

POGODBENO ZAGOTAVLJANJE PRIHRANKOV V SISTEMIH DALJINSKEGA OGREVANJA

Tomaž Benedik, Jože Torkar, Blaženka Pospiš Perpar

EL-TEC Mulej, d.o.o., Bled

POVZETEK

V prispevku je predstavljen model pogodbenega zagotavljanja prihrankov v sistemih daljinskega ogrevanja, tehnični in organizacijski ukrepi ter doseženi rezultati v sistemu daljinskega ogrevanja JEKO-IN Jesenice.

Pogodbeno zagotavljanje prihrankov pomeni postavitev ustreznega ekonomskega modela vrednotenja prihrankov na podlagi optimalnih tehničnih in organizacijskih ukrepov za doseg le teh. Z uvedbo ustreznih ukrepov za zagotavljanje prihrankov je omogočeno proizvajalcem in distributerjem boljše poznavanje lastnega sistema in s tem racionalno načrtovanje vlaganj v širitev ali obnovo sistema ter racionalno načrtovanje obratovanja sistema na osnovi napovedi bodočih odjemov toplote na odjemnih mestih. Učinkovito lahko zmanjšujemo konice toplotnega toka proizvodnje toplote, kar pri gradnji novih ali obnovi obstoječih proizvodnih virov pomeni prihranek pri investiciji v proizvodne vire za pokrivanje le-teh.

Opisani so tehnični in organizacijski ukrepi za zagotavljanje prihrankov na odjemnih mestih, distribuciji toplote in na proizvodnih virih. Predstavljeni so ekonomski učinki izvajanja teh ukrepov v sistemih daljinskih ogrevanj.

Ključne besede: daljinsko ogrevanje, pogodbeno zagotavljanje prihrankov, modeliranje cevnih mrež, ekonomična proizvodnja in distribucija toplote

ABSTRACT

This paper presents energy performance contracting in district heating systems, technical and organizing measurements and achieved results in JEKO-IN Jesenice district heating system.

Energy performance contracting means setting up appropriate economic model for evaluation of savings based on optimal technical and organizing measurements. By implementing appropriate measurements for achieving savings heat producers and distributors gain also better understanding of their own system, economical planning of investments of expansion or renovation of the system and economical planning of operation based on consumer load forecast. Load peaks on heat sources can be efficiently reduced and by that building new or renewal of existing heat sources means savings in investment.

The paper presents technical and organizing measurements for achieving savings in heat production and distribution and by consumers and economic effects after implementing these measurements in district heating systems.

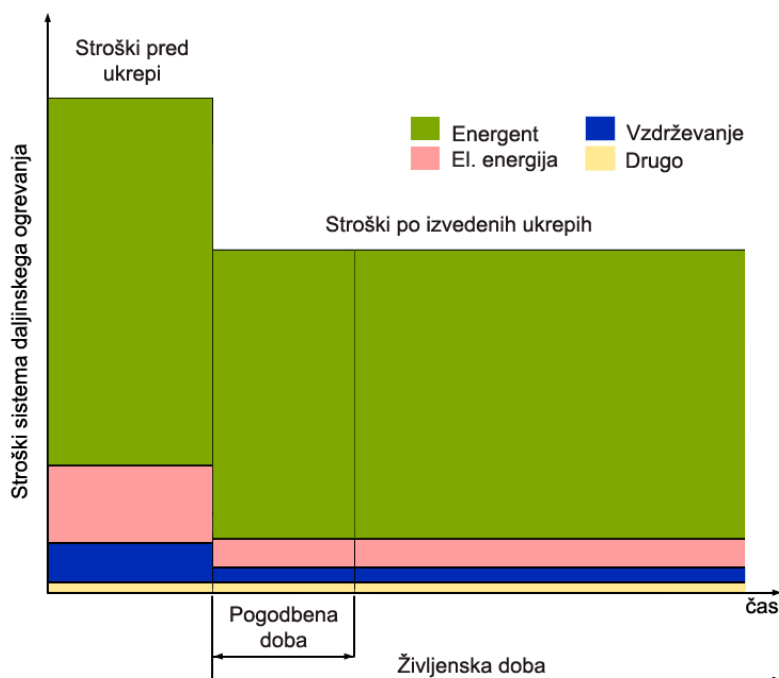
Key words: district heating, energy performance contracting, pipe networks modeling, economical heat distribution and production

1. UVOD

Vedno večje zahteve uporabnikov po zagotavljanju udobja za primerno ceno in želje lastnikov po doseganju zelenega donosa na kapital silijo proizvajalce in distributerje toplotne energije k uvedbi novih, modernih in energetske učinkovitih rešitev. Naloga proizvajalcev in dobaviteljev energije je izbira pravih ukrepov in njihove dinamike uvedbe v sistem. Kompleksnost obravnavanih problemov zahteva vključitev odgovornega pogodbenega partnerja za izvedbo del, če dobavitelj nima svojih strokovnjakov in sredstev. Njegove izkušnje, znanje, uporaba zadnjih dognanj tehnike in inovativnih pristopov na področju vodenja sistemov daljinskega ogrevanja so ključnega pomena za doseg končnega cilja: zadovoljstva uporabnikov in lastnikov.

2. MODEL POGODBENEGA ZAGOTAVLJANJA PRIHRANKOV

Pogodbeno zagotavljanje prihrankov je dokaj uveljavljen in preizkušen model na področju zgradb. Predstavlja sodobni pristop k znižanju rabe energije oziroma k znižanju stroškov za energijo. Zajema načrtovanje in izvedbo ukrepov za zmanjšano rabo energije, vgradnjo novih naprav, elementov in sistemov ter nadaljnji nadzor in upravljanje, vzdrževanje in odpravo motenj ter izvedbo drugih aktivnosti, potrebnih za doseganje zastavljenega cilja. Naročniku omogoča znižanje stroškov za energijo ter kakovostne energetske storitve brez udeležbe lastnih sredstev. Storitve se poplačajo v določeni pogodbeni dobi iz ustvarjenih prihrankov.



Slika 1: Princip pogodbenega zagotavljanja prihrankov

Podobno kot za zgradbe se da princip pogodbenega zagotavljanja prihrankov uporabiti tudi v sistemih daljinskih ogrevanj. Princip pogodbenega zagotavljanja znižanja stroškov v sistemih daljinskih ogrevanj je prikazan na sliki 1.

Pogodbenik s svojimi ukrepi zagotovi znižanje različnih stroškov:

- rabe primarne energije v sistemu,
- rabe električne energije za obratovanje črpališč,
- stroškov vzdrževanja (kotlovnice, toplotnih postaj, ...).

Za postavitev primerne modela pogodbenega zagotavljanja prihrankov v sistemih daljinskih ogrevanj je potrebno upoštevati različne dejavnike, ki vplivajo na končni izračun prihranka.

Pri izračunu prilagoditve je treba zagotoviti, da se v izkaz uspeha izvajalca zajamejo samo tisti učinki znižanja, ki so neposredna posledica ukrepov, brez izkrivljenja s faktorji, na katere izvajalec ne more vplivati ali katerih ni neposredno povzročil. Izmerjene vrednosti količine letnega nakupa toplote se zato prilagodi naslednjim spremembam:

- klimatskih vrednosti - osnova za prilagoditev je referenčni temperaturni primanjkljaj, in dejanski letni temperaturni primanjkljaj po podatkih Agencije RS za okolje,
- spremembi dobave, ki so v tem smislu naslednje:
 - sprememba vrste uporabe stavbe (bistvena sprememba priključne moči oziroma porabe zaradi spremembe namembnosti),
 - priključitev novih objektov na sistem,
 - izgradnja novih tras toplovoda,
- spremembi količine dodane kemično pripravljene vode v sistem daljinskega ogrevanja,
- spremembi referenčnih cen.

Osnova za prilagoditev so referenčne količine, določene za neko osnovno obdobje ali določen datum.

3. PREDVIDENI UKREPI

Za doseg cilja – zmanjšanje rabe primarne energije in s tem zagotavljanje prihranka, je potrebno izvesti vrsto tehničnih in organizacijskih ukrepov, ki vključujejo angažiranost osebja pogodbenega partnerja kot tudi naročnika. Treba je poudariti, da je tesno sodelovanje obeh strani ključnega pomena za doseg cilja. Naročnik mora pogodbenemu partnerju zagotoviti vse potrebne informacije in dokumente, ki so potrebni za izvajanje in upoštevanje nastavitvev in instalacij, ki so bile izvedene na napravah.

Predvideni ukrepi zajemajo vse gradnike sistema daljinskega ogrevanja in sicer:

- odjemna mesta,
- distribucijo toplote,

- proizvodnjo energije.

Za doseganje optimalnega obratovanja je potrebno dobro poznavanje delovanja vseh gradnikov sistema in njihove medsebojne povezanosti. Za potrebe izvajanja simulacij delovanja sistema daljinskega ogrevanja je potrebno definirati gradnike sistema, popisati njihove funkcije in fizikalne lastnosti ter določiti medsebojne povezave.

3.1 ODJEMNA MESTA

Odjemno mesto sestavljajo:

- toplotna postaja za ogrevanje,
- sistemi za pripravo sanitarne tople vode,
- interne toplotne naprave odjemalca.

V prvi fazi je potrebno natančno pregledati vsa odjemna mesta, na podlagi katerih se poda predlog sanacije ali zamenjave neustreznih elementov. Možni potrebni ukrepi so:

- vgradnja kombiniranih regulacijskih ventilov (kjer jih še ni) za omejitev maksimalnega pretoka in regulacijo temperature na sekundarni strani;
- zamenjava starih elektronskih regulatorjev z novimi, ki omogočajo nastavitve tri- ali celo štiri-točkovne krivulje, vodenje temperature v dovodu na sekundarni strani glede na zunanjo temperaturo, možnost daljinskega nadzora in upravljanja, omejevanje maksimalne moči in pretoka, omejevanje maksimalne rabe toplote v odvisnosti od temperaturnega primanjkljaja, omejevanje temperatur v povratnih vodih, izračun faktorja učinkovitosti odjemnega mesta, na podlagi katerega lahko razvrstimo toplotne postaje po kakovosti odjema toplote;
- snemanje temperatur v objektu z namenom ugotavljanja najnižje možne ogrevalne krivulje;
- nastavitev ustreznih pretokov na primarnem delu za ogrevanje in pripravo sanitarne tople vode na regulacijskih ventilih (pregled obstoječih projektov toplotnih postaj, kjer so navedeni ustrezni pretoki ali glede na obračunsko moč). Če toplotna postaja ne vsebuje elementa za omejitev pretoka, ga je potrebno vgraditi;
- odstranitev ali zaprtje kratkih vezi med dovodom in povratkom na primarni strani (vstopi v objekte, jaški, tropotni ventili);
- nastavitev ustreznih hitrosti črpalk na sekundarnem delu. Ob pregledu se ugotovi, na katerih toplotnih postajah prihaja do najnižjih sprememb temperature med dovodom in povratkom in na teh postajah je potrebno zmanjšati obrate oziroma hitrosti črpalk.

Nadaljnji možni ukrepi za znižanje povratne temperature na primarni strani so:

- vgradnja termostatskih ventilov s prednastavljivim pretokom;
- reguliranje sekundarnih ogrevalnih sistemov z balansirnimi ventili.

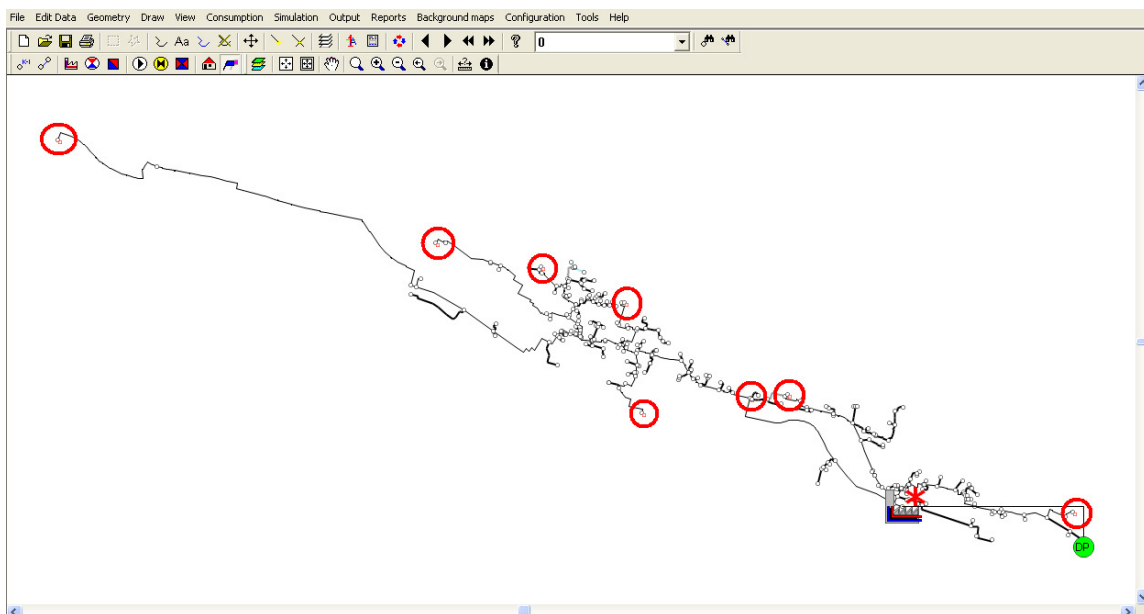
Na slednje ukrepe distributer daljinskega ogrevanja nima neposrednega vpliva, lahko pa z obveščanjem o neučinkovitem sekundarnem sistemu in določeno stimulacijo spodbudi odjemalca k predlaganim ukrepom.

Po uvedbi vseh ukrepov je potrebno odjemna mesta tudi daljinsko nadzorovati in voditi. Glavne prednosti te uvedbe so:

- alarmiranje o nepravilnostih v obratovanju (dvig kakovosti storitve, znižanje stroškov servisnih posegov),
- arhiviranje podatkov (poznavanje delovanja sistema, reševanje reklamacij),
- on-line izvajanje krmilnih ukrepov (izboljšanje delovanja, znižanje stroškov obratovanja in vzdrževanja)

3.2 DISTRIBUCIJA TOPLOTE

Za izboljšanje delovanja cevne mreže je potrebno ugotoviti, na katerih mestih se izgublja največ toplotne energije oziroma kateri odseki imajo najslabšo toplotno izolacijo in največje tlačne padce. To lahko naredimo z umerjanjem hidravličnih in termičnih parametrov v cevni mreži. V tej fazi je potrebo vgraditi merilno opremo za umerjanje (tlačni in temperaturni senzorji) na ključnih mestih v cevni mreži, kot je prikazano na sliki 2. Meritve se uporabi za vnos v teoretični hidravlični in termični model toplovodne mreže in izvede umerjanje hidravličnih in termičnih parametrov posameznih delov toplovodne mreže. Umerjanje hidravličnih in termičnih parametrov je potrebno opraviti večkrat in sicer ob različnih toplotnih obremenitvah mreže čez dan, da je končni rezultat čim boljši približek realnemu stanju.



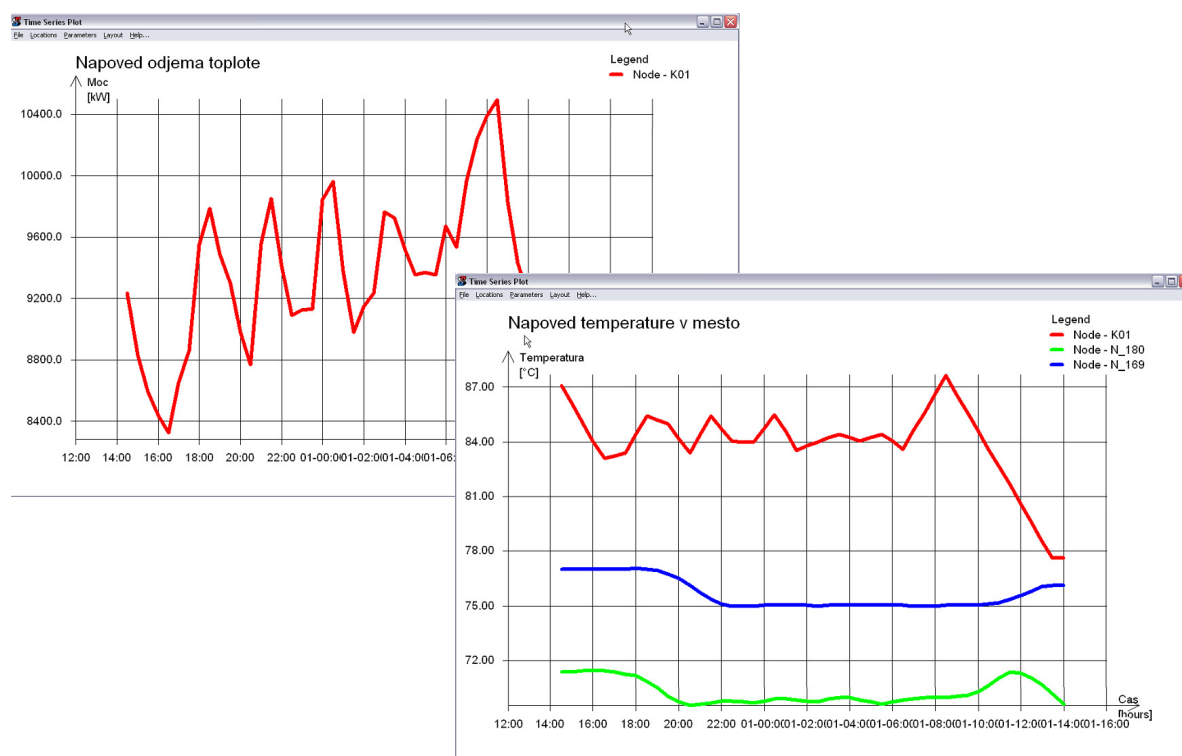
Slika 2: Prikaz postavitve merilnih mest na ključnih mestih v sistemu

Rezultat umerjanja je predlog ukrepov in njihovo zaporedje za izboljšanje delovanja odjemnih mest in mreže v sistemu daljinskega ogrevanja glede na višino investicije v predvidene ukrepe in dobo vračila.

3.3 PROIZVODNJA ENERGIJE

Eden izmed bistvenih ukrepov za zmanjšanje rabe primarne energije je sprememba v vodenju proizvodnje energije. Z uvedbo sistema za gospodarno vodenje temperature v dovodu in črpališč proizvodnja energije ni več vodena po zunanji temperaturi ampak v odvisnosti od dnevne potrebe po toploti posameznih odjemalcev in nestalnega odjema. Z navezavo na vremensko napoved (zunanja temperatura in hitrost vetra) in pretekle podatke o toplotni obremenitvi lahko z posebnim modulom napovemo bodočo potrebo po toploti, kot je prikazano na sliki 3, s čimer zagotovimo optimalno vodenje proizvodnje energije.

Gospodarno vodenje temperature v dovodu zagotavlja, da je temperatura v dovodu v toplovodno omrežje dovolj visoka, da zadosti potrebam vseh odjemnih mest. V praksi je potrebno obravnavati le omejeno število t.i. kritičnih odjemnih mest.



Slika 3: Napoved odjema toplote, temperature v mesto in predvidevana temperatura na kritičnih mestih

Sistem za gospodarno vodenje temperature v dovodu poleg transportnega časa in vremenskih podatkov upošteva tudi akumulirano toploto v mreži in hranilnikih toplote, kar nam pomaga optimirati vodenje sistema ob konicah. Zaradi predhodnega umerjanja termičnih parametrov dobimo podatke o dejanskih toplotnih izgubah v mreži.

Takojšnji učinek uvedbe sistema za gospodarno vodenje temperature v dovodu je zmanjšanje toplotnih izgub, posledično pa tudi zmanjšanje emisij CO₂.

Modul za ekonomično vodenje črpališč na podlagi podatkov o stanju toplovodne mreže izračunava, kako naj črpalke v določenem trenutku delujejo, da bi se stroški njihovega obratovanja znižali za celo mrežo.

4. PRIMER PROJEKTA V SISTEMU DALJINSKEGA OGREVANJA JEKO-IN

Cilj projekta pogodbenega zagotavljanja prihrankov v sistemu daljinskega ogrevanja JEKO-IN, ki ga je podjetje EL-TEC MULEJ s pogodbeno obvezo zagotovilo naročniku, je znižati proizvedeno toplotno energijo v vrednosti 10,5 % referenčnih količin toplotnih izgub. Referenčne vrednosti so povprečne vrednosti zadnjih treh let. Pogodba je sklenjena za obdobje 5,5 let po začetku izvajanja glavne storitve, to je jamčenja prihranka.

Obveznost naročnika je vezana na:

- obnovo odjemnih mest v obsegu najmanj polovice odjemnih mest,
- zagotovitev pogojev za izvedbo ukrepov izvajalca,
- sodelovanje z izvajalcem, obveščanje o morebitnih spremembah, spoštovanje nastavitvev in instalacij izvajalca.

Obveza izvajalca je vezana na:

- pregled vseh odjemnih mest,
- obnovo sistema daljinskega nadzora in upravljanja,
- umerjanje toplovodne mreže,
- uvedbo modulov za gospodarno vodenje temperature v dovodu in črpališč.

4.1 PREGLED ODJEMNIH MEST

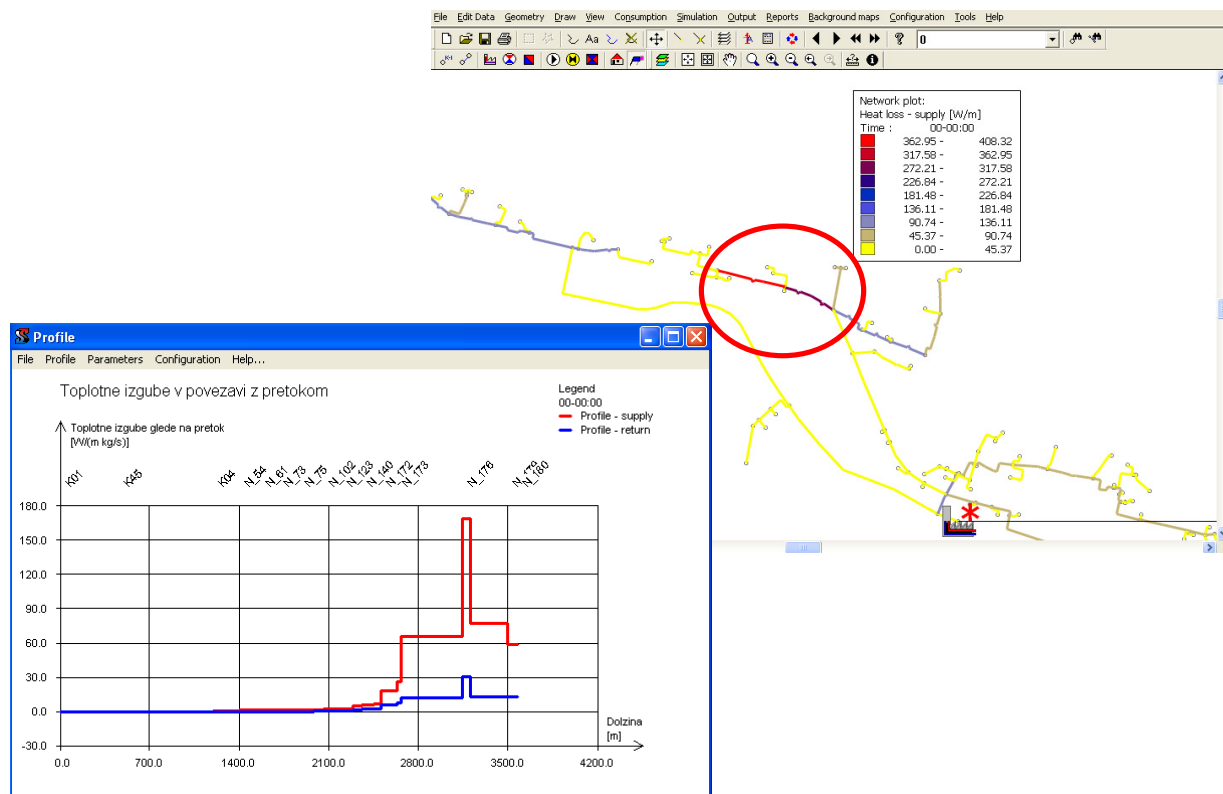
Sistem daljinskega ogrevanja mesta Jesenice oskrbuje s toploto 141 odjemnih mest. Ob ogledu posameznih odjemnih mest se popišejo glavni elementi na toplotnih postajah, nastavijo ustrezni pretoki, če to oprema dopušča in posname obstoječe stanje. Rezultat pregleda je poročilo, ki vsebuje vrstni red in način sanacije odjemnih mest.

4.2 OBNOVA SISTEMA DALJINSKEGA NADZORA IN UPRAVLJANJA

Ob podpisu pogodbe je bilo približno 28% odjemnih mest opremljenih s sodobnimi regulatorji, ki omogočajo daljinski nadzor in upravljanje. Naročnik se je obvezal, da do začetka jamčenja

prihrankov opremi vsaj polovico vseh odjemnih mest s sodobnimi regulatorji in jih poveže na sistem daljinskega nadzora in upravljanja. S tem pridobi izvajalec možnost pregleda nad delovanjem omrežja in posameznih odjemnih mest ter lahko v pogodbeni dobi načrtuje optimizacijo celotnega sistema.

4.3 UMERJANJE TOPLOVODNE MREŽE



Slika 4: Odsek z visokimi toplotnimi izgubami in porazdelitev toplotnih izgub na meter cevi v odvisnosti od pretoka

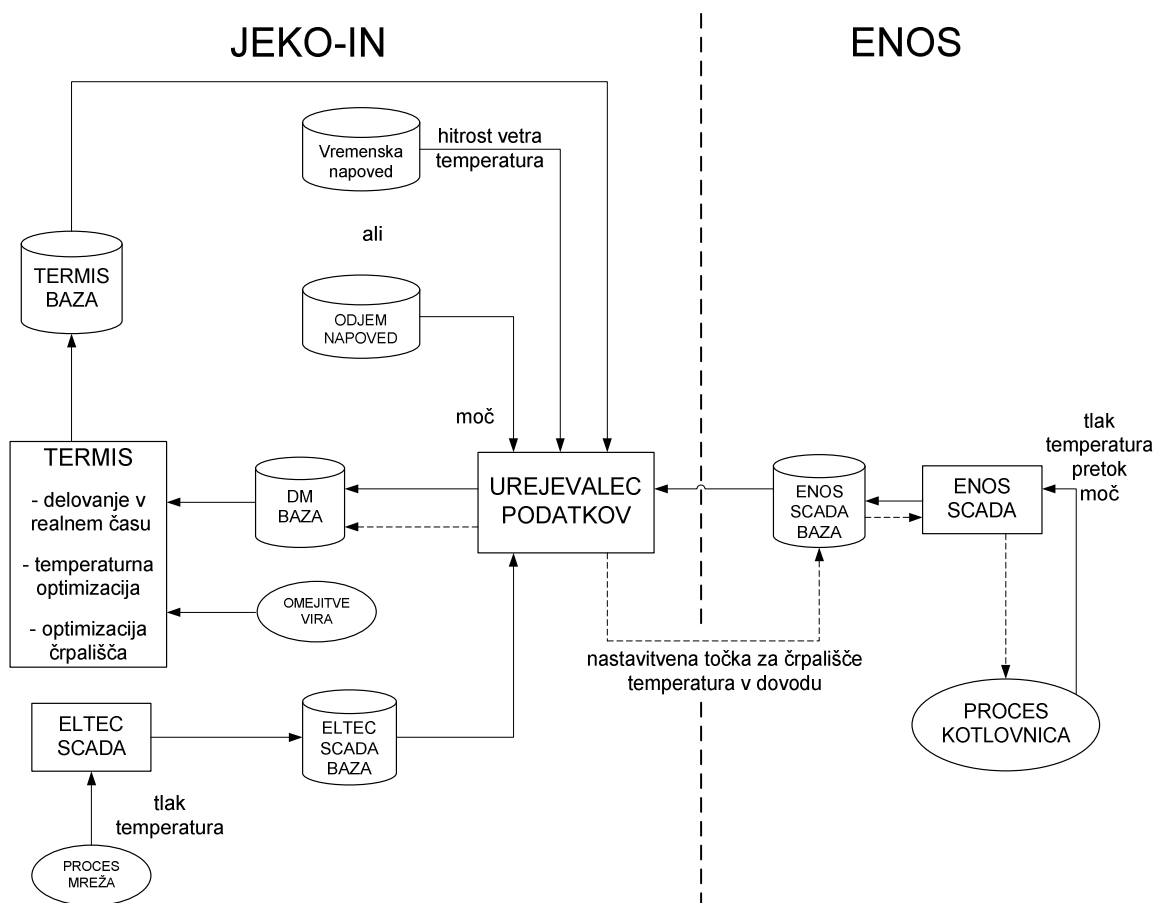
Za namen umerjanja toplovodne mreže so bile na ključna mesta sistema vgrajene naprave za zajemanje podatkov (tlak, temperatura). Na podlagi meritev enega tedna se je izvedlo umerjanje hidravličnih in termičnih parametrov. Rezultat umerjanja je model, ki predstavlja čim bližji približek stanju na terenu in ga lahko uporabimo kot podlago za vodenje v realnem času, locirali pa so se tudi odseki, ki v hidravličnem ali termičnem smislu predstavljajo ozka grla, kar je razvidno iz slike 4.

4.4 UVEDBA MODULOV ZA GOSPODARNO VODENJE TEMPERATURE V DOVODU IN ČRPALIŠČ

Zadnji in ključni ukrep za zniževanje rabe energije je bil uvedba modulov za gospodarno vodenje, ki je zasnovan kot ključna podpora vodenju proizvodnje in obratovanja sistema DO.

Za uvedbo teh modulov je bilo potrebno povezati podatke iz proizvodnega vira (upravljaec podjetje ENOS) in odjemnih mest (upravljaec podjetje JEKO-IN), nato nastavitvene točke ponovno vrniti nazaj v SCADA okolje proizvajalca toplote, od tam pa na vršne elemente v kotlovnici, kot je prikazano na sliki 6.

Glavni cilj tega ukrepa je zniževanje energijskih izgub na dovodu toplovodne mreže, zmanjševanje obratovalnih stroškov in reklamacij odjemalcev.



Slika 6: Prenos podatkov v sistem TERMIS iz podatkovnih baz sistema za daljinski nadzor in upravljanje podjetij JEKO-IN in ENOS

5. ZAKLJUČEK

Pogodbeno zagotavljanje prihrankov je poznano predvsem v zvezi z učinkovito rabo energije v stavbah. Izkušnje pa kažejo, da se da v nekoliko spremenjeni vsebini prenesti tudi na sisteme daljinskih ogrevanj. Skupno vsem projektom pogodbenega zagotavljanja prihrankov je to, da se uporabijo tam, kjer za izvajanje ukrepov učinkovite rabe energije ni na voljo dovolj lastnih sredstev.

V samem modelu je potrebno upoštevati posebnosti sistemov DO in vse dejavnike, ki lahko vplivajo na učinkovito rabo energije. Naročniku lahko izvajalec zagotovi znižanje sredstev za rabo proizvedene energije, rabo električne energije za pogon črpališč in sredstev za vzdrževanje delov sistema. Tehnični in organizacijski ukrepi so vezani predvsem na dobro poznavanje sistemov daljinskega ogrevanja in morajo pokrivati vse gradnike sistema.

Z ukrepi na odjemnih mestih znižamo temperaturo povratka in s tem toplotne izgube na povratku, z daljinskim nadzorom in upravljanjem zmanjšamo število reklamacij in servisnih posegov ter izboljšamo pregled nad sistemom, z vpeljavo sistema za gospodarno vodenje temperature v dovodu pa zmanjšamo toplotne izgube na dovodu in izboljšamo vodenje samega procesa upravljanja sistema. Z umerjanjem hidravličnih in termičnih parametrov lociramo ozka grla in svetujemo potek sanacije za naslednja leta.

Ključno za doseg cilja pri takih projektih pa je tesno sodelovanje obeh pogodbenih partnerjev, kot se je to izkazalo na projektu v sistemu daljinskega ogrevanja JEKO-IN Jesenice.

6. LITERATURA

- [1] P. Ougaard & others: Termis Help Manual, Seven Technologies A/S, www.7t.dk, februar 2006
- [2] S. Iversen, P. Ougaard, J. K. Loppenthien: Dynamic Temperature Optimization – Providing Instant Result, EuroHeat&Power English edition, Vol. 3, II/2006
- [3] Milan Jungič, Jože Torkar, Blaženka Pospiš Perpar: Učinki uporabe moderne regulacijske tehnike, IX. Strokovno posvetovanje Slovenskega društva za daljinsko energetiko, marec 2006
- [4] Blaža Pospiš Perpar, Damjan Mulej, Jože Torkar: Pogodbeno zagotavljanje prihrankov energije, VII. Strokovno posvetovanje Slovenskega društva za daljinsko energetiko, marec 2004
- [5] Jože Torkar, Blaža Pospiš Perpar, Mirko Šabjan, Drago Potočnik: Celovit pristop k načrtovanju obnove sistemov daljinskega ogrevanja, VIII. Strokovno posvetovanje Slovenskega društva za daljinsko energetiko, marec 2005
- [6] Tomaž Benedik, Jože Torkar, Blaženka Pospiš Perpar: Gospodarno vodenje črpališč in temperature v dovodu, Konferenca daljinske energetike 2007, marec 2007
- [7] J. Torkar: Ekonomično vodenje kompleksnih sistemov daljinskega ogrevanja, magistrsko delo, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, junij 2007