

nastupa domaće mašinske i elektroindustrije kod energetske investicije. U tom smislu Privredna komora Srbije predlaže usaglašavanje zajedničkog nastupa i izbegavanje međusobnog konkurisanja koje još više oslabljuje položaj u odnosu na ino konkurente. Formiranjem klastera u cilju sprovođenja strategije zajedničkog nastupa preduzeća metalne i elektroindustrije radi konkurisanja na tenderima omogućilo bi zadovoljavanje kriterijuma tendera u smislu godišnjeg prometa, asortimana proizvoda i usluga ili potrebnih referenc lista poslova.

Posmatrano po sektorima tehnološki i proizvodni potencijali preduzeća energomašinogradnje su:

- proizvodnja energetskih mašina i uređaja

Veliki deo modernizacije kao i remonta energetskih postrojenja može da izvrši ovaj sektor uz uvoz komponenti koje se ne proizvode u zemlji ili kao kooperant inostranih kompanija.

- proizvodnja specijalnih mašina za industriju i ostalih mašina opšte namene

Ovaj sektor poseduje kapitalnu opremu koja još uvek nije zastarela, konkurentnost proizvoda i usluga je povoljniji u odnosu na razvijene zemlje i ovaj sektor je dokazani kooperant proizvođačima iz razvijenih zemalja sveta.

- proizvodnja električnih mašina, transformatora, elektroopreme i postrojenja

Proizvodni kapaciteti nisu toliko zastareli, proizvodnja je po kvalitetu i cenovno konkurentna svetskom tržištu i ova grana je i izvozno orijentisana.

- usluge montažerskih radova i radova na održavanju postrojenja

Izuzetno konkurentna oblast u zemlji i inostranstvu. Ambiciozni razvojni planovi elektroprivrede otvaraju razvojne perspektive u ovoj oblasti.

Zaključak

Realizacija planova razvoja JP EPS je u direktnoj korelaciji sa cenom električne energije. Ovakva razvojna opredelenja su moguća samo uz uslov da do 2012. godine cena električne energije dostigne nivo od preko 7 Evro cent/kWh. U tom slučaju će se pored razvojnih projekata otvoriti i mogućnost intenziviranja stranih investicija u energetske sektor. Elektroprivreda je veoma inertan sistem i opstao je uprkos dugogodišnjoj politici depresiranja cena i prividne uloge očuvanja socijalnog mira i inflatornih udara. Nažalost, prava žrtva ove virtuelne ekonomske politike je domaća energomašinogradnja. Realizacija razvojnih opredelenja elektroprivrede otvoriće i razvojne perspektive ove privredne grane.

Davor Končalović, dipl. maš. inž., dr Milun Babić, dipl. maš. inž., Boban Milosavljević, dipl. inž., dr Dušan Gordić, dipl. maš. inž., dr Nebojša Jovičić, dipl. maš. inž., Vladimir Bogićević, apsolut, Vladimir Nikolić, apsolut

UDC: 697.34.001.5 (497.11)

O naučno-istraživačkim aktivnostima za povećanje energetske efikasnosti sistema za distribuciju toplote u Kragujevcu

Rezime

S obzirom na razduženost toplovodnog sistema za centralno zagrevanje grada Kragujevca i probleme koji prate njegovo funkcionisanje, glavni snabdevač toplotnom energijom u Kragujevcu - Energetika d.o.o. je, u saradnji sa Mašinskim fakultetom, inicirao pokretanje i realizaciju projekta: „Unapređenje energetske efikasnosti i tehničko tehnoloških karakteristika sistema za proizvodnju i distribuciju toplote grada Kragujevca“. U ovom radu su izložene aktivnosti i deo naučno-stručnih rezultata koji se odnose na nastojanje da se poveća energetska efikasnost tog proizvodno-distributivnog sistema i kvalitet snabdevanja krajnjih potrošača toplotnom energijom.

Cljučne reči: energetska efikasnost, daljinsko grejanje, baze podataka.

Abstract

Concerning the outspread of district heating system of city of Kragujevac and problems associated with functioning of a such system, the main heating energy supplier in Kragujevac "Energetika" initiated a project "Increasing energy efficiency and technical and technological characteristics of the system for production and distribution of heat for the city of Kragujevac" in cooperation with the Faculty of Mechanical Engineering Kragujevac. Activities related to the increasing of energy efficiency of distributive system and quality increasing for heat energy supplying of end-users are presented in the paper.

Key words: energy efficiency, district heating, database.

1 Uvod

ENERGETIKA d.o.o. je preduzeće – energana koje snabdeva Kragujevac energijom za grejanje. Grad se snabdeva toplotom iz pet kotlarnica. Najveća kotlarnica se nalazi u krugu „Zastave“ (matična lokacija) i ta kotlarnica snabdeva delom grad a delom samu fabriku. Danas se 1/3 proizvedene toplotne energije u toj kotlarnici isporučuje grupi Zastava a 2/3 se, kroz sistem daljinskog grejanja, isporučuje građanstvu i ostalim privrednim i uslužnim objektima. U prošlosti, dok je „Zastava“ radila nesmanjenim kapacitetom, odnos isporučenih količina toplotne energije je bio obrnut. Kotlarnica na matičnoj lokaciji kao gorivo koristi ugalj. Kotlarnice na lokacijama KBC i Erdoglija su manje

kotlarnice i zajedno pokrivaju oko 15% svih korisnika Energetike. Kao gorivo koriste mazut. U sistemu Energetike postoje još dve kotlarnice koje su vrlo male, koriste gas i jedna snabdeva toplotnom energijom pet zgrada, druga tri. Grejanje plaća oko 14.500 potrošača koji su za sistem vezani preko više od 2.000 toplotnih podstanica u velikim zgradama, bolnicama, školama i privatnim stambenim objektima. Oko 1000 podstanica su podstanice vrlo male snaga (od 30 do 60 kW) i nalaze se u privatnim kućama a ostalih 1000 podstanica se nalazi u zgradama i snage se kreću i do 1,2 MW.

Dužina mreže daljinskog grejanja je oko 80 km. Sistem daljinskog grejanja Kragujevca je jedan od najrazduženijih i najsloženijih sistema te vrste u zemlji.

Početkom prošle godine, tj. u januaru 2006. Energetika je zajedno sa Mašinskim fakultetom u Kragujevcu započela projekat sveobuhvatne analize celog proizvodno – distributivno – konzumnog sistema. Razlozi pokretanja projekta, ciljevi i načini dolaska do istih, biće prikazani u ovom radu, sa posebnim naglaskom na analizu distributivne mreže i konzumnog sistema.

2 Problemi sa kojima se suočava Energetika d.o.o.

Već izneti podaci ukazuju na probleme Energetike d.o.o., koji se ogledaju u nedovoljnom poznavanju sopstvene distributivne mreže. Neplansko širenje mreže, uzrokovano širenjem grada, tj. povećanjem broja korisnika, impliciralo je nekoliko problema, a pre svega visoku neefikasnost i neravnomerno zagrevanje potrošača (termički komfor).

Nepostojanje dugoročne strategije širenja mreže, kao i isključivo iskustveno planiranje prouzrokovalo je nepravilno dimenzionisan cevovod, nepravilan izbor pumpi, nepovezivanje pojedinih tačaka mreže najkraćim mogućim putem, kao i niz drugih nepravilnosti. Uz ove pojave, pojavljuju se još neki problemi čiji su koreni druge prirode. Toplovodna mreža je stara preko 20 godina. Cevovodi su, izuzev nekoliko novijih deonica, dotrajali; izolacija je u vrlo lošem stanju a pojedine, uglavnom kraće deonice potpuno su neizolovane. Oko 90% svih cevovoda je u kanalima, izolacija kod ovih cevovoda je, zbog vode ili vlage u kanalima, u vrlo lošem stanju. Stariji predizolovani cevovodi, takođe, se nisu pokazali kao dobro i dugotrajno rešenje. Nedostatak katodne zaštite na pojedinim mestima sa većom koncentracijom strujnih i telefonskih kablova vrlo negativno utiče na vek cevovoda, te se isti smanjuje na samo 5 godina. Pravilo je da se cevovodi menjaju tek kad dođe do havarija, a tek u novije vreme, izmene se vrše preventivno i planski. Ventili na pojedinim vodovima su, takođe, dotrajali, vrlo često su u takvom stanju da se ne mogu zatvoriti, kad je to, iz bilo kog razloga, potrebno.

Treći uzrok grupe problema za Energetiku d.o.o. su sami potrošači tj. njihov odnos prema sistemu gradskog grejanja. Niska svest korisnika zajedno sa nekvalitetnim grejanjem dovela je do toga da korisnici ispuštaju grejni fluid u atmosferu, ne bi li na taj način lokalno povećali protok, a sa protokom i količinu toplote koja se preda samo njihovom izmenjivaču. Drugi način za povećanje protoka u sopstvenoj podstanici je protivzakonita ugradnja pumpe na primarnom cevovodu i narušavanje strujne slike u širem području. Iako je zakonom strogo

zabranjeno, nije retkost ni skidanje zaštitnih plombi sa regulacionih ventila. Pored ovih korisnika imamo i korisnike koji se pregrevaju (uglavnom su to oni koji su bliži kotlarnicama ili važnijim toplovodima).

Curenje vode iz toplovoda zajedno sa ispuštanjem vode iz sistema od strane korisnika, vodi do gubitka grejnog fluida kao sledećeg velikog problema preduzeća. Da bi se stekla bolja slika o obimu curenja, zanimljiv je podatak da je u prethodnom periodu curenje iznosilo više od 1000 m³/dnevno. Naporima stručnih službi Energetike curenje je danas znatno smanjeno (grubo procenjeno iznosi oko 400 m³/dnevno). Ovdje treba napomenuti da je demineralizovana voda koja se koristi u sistemu desetak puta skuplja od vode za piće, kao i da je u trenutku isticanja temperatura tog fluida oko 60°C. Pošto je temperatura vode za dopunjavanje oko 8°C, jednostavnom računom dolazi se do oko 4 GWh potencijalnih godišnjih ušteda. Valja reći da, osim visokih materijalnih troškova, povećana količina fosilnih goriva koja se koristi za nepotrebno zagrevanje, vrlo negativno utiče na emisiju CO₂, i na stepen lokalnog zagađenja.

Problemi sa cirkulacijom na perifernim delovima mreže su do sad rešavani na razne načine, često pokušajima iza kojih je stajala dobra volja, ali i loša procena. Najčešće se balansiranje mreže vršilo prigušivanjem ventila ili postavljanjem blendi, a u nekim slučajevima i postavljanjem dodatnih pumpi na primarni toplovod. Ove izmene su, uglavnom, rešavale probleme kod potrošača ili grupe potrošača zbog kojih su vršene, ali su često menjale strujnu sliku i izazivale probleme kod drugih potrošača čiji je toplovod vezan za toplovod na kome su vršene izmene.

Još jedan problem predstavlja nepostojanje adekvatnog merenja u sistemu. Jedino pouzdano merenje u sistemu Energetike d.o.o. je utrošak energenata, tj. merenje ulaza. Ne poznaje se izlaz iz kotlarnica pa samim tim ni efikasnost kotlovske postrojenja. Nije potrebno posebno naglašavati da u distributivnoj mreži ne postoje odgovarajuća merenja na osnovu kojih se mogu izvući relevantni zaključci.

Sve napred navedeno je zahtevalo jedan potpuno novi, temeljan prilaz svim pobrojanim problemima. Energetika d.o.o. se obratila Regionalnom evro centar za energetske efikasnosti koji radi u okviru Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, te su, zajedno sa Skupštinom Grada, ušli u projekat "Unapređenje energetske efikasnosti i tehničko tehnoloških karakteristika sistema za proizvodnju i distribuciju toplote grada Kragujevca".

3 Ciljevi projekta i sprovedene aktivnosti

Osnovni cilj projekta je da se obezbede uslovi za kvalitetno, energetske i ekonomski efikasno funkcionisanje sistema za proizvodnju i distribuciju toplote grada Kragujevca i dalji uspešan razvoj preduzeća Energetika d.o.o..

Da bi se došlo do ovog cilja, potrebno je u samom početku utvrditi činjenice o sistemu, koje su relevantne za buduće analize. Početna aktivnost projekta se odnosi na distributivnu mrežu, tj. kompletno snimanje toplovodne razvodne mreže grada koje podrazumeva:

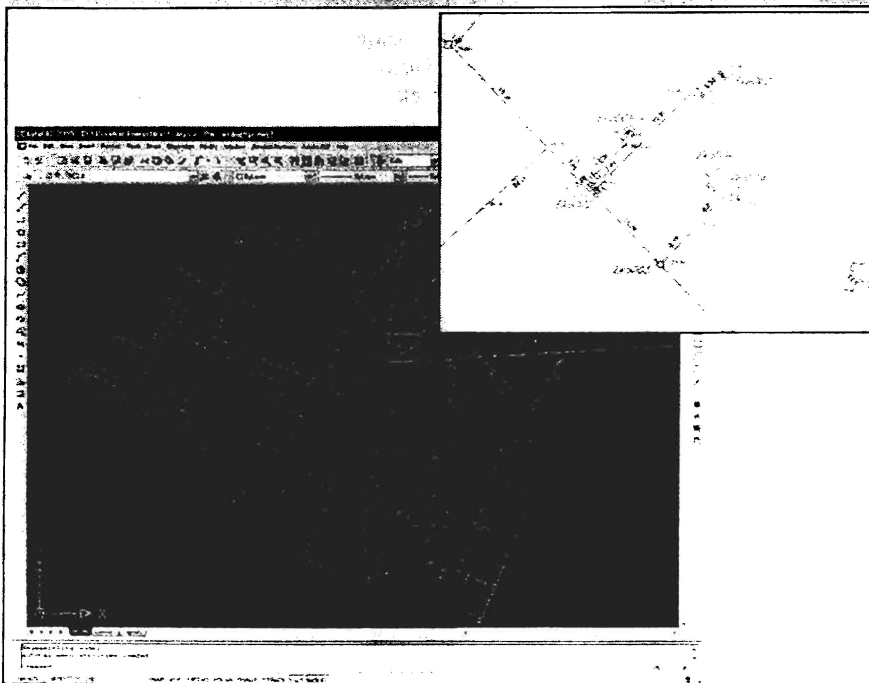
- utvrđivanje prostornog izgleda mreže i stvarnih dimenzija cevovoda u mreži,
- utvrđivanje stvarnih kapaciteta toplotnih podstanica koje se nalaze kod krajnjih potrošača toplotne energije,
- proveru da li postojeći kapaciteti toplovodne razvodne mreže zadovoljavaju kapacitete toplotnih podstanica i toplotne potrebe krajnjih potrošača,
- utvrđivanje stvarne toplotne snage svih objekata koji se nalaze u toplovodnom sistemu „Energetika“ d.o.o.

3.1 utvrđivanje prostornog izgleda mreže

Geodetski snimak najvećeg dela distributivne mreže postoji u arhivi Energetike u analognom obliku (na papiru). Međutim, te mape nisu uvek ažurirane na pravi način, tj. geometriji nisu izlazili na teren prilikom svake promene cevovoda. Bez obzira na nedostatke, ove mape imaju dovoljan nivo tačnosti za potrebe sanacija mreže i lociranje toplovoda na terenu. Iako je postojala mogućnost skeniranja a zatim prebacivanja mapa u digitalni oblik vektorizacijom, procenjeno je da je bolje rešenje ponovno snimanje celokupne mreže. Skeniranje i vektorizacija nose sa sobom gubitak tačnosti u jednom procentu, koji bi zajedno sa nedovoljnom tačnošću početnog materijala mogao dovesti do rezultata diskutabilne upotrebljivosti. Takođe, smatra se da bi detaljno snimanje toplovoda bilo od velike koristi ne samo za Projekat, već i za Energetiku, grad Kragujevac i GIS (Geografsko informacioni sistem) grada Kragujevca koji je u formiranju.

Posao snimanje mreže je poveren preduzeću „Geopremier“ iz Kragujevca koje se bavi pružanjem geodetskih usluga. Snimanje kompletne mreže je izvršeno pomoću GPS-a (Global Positioning System), i tačnost tako utvrđenih tačaka je ± 20 mm u horizontalnoj ravni i ± 50 mm u vertikalnoj ravni. Trase podzemnih vodova su locirane pomoću tragača, a

Slika 1 Mapa mreže u AutoCAD-u



trase vodova koji nisu na otvorenom (zbog nemogućnosti kontakta sa satelitom) su u mapu unesene pomoću klasičnih geometarskih uređaja. Na ovaj način je snimljena kompletna toplovodna mreža i u potpunosti je utvrđena njena geometrija. Trasa je određena tačkama na kojim se toplovod grana ili tačkama u kojima toplovod menja pravac. Svaka tačka je definisana sa tri koordinate, a ako je u pitanju objekat (npr. šahta), pored koordinata, označen je i simbol, kota terena, kota cevovoda i ostali relevantni podaci. Kao konačan rezultat snimanja dobijen je AutoCAD dokument sa precizno definisanim svim trasama toplovoda, *slika 1*.

3.2 Utvrđivanje stvarnih dimenzija cevovoda u mreži

Po završetku geodetskog snimanja, na teren je počela da izlazi ekipa Mašinskog fakulteta, sa ciljem prikupljanja podataka o dimenzijama cevovoda, stanju izolacije, ventilima, kompezatorima i drugim elementima koji su važni za hidrauličko i termodinamičko simuliranje rada toplovoda. Na ovom stepenu razvoja projekta oformljena je digitalna baza podataka, u koju su pohranjeni ovi i mnogi drugi podaci prikupljeni na terenu. Prečnici cevovoda se definišu kroz prečnike cevovoda u šahtama, pošto su to jedina mesta na kojima se cevovod može izmeriti bez visokih troškova.

Digitalna baza podataka oformljena u MS Access-u, podeljena je na dva dela. Jedan deo baze sadrži podatke o toplovodu, a prema mernom mestu je

nazvan „karton šahte“. Drugi deo se vezuje za potrošača i nosi radni naziv „karton podstanice“. Na *slici 2* je prikazan karton šahte.

Svaki karton ima šifru šahte koja jednoznačno određuje lokaciju šahte na geodetskom snimku kompletne mreže. Naredna polja u kartonu su rezervisana za temperaturu fluida na izvoristu, spoljnu temperaturu, opis izolacije i komentar. Karton podstanice, takođe, sadrži i fotografiju šahte, infracrveni snimak šahte kao i šematski prikaz šahte urađen, takođe, u digitalnom.pdf formatu.

3.3 Utvrđivanje stvarnih kapaciteta toplotnih podstanica

Paralelno sa prikupljanjem podataka vezanih za toplovođe vrši se prikupljanje podataka u toplotnim podstanicama koje se nalaze kod krajnjih potrošača toplotne energije. Najvažniji cilj ovog dela projekta je utvrđivanje stvarnih kapaciteta toplotnih podstanica. Osnovni uslov koji mora biti ispunjen da bi se obezbedilo funkcionisanje sistema daljinskog grejanja je da postojeći kapaciteti energane i toplovodne razvodne mreže

zadovoljavaju kapacitete toplotnih podstanica i propisane toplotne potrebe krajnjih potrošača.

Slično kao kod kartona šahte, i ovde se prikupljeni podaci unose u karton podstanice. Karton podstanice, takođe, ima jedinstvenu šifru koja određuje lokaciju podstanice na snimku mreže.

Pored adrese, zapremine objekta i imena vlasnika, karton nosi sobom sve podatke relevantne za hidraulični i termodinamički proračun, kao i podatke za koje se smatra da će biti od koristi u budućim analizama. Na *slici 3* je prikazan izgled kartona podstanice.

Kao i kod kartona šahte, i ovaj karton sadrži fotografije, objekta u kojem se nalazi podstanica kao i same podstanice.

Od važnih podataka treba izdvojiti: tip i vrstu izmenjivača toplote, njegovu snagu, tip kalorimetra i vodomera, tip pumpe na sekundaru i sl. Takođe su pobrojane sve komponente koje utiču na lokalni hidraulični otpor (ventili, nepovratni ventili, kolena, proširenja...). Kod izmenjivača toplote se beleže temperature na ulazu i izlazu primara, kao i ulazu i izlazu sekundara u isti, a izmerene prilikom inspekcije podstanice.

4 Buduće projektne aktivnosti

Po prikupljanju i sistematizaciji podataka sa terena projekat ulazi u sledeću fazu. Olakšavajuća okolnost je to što Energetika grad snabdeva toplotom iz 5 nezavisnih kotlarnica, pa se po prikupljanju podataka koji se vezuju za jednu kotlarnicu može preći na sledeći korak a paralelno sa tim se nastavlja prikupljanje podataka na drugim nezavisnim mrežama.

Slika 2 Karton mernog mesta – šahta

Slika 3 Karton podstanice

The screenshot shows a software interface for a heating system simulation. It includes input fields for system parameters like 'Instalirana snaga' and 'Instalirani protok'. There is a list of pumps and valves with their respective specifications and costs. A summary table on the right lists components like 'Ravni zaporni ventil', 'Kugla ventil', and 'Količnik regulacioni ventil' with their quantities and costs. The interface also includes checkboxes for various simulation options and a 'Kopiraj podatke' button.

Počet se kompletira oformljena baza podataka. sledeći korak je izrada softvera za simulaciju rada sistema za protok i distribuciju toplote. Softver se razvija na Mašinskom fakultetu, a u trenutku pisanja ovog rada je u fazi testiranja. Ideja je da se u potpunosti razvije matematički model sistema kroz softver za hidraulični i termodinamički proračun koji će biti u stanju da „savlada“ nekoliko hiljada čvorova. Neophodno je povezati tako razvijeni softver sa postojećom bazom podataka, te na taj način, jednostavnim izmenama, vršiti simulaciju sistema. Takođe je neophodno uraditi baždarenje softvera na toplovodnoj mreži grada. Mašinski fakultet poseduje portabl ultrazvučni merač protoka, čijim bi angažovanjem potvrdili podatke koje nam daje softver, odnosno korigovali softver uz pomoć tačnih podataka sa terena. Krajnji proizvod ovako razvijenog softvera je matematički model sistema koji nam daje definisan hidraulički režim rada, hidraulički proračun i piezometrijski dijagram. Planira se postavljanje rezultata na Web portal Energetike i praćenje ovako dobijenih rezultata od strane korisnika, stručne javnosti i ostalih zainteresovanih.

5 O očekivanim merama za unapređenje energetske efikasnosti

Pokretači zdravog razvoja preduzeća koja se bave proizvodnjom i distribucijom toplote su:

- cene koje pokrivaju troškove tj. realne cene (ono što je skupo mora da se štedi),
- ekonomski ciljevi,
- konkurencija na tržištu energije i informacije o alternativnim opcijama,
- tehničke mogućnosti koje utiču na potrošnju (termometri, merači toplote)

i omogućavaju korisnicima praćenje potrošnje.

Kočničari razvoja ovakvih preduzeća su:

- cene niže od realnih tržišnih cena,
- politički ciljevi,
- opštinske i vladine subvencije,
- kolektivno korišćenje energetskih izvora (bez individualnih merenja) i sl.

Neefikasnost bilo kog sistema je pre svega skupa, neekološka, snižava standard građana i sl., a neefikasnost ovako velikih sistema predstavlja problem širih razmera. Projekat koji živi treba da da odgovore na pitanja poput:

- koja su to mesta sa kvalitetom grejanja na donjoj granici (ili ispod donje granice) kvalitetnog grejanja?
- koje mere će na najefikasniji način rešiti taj problem (na ovom mestu do punog izražaja dolazi razvijeni softver, koji nam dozvoljava virtualne izmene na sistemu a da su pri tom troškovi takvih „izmena“ minimalni)?
- koja su to mesta na kojima se dešavaju veliki gubici grejnog fluida (bez obzira na uzrok curenja)?

i mnoga druga koja se ne vezuju samo za distributivnu mrežu.

U narednom tekstu će biti reči o merama za unapređenje energetske efikasnosti koje se moraju implementirati u sistem da bi isti mogao funkcionisati na slobodnom tržištu. Svaka ušteda koja se napravi u sistemu doprinosi:

- sigurnosti snabdevanja na nacionalnom nivou,
- profitabilnosti i ekonomskoj održivosti,
- energetske efikasnosti,
- održivom termalnom komforu,
- boljoj usluzi i orijentisanosti ka potrošaču,
- nižoj emisiji CO₂ i ostalih zagađivača,
- nižem nivou lokalnog zagađenja.

Najvažnija urgentna mera za povećanje energetske efikasnosti, u sistemu kakav je danas Energetika, je zaustavljanje curenja grejnog fluida. Uštede koje bi se postigle ovom merom potpuno opravdavaju svako ulaganje. Dugoročno, takve uštede se mogu otplatiti i kroz trgovinu zelenim certifikatima, a na taj način sanacija cevovoda se može izvršiti uz niža ulaganja od strane same Energetike.

Danas Energetika svoje usluge naplaćuje prema površini objekta koji se greje. Ovakav retrogradan koncept treba napustiti u najkraćem mogućem roku. Razlozi za to su:

- izjednačavanje svih korisnika koji su priključeni na mrežu, bez obzira na vrstu i kvalitet objekata koje ti korisnici (vlasnici) poseduju,
- destimulisanje korisnika koji žele da ulažu u termoizolaciju objekta,
- destimulisanje korisnika koji žele da štede,
- iako na papiru nije tako, u praksi jednaku nadoknadu za grejanje plaćaju korisnici koji se pregrevaju i korisnici koji nemaju dovoljan kvalitet grejanja,
- sve gubitke u proizvodnji i transportu Energetika d.o.o. kroz nadoknade za grejanje prebacuje na korisnike,
- novi Zakon o energetici koji nalaže obračun troškova prema potrošnji.

Plaćanje nadoknade prema utrošku energije je standard u celom razvijenom svetu, pa je očekivana mera za povećanje energetske efikasnosti uvođenje merača toplote kod krajnjih korisnika i uvođenje merača protoka na pojedinim (važnijim) deonicama zbog procene gubitaka fluida. Merače protoka je potrebno uvesti na odlaznom i povratnom cevovodu, na jednom istom mestu, te pratiti razliku u pokazivanju.

Instalisanje merača toplote, samo po sebi, ne donosi nikakve uštede, već deluje na svest korisnika i motiviše ga da razmatra načine na koje može da uštedi energiju. Jednostavna mera koju korisnik može da primeni su zatvaranje radijatora umesto otvaranja prozora. Ovdje je vrlo važno ponoviti da su uštede energije inicirane od strane svesti i savesti korisnika, a to bi za sistem poput Energetike bilo pravo osveženje. Takođe, ovaj način obračuna potrošnje bi u potpunosti isključio ispuštanje fluida iz sistema od strane korisnika, a savesnije korisnike bi stimulisao na ulaganje u termoizolaciju objekta.

Savremeni merači toplote se isporučuju sa opremom za daljinsko očitavanje. U svetu je ovaj način očitavanja vrlo rasprostranjen, jer je moguće bolje planiranje rada energane. Takođe, ovako opremljena mreža je u stanju da sama signalizira gubitak grejnog fluida kroz pokazatelje kao što je protok, a korisnici su u mogućnosti da svoju potrošnju prate

Slika 3 Karton podstanice

The screenshot shows a software window titled 'Karton podstanice'. It contains several sections for data entry and display:

- Top Section:** Fields for 'Naziv objekta' (Object Name), 'Vrsta objekta' (Object Type), and 'Zapremina objekta' (Object Volume).
- Left Panel:** A list of components with checkboxes and numerical values, including 'Pumpa 1', 'Pumpa 2', 'Pumpa 3', and 'Pumpa 4'.
- Right Panel:** A table-like structure showing 'Elementi u podstanici (Bilje)' (Elements in the apartment) with columns for 'Naziv' (Name) and 'Vrijednost' (Value).
- Bottom Section:** Fields for 'Duzina cevovoda u podstanici' (Length of piping in the apartment) and 'Naziv prenos. prikljucka' (Name of transmission connection).

Počet se kompletira oformljena baza podataka, sledeći korak je izrada softvera za simulaciju rada sistema za protok i distribuciju toplote. Softver se razvija na Mašinskom fakultetu, a u trenutku pisanja ovog rada je u fazi testiranja. Ideja je da se u potpunosti razvije matematički model sistema kroz softver za hidraulični i termodinamički proračun koji će biti u stanju da „savlada“ nekoliko hiljada čvorova. Neophodno je povezati tako razvijeni softver sa postojećom bazom podataka, te na taj način, jednostavnim izmenama, vršiti simulaciju sistema. Takođe je neophodno uraditi baždarenje softvera na toplovodnoj mreži grada. Mašinski fakultet poseduje portabl ultrazvučni merač protoka, čijim bi angažovanjem potvrdili podatke koje nam daje softver, odnosno korigovali softver uz pomoć tačnih podataka sa terena. Krajnji proizvod ovako razvijenog softvera je matematički model sistema koji nam daje definisan hidraulički režim rada, hidraulički proračun i piezometarski dijagram. Planira se postavljanje rezultata na Web portal Energetike i praćenje ovako dobijenih rezultata od strane korisnika, stručne javnosti i ostalih zainteresovanih.

5 O očekivanim merama za unapređenje energetske efikasnosti

Pokretači zdravog razvoja preduzeća koja se bave proizvodnjom i distribucijom toplote su:

- cene koje pokrivaju troškove tj. realne cene (ono što je skupo mora da se šteti),
- ekonomski ciljevi,
- konkurencija na tržištu energije i informacije o alternativnim opcijama,
- tehničke mogućnosti koje utiču na potrošnju (termometri, merači toplote)

i omogućavaju korisnicima praćenje potrošnje.

Kočničari razvoja ovakvih preduzeća su:

- cene niže od realnih tržišnih cena,
- politički ciljevi,
- opštinske i vladine subvencije,
- kolektivno korišćenje energetskih izvora (bez individualnih merenja) i sl.

Neefikasnost bilo kog sistema je pre svega skupa, neekološka, snižava standard građana i sl., a neefikasnost ovako velikih sistema predstavlja problem širih razmera. Projekat koji živi treba da da odgovore na pitanja poput:

- koja su to mesta sa kvalitetom grejanja na donjoj granici (ili ispod donje granice) kvalitetnog grejanja?
- koje mere će na najefikasniji način rešiti taj problem (na ovom mestu do punog izražaja dolazi razvijeni softver, koji nam dozvoljava virtualne izmene na sistemu a da su pri tom troškovi takvih „izmena“ minimalni)?
- koja su to mesta na kojima se dešavaju veliki gubici grejnog fluida (bez obzira na uzrok curenja)?

i mnoga druga koja se ne vezuju samo za distributivnu mrežu.

U narednom tekstu će biti reči o merama za unapređenje energetske efikasnosti koje se moraju implementirati u sistem da bi isti mogao funkcionisati na slobodnom tržištu. Svaka ušteda koja se napravi u sistemu doprinosi:

- sigurnosti snabdevanja na nacionalnom nivou,
- profitabilnosti i ekonomskoj održivosti,
- energetskoj efikasnosti,
- održivom termalnom komforu,
- boljoj usluzi i orijentisanosti ka potrošaču,
- nižem emisiji CO₂ i ostalih zagađivača,
- nižem nivou lokalnog zagađenja.

Najvažnija urgentna mera za povećanje energetske efikasnosti, u sistemu kakav je danas Energetika, je zaustavljanje curenja grejnog fluida. Uštede koje bi se postigle ovom merom potpuno opravdavaju svako ulaganje. Dugoročno, takve uštede se mogu otplatiti i kroz trgovinu zelenim certifikatima, a na taj način sanacija cevovoda se može izvršiti uz niža ulaganja od strane same Energetike.

Danas Energetika svoje usluge naplaćuje prema površini objekta koji se greju. Ovakav retrogradan koncept treba napustiti u najkraćem mogućem roku. Razlozi za to su:

- izjednačavanje svih korisnika koji su priključeni na mrežu, bez obzira na vrstu i kvalitet objekata koje ti korisnici (vlasnici) poseduju,
- destimulisanje korisnika koji žele da ulažu u termoizolaciju objekta,
- destimulisanje korisnika koji žele da štede,
- iako na papiru nije tako, u praksi jednaku nadoknadu za grejanje plaćaju korisnici koji se pregrevaju i korisnici koji nemaju dovoljan kvalitet grejanja,
- sve gubitke u proizvodnji i transportu Energetika d.o.o. kroz nadoknade za grejanje prebacuje na korisnike,
- novi Zakon o energetici koji nalaže obračun troškova prema potrošnji.

Plaćanje nadoknade prema utrošku energije je standard u celom razvijenom svetu, pa je očekivana mera za povećanje energetske efikasnosti uvođenje merača toplote kod krajnjih korisnika i uvođenje merača protoka na pojedinim (važnijim) deonicama zbog procene gubitaka fluida. Merač protoka je potrebno uvesti na odlaznom i povratnom cevovodu, na jednom istom mestu, te pratiti razliku u pokazivanju.

Instalisanje merača toplote, samo po sebi, ne donosi nikakve uštede, već deluje na svest korisnika i motiviše ga da razmatra načine na koje može da uštedi energiju. Jednostavna mera koju korisnik može da primeni su zatvaranje radijatora umesto otvaranja prozora. Ovdje je vrlo važno ponoviti da su uštede energije inicirane od strane svesti i savesti korisnika, a to bi za sistem poput Energetike bilo pravo osveženje. Takođe, ovaj način obračuna potrošnje bi u potpunosti isključio ispuštanje fluida iz sistema od strane korisnika, a savesnije korisnike bi stimulisao na ulaganje u termoizolaciju objekta.

Savremeni merači toplote se isporučuju sa opremom za daljinsko očitavanje. U svetu je ovaj način očitavanja vrlo rasprostranjen, jer je moguće bolje planiranje rada energane. Takođe, ovako opremljena mreža je u stanju da sama signalizira gubitak grejnog fluida kroz pokazatelje kao što je protok, a korisnici su u mogućnosti da svoju potrošnju prate

energija

putem interneta. Ovde je potrebno naglasiti da je obračunavanje utrošene energije moguće i kod korisnika koji žive u zgradama sa vertikalnim razvodom postavljanjem posebno dizajniranih merača, te raspodelom troškova unutar objekta.

6 Pravac u kome treba razvijati sistem Energetike d.o.o. i referentna iskustva

Uvođenje obračuna energije prema potrošnji, zajedno sa daljinskom kontrolom i upravljanjem daje našem sistemu jednu povratnu spregu koja pre toga nije postojala. Najveća korist od toga je mogućnost planiranja potrošnje i prelazak kotlarnice u režim rada „prema potrebi potrošača“. Potrebe za toplotnom energijom treba planirati prema:

- klimatskim uslovima,
- potrebama potrošača,
- razvoju grada.

- termoizolacija objekata,
- razvijanje visoko efikasnih sistema za distribuciju toplote (predizolovane cevi sa visokim svojstvima u pogledu izolacije i niskim troškovima postavljanja),
- snižavanje radne temperature u sistemima daljinskog grejanja i promenljiv protok u toplovodima osiguravaju najekonomičniji režim rada celokupnog sistema.

Prema Danskom modelu, širenje mreže treba vršiti kroz nove, savremene i efikasne male energane na gas (slika 6) a ne kroz širenje postojećih, u Kragujevcu već sad razuđenih mreža. Distributivna mreža mora imati niske troškove instaliranja i niske troškove održavanja. Za sisteme daljinskog grejanja mogu se kvalifikovati samo područja sa adekvatnom gustinom naseljenosti, dok je kod ostalih naselja ispravnije uvesti grejanje gasom. Širenje mreže je

Slika 4 Tradicionalan pristup sistemima za grejanje i distribuciju toplote



Kod tradicionalnog pristupa grejanju sredstva koja se prikupe od korisnika iskoriste se do 30%, tj. za uloženi 100 din korisnik dobija toplotu u vrednosti 30 din (odnosi se na sistem koji posluje bez subvencija, po realnim tržišnim cenama).

Kod novog pristupa grejanju, ukoliko imamo optimizovan lanac snabdevanja energijom, sredstva korisnika se iskoriste između 60 i 70%. Na ovaj način dobijamo jedan sistem koji živi i komunicira sa okolinom. Potvrđena ušteda se kreće od 1,2 do 2 puta.

najbolje izvršiti kroz kotlarnice koje, prema Danskom iskustvu, ispunjavaju sledeće najvažnije uslove:

- maksimalna projektna temperatura 95°C,
- promenljiv protok i temperatura snabdevanja (do 60 °C),
- distributivna mreža sačinjena od predizolovanih cevi, bez lica ili prednaprezanja, samo sa kompenzatorima,
- cevi su postavljene direktno u zemlju najviše 60 cm ispod površine,

Slika 5 Savremen pristup sistemima za grejanje i distribuciju toplote



Interesantna mogu biti i iskustva drugih zemalja koje su daleko odmakle u razmišljanjima i delima. Danska vlada je bila prisiljena da razvije metode za uštedu fosilnih goriva da bi zaštitili interese društva i smanjili davanja za grejnu energiju. Neke od inicijativa koje su pokrenute su:

- sistematsko planiranje snabdevanja toplotnom energijom u svim oblastima,
- na bazi ovakvog planiranja je potrebno ostvariti najveći mogući nivo kogeneracije umesto proizvodnje same toplotne energije (zbog znatno višeg stepena korisnog dejstva),

- zatvoren sistem za cirkulaciju grejnog fluida i zatvoren sistem za tretman vode,
- proizvodnja tople vode za domaćinstvo u svakoj podstanici,
- podstanice direktno vezane za sistem preko diferencijalnog pritisknog ventila,
- merač protoka i merač utrošene toplote u svakoj podstanici.

Takođe, zanimljivo je razmotriti i neke mere koje do sad nisu videne kod nas, kao što su akumulatori toplote (slika 7.). Skoro svaka toplana u Danskoj poseduje

Slika 6 Savremena energana u Danskoj



Slika 7 Dva akumulatora toplote instalirana u blizini Kopenhagena



akumulator toplote. Primenjivi su na sistemima čije su zapremine između 500 i 50,000 m³.

Uloga akumulatora toplote je da:

- da optimizuju proizvodnju malih i velikih kogeneracijskih postrojenja,
- da poboljšaju iskorišćenje kotlova na čvrsta goriva,
- da „poravnaju“ dnevne varijacije u opterećenju,
- služe za održavanje konstantnog pritiska u sistemu,
- služe kao skladišta za grejni fluid.

Pravilnim dimenzionisanjem obezbeđuju kvalitetno snabdevanje u najhladnijim danima a da pri tom sistem ne bude predimenzionisan.

7 Zaključak

Probleme Kragujevačke Energetike dele mnogi drugi (a možda i svi) sistemi daljinskog grejanja u Srbiji. Uspešno implementiranje Projekta u Kragujevcu otvara mogućnosti za unapređenje energetske efikasnosti u svim srodnim sistemima te vrste u zemlji po isprobanom scenariju.

Literatura

Studijski elaborati Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

Dokumentacione osnove „Energetika“ d.o.o. Kragujevac

Vladimir Arsenović, Metodologija izrade komunalnih energetskih planova. Diplomski rad

Danish Board of District Heating.
<http://www.dbdh.dk/index.html>

Marko Lipošćak: Mikrokogeneracijsko postrojenje s Dieslovim motorom. Diplomski rad

<http://www.districtenergysystems.com/>

Jan Boroska

TU Košice, Slovakia

Matej Kucera, Stanislav Kucera

University of Zilina, Slovakia

Stanislav Lukac

Mines Siderit, Nizna Slana, Slovakia

UDC: 622.23.05 : 656.138.065.3 (437.6)

Hybrid Drive of a Conveyor Loader and its Impact on Mining Environment and on Decreased Energy Demands

Abstract

Use of a combustion engine for drive of a conveyor loader in a mine creates a difficult task of ventilation. Modification of such engine to a hybrid one will thus mean decreased need for air transported into a mine. Instalation of ventilators with lower output will hence decrease consumption of electric energy and which will eventually means savings for an organisation.

1. Introduction

Decrease in energy demands with increasing quality of working environment have to a large extent influenced criteria for assesment of transport and manipulatins devices that transform energy of oil products into a traction drive. A typical representative of a moving source of detrimental exhausts (with their undisputed negative impact on human body) in a mining environment is a conveyor loader PN1500 with a diesel engine (DM). Interpretation of results of monitoring and research on combustion products in exhaust gases shows that related issues are of interdisciplinary character. The core problem of decrease of emitted exhausts into environment can be solved by two means

- improvement of efficiency of ventilation and air conditioning of underground spaces
- reducing of production of detrimental exhausts

Considering that the first means is very expensive the solotion that needs to be favoured is the second one.

2. Construction of diesel – electric drive for a conveyor loader

In this contributiopn we present a technical solution carried out by modification of the original diesel endine in a conveyor loader into a hybrid one and constructing a diesel electric drive.

Energy saving in use of diesel – electric – accumulator drive of a conveyor loader

The idea of reconstruction of a conveyor loader PN1700 lies in modification of DM (as the only source of traction) into a hybrid drive. Original technical specifications of PN1700 are: DM Zetor 8602.1, nominal loading capacity of 6000kg, standby weight of 11728kg, max. drive force of 80000N and dipper capacity of 1.73.

We suggest a hybrid drive consiting of DM and secondary energy cells. Tranction itself is carried out by 4 non-brush asynchronous electromotors. Each wheel has got its own electromotor driven from a central unit. With such designed hybrid transmission at optimum distribution of traction output it is possible to cut down primary output of DM by 50 – 70%. This means lower demands on energy supply and environmentally frienlier mining spaces. A block scheme of a hybrid traction transmission of the conveyor loader is on fig.2

During the reconstruction the original DM with 100kW output will be replaced with DM with output between 30 to 50kW. The new DM works constantly with a lower output in its optimum revolutions which guarantees faultless operation. Moreover the exhaust gases standards are kept low as well. The operational revolutions of the motor are in the region of optimum output which is set to a level of medium traction output