekfencije	67
Dijagram 4.	Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekfencije	68
Dijagram 5.	Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekfencije.....	68
Dijagram 6.	Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekfencije.....	69
Dijagram 7.	Maksimalne zabeležene vibracije na VK2.....	70
Dijagram 8.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-3.....	70
Dijagram 9.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-4.....	71
Dijagram 10.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-2.....	71
Dijagram 11.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-3.....	72
Dijagram 12.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-4.....	72
Dijagram 13.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-4.....	73
Dijagram 14.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-2.....	73
Dijagram 15.	Dijagram kritičnih vibracija za VK2-1.....	74
Dijagram 16.	Pritisak na povratu iz grada.....	75
Dijagram 17.	Dijagram pritisaka, temperature i snage.....	76
Dijagram 18.	Dijagram efikasnosti sistema-temperatura.....	77
Dijagram 19.	Temperature prednjeg ležaja na CP2.....	78
Dijagram 20.	Temperature zadnjeg ležaja na CP2.....	78
Dijagram 21.	Karakteristike CP1.....	80
Dijagram 22.	Protok kotla od 58MW.....	81
Dijagram 23.	Temperature polazne i povratne vode.....	81

SADRŽAJ

1. UVOD	6
2. METODOLOGIJA NAUČNOG ISTRAŽIVANJA	9
2.1. Uvodne napomene	10
2.2. Predmet istraživanja	10
2.3. Ciljevi i zadaci istraživanja	11
2.3.1. Naučni cilj.....	11
2.3.2. Konkretni cilj.....	11
2.3.3. Posebni ciljevi.....	11
2.4. Hipotetički okvir istraživanja	12
2.4.1. Opšta hipoteza.....	12
2.4.2. Posebna hipoteza.....	12
2.4.3. Metode i tehnike istraživanja.....	12
3. SCADA SISTEMI	14
3.1. Uvod i definisanje SCADA sistema	14
3.2. Elementi SCADA sistema	16
3.2.1. Merna oprema i izvršni organi.....	16
3.2.2. Udaljeni moduli I/O (Input/Output).....	17
3.2.3. Udaljene stanice.....	18
3.2.4. Sistem za komunikaciju.....	18
3.2.5. Centralna stanica.....	18
4. TOPIS (Toplana Informacioni Sistemi).....	19
4.1. Uloga TOPIS-a	19
4.2. Topologija računarske mreže i prenosni medijum.....	19
4.3. Mrežni protokol	23
4.4. Mrežni operativni sistem	23
5. FUNKCIONALNI MODEL JKP “SUBOTIČKA TOPLANA”	28
6. OPIS POSTOJEĆIH SCADA I NJIHOVE FUNKCIJE.....	34
6.1. SCADA u kotlarnici	34
6.2. SCADA u podstanicama	42

7. STUDIJA SLUČAJA	60
7.1. Cirkulaciono postrojenje-plivajući temelji	60
7.1.2. Analiza vibracije centrifugalnih pumpi CP1,CP2,CP3, i CP4.....	60
7.2. Kotlovsko postrojenje-temeljne vibracije	63
7.2.1. Analiza vibracija uležištenja ventilatora svežeg vazduha za kotao od 58 mw.....	63
7.2.2. Vibracije na uležištenju ventilatora za ubacivanje svežeg vazduha na kotlu 58mw u periodima.....	67
7.3. Praćenje pritiska i temperature preko SCADA	72
7.3.1. Pritisak na povratu iz grada, analiza najvećih vrednosti.....	72
7.3.2. Analiza temperature polazne i povratne vode.....	75
7.3.3. Cirkulaciono postrojenje–analiza temp. ležaja na motorima.....	76
8. ISTORIJA ALARMA KOTLARNICE	77
9. CNIU (Centralni Nadzor i Upravljanje)/ BUDUĆI PROJEKAT	80
9.1. Uvod.....	82
9.2. Struktura sistema upravljanja na nivou toplotnog izvora	82
9.3. Struktura CNUI	83
9.4. Tehnički uslovi za projektovanje, SCADA aplikaciju i funkcionalnost CNUI	84
9.4.1. Osnovni zahtevi.....	84
9.4.2. Projektovanje arhitekture CNUI.....	85
9.4.3. Hardverski zahtevi.....	86
9.4.4. Softverski zahtevi.....	87
9.4.5. Struktura baze podataka.....	88
9.4.6. Funkcionalnost aplikacija CNUI.....	88
10. ZAKLJUČAK.....	90
11. LITERATURA	91

1. UVOD

JKP „Subotička toplana“ je u poslednjih deset godina preko stranih donacija (EAR, KfW, Slovačke donacije) i više postupaka javnih nabavki automatizovala svoju kotlarnicu i automatizovala veliki broj toplotnih podstanica na svom sistemu.

U kotlarnici su potpuno automatizovani kotao od 23 MW i kotao od 58 MW. Kotao od 23 MW je kompletno rekonstruisan i ugrađeni su elementi automatizacije. Kotao od 58 MW je takođe rekonstruisan i automatizovan. Cirkulaciono postrojenje, dizel agregat i zajednički signali na nivou kompletnog pogona su takođe automatizovani. Pojedinačno kotlove vodi PLC marke Omron koji upravlja radom kompletnog kotla. Gorionici su SAACKE sa svojom automatikom povezani na PLC. Ugrađeni su frekventni regulatori (Danfoss/Omron) na dovodu svežeg vazduha u kotlove koji se vode sa PLC u odnosu na sadržinu kiseonika u produktima sagorevanja. Na ovaj način se efikasnost kotlova podigla na maksimalan nivo i istovremeno značajno smanjila emisija štetnih gasova u atmosferu. Cirkulaciono postrojenje se takođe vodi preko posebnog PLC i pomoću frekventnih regulatora održava željeni pritisak/protok. U pogonu se prati veliki broj signala (temperature, pritisci, protoci...) i upravlja izvršnim organima (el. motorni pogoni na ventilima itd.). Svaki PLC u polju je povezan sa dodirno osetljivim terminalom (Touch terminal) preko kojeg se može upravljati kompletnim pogonom pošto su svi PLC uvezani u jednu lokalnu mrežu PLC-a.

U komandnoj sali je postavljen personalni računar sa postavljenom aplikacijom za kompletan daljinski nadzor rada pogona (SCADA) koja je razvijena na Wonderware InTouch platformi. Aplikacija je tokom godina nadograđivana kako se i radila automatizacija delova pogona. Aplikacija omogućava, pored „real time“ nadzora i upravljanja pogonom, arhiviranje svih podataka u bazu, kreiranje trendova, formiranje pogonskih izveštaja i sve ostale opcije koje pružaju savremene SCADA. Preko lokalne računarske mreže omogućen je pristup SCADA i podacima sa računara tehničke službe (bez omogućenog upravljanja).

Paralelno sa automatizacijom kotlarnice tokom navedenog perioda i putem navedenih donacija i javnih nabavki pristupilo se automatizaciji toplotnih podstanica tako da su do sada većina toplotnih podstanica (200kom) objekata kolektivnog stanovanja automatizovane i povezane na sistem daljinskog nadzora i upravljanja. Vođenje toplotnih podstanica (po spoljnoj temperaturi) realizovano je, gotovo 100%, pomoću Danfoss Apex10 kontrolera. Mali broj podstanica (oko 30 kom uglavnom kućnih) vodi se pomoću Danfoss ECL300, a u poslednje četiri godine na sistem je povezano 460 kućnih toplotnih podstanica sa kontrolerima Danfoss (100 kom.) i 360 podstanica sa Samsonovim „pametnim“ elektromotornim pogonom 5757-7. Kućne podstanice se ne vode po spoljnoj temperaturi već se regulišu prema zadatoj temperaturi u referentnim prostorijama u individualnim kućama.

Sve toplotne podstanice za zagrevanje stambenih objekata (kolektivno stanovanje), poslovnih objekata i sve kućne podstanice su opremljene meračima toplote (kalorimetrima) isključivo Kamstrup A/S Danska. Ugrađivane su i elektronske cirkulacione pumpe uglavnom Wilo Nemačka i ponešto Grundfoss Danska. Sve „velike“ podstanice koje su opremljene Apex10 kontrolerima su povezane na računare u Pogonu Toplane i očitavaju se preko OPC servera i GSM modema na SCADA aplikaciji izrađenoj takođe na Wonderware InTouch platformi. Preko Apex10 (Dafnoss, 2011) kontrolera su povezani i kalorimetri u podstanicama (M-bus) i elektronske pumpe (M-bus) i takođe se prikazuju u nadzorno upravljačkoj aplikaciji (SCADA) i arhiviraju u bazi podataka. GSM komunikacija je izabrana pošto u momentu kada se započelo sa daljinskim nadzorom i upravljanjem toplotnim podstanicama u Subotici nije postojao kablovski Internet (samo kablovska TV koja je jednosmerna), a ni danas kompletna Subotica (područje sistema Toplane) nema Internet mrežu. Od ove godine se u pojedinim podstanicama koristi GPRS komunikacija.

Kalorimetri u kućnim podstanicama su opremljeni radio karticama i očitavaju se mesečno preko ručnih radio terminala.

Toplana je pre više godina prešla na naplatu po utrošku toplotne energije.

Trenutno u JKP „Subotička toplana“ postoje dva nezavisna SCADA sistema (kotlarnica i toplotne podstanice) koje nezavisno rade i zasnovane su na istoj programskoj platformi (Wonderware InTouch). JKP „Subotička Toplana“ je planirala da ova dva sistema poveže (objedini) i formira dispečerski centar za daljinski nadzor za upravljanje. Spajanjem sistema i optimizacijom bi se povećala efikasnost rada kompletnog sistema (podaci iz podstanica bi se koristili za vođenje kotlova), omogućilo smanjenje broja dežurnih radnika van redovnog radnog vremena, povećala brzina reagovanja u slučaju kvarova i svakako uticalo na zadovoljstvo potrošača. Sve to bi sigurno dovelo do smanjenja troškova.

Bitno je napomenuti da se primenom tehnike za detekciju kvara u njegovoj ranoj fazi, izbegavaju se ozbiljna oštećenja i zastoji u radu, čime su smanjeni ne samo troškovi održavanja, nego važnije, omogućena je neometana isporuka toplotne energije potrošačima. Svaki detektovan problem se automatski analizira i ako je moguće, preuzima odgovarajuća preventivna akcija. Pored toga dodatna oštećenja opreme mogu da ugroze bezbednost ljudi, na kraju i da uzrokuju ekonomske gubitke.

Pošto JKP „Subotička toplana“ poseduje run-time licence za oba SCADA sistema, osoblje je obučeno za rad, poseduje sve potrebne OPC servere za komunikaciju sa PLC i kontrolerima u podstanicama planirano je da se u jednoj prostoriji (dispečerskom centru) ugradi odgovarajuća opreme i „presele“ SCADA aplikacije. Ovo ne bi bilo prosto „preseljenje“ aplikacija već bi se postojeće aplikacije preradile u jednu aplikaciju sa dva radna mesta i redundantnim sistemom rada.

• Danfoss, (2004), *Korisničko uputstvo ECL Apex 10*

Za ovaj posao je planiran prelazak na viši nivo SCADA sistema istog proizvođača Wonderware *(Wonderware, 2013) . Wonderware je već godinama vodeći proizvođač SCADA softvera-lider u HMI (Human Machine Interface) tehnologiji. Nije vezan ni za jednog proizvođača opreme i omogućava povezivanje neograničenog broja različitih uređaja različitih proizvođača. Platforma bi bila bazirana na Wonderware ArchestrA System Platform u okviru koje je InTouch aplikacija za nadzor i upravljanje samo jedan segment. ArchestrA System Platform praktično predstavlja industrijski operativni sistem koji omogućava prelazak na sledeći nivo industrijskog softvera i menadžmenta.

Predviđeno je da se računari „podignu“ na Windows 7 operativni sistem. Sada je OS WinXp, a za Windows 8 smatramo da je još rano pošto proizvođači SCADA softvera ne preporučuju prelazak na najnovije verzije platforme već preporučuju poslednje **stabilne** verzije OS (otklonjene greške).

Ovakav sistem imao bi sledeće prednosti:

- Standardni prikaz (vizulizaciju) za nadzor i upravljanje.
- Baza podataka bi bila jedna (zajednička i za podstanice, kotlarnicu, kalorimetre...) MS SQL. Podaci se mogu koristiti za brojne izveštaje (kombinovane) i web aplikacije/prikaze. Širok izbor izveštaja, dijagrama za analizu.
- Pristup podacima sa mobilnih uređaja (u koje spadaju i „pametni“ mobilni telefoni).
- Sistem upozoravanja i alarmiranja.
- Omogućava kreiranje sistema za preventivno održavanje opreme.
- Evidencija ugrađene opreme i planiranje remonta.
- Bezbednost podataka.

Pored ovoga Wonderware sistem „lepo sarađuje“ sa softverima za praćenje hidrauličke mreže npr. „Termis“ (iskustvo Novosadske toplane), a JKP „Subotička toplane“ planira i uvođenje ovakvog softvera.

• www.wonderware.com od četvrtka 25. Aprila 2013. godine.

2. METODOLOGIJA NAUČNOG ISTRAŽIVANJA

2.1. Uvodne napomene

Metodologija je nauka o metodama sticanja naučnog saznanja odnosno o metodama naučnog istraživanja. Zadaci metodologije su da:

- Otkrije, razvija i omogućiti korišćenje metoda za sticanje naučnog saznanja o pojavama, procesima i metodama praktikovanja tog znanja;
- Otkriva, razvija i omogućiti razvoj metoda osposobljavanja za korišćenje naučnog saznanja i metoda sticanja naučnog saznanja;
- Otkriva, razvija, proverava i verifikuje metode istraživanja i da o tome razvija teoriju.

Za naučno saznanje bitne odredbe su:

- Određenost predmeta saznanja koja je dovoljna da se ono razlikuje od svih drugih predmeta saznanja;
- Naučno saznanje je saznanje koje se stiče verifikacionim procedurama;
- Ono je sistematsko i sistematizovano;
- Ono je pretežno usmereno i plansko;
- Naučno saznanje je provereno i podložno stalnoj proveri, te je istovremeno pouzdanije od drugih, kritičko je i razvojno.

Naučno istraživanje predstavlja sistematski, kritički, kontrolisani i ponovljivi proces u kome stičemo nova znanja, koja su neophodna za identifikovanje, određivanje i rešavanje naučnih problema.

Principi kojima se treba rukovoditi u tom procesu su:

- Sistematičnost - dobra uređenost istraživanja i obezbeđenja prirodnog i logičkog sleda procesa;
- Kontrolisanost - sprovođenje istraživanja u što je moguće boljim i nadziranim uslovima, kako bi se isključile alternativne mogućnosti;
- kritičnost-sve važne tvrdnje o pojavama, procesima, odnosima i svojstvima moraju se ozbiljno, iskreno i strogo procenjivati, proveravati i obrazložiti.

Osnovne podele naučnog istraživanja su sledeće:

- Prema prirodi istraživanja: teorijska i empirijska;
- Prema cilju istraživanja: fundamentalna i primenjena;
- Prema funkciji istraživanja: eksplorativna i usmerena proveravanju hipoteza.

Za izradu ovog rada uglavnom se koriste fundamentalna i primenjena istraživanja. Fundamentalna istraživanja radi sticanja novih znanja u ovoj oblasti a primenjena istraživanja radi rešavanja određenih problema u ovoj naučno-stručnoj oblasti.

Istraživanje se sastoji iz sledećih faza:

1. Pripremne faze, teorijsko-informacionog karaktera;
2. Prikupljanje i obrada podataka-uglavnom iz stručne prakse;
3. Prikazivanja rezultata, pogled u budućnost i izvođenje zaključaka.

Ovaj rad je nastao korišćenjem teorijskih i praktičkih znanja iz domena nadzora i upravljanja termoenergetskim procesima u Toplani uz pomoć SCADA sisteme kao i hardverskih i softverskih rešenja koja se kod njih koriste. U radu se pre svega sagledava odnos između savremenih poslovnih tendencija i informacionih sistema koji treba da funkcionišu u novom okruženju. Rad u okruženju ovakvih informacionih sistema pruža mnoge prednosti i olakšava rad .

2.2. Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživanja je primena informaciono-telekomunikacionih tehnologija i informacionih sistema u upravljanju sistemom daljinskog grejanja u JKP "Subotička Toplana".

Centralni deo istraživanja je implementacija SCADA sistema u nadzoru i upravljanju procesima Toplane, njihove mogućnosti i primena u termoenergetici.

Istraživanje je usmereno na više segmenata s obzirom da se radi o kompleksnoj i sveobuhvatnoj materiji što upravljanje i nadzor procesima svakako jeste.

Neka od pitanja na koja su se tražili odgovori prilikom istraživanja u ovom radu su:

- Prepoznavanje stvarnih potreba Toplane za ovu namenu;
- Definisanje tehničkih uslova i procedura prilagođenih termoenergetskim procesima;
- Obuka zaposlenih koji će raditi na inoviranom sistemu nadzora i upravljanja (i stručni kadar i zaposleni u delovima proizvodnog pogona);
- Visina investicionih sredstava koje je preduzeće spremno da uloži.

Pored nadzora i upravljanja koji je predmet istraživanja u najvećem delu rada, deo istraživanja je usmeren i na ostale delove procesa, mrežu, budući razvoj itd.

Ova tehničko-tehnološka rešenja više su prikazana sa aspekta prakse, odnosno načina korišćenja nego funkcija i karakteristika pojedinih uređaja u SCADA sistemu. Prikazana je njihova realna primena u procesima Preduzeća. Projektnim radom se težilo da se pronađu odgovori na pitanja koja su najinteresantnija korisniku:

- Izbor hardverskih uređaja i softverskih rešenja shodno potrebama (prema tehničkim zahtevima) korisnika;
- Izbor drugih neophodnih elemenata, delova koji su neophodni da bi sistem uspešno funkcionisao kao celina i slično.

Predmeti istraživanja, pored nadzora i upravljanja procesima, je bio i deo informacionog sistema Toplane (TOPIS) pre svega u delu mreža . Razvoj ovog segmenta u Preduzeću će zavisiti pre svega od tehničko-tehnoloških potreba u razvoju svih delova sistema.

Istraživanjem ćemo u mnogome objasniti razloge zašto automatizacija termoenergetskih procesa predstavlja veliki pomak u radu Toplana.

2.3. Ciljevi i zadaci istraživanja

2.3.1. Naučni cilj

Ovaj rad ima naučni cilj daotvori put istraživanja upravljanja procesima uz pomoć sve savremenijih sistema uz najnovija softverska rešenja, koja inače koristi veoma mali broj toplana u Srbiji.

Rad je kao cilj uzeo traženje niza postojećih relacija i zakonitosti koji su stim više dokazive što je problematika koja se istražuje složenija i veća.

Jedan od glavnih ciljeva ovog istraživanja je da se prikaže značaj automatizacije u termoeenergetskim procesima čime bi se doprinelo pored ostalog:

- Poboljšanju kvaliteta usluga krajnjim korisnicima (kupcima toplotne energije);
- očuvanju energetske resursa (smanjenjem količine energenata);
- uštede: električne energije, hemijski pripremljene vode itd.
- Tehno ekonomsko optimiziranje poslovanja Preduzeća.

2.3.2. Konkretni cilj

Cilj rada je da se na jednom mestu pruži sveobuhvatni pregled teorijskih aspekata zajedno sa praktičnim i iskustvom stečenim znanjima neophodnim za uspešan profesionalni rad u ovoj široko stručnoj oblasti .

Kada su u pitanju konkretni ciljevi, ovaj rad ih je imao nekoliko :

- Dati moćan alat u istraživanju, nadgledanju i u upravljanju procesima u složenim sistemima;
- Izgraditi sistemska rešenja u upravljanju procesima u termoeenergetici;
- Dati oblike postupanja koji bi mogli rezultovati opštim preporukama;
- Analizirati primenu u realnim uslovima rada;
- Pružiti osnove za primenu kompletne stručne prakse na postojećim rešenjima, zakonima i svim važećim standardima.

2.3.3. Posebni ciljevi

Ciljevi istraživanja su uvek vezani uz postavljeni problem i predmet istraživanja i direktno proizilaze iz predmeta istraživanja.*(Baktijarević, 1999)

- Da se izvrši analiza mesta i uloge SCADA sistema u nadzoru i upravljanju procesima u „Subotička Toplana“;
- Da se utvrdi primenljivost SCADA sistema u svim delovima procesa;
- Implementacije u radno-bezbednosnim uslovima;
- Analiza osnovnih funkcija softvera, alata i procene upotrebne vrednosti.

• Baktijarević , F. (1999)*Metodologija ljudskih potencijala*, Ekonomski Fakultet, Zagreb

2.4. Hipotetički okvir istraživanja

2.4.1. Glavna hipoteza

Glavna hipoteza glasi-Primenom SCADA sistema u oblasti nadzora i upravljanja termoeenergetskim procesima mogu se poboljšati : kvalitet rada, usluge i uslovi poslovanja.

Razvojem novih savremenih tehnologija dolazi i do njihove potrebe za njihovom usmerenom upotrebom gde god se proceni da bi se mogli dobiti bolji rezultati a pre svega kvalitetniji , pouzdaniji i ekonomičniji procesi.

Težište istraživanja je bilo na tome da se što vernije prikažu nadzor i upravljanje procesima u SCADA okruženju(na našem tržištu i u našim uslovima) i implementacija takvih sistema u realnim uslovima - odnosno praktičnoj primeni.

2.4.2. Posebna hipoteza

Definisanjem SCADA sistema, njihovom primenom se postižu mnogo bolji rezultati u kontroli potrošnje (energenata,hemikalija, omekšane vode itd) a time i povećanog zadovoljstva korisnika, boljoj opštoj i radnoj bezbednostii slično.

Posebno treba istaći da se ovakvim projektima povećava sveukupni nivo kvaliteta i da to doprinosi jačanju integrisanog sistema menadžmenta.

Sistem upravljanja kvalitetom nadograđen Sistemom upravljanja životnom sredinom i Sistemom upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu, se primenjuje u svim procesima neophodnim za proizvodnju, prenos i isporuku toplotne energije.

2.4.3. Metode i tehnike istraživanja

Metod predstavlja način, put, kojim se istraživanjem dolazi do određenih saznanja, otkriva i izlaže naučna istina, koja se primenjuje u nekoj nauci.

Od osnovnih naučnih metoda (analiza, sinteza, apstrakcija, konkretizacija, specijalizacija, generalizacija, dedukcija i indukcija) više od ostalih su korišćene analitičko sintetičke metode.

Analiza-podrazumeva rastavljanje predmeta istraživanja na njegove sastavne delove (najmanje dva dela). Prema predmetu istraživanja može da bude :

1. Potpuna –u tu svrhu izvršena je između ostalog :analiza stanja mašinske opreme koja je bila predmet projekta i analiza postojećih električnih šema,te priprema liste merenja i signala
2. Pacijalna-analiza sadržaja kojom smo analizirali raličita dokumenta i zapise(sluzbena dokumenta,fotografije i crteže,filmske zapise);strukturalno-funcionalna analiza kojom su analizirani elementi SCADA sistema.

Pod sintetičkim osnovnim metodama podrazumevam one koje se zasnivaju na sintezi, te čiji su metodološki postupci razni oblici primene sinteze, odnosno postupaka spajanja, povezivanja, objedinjivanja itd. (Miljević, 2007) Sinteza po definiciji jeste spajanje više činilaca u jednu celinu. Kao osnovni metod naučnih metoda korišćen u ovom radu je razumevanje rada složenih sistema preko njihovih pojedinih delova, njihovim spajanjem, odnosno njihovim stavljanjem u zajedničku funkcionalnost.

Primenjena je i metoda prikupljanja podataka iz stručne literature, interneta ali najviše iz stručnih dokumenata toplane.

Na ovako prikupljenim informacijama primenjeni su metodi selekcije, eliminacije i sinteze. Za proveru i potvrđivanje hipoteza korišćeni su metodi uporedne analize i generalizacije. Radi praktične potvrde izvedenih zaključaka korišćena je i eksperimentalna metoda.

Metodologija istraživanja se delimično svela na korišćenje internih dokumenata JKP „Subotička Toplana“. To su pre svega: planovi razvoja; strategije dugoročnog razvoja, različiti tehnički zahtevi i uslovi kod pregledanja opreme, uputstva za korišćenje, poslovnik integrisanog sistema menadžmenta islično.

Primer metode prikupljanja podataka koja se odnosi na korisnike. Naziv je „Praćenje i merenje zadovoljstva korisnika“.

Zaposleni u komercijalnoj i potrošačkoj službi, u vezi sa kvalitetom isporučenih proizvoda, prikupljaju i obrađuju informacije o: (Kvalitet, 2011)

- Potrebama, žalbama i primedbama korisnika;
- Utvrđenim reklamacijama korisnika;
- Potrebama i primedbama kupaca u periodu grejne sezone;
- Bilo kom drugom problemu nastalom u periodu grejne sezone.

JKP „Subotička Toplana“ prikuplja sve raspoložive informacije u pisanom i verbalnom obliku koje se odnose na korisnike i do njih dolazi:

- Anketiranjem naručilaca i korisnika (razne vrste upitnika);
- Obradom povratnih informacija o usluzi;
- Obradom realizovanih ugovora;
- Marketinškim istraživanjem tržišta.

• Miljević, M (2007) *Metodologija naučnog rada*, strana 133, Pale
 • ISO Kvalitet (2011), *Procedura SuTo 821-101*, strana 3, Subotica

3. SCADA SISTEMI

3.1. Uvod i definisanje SCADA sistema

Definisanje SCADA sistema:

- SCADA (engleski Supervisory Control And Data Acquisition) predstavljaju sistem za merenje, praćenje kontrolu i akviziciju podataka industrijskih sistema•(Wikipedia, 2013).
- SCADA sistemi su visoko distribuirani sistemi kontrole geografski rasutih objekata, često rasutih po hiljadu kvadratnih kilometara, gde su centralizovano prikupljanje podataka i kontrole kritičnih događaja za rad sistema vrlo bitne. •(Stonfer, 2006)
- SCADA je sistem koji služi za automatizaciju opštih procesa, odnosno koji se koristi za prikupljanje podataka sa senzora i instrumenata lociranih na udaljenim stanicama i za prenos i prikazivanje tih podataka u centralnoj stanici nadzora ili upravljanja. •(Probić, 2007).
- SCADA sistem je akronim od Supervisory Control And Data Acquisition (nadzor,upravljanje, kontrola, i prikupljanje podataka) i podrazumeva ceo spektar opreme, sistema i rešenja koja omogućuju prikupljanje podataka o nekom procesu – udaljenom sistemu, obradu istih, i u pojedinim slučajevima i reagovanja na adekvatan način .

Nadgledanje i upravljanje termoeenergetskim procesima je kompleksna radnja sastavljena od više celina. Najgrublja podela po funkcijama bi bila:

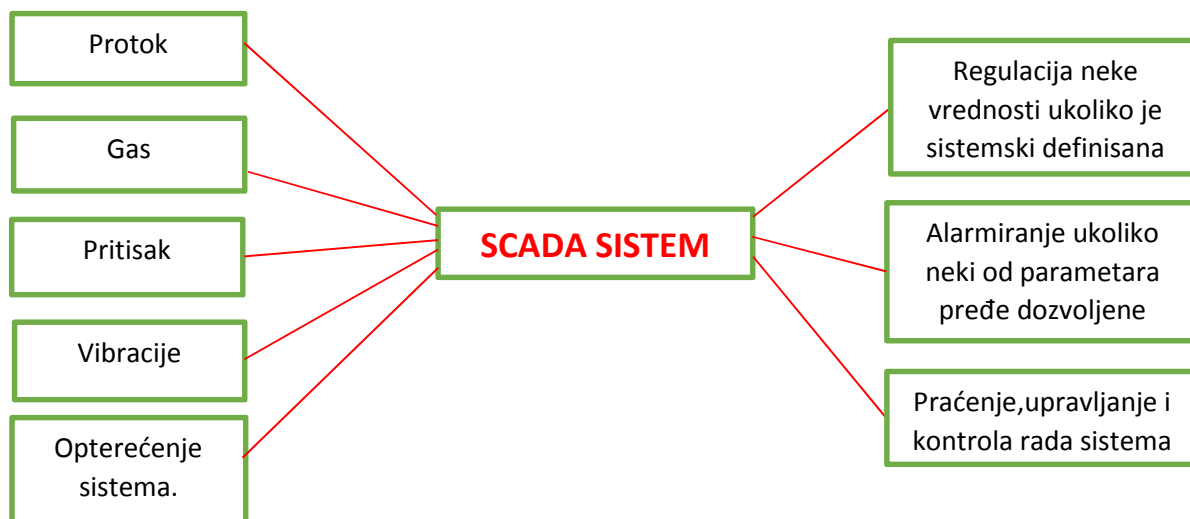
1. Proizvodnja toplotne energije
2. Distribucija
3. Isporka. (automatsko određivanje i merenje isporučene količine energije potrošaču.)

Svaka celina ima svoje specifičnosti u pogledu parametrizacije, postavljenih ciljeva, upravljanja i nadgledanja. Zbog specifičnosti napraviti jednu SCADA konfiguraciju ne bi bilo celishodno. u JKP „SUBOTIČKA TOPLANA“ će za svaku celinu postojati SCADA sistem specijalizovan za nju, a podaci iz jedne SCADA-e koji su interesantni za bolju analizu u drugoj SCADA-i se prenose preko baza podataka na mreži.

Različite celine koriste razne grupe operatera sa različitim ciljevima i obukama.

-
- Marinković, D., (2007), *Osnove prikupljanja podataka i upravljanja*, Novi Sad
 - Probić, V., (2007), *Industrijski sistemi i protokoli*, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad
 - Stonffer, K., i ostali (2006), *Recommendations of the National Institute of Standards and Tehnology*
 - <http://sr.wikipedia.org/win/scada> od utorka 23. aprila. 2013. godine.

Oni imaju uticaj na proizvedenu količinu toplotne energije i njenu predaju u cevovod za distribuciju iz toplane. Operateri u proizvodnji toplotne energije (kotlarnica) prate parametre vezane za kvalitet i kvantitet proizvodnje tople vode, njen protok kroz mrežni sistem (količine i pritisci na ulazu i izlazu cevoda u toplani), vrstu i kvalitete izduvnih gasova itd.



Slika 1 . Uopštena skica rada SCADA sistema

Operateri za distribuciju prate odlazeću i povratnu količinu fluida za prenos energije, njihovu razliku u količini i traže mesto gde se pojavljuje ta razlika. Njihov zadatak je da što pre reaguju na sve anomalije koje se javljaju na cevovodu. (ovo odeljenje još ne postoji u JKP „SUBOTIČKA TOPLANA“ na nivou kontinualnog daljinskog praćenja.)

Operateri za isporuku prate parametre automatskih podstanica koje određuju potrebnu količinu energije za datog potrošača. Parametrizacijom automatskog sistema se utiče na kvalitet i kvantitet upravljanja, te se ovo može shvatiti kao proces koji uvek može da se poboljša.

Osim ovog sistem SCADA prati veće anomalije u regulaciji i doljavljuje operateru koji je dužan da je odkloni. SCADA sistemi nadgledanjem rada se omogućavaju kontinualno praćenje ispravnosti sistema i brzo otkrivanje svih neispravnosti u radu. Brzim otkrivanjem neispravnosti i odklanjanjem uzroka se postiže stabilniji, dugovećniji, pouzdaniji i ekonomičniji rad svih komponenti kao i celog sistema.

SCADA i daljinsko upravljanje obezbeđuje da se sa bezbednog rastojanja, pouzdano i brzo vodi posmatrani proces. Kad su celine procesa fizički udaljene međusobno i od centra posmatranja, onda daljinsko upravljanje omogućava njihovu kontrolu u realnom vremenu.

3.2. Elementi SCADA sistema

SCADA mreža se sastoji od dve računarske stanice (za podstaničnu SCADA i SCADA pogona), opremljene softverom, operativnim sistemom i odgovarajućom komunikacijom. Ove stanice su povezane sa više računara RTU (Remote Terminal Unit) preko kojih operateri upravljaju i nadgledaju sisteme. U ovim sistemima PLC uređaji vrše skupljanje informacija sa raznih senzora izvršnih organa.

U podstanicama PLC-ovi imaju pohranjene parametre i algoritme vođenja procesa i na osnovu merenih vrednosti vrše AUTONOMNU regulaciju iste. Ovde SCADA sistem služi za nadgledanje upravljanje i akviziciju podataka procesa. SCADA sistem omogućava daljinsku promenu velikog broja parametara tj. promenu načina i režima rada. Pošto se pri izgradnji podstanica koriste različiti PLC regulatori, ova SCADA je građena tako da može komunicirati, upravljati i nadgledati svaki upotrebljeni tip PLC.

Ovaj problem ne postoji u pogonu gde se prikupljanje svih informacija vrši na jednom računaru od unapred definisanih PLC-ova (fiksni protokoli) preko LAN mreže.

Za prenos podataka između PLC-a i računarskog sistema u pogonu se koriste direktne lokalne žičane ili bežične veze, a za komunikaciju sa podstanicama GPRS mreža sa inteligentnim interfejsom koji vrši i ulogu prevodioca između SCADA i različitih tipova PLC-a u podstanicama. Osim toga ovaj modem ima svoje ulaze izlaze te može da dopuni rad PLC-a sa funkcijama koje zahteva korisnik a on nije za to predviđen.

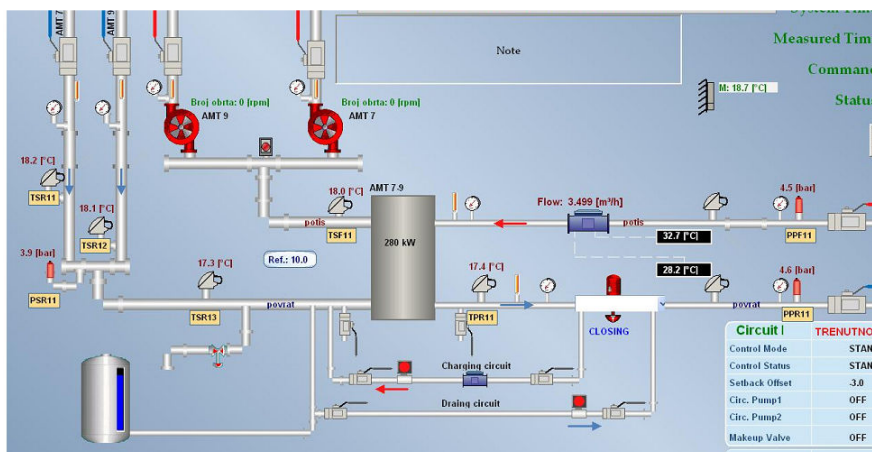
SCADA sistemi pripadaju klasi složenih hijerarhijskih sistema sa nekoliko celina:

1. Merna oprema i izvršni organi
2. Udaljeni moduli I/O (Input/Output)
3. Udaljene stanice (PLC)
4. Sistem za komunikaciju
5. Centralna stanica

3.2.1. Merna oprema i izvršni organi

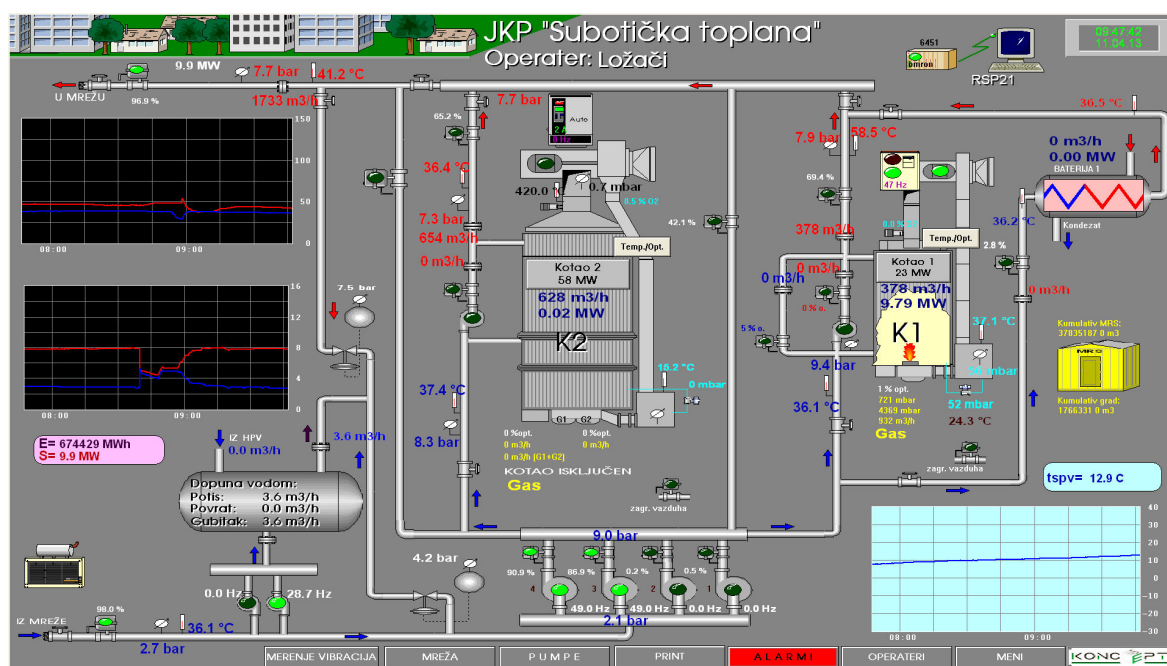
Obuhvataju skup opreme instalirane na odgovarajućim mestima u samom procesu koji se nadgleda i upravlja. Merna oprema obuhvata različite senzore i uređaje za pretvaranje fizičkih veličina (pritiska, protoka, temperature itd.) u električne veličine prilagođene za dalju obradu. Ovi podaci opisuju stanje procesa i njih obrađuju PLC-ovi (u podstanicama isključivo oni) ili udaljena stanica (u pogonu pretežno), a služe za uticanje na poboljšavanje performansi sistema.

U podstanicama su zastupljeni senzori za temperaturu i pritisak. Merni instrument koji se koristi u podstanicama je Kalorimetar. Od izvršnih komponenti se koriste elektromotorni ventil, elektromagnetni ventil i cirkulacione pumpe (**slika 2**).



Slika 2 . Izvršne komponente podstanice

U pogonu su zastupljeni senzori za temperaturu i pritisak. Merni instrument koji se koriste u pogonu su kalorimetari, merači protoka različitih fluida i gasova, merenje vibracija itd.. Od izvršnih komponenti se koriste elektromotorni ventil, elektromagnetni ventil, cirkulacione pumpe, gorionici, klapne itd. (**slika 3**).



Slika 3 . Izvršne komponente pogona

3.2.2. Udaljeni moduli I/O (Input/Output)

Su instalirani na pojedinačnim elementima opreme i predstavljaju vezu između perifernih elemenata i računarskog sistema, koji se ostvaruje odgovarajućim sistemom komunikacije.

Ovi moduli omogućavaju da se sve očitane vrednosti mogu prikupiti na jednom baznom mestu i daljinski modifikovati. Svi I/O moduli moraju biti prilagođeni za protokol komunikacije koja se koristi prema njegovom elementu opreme i komunikaciji sa samim elementom.

3.2.3. Udaljene stanice

Su nezavisni mikro-procesorski uređaji koji obezbeđuju komunikaciju između merne opreme, izvršnih organa i centralne stanice. Podaci sa merne opreme se prenose ka centralnoj stanici, a ako postoji zahtev iz centralne stanice za promenu parametara ili načina rada to se prima i uvrštava u algoritam sopstvenog rada.

Udaljene stanice su Programabilni Logički krugovi (Circuit), takozvani PLC, koji poseduje aplikativni softver, mikroprocesor, merne pretvarače i izvršne komponente za upravljanje izvršnim elementima. PLC su specijalizovani računari koji na licu mesta vrše upravljanje sistemom u realnom vremenu, obezbeđuju prenos podataka na centralnu stanicu i sprovođenje traženih izmena od strane centralne stanice.

Brz razvoj računarske tehnike prouzrokuje da u kratkom vremenskom periodu dolazi do novijih, savremenijih, jeftinijih itd PLC-ova. Zbog brzog razvoja PLC-ova u praksi se u jednom sistemu pojavljuju komponente od različitih proizvođača, sa različitim mogućnostima i protokolima, te udaljene stanice moraju da odigraju ulogu interfejsa za sve modele.

3.2.4. Sistem za komunikaciju

Obezbeđuje prenos informacija između udaljenih komponenti sistema i centralne stanice. Komunikacioni medijum koji se koristi je LAN mreža u pogonu i kombinovana (GSM ,GPRS, LAN) mreža za SCADA podstanice.

Pri izgradnji mreže toplovoda postavljena je i mreža polietilenskih cevi za opciju proširenja mreže na optičke kablove.

3.2.5. Centralna stanica

Predstavlja centralno mesto SCADA sistema. Opremljena je PC računarom koji ima aplikaciju za nadzor i upravljanje određenim procesom, bazu podataka i direktnu vezu (ako nije na njoj) sa serverom za dati proces*(Wikipedia, 2008).

Ovi računari sa svojim aplikacijama omogućavaju interaktivni dijalog operatera sa sistemom za nadzor i upravljanje. Osnovu za donošenje odluka i upravljanja na ovom nivou čine podaci koji se prikupljaju sa udaljenih stanica i to periodično ili na zahtev operatera. Svi podaci se čuvaju u bazi podataka, odakle ih možemo isčitati za potrebe obrade (prezentiranja,upravljanja, analize itd.), ali ih nemožemo korigovati.

Na centralnoj stanici se definišu i prenose referentni signali, zadaju i optimiziraju algoritmi, sinhronizuju neke od funkcija i parametara pojedinih podsistema,određuju pojedinačne reakcije na alarme itd.

Jedna od osnovnih karakteristika SCADA sistema je centralizacija najprioritetnijih postupaka upravljanja, nadgledanja i analize rada sistema. U JKP „SUBOTIČKA TOPLANA“ ovaj proces je već jednim delom odrađen, ali ima prostora i potrebe za dogradnjom i usavršavanjem postojećeg sistema.

-
- www.sr.wikipedia.org/sr/scada od subote 27. aprila. 2013. godine.

4. TOPIS (Toplana Informacioni Sistem)

4.1. Uloga TOPIS - a

Uloga računarske mreže (LAN) TOPIS u okviru JKP Subotička toplana je da obezbedi jedinstveni komunikacioni ambijent koji omogućava svakom korisniku TOPIS-a da na efikasan i bezbedan način pristupi podacima od interesa.

Adekvatnom primenom administrativnih funkcija dodelom prava pristupa kako mrežnim resursima tako i podacima koji čine deo svakog mrežnog operativnog sistema, biće ostvarena zaštita od neautorizovanog pristupa podacima, procesnom tehnikom upravljanja.

Pri razvoju arhitekture računarske mreže imalo se u vidu da:

- mogućnost lake nadogradnje mreže u budućnosti.
 - efikasnost i pouzdanost rada mreže pogotovo ako se uzme u obzir da deo računarske mreže obuhvata i proizvodne pogone.
 - pouzdano povezivanje svih objekata Toplane uz nemogućnost prisluškivanja protoka podataka i narušavanja bezbednosti.
 - veliki propusni opseg na svim segmentima mreže.
 - fizička bezbednost opreme za komunikaciju i ambijent u kojem oprema radi.
 - povezivanje sa globalnom mrežom - internet.
 - mogućnost udaljenog pristupa mrežnim resursima TOPIS - a
 - izbor kvalitetne i pouzdane telkomunikacione opreme sa velikim MTBF
- izbor načešće tehnologije i u praksi proverenoj računaskoj mreži koja omogućava korišćenje različitih prenosnih medijuma i mrežnih operativnih sistema.
- povezivanje svih mrežnih resursa u okvire jednog domena
 - prisutnost računarske mreže u svim prostorijama.

4.2. Topologija računarske mreže i prenosni medijum

Lokalna računarska mreža (LAN Local Area Network) TOPIS-a realizovana je po standardu IEEE 802.3 100BaseTx u Fast Ethernet tehnologiji za pojedini mrežni segment, odnosno 1000BaseSx za veze između kampusa - kako fizičkih tako i lokalnih segmenata mreža. Brzina prenosa podataka po medijumu iznosi 100Mb.sec odnosno 1000Mb/sec. Sam Ethernet zasniva svoj rad na tome da paket podataka koji emituje jedna stanica čuju sve stanice priključene na prenosni medijum mreže.

Detekcija kolizije vrši se po protokolu CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection).

Izbor Ethernet tehnologije zasnovan je na činjenici da se radi o najčešće korišćenju i u praksi proverenoj tehnologiji računarskih mreža koja omogućava korišćenje različitih prenosnih medijuma i mrežnih operativnih sistema i laku nadogradnju mreže u budućnosti.

Topologija mreže je zvezda, a čine je centralni (backbone) mrežni prekidač - switch na koji su povezani svi mrežni serveri kao mrežni switchevi koncentratori pojedinih segmenata mreže po objektima formirajući na taj način lokalne zvezde. Lokalne zvezde po objektima i segmentima mreže čine:

Objekat pogon

- segment pogon sprat ITRO ITRO-5
- segment pogon prizemlje ITRO-4

Objekat MZ

- segment prostorije potrošačke službe i naplate ITRO-3

Objekat Upravna zgrada

- segment upravna zgrada sprat IRRO-2
- segment upravna zgrada prizemlje ITRO-1
- segment upravna zgrada suteran ITRO-0

*RO -razvodni orman

Izbor topologije zvezde poduprta je činjenicom da ukoliko dođe do mehaničkog kvara na bilo kom segmentu računarske mreže, isti će uticati samo na nemogućnost rada računara au tom segmentu, dok će ostali deo mreže normalno da funkcioniše. Na ovaj način detekcija kvara je veoma brza i laka.

Kabliranje između objekata - kampusa vršeno je postavljanjem multimodnog optičkog kabela, polaganjem u zemlju, u PCV cevi prečnika 120mm na dubini od cca 50cm. Preko svake PCV cevi postavljena je traka sa upozorenje na dubini od cca 40cm. Optički kabl postavljen je sa ciljem da se izbegnu izražene elektromagnetne smetnje - pogon Toplane, kao i da se omogući maksimalni dijametar Etherneta-a. Maksimalna dužina segmenta realizovana multimodnim optičkim vlakom iznosi cca 500 bez dodatnog pojačavanja.

Kabliranje je vršeno multimodnim optičkim kablom sa 4. niti prečnika 50mikrona.

Koristi se princip komutiranog LAN-a, čime je obezbeđeno proširivanje prupusnog opsega. Za horizontalno kabliranje izvodi se za FastEthernet 100BaseTX a za

vertikalno kabliranje koristi se Gigabit Ethernet 1000SX. Kablovska infrastruktura prati TIA/EIA-568-B standard.

Kabliranje pojedinog objekta - segmenta mreže vršen je paričnim UTP kabelom (Unshielded Twisted-Pair) podržanim standardom IEEE 802.3 100BaseTX. Svi aktivni elementi segmenta: računari, štampači u mrežu se povezuju preko posebnog uređaja koncentratorka a dužina segmenta do pojedinog računa ne prelazi 100m. Brzina prenosa podataka po ovom medijumu iznosi 100Mb/sec. Kabel je kategorije CAT5e koja omogućava protoke od 1000Mb/sec.

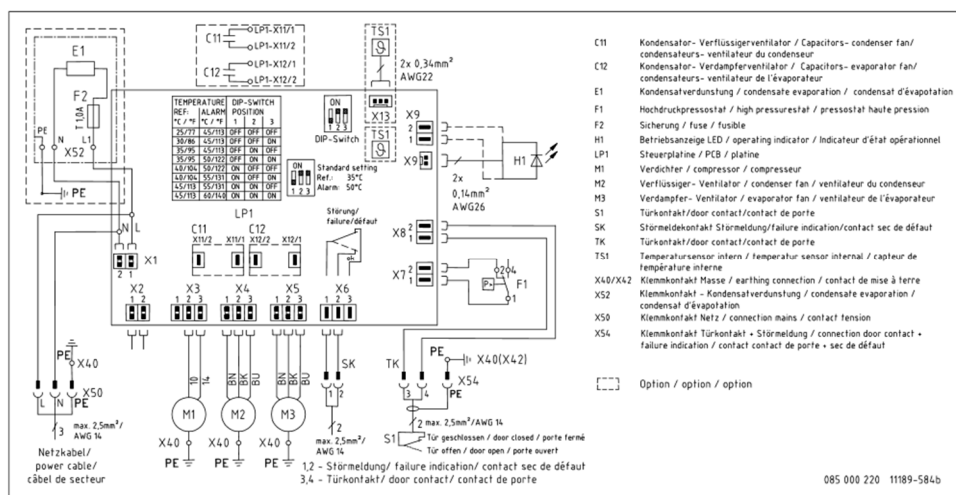
Glavna tačka agregacije svog mrežnog saobraćaja nalazi se u prostorijama Objekata Upravna zgrada suteran. U ovoj prostoriji nalaze se sve WAN konekcije. Aktivni uređaji poput switcheva, rutera, firewalla nalaze se u ovoj prostoriji.

Glavni razvodni orman: ITRO-0

1. Rack orman stojeći 19" visine 42U dubine 1000mm, (head unit) sa ugrađenom klimom.

- model klime je Pfannenbergl - DTI / DTS 9341C sa kontaktima pri otvaranju - zatvaranju vrata.

- klima rack-a je podešena da odražava temperaturu u granicama 19-25 stepeni Celzijusa (**Slika 4**).

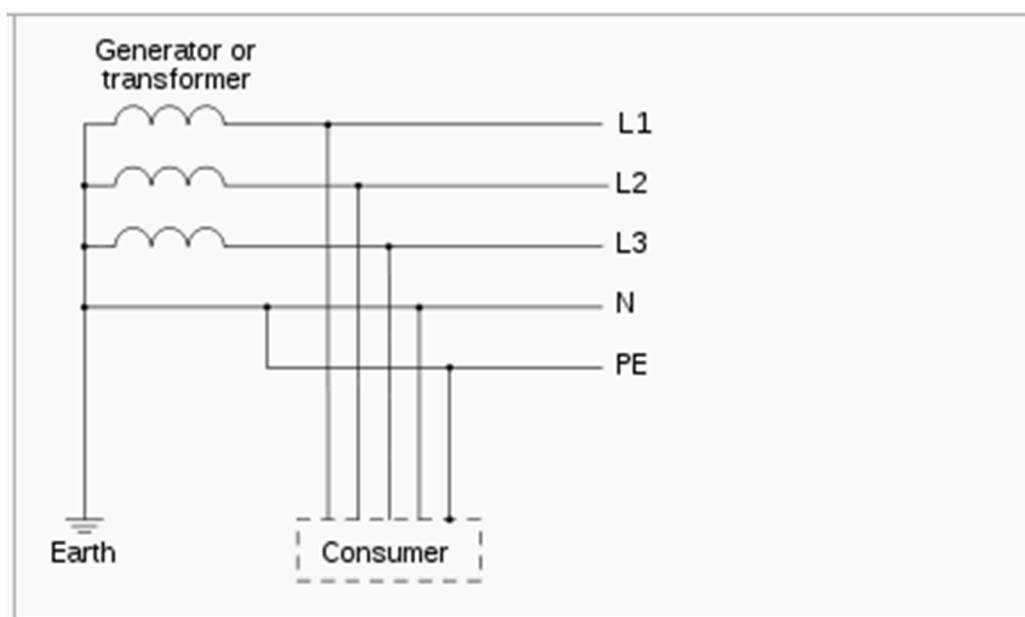


Slika 4 . Jednopolna šema klima rack-a

2. Napajanje

Napajanje izvedeno sa TN-C-S zaštitom*(Wikipedia, 2013). Koristi se kombinovani PEN provodnik koji se u deli na PE i N linije, sistem je nulovan i poseduje odvod prenapona (**slika 5**).

- www.sr.wikipedia.org/sr/sistemi_uzemljenja od nedelje 14. April. 2013 godine.



Slika 5 . Napajanje

3. Izvor stabilnog napona

Koristi se UPS (uninterruptible power supply) neprekidan izvor napajanja za sve mrežne servere i komutatore prenosa, rutere i media konvertere. Ukupna instalirana snaga pokrivena neprekidnim napajanjem je 8.5 [kW].

Svi serveri spojeni su neprekidnim napajanjem elektronikom za detekciju ispada napajanja i automatskog gašenja u slučaju dužeg ispada napajanja električnom energijom.

- ACP Surge Protector ProtectNet za zaštitu mrežne opreme od prenapona koja se spaja UPT kablovima

4. Glavni komutator - switch serije 9000 Allied Telesyn AT-9424T Gigabit Ethernet Switch sa 24 Gb RJ-45 porta (1000TX) i 4 SFP optička porta (1000SX) za priključenje ostalih kampusa

5. Glavni ruter - Allied Telesyn AT-415s Secure Modular Router - za povezivanje sa internetom, sa jednim WAN priključkom i 4 LAN priključka preko poprečne veze 2Mbit/sec / 2Mbit/sec - ISP Telekom

6. Media konverter Allied Telesyn AT-MC 101-XL Fast Media Ethernet Converter - za povezivanje sa internetom preko 5 Ghz wireless vezom 5Mbit/sec / 5 Mbit/sec

7. Jedan 8-portni patch panel za optiku SFP za povezivanje svih kampusa

8. Jedan 24-portni patch panel za UTP za povezivanje segmenta Upravna zgrada suteran

9. Combo KVM Switch

Pomoćni razvodni orman: ITRO-1...ITRO-4

1. Rack orman viseći 19" visine 16U dubine 600mm sa ugrađenim ventilatorima.

2. Izvor stabilnog napajanja

- koristi se UPS za sve mrežne uređaje. Ukupna snaga 450 [W].

3. Komutator - switch serije 8000 Allied Telesyn AT-8000S Fast Ethernet Switch sa 24 RJ-45 porta (100TX) i 2 SFP optička porta (1000SX) za priključenje na glavni - back bone switch

4. Dva 24-portni patch panel za UTP za povezivanje segmenta

5. Jedan 24-portni voice patch panel za povezivanje fiksne telefonije

4.3. Mrežni protokol

Mrežni protokol u mreži TOPIS-a je TCP/IP. Internet protokol je skup komunikacionih protokola koji se koriste za internet i slične mreže i najpopularniji je protokol mreža širokog opsega.

Sastoji se od TCP - protokola za kontrolu protoka i internet protokola. Ovaj protokol obezbeđuje end-to-end povezivanje navodeći kako će podaci biti formirani, upakovani u usmereni ka odradištu.

Slojevi TCP/IP od najnižeg do najvišeg u slojevima su:

- IP internet sloj, povezivanje intraneta
- transportni sloj uspostavlja veze host-host
- sloj aplikacije koji sadrži sve protokole za data specifičnu i servise

4.4. Mrežni operativni sistem

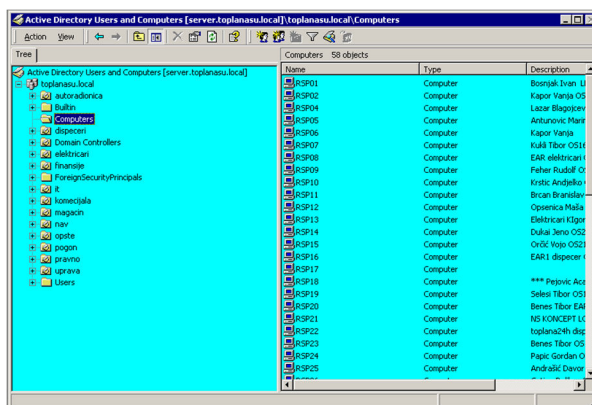
Za mrežni operativni sistem koristi se Microsoft Windows Advanced Server verzija 2000 sa istovremenih 50 licenci (CAL 50). MWAS server omogućuje višeprocorski rad i pruža platformu za klijent - server aplikacije. Sam sistem je 32-bitni , preemptive multitasking operativni sistem, što znači da ima potpunu kontrolu nad pokrenutim aplikacijama. Njegove mrežne osobine su potpuno integrisane sa drugim osobinama sistema. Operativni sistem ima ugrađenu podršku za bezbednost datoteka, sistema i rad u mreži, čime je obezbeđen značajan novo bezbednosti.

U sam sistem je ugrađena podrška za NetBEUI, TCP/IP i ostale transportne protokole. Unutar sistema podržano je kopiranje datoteka, razmena elektronske pošte i štampanje na udaljenim računarima kao i razvoj distribuiranih klijent - server aplikacija.

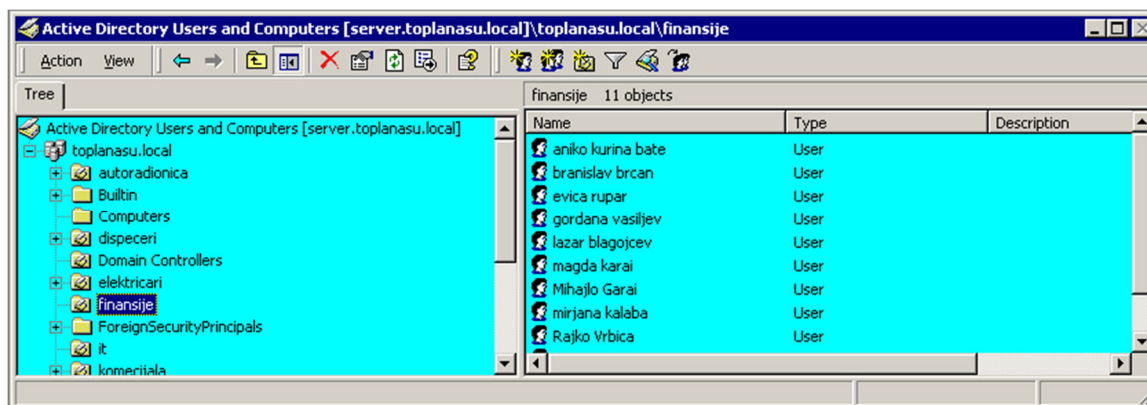
MWAS predstavlja centralni domenski kontroler - toplanasu.local (domain). U okviru domena organizvani su svi računarski resursi: personalni računari, serveri, mrežni štampači, korisnici programa. Organizovanje računarskih i korisničkih naloga u okviru domena je pre svega bezbednosna odlika i ona ima i sledeće osobine:

- proširenje domena sa namenskim serverima i automatski prenos svih naloga sinhrono (domain account)
- logovanje na sistem isključivo sa korisničkim imenom, lozinkom
- mogućnost logovanja sa bilo kog domenskog računara
- preusmeravanje bilo kog korisničkog naloga na deljene mrežne štampače
- deljenje resursa i dodeljivanje tipa pristupa podacima (samo čitanje RO, pisanje W...)
- organizovanje korisnika i resursa u OU - organizacione jedinice, korisničke grupe i dodeljivanje prava i pristupa istih
- u slučaju otkaza pokušava da održi mrežu u operativnom stanju - fault tolerant za diskove
- sistemski organizovan backup polisa korisnika i računara
- svi mrežni resursi imaju dodeljenu jedinstvenu tcp/ip adresu C klase 192.168.22.0/24

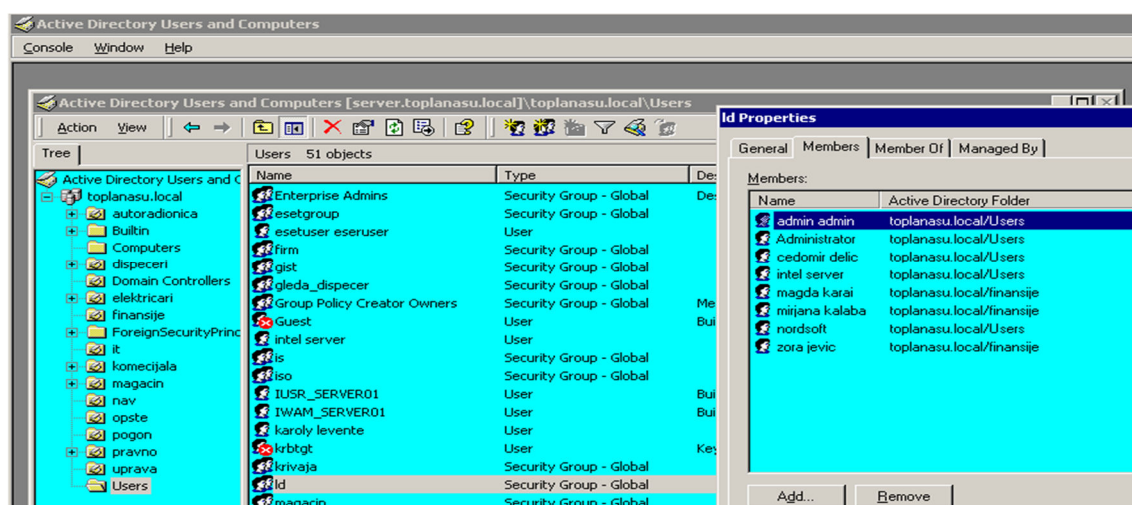
Slike koje slede predstavljaju aktivni direktorijum i prikaz korisnika i računara (**Slika 6**) i računarske mreže (**Slika 8**).



Slika 6 . Prikaz mrežnih računara



Slika 7. Prikaz korisnika



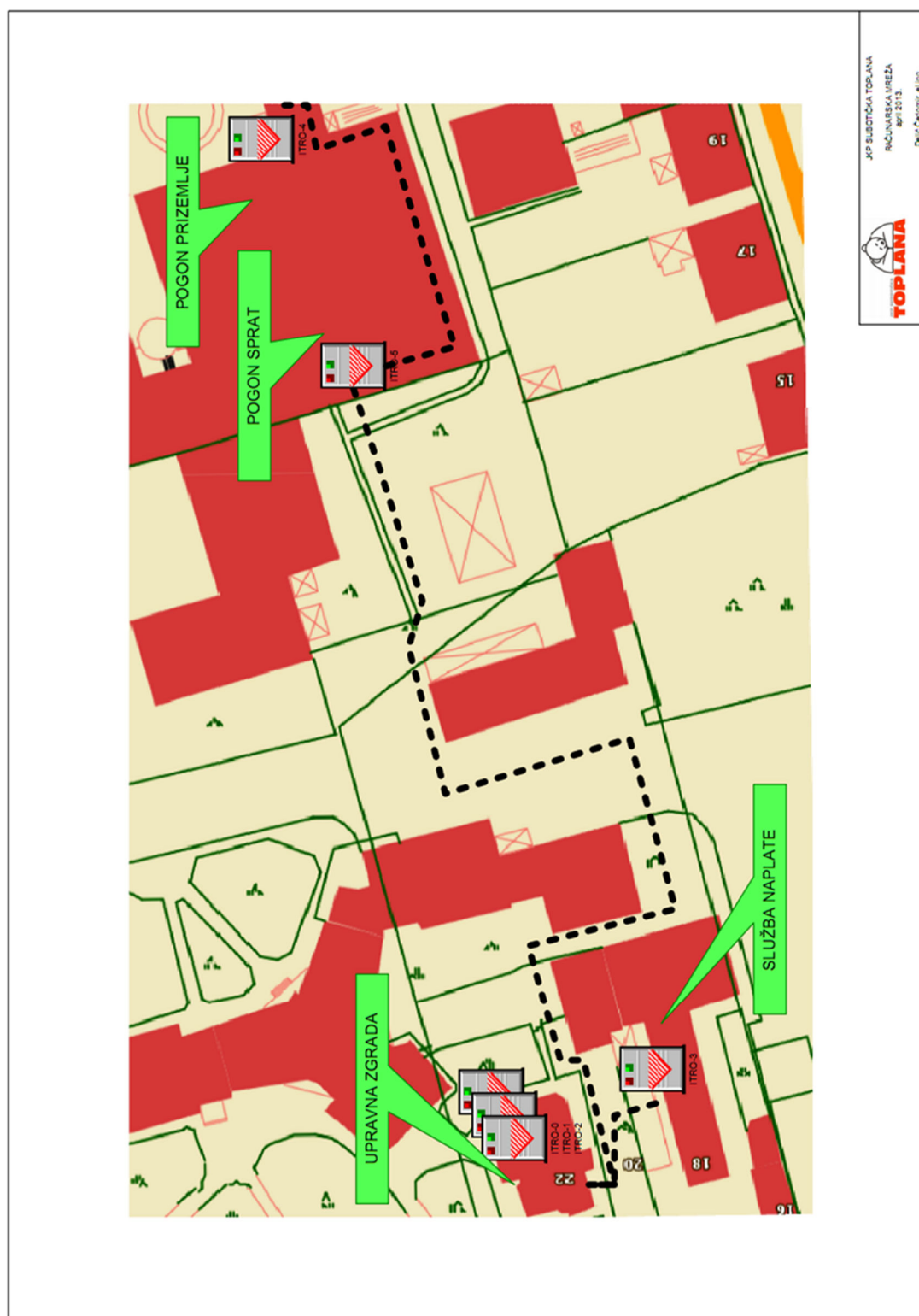
Slika 8. Prikaz korisnika

Mreže operativne sisteme karakterišu računari povezani u mrežu. Ovi računari zadržavaju relativno visok stepen autonomije – svaki računar ima svoj operativni sistem a u mogućnosti su da međusobno razmenjuju podatke pomoću odgovarajućih protokokola. Korisnik jednog računara može se prijaviti na drugi, preuzeti neke datoteke itd. Korisnik znada nije sam u mreži i svestanje različitih računara sa kojima komunicira preko mreže.

Operativni sistem objedinjuje raznorodne delove računara u skladnu celinu i sakriva od korisnika detalje funkcionisanja ovih delova koji nisu bitni za korisnike računara.

U opštem smislu, operativni sistem se može definisati kao skup programa koji upravljaju resursima računarskog sistema i obezbeđuju interfejs ka korisniku.* (Đorđević, 2005)

- Đorđević, m B. (2005) *Operativni sistemi*, strana 5, Beograd



Slika 10. Razmeštaj računarske mreže po objektima

5. FUNKCIONALNI MODEL JKP "SUBOTIČKA TOPLANA"

Zadatak proaktivne digitalne forenzike računara i računarskih mreža u okviru firme JKP Subotička toplana, ima za zadatak da zaštiti veoma vredne resurse pohranjene na računarima. To su najčešće podaci o upravljanju proizvodnjom - proizvodnjom toplotne energije, praćenjem i upravljanjem distribucije toplotne energije - telemetrija udaljenih toplotnih podstanica i zaštita podataka vezanih za obaveze i plaćanja korisnika toplotne energija, rada dispečerske službe, službe za servisiranje i održavanje - menadžment korisnika usluge

Veoma važno da se zaštiti intelektualno vlasništvo i informacije koje se nalaze na svim medijumima jer su to tehnička rešenja čiji je kreator i vlasnik JKP Subotička toplana. Osim trenutne potrebe za podacima radi regulisanja i upravljanja proizvodnjom toplotne energije postoji i zakonska obaveza o čuvanju podataka sa tačno definisanim periodom i oblikom čuvanja što propisuju usvojeni standardi u ovoj oblasti ISO 27000 i ISO 27001.

Ubrzani razvoj i sve veći značaj računarskih i komunikacionih tehnologija ima za rezultat i generisanje sve veće količine podataka. Zahtevi koji se odnose na sigurnost informacija unutar preduzeća značajno su se promenili jer su se u prošlom ne tako davnom vremenu oni štitili administrativim i fizičkim merama. Tako da je svaki računar je predstavljao samostalni nepovezani sistem na kome se izvršavao neki nezavisan proces i zaštitom samog računara pravilima pristupa - administrativnom dozvolom kao i fizički - postavljanjem samog računara u posebno predviđeno bezbedno okruženje, moglo se pretpostaviti da je sistem dovoljno zaštićen.

Zahtevi u metodologiji obavljanja osnovne delatnosti preduzeća su se promenili. Tako da danas imamo potrebu za deljenim sistemima za upravljanje kako proizvodno tehnološkim tako i organizaciono. Pojava i širenje distributivnih sistema kao i primena računarskih mreža u korenu su promenili način formiranja, čuvanja i zaštitu podataka, praćeno sasvim novim pristupom za celokupnu zaštitu samoga rada na procesima podržanim računarima, pristupu informacija kao i zaštiti.

Danas pod sigurnim sistemom uopšte, a time mislim na sve računare sisteme, telekomunikacione uređaje sa pratećom elektronikom, predstavlja sistem u kome se sigurnost održavana na prihvatljivom riziku. Time je sigurnost proces koji traje i nikada nije u potpunosti završen. Skup alata, pravila i postavljenih rešenja čija je namena da umreženi sistem zaštiti od napada nazivamo sigurnost računarskih mreža. Ostvarivanje sigurnosti predstavlja kompromis između potrebnih ulaganja i smanjenja mogućnosti da nastane šteta. Većim ulaganjem u sigurnost smanjili smo izloženost sistema i mreže na potencijalne napade kako iz lokalne računarske mreže tako i spolja preko extraneta odnosno interneta. Na ovaj način odredili smo trenutak kada ulaganje

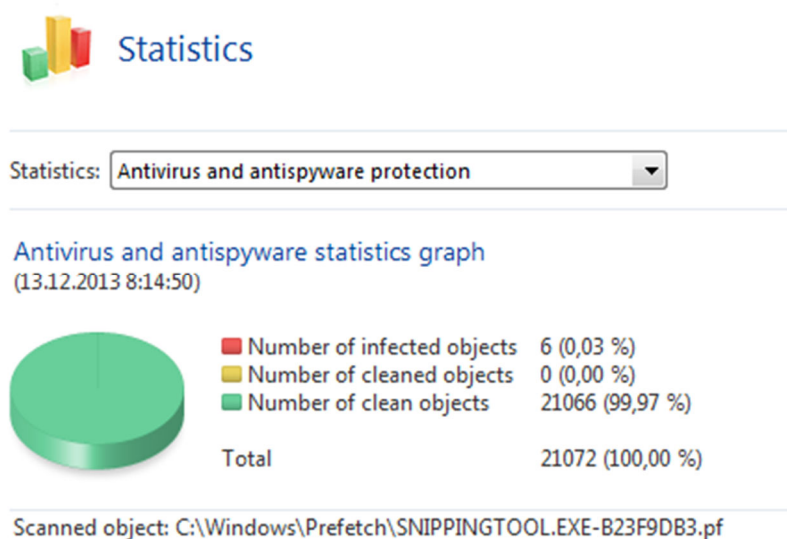
u sigurnost uspostavlja ravnotežu sa profitabilnošću firme pazeći time na pokazatelje koji nisu direktno materijalni već više predstavljaju pokazatelje opšte prihvaćene kao što su gubitak reputacije - ugleda, česti incidenti praćeni sporim odzivom na reutne probleme a vezane za infomacije računaskog sistema tj. smanjenje zastoja sistema - downtime. Na osnovi specifičnosti određenih poslovnih procesa i potrebnog vremena odziva sistema napravljena je i sprovedena zaštita i čuvanje resursa poštujući pre svega osnovnu delatnost sistema a zatim i ulogu koju preduzeće ima u gradu.

Zaštitu sistema smo sproveli i podelili na sledeće celine:

1. Obuka korisnika računarske mreže JKP Subotička toplana.
 2. Zaštita korisničkih računara - radnih stanica pojedinačno za svakog korisnika pojedinačno.
 3. Zaštita komunikacije između unutrašnjih fizičkih lokacija računarske mreže koja je u tri fizički odvojena objekta.
 4. Zaštita centalnog sistema i mrežnih čvorova interno i eksterno
1. Obuka korisnika računarske mreže JKP Subotička toplana u pogledu sigurnosti i zaštite obuhvatala je upoznavanje korisnika sa potencijalnim pretnjama sa koji bi oni mogli da dođu u kontakt a neke od njih su :
 - odavanje informacija o računarskom sistemu u pogledu svojih privilegija i dozvola koje korisnik ima (korisničko ime, lozinka) kao i odavanje podataka o drugim korisnicima računarske mreže i njihovim privilegijama na sistemu,
 - objašnjavanje zašto lozinka kojom se prijavljuju na sistem mora biti "komplikovana" i zašto mora da se menja u predviđenim intervalima,
 - upoznavanje korisnika da je računar i računarska mreža osnovno sredstvo JKP Subotička toplana i da se predviđeni resursi mogu koristiti samo za poslovne potrebe i ciljeve,
 - upoznavanje korisnika sa njihovim obavezama oko zaštite svoje radne stanice i dozvole drugih lica ili zaposlenih da koriste isti resurs,
 - načine na koje se prijavljuju na računar kao i stanje u kome u kome ostavljaju računar ako nisu u prostoriji, zatvaranje aplikacija sa podacima, zaključavanje računara...
 - upoznavanja se kodeksom rada na lokalnoj mreži, načinu čuvanja ličnih poslovnih podataka i obavezi prenosa - kopiranja na predviđenu lokaciju za dodatno čuvanje.,
 - upoznavanje korisnika sa predviđenim i obezbeđenim programskim alatima koji su korisniku na raspolaganju u okviru računarske mreže,

- upoznavanje korisnika sa svim zabranama koje se odnose na neovašteno korištenje računara u pogledu instalacije nelicenciranih programa i dodatnih uređaja koji se spajaju na računar ili računarsku mrežu
- upoznavanje korisnika sa pretnjama na spoljnoj mreži - internetu,
- upoznavanje korisnika sa pravima o korištenju resursa van računarske mreže i van poslovnih prostorija JKP Subotička toplana,
- upoznavanje korisnika da sve prethodno navedeno ukoliko se korisnik smatra nebitnim i postupa na taj način, predstavlja težu povredu radne obaveze

2. Zaštita korisničkih računara - radnih stanica pojedinačno za svakog korisnika pojedinačno, obuhvata instalaciju i podešavanje operativnog sistema kako bi rad korisnika bio bezbedan i stabilan. U tom smislu su za svakog korisnika podešena su lokalna prava na računaru u pogledu korištenja resursa i dodatnih uređaja kao i pridruživanje korisnika - korisničkog naloga u polisu (Domain Group Policy GPO) koja predstavlja organizaciono-tehničku kategoriju koja definiše i deklarise prava korisnika na računarskoj mreži i mrežnim resursima. Svaka radna stanica je zaštićena antivirusnim softwareom kojim se nadgleda aktivnost korisnika kao i pretnje koje se javljaju u pogledu bezbednosti, pokretanju aplikacija, downloadu programa sa javnih resursa i slično. Zaštita lokalnih radnih stanica obuhvata i priključivanja uređaja koji nisu prethodno provereni tj. potpisani od strane sistema. **Slike 11, 12 i 13** iz alata za praćenje radne stanice.



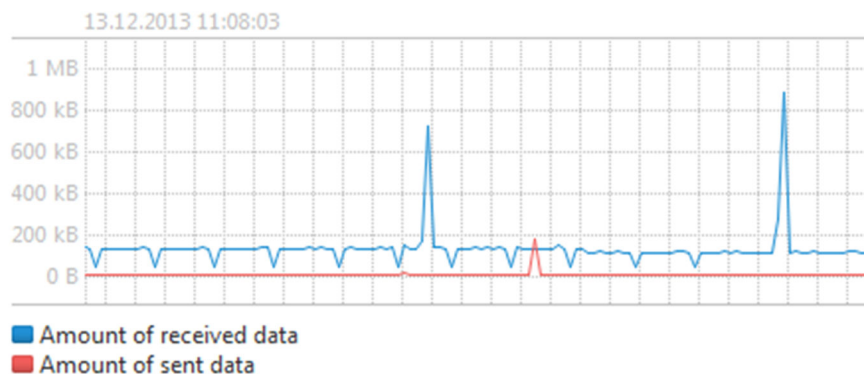
Slika 11. Alati za praćenje radne stanice



Watch activity

Activity: Network activity

Network activity graph



Slika 12. Alati za praćenje radne stanice

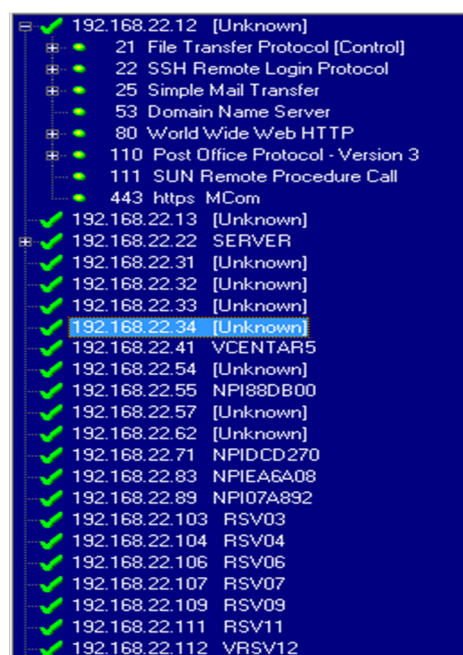
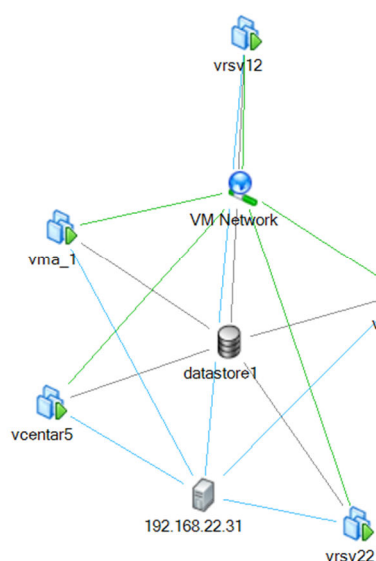
Report - Clients with Active Threats

From: 11/13/2013 10:43:35 To: 12/13/2013 10:43:35 - 1 month

Name	Threat Date	Threat
Vrsv12 / Rsp35	12/9/2013 3:01:29	Last threat: a variant of Win32/Toolbar.Conduit.B potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsl45	12/6/2013 8:47:44	Last threat: a variant of Win32/AdInstaller potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsl38	11/29/2013 9:59:53	Last threat: Win32/Toolbar.BHO.A potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsv06	11/21/2013 9:32:22	Last threat: Win32/AdInstaller potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsl42	10/16/2013 1:25:39	Last threat: Win32/AdInstaller potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsl46	10/11/2013 12:33:02	Last threat: Win32/JoyDownloader.A potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsp10	9/17/2013 9:18:37	Last threat: Win32/AdInstaller potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsp05	8/5/2013 12:22:30	Last threat: Win32/Toolbar.SearchSuite potentially unwanted application
Vrsv12 / Vrsv23 00001	7/31/2013 3:19:31	Last threat: a variant of Win32/Systweak potentially unwanted application
Vrsv12 / Rsp14	7/16/2013 11:05:31	Last threat: a variant of Win32/OpenInstall potentially unwanted application

Slika 13. Alati za praćenje radne stanice

3. Zaštita komunikacije (**slika 14**) između unutrašnjih fizičkih lokacija računarske mreže koja je u tri fizički odvojena objekta, predstavlja kombinaciju fizičke zaštite: gde se koriste 16U ormani sa optičkim vezama ka ostatku mreže kao i nezavisnim napajanjem i logičke: preusmeravanjem protoka podataka preko nosećeg glavnog BackBone switcha uz kontrolu protoka, kako na glavnom tako i na sporednim granama mreže.



Slika 14. Zaštita kimunukacije

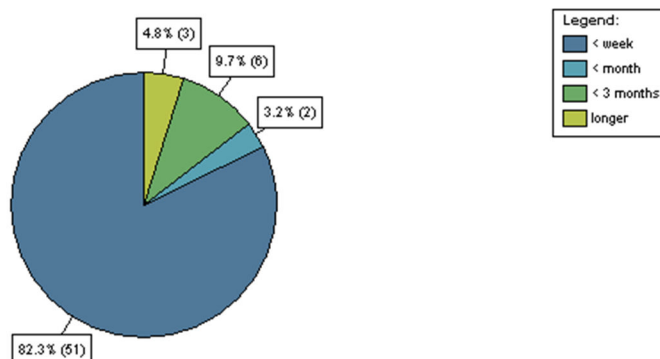
4. Zaštita centalnog sistema i mrežnih čvorova interno i externo podrazumeva non-stop praćenje svih aktivnosti na mrežnom sistemu kao i izveštavanje i alarmiranje nestandardnih događaja (**slika 15**). Vršiti logovanje svih aktivnosti kako na fajl sistemu tako i na svim nivoima mreže.

Threat Id	Client N...	Primar...	Date Received	Date Occu...	Level	Scanner	O...	Name	Threat
Threat 3423	Rsp35	Vrsv12	3 hours ago	3 hours ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3422	Rsp35	Vrsv12	3 hours ago	3 hours ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3421	Rsp35	Vrsv12	20 hours ago	20 hours ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3420	Rsp35	Vrsv12	20 hours ago	20 hours ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3419	Rsp35	Vrsv12	23 hours ago	23 hours ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3418	Rsp35	Vrsv12	23 hours ago	23 hours ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3398	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3397	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3396	Rsp33	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Critical Warning	Real-time file s...	file	C:\Program Files (x86)\DVDVideoSoft\DVDVideoSoft\TBToolbarHelper.exe	Win32/Toolbar.Conduit.Q
Threat 3395	Rsp33	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Critical Warning	Real-time file s...	file	C:\program files (x86)\dvdvideosoft\DVDVideoSoft\TBToolbarHelper.exe	Win32/Toolbar.Conduit.Q
Threat 3394	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3393	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3392	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3391	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3390	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3389	Rsp35	Vrsv12	1 day ago	1 day ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3388	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	2 days ago	Warning	Real-time file s...	file	C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Application Data\Condui...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3387	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	2 days ago	Warning	Real-time file s...	file	C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Application Data\Condui...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3386	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	2 days ago	Warning	Real-time file s...	file	C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Application Data\Condui...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3385	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	2 days ago	Warning	Real-time file s...	file	C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Application Data\Condui...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3384	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	2 days ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3383	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	2 days ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3382	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	3 days ago	Critical Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar
Threat 3381	Rsp35	Vrsv12	2 days ago	3 days ago	Warning	Startup scanner	file	Operating memory » C:\Documents and Settings\mmladen\Local Settings\Ap...	a variant of Win32/Toolbar

Slika 15. Izveštaji nestandardnih događaja

Report - Client Connection Overview

From: 11/13/2013 11:38:31 To: 12/13/2013 11:38:31 – 1 month



JKP SUBOTIČKA TOPLANA

Total number of clients	62
Number of clients connected in last week	51
Number of clients disconnected for a week	2

Slika 16. Izveštaj učestalosti konekcije klijenta

Aspekti zaštite mogu da se definišu u odnosu na položaj i mehanizme zaštite a mogu biti u nivoima koji slede:

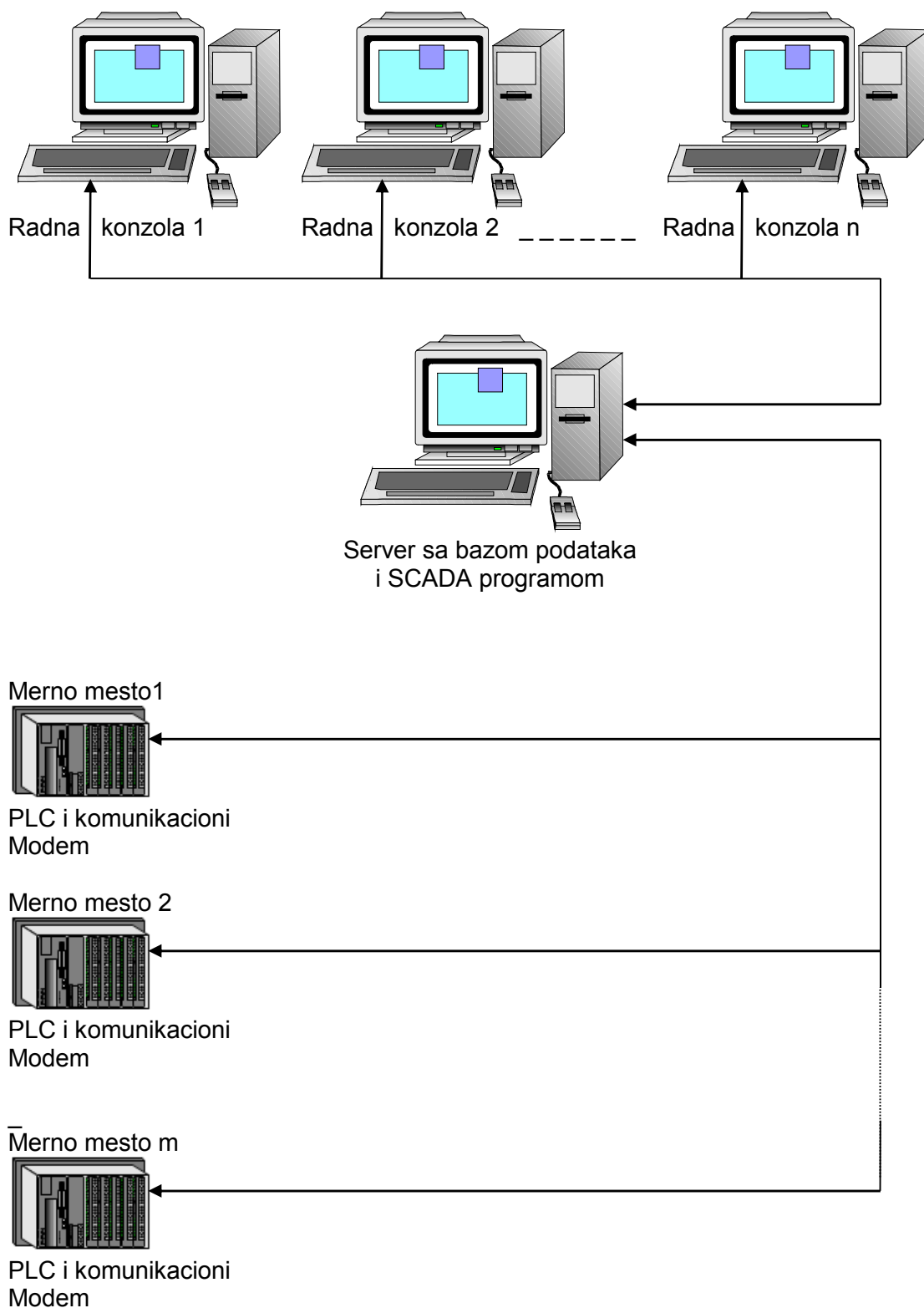
Zaštita na nivou aplikacije obuhvata sledeće elemente softverske zaštite aplikacija:

- prekoračenje bafera
- izolovanje bitnih aplikacija na namenskim serverima
- primena sigurnosnih protokola
- kriptografija fajlova

Zaštita na nivou operativnog sistema podrazumeva veoma obimno i složeno područje koje dotiče sve slojeve operativnog sistema. Zaštita na nivou operativnog sistema obuhvata i vezu operativni sistem - aplikacija kao i odnos prema mežnoj arhitekturi tj. vezama sa drugim sistemima. Blokirani su servisi koji mogu lako da kompromituju od strane spoljnih činilaca i kao takvi se proveravaju u dve sigurnosne tačke i to spolja na glavnom sigurnosom ruteru sa onemučavanjem tcp konekcija ka lokalnoj mreži i iznutra, praćem izvora dolaznog saobraćaja prema glavnom mrežnom prolazu i politika bezbenosti istih podezanih za svaki izvorni saobraćaj ponaosob. Na ovaj način je sprovedna i kontrola IDS-a odnosno mogućnost penetracije u sistem a da se pri tome ne onemogućuju trenutno aktivni servisi a da se pri tome ne zaustavlja ostali saobraćaj na računarskoj mreži. Isto tako za saobraćaj koji dolazi iz lokalne računarske mreže JKP Subotička toplana a odnosi se na servise i aplikacije na extranetu - internetu vrši se provera ciljnih a kritičnih delova i lokacija na internetu za koje već postoji analiza o bezbednosnim propustima ili pretnjama (crne liste).

6. OPIS POSTOJEĆIH SCADA I NJIHOVE FUNKCIJE

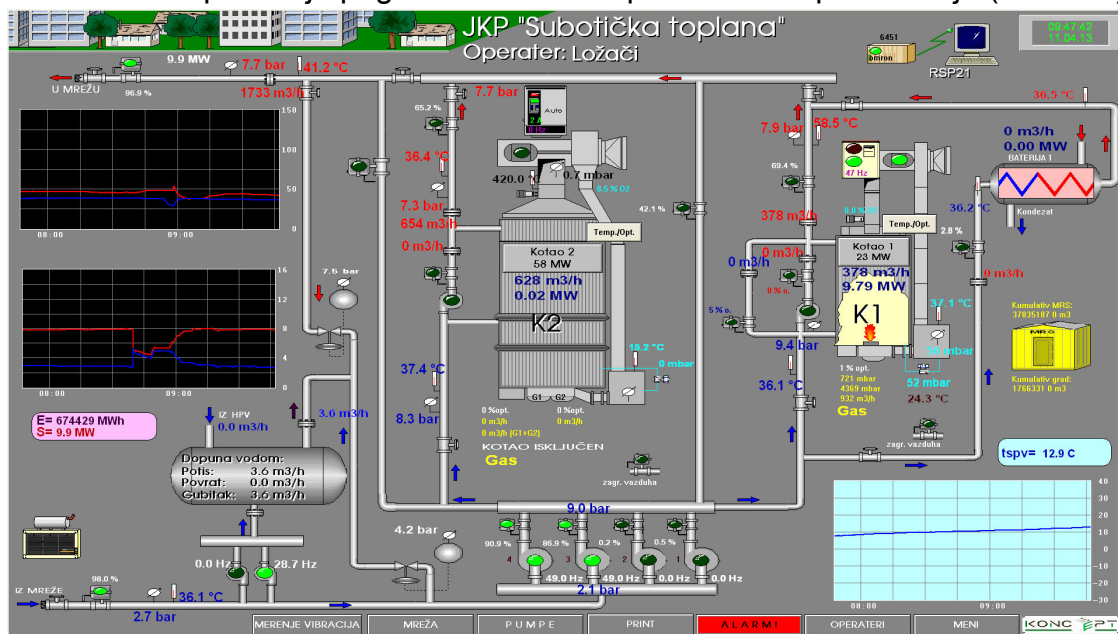
6.1. SCADA u kotlarnici



Slika 17. Veza SCADA sistema i kotlarnice

SCADA u pogonu vrši upravljanje i nadzor nad komponentama sistema za proizvodnju toplotne energije. Sve merene vrednosti se skladište u bazu podataka.

SCADA u kotlarnici je orijentisana na proces proizvodnje toplotne energije. Naslovna strana prikazuje pogon sa osnovnim parametrima proizvodnje (**slika 18**).

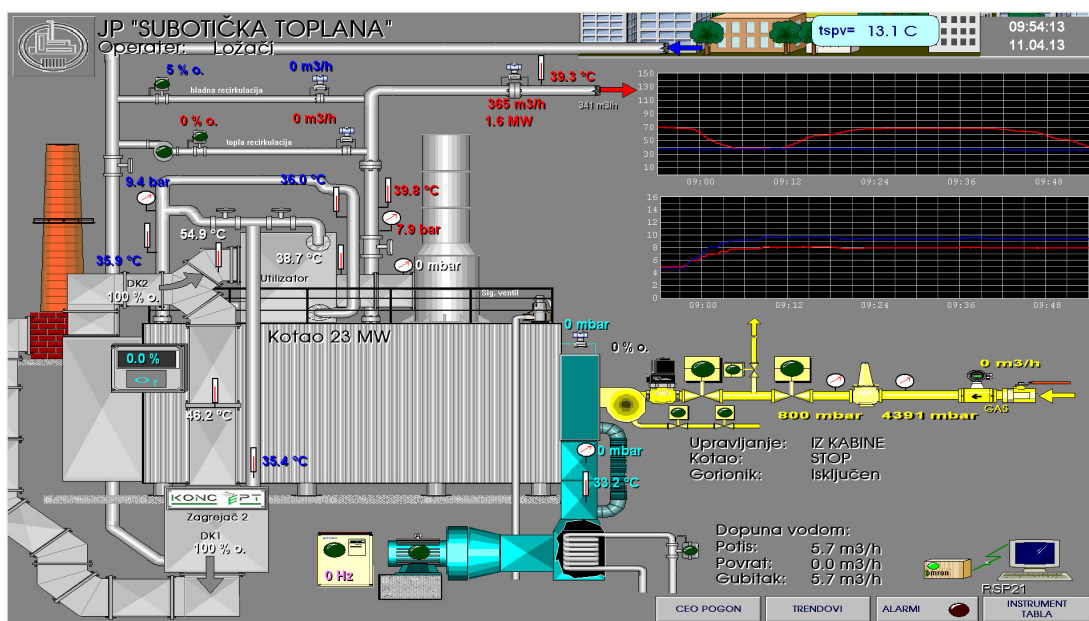


Slika 18. Slika SCADA sistema pogona u JKP Subotička toplana

Na **slici 18** se očitava rad kotlova, pumpi za distribuciju fluida i dopuna sistema vodom.

Za rad kotlova postoji prikaz svih bitnih (osnovnih) podataka kao što je trenutna snaga kotla, protok fluida, ulazna izlazna temperatura fluida, ulazno izlazni pritisak, utrošak energenta itd.

Za detaljniji i pregledniji prikaz rada dovoljno je mišem kliknuti na željeni kotao i dobija se slika sa parametrima za njega, npr klikom na kotao K1 Dobija se **slika 19**.



Slika 19. Slika kotla od 23MW i njegovih parametara

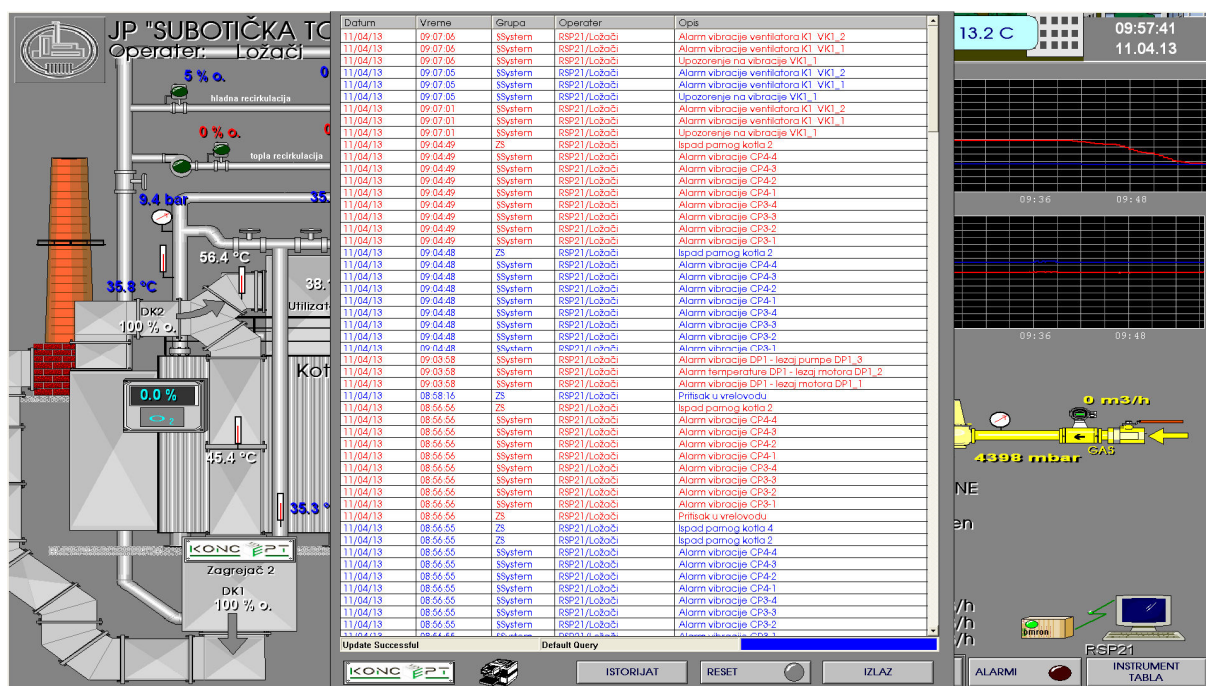
Pošto je na **slici 19** prikazan samo jedan kotao, podaci su detaljniji i pregledniji, te je i proces proizvodnje toplotne energije lakše pratiti do detalja. Ovaj sistem pregleda se koristi kada su operateri usredsređeni na rešavanje nekog zadatka vezanog samo za kotao 1.

Pritiskom na meni taster ceo pogon se vrši povratak na početnu stranu. Opis ostalih meni tastera će biti naknadno opisani zato što se mogu pozvati iz više različitih tačaka, te ćemo ih opisati kao zasebne celine.

Istim postupkom klikanjem miša na pojedine celine početne strane mogu se aktivirati detaljniji prozori za:

1. Dopunu
2. Cirkulacione pumpe
3. Kotao 1
4. Kotao 2
5. Pritisci i temperateru na potisnom i povratnom vodu

Pritiskom na dugme alarm (u donjem desnom uglu) se dobija izlistavanje alarma sa njemu pripadajućim podacima (**slika 20**).

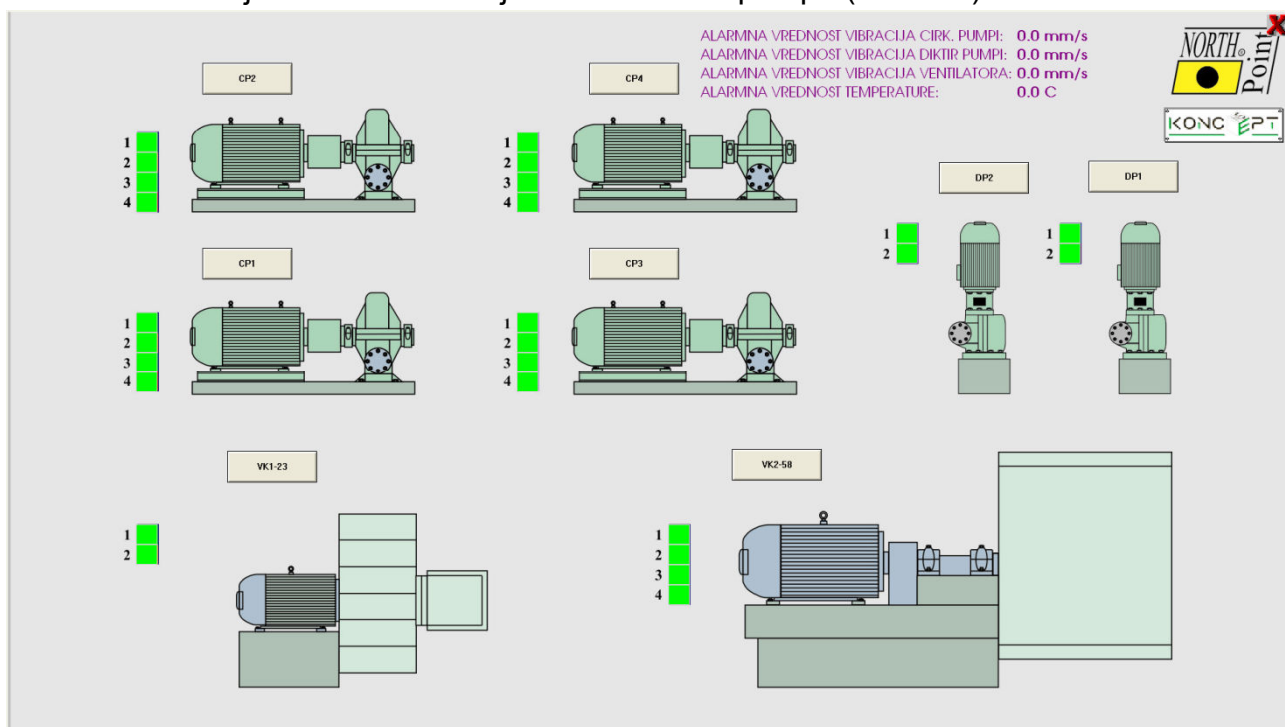


Slika 20. Istorija Alarma

Pojedinačni opis prozora za detaljniji prikaz

Merenje vibracija

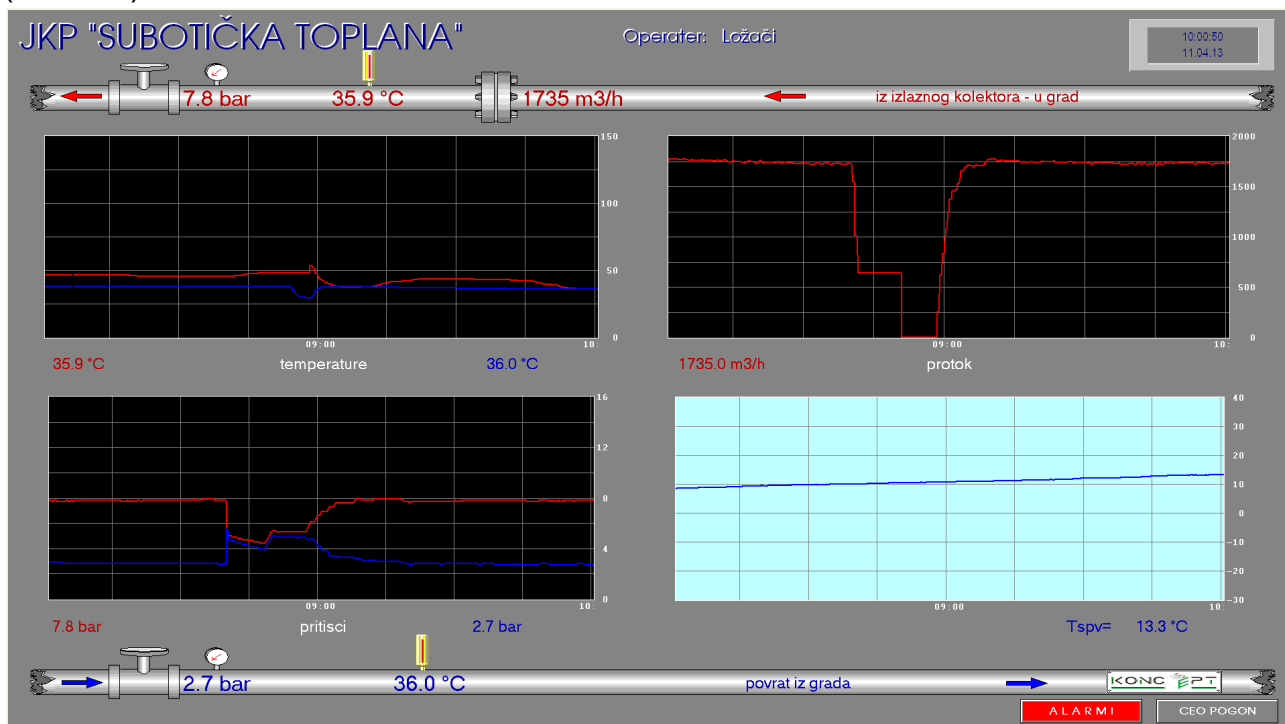
Prikazivanje rezultata merenja za sve distrikt pumpe (**slika 21**).



Slika 21. Merenje vibracija

Mreža

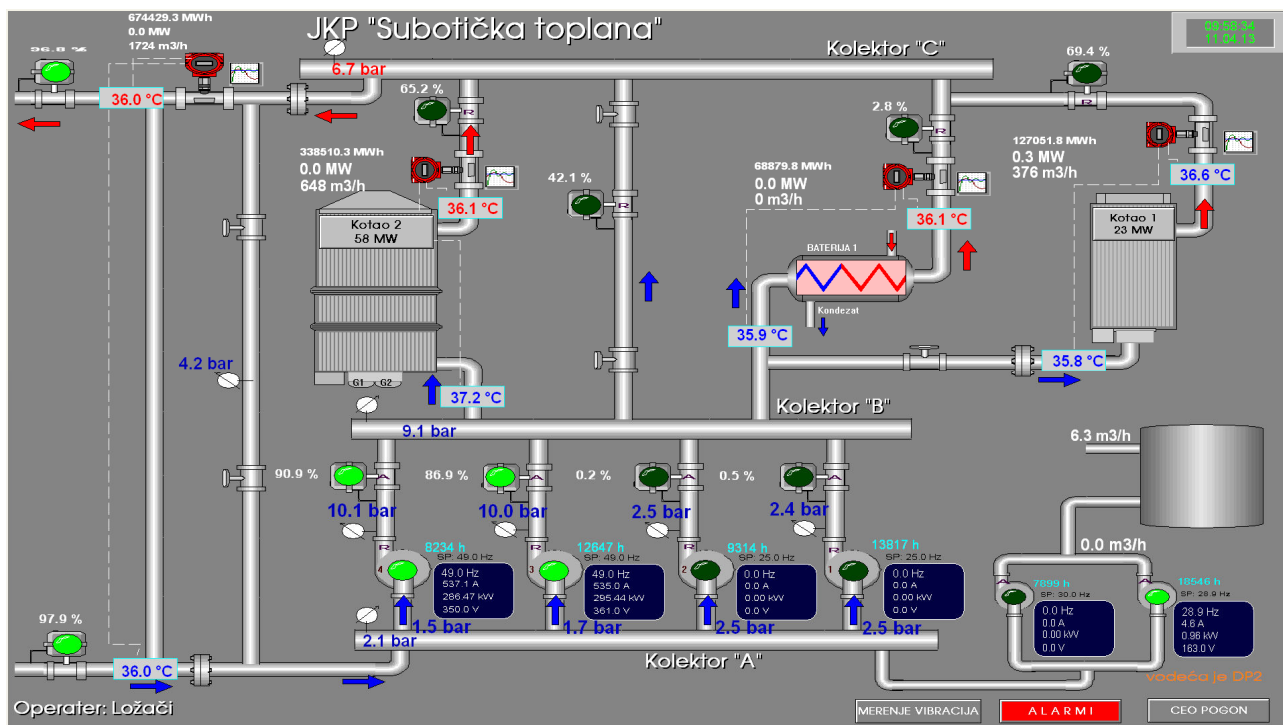
Prikazivanje mernih vrednosti temperatura i pritiska potisa i povrata na mreži (**slika 22**).



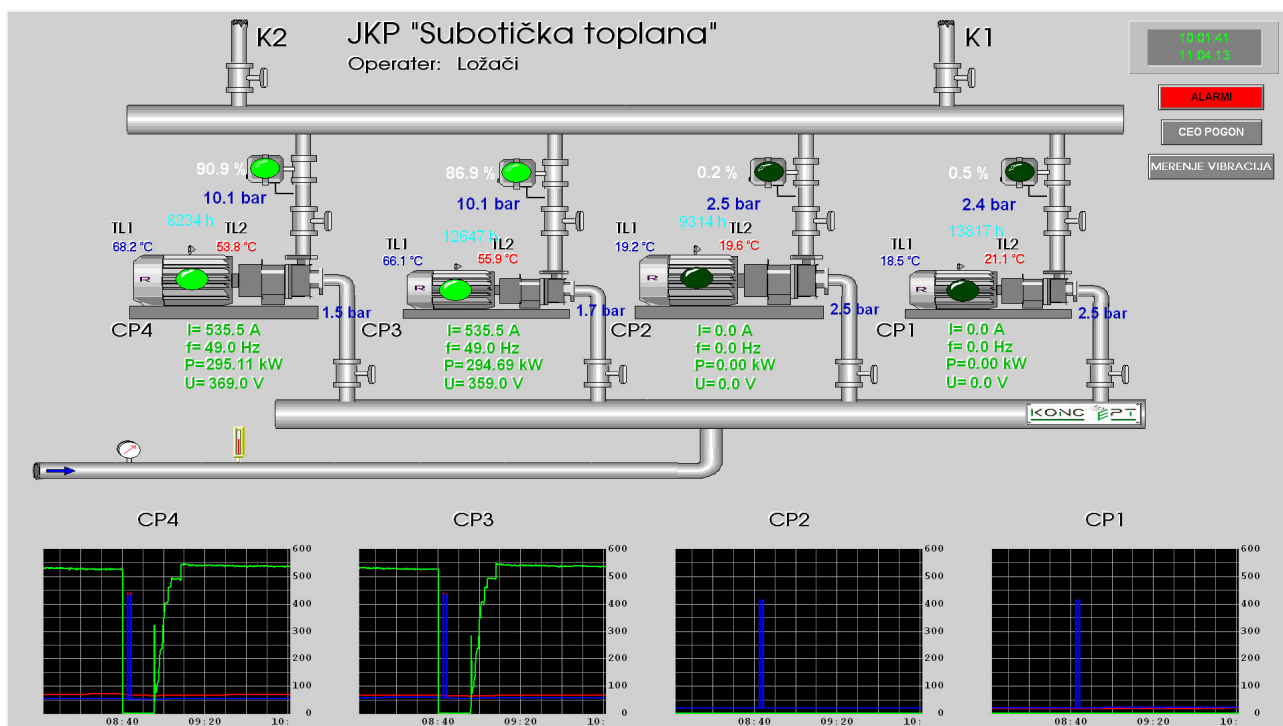
Slika 22. Mreža

Pumpe

Prikaz merenih vrednosti za pumpe u zavisnosti od tačke gde se traži detaljni prikaz (**slika 23 i 24**).



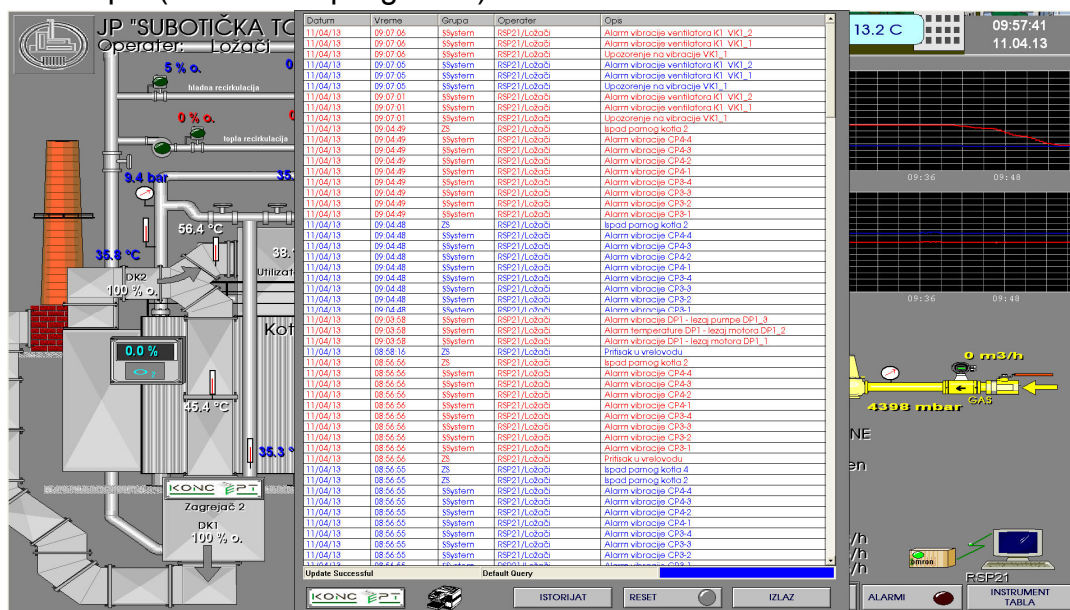
Slika 23. Pumpe



Slika 24. Pumpe

Aktivira se prozor za prikaz svih alarma poređanih po hronološkom redosledu

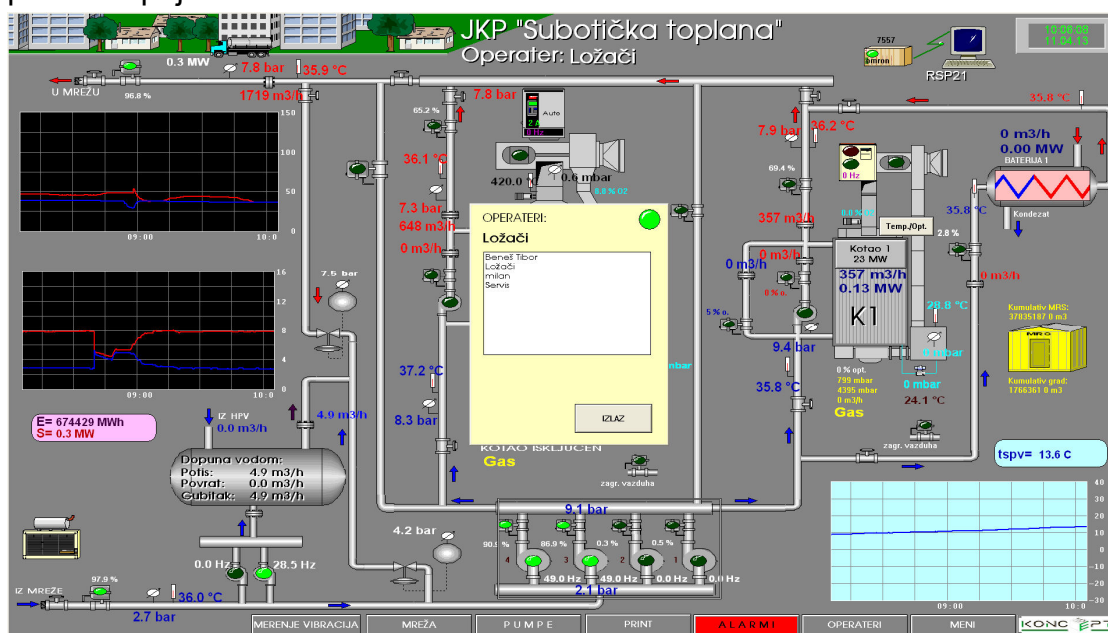
1. Datum
2. Vreme
3. Grupa
4. Operater
5. Opis (tekstualni opis greške)



Slika 25. Istorija Alarma

Mesto gde se odjavljuje predhodni operater a prijavljuje novi (**slika 26**). Kod

Mesto gde se odljavljjuje predhodni operater a prijavljjuje novi (**slika 26**). Kod ove SCADA je nivo operatera istovremeno i hijerarhija pristupa, a prijava operatera je grupna a ne pojedinačna.

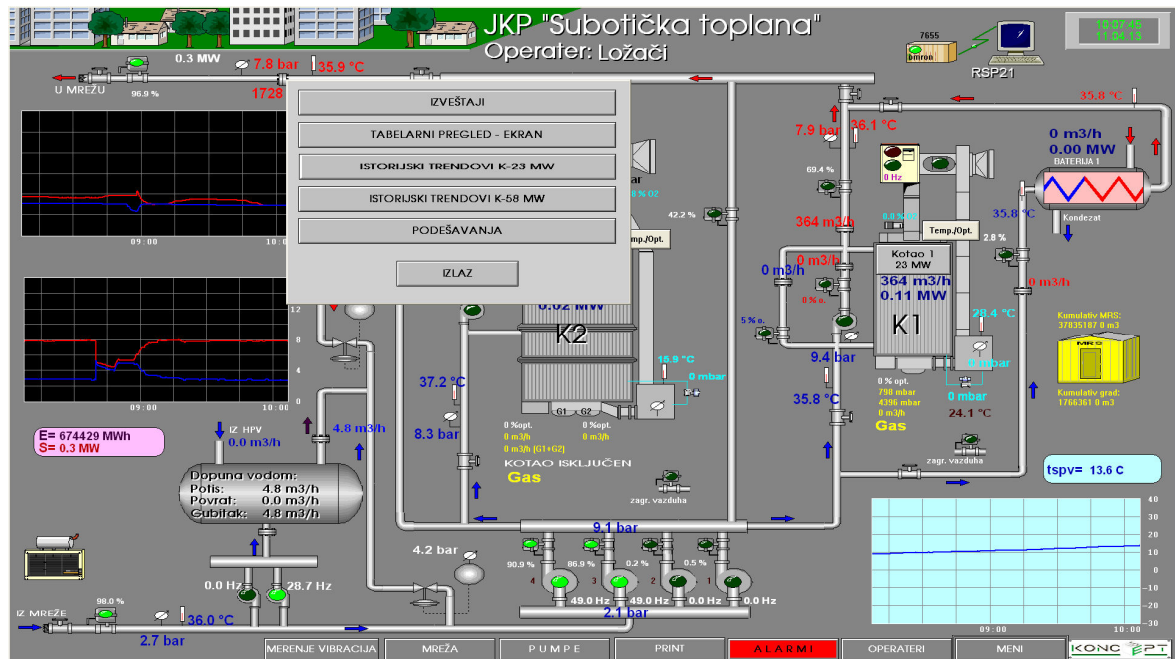


Slika 26. Operateri

Meni (slika 27)

Omogućava traženje:

1. Izveštaja
2. Tabelarni pregled na ekranu
3. Istoriju trenda za K1
4. Istoriju trenda za K2
5. Podešavanja

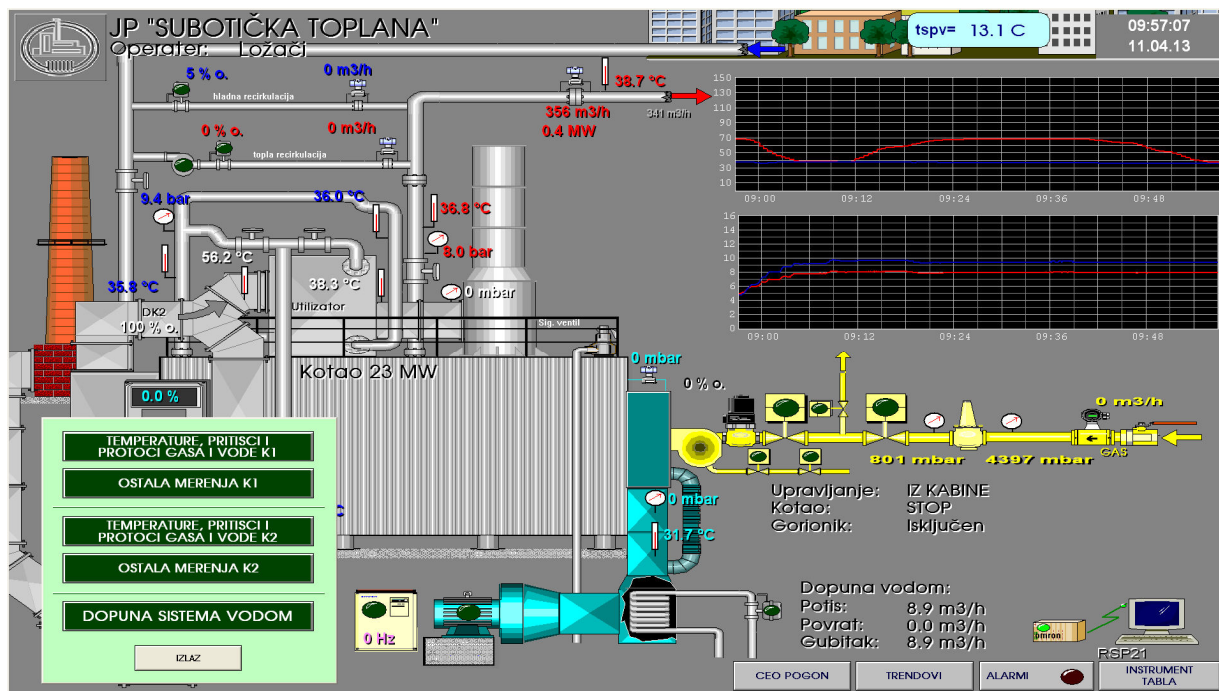


Slika 27. Glavni meni

Trendovi (slika28)

Daje mogućnost analize sistema u proteklom vremenskom periodu po sledećim kriterijumima rada :

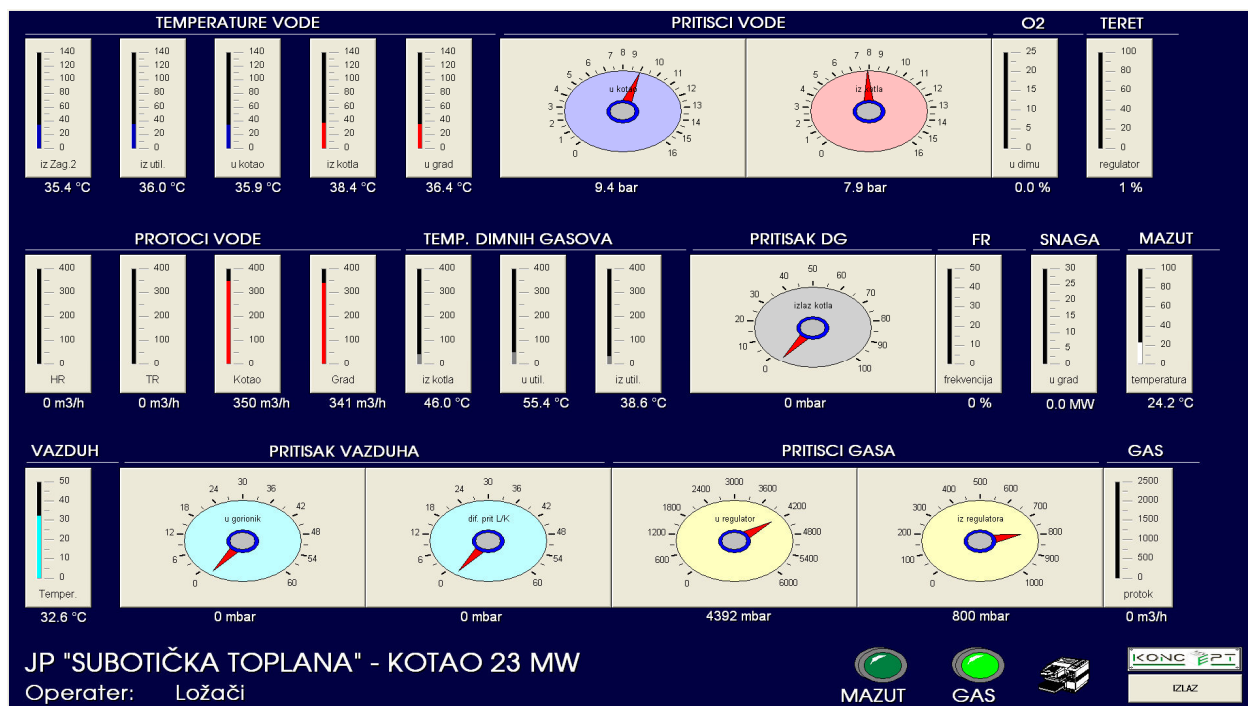
1. Temperature, pritisci i protoci gasa i vode K1
2. Ostala merenja K1
3. Temperature, pritisci i protoci gasa i vode K2
4. Ostala merenja K2
5. Dopuna sistema vodom



Slika 28. Trendovi

Instrument tabla (slika29)

Prikazuje merene podatke u obliku instrument table



Slika 29. Instrument tabla

6.2. SCADA u podstanicama

U svakoj podstanici PLC upravlja podstanicom. On meri postignute veličine i na osnovu zadatih parametara rukuje izvršnim elementima da bi se ostvario optimum predaje energije. Svi podaci u podstanici koji su pod kontrolom (merene vrednosti, zadate vrednosti, parametri rada i rad izvršnih elemenata) se skupljaju u ovom PLC-u. On je predviđen da **samostalno vrši upravljanje sistemom**.

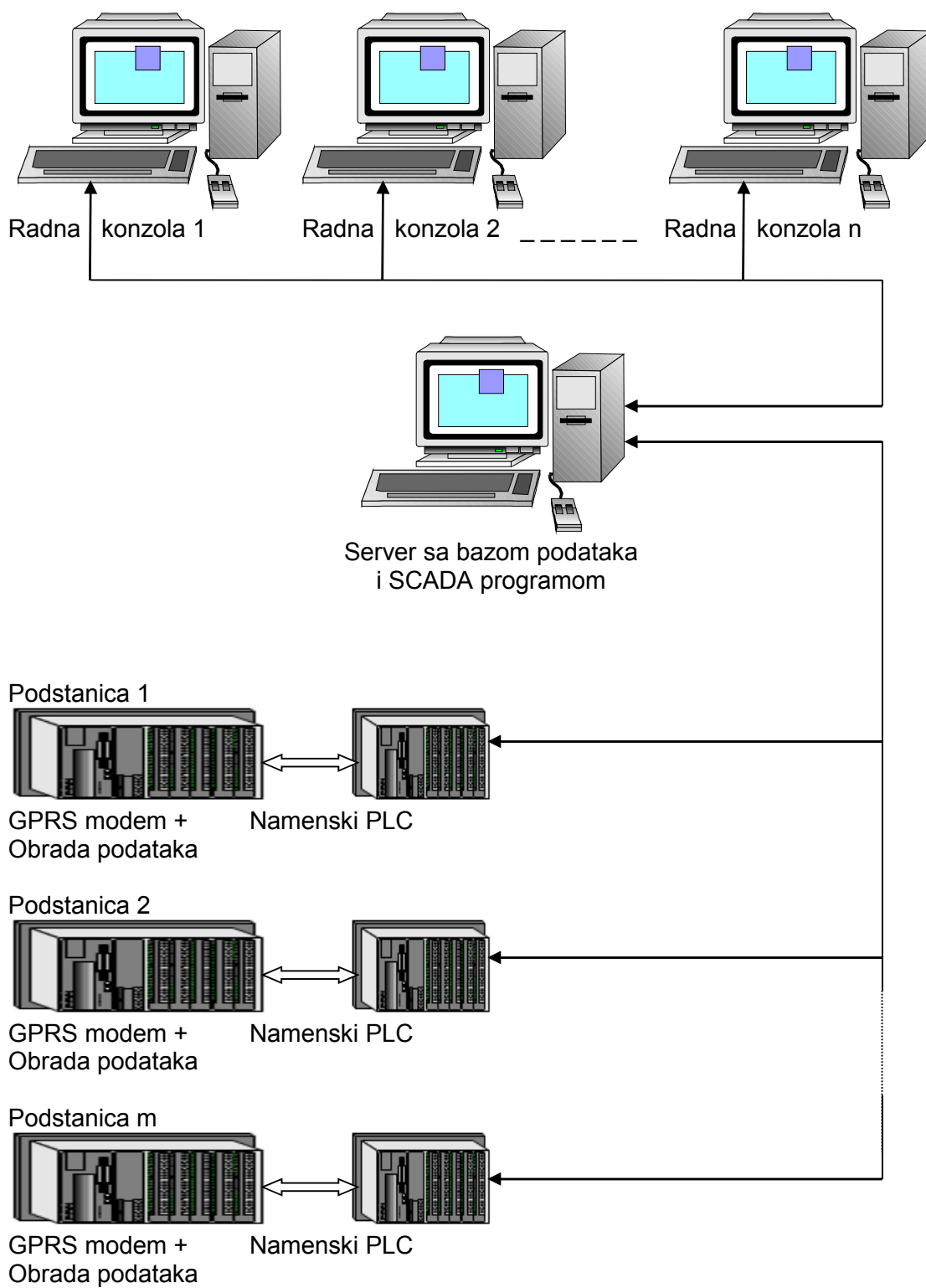
GPRS modem + Obrada podataka je naknadno ugrađen element koji komunicira sa PLC-om i SCADA bazom podataka (*slika 1*). On isčitane podatke prilagođava i šalje na internet a sa interneta preuzima zahteve daljinskog upravljanja, prilagođava za PLC i prosleđuje mu. Pošto komunikacija sa internetom nije kontinualna nego svakih 20 minuta, a sa PLC-om je kontinualna, ovaj modem sadrži i algoritme za anomalije u sistemu i po potrebi vrši forsiranu komunikaciju za **trenutno doljavljivanje alarma**.

Server sa bazom podataka i SCADA programom vrši akviziciju podataka, komunikaciju sa GPRS modemom, vrši prikaze traženih stanja sistema i/ili analiza na monitoru. Ovi prikazi mogu da budu tabelarni i grafički.

Radna konzola obezbeđuje operateru uvid u stanje svih delova sistema, njihovo korigovanje i stanje alarmnog sistema u svim podstanicama.

Specifičnost posmatranog sistema podstanica je da su izvori alarma redukovani na mali broj anomalija, ali se mogu dogoditi na mnogo lokacija. Zbog ovoga se uz alarm mora dodati kao podatak i lokacija. Nisu sve alarmne situacije istih težina (neke imaju teže posledice) te se i ta kategorizacija uvodi u sistem. U zavisnosti od anomalije odklonjanje vrše različita odeljenja, te se mora u alarmni sistem uvrstiti i veza ka operateru i načina isporuke iste.

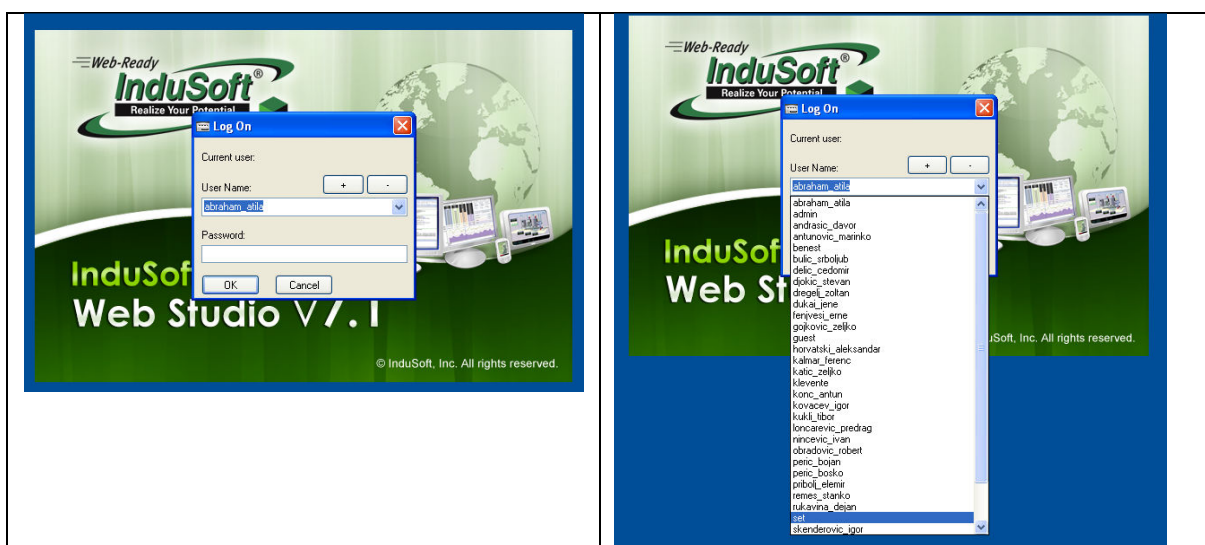
Akvizicija svih alarma se radi pod kontrolom SCADA sistema u zasebnu bazu podataka alarma. Baza podataka alarmnog sistema se NE MOŽE korigovati od strane operatera i čuva se do deset godina unazad. Ovo obezbeđuje digitalnu foreznitiku za svaku podstanicu do deset godina unazad.



Slika 30. Prikaz veze između SCADA sistema i podstanica

SCADA u podstanicama je orjentisana na proces regulacije predaje toplotne energije potrošačima. Ovu SCADA može koristiti široka lepeza operatera iz JKP „SUBOTIČKA TOPLANA“ sa više hijerarhijskih nivoa dozvole pristupa (od posmatrača koji može videti sve podatke ali ništa ne može menjati do administratora koji ima pravo promene svih parametara sistema). Zbog ove široke lepeze pritupa ova SCADA ima mogućnost da se izdefiniše do 16 nivoa pristupa i arhiviranje podataka o akcijama svakog operatera. Da bi se ovo korektno sprovedo u delo svaki operater ima svoju šifru i po prijavi mu se dodeljuje njegov hijerarhijski nivo za upravljanje i nadgledanje sistemom.

Kod ove SCADA po pokretanju programa (podržava konzole i van kruga JKP „SUBOTIČKA TOPLANA“) operater mora da se predstavi sistemu nalaženjem svog imena na spisku ovlašćenih lica i unosom svoje šifre odnosno password-a (**slika31**).



Slika 31. Log on

Ako je dozvoljen pristup operateru se otvara naslovna strana (**slika 32**).



Slika 32. Naslovna strana

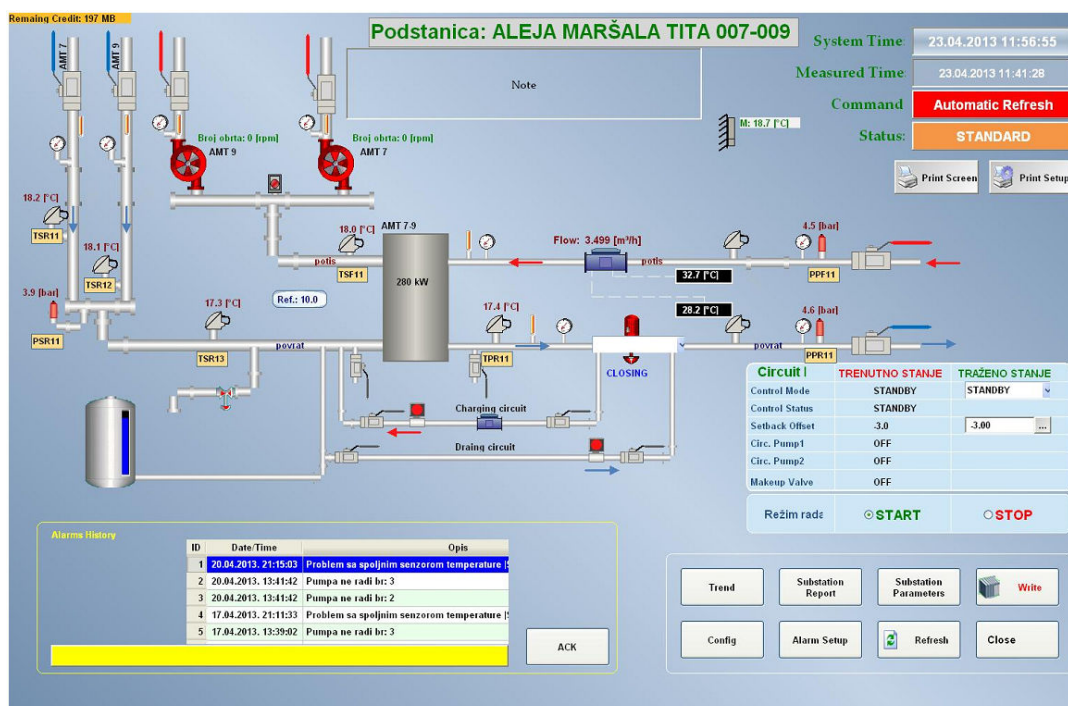
Ovo je naslovna strana za administratora i sve su funkcije aktivne. Za niže nivoe pristupa tasteri čije funkcije nisu dozvoljene postaju neaktivne (tekst u njima ispisan svetlo sivom bojom.)

Ova SCADA podržava ravnopravno prikaz podstanica kao pojedinačne (grafički) i grupno (tabelarno).

Ako se želi posmatrati jedna podstanica, ona se odabere sa spiska (select station) i klikom na nju ona se pojavljuje (**slika 33**).



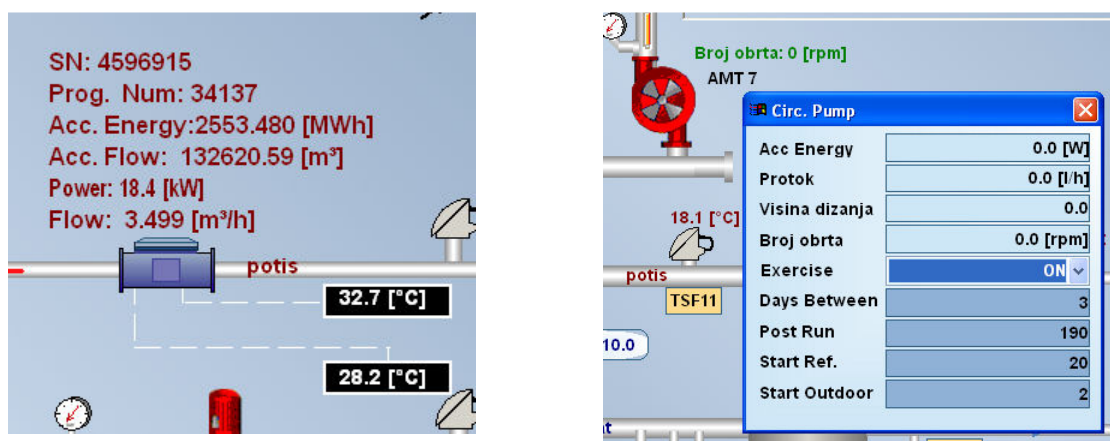
Slika 33. Spisak podstanica



Slika 34. Podstanica sa svim komponentama

Na **slici 34** je opis podstanice sa svim komponentama i ispisom njihovih zadnje isčitanih vrednosti. U normalnom radu se koristi uzorčenje podataka na svakih 20 minuta. Ako se želi pristup podstanici u relnim vremenu klikom na meni taster Command se prelazi u online mod i podaci se isčitavaju na 5 sekundi (radi se na novom softveru koji će imati uzorčenje na 2 sekunde sa istim protokom podataka). Online režim u određenim vremenskim intervalima zahteva potvrdu da se želi rad u njemu. Ako se ne izvrši potvrda u roku od 1 minut on se vraća u standard mod jer smatra da ga je operater zaboravio isključiti.

Prikaz komponenti na **slici 34** je aktivan, tj ako hijerarhija operatera to dozvoljava promene parametara sistema se mogu inicirati i sa **slike 35**. Zbog boljeg pregleda rada sistema uz svaku komponentu su ispisane samo najbitnije merene veličine te komponente. Ako se želi detaljnije isčitati status ili merene veličine koje se trenutno ne nalaze na prikazu, treba kliknuti na tu komponentu i dobija se kompletno isčitavanje i parametrizacija iste (slede primeri za kalorimetar i cirkulacionu pumpu).

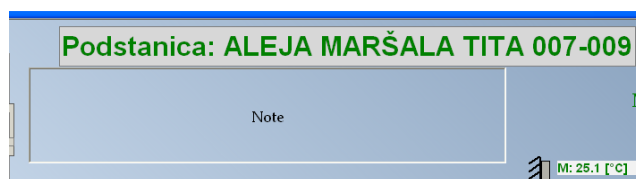


Slika 35. Parametri sistema

Kao što se vidi na primeru cirkulacione pumpe postoje merene vrednosti (svetlo plava pozadina) koje nemožemo menjati i parametri koji se mogu korigovati (tamnije plava pozadina). Upisane vrednosti na slici se proveravaju dali su u realnom opsegu, ako nisu neće biti dozvoljeno slanje u PLC. Za vrednosti koje imaju unapred izdefinisana dozvoljena stanja, promena ide pomoću padajućeg meni prozora i spiska za odabir željenog. Na ovaj način se smanjuje mogućnost greške i ubrzava rad operatera.

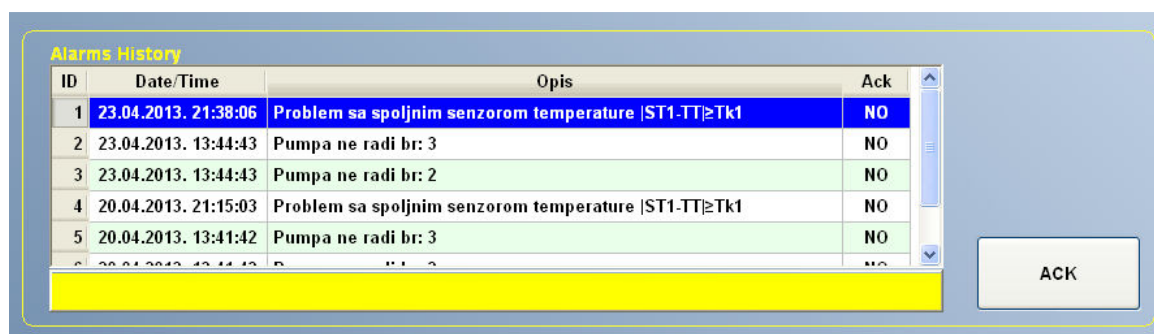
Osim posmatranja rada sistema na prikazu postoje razni pomoćni alati (**slika 36, 37, 38 i 39**) kao što su:

1. Notes
2. Alarms history
3. Prozor trenutnog stanja (u podstanici)
4. Komandni blok
5. Informacije o radu prozora



Slika 36. Notes

U prozoru notesa (**slika36**) se od strane operatera upisuje koje je izmene uradio na sistemu. Ovo je potrebno kao „komunikacija“ između operatera, da se nebi „kontrirale“ naredbe sa različitih tačaka. Potreba za ovom vrstom komunikacije između operatera je bitna jer ih ima više i sa različitih tačaka mogu pristupiti sistemu.



Slika 37. Prikaz alarma za posmatranu podstanicu

U prozoru alarms history (**slika 37**) se ispisuju greške u sistemu primećene od strane SCADA nadzora po algoritmu JKP „SUBOTIČKA TOPLANA“, za posmatranu podstanicu i poslata (putem SMS-a, e-mail poruke itd.) dežurnoj službi, bazi alarma itd.. Pošto je nadzor kontinualan, po odklanjanju greške, sistem za nadzor greške će primetiti da greška više ne postoji i neće slati više poruku o njoj. Ako greška nije odklonjena u unapred zadatom roku, poruka o greški će se ponoviti sa ponovljenim slanjem na adrese zaduženih za odklanjanje. U slučaju da se posle unapred zadatog broja „opomena greška ne odkloni poruka se šalje na višu instancu.

U slučaju da se greška iz opravdanog razloga nemože otkloniti u zadatom roku, operater (npr šef odeljenja) koji ima hijerarhijsku dozvolu za blokadu stanja može da prekine slanje poruke i njeno podizanje na viši nivo pritiskom na taster ACK. Sistem zapisuje ko je inicirao prekid ponavljanja i postrožavanja za grešku, a taj operater je preuzeo odgovornost da će odklanjanje iste propratiti do njenog kraja*(KLAB, 2013).

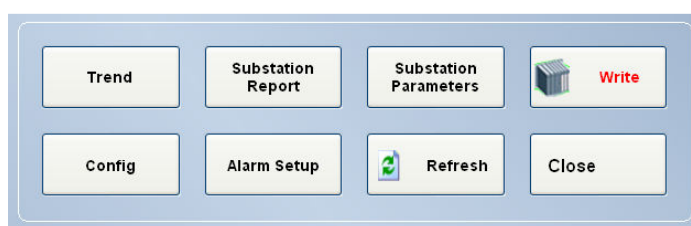
- DOO KLAB, (2013), *Uputstvo za daljinski nadzor i upravljanje toplovodnih stanica*, strana 42, Subotica

Circuit I	TREKUTNO STANJE	TRAŽENO STANJE
Control Mode	STANDBY	STANDBY
Control Status	STANDBY	
Setback Offset	-3.0	-3.00
Circ. Pump1	OFF	
Circ. Pump2	OFF	
Makeup Valve	OFF	
Režim rada	☒ START	☐ STOP

Slika 38. Prozor trenutnog stanja

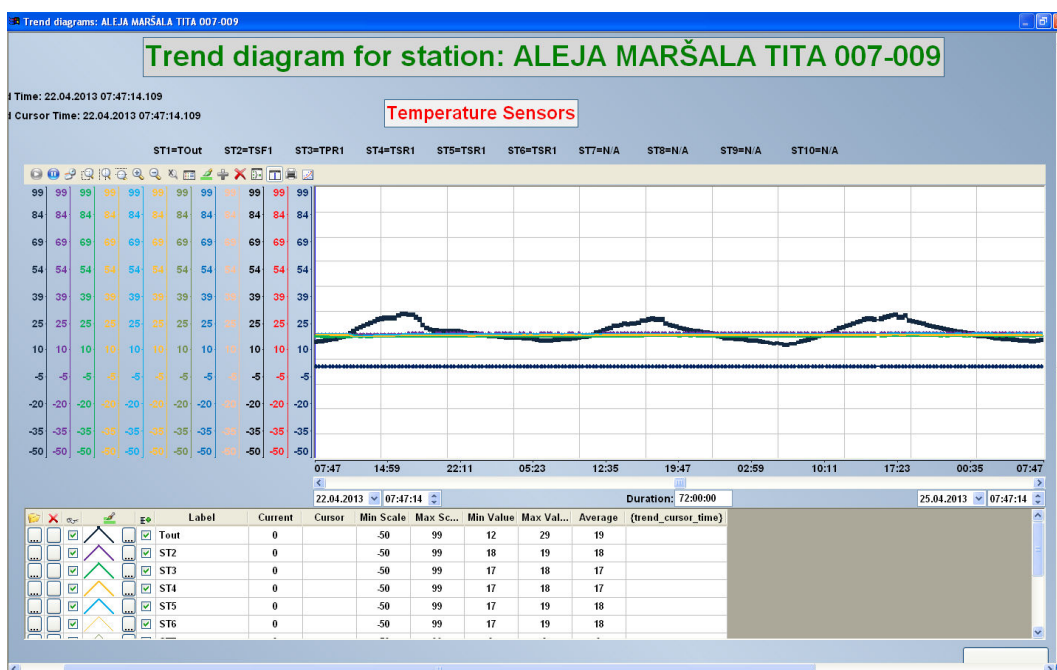
U prozoru trenutnog režima rada (**slika 38**) se nalaze podaci (za svaki krug zasebno, ovde ima samo jedan) o trenutnom stanju i traženom. To je prikaz koji se kontrolni mod zahteva od PLC-a i u kom se trenutno nalazi, koliko se pomera noćni režim u odnosu na dnevni (Setback offset), stanje cirkulacionih pumpi i elektromagnetnog ventila za dopunu sekundarnog sistema.

Ovaj prozor omogućava i daljinsko zaustavljanje i pokretanje sistema u podstanici.

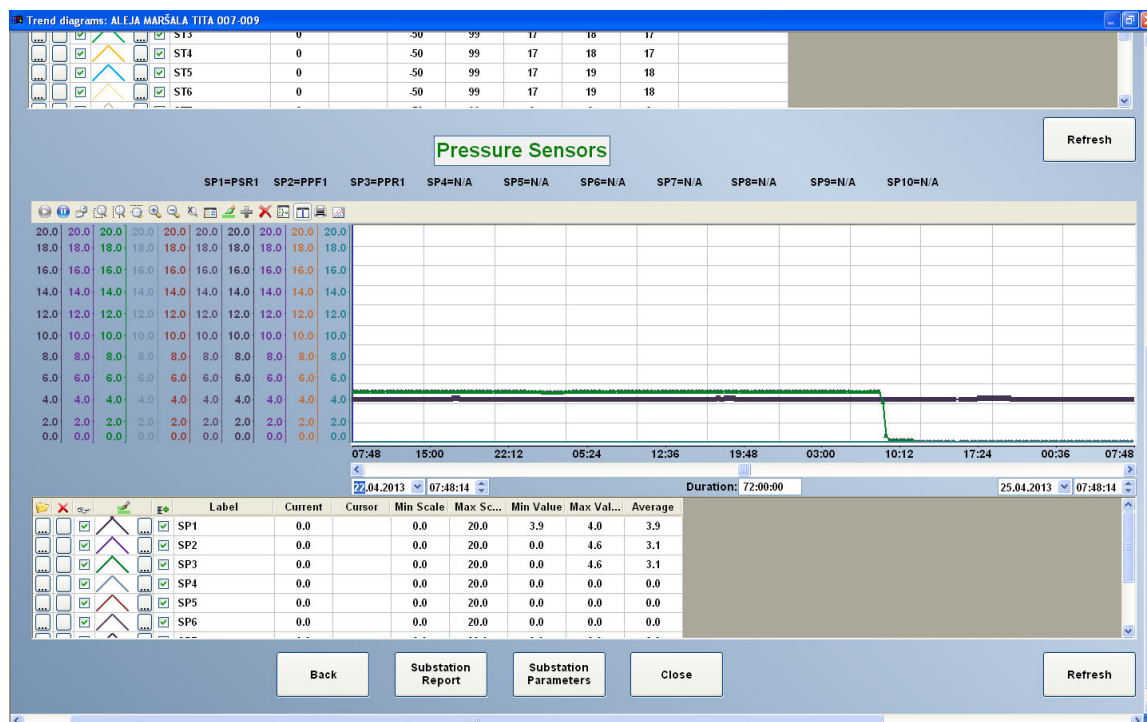


Slika 39. Komandni blok

U komandnom bloku se nalaze meni tasteri za sledeće akcije SCADA sistema:



Slika 40. Trend temperature



Slika 41. Trend pritisci

Prikaz promene merenih veličina temperatura i pritiska u vremenu (**slika 40 i 41**). Izbor željenih veličina za prikaz, njihovu boju itd. Određujemo u prozoru ispod dijagrama. Početno i krajnje vreme posmatranja definišemo u prozorima ispod dijagrama. Sa linijom za skrolovanje se može pomerati grafikon. Ovo je korisna alatka za analizu ponašanja sistema u toku vremena i pojava anomalija.

Stanici Izvjestaj: ALEJA MARŠALA TITA 007-009

ALEJA MARŠALA TITA 007-009

ID	time	ST1_mer...	ST2_mer...	ST3_mer...	ST4_mer...	ST5_mer...	ST6_mer...	ST7_mer...	ST8_mer...	ST9_mer...	ST10_mer...	SP1_mer...	SP2_mer...	SP3_mer...	SP4_mer...	SP5_mer...
1	2013.04.25. 07:36:26	15	18.4	17.7	17.6	18.7	18.4					3.9	0	0		
2	2013.04.25. 07:15:30	14.6	18.4	17.7	17.6	18.6	18.4					3.9	0	0		
3	2013.04.25. 06:55:08	14.1	18.3	17.6	17.5	18.5	18.3					3.9	0	0		
4	2013.04.25. 06:34:14	14	18.4	17.6	17.5	18.6	18.4					3.9	0	0		
5	2013.04.25. 06:13:56	14.3	18.4	17.6	17.5	18.5	18.4					3.9	0	0		
6	2013.04.25. 05:53:02	14.5	18.4	17.6	17.6	18.6	18.4					3.9	0	0		
7	2013.04.25. 05:32:39	14.5	18.4	17.7	17.6	18.6	18.4					3.9	0	0		
8	2013.04.25. 05:12:24	14.9	18.5	17.7	17.7	18.6	18.5					3.9	0	0		
9	2013.04.25. 04:51:30	14.9	18.3	17.6	17.5	18.5	18.3					3.9	0	0		
10	2013.04.25. 04:31:16	15.1	18.4	17.6	17.6	18.6	18.4					3.9	0	0		
11	2013.04.25. 04:10:17	15.4	18.5	17.8	17.7	18.6	18.5					3.9	0	0		
12	2013.04.25. 03:50:00	15.3	18.3	17.6	17.6	18.5	18.4					3.9	0	0		
13	2013.04.25. 03:29:03	15.6	18.3	17.7	17.6	18.5	18.4					3.9	0	0		
14	2013.04.25. 03:08:46	15.9	18.3	17.5	17.4	18.4	18.3					3.9	0	0		
15	2013.04.25. 02:47:50	16.3	18.4	17.7	17.6	18.6	18.4					3.9	0	0		
16	2013.04.25. 02:27:34	16.5	18.4	17.7	17.6	18.6	18.5					3.9	0	0		
17	2013.04.25. 02:06:40	16.8	18.4	17.7	17.7	18.7	18.5					3.9	0	0		
18	2013.04.25. 01:46:25	17	18.4	17.7	17.6	18.6	18.4					3.9	0	0		
19	2013.04.25. 01:25:30	17.2	18.4	17.7	17.6	18.6	18.5					3.9	0	0		
20	2013.04.25. 01:05:14	17.6	18.4	17.7	17.7	18.6	18.5					3.9	0	0		
21	2013.04.25. 00:44:36	18.2	18.5	17.7	17.6	18.7	18.5					3.9	0	0		
22	2013.04.25. 00:24:14	18.4	18.3	17.6	17.5	18.5	18.4					3.9	0	0		
23	2013.04.25. 00:03:36	18.8	18.3	17.6	17.5	18.5	18.4					3.9	0	0		

Condition

Select Period

From25.04.2013To25.04.2013

Sort

☐ ASCENDING

☒ DESCENDING

Limit

1000

Search

Export to CSV

Trend

Substation Parameters

Back

Slika 42. Substation report

Izveštaj o svim merenim veličinama podstanice u funkciji vremena. Na **slici 42** se nalazi samo nekoliko merenja temperature i pritiska, ali se horizontalnim sa skrol barom može pomerati po tabeli i prikazati sve merene veličine.

Ispod tabelarnog prikaza postoje prozori za određivanje posmatranog perioda, sortiranja, limitiranja broja prikaza i prenos podataka u CSV fajl radi dataljne analize, štampe itd.

Substation parameters

Povratak na tabelarni prikaz koji će biti zasebno detaljnije opisan.

The screenshot shows the 'ST Configuration' window. At the top, it says 'Type: Tip2' and 'ALEJA MARŠALA TITA 007-009'. There is a 'Select Station:' dropdown. The main section is 'ST Configuration' with a table of 10 columns (ST1 to ST10) and 5 rows of data. Below this is the 'SP Configuration' section with a similar table of 10 columns (SP1 to SP10) and 5 rows of data. The tables contain various numerical values and checkboxes.

Slika 43. ST Config

The screenshot shows the 'SP Configuration' window. It has a table with 10 columns (SP1 to SP10) and 5 rows of data. Below the table is a legend section with the following text:

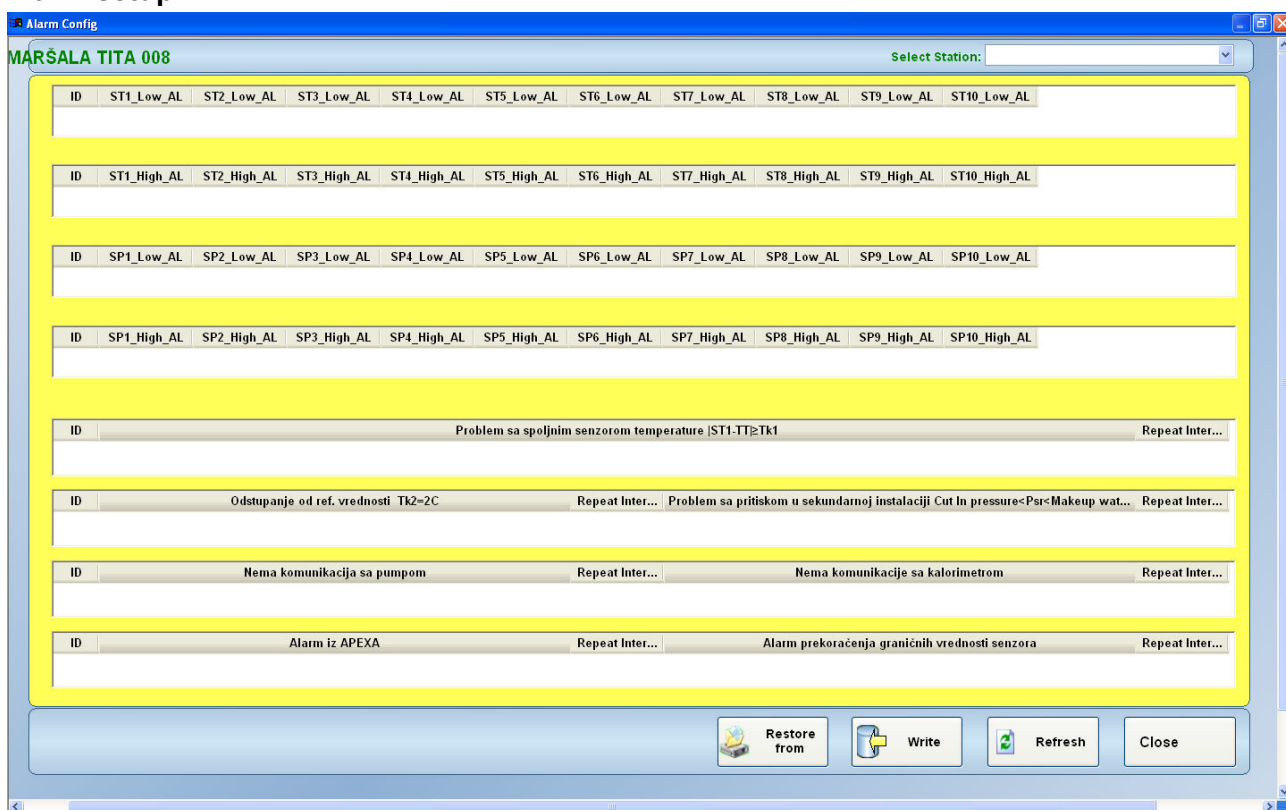
- 1.) T or P (Temperature or Pressure)
- 2.) P or S (Primary or Secondary)
- 3.) F or R (Forward or Return)
- 4.) 1 or 2 or 3 (Circuit Number)
- 5.) 1, 2, 3, ... (Sensor position in circuit)

 To the right of the legend is a section titled 'For Example: TSF11' with the text '- Temperature sensor, secondary side forward, in 1 the circuit, at 1 position'. At the bottom right, there are four buttons: 'Restore from', 'Write', 'Refresh', and 'Close'.

Slika 44. SP Config

Sa alatom substation parameters (*slika 43 i 44*) se definišu veze između fizičkih veličina i njihovog logičkog naziva. Potreba za ovakvim vezama se pojavila zbog postojanja različitih tipova (konfiguracija) podstanica (na određenom mestu senzori mere različite fizičke veličine) i različitih PLC-ova. Logička imena pojedinih merenja se ispisuju i na grafičkom prikazu podstanica zbog jednoobraznosti definisanja imena. Ako se iza imena nekog senzora stavi slovo „N“ to označava da u dotičnoj podstanici taj senzor fizički nepostoji, pa će umesto ispisa merene vrednosti uz njega biti ispisana oznaka „N/A“.

Alarm setup



Slika 45. Alarm setup

Postavljanje vrednosti i, algoritma i reakcija na pojedine greške.

Refresh

Osvežavanje podataka na prikazu. Ako je u online režimu osvežava se automatski, ali ako je u standarnom modu osvežava se svakih 20 minuta te može postojati potreba za osveženjem podataka.

Write

Kad se izdefinišu neke promene u sistemu na grafičkom prikazu, tek po pritiskanju ovog dugmeta se upisuju u PLC. Ako se ne izvrši ova komanda promene neće biti sprovedene.

Close

Zatvaranje prozora i povratak na pređašnji.

Informacije o radu prozora

Informacija o raspoloživoj količini podataka za prenos u okviru ugovorene (**slika 46**). U slučaju prekoračenja dozvoljene količine prenešenih podataka, sistem neometano radi ali je obračun po mnogo višim tarifama.

Remaing Credit: 189 MB

Slika 46. Preostali kredit



Slika 47. Trenutno vreme i datum

Ispisivanje trenutnog datuma i vremena (**slika 47**) u sistemu (system Time), datum i vreme zadnjeg očitavanja (tj podataka koji su prikazani).

Command Linijom se vrši prelaz u online režim rada ili povratak iz njega u standardni mod. U status liniji je ispisano u kom modu se nalazi komunikacija sa udaljenim stanicama.

Sa dugmetom print setup se definišu parametri štampanja (u fajl ili na štampač, format, rezolucija itd.) a sa dugmetom print se vrši štampanje.

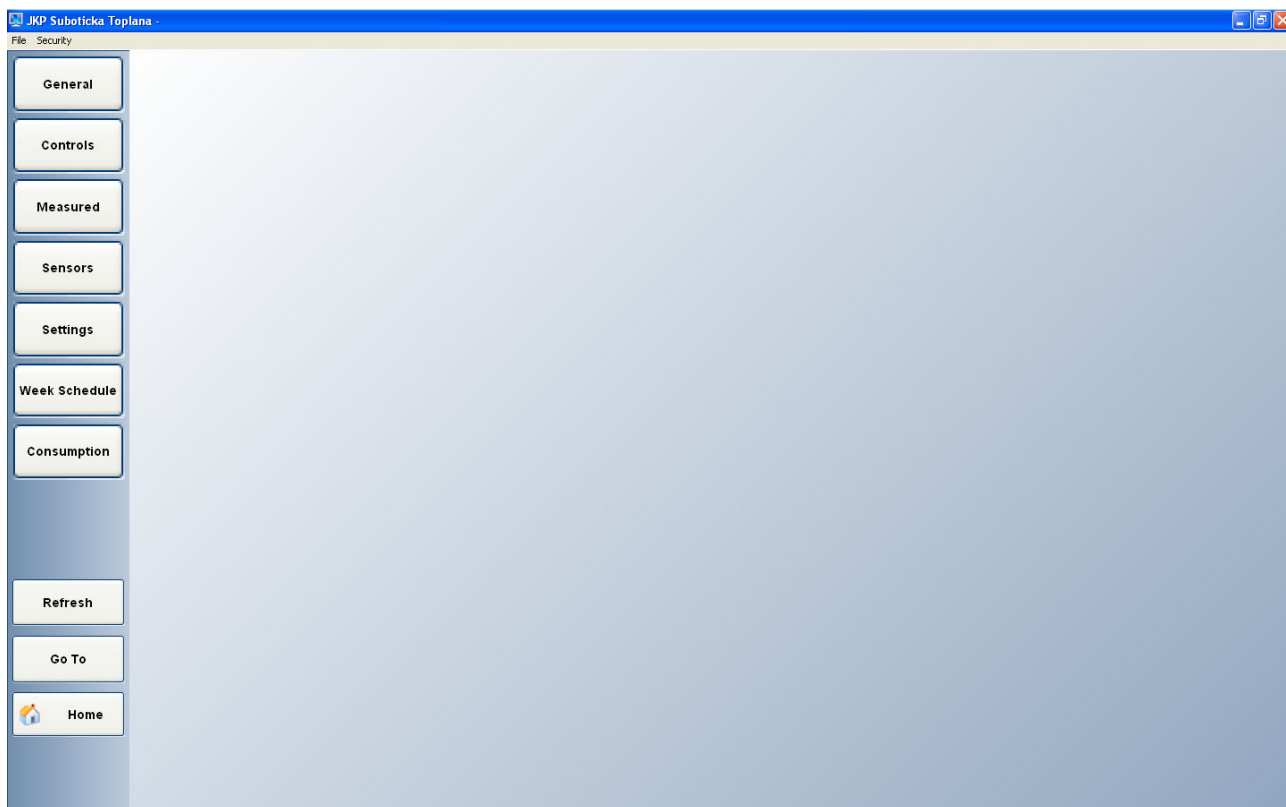
Tabelarni prikaz opis

Često se pojavljuje potreba za prikazom više podstanica i njihovih karakteristika istovremeno radi kvalitetnijeg upoređivanja rada i bolje analize. SCADA za podstanice JKP „SUBOTIČKA TOPLANA“ ima vrlo detaljno razrađen tabelarni prikaz.



Slika 48. Naslovna

Pritiskom na dugme substation parameters (**slika 48**) se prelazi na početnu stranu tabelarnog prikaza (**slika 49**).



Slika 49. Tabelarni prikaz početna strana

Zbog velikog broja parametara i merenih veličina u podstanicama i nemogućnosti njihovog preglednog prikaza na jednom ekranu, izvršeno je grupisanje po funkcionalnosti istih. Napravljene su grupe (**slika 49**) :

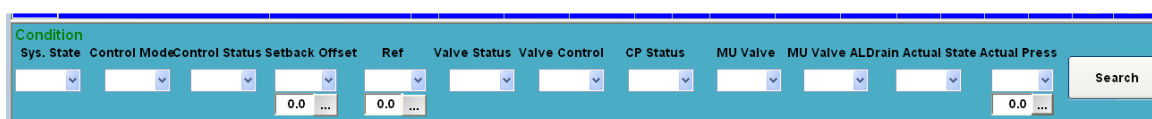
1. General_ parametri opšteg tipa koji su potrebni za rad sistema
2. Controls_ kontrolni parametri sistema
3. Measured_ merene veličine
4. Sensors_ senzori i njihova podešavanja
5. Settings_ podešavanje parametara podstanice
6. Week schedule_ nedeljna tabela „štedljivog“ rada
7. Consumption_ prikaz potrošnje

Opšti principi korištenja svih prozora

U svim tabelama se pojavljuju kolone sa nazivima:

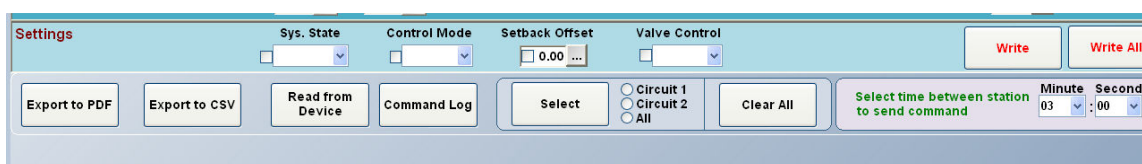
ID	je identifikacioni broj udaljene stanice
Adresa	adresa udaljene stanice
Time	Vreme zadnje izmene podataka posmatrane tabele
Circuit	broj posmatranog kruga grejanja

U svim prozorima postoji ekran za prikaz podataka i komandne linije za prikaz po određenoj vrednosti parametra i promenu podataka (**slika 50**).



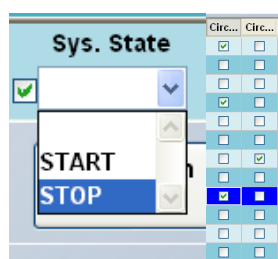
Slika 50. „General“ parametri

Za prikaz po određenoj vrednosti se padajućim menijem odabere parametar i njegova vrednost (ili dijapazon vrednosti) i pritisne dugme search. Ovim postupkom možemo izdvojiti prikazivanje grupe koja ima traženu karakteristiku i poboljšati preglednost tabele (**slika 51**).



Slika 51. Instrument tabla

Ako se žele grupne promene podataka treba navesti koji podatak se želi menjati i na koju vrednost (npr. obeležimo sys state i damo funkciju zaustavljanja podstanice) (**slika 52**). Osim zadavanja podataka koje želimo da menjamo treba se zadati i na koje se podstanice i krugove grejanja ta promena odnosi (aktiviranjem kukice na desnoj strani tabele u redu željene podstanice i koloni kruga na koji se odnosi).



Slika52. System state

Kad je promena izdefinisana nju treba upisati (write) u bazu podataka odakle se prosleđuje u udaljene stanice. Ako je promena takva da se treba upisati u sve podstanice, ali nesme istovremeno (npr istovremeno zatvaranje svih udaljenih podstanica na kraju sezone bi prouzrokovalo hidraulički udar u mreži) da se sprovede, onda treba zadati vremensko rastojanje između slanja odabranih komandi udaljenim stanicama (**slika 53**).

Slika 53. Zadavanje vremena

Ako se želi izvršiti sortiranje prikaza u tabeli po nekoj veličini (adresi, merenoj vrednosti ili parametru) , dovoljno je kliknuti na njeno ime u gornjem redu ispisa (**slika 54**).

ID	Adresa	Time	C...	Sys. State	Control...	Control...	Set...	Ref	Valve_S...	Valve_C...	CP1_S...	Mak...	Mak...	Drai...	Actu...	Circ...	Circ...
25	BAJNATSKA 036	2013.04.19. 03:19:44	1	LOCK	STANDBY	STANDBY	-3	10.0	CLOSING	AUTO	OFF	OFF	OFF	OFF	4.3	☐	☐
26	BAJNATSKA 038	2013.04.18. 13:13:09	1	LOCK	STANDBY	STANDBY	-6	10.0	CLOSING	AUTO	OFF	OFF	ON	OFF	3.0	☐	☐

Slika 54. Sortiranje prikaza

Ako postoji neka grupa podstanica koje se često žele posmatrati izdvojeno (npr. zbog praćenja promene pritiska na trasi), može se definisati kao grupa (profile) sa nekim imenom zadaje operater (**slika 55**). Kad se želi posmatranje samo tih podstanica klikom na njihovo ime sve ostale podstanice nestaju sa prikaza.

Slika 55. Grupa

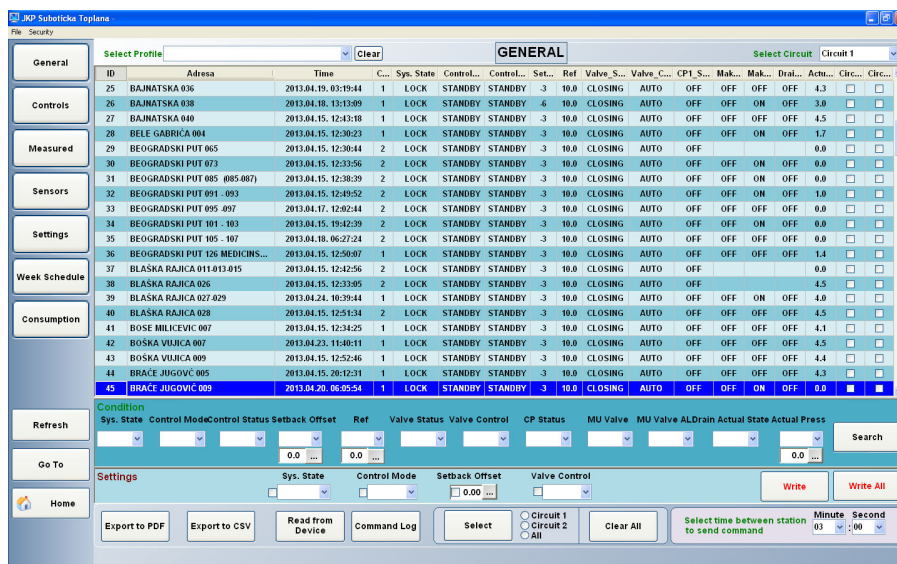
Često se događa da je broj merenih veličina i/ili parametara nepregledno ispisati sve, pa se rade podgrupe (npr po krugovima ili vrsti promenljivih), te se odabirom željenih podgrupa u padajućem meniju one prikažu (**slika 56**).

Slika 56. Krugovi i vrste promenljivih

Napomena: Sve operacije koje se sprovode preko ovog programa se arhiviraju uz ime i prezime operatera kao i vreme događaja. Arhiva se može isčitati kao dokazni materijal, i ne može se prepravljati !*(KLAB, 2013).

Opis prikaza parametara i merenih veličina pojedinih grupa.

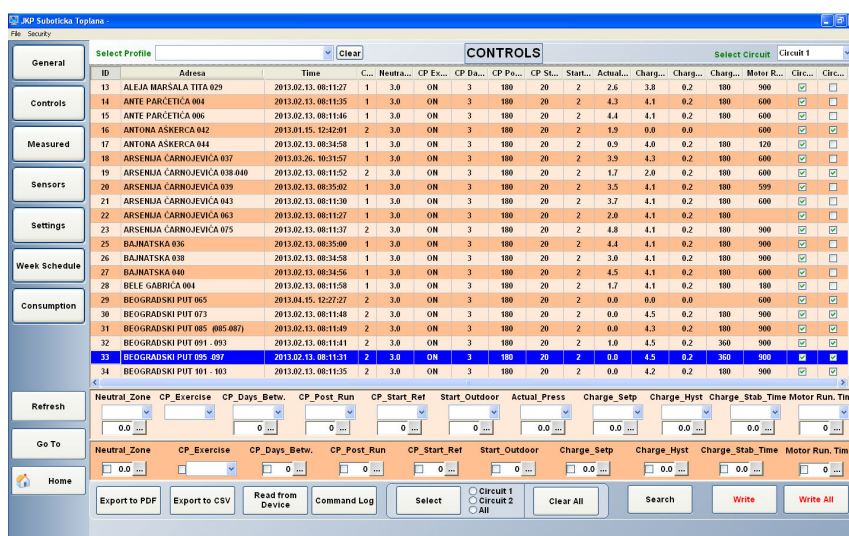
General



Slika 57. Osnovni podaci podstanica

Prikazuje generalne podatke (**slika 57**): Sys. State, Control mode Control status, Setback offset, Ref., Valve_status, Valve_control, CP1_status, Make_up_valve, Make_up_valve alarm, Drain_actual_state, Actual pressure.

Controls



Slika 58. Kontrolni parametri

- DOO KLAB, (2013), *Uputstvo za daljinski nadzor i upravljanje toplovodnih stanica*, strana 3, Subotica

Prikazuje kontrolne parametre (**slika 58**): Neutral zone, CP exercise, CP days between, CP post run, CP start ref, Start outdoor, Actual pressure bar, Charge set point, Charge hyst, Charge stab. time, Motor running time.

Measured

ID	Address	time	Circuit	ST1_mer...	ST2_mer...	ST3_mer...	ST4_mer...	ST5_mer...	ST6_mer...	ST7_mer...	ST8_mer...	ST9_mer...	ST10_mer...
14	ANTE PARČETIĆA 004	2013.04.19. 09:03:38	1	14.6	20.0	16.7	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	ANTE PARČETIĆA 006	2013.04.25. 10:48:18	1	19.4	16.9	16.5	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	ANTONA ASKERCA 042	2013.04.25. 10:55:59	2	22.0	20.0	19.6	19.9	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	ANTONA ASKERCA 044	2013.04.25. 10:54:37	1	19.0	22.1	21.0	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 037	2013.04.25. 11:03:37	1	19.7	17.9	16.8	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 038-040	2013.04.25. 10:50:48	2	24.0	18.1	18.3	18.1	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 039	2013.04.18. 09:27:55	1	12.9	13.9	13.0	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 043	2013.04.25. 11:02:56	1	14.2	16.6	16.8	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 063	2013.04.25. 11:04:21	1	25.8	18.7	18.4	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 075	2013.04.25. 11:00:40	2	18.8	17.2	16.9	16.6	16.3	16.2	16.8	16.5	16.3	0.0
24	BAJNATSKA 034	2013.04.17. 12:08:16	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	BAJNATSKA 036	2013.04.25. 10:57:19	1	21.6	18.0	17.5	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	BAJNATSKA 038	2013.04.25. 10:55:11	1	22.7	18.0	17.8	18.1	18.3	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0
27	BAJNATSKA 040	2013.04.25. 11:08:30	1	21.3	18.6	18.3	18.0	18.5	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0
28	BELE GABRIĆA 004	2013.04.25. 09:12:15	1	36.9	21.0	21.2	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	BEOGRADSKI PUT 065	2013.04.25. 11:02:40	2	18.7	21.4	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	BEOGRADSKI PUT 073	2013.04.25. 11:06:57	2	17.6	17.4	17.2	16.1	16.6	16.0	16.5	16.4	15.9	0.0
31	BEOGRADSKI PUT 085 (085-087)	2013.04.25. 10:50:23	2	21.1	19.1	19.5	18.8	18.7	18.8	19.2	19.2	0.0	0.0
32	BEOGRADSKI PUT 091 - 093	2013.04.25. 11:01:45	2	25.9	21.2	20.5	20.6	20.6	20.9	21.0	0.0	0.0	0.0
33	BEOGRADSKI PUT 095 - 097	2013.04.25. 10:52:45	2	26.1	21.2	20.6	20.9	21.4	20.9	20.9	20.9	20.8	0.0

Slika 59. Merene vrednosti

Prikazuje merene vrednosti za sve temperature pritiske kalorimetre i crkulacione pumpe (**slika 59**).

Sensors

ID	Adresa	Time	C...	km1_sn	km2_sn	km3_sn	km1_pos	km2_pos	km3_pos	Type	category	Check
12	ALEJA MARŠALA TITA 028	2013.02.13. 08:34:55	1	4596876			34136			Tip1	0	☐
13	ALEJA MARŠALA TITA 029	2013.04.23. 13:29:23	1	4596860			34136			Tip1	0	☐
14	ANTE PARČETIĆA 004	2013.04.15. 10:21:44	1	4596868			34136			Tip1	0	☐
15	ANTE PARČETIĆA 006	2013.04.22. 14:08:41	1	4596846			34136			Tip1	0	☐
16	ANTONA ASKERCA 042	2013.04.16. 07:36:52	2	6278943	6259412		33136119	33116116		Tip6a	0	☐
17	ANTONA ASKERCA 044	2013.04.13. 21:45:46	1	6604226			34136136			Tip2	0	☐
18	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 037	2013.03.26. 10:33:30	1	4596952			34178			Tip1	0	☐
19	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 038-040	2013.03.14. 16:55:46	2		6339162		34178	34178178		Tip6	0	☐
20	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 039	2013.04.16. 07:43:04	1	4596964			34178			Tip1		☐
21	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 043	2013.04.23. 14:34:04	1	4596947			34178			Tip1		☐
22	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 063	2013.03.26. 01:54:11	1	4596924			34178			Tip1		☐
23	ARSENJIJA ČARNOJEVIĆA 075	2013.03.25. 14:09:30	2	4706725	4706722		34178	34178		Tip6	0	☐
24	BAJNATSKA 034	2013.04.25. 11:07:38	1	4596962			34178			Tip1		☐
25	BAJNATSKA 036	2013.03.14. 00:37:51	1	4596960			34178			Tip2	0	☐
26	BAJNATSKA 038	2013.03.12. 13:01:06	1	4596954			34178			Tip2	0	☐
27	BAJNATSKA 040	2013.04.21. 14:19:38	1	4596959			34178			Tip2	0	☐
28	BELE GABRIĆA 004	2013.02.13. 08:35:07	1	6368024			33136136			Tip2	0	☐
29	BEOGRADSKI PUT 065	2013.02.13. 08:35:18	2	5162782	5162776		33136	33119		Tip4a	0	☐
30	BEOGRADSKI PUT 073	2013.04.09. 12:18:59	2	6305353	6305349		34178178	34178178		Tip6	0	☐
31	BEOGRADSKI PUT 085 (085-087)	2013.04.12. 16:07:28	2	6305350	6379688		34178178	34178178		Tip6	0	☐
32	BEOGRADSKI PUT 091 - 093	2013.04.09. 08:29:50	2	6305294	6305282		34137137	34137137		Tip8	0	☐
33	BEOGRADSKI PUT 095 - 097	2013.03.11. 14:22:59	2	6305290	6305284		34137137	34137137		Tip6	0	☐

Slika 60. Senzori

Prikazuje detaljne podatke za kalorimetre (serijski broj, numenklaturu,tip) logička imena i ofsete svih temperaturnih senzora i senzora pritiska (**slika 60**).

Settings

SETTINGS

ID	Adresa	Time	Circ...	Par Displacement	Flow	Temp	M...	Flow Temp	Min	Cut Out	At	Accum Time...	Accum Tem...	Circuit1	Circuit2
12	ALEJA MARŠALA TITA 028	2012.10.17. 20:04:38	1	1	90	10	18	1000	5.9						
13	ALEJA MARŠALA TITA 029	2012.10.17. 20:04:36	1	1	90	10	18	1000	12.0						
14	ANTE PARČETIĆA 004	2012.10.17. 20:04:35	1	4	90	10	18	1000	13.6						
15	ANTE PARČETIĆA 006	2012.10.17. 20:04:47	1	1	90	10	18	1000	11.2						
16	ANTONA ASKERCA 042	2012.10.17. 20:11:57	2	0	91	10	18	200	13.6						
17	ANTONA ASKERCA 044	2012.10.17. 20:04:50	1	5	90	10	18	200	15.1						
18	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 037	2012.11.14. 12:46:43	1	6	90	10	18	200	14.8						
19	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 038-040	2012.10.17. 20:12:17	2	1	90	10	18	200	16.5						
20	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 039	2012.10.17. 20:04:51	1	3	90	10	18	200	12.7						
21	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 043	2012.12.19. 08:25:53	1	5	90	10	18	1000	12.5						
22	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 063	2012.10.17. 20:04:39	1	3	90	10	18	1000	12.9						
23	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 075	2013.03.25. 15:38:29	2	3	90	10	240	1320	12.6						
25	BAJNATSKA 036	2012.10.17. 20:04:47	1	2	90	10	18	1000	12.8						
26	BAJNATSKA 038	2012.10.17. 20:04:51	1	4	90	10	18	250	15.2						
27	BAJNATSKA 040	2013.02.04. 12:53:30	1	1	90	10	18	1000	12.8						
28	BELE GABRIĆA 004	2012.10.17. 20:04:54	1	7	90	10	18	200	18.3						
29	BEOGRADSKI PUT 065	2012.12.07. 12:58:53	2	2	90	10	18	1000	12.3						
30	BEOGRADSKI PUT 073	2012.10.17. 20:11:58	2	3	90	10	18	200	12.7						
31	BEOGRADSKI PUT 085 (085-087)	2012.10.17. 20:11:56	2	3	90	10	18	200	15.0						
32	BEOGRADSKI PUT 091 - 093	2012.12.20. 10:43:14	2	2	90	10	18	200	15.9						
33	BEOGRADSKI PUT 095 097	2012.10.30. 11:25:33	2	2	90	10	18	200	15.2						

Par Displ. Flow T Max Flow T Min Cut Out At Acc Time Const

0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Par Displ. Flow T Max Flow T Min Cut Out At Acc Time Const

0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Export to PDF Export to CSV Read from Device Command Log Select Circuit 1 Circuit 2 All Clear All Search Write Write All

Slika 61. Podešavanja

Prikazuje postavke temperaturnih parametara sistema, parametara pritiska i parametre krive grejanja (**slika 61**).

Week schedule

WEEK SCHEDULE

ID	Address	Time	C.	SCH1	SCH2	SCH3	SCH4	SCH5	SCH6	SCH7	SCH8	SCH9	SCH10	SCH11	SCH12	Cn
11	ALEJA MARŠALA TITA 027	2012.10.15. 22:26:59	1	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	
12	ALEJA MARŠALA TITA 028	2012.10.15. 22:27:08	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
13	ALEJA MARŠALA TITA 029	2012.10.15. 22:27:02	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
14	ANTE PARČETIĆA 004	2012.10.17. 20:24:26	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
15	ANTE PARČETIĆA 006	2012.10.15. 22:27:07	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
16	ANTONA ASKERCA 042	2012.10.17. 20:31:31	2	22:00...	06:00...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	
17	ANTONA ASKERCA 044	2012.10.17. 20:24:11	1	06:00...	22:00...	06:00...	22:00...	06:00...	22:00...	06:00...	22:00...	06:00...	22:00...	06:00...	22:00...	
18	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 037	2012.10.15. 22:27:05	1	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	
19	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 038...	2012.10.17. 20:31:20	2	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	
20	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 039	2012.10.15. 22:27:02	1	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	
21	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 043	2012.10.15. 22:27:17	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
22	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 063	2012.10.15. 22:27:15	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
23	ARSENJKA ČARNOJEVIĆA 075	2013.03.25. 15:54:22	2	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	
25	BAJNATSKA 036	2012.10.17. 20:24:27	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
26	BAJNATSKA 038	2012.10.15. 22:26:58	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
27	BAJNATSKA 040	2012.10.15. 22:26:57	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
28	BELE GABRIĆA 004	2012.10.17. 20:24:12	1	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
29	BEOGRADSKI PUT 065	2012.10.17. 20:31:11	2	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	05:30...	22:45...	
30	BEOGRADSKI PUT 073	2012.10.17. 20:31:38	2	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	
31	BEOGRADSKI PUT 085 (085-0...	2012.10.17. 20:31:20	2	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	05:00...	22:30...	
32	BEOGRADSKI PUT 091 - 093	2012.10.17. 20:31:25	2	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	04:30...	22:15...	
33	BEOGRADSKI PUT 095 097	2012.10.17. 20:31:12	2	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	04:00...	22:00...	

Start Time Monday Start Tuesday Start Wednesday Start Thursday Start Friday Start Saturday Start Sunday Start

Stop Time Monday Stop Tuesday Stop Wednesday Stop Thursday Stop Friday Stop Saturday Stop Sunday Stop

Read from Device Command Log Select Circuit 1 Circuit 2 All Clear All Write

Slika 62. Nedeljni raspored

Prikazuje vremena prelazka na redukovan sistem rada i povratka iz istog za svaki dan u nedelji (*slika 62*).

Consumption

ID	Adresa	Circuit	KM1 Se...	KM2 Se...	Start Date	Start T...	End Date	End Tl...	Acc Ener...	Acc Ener...	Δ Energy1	Acc Ener...	Acc Ener...	Δ Energy2	Check
9	ALEJA MARŠALA TITA 025	1	4596879		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
10	ALEJA MARŠALA TITA 026	1	4281935		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
11	ALEJA MARŠALA TITA 027	1	4173561		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
12	ALEJA MARŠALA TITA 028	1	4596876		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
13	ALEJA MARŠALA TITA 029	1	4596860		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
15	ANTE PARČETIĆA 006	1	4596846		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
16	ANTONA ASKERCA 042	2	6278943	6259412	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
17	ANTONA ASKERCA 044	1	6604226		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
18	ARSENJUA ČARNOJEVIĆA 037	1	4596952		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
19	ARSENJUA ČARNOJEVIĆA 038...	2		6339162	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
21	ARSENJUA ČARNOJEVIĆA 043	1	4596947		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
22	ARSENJUA ČARNOJEVIĆA 063	1	4596924		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
23	ARSENJUA ČARNOJEVIĆA 075	2	4706725	4706722	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
25	BAJNATSKA 036	1	4596960		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
26	BAJNATSKA 038	1	4596954		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
27	BAJNATSKA 040	1	4596959		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
28	BELE GABRIĆA 004	1	6368024		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
29	BEOGRADSKI PUT 065	2	5162782	5162776	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
30	BEOGRADSKI PUT 073	2	6305353	6305349	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
31	BEOGRADSKI PUT 085 (085.0...	2	6305350	6379688	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
32	BEOGRADSKI PUT 091 - 093	2	6305294	6305282	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
33	BEOGRADSKI PUT 095 - 097	2	6305290	6305284	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
34	BEOGRADSKI PUT 101 - 103	2	6305291	6305295	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
35	BEOGRADSKI PUT 105 - 107	2	6305286	6305293	2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☐
36	BEOGRADSKI PUT 126 MEDIC...	1	6343803		2013.04.24	00:00:00	2013.04.25	00:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	☒

Sum (Δ Acc. E1) = 0.000 [MWh] Sum (Δ Acc. E2) = 0.000 [MWh] Sum (Δ Acc. E1 + Δ Acc. E2) = 0.000 [MWh]

Slika 63. Potrošnja toplotne energije

Prikazuje pojedinačnu i zbirnu energiju trenutnu i u zadatom intervalu (*slika 63*).

7. STUDIJA SLUČAJA

7.1. Cirkulaciono postrojenje – plivajući temelji

7.1.2. Analiza vibracije centrifugalnih pumpi CP1,CP2,CP3 i CP4

U cirkulacionom postrojenju sve pumpe su postavljene na plivajuće temelje, maksimalna dozvoljena vibracija za plivajuće temelje je **7,1 mm/s**. Usled vibracija većih od 7,1 mm/s može da dođe do ne osne usklađenosti izmedju motora i pumpe pa tako i problema u radu. Preporučljivo je da se na dužim vremenskim periodima vibracije centrifugalnih pumpi svedu ispod 5 mm/s, koja je i granica postavljena na SCAD-i u Subotičkoj Toplani.

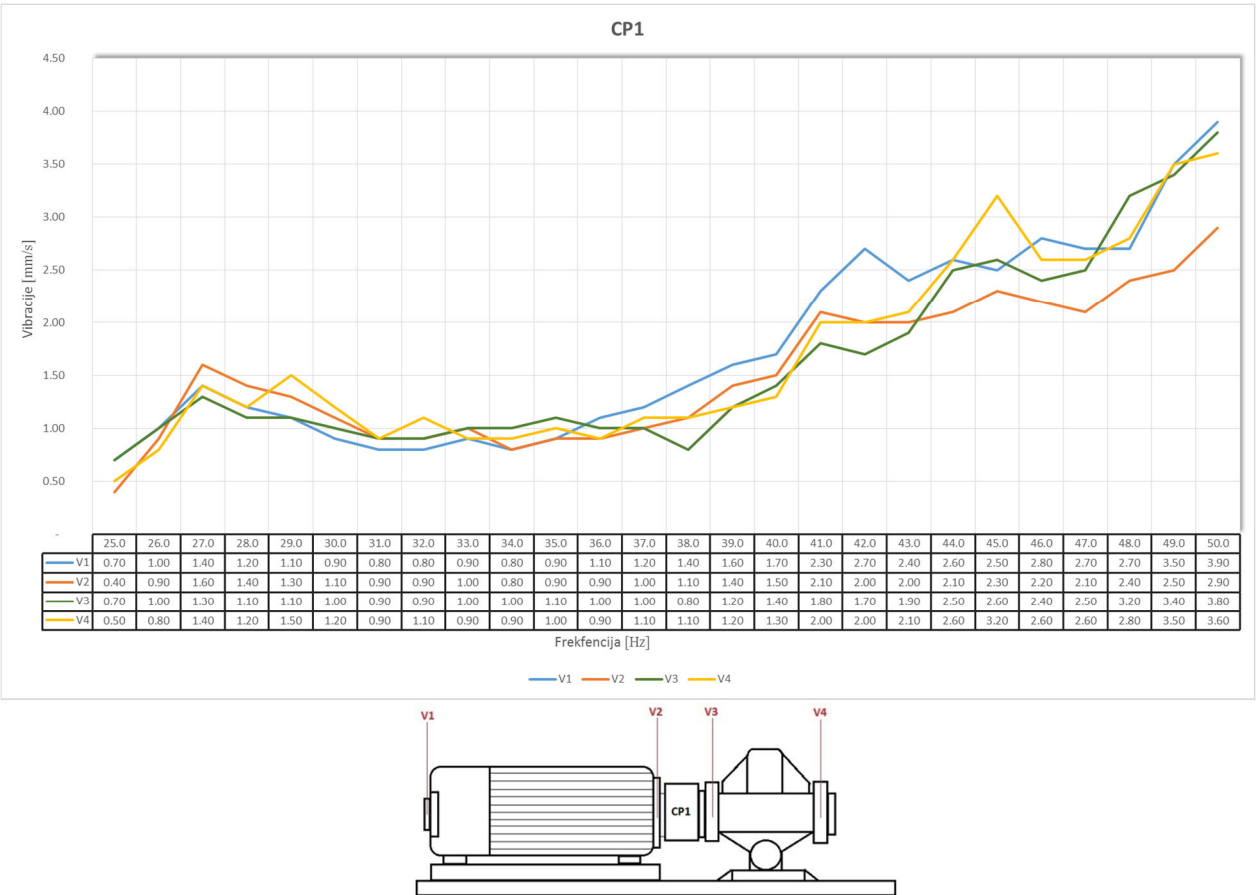
Na osnovu podataka prikupljenih sa SCADA - sistema u kontrolnoj sobi Subotičke Toplane izvršena je analiza vibracija centrifugalnih pumpi CP1,CP2,CP3 i CP4. Na slikama 18,19,20 i 21 prikazane su zavisnosti vibracija od frekfencije elektromotora za centrifugalne pumpe CP1,CP2,CP3 i CP4, kao i ukupno vreme rada svih centrifugalnih pumpi (**slika 64**).

Opseg ispitivanja je od 25Hz do 50hz. Iz tehničkih razloga nije bilo mogućnosti da se ispita na svim pumpama do opterećenja od 50Hz jer nije bilo otvoreno dovoljno podstanica, tako da se nije mogao postići maksimalni protok, odnosno maksimalna frekfencija od 50Hz.

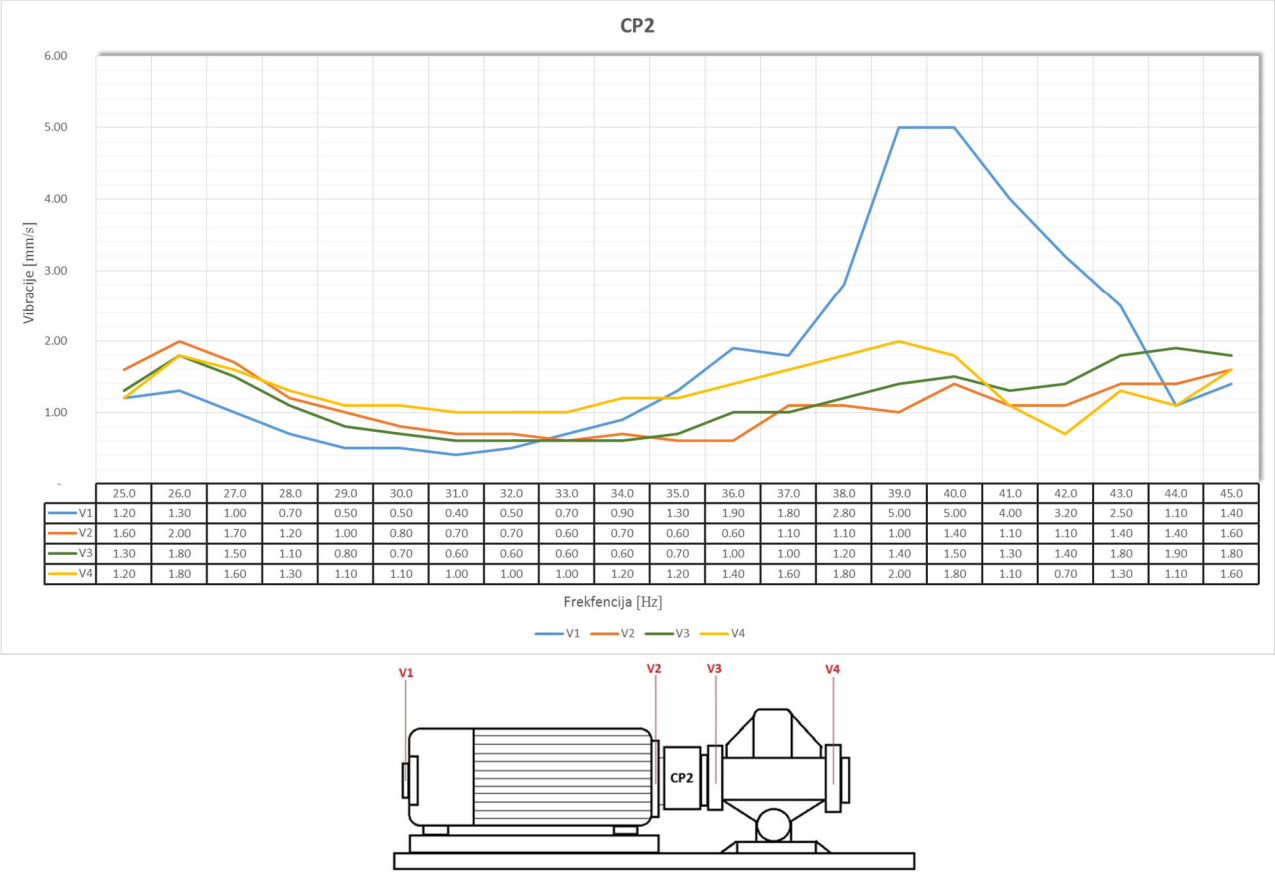
Centrifugalne pumpe CP1 i CP2 (**slika 65 i 66**) ne prelaze ni u jednoj tački kritičnu vibraciju od 5 mm/s, tako da one dugoročno mogu da rade u svim opsezima, dok centrifugalna pumpa CP3 (**slika 67**) ima mali pik na 29Hz u tački V3, 7mm/s. Pošto u ovom području CP3 praktično nikad neće raditi možemo zaključiti da i ona može dugoročno raditi bez havarije. Centrifugalna pumpa CP4 (**slika 68**) u više tačaka prelazi kritičnu vibraciju od 5mm/s, i to u onom opsegu u kojem pumpa najčešće radi. Ukupno vreme rada centrifugalne pumpe CP4 je 8330h, pa stoga možemo zaključiti da je i pre bilo problema sa ovom pumpom jer ima najmanje sati rada od svih ostalih pumpi.

Merenja u sistemu		
Vreme rada CP1:	13893	2
Vreme rada CP2:	9339	22
Vreme rada CP3:	12669	38
Vreme rada CP4:	8380	26
Vreme rada DP1:	19024	21
Vreme rada DP2:	11323	29
Broj uključenja CP1:	153	
Broj uključenja CP2:	138	
09/19/2013 10:17:56		

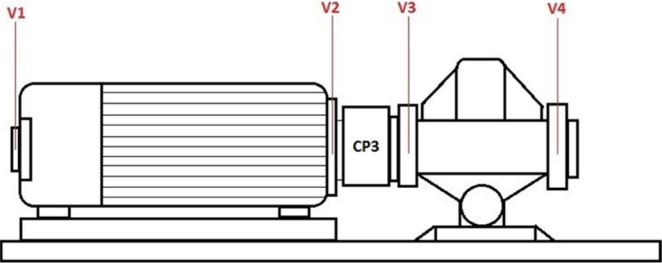
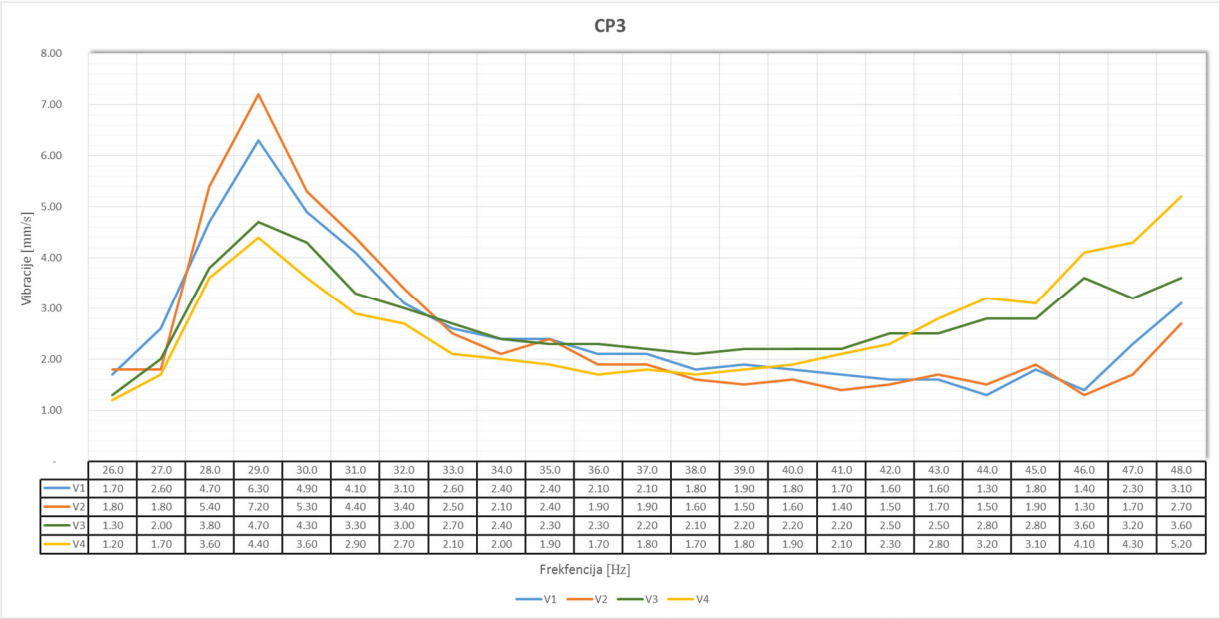
Slika 64. Ukupno vreme rada centr. pumpi CP1,CP2,CP3 i CP4



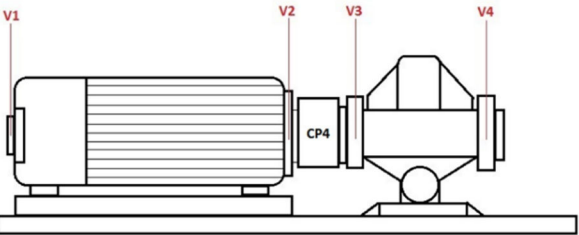
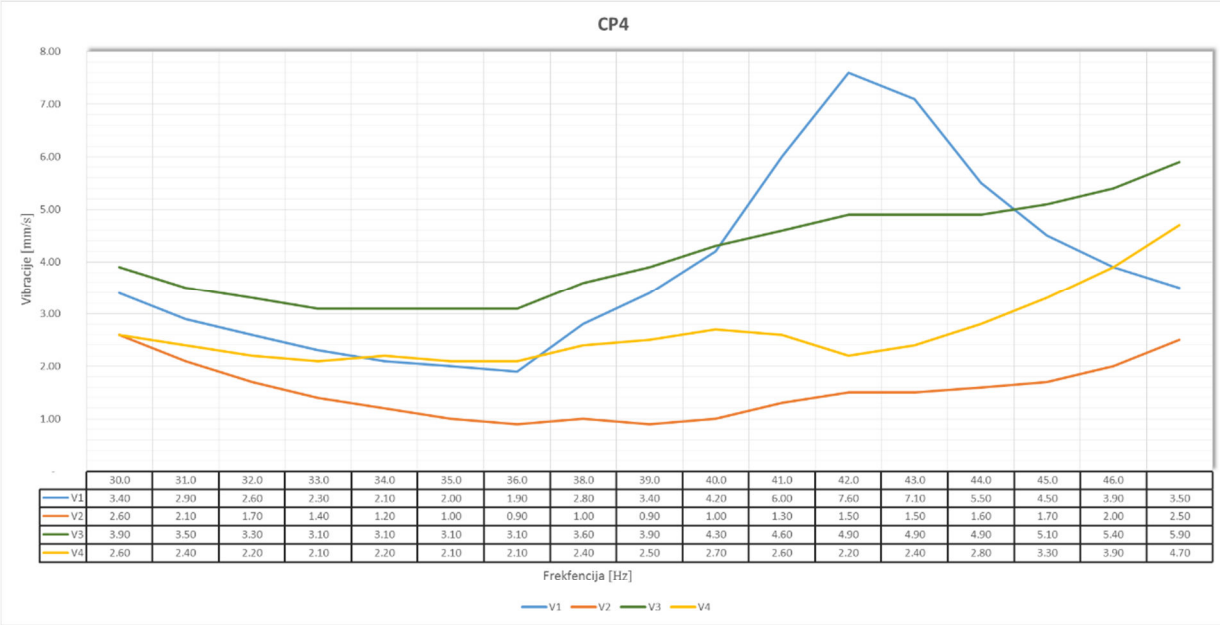
Slika 65. Vibracije centrifugalne pumpe CP1



Slika 66. Vibracije centrifugalne pumpe CP2



Slika 67. Vibracije centrifugalne pumpe CP3



Slika 68. Vibracije centrifugalne pumpe CP4

7.2. Kotlovsko postrojenje-temeljne vibracije

7.2.1. Analiza vibracija uležištenja ventilatora svežeg vazduha za kotao od 58 mw

Prema standardima **vibracije uležištenja na čvrstoj podlozi ne bi smele biti veće od 5,1 mm/s**, a vrednost pri kojoj kotao prestaje sa radom u JKP SUBOTIČKA TOPLANA je **20mm/s**.

Prvo ćemo analizirati maksimalne zabeležene vibracije u periodu grejne sezone 2012/2013

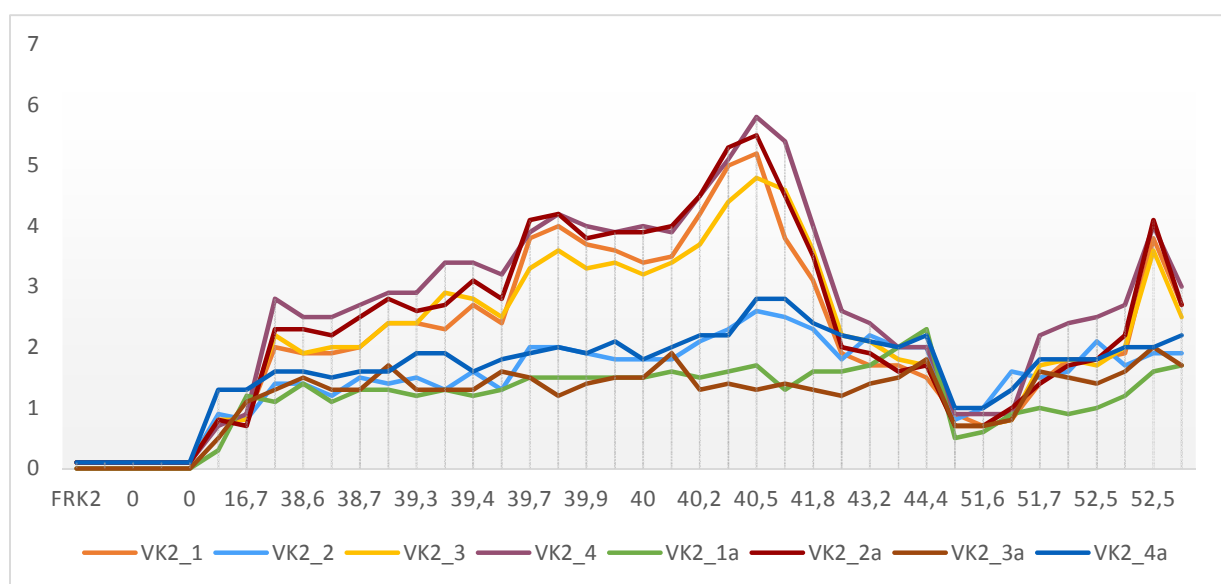
U **tabeli 1** su prikazane vrednosti na tri senzora sa uležištenja ventilatora svežeg vazduha od 58MW, VK2_4 nije prikazan budući da on nije registrovao prekomerne vrednosti vibracija.

DV	DV	VK2_1	DV	DV	VK2_2	DV	DV	VK2_3
1.8.2013	11:00:00	10	1.8.2013	11:00:00	10	1.8.2013	11:00:00	10
27.3.2013	7:15:00	7,9	5.9.2013	4:30:00	10	13.12.2012	7:45:00	8,2
23.3.2013	5:15:00	7,6	5.9.2013	4:45:00	10	21.12.2012	17:15:00	8
27.3.2013	8:00:00	7,6	6.9.2013	3:45:00	10	21.12.2012	17:30:00	8
14.11.2012	14:00:00	7,5	25.1.2013	6:15:00	7,7	21.12.2012	18:15:00	8
23.3.2013	6:30:00	7,5	25.3.2013	9:00:00	7,5	21.12.2012	18:30:00	8
26.3.2013	8:00:00	7,5	16.9.2013	9:30:00	7,5	22.12.2012	8:15:00	8
26.3.2013	9:45:00	7,5	18.1.2013	5:00:00	7,3	15.12.2012	5:45:00	7,9
26.3.2013	10:45:00	7,5	25.1.2013	4:15:00	7,3	23.12.2012	6:15:00	7,9
26.3.2013	4:45:00	7,4	25.1.2013	19:15:00	7,3	23.12.2012	6:30:00	7,9
14.11.2012	14:15:00	7,3	10.12.2012	3:45:00	7,1	22.12.2012	7:45:00	7,8
14.11.2012	14:30:00	7,3	8.1.2013	6:45:00	7,1	8.12.2012	12:45:00	7,7
14.11.2012	14:45:00	7,3	25.1.2013	4:45:00	7,1	22.12.2012	5:15:00	7,7
16.3.2013	8:45:00	7,3	25.3.2013	5:45:00	7,1	22.12.2012	7:00:00	7,7
17.3.2013	3:15:00	7,3	18.1.2013			8.12.2012	13:30:00	7,6
17.3.2013	3:30:00	7,3	25.1.2013			8.12.2012	14:30:00	7,6
24.3.2013	7:30:00	7,3	25.1.2013			8.12.2012	15:00:00	7,6
25.3.2013	19:00:00	7,3	28.1.2013			8.12.2012	16:00:00	7,6
26.3.2013	5:15:00	7,3	25.3.2013			10.12.2012	22:00:00	7,5
26.3.2013	10:15:00	7,3	25.3.2013			12.12.2012	7:30:00	7,5
26.3.2013	11:00:00	7,3	25.1.2013			21.12.2012	18:00:00	7,5
14.11.2012	15:00:00	7,2	25.3.2013			22.12.2012	6:30:00	7,5
16.3.2013	5:30:00	7,2	8.1.2013			23.12.2012	6:00:00	7,5
16.3.2013	8:15:00	7,2	25.1.2013			8.12.2012	14:15:00	7,4
17.3.2013	7:30:00	7,2	25.3.2013			8.12.2012	14:45:00	7,4
23.3.2013	5:30:00	7,2	28.3.2013			22.12.2012	4:30:00	7,4
23.3.2013	5:45:00	7,2	29.3.2013			23.12.2012	5:30:00	7,4

24.3.2013	4:00:00	7,2	18.1.2013			8.12.2012	13:45:00	7,3
25.3.2013	19:15:00	7,2	24.1.2013			8.12.2012	15:45:00	7,3
26.3.2013	8:15:00	7,2	24.1.2013			8.12.2012	16:15:00	7,3
26.3.2013	10:30:00	7,2	25.1.2013			12.12.2012	8:30:00	7,3
27.3.2013	6:15:00	7,2	25.1.2013			21.12.2012	16:45:00	7,3
27.3.2013	7:00:00	7,2	25.1.2013			22.12.2012	7:15:00	7,3
27.3.2013	7:45:00	7,2	25.3.2013			8.12.2012	14:00:00	7,2
5.3.2013	6:30:00	7,1	19.1.2013			12.12.2012	5:30:00	7,2
16.3.2013	4:45:00	7,1	24.1.2013			23.12.2012	5:45:00	7,2
16.3.2013	6:30:00	7,1	25.1.2013			8.12.2012	13:00:00	7,1
17.3.2013	16:30:00	7,1	25.1.2013			8.12.2012	15:30:00	7,1
17.3.2013	17:00:00	7,1	25.3.2013			11.12.2012	5:45:00	7,1

Tabela 1. Dijagram vibracija ventilatora svežeg vazduha

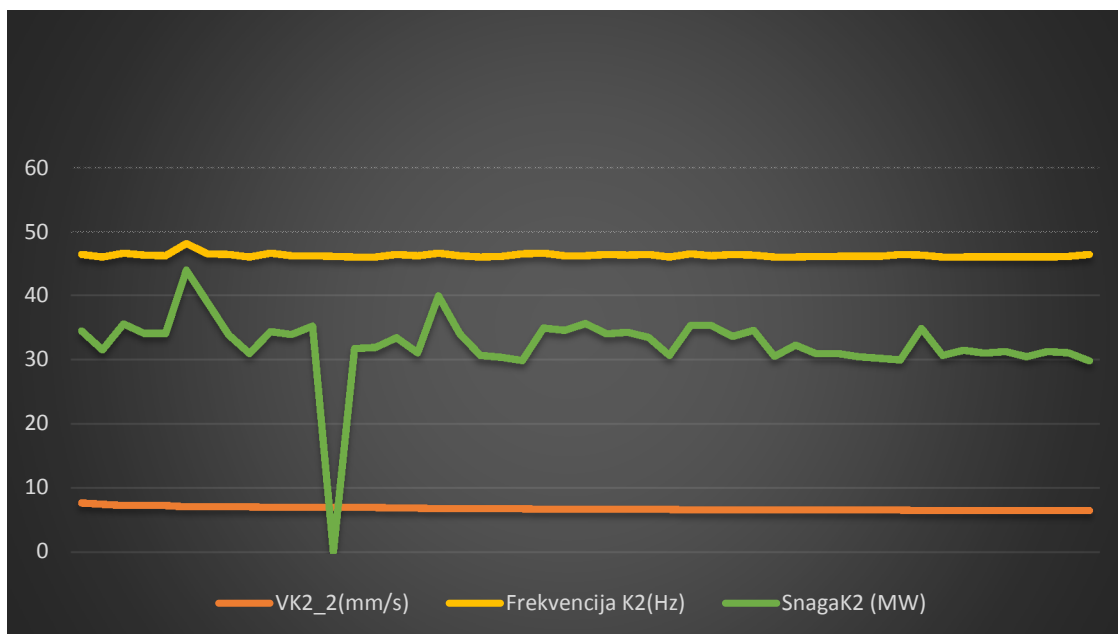
Tokom remontnog perioda 2013 godine izvršena je zamenu prednjeg i zadnjeg ležaja na motoru 315Kw kao i osno centriranje osovine motora na spojnicu ventilatora. Daljom vibrodijagnostikom je utvrđeno da se kritične vibracije javljaju i dalje na frekvencijama od 40 do 41.5 hz što možemo videti na sledećem dijagramu 12.



Dijagram 1. Dijagram vibracija ventilatora svežeg vazduha

Na **dijagramu 1**, možemo videti dijagnostiku vibracija na uležištenju ventilatora od vrelovodno kotla 58 MW dana 14.11.2013 .

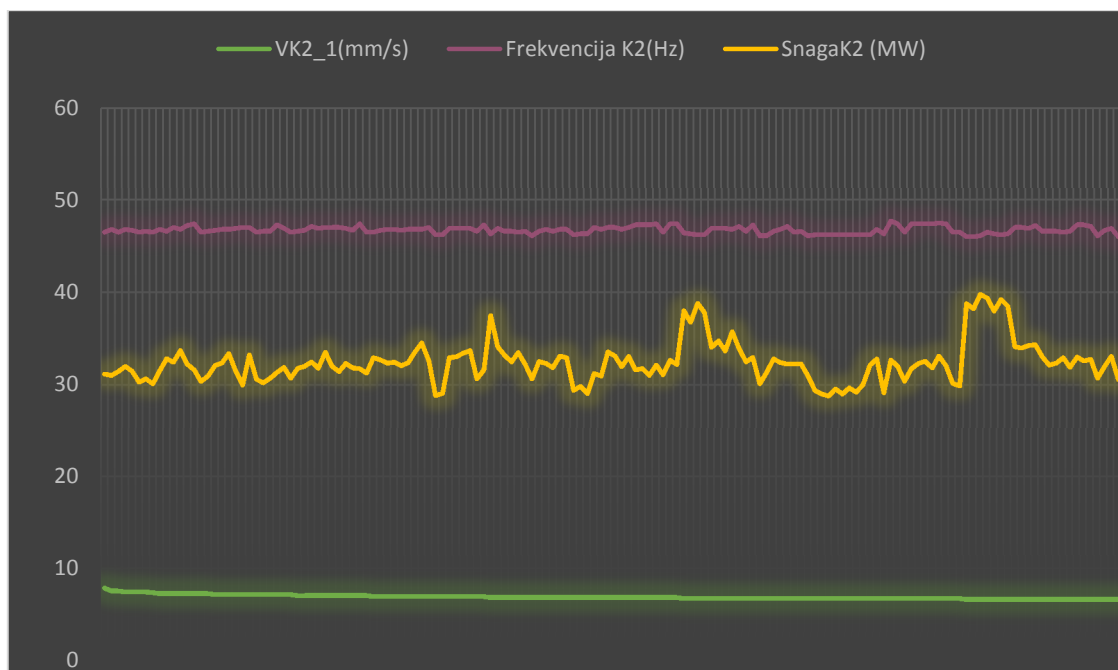
Na sledećim **dijagramima 2,3,4,5 i 6** možemo da vidimo kakvo je stanje bilo tokom prošle grejne sezone odnosno dijagrame maksimalnih zabeleženih vrednosti vibracija na uležištenju ventilatora vrelovodnog kotla 58 MW. Na ovim dijagramima prikazan je odnos snage, frekvencije i vibracija.



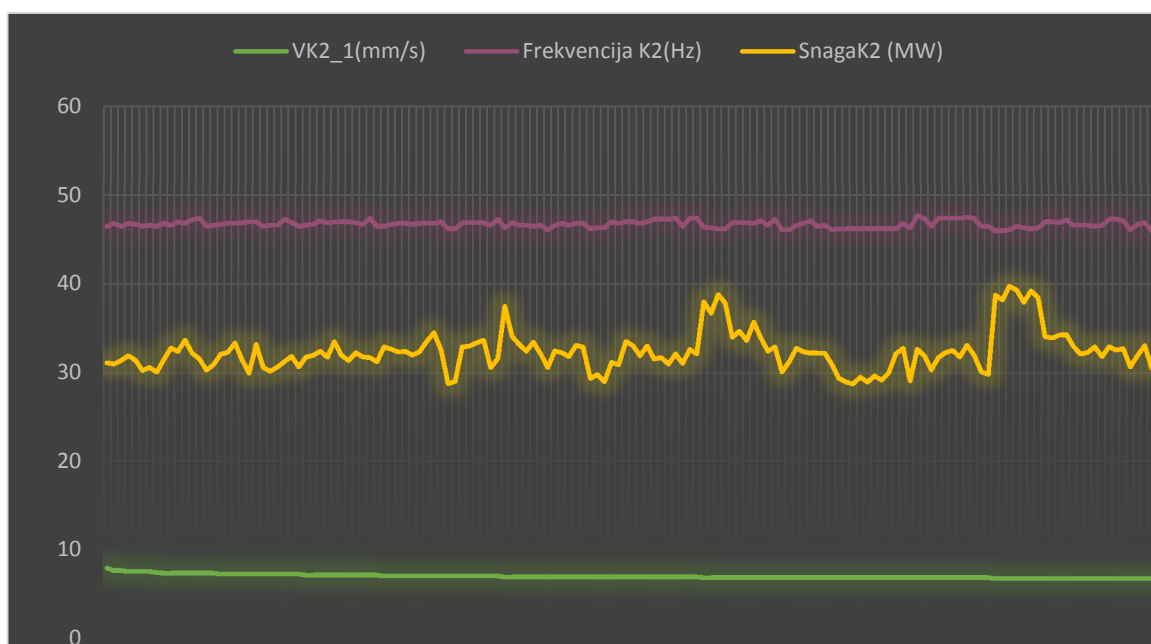
Dijagram 2. Odnos snage, frekvencije i vibracija za vent. svežeg vazduha 58MW

Na **dijagramu 2** možemo videti kako su se kretale vrednosti snage i frekvencije prilikom kritičnih vibracija na senzoru VK2_2, isto tako možemo da vidimo i kada su se dešavali ispadi motora ventilatora i to jedan 28.1.2013 u 17.15.

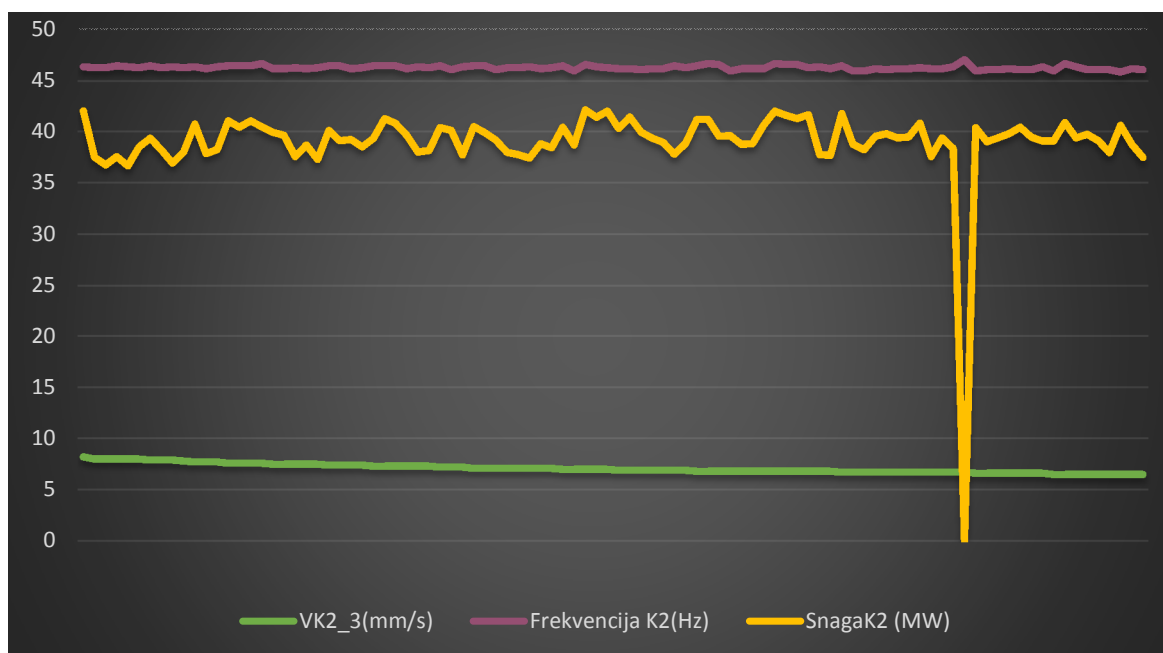
Na sledećim **dijagramima 3, 4, 5 i 6**, vidimo maksimalne vibracije u prethodnoj grejnoj sezoni za VK2_1, 3, 4 kao i vrednosti snaga i frekvencija u trenutku pojavljivanja tih istih.



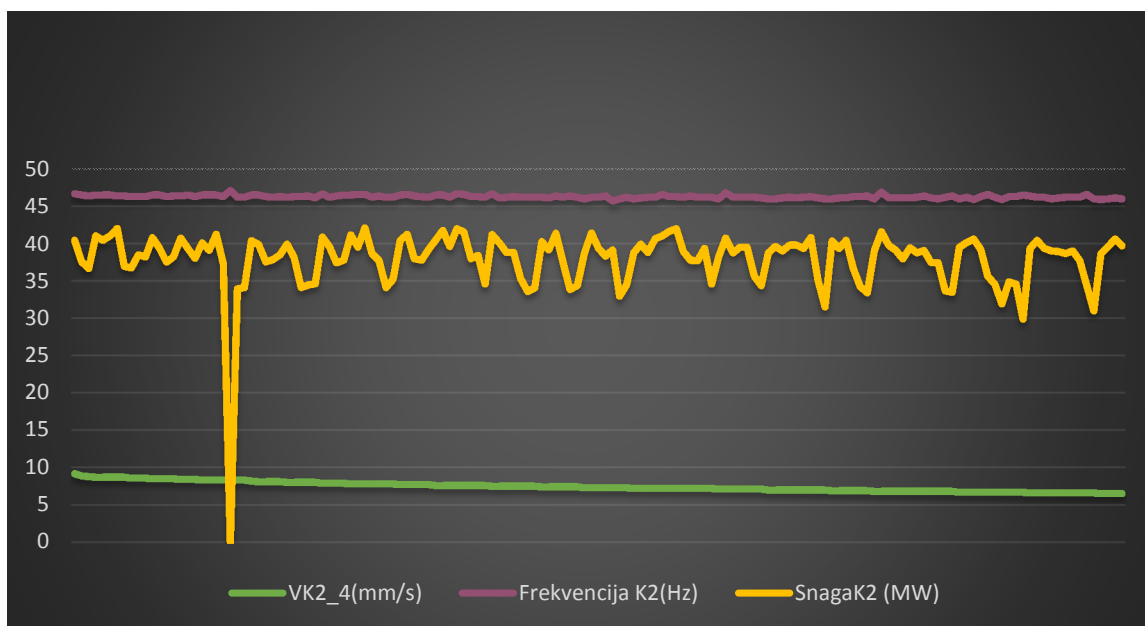
Dijagram 3. Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekvencije



Dijagram 4. Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekvencije



Dijagram 5. Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekvencije



Dijagram 6. Maksimalne vibracije na vent. svežeg vazduha 58MW i odnos snage i frekfencije

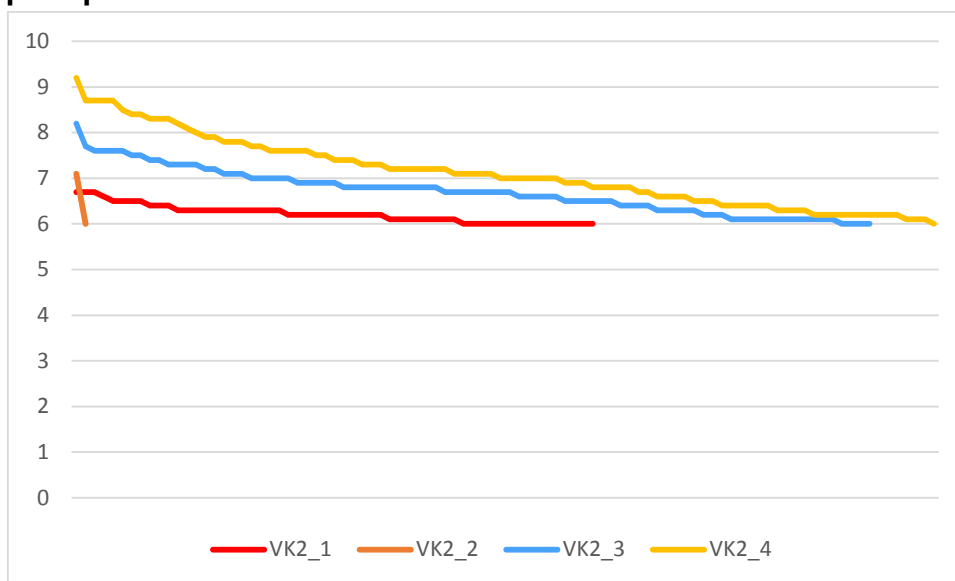
Kao što možemo da vidimo sistem praćenja preko SCADA sistema je uveliko efikasan i bezbedan. Svi parametri su praćeni, svi ti parametri imaju kritične vrednosti koje su upisane u program programabilnog logičkog kontrolera koji isključuje sistem ukoliko dođe do prevelikih vrednosti vibracija npr. protoka u kotao, prevelikog pritiska vode iz grada, u grad, itd..

7.2.2. Vibracije na uležištenju ventilatora za ubacivanje svežeg vazduha na kotlu 58mw u periodima

U narednom izlaganju će se detaljnije proučiti vibracije tokom raznih perioda prošle grejne sezone.

- A) 7.12-13.12.2012**
- B) 15.01-30.01.2013**
- C) 15.03-30.03.2013**

A) Ispitni period 7.12-13.12.2012

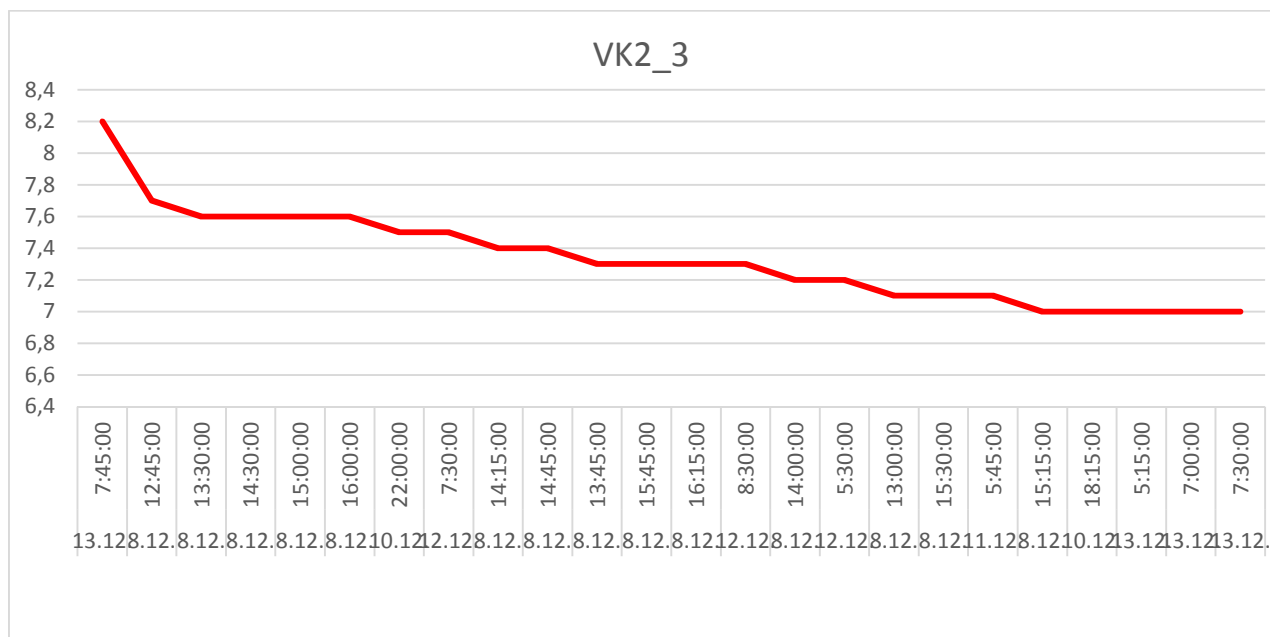


Dijagram 7. Maksimalne zabeležene vibracije na VK2

Na **dijagramu 7** data su stanja vibracija većih od 6 na sva 4 senzora za merenje vibracija na uležištenju ventilatora kotla VK2 u periodu 7.12-13.12.

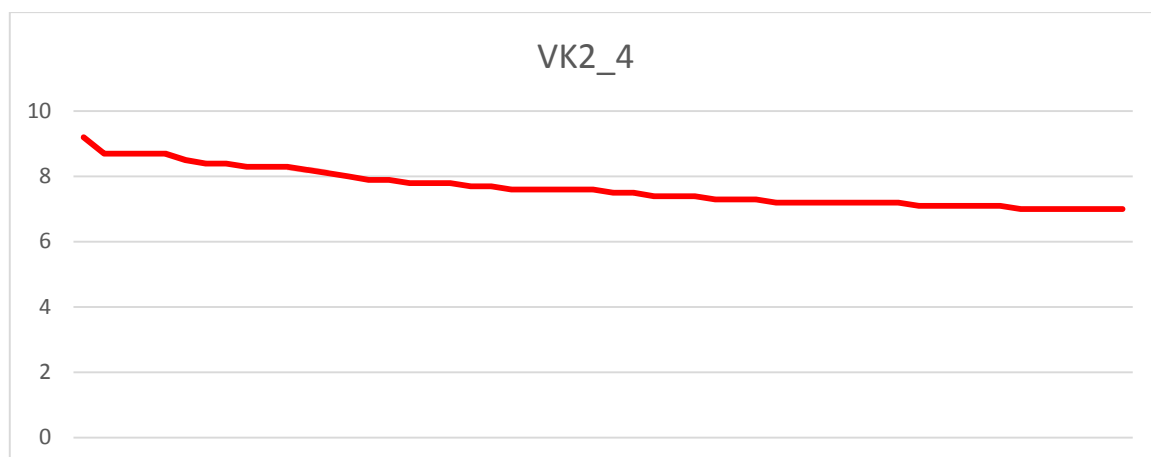
Kao kritična mera uzeta je vrednosti veća od 6mm/s radi uprošćenja.

Možemo uočiti da su najveće i najučestalija vibracije bile na senzoru VK2_4 i 3, a malo manje i ne tako učestane na VK2_2 i 1, tako da će se na sledećim dijagramima detaljnije predstaviti vibracije na VK2_3 i 4:



Dijagram 8. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-3

Kao vrednosti za **dijagram 8 i 9**, uzete su vrednosti veće od 7 mm/s radi pojednostavljenja.



Dijagram 9. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-4

Kao što možemo da zaključimo na uležištenju ventilatora vrelovodnog kotla 58MW u periodu koje je uzeto za analizu 7.12-13.12.2012 zabeležene su preko senzora vibracija veoma učestane i prekomerne vibracije, pogotovo na senzorima VK2_4 i 3.

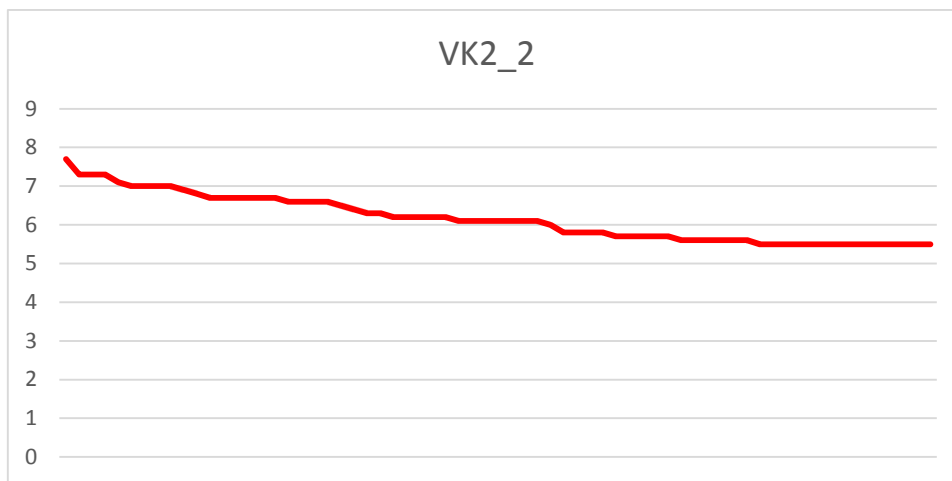
Uzročnik ovih problema nagleda se u nedovoljno dobroj konstrukciji uležištenja ventilatora, čak i posle zamene prednjeg i zadnjeg ležaja na motoru od 315 kW u remontnom periodu 2013, problem sa prekomernim vibracijama se i dalje.

Naime 14.11.2013 izvršeno je puštanje kotla od 58 MW i tamo su registrovane vibracije veće od 5mm/s na frekvenciji između 40 i 41,5 hz.

Potrebno je učvrstiti ili dopuniti uležištenje motora za ventilator 58-ice sa betonskom masom, ili zavarivanjem napraviti čvršće veze u uležištenju.

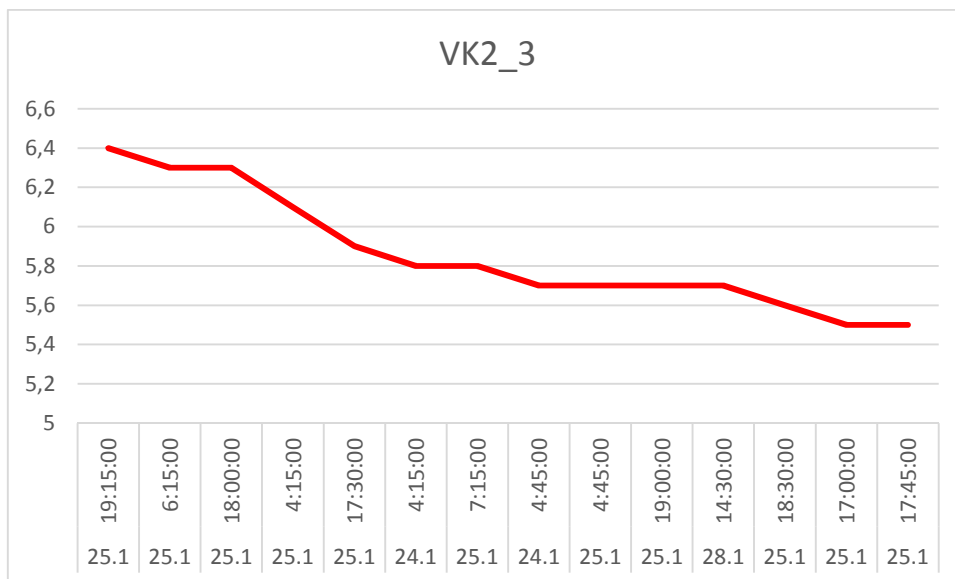
B) Ispitni period 15.01-30.01.2013

U narednim dijagramima biće prikazane prekomerne vrednosti koje su zabeležene na senzorima VK2_2,3,4, na VK2_1 nije zabeležena nijedna previsoka vibracija u gore navedenom periodu.

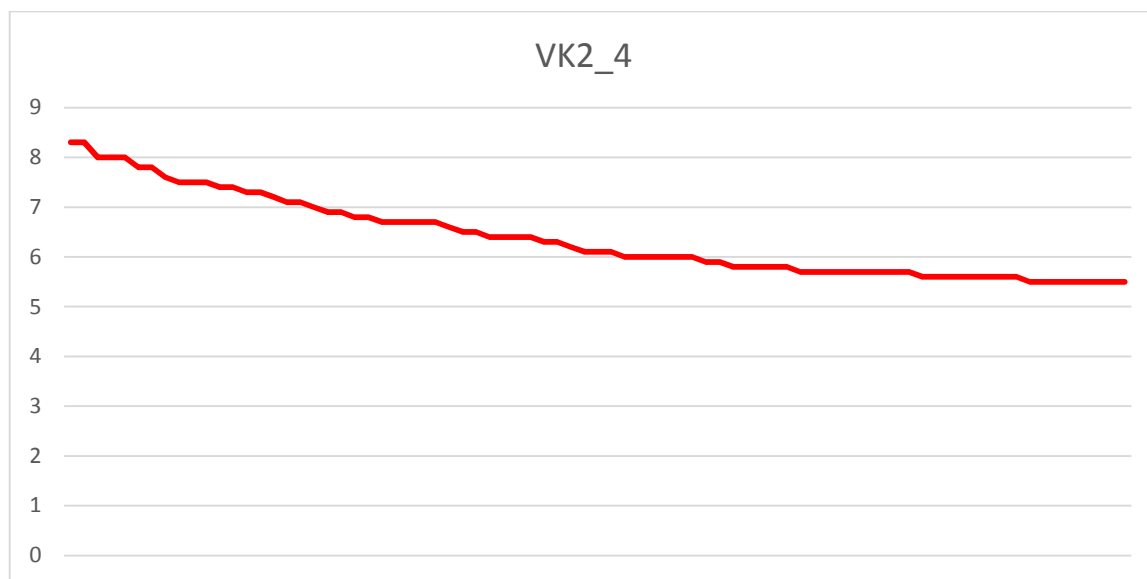


Dijagram 10. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-2

Možemo da vidimo da je na VK2_3 (**dijagram 11**) bilo odstupanja od nominalne vrednosti ali zaista u veoma maloj učestanosti, i nije zabeležena vibracija veća od 6.4 za navedeni period.



Dijagram 11. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-3



Dijagram 12. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-4

Vidimo da je na VK2_4 (**dijagram 12**) zabeležen popriličan broj prekomernih vibracija i da su najveće bile 8,3 u gore navedenom periodu od 15.01-30.01.2013

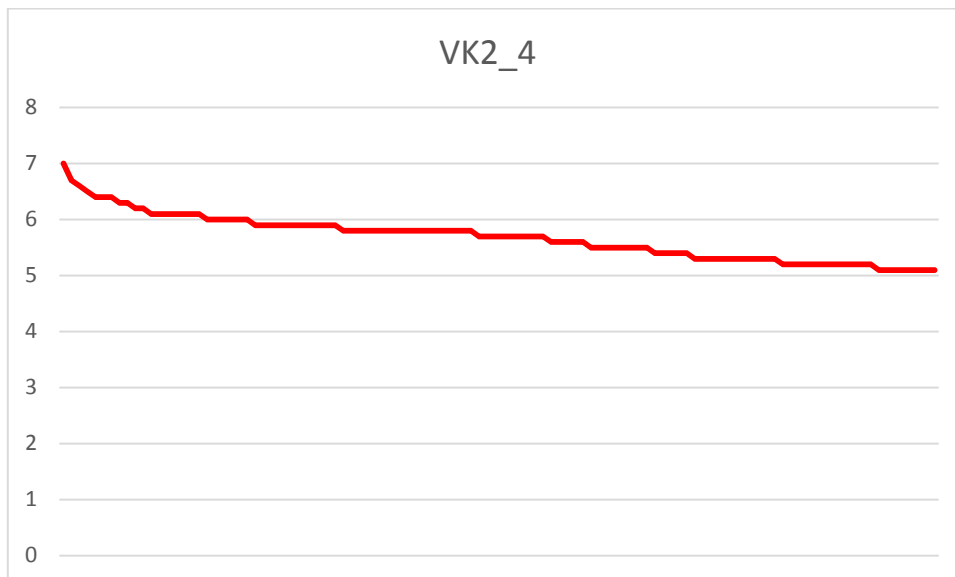
Možemo zaključiti da su u periodu od 15 do 30 januara najveće zabeležene vibracije bile na senzorima uležištenja ventilatora VK2_2 i 4.

Uležištenje motora za ventilator nije dovoljno dobro, osciliralo je već pri navedenoj frekvencije od 41 hz i senzori su izmerili prevelike vibracije.

Rešenje problema se ogleda u učvršćivanju uležištenja motora

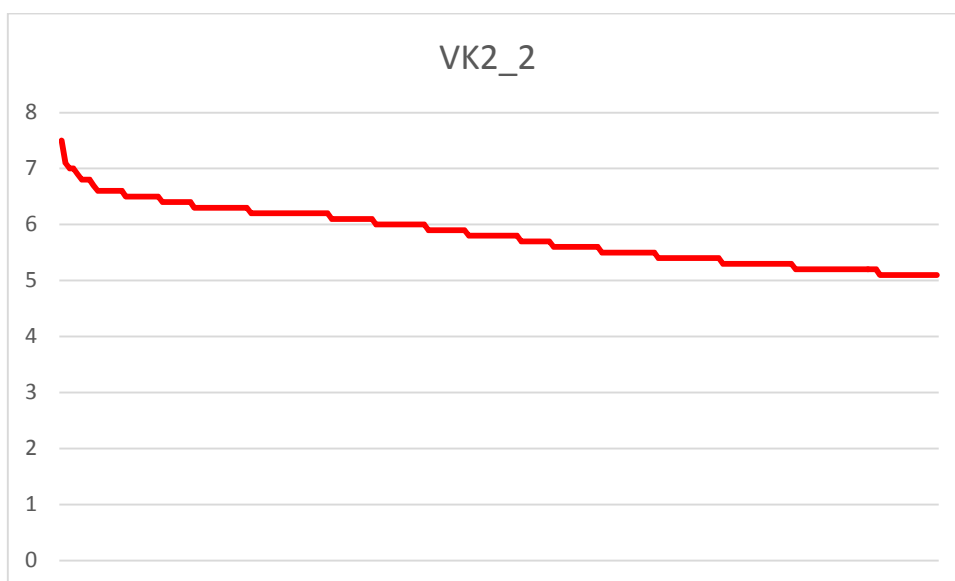
C) Ispitni period 15.03-30.03 2013.

Ispitivanje kritičnih vibracija na uležištenju ventilatora za 58 MW:

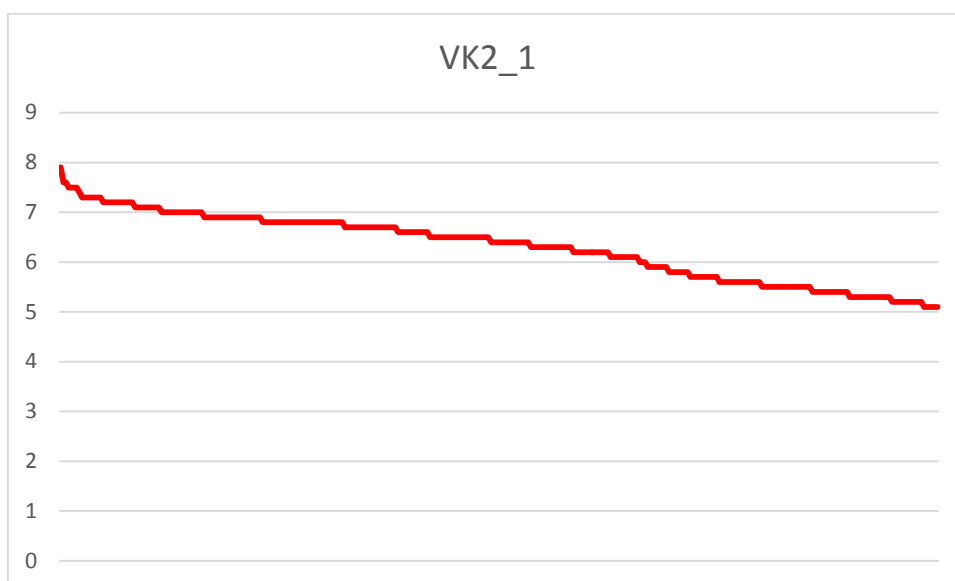


Dijagram 13. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-4

Radi pojednostavljenja uzete su vrednosti koje su prešle 6mm/s.



Dijagram 14. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-2



Dijagram 15. Dijagram kritičnih vibracija za VK2-1

Grafički prikaz (*dijagrami 13,14 i 15*) nam pokazuju da je VK2_1 senzor izmerio najviše prekomernih vibracija ali i najače vibracije za period 15.03-30.03.2013, to nam jasno ukazuje na problem sa prednjim ležajem, te je isti i zamenjen u remontnom periodu 2013.

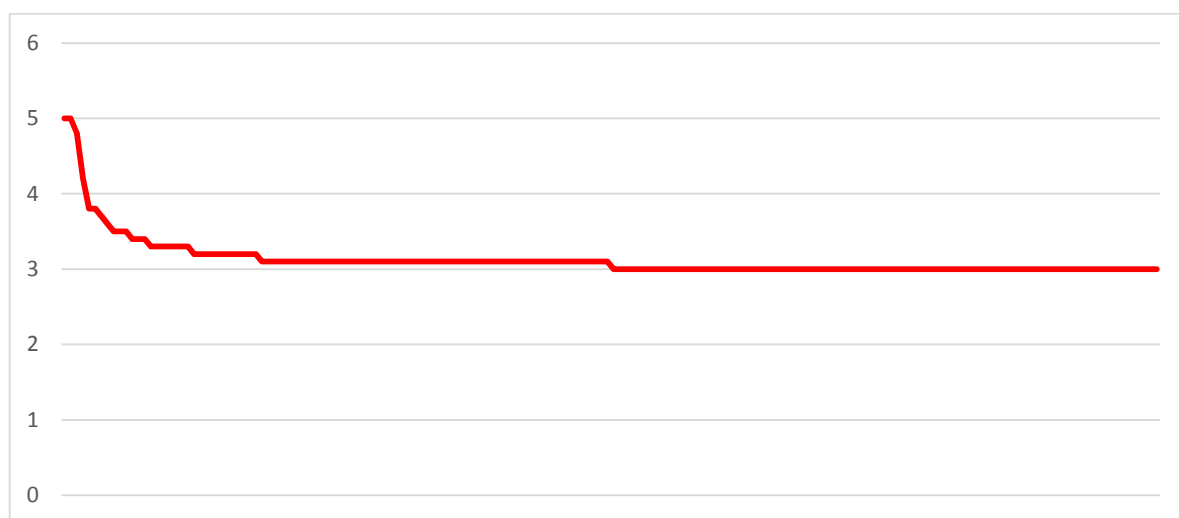
7.3. Praćenje pritiska i temperature preko SCADE

7.3.1. Pritisak na povratu iz grada, analiza najvećih vrednosti

DV	DV	Pritisak na povratu iz grada(bar)
27.12.2012	12:15:00	5
27.12.2012	12:30:00	5
17.12.2012	12:00:00	4,8
11.1.2013	19:00:00	4,2
25.12.2012	15:30:00	3,8
25.12.2012	17:15:00	3,8
27.12.2012	12:00:00	3,7
25.12.2012	17:00:00	3,6
28.1.2013	18:00:00	3,5
28.1.2013	18:15:00	3,5
10.3.2013	16:30:00	3,5
11.2.2013	11:15:00	3,4
10.3.2013	16:15:00	3,4
10.3.2013	16:45:00	3,4
30.12.2012	21:45:00	3,3
28.1.2013	18:30:00	3,3

28.1.2013	18:45:00	3,3
28.1.2013	19:00:00	3,3
28.1.2013	19:15:00	3,3
28.1.2013	19:30:00	3,3
10.3.2013	17:45:00	3,3
10.12.2012	4:45:00	3,2
25.12.2012	14:15:00	3,2
30.12.2012	20:45:00	3,2
30.12.2012	21:30:00	3,2
28.1.2013	19:45:00	3,2
10.3.2013	15:45:00	3,2
10.3.2013	17:15:00	3,2
10.3.2013	17:30:00	3,2
10.3.2013	18:00:00	3,2
14.3.2013	12:45:00	3,2
21.3.2013	16:15:00	3,2
13.12.2012	7:30:00	3,1
13.12.2012	7:45:00	3,1
17.12.2012	12:15:00	3,1
17.12.2012	12:45:00	3,1
25.12.2012	13:15:00	3,1
25.12.2012	14:30:00	3,1
25.12.2012	15:45:00	3,1
25.12.2012	17:30:00	3,1
27.12.2012	12:45:00	3,1
30.12.2012	21:15:00	3,1
30.12.2012	22:00:00	3,1
30.12.2012	22:15:00	3,1
21.1.2013	16:30:00	3,1

Tabela 2. Pritisci na povratu iz grada



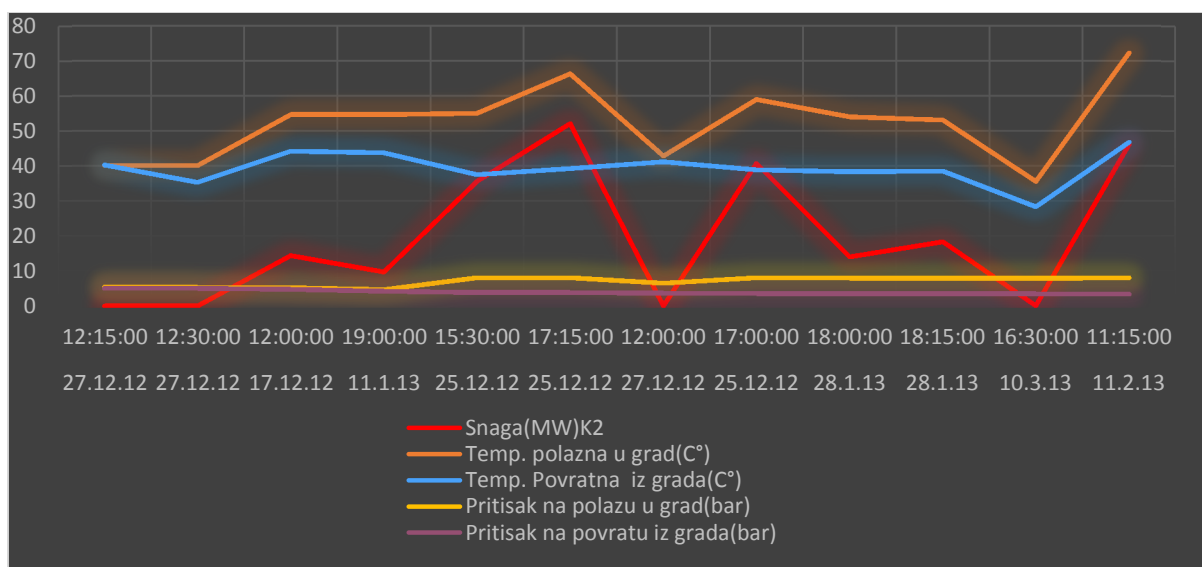
Dijagram 16. Pritisak na povratu iz grada

Na **dijagramu 16**, možemo uvideti u kojem periodu su bili visoki povratni pritisci u periodu od 30.12.2012 do 30.3.2013. Mogli bismo navesti par situacija gde je izmereno 5 bara 27.12.2012 u 12.30, pa 4,8 bara 17.12.2012 u 12.00 ,itd..

Tabela najvećih vrednosti povratnog pritiska:

DV	DV	Snaga(MW)K2	Temp. polazna u grad(C°)	Temp. Povratna iz grada(C°)	Pritisak na polazu u grad(bar)	Pritisak na povratu iz grada(bar)
27.12.12	12:15:00	0,02	40,2	40,3	5,4	5
27.12.12	12:30:00	0,02	40,1	35,3	5,3	5
17.12.12	12:00:00	14,42	54,7	44,2	5,2	4,8
11.1.13	19:00:00	9,68	54,7	43,8	4,7	4,2
25.12.12	15:30:00	35,63	55	37,5	8,1	3,8

Tabela 3. Povratni pritisci

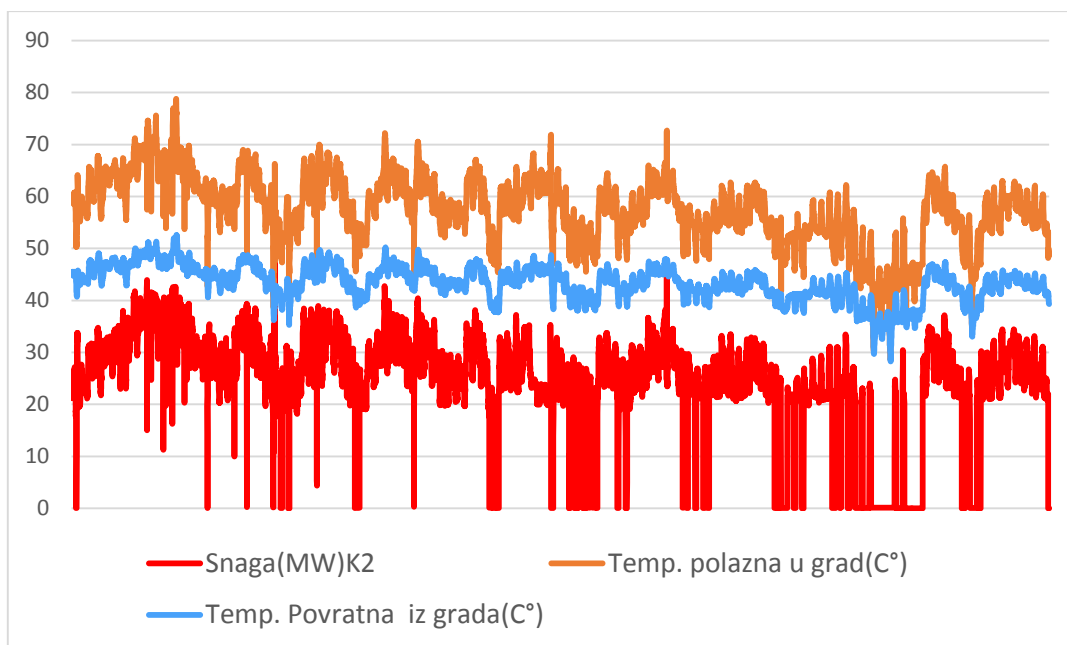


Dijagram 17. Dijagram pritiska, temperature i snage

Na **dijagramu 17**, možemo da vidimo momente kada je dolazilo do ispada kotla i da vidimo stanje sistema prilikom istog, kada to kažem mislim na vrednosti polazne i povratne temperature vode, zatim pritiska na polazu i povratu.

7.3.2. Analiza temperatura polazne i povratne vode

Praćenje promene vrednosti snage u zavisnosti od temperature polazne i povratne vode u periodu od 1.12.2012 do 29.03.2013 (**Dijagram 18**).

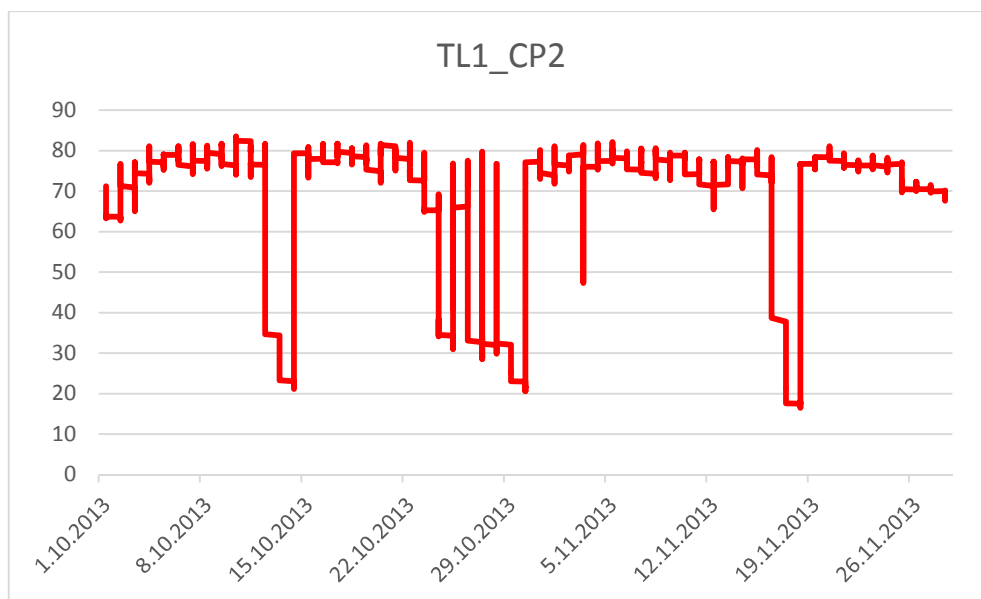


Dijagram 18. Dijagram efikasnosti sistema-temperatura

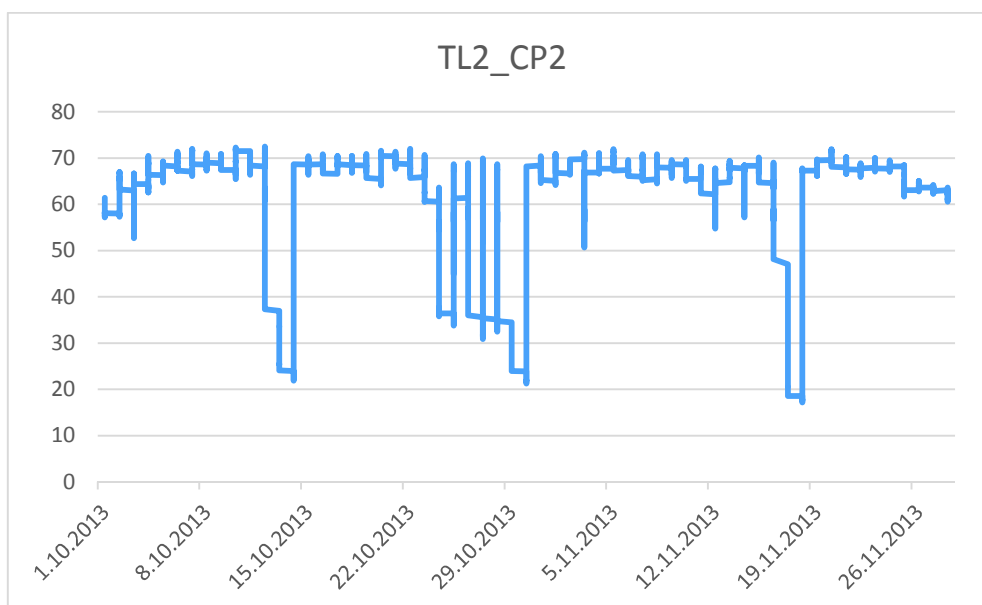
7.3.3. Cirkulaciono postrojenje-analiza temperature ležaja na motorima

Da pojednostavimo prikazaćemo praćenje vrednosti temperature preko SCADE na prednjem (pogonskom) i zadnjem (kod ventilatora motora) ležaju. Period ispitivanja je od 1.10.2013 do 26.11.2013

Kao što možemo uočiti sa **dijagrama 19 i 20**, motori rade dobro, temperature na ležajevima su prihvatljive.



Dijagram 19. Temperature prednjeg ležaja na CP2



Dijagram 20. Temperature zadnjeg ležaja na CP2

8. ISTORIJA ALARMA KOTLARNICE

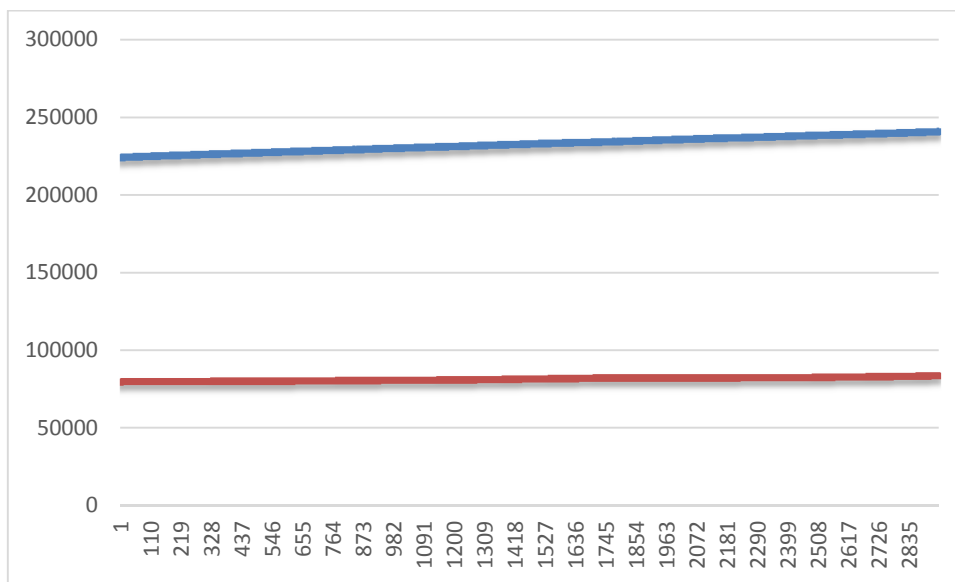
Za ovo izlaganje izdvojeni su najučestaliji alarmi u remontom periodu da bi se pokazalo na koji način SCADA u Subotičkom preduzeću "JKP SUBOTIČKA TOPLANA" skladišti i obaveštava korisnika o greškama u sistemu.

UTC TIME	Potvrda	Naziv	Opis	Tip	Vrednost	Limit
05/07/13 07:17:22	UNACK_RTN	dk2_AL_Fr	Frekventni regulator	DSC	Off	ON
05/07/13 09:36:45	UNACK_ALM	dk2_AL_total stop	Aktivan Total Stop	DSC	ON	ON
09/07/13 08:09:34	UNACK_ALM	dk2_AI_A0_6_PZ	Prekid žice- pritisak na izlazu iz kotla	DSC	ON	ON
09/07/13 08:30:52	UNACK_ALM	dz5_Alarm_N1_3	Prekid žice sa senzora temperature prednjeg ležaja	DSC	ON	ON
09/07/13 08:32:33	UNACK_ALM	dz5_Alarm_AI1_4	Prekid žice sa senzora temperature zadnjeg ležaja	DSC	ON	ON
11/07/13 13:15:09	UNACK_ALM	dzm_AI_4	Ispad parnog kotla 2	DSC	ON	ON
15/07/13 11:07:28	UNACK_ALM	dal_vibr_DP2_1	Alarm vibracije DP2_ležaj motora DP2_1	DSC	ON	ON
21/07/13 13:44:42	UNACK_ALM	dk1_AI_A0_3_lim	Pritisak vode na ulazu u kotao	DSC	ON	ON
29/08/13 06:30:15	UNACK_ALM	dz5_DP1_alarm9	Prenizak napon u jednosmernom međukolu DP1	DSC	ON	ON
29/08/13 09:03:43	UNACK_ALM	dz5_Alarm_23MW_zaš	Ventil zaštite	DSC	ON	ON

29/08/13 09:03:43	UNACK_ALM	dz5_Alarm_ BYPASS_zaš	Alarm ventil BYPASS zaštita	DSC	ON	ON
29/08/13 09:03:43	UNACK_ALM	dz5_Alarm_ CP1_zaš	Alarm ventil "CP1" zaštita	DSC	ON	ON
04/09/13 15:42:09	UNACK_ALM	dgen_Z_00	Nedostatak mreže na generatoru	DSC	ON	ON
12/09/13 07:47:47	UNACK_ALM	dz5_Alarm_ AI3_Z	Prekid žice sa davača otvorenosti ventila na potisu	DSC	ON	ON

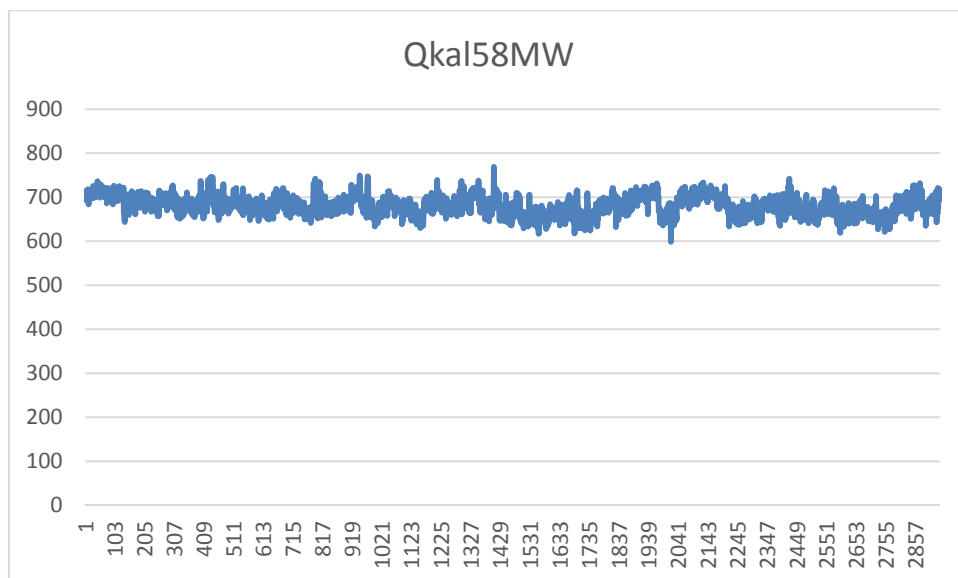
Tabela 4. Istorija alarma

Pored ovoga imamo uvek tabelarni uvid (**tabela 4**) i u stanje kao i vrednosti svih senzora temperature, pritiska, protoka, vibracija, kao i uvid o potrošnji gasa i mazuta, kao i alarmiranje ukoliko vrednosti svih navedenih parametara pređu dozvoljene granice, tako da se za sistem SCADE koji obuhvata PLC, frekventni regulator, HMI interfejs, možemo reći da je to sistem koji zadovoljava današnje potrebe automatizacije sistema i konkretno "JKP SUBOTIČKE TOPLANE".



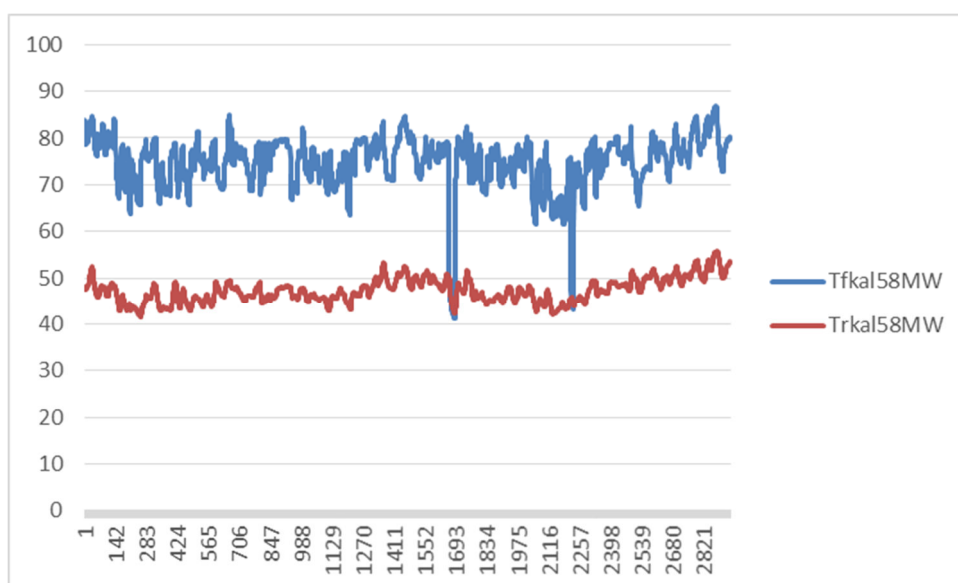
Dijagram 21. Karakteristike CP1

Na **dijagramu 21** možemo pratiti kumulativni zbir energije koja se šalje u grad na kalorimetru za 23MW kotao označeno narandžastom i svetlo plavom bojom za kalorimetar od 58 MW.



Dijagram 22. Protok kotla od 58MW

Na **dijagramu 22** možemo videti protok u m^3/h koji ostvaruje vrelovodni kotao 58 MW prema gradu.



Dijagram 23. Temperature polazne i povratne vode

Na **dijagramu 23** možemo da vidimo temperaturu vode prema gradu koju proizvodi vrelovodni kotao od 58 MW obeleženo plavom bojom, kao i temperaturu vode koja ulazi u toplanu, koja se vraća.

9. CNIU (Centralni Nadzor I Upravljanje)/ BUDUĆI PROJEKAT

9.1. Uvod

Cilj ovog projekta u sklopu procesa modernizacije sistema proizvodnje toplotne energije JKP "SUBOTIČKA TOPLANA" je realizacija Centralnog sistema Daljinskog Nadzora I Upravljanja toplotnim izvorima i toplotnim podstanicama. (u daljem tekstu CNIU). U prethodnim fazama izvedena je lokalna automatizacija i izvođenje sistema upravljanja iz SCADA okruženja na toplotnom izvoru, primenom principa distribuiranog digitalnog sistema upravljanja. Omogućeno je upravljanje i nadzor svih funkcionalnih podsistema postrojenja (sem Hemiske Pripreme Vode i Parnih Blok Kotlova 2kom) preko programabilnih logičkih kontrolera (PLC), komunikacija sa operaterom (na nivou podsistema) u pogonu (Human Interface) obezbeđen je preko ekrana za komandovanje dodirnom (Touch Screen), dok je daljinski nadzor, upravljanje i akvizicija podataka kompletnim pogonom kotlarnice realizovano iz SCADA okruženja sa PC radne stanice (PC računar sa pratećom opremom).

Neophodno je projektovati, realizovati, pustiti u rad i testirati centralni sistem daljinskog nadzora i upravljanja toplotnim izvorom iz SCADA okruženja, implementacijom Wonderware softverske platforme, koja je korišćena na toplotnom izvoru, kao implementacija daljinskog nadzora i upravljanja toplotnim podstanicama ponaosob, kao i prikupljanje podataka sa Glavne merne Gasne stanice, Gasne stanice u okruženju, Zahtevi u pogledu strukture sistema i funkcionalnosti aplikacije navedeni su u tačkama ovih tehničkih uslova.

9.2. Struktura sistema upravljanja na nivou toplotnog izvora

Sistem za nadzor, upravljanje i akviziciju podataka na lokalnom toplotnom izvoru obuhvata upravljanje funkcionalnim celinama unutar samog postrojenja: kotlovsko-gorionički blokovi, cirkulaciono postrojenje, HPV, sistem za održavanje pritiska, elektromotorni pogoni, meteorološke stanice, NN razvodni blokovi, agregati, MRS, sistemi za detekciju curenja gasa i dojavu požara, i ostali upravljački podsistemi, kao i upravljanje i nadzor Toplotnim Podstanicama (200 kom). Sva merenja i sve nadzorne (signalizacija), zaštitne (alarmi) i upravljacke funkcije kompletnog postrojenja, dostupne su i sa TouchScreen-a i iz SCADA okruženja.

Prenos podataka između upravljačkih elemenata na nivou toplotnog izvora, izveden je primenom nekih od standardnih tipova industrijskih komunikacija: RS-485 (Modbus), M-Bus (merila utroška toplotne energije), Profibus ("Saacke", "Siemens"), DeviceNet (kartice DI/O i AI/O), Controler Link (PLC-ovi) i High-speed Ethernet-a.

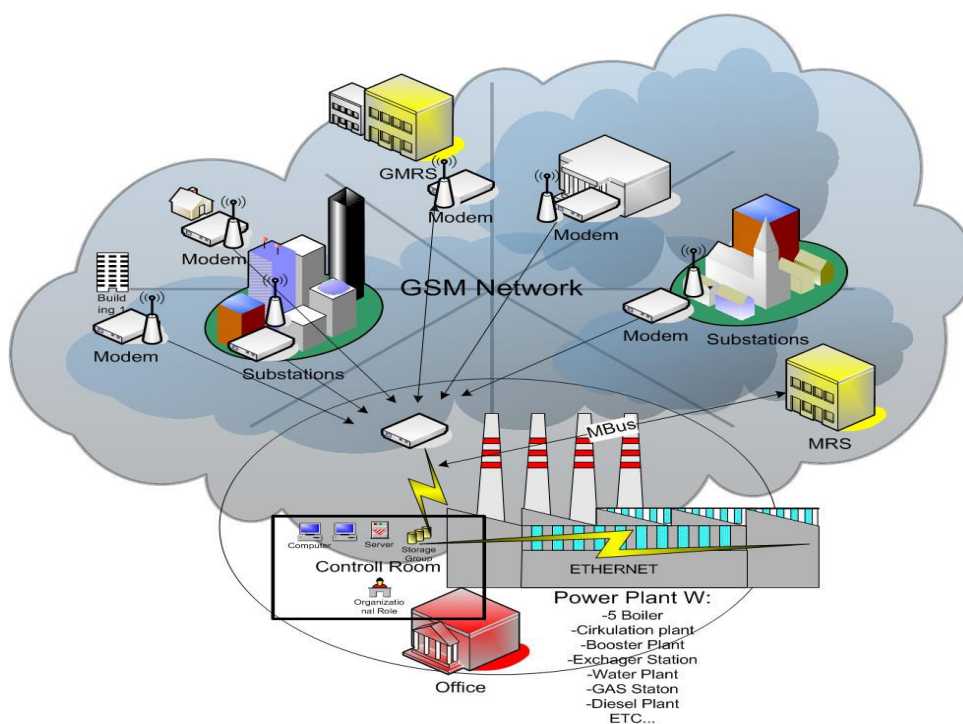
Kompletna mreža svih PLC-ova na nivou jednog toplotnog izvora vezana je preko Controller Link komunikacionih modula, a preko DeviceNet odnosno High-speed Ethernet modula na lokalnu SCADA PC radnu stanicu. Detaljna struktura i komunikacione veze unutar toplotnog izvora ponaosob, odnosno projekti izvedenih objekata (zajedničkih signala), biće stavljeni na raspolaganje izvođaču radova.

Sve SCADA radne stanice na lokalnim toplotnim izvorima rade sa softverskim paketom "Wonderware" InTouch v7.11. Sva relevantna merenja, stanja i alarmi memorišu se u lokalnu bazu podataka toplotnog izvora u formatu *.mdb. Iz nje se generišu svi unapred definisani izveštaji i trendovi, kao i upozorenja i alarmna stanja.

9.3. Struktura CNIU

CNIU podrazumeva vezu svih toplotnih izvora nekim od dostupnih telekomunikacionih puteva sa centrom sistema upravljanja (upravna zgrada-Kontrolna soba). JKP "SUBOTIČKA TOPLANA" je obezbedila komunikacije za prenos podataka dovoljnom brzinom u okviru proizvodnog pogona do centra sistema upravljanja. Pored toga posredstvom GSM mreže uspostavljena je komunikacija sa toplotnim podstanicama na teritoriji grada. Podaci se prikupljaju na SCADA PC radnoj stanici. Na ovaj način pripremljen je osnovni hardver za realizaciju ovog projekta.

Na sledećoj slici prikazana je struktura veze i SCADA radnih stanica:



Slika 69. Struktura veze SCADA i radnih stanica

Za prenos podataka korišćena je ethernet , profibus modbus, sa korišćenom uslugom provajdera ("Telekom") za prenos podataka (Toplotne Podstanice).

JKP "SUBOTIČKA TOPLANA" je obezbedila odgovarajuću optičku infrastrukturu za backup komunikacione veze toplotnih izvora (mrežne kartice lokalnih SCADA PC radnih stanica) sa upravnom zgradom (mrežni LAN switch), preko optičkih kablova.

9.4. Tehnički uslovi za projektovanje, SCADA aplikaciju i funkcionalnost CNIU

9.4.1. Osnovni zahtevi

Neophodno je projektovati, realizovati, pustiti u rad i testirati centralni sistem daljinskog nadzora i upravljanja toplotnim izvorom i toplotnim podstanicama (200kom na teritoriji grada) kao i prikupljanje podataka sa GMRS iz SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) okruženja, implementacijom aplikacija primenom Wonderware System Platform softverske platforme, kolekcije programa i servisa koja će obezbediti:

- Nadzor i upravljanje dislociranim podsistemima (toplotnim izvorima-kotlovima 5kom (4+1), Cirkulacionim postrojenjem, HPV, ... sa kompletnom pripadajućom tehnološkom opremom kao i sa toplotnim podstanicama 200kom) i kompletnim sistemom (CNIU) sa odgovarajućom hardverskom infrastrukturom na sistemu proizvodnje, isporuke i distribucije toplotne energije JKP "SUBOTIČKA TOPLANA";
- Akviziciju i kumuliranje podataka u Microsoft SQL baziranoj arhitekturi, interakciju sa externim bazama podataka (SQL, Oracle);
- Istorizaciju i pronalaženje informacija na upit (SQL aplikacije, Word, Excel);
- Pristup istorijskim i online informacijama o sistemu upravljanja (izveštaji, alarmi, event-i) preko Web portala (servera);
- Vizualizaciju procesa primenom standardizovanih (unificiranih) šablona, Archestra tehnologije grafičkog okruženja, sa mogućnošću implemetaciju Microsoft.NET funkcija;
- Konfigurisanje alarma, logovanje stanja, događaja i statusa;
- Integaciju logičkih funkcija i algoritama;
- Reporting, trendiranje, analiziranje (na nivou operatera, inženjeringa i menadžemnta);
- Centralni razvojni menadžment svih operatorskih aplikacija;
- Centralnu zaštitu sistema upravljanja, fleksibilnost i redundantnost;

9.4.2. Projektovanje arhitekture CNIU

Glavni projekat CNIU mora sagledati i definisati arhitekturu kompletnog sistema upravljanja, odnosno hardversku strukturu opreme koja obezbeđuje sve neophodne merne signale (veličine) za zadovoljenje zahteva ovih tehničkih uslova.

Hardversku strukturu servera (Development, Historian i Information server), operatorskih stanica (InTouch System Platform Node-ova na svim toplotnom izvoru) i centralnih radnih stanica za implementaciju Wonderware systemske platforme i realizaciju CNIU JKP "SUBOTIČKA TOPLANA".

U fazi projektovanja Izvođač je dužan da dostavi projektantskom nadzoru, imenovanom od strane Naručioca, predlog glavnog projekta na pregled, koji će u roku od 10 dana dati svoje primedbe ili saglasnost u pisanoj formi. Nakon dobijanja konačne pismene saglasnosti na projekat, Izvođač može dostaviti konačne usaglašene verzije projekata, posle čega počinje sa implementacijom sistema. Posle završetka svih radova Izvođač je dužan da dostavi Projekat izvedenog stanja CNIU.

Glavni projekat CNIU mora obuhvatiti sledeće elemente:

- šemu svih merno-regulacionih i upravljačkih krugova, koji su obuhvaćeni sistemom upravljanja na lokalnom toplotnom izvoru (na svim tehnološkim celinama – podsistemima). Sve oznake elemenata moraju biti usklađene sa postojećom projektnom dokumentacijom lokalnih podsistema;
- šemu strukture veza svih upravljačkih uređaja (PLC-ova) na nivou toplotnog izvora i šemu veza PLC-ova prema lokalnim PC SCADA radnim stanicama;
- šemu strukture komunikacionih veza svih lokalnih PC radnih stanica sa upravnom zgradom i centrom sistema upravljanja;
- definisanje svih potrebnih mernih mesta, hardverskih zahvata i intervencija na toplotnom izvoru radi zadovoljenja svih dole navedenih zahtevanih funkcija CNIU;
- definisanje hardverske strukture i konfiguracija svih potrebnih servera i operatorskih radnih stanica, kako bi se zadovoljila funkcionalnost systemske platforme, svi sistemski zahtevi proizvođača softvera i svi funkcionalni zahtevi naručioca;
- strukturu novih baza podataka i vezu sa postojećim bazama;
- izradu metodologije svih proračuna (bilansa, pokazatelja i dr. u funkciji vremena) za svaku tehnološku celinu - na nivou kotlovske jedinice, na nivou tehnološkog podsistema (grejanje, cirkulaciono postrojenje, HPV, rezervoar goriva i dr.), na nivou toplotnog izvora tj. na nivou sistema za proizvodnju toplotne energije;

9.4.3. Hardverski zahtevi

Neophodno je projektovati i realizovati sve neophodne hardverske zahvate (intervencije) na toplotnom izvoru, kako bi se postigao nadzor nad svim tehnološkim parametrima proizvodnje i isporuke toplotne energije:

- Isporučka i ugradnja svih neophodnih davača fizičkih veličina kao i njihovo povezivanje na PLC, koji obezbeđuju kontinualno merenje i daljinsko upravljanje svim tehnološkim sistema na izvoru (toplani)
- proširenje PLC-a za obezbeđenje dodatnih signala na pragu toplane (temperature, pritisci, protoci);
- prihvatanje podataka sa DataLogger-a za deo osnovnih zajedničkih signala na pragu toplane (temperature, pritisci, protoci);
- zamena postojeće DeviceNet komunikacije High-speed Ethernet komunikacijom;
- zamena svih RS232 komunikacija između PLC-a i PC SCADA radnih stanica High-speed Ethernet komunikacijom;
- sa svih kotlovskih gasnih rampi na toplotnom izvoru, na kojima nema gasnog korektora ili on ne funkcioniše, neophodno je obezbediti merenja trenutnog i kumulativnog korigovnog protoka gasa.
- iz svih mernoregulacionih stanica za gas, neophodno je izvući merenja trenutnog i kumulativnog korigovnog protoka gasa. Projektom definisati rešenje za preuzimanje ovih signala sa samog korektora (u dogovoru sa "Srbijagas"-om) ili preko optičkih čitača sa nekim standardnim komunikacionim izlazom;
- za sve kotlovske jedinice koje kao energent koriste mazut ili lako lož ulje predvideti integraciju merenja trenutnog i kumulativnog protoka u sistem upravljanja, kako bi se realizovao odgovarajući energetska bilans;
- integrisati merenja sa mazutnog (uljnog rezervoara) o temperaturi, pritisku, trenutnom i kumulativnom protoku i nivou (količini) mazuta odnosno ulja u rezervoaru.

Neophodno je projektovati, isporučiti i povezati sav neophodan računarski hardver za realizaciju i implementaciju systemske platforme. Obezbediti univerzalni Rack ormar i sistem besprekidnog napajanja, server za bazu podataka Historian i Information server, sa operativnim sistemom Windows Server 2003. Naručilac će opremiti prostoriju neophodnim nameštajem.

- isporučiti odgovarajuću hardversku konfiguraciju za Development (razvojnu) PC radnu stanicu u CSU u univerzalnom Rack kućištu, sa pratećom računarskom opremom;
- izvršiti grafičko proširenje centralne operatorske SCADA PC radne stanice u CSU odgovarajućim zidnim plazma 60" panelima (4 kom). Isporučiti, montirati i povezati ove panele.
- isporučiti nove odgovarajuće PC konfiguracije za radne stanice;

9.4.4. Softverski zahtevi

Realizovati sve neophodne softverske intervencije na postojećim lokalnim aplikacijama (PLC i SCADA) na toplotnom izvoru i podstanicama kako bi se omogućio centralni nadzor na svim željenim parametrima i zahtevani nivo upravljivosti:

- uvesti varijable stanja raspoloživosti za svaku kotlovsku jedinicu pojedinačno;
- uvesti varijable stanja raspoloživosti za pumpe i ostale elemente postrojenja;
- implementirati automatsko održavanje zadatog opterećenja (temperature) na izlazu svake kotlovske jedinice pojedinačno;
- implementirati automatsko održavanje zadate temperature na polazu iz toplotnog izvora sa automatskim izborom raspoloživih kotlova u pogonu;
- uvesti trenutni stepen iskorišćenja za svaku kotlovsku jedinicu pojedinačno;
- za sve gasne merače na gasnim rampama kotlova, koji nemaju korektore sa izlaznom vrednošću kumulativnog protoka gasa, izvršiti odgovarajuću softversku integraciju na osnovu vrednosti trenutnog protoka;
- postojeće lokalne aplikacije na InTouch 7.11 SCADA radnim stanicama toplotnog izvora, rekonfigurisati, transormisati i implementirati preko Wonderware System Platform softverske arhitekture u formatu InTouch 10.1. Na njih integrisati Galaxy Repository i Application Object Server;
- postojeću aplikaciju centra sistema upravljanja toplotnim podstanicama, rekonfigurisati, transormisati i implementirati preko Wonderware System Platform softverske arhitekture u formatu InTouch 10.1, sa implementacijom njene baze podataka;

Za realizaciju svih funkcija CNIU neophodno je iskoristiti mogućnosti programskih paketa: InTouch HMI, Historian, ActiveFactory, HMI Reports, SCADAalarm Software, Development Studio, Information Server i prema potrebi nekih drugih modula (Toolkits, Omron OPC Server Suite itd).

Isporučiti sve neohodne licence za ukupan predviđeni broj realnih I/O tačaka na svim toplotnim izvorima (obuhvatiti i projektovanu rekonstrukciju TO Sever). Isporučiti sve neophodne licence za funkcionisanje projektovane strukture baze podataka.

9.4.5. Struktura baze podataka

Projektovati i implementirati novu strukturu baza podataka u centru sistema upravljanja primenom SQL (Structured Query Language) bazirane arhitekture, zbog veoma velikog broja podataka, brzine nagomilavanja podataka i zahtevane brzine distribucije i obrade podataka. Omogućiti razmenu (interakciju) podataka između baze CNIU i:

- lokalnih SCADA radnih stanica (izveštaji, trendovi itd.);
- eksternih baza (aplikacije za optimizaciju rada toplotnih izvora);
- baze podataka poslovno-informacionog sistema preduzeća – Oracle.

Novoprojektovanu bazu uskladiti sa modelom postojeće baze definisane u Oracle-u, kako bi usklađivanje podataka i repliciranje baze bilo moguće. Obezbediti pronalaženje informacija na upit ili istorijskih podataka iz baze, preko predefinisanih Office šablona (Word, Excel). Predvideti automatsko ažuriranje baze podataka (podesiv interval uzorkovanja), sa mogućnošću da se u slučaju prekida komunikacije, neophodni podaci automatski ažuriraju.

9.4.6. Funkcionalnost aplikacija CNIU

Glavni projekat CNIU treba detaljno da definiše kompletnu strukturu samih aplikacija. Potrebno je navedene funkcionalne zahteve implementirati i testirati:

- Izgled osnovnih vizualizacija: centralna vizualizacija sa pregledom osnovnih funkcionalnih parametara svih toplotnih izvora (temperature, pritisci, protoci, snage), sa pregledom osnovnih funkcionalnih parametara (temperature, pritisci, protoci, snage, stanje pumpi i sigurnosnog lanca) i dr;
- Izgled vizualizacija pojedinih funkcionalnih celina postrojenja za svaki toplotni izvor ponaosob: kotlovsko-gorionički blokovi, cirkulaciono postrojenje, HPV, sistem za održavanje pritiska, elektromotorni pogoni ventila, meteorološke stanice, NN razvodni blokovi, kompenzacija jalove energije, agregati, MRS za gas, sistemi za detekciju curenja gasa i dojavu požara, i ostali upravljački podsistemi. Vizualizaciju svih podsistema izvesti primenom standardizovanih (unificiranih) šablona;
- Za svaku definisanu vizualizaciju odrediti skup svih nadzornih varijabli (merjenja pojedinih fizičkih veličina i stanja procesnih elemenata), kao i skup svih upravljačkih funkcija (komandi). Pristupe pojedinim vizualizacijama i/ili upravljačkim funkcijama rasporediti prema mestima upravljanja (lokalna radna stanica / centralna SCADA), kao i prema korisničkim nivoima privilegija primeniti sve standardne principe zaštite SCADA-e od neautorizovanog pristupa;
- Realizovati centralno zadavanje režima rada toplotnog izvora (dnevni, dnevno-noćni i dr.) na konfigurabilnom 7-dnevnom vremenskom dijagramu, sa izborom zadavanja režima rada Ručno/Automatski/preuzimanjem. Realizovati centralno dinamičko (online) zadavanje temperature na pragu toplotnog izvora na osnovu

dostupnog algoritma i kriva grejanja kao i podataka sa meteoroloških stanica. Realizovati funkciju zadavanja temperature na pragu toplotnog izvora unapred na osnovu trenda vremenske prognoze. Predvideti izbor zadavanje temperature na pragu toplotnog izvora Online/Unapred/.

- Omogućiti akviziciju bilansa energije i to: na nivou kotlovske jedinice, na nivou tehnološkog podsistema i na nivou sistema za proizvodnju toplotne energije JKP "SUBOTIČKA TOPLANA". Omogućiti akviziciju stepena iskorišćenja (isporučena toplotna energija/ utrošeni gas ili tečno gorivo) takođe za sve navedene tehnološke nivoe. Omogućiti akviziciju svih navedenih bilansa i stepena iskorišćenja u standardnim vremenskim intervalima (dan, nedelja, mesec, godina), kao i za proizvoljno izabrani vremenski interval. Pored toga omogućiti navedene funkcije i za sve ostale neophodne pokazatelje efikasnosti rada toplotnih izvora;
- Realizovati potpuno otvoreno konfigurisanje alarmnih stanja na centralnoj SCADA aplikaciji i to: a) Prema stanjima pojedinih elemenata postrojenja; b) Prema graničnim vrednostima pojedinih analognih merenja; c) prema graničnim vrednostima programskih ili parametara rada samog postrojenja; d) prema graničnim vrednostima izvedenih veličina (pokazatelja efikasnosti), i drugim alarmnim stanjima;
- Generisati sve neophodne trendove osnovnih upravljačkih veličina u okviru postrojenja (temperature, pritisci, protoci, snage, energije i dr.) za pojedine funkcionalne celine svakog toplotnog izvora, kao i sve neophodne trendove zajedničkih parametara za ceo CNIU. Pored toga, omogućiti proizvoljan izbor trenda/ova bilo koje dostupne veličine u proizvoljno izabranom vremenskom intervalu. Omogućiti eksport trendova u neki standardni Office elektronski format, obradu, štampanje itd;
- Omogućiti reporting (izveštavanje) i analiziranje procesa na nivou operatera, inženjeringa i menadžemnta. Generisati sve neophodne izveštaje na nivou kotlovske jedinice, tehnološkog podsistema, i na nivou kompletnog sistema. Sve 'Template-ove' pogonskih izveštaja, jutarnjih izveštaja, bilansnih i drugih izveštaja, JKP "SUBOTIČKA TOPLANA" će dostaviti izvođaču radova. Omogućiti generisanje svih navedenih izveštaja u proizvoljno izabranom vremenskom intervalu. Omogućiti samostalno kreiranje 'Template-ova' specifičnih oblika izveštaja vezanih za sve dostupne veličine i parametre;
- Obezbediti pristup istorijskim i online informacijama o sistemu upravljanja (vizualizacija, izveštaja, bilansa, pokazatelja, trendova, alarma, statusa, događaja, i drugih funkcija) preko Web portala (servera) iz Web okruženja, ostalim klijentima (korisnicima) u okviru JKP "SUBOTIČKA TOPLANA";
- Omogućiti funkciju centralizovane promene (razvoja) svih SCADA aplikacija na toplotnim izvorima sa centralne Development radne stanice. Obezbediti mogućnost online slanja Pop-up poruka operaterima lokalnih radnih stanica.

10. ZAKLJUČAK

U većem delu rada sam se bavio studijsko istraživačkim radom kroz analizu praktičnih primera. Zbog toga je više dat prioritet nekim funkcijama SCADA sistema kao što je:

- brza dijagnostika kvarova u sistemu
- arhiviranje događaja i alarma radi kasnije analize
- dijagnostička pomoć (zapisivanje situacije kvara, lokalizacija kvara itd.)
- upravljanje alarmima i događajima

Na ovaj način se postiže:

- detaljna analiza uzroka kvarova
- otkrivanje grešaka u nastanku i sprečavanje ili smanjenje posledica kvara
- pravovremeno i kvalitetnije održavanje na osnovu slanja energetske opreme
- povećanje sigurnosti ljudi i bolju zaštitu životne sredine

Ovo istraživanje je potvrdilo hipotezu da se primenom SCADA sistema u oblasti nadzora i upravljanja termoenergetskim procesima mogu poboljšati kvalitet rada, usluge i uslovi poslovanja.

Cilj Toplane je što uspešnije poslovanje što podrazumeva i nesmetan rad. Da bi se to omogućilo uvedene su automatizacije povezanih energetskih objekata koji služe za proizvodnju, prenos i distribuciju toplotne energije. Nadgledanje i upravljanje procesima se vrši pomoću SCADA sistema. Automatsko upravljanje podrazumeva potpunu automatizaciju procesa. Svi parametri rada sistema su dostupni operateru preko touch panela, a PLC upravlja svim elementima sistema na osnovu upravljačkog programa.

Pre nego što su SCADA sistemi implementirani u procese Toplane, trebalo je fizički opslužiti mnogo udaljenih podstanica sa ljudstvom a danas se to čini samo sa nekoliko zaposlenih. Pored toga automatizacija procesa eliminisala je rad zaposlenih u mnogim teškim, jednoličnim i ponavljajućim poslovima. Još jedna prednost je što se nadzorom i upravljanjem sa daljine zaposleni udaljavaju iz opasnih i po zdravlje potencijalno štetnih radnih uslova.

Kontinualno praćenje parametara rada sistema: potrošnja energenata, gubitak (omekšane) vode u prenosu od toplane do potrošača, potreba za količinom toplote u funkciji klimatskih uslova (spoljašnje temperature), od najvećeg su značaja za efikasnost rada sistema, na osnovu kojih dolazimo do potrebnih informacija za planiranje mera energetske efikasnosti.

Ugradnja SCADA sistema je neophodna za dobijanje efikasnog proizvodnog i distributivnog sistema. Pored toga SCADA sistemi u raznim strukturama, ujedinjenim efikasnim pružanjem informacija, mogu obezbediti veliku prednost u današnjim uslovima poslovanja.

Prednosti još sadrže: manji broj značajnih grešaka, očuvanje mnogih resursa, poboljšanje produktivnosti proizvodnje, kvalitetnije reagovanje u kritičnim situacijama, poboljšana bezbednost i iznad svega kvalitetnije informacije kao podloga za donošenje pravih odluka.

Primena najnovijih senzora i mikroprocesora omogućuje prikupljanje i obradu mnoštva podataka iz svakog dela sistema, i time se dobija uvid u stanje pogona, mreže i toplotnih podstanica u svakom trenutku.

Racionalni povratak uložених sredstava postiže se kroz veću raspoloživost termoenergetskih postrojenja, odsutnost ne planiranih ili ekcesnih situacija, te kroz bolje upravljanje resursima: vremenom, ljudima i kapacitetom.

SCADA sistemi su prvashodno stvoreni za nemrežno okruženje i zato nemaju adekvatne zaštite od Internet-baziranih pretnji pa je poslednjih nekoliko godina povećan rizik kojima su izloženi. Među rizicima može biti i to što se njima upravlja daljinski preko Interneta (SCADA za toplotne podstanice) ili uključivanje alata opšte namene i time se uvećava ranjivost SCADA sistema. Zbog toga se u Toplani posvećuje posebna pažnja bezbednosti i propustima u sistemu kontrole procesa sve u cilju bezbednosti informacija na svim medijumima koje Toplana poseduje.

Bezbednost je proces koji traje i nikad nije u potpunosti završen a njen kvalitet predstavlja kompromis između potrebnih ulaganja i smanjenja mogućnosti da se spreči ili umani eventualni broj uspešnih napada na SCADA mreže.

11. LITERATURA

- [1] Barjaktarević, F. (1999), Menadžment ljudskih potencijala, Ekonomski fakultet, Zagreb
- [2] Barnes Ken, Johnson Briam, Nickeison Reva., (2004), Review of Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) Systems, Idaho National Laboratory
- [3] DANFOSS, (2004), Korisničko uputstvo ECL APEX10, instalacija i konfigurisanje
- [4] DANFOSS, (2004),Korisničko uputstvo Service TOOL ECA-ST 101, Softver za rukovanje ECL APEX 10 kontrolerom
- [5] Desing of Wirelees Senzor Network ili SCADA System for wind Power Plant, IEEE
- [6] Distribuirani upravljački sistemi; zajedničke karakteristike nadzorno upravljačkih (SCADA) sistema, Skripta, Fakultet Tehničkih Nauka , Novi Sad
- [7] DOO „KLAB“ za inženjering i razvoj, (2013), Uputstvo za daljinski nadzor i upravljanje toplotnih podstanica pomoću SCADA sistema, Subotica
- [8] Dragutinović, J.,Veljković, E., (2008), Izveštajni podsistem u okviru SCADA sistema, 14 simpozijum upravljanje i telekomunikacije u elektroenergetskom sistemu
- [9] Đorđević, B. (2005), Operativni sistemi, Beograd
- [10] Hayoung On, Hyokyng Bahm and Ki-Joon Chae, An Energy-Efficient Senzor Routing Schema for hom automation networks –IEEE
- [11] Instytut Informatyki, (2006), SCADA Systems – In Touch (ver 1.3), Gliwice
- [12] ISO Kvalitet, (2011), Procedura SuTo 821-101, Subotica
- [13] Lonald L. Krutz, (2010), Securing SCADA Systems.
- [14] Marinković, D., Osnove prikupljanja podataka i upravljanja, Novi Sad
- [15] Mazin Khalid, Mohamed Eltayeb, (2009), Implementation of a Virtual Plant Using SCADA/HMI Technologies, Department of Electrical and Electronic Engenering Faculty of Engineering University of Khartoum
- [16] Plan poslovanja JKP“Subotička toplana“ za 2011, 2012, 2013 godinu, segment - Plan investicija
- [17] Porobić, V. Industrijski sistemi i protokoli, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad
- [18] Prof. Dr. Milan Miljević, (2007), Metodologija naučnog rada, Pale
- [19] Stonffer Keith, Joe Falco, Karen Kent, (Septembar 2006), Recommendations of the National Institute of Standards and Technology

WEB IZVORI

- [22] www.wonderware.com
- [23] www.sr.wikipedia.org/win/scada
- [24] www.sr.wikipedia.org/sr/scada
- [25] www.sr.wikipedia.org/sr/sistemi_uzemljenja
- [26] <http://www.scadasystems.net/>
- [27] <http://futronix.in/download/scada.pdf>
- [28] <http://www.mikrokontrol.co.rs/sr/proizvodi/simens/ti-automation>
- [29] http://www.aeso.co/downloads/scada_standard_final.pdf