

MODERNIZACIJA SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA U JKP “BEOGRADSKE ELEKTRANE” SA CILJEM POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

TATJANA NUŠIĆ, DALIBOR MINIĆ I PETAR VASILJEVIĆ,
JKP “Beogradske elektrane”, Beograd

Pored povećanja energetske efikasnosti, krajnji cilj modernizacije sistema daljinskog grejanja JKP „Beogradske elektrane“ jeste stvaranje takvog sistema koji će krajnjem korisniku obezbediti ne samo dovoljno toplotne energije, nego i mogućnost da plati samo onu količinu energije koju je i preuzeo. Modernizaciju je trebalo sprovesti što je moguće nižim investicionim i operativnim troškovima, kao i mogućnošću da se pri daljim proširenjima toplane i izmenama postrojenja nastavi sa realizacijom navedenih ciljeva.

U ovom radu su predstavljena iskustva stečena u višegodišnjem radu sa modernizovanim nadzorno-upravljačkim sistemima, Siprocs – za toplotne izvore i Eltec – za modernizovane predajne stanice toplote. Siprocs je uz ekstremno brz protok i obradu informacija, obezbedio najviši nivo sigurnosti i pouzdanosti u upravljanju sa aspekta primenjene konfiguracije, implementiranih softverskih rešenja i ugrađene opreme. Nadzorno-upravljački sistemi Eltec, instalirani na jednom broju predajnih stanica na toplanama „Konjarnik“, „Dunav“, „Voždovac“, „Novi Beograd“, omogućili su daljinsko očitavanje radnih parametara, kao i upravljanje radom ovih stanica.

U skladu sa navedenim ciljevima, moderni sistemi upravljanja, koji su implementirani u daljinskom sistemu grejanja JKP “Beogradske elektrane”, omogućavaju povezivanje sa programskim paketima namenjenim poboljšanju karakteristika sistema daljinskog grejanja, kako u cilju smanjenja ukupnih operativnih troškova, energetske gubitaka i troškova investicija, tako i poboljšanja funkcionalnosti sistema i kvaliteta usluga krajnjem korisniku.

KLJUČNE REČI: modernizacija; pouzdanost; optimizacija

RETROFIT OF THE DISTRICT HEATING SYSTEM OF THE PUBLIC UTILITY COMPANY “BELGRADE POWER PLANTS” FOR THE PURPOSE OF ENERGY EFFICIENCY INCREASE

In addition to energy efficiency increase, the ultimate aim of the retrofit of the district heating system of the public utility company “Belgrade Power Plants” is to create such system which would provide the final consumer not only with sufficient thermal energy, but also with an option to pay only the amount of energy that has been consumed. The retrofit was to be carried out with the lowest possible investment and operation costs and with a possibility to continue to achieve these aims along with the expansion and modifications of the power plant.

This paper presents the authors' experience acquired during many years of work with upgraded supervisory control systems, Siprocs – for thermal source and Eltec – for retrofitted heat supply stations. In addition to extremely quick flow and information processing, Siprocs also provided the highest level of security and reliability in control from the aspect of applied configuration, implemented software solutions and installed equipment. Supervisory control systems Eltec, installed on a number of heat exchange stations in heating plants “Konjarnik”, “Dunav”, “Voždovac” and “Novi Beograd”, enabled remote readings of operation parameters as well as control these stations' operation.

In accordance with the above-mentioned aims, the modern control systems, which were implemented in the district heating system of the public utility company “Belgrade Power Plants”, enable the connection with program packages intended for the improvement of district heating system's performance, in order to reduce the total operation costs, energy losses, investment costs, as well as to improve the system functionality and quality of services rendered to the final user.

KEY WORDS: retrofit; reliability; optimization

1. Uvod

Daljinski sistem grejanja JKP „Beogradske elektrane“ ima preko 3000 MW instalisane snage, 1400 km toplovodne mreže, 8500 predajnih stanica toplote i površinu od 22.000.000 m² grejanog prostora, tako da je svaka ušteda koja se ostvari od izuzetnog značaja.

Najveće toplane u sistemu daljinskog grejanja JKP „Beogradske elektrane“ su „Novi Beograd“, sa 1.000 MW instalisane snage, a zatim slede „Dunav“, „Konjarnik“ i „Voždovac“ sa gotovo 1.000 MW instalisane snage. Prvi vrelovodni kotlovi na toplani „Novi Beograd“ su izgrađeni još početkom 60-tih, dok su preostala četiri kotla izgrađena do kraja 80-tih godina prošlog veka. Slična situacija je i na drugim toplinama. Zajedno sa izgradnjom ovih postrojenja, a u skladu sa dotadašnjim dostignućima upravljačke tehnike, postavljeni su i nadzorni sistemi upravljanja.

I pored brzog razvoja modernih upravljačkih sistema, modernizacija ovih sistema nije vršena u dužem periodu zbog nedostatka sredstava. Naravno, sve to je uticalo na smanjenje pouzdanosti sistema, kao i na efikasnost rada toplana. Istovremeno zastarela merno-regulaciona oprema nije mogla ni da ispuni zahteve savremene, efikasne proizvodnje toplotne energije.

U tom smislu počev od 2002. godine, kada su dobijena sredstva iz donacija, a kasnije i iz kredita, izvršena je modernizacija nadzorno-upravljačkih sistema četiri najveća toplotna izvora i 5000 predajnih stanica toplote.

Modernizacija sistema upravljanja je postigla svoj osnovni cilj, tačnije omogućila je pouzdan, efikasan i lakše kontrolisani rad postrojenja kroz viši nivo automatizacije i na toplotnom izvoru i u predajnim stanicama toplote.

S obzirom da JKP „Beogradske elektrane“ i dalje rade na novim projektima, to se pre svega odnosi na izmene i proširenja toplane „Novi Beograd“, kao najveće toplane u njegovom sistemu, a iskustva koja smo stekli u dosadašnjem radu na implementaciji nadzorno-upravljačkih sistema koristimo kako bismo uspešno realizovali i nove projekte.

Osim toga, zadatak je i dalje unapređenje rada sistema daljinskog grejanja i dostizanje krajnjeg cilja, a to je sistem okrenut krajnjem korisniku, naravno uz što je moguće niže investicione i operativne troškove.

2. Modernizacija nadzorno-upravljačkih sistema na toplotnim izvorima

2.1. Opis sistema

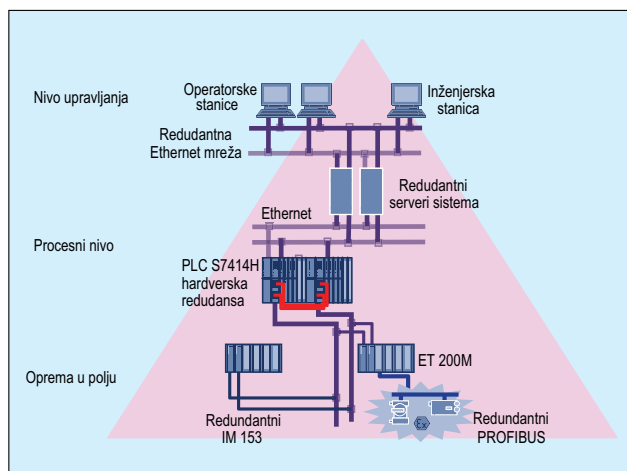
Nadzorno-upravljački sistem Siprocs implementiran je na četiri najveće toplane u sistemu daljinskog grejanja JKP „Beogradske elektrane“. To je savremeni distribuirani sistem koji omogućava povezivanje svih toplana u jedinstven sistem, čime je dobijena mogućnost daljinskog kontrolisanja rada toplana iz Centra za energetske planiranje i upravljanje „Beogradske elektrane“. Siprocs obezbeđuje najviši nivo sigurnosti i pouzdanosti u upravljanju sa aspekta konfiguracije koja je primenjena, softverskih rešenja koja su implementirana, kao i opreme koja je ugrađena – sve to, naravno uz ekstremno brz protok i obradu informacija. Siprocs registruje, obrađuje i arhivira procesne podatke i po zadatom programu u programabilnom kontroleru upravlja radom postrojenja.

2.2. Konfiguracija nadzorno-upravljačkog sistema

Konfiguracija nadzorno-upravljačkog sistema i elementi koji su primenjeni, omogućili su pouzdan rad postrojenja. Visoki zahtevi za raspoloživost sistema, kao i zahtevi za pouzdanost kontrole procesa i podataka ispunjeni su primenom

redundanse kao integralnog dela Siprocs-a. Redudansa sistema upravljanja je postignuta primenom sledećih komponenta:

- redundantnog besprekidnog napajanja,
- redundantnog napajanje 24 V DC,
- centralnih procesorskih jedinica u hardverski redundantnoj verziji, to jest PLC S7-414H,
- redundantne optičke i žičane Profibus mreže,
- redundantne distribuirane ulazno/izlaznih jedinica tipa ET200M,
- redundantne optičke i žičane Ethernet mreže,
- redundantnog sviča,
- redundantnih servera sistema (pod operativnim sistemom Linux) povezanih redundantnom Ethernet vezom,
- redundantnih operatorskih stanica (pod operativnim sistemom Windows 2000), povezanih redundantnom Ethernet vezom.



Slika 1. Principijalna šema primenjene redundantne konfiguracije nadzorno-upravljačkog sistema zasnovane na kontroleru S7414H

Ta konfiguracija je u osnovi primenjena na svim toplinama na kojima je Siprocs implementiran, naravno uzimajući u obzir veličinu i složenost tehnologije rada konkretnog postrojenja.

Konfiguracija sistema i izbor elemenata, koji su definisani još u početnoj fazi modernizacije nadzorno-upravljačkog sistema toplane „Novi Beograd“, omogućili su ne samo pouzdan rad, već su podržali i sva proširenja koja su realizovana u periodu od 2002. godine do danas.

S obzirom na započete krupne promene na toplani „Novi Beograd“, izgradnja novog vrelovodnog kotla snage 140 MW i prateće opreme potrebne za njegovo povezivanje u jedinstveni sistem toplane „Novi Beograd“, kao i izgradnja razmenjivačke stanice za magistralu 6 snage 200 MW, a uzimajući u obzir i svetska iskustva, došlo se do zaključka da je vreme da se izvrše određene inovacije postojećeg nadzorno-upravljačkog sistema. U tom smislu, uz nepromenljenu koncepciju konfiguracije, predviđena je zamena samo pojedinih elemenata, čime bi se obezbedilo prihvatanje i obrada još većeg broja podataka, što bi uz povećanje brzina komunikacije između delova sistema, omogućilo dalji pouzdan rad postrojenja.

To se, pre svega, odnosi na programabilni kontroler izveden u hardverskoj redundansi, S7414H, koji treba zameniti kontrolerom nove generacije S7414H, koji ima više radne memorije i ostvaruje značajno bržu komunikaciju. Na taj način ćemo i posle realizacije pomenutih projekata i implementacije na nadzorno-upravljački sistem, obezbediti osnovni cilj savremenog sistema upravljanja, a to je pouzdan rad sistema daljinskog grejanja.

2.3. Ostvareni rezultati

Implementacija novog sistema upravljanja omogućila je viši nivo automatizacije upravljanja radom toplane. Dosledna primena tehnologije rada postrojenja u programabilnom kontroleru, poboljšana informisanost korisnika i zamena dotrajale procesne opreme, povećali su pouzdanost i efikasnost rada postrojenja.

Sistem je koncipiran tako da programabilni kontroler reaguje automatski na svaki poremećaj u sistemu u skladu sa definisanom tehnologijom rada. Programabilni kontroler omogućava sekvencijalno i logičko upravljanje radom elemenata postrojena, čime je obezbeđen viši nivo automatizacije. Na taj način se upravlja radom postrojena kao što je sistem za cirkulaciju vode kroz sistem daljinskog grejanja, rad sistema za održavanje pritiska i dr.

Pored automatskog upravljanja po zadatom programu koji obavlja PLC, nadzor i upravljanje postrojenjem je moguće po potrebi vršiti i ručno preko operatorskih stanica. Poštuju se preporuke proizvođača i time obezbeđuje duži radni vek opreme i manji troškovi.

Nadzorno-upravljački sistemi imaju mnoštvo informacija, koje korisnik može da vidi na odgovarajućim prikazima i po potrebi da ih analizira. Informacije su na jasan i nedvosmišlen način prikazane korisniku. To je realizovano pomoću panela koji se koriste za vizuelizaciju procesnih veličina i kontrolu procesa, kao i pomoću tabela i grafika.

Na sistemu su definisani različiti nivoi pristupa za korisnike, a u skladu sa poslom koji obavljaju. Sistem beleži u arhivama, osim vrednosti merenja i stanja signalizacije i ko i kada je prijavljen za rad na sistemu, kao i aktivnosti koje je izveo u toku svog rada.

U skladu sa zahtevima Centra za energetske planiranje i upravljanje "Beogradskih elektrana", PLC obezbeđuje postizanje zadatih parametara odlazne temperature u skladu sa tehnologijom rada postrojena. Pri tome se menja protok vode kroz mrežu u zavisnosti od toga koliko je energije potrebno za zagrevanje korisnika.

Na slici 2 moguće je videti kako sistem na toplici „Novi Beograd“ smanjuje predatu snagu, kao i protok kroz sistem pri porastu spoljne temperature za zadatu odlaznu temperaturu vode na odlazu iz toplane.

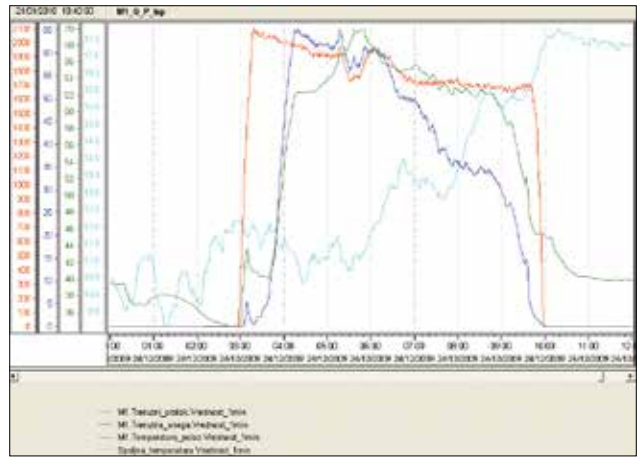
3. Modernizacija predajnih stanica toplote

3.1. Opis predajnih stanica toplote

Predajne stanice toplote su deo sistema daljinskog grejanja preko koga se toplotna energija proizvedena u toplani predaje krajnjim korisnicima. Da bi se postigao krajnji cilj modernizacije sistema daljinskog grejanja, a to je je kreiranje sistema okrenutog krajnjem korisniku, bilo je potrebno između ostalog, izvršiti i modernizaciju predajnih stanica toplote. To je podrazumevalo ugradnju savremenih programabilnih uređaja, koji prema implementiranom programu obezbeđuju autonoman rad predajne stanice, a u skladu sa zahtevima korisnika za energijom, kao i ugradnju merila utrošene energije čija ugradnja obezbeđuje potrebne uslove da se stvarno utrošena energija i naplati.

3.2. Konfiguracija sistema u predajnoj stanici

U modernizovanim predajnim stanicama su ugrađeni programabilni kontroleri koji upravljaju njenim radom. Programabilni kontroleri omogućavaju kvalitativno-kvantitativnu regulaciju u predajnim stanicama toplote. Prenos podataka sa merila protoka energije se obavlja putem M-bus komunikacije na kontroler. Osim automatskog, moguće je po potre-

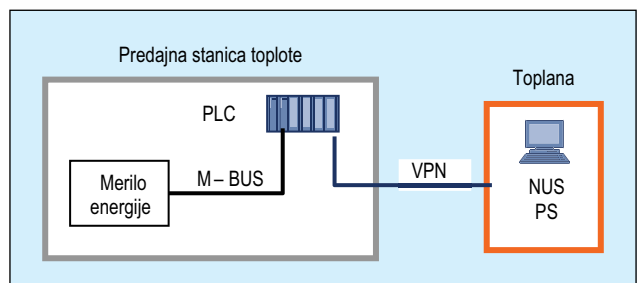


Slika 2. Dijagram parametara rada toplane „Novi Beograd“ prilikom porasta spoljne temperature

bi i ručni režim rada u predajnoj stanici. Na odgovarajućem displeju se mogu očitati parametri rada.

S obzirom da su u sistemu daljinskog grejanja JKP „Beogradskih elektrana“ instalirani nadzorno-upravljački sistemi Eltec na toplanama „Konjarnik“, „Dunav“, „Voždovac“ i „Novi Beograd“, za određen broj predajnih stanica omogućeno je i daljinsko očitavanje radnih parametara, kao i upravljanje njihovim radom.

Na slici 3 prikazan je šematski prikaz predajne stanice toplote sa programabilnim kontrolerom i vezama koje su ostvarene radi prenosa podataka između PLC-a i merila utrošene energije, kao i PLC-a i nadzorno-upravljačkog sistema predajnih stanica.



Slika 3. Šematski prikaz veza za prenos podataka predajne stanice toplote

Prenos podataka između predajne stanice i nadzorno-upravljačkog centra vrši se preko javne internet veze kablovskog provajdera. Predajne stanice i nadzorno-upravljački sistem svakog grejnog područja vezani su u virtuelnu privatnu mrežu (VPN) i dostupni su samo unutar ove VPN mreže. Da bi se ovako ostvario prenos podataka programabilni kontroler je opremljen komunikacionim portom za TCP/IP vezu i kablovskim modemom za izlaz na VPN mrežu nadzornog sistema.

3.3. Ostvareni rezultati

U modernizovanim predajnim stanicama odvija se kvalitativno-kvantitativna regulacija isporuke toplotne energije, koja se vrši promenom temperature vode u napojnom vodu toplotne mreže pri promeni temperature spoljašnjeg vazduha i promenom protoka u predajnoj stanici.

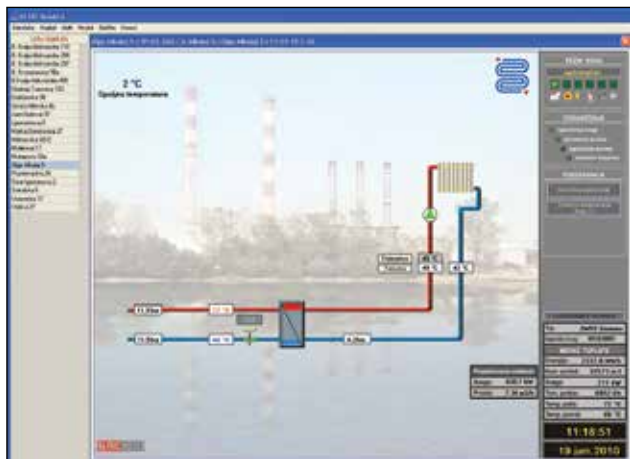
Upotrebom termoregulacionih ventila na radiatorima korisnik po želji smanjuje ili povećava potrebnu energiju za zagrevanje prostorije, a količina preuzete toplote se reguliše promenom protoka u predajnoj stanici. Pri tome veća koli-

čina toplote obezbeđuje se većim protokom vode u primaru predajne stanice. Promena protoka u predajnoj stanici utiče na ukupan protok u sistemu daljinskog grejanja.

Uvođenjem nadzorno-upravljačkih sistema za predajne stanice omogućen je ne samo pregled parametara rada u predajnim stanicama, već i daljinsko upravljanje. Daljinskim uvidom u rad predajne stanice, blagovremeno se mogu uočiti poremećaji u radu i po potrebi intervenirati i pre nego što krajnji korisnik uoči da je došlo do poremećaja. Vizuelizacija svake predajne stanice je u skladu sa stvarnim brojem i rasporedom elemenata u predajnoj stanici (broj pumpi, regulacionih krugova i sl.; slika 4).

Osim trenutnih vrednosti radnih parametara protoka, pritiska i temperature i signalizacije stanja ventila i pumpi, na panelu je prikazana i referentna temperatura koju sistem teži da dostigne u skladu sa spoljnom temperaturom. Pored toga je moguće daljinski izvršiti podešavanja predajne stanice, kao i pregledati podatke sa merila utrošene energije. Nadzorno-upravljački sistemi toplotnih izvora i predajnih stanica toplote povezani su u jedinstvenu celinu, tako što se razmena podataka obavlja preko centralne baze podataka MY SQL, odakle se mogu dalje koristiti za potrebne analize rada sistema daljinskog grejanja.

Sve to može značajno da utiče na unapređenje kvaliteta usluga koje pružamo krajnjim korisnicima.



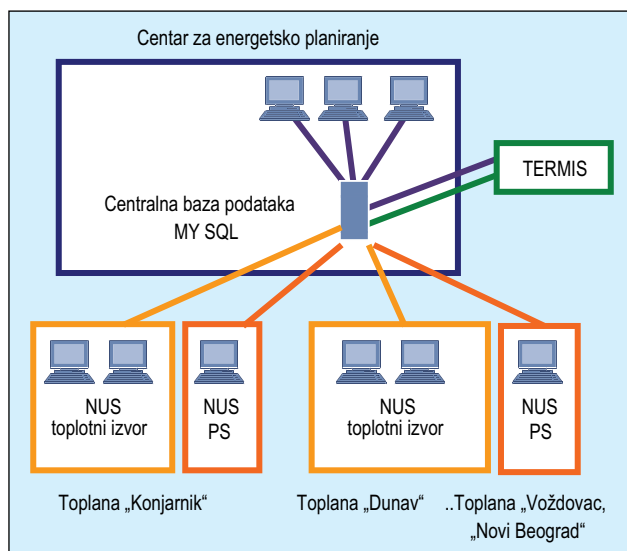
Slika 4. Vizuelizacija jedne od predajnih stanica toplote na nadzorno-upravljačkom sistemu

4. Pravci daljeg unapređenja sistema daljinskog grejanja

Modernizacija nadzorno-upravljačkih sistema na toplotnim izvorima, kao i predajnim stanicama toplote, značajan je poduhvat, koji ima uticaja i na upravljanje procesom, ali i na održavanje postrojenja. Odluka koja je doneta još 2002. godine, da projektni timovi korisnika aktivno učestvuju u realizaciji projekata, od procene šta je potrebno uraditi do implementacije programa u PLC-u i provere njegove funkcionalnosti, pokazala se ispravnom. Ovakav pristup zahteva informisanost korisnika i stalnu edukaciju. No, na taj način je postignuto da se, kao rezultat zajedničke saradnje korisnika i izvođača, izabere adekvatna konfiguracija sistema, ugradi oprema u skladu sa zahtevima tehnologije, kao i da se dosledno primene tehnološka rešenja u PLC-u i vizuelizaciji procesa. Osim toga, ostvareni su pouzdano i efikasno upravljanje, brza reakcija na poremećaje u sistemu, kao i viši nivo automatizacije.

Naravno, svetski trendovi u oblasti proizvodnje toplotne energije nas upućuju da i dalje treba da nastavimo sa podizanjem efikasnosti rada i uštedom energenata.

U tom smislu, moderni sistemi upravljanja, koji su implementirani u daljinskom sistemu grejanja JKP "Beogradske elektrane", omogućavaju povezivanje sa programskim paketima namenjenim za poboljšanje karakteristika sistema daljinskog grejanja, kako u cilju smanjenja ukupnih operativnih troškova, energetskih gubitaka i troškova investicija, tako i poboljšanja funkcionalnosti sistema i kvaliteta usluga krajnjem korisniku. Mnoštvo podataka koji se nalaze u bazama podataka nadzorno-upravljačkih sistema, omogućava da se pomoću programskog paketa za unapređenje rada sistema daljinskog grejanja vrše dalje analize rada postrojenja i u tom smislu optimizacija njegovog rada i na taj način postignu uslovi za ostvarenje postavljenih ciljeva. Za sada se radilo na postavljanju modela i njegovom kalibrisanju, a ugovorena je isporuka modula za temperaturnu optimizaciju i real time modula.



Slika 5. Principijelna šema povezivanja NUS toplotnih izvora i predajnih stanica sa Termisom

Da bismo efikasno odgovorili zahtevima tržišta i visokim standardima savremene proizvodnje toplotne energije, pored implementacije modernih nadzorno-upravljačkih sistema i primene programskih paketa za unapređenje rada sistema grejanja, potrebno je raditi i na unapređenju organizacije rada u preduzeću i unaprediti protok informacija kako bismo u najkraćem roku odgovorili na zahteve krajnjih korisnika.

5. Zaključak

Modernizacija nadzorno-upravljačkih sistema najvećih toplotnih izvora u sistemu daljinskog grejanja JKP „Beogradske elektrane“ i predajnih stanica toplote, obezbedila je pouzdanu isporuku toplotne energije krajnjem korisniku, dok je nivo implementirane tehnologije omogućio visok nivo automatizacije rada postrojenja. To je sve imalo uticaja na povećanje efikasnosti rada.

Naš cilj je sistem okrenut krajnjem korisniku, kao i naplata prema stvarno utrošenoj energiji. Svetski trendovi u oblasti savremene proizvodnje toplotne energije nas upućuju da treba da nastavimo sa podizanjem efikasnosti rada i uštedom energenata. U tom smislu realizujemo i nove projekte, uz aktivno učešće projektnih timova, nas kao investitora i kao krajnjeg korisnika, zajedno sa izvođačima.

Podaci iz modernizovanih upravljačkih sistema najvećih toplotnih izvora i predajnih stanica i primena programskog paketa za unapređenje rada sistema daljinskog grejanja omogućiće dalju optimizaciju rada i uštedu energenata.