

ISTRAŽIVANJE STANJA I MOGUĆNOSTI ZA UNAPREĐENJE TOPLOTNO-DISTRIBUTIVNOG SISTEMA GRADA KRAGUJEVCA

Razvoj toplotno-distributivnog sistema grada Kragujevca (TDS-K) sledio je urbanističko, populaciono i privredno napredovanje grada i danas predstavlja, zajedno sa svojim toplotnim izvorishtëm, jedan od najvrednijih komunalnih infrastrukturnih sistema u Srbiji.

Pošto je dinamika razvoja grada, istorijski gledano, bila neujednačena, u današnjoj strukturi TDS-K uočljive su tehničko-tehnološke neujednačenosti koje limitiraju dalji razvoj, a ne retko, predstavljaju i smetnju visoko kvalitetnom snabdevanju svih potrošača. Zbog toga su Upravni odbor i poslovodni tim „Energetike“, d.o.o., preduzeća koje brine o razvoju i održavanju TDS-K, oslanjajući se na snažnu podršku uprave grada Kragujevca, započeli pre dve godine, zajedno sa Regionalnim evrocentrom za energetska efikasnost Mašinskog fakulteta i preduzećem „Geopremer“ iz Kragujevca, opsežan projekat čiji je cilj da se obezbedi:

- precizna elektronska GIS mapa kompletnog TDS-K;
- elektronska baza podataka o svim pogonskim podstrukturama, cevovodima, cevničkim armaturama i toplotnim podstanicama;
- pouzdan softver za simulaciju ponašanja TDS-K u različitim režimima eksploatacije, koji se može koristiti i za uvođenje proaktivnog sistema tekućeg i investicionog održavanja, kao i za stvaranje kvalitetnih osnova za dalje širenje i povećanje broja konzumenata usluga „Energetika“ d.o.o.;
- kreiranje internet portala za brzu internu i eksternu komunikaciju sa dispečerskim centrom TDS-K i

INVESTIGATION OF CONDITIONS AND POSSIBILITIES FOR IMPROVEMENT OF THERMAL- DISTRIBUTION SYSTEM OF THE CITY OF KRAGUJEVAC

Development of thermal-distribution system of the city of Kragujevac (TDS-K) followed closely the urban, population and economic progress of the city and today represents, together with its heat source, one of the most valuable municipal infrastructure system in Serbia.

Given the dynamics of the city development, from the historical point of view, has been unequal, in today's structure of TDS-K have been marked technical and technological unevenness, which limits the further development, and often represents a barrier to high-quality supply of consumers. Therefore, the Board of Directors of the "Energetika", Ltd., company that cares about the development and maintenance of TDS-K, relying on the strong support of the administration of the city of Kragujevac, together with the Regional Euro Energy Efficiency Center of the Faculty of Mechanical Engineering and enterprise "Geopremer" from Kragujevac has been started two years ago, a comprehensive project whose aim is to provide:

- precise electronic GIS map of the entire TDS-K;
- electronic database of all driving substructure, pipeline and valves and power substations;
- reliable software for the simulation of behavior TDS-K in different modes of exploitation, which can be used for introduction of proactive current and investment maintenance, as well as for creation of reliable basis for further

- definisanje sistema organizacionih i tehničko-tehnoloških mera za povećanje energetske efikasnosti TDS-K i smanjivanje troškova u proizvodnji i distribuciji toplotne energije.

U ovom radu je ukratko prikazan deo do sada ostvarenih rezultata na napred opisanim poslovima.

KLJUČNE REČI: toplotno-distributivni sistem; istraživanje; Kragujevac

MILUN BABIĆ, DAVOR KONČALOVIĆ, Mašinski fakultet, Kragujevac, NIKOLA PETROVIĆ, BOBAN MILOSAVLJEVIĆ, "Energetika", d.o.o., Kragujevac, DOBRICA MILOVANOVIĆ, DUŠAN GORDIĆ, NEBOJŠA JOVIČIĆ, DUBRAVKA JELIĆ, VANJA ŠUŠTERŠIĆ, MILAN DESPOTOVIĆ, Mašinski fakultet, Kragujevac, i BRANKO PAVLOVIĆ, "Energetika", d.o.o., Kragujevac

expansion and increase of the number of service customers of "Energetika" Ltd.;

- creation of a web portal for rapid internal and external communication with the dispatching center, TDS-K, and
- definition of organizational and technical-technological measures for increase of TDS-K energy efficiency and reducing of thermal energy production and distribution costs.

Some results of previously cited works obtained so far have been briefly presented in this paper.

KEY WORDS: thermal-distribution system; investigation; the city of Kragujevac

1. Uvodne napomene

U okviru TDS-K, kojim gazduje preduzeće „Energetika“, proizvode se svi oblici energije za potrebe pogona industrijskog kompleksa na arealu bivše Grupe „Zastava“, i za proizvodnju i snabdevanje domaćinstava i javnih ustanova u Kragujevcu toplotnom energijom. Preduzeće ima status društva sa ograničenom odgovornošću, a planira se da, u skladu sa vlasničkom transformacijom „Zastave“, bude transformisano u javno komunalno preduzeće koje će biti prevashodno zaduženo za snabdevanje toplotom gradske komunalne infrastrukture i za kogenerativnu proizvodnju električne energije.

Trenutno, energane TDS-K ne proizvode električnu energiju, ali obezbeđuju u celosti potrebnu paru i toplu vodu za fabrike i za najveći deo potreba daljinskog grejanja grada. Treba pomenuti da „Energetika“ raspolaže i dvema parno-turbinskim jedinicama koje su van pogona duže od 10 godina, uglavnom zbog nedovoljnog održavanja i niske cene električne energije. Energane TDS-K su nekada isporučivale 1/3 proizvedene toplotne energije sistemu daljinskog grejanja, a 2/3 industriji. Sada, kada „Zastava“ radi smanjenim kapacitetom, 2/3 proizvedene toplotne energije energana isporučuje sistemu daljinskog grejanja, a 1/3 industrijskim potrošačima.

U nastavku će biti izneti ostali relevantni podaci o korisnicima i načinu funkcionisanja TDS-K.

Na TDS-K je priključeno 14 500 potrošača, a isporučena toplota se naplaćuje prema stambenoj površini potrošača. Postoji 2000 toplotnih podstanica od kojih je 1000 locirano u velikim zgradama, bolnicama i školama, a ostale su u privatnim kućama ili manjim stambenim zgradama.

Prema raspoloživim podacima, prosečna instalirana snaga u privatnim kućama iznosi 23,35 kW. Maksimalna instalirana snaga u istoj kategoriji iznosi 45 kW, dok je minimalna instalirana snaga 10,1 kW. Prosečna snaga instaliranih razmenjivača toplote je 35,62 kW, a kreće se u rasponu od 15 kW pa do 250 kW.

U objektima sa više stanova (zgrade, javni objekti), prosečna instalirana snaga iznosi 612,1 kW. Maksimalna instalirana snaga u ovim objektima je 915 kW, a minimalna 254,2 kW, dok je snaga prosečnog razmenjivača oko 809 kW, pri čemu se snage razmenjivača kreću u rasponu od 300 do 1300 kW.

Istraživanja su pokazala da je instalirana snaga razmenjivača toplote za oko 30% veća od realnih potreba korisni-

ka toplotne energije. Usklađivanje instaliranih kapaciteta na strani potrošnje sa realnim potrebama konzumenata do sada vršeno je regulacionim ventilima, među kojima su 10% do 15% tzv. kosi regulacioni ventili.

Radi upotpunjavanja kompletne slike, navešćemo još nekoliko interesantnih podataka. Tako, recimo, ukupna instalirana snaga u svih 19 postojećih kotlovskih jedinica iznosi 356,9 MW, dok je ukupna instalirana snaga svih potrošača 456,8 MW. Najveća zabeležena proizvodnje toplote, na -18°C , iznosila je 116 MW. Ukupna dužina cevi koje čine distributivnu mrežu TDS-K iznosi 126 km (uključujući i cevi parovoda). Toplotni gubici su procenjeni na 12%, a gubici vode iznose oko 144 000 $\text{m}^3/\text{godišnje}$. Podstanice se, uglavnom, sastoje od razmenjivača toplote, odmuljivača i dva ventila. Ugrađeni razmenjivači su pretežno cevni suprotnosmerni (oko 61%), dok je pločastih oko 39%. Napominjemo da su u svim novim podstanicama instalirani pločasti razmenjivači i da se pomenuti odnos stalno menja u njihovu korist. Ističemo da su razmenjivači toplote, generalno gledano, u dobrom stanju i za sada nije potrebna njihova masovna zamena, što značajno snižava ukupne potencijalne troškove rehabilitacije sistema daljinskog grejanja.

U podstanicama smo se suočili sa činjenicom da je iz njihovog sastava uklonjena sva merna oprema da bi se, kako to korisnici obrazlažu, smanjivanjem lokalnih otpora obezbedili veći protoci grejnog fluida, a time i bolje grejanje objekata.

Nepostojanje dugoročne strategije širenja mreže, kao i isključivo iskustveno planiranje dovelo je do neadekvatno dimenzionisanih TDS-K, izborom pumpi koje dugoročno nisu ispunjavale zahteve konzuma, nepovezivanja pojedinih tačaka mreže najkraćim mogućim putem i sl. Uz ove pojave, uočili smo još neke probleme čiji su koreni drugačije prirode. TDS-K je star 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 ovih cevovoda je, zbog vode ili vlage u kanalima, u vrlo lošem stanju. Stariji predizolovani cevovodi nisu se takođe 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 on smanjuje na samo 5 godina.

Konstatovali smo da je tokom celog eksploatacionog veka TDS-K važno pravilo da se cevovodi menjaju kad dođe do havarija, a tek se u novije vreme zamene vrše preventivno

