

POGODBENO ZAGOTAVLJANJE ZNIŽANJA TOPLOTNIH IZGUB V SISTEMU DALJINSKEGA OGREVANJA PLANINA

GUARANTEED HEAT LOSS REDUCTIONS IN THE DISTRICT HEATING SYSTEM OF PLANINA

A. Petrovčič, B. Pospiš Perpar, J. Torkar, A. Krč*
El-tec Mulej, d.o.o., Bled
*Domplan d.d. Kranj

POVZETEK

V prispevku je prikazana celovita prenova sistema daljinskega ogrevanja Planina v Kranju, ki poteka hkrati z uvedbo sproizvodnje električne in toplotne energije. Prenova je nujna za zagotavljanje potrebnih parametrov v sistemu, hkrati pa znižuje rabo toplotne energije ter zmanjšuje stroške obratovanja. Zajema obnovo toplotnih postaj ter uvedbo daljinskega nadzora in sistema upravljanja.

Obnova toplotnih postaj obsega zamenjavo 14 toplotnih postaj za ogrevanje z novimi toplotnimi postajami v kompaktni izvedbi z vgrajeno najmodernejšo regulacijsko opremo, na preostalih 52 postajah pa zamenjavo neučinkovite regulacijske opreme s sodobno. Posebna pozornost je posvečena prenovi toplotnih postaj za pripravo sanitarne tople vode. Sistem daljinskega nadzora in upravljanja omogoča, da upravljavec v celoti nadzira in upravlja delovanje sistema daljinskega ogrevanja. S tem lahko dosegamo nižje temperature medija na primarni strani in posledično nižje toplotne izgube na omrežju. Hkrati se zniža temperatura medija na povratku v kotlovnico, kar omogoča delovanje plinskih motorjev.

Projekt se izvaja po principu pogodbenega zagotavljanja prihrankov. Finančna sredstva je zagotovil naročnik, izvajalec pa s pogodbo jamči doseganje določenih parametrov v sistemu daljinskega ogrevanja.

Ključne besede: daljinsko ogrevanje, priprava sanitarne tople vode, energetska učinkovitost, znižanje stroškov obratovanja, plinski motor, pogodbeno zagotavljanje prihrankov

SUMMARY

The paper presents the complete renovation of the district heating system at Planina in Kranj, which runs parallel with the introduction of electric power and heat cogeneration. The renovation is a requisite for obtaining the required parameters in the system, and further reduces heat consumption and operating costs. The project covers the renovation of heating stations and introduction of the district heating and energy management system.

In the course of the renovation, 14 heating stations will be replaced with new compact heating stations with state-of-the-art regulation equipment, whereas in the remaining 52 plants the inefficient regulation equipment will be replaced with highly efficient

devices. Special emphasis is placed on the renovation of plants for the production of heated sanitary water. The district heating and management system enables the operator to fully control and manage the operation of the district heating system. This allows lower temperature of the medium on the primary side and helps reduce heat losses in the network. The temperature of the medium returning to the boiler room decreases as well, thereby creating the conditions for the operation of gas engines.

The project is based on the principle of energy performance contracting and guaranteed energy savings. The funding for the project was provided by the Contracting Entity, while the Contractor guarantees with the contract that it will achieve and maintain certain parameters in the district heating system.

Key words: district heating, supply of sanitary hot water, energy efficiency, operating costs reduction, gas engine, guaranteed energy savings.

1. UVOD

Sistem daljinskega ogrevanja Planina Kranj je bil zgrajen v letih od 1972 do 1988 z namenom pokrivanja potreb po toplotni energiji za ogrevanje in pripravo sanitarne tople vode (v nadaljevanju STV) nastajajoče stanovanjske soseske Planine I, II in III. Na omrežje, ki se oskrbuje iz kotlarne Planina, je priključenih 66 toplotnih postaj. Večina jih je bila priključena v treh časovnih obdobjih 1973-79, 1981-83 in 1985-88, nekaj pa tudi po letu 2000. Od obdobja vgradnje je bila odvisna izvedba toplotne postaje in način priprave sanitarne tople vode. Vse toplotne postaje so bile vsa leta dobro in skrbno vzdrževane, vendar pa se je v vseh teh letih menjalo le dotrajano opremo.

Upravljavca sistema, Domplan d.d. Kranj, je bil zaradi dotrajanosti kotlovskega postrojenja in novejše okoljske zakonodaje iz leta 2006, ki predpisuje bistveno znižanje dopustne vrednosti emisij v ozračje, prisiljen v posodobitev. V ta namen so v novembru leta 2008 izdelali analizo stanja kotlovnice in toplovodnega omrežja ter tehničnih možnosti za posodobitev sistema. Predvideli so vgradnjo dveh motorjev na zemeljski plin, s katerimi bi sočasno pridobivali toploto in električno energijo.

Zaradi specifičnih obratovalnih zahtev motorjev, povratna temperatura medija na krogotoku motorja mora biti med 65 in 70°C, je moral upravljavec sistema preveriti hidravlične razmere v vročevodnem omrežju. Analizo je izdelalo podjetje El-tec Mulej, d.o.o., Bled.

2. TERMO-HIDRAVLIČNA ANALIZA SISTEMA

Analizo termo-hidravličnih razmer smo izvedli na osnovi podatkov, ki jih na kotlarni stalno spremljajo in arhivirajo, ter s pomočjo registratorjev, ki so bili vgrajeni na devetih ključnih toplotnih postajah, za analizo tlaka v omrežju. Registratorji so zapisovali temperaturne in tlačne razmere na primarni strani postaj.

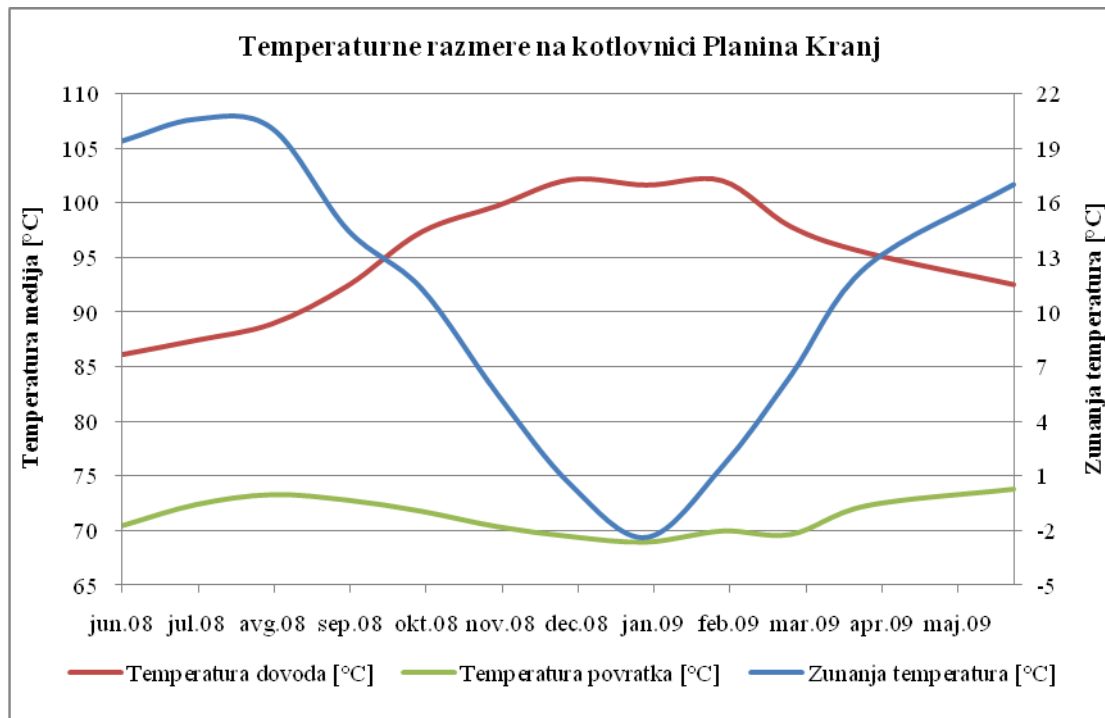
Arhivski podatki o temperaturah medija, ki so ga iz kotlarne pošiljali v omrežje in ki se je vračal iz omrežja v obdobju od začetka junija 2008 do konca maja 2009, so prikazani v tabeli 1 in sliki 1.

Iz temperaturnih razmer na kotlovnici je razvidno, da bi bilo ob obstoječem stanju na kotlovnici zaradi previsokih povratnih temperatur iz omrežja delo motorjev nemogoče. Povprečne povratne temperature so večinoma prek 70°C, pod to vrednost pade le v obdobju, ko so zunanje temperature nizke in je ogrevanje intenzivnejše, kar nakazuje na slabše delovanje toplotnih postaj za pripravo STV.

Termo-hidravlična analiza razmer, ki smo jo izvedli s pomočjo devetih na omrežju vgrajenih registratorjev in z uporabo programske opreme Termis, je pokazala, da je upravljavec zaradi hidravlično neuravnoveženega omrežja na kotlarni moral vzdrževati opisane temperaturne razmere, da je tudi pri kritičnih porabnikih na skrajnih koncih vej zagotovil zadostno količino toplote. Hidravlična neuravnoveženost omrežja je bila posledica dotrajanosti ali odstranitve regulatorjev tlaka ter napačne izvedbe regulacije nekaterih toplotnih postaj za pripravo STV s tropotnimi ventili, ki so omogočali direkten prehod vroče vode iz dovoda v povratek.

	Zunanja temperatura [°C]	Temperatura dovoda [°C]	Temperatura povratka [°C]
jun. 08	19,4	86,1	70,5
jul. 08	20,6	87,4	72,4
avg. 08	20,1	88,9	73,3
sep. 08	14,5	92,4	72,8
okt. 08	11,3	97,3	71,8
nov. 08	5,5	99,7	70,4
dec. 08	0,5	102,1	69,5
jan. 09	-2,4	101,6	69
feb. 09	1,5	102	70
mar. 09	6,5	97,8	69,7
apr. 09	12,5	95,4	72,3
maj. 09	17	92,5	73,8

Tabela 1: Temperaturne razmere na kotlovnici [1.]



Slika 1: Temperaturne razmere na kotlovnici [1.]

Zaključki analize so bili, da je stanje možno izboljšati z ureditvijo hidravličnih razmer v omrežju, ki bi ga dosegli s posodobitvijo toplotnih postaj, njihovim priklopom na sistem za daljinski nadzor in upravljanje ter z optimalnim vodenjem temperature medija na vstopu v omrežje.

3. NAČRT IZBOLJŠAV ZA UREDITEV RAZMER V OMREŽJU IN SKLENITEV POGODBE Z JAMSTVOM ZA UČINKE

Po opravljeni analizi so bili podani predlogi za izboljšanje razmer - celovita rešitev za obnovo omrežja z naslednjimi ukrepi:

- Obnova toplotnih postaj za ogrevanje:
 - Zamenjava 14-ih najbolj kritičnih postaj
 - Zamenjava regulacijske opreme na preostalih 52-ih postajah
- Obnova toplotnih postaj za pripravo STV:
 - Zamenjava regulacijske opreme na 59-ih postajah za pripravo STV na nizkem tlaku
 - Zamenjava regulacijske opreme na 28-ih postajah za pripravo STV na visokem tlaku
- Vzpostavitev sistema za daljinski nadzor in upravljanje ELTEC SCADA 2 ter priklop toplotnih postaj nanj
- Implementacija sistema za upravljanje energetskih sistemov
- Svetovanje in pomoč pri upravljanju sistema

Upravljalavec omrežja je sklenil pogodbo s podjetjem El-tec Mulej, d.o.o., Bled, s katero se je izvajalec zavezal, da bo z izvedenimi ukrepi znižal temperaturo v dovodu in na povratku, s čimer se bodo znižale tudi toplotne izgube na omrežju. Posledično bo imel upravljalavec nižje stroške.

Izvajalec po pogodbi jamči, da bo z izvedbo ukrepov v poletnem času znižal povprečno temperaturo v dovodu za 17°C in povprečno temperaturo v povratku za 12°C. S tem se bodo v poletnem času znižale toplotne izgube za 18% in posledično poraba primarne energije za 4,6%. V zimski času bodo povprečne temperature v dovodu nižje za 12°C in povprečne temperature v povratku za 13°C, toplotne izgube za 19,6% in posledično nižja raba primarne energije za 1,8%. Omenjena znižanja bo izvajalec dokazoval v enem letu po izvedbi ukrepov, zato bo v tem času tudi sodeloval pri upravljanju sistema in izobraževanju upravljalavca.

4. OBNOVA TOPLOTNIH POSTAJ

Obnova toplotnih postaj je bila obsežno delo, saj je na omrežje priključenih 66 toplotnih postaj za ogrevanje, od tega ima 59 objektov tudi pripravo STV, na 28-ih objektih zaradi višine objektov pa posebej pripravo za nizki in visoki tlak.

Med toplotnimi postajami za ogrevanje objektov je upravljalavec določil 14 objektov, kjer so bile postaje v najslabšem stanju in so bile najbolj potrebne obnove. Na preostalih 52-ih toplotnih postajah smo obstoječe prehodne ventile zamenjali z novimi sodobnimi regulacijskimi ventili z elektromotornim pogonom. Za znižanje tlačnih izgub v omrežju smo prav tako na vseh postajah odstranili stare regulatorje tlaka, ki v večini primerov zaradi dotrajanosti niso več opravljali svoje naloge. Prav na vseh postajah smo za potrebe natančnega krmiljenja in varnosti zamenjali vsa temperaturna tipala in vgradili avtomatske varnostne termostate.

Tudi na postajah za pripravo STV smo zamenjali vso regulacijsko opremo na primarni strani in vsa temperaturna tipala ter naknadno vgradili varnostne termostate za preprečevanje previsokih temperatur. Regulacijo postaj smo izvedli z vgradnjo kombiniranih ventilov, obtočne črpalke in kratke vezi z nepovratno loputo med povratkom in dovodom. S kratko vezjo smo dosegli, da tudi v zimskem obdobju, ko je v omrežju višja dovodna temperatura, na prenosniku toplote temperatura ne presega 75°C. S tem imamo manjše izločanje vodnega kamna na sekundarni strani prenosnika toplote ter posledično njegovo boljšo učinkovitost in daljšo življenjsko dobo. Na nekaterih objektih smo poleg regulacijske opreme zamenjali tudi prenosnike toplote, saj so bili dotrajani ali pa je bila priprava STV izvedena s predgrelnikom in dogrelnikom. Na vseh postajah za pripravo STV smo vgradili tudi regulatorje pretoka, s katerimi smo omejili pretok na krogu med prenosnikom toplote in akumulatorjem in na cirkulacijskem vodu. S tem smo omogočili optimalen izkoristek prenosnika toplote in preprečili visoke povratke na primarni strani.

5. ELEKTRONSKA REGULACIJA TOPLOTNIH POSTAJ IN SISTEM DALJINSKEGA NADZORA IN UPRAVLJANJA

Za doseganje optimalnih parametrov delovanja toplotne postaje je bilo odločilno pravilno načrtovanje, izvedba in reguliranje primarnega in sekundarnega sistema ter elementov toplotne postaje. V ta namen smo vse obnovljene toplotne postaje opremili s sodobnimi elektronskimi regulatorji ELTEC TP-05. ELTEC TP-05 zagotavlja regulacijske funkcije, pomembne za učinkovito delovanje primarnega in sekundarnega dela toplotne postaje.

Za učinkovito obratovanje sistema daljinskega ogrevanja je potrebno doseči:

- čim nižje povratne temperature T_{pt} ,
- čim nižje dovodne temperature T_{dt} ,
- uporabo ali akumulacijo toplote v časovnih obdobjih, ugodnih za proizvajalca toplote.

Da bi zgoraj navedene parametre lahko dosegali oz. zagotavljali, elektronski regulator omogoča sledeče ključne funkcije:

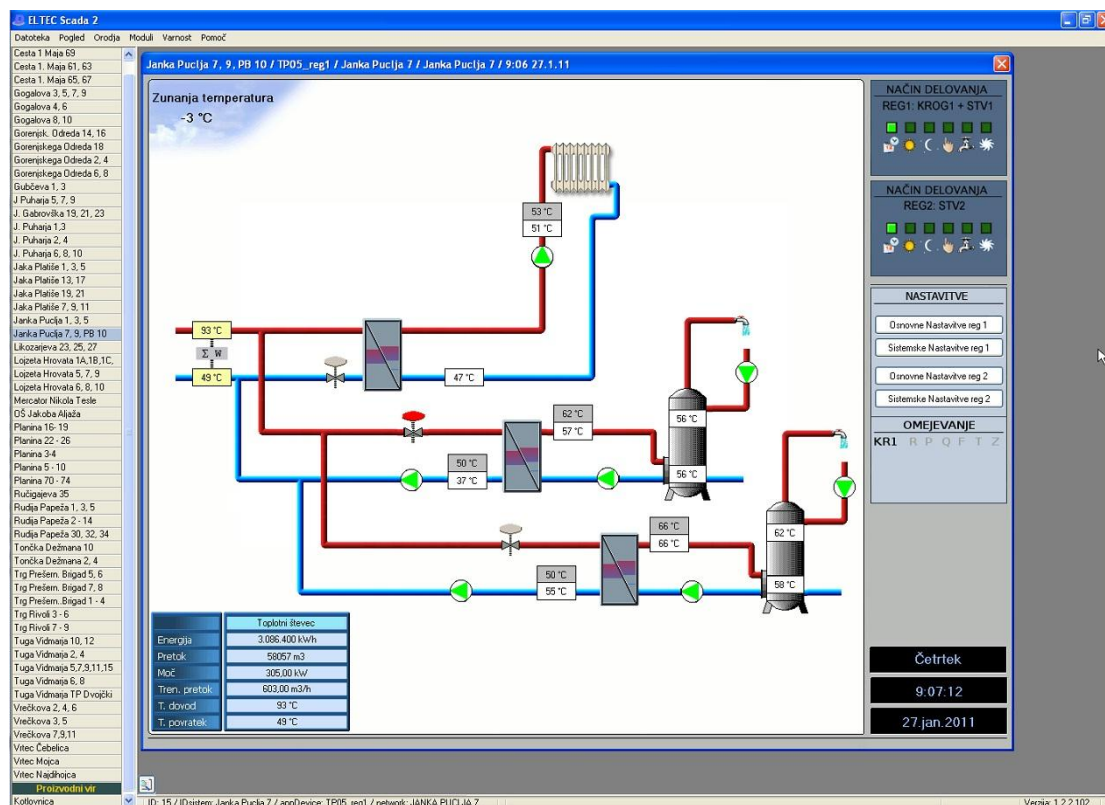
- priključitev 5 merilnikov toplote: omogoča omejevanje največjega toplotnega toka (moči), največjega prostorninskega pretoka in temperature v povratnih vodih,
- omejevanje največje rabe toplote v odvisnosti od dnevnega temperaturnega primanjkljaja,
- nastavitev 4-točkovne ogrevalne karakteristike za natančen popis karakteristike objekta,
- nastavitev različnih vzporednih premikov v različnih ogrevalnih obdobjih,
- referenčna stopnica za prehod iz reduciranega v normalni način ogrevanja in prehod iz normalnega v reduciran način ogrevanja,

Za potrebe daljinskega odčitavanja toplotnih števec (analize, obračun, ..) se je izvedla M-bus povezava med elektronskim regulatorjem in toplotnim števcem posamezne toplotne postaje, ter z uporabo tehnologije LonWorks / TCP-IP povezava vseh toplotnih postaj na sistem daljinskega nadzora in upravljanja ELTEC SCADA 2.

Izvedeni sistem daljinskega nadzora in upravljanja ELTEC SCADA 2 omogoča, da upravljaec v celoti nadzira in upravlja oz. vodi delovanje sistema daljinskega ogrevanja. Glavni cilji uvedbe sistema so:

- nadzor v realnem času nad učinkovitostjo delovanja primarnih in sekundarnih delov vseh toplotnih postaj,
- daljinsko krmiljenje (optimiranje delovanja, znižanje stroškov obratovanja in vzdrževanja),
- alarmiranje o nepravilnostih v obratovanju (dvig kakovosti storitve, znižanje stroškov servisnih posegov),
- arhiviranje podatkov (poznavanje delovanja sistema, reševanje reklamacij),
- avtomatsko popisovanje toplotnih števec (obračun).

Ključno je tudi, da je sistem ELTEC SCADA 2 pripravljen na izvedbo podatkovnih povezav v realnem času oz. »on-line« (ang.) s sistemom TERMIS, s čimer omogoča ekonomično vodenje proizvodnje in distribucije toplotne energije.



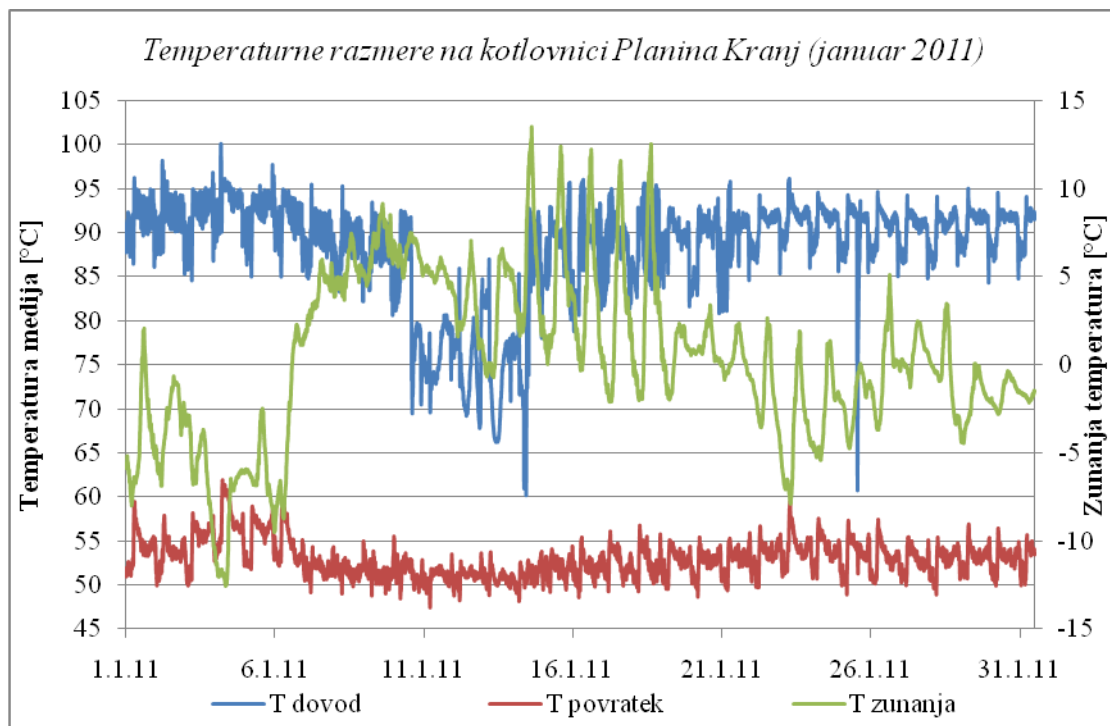
Slika 2: Primer vidne upodobitve toplotne postaje v sistemu ELTEC SCADA 2

6. IMPLEMENTACIJA ORODJA ZA EKONOMIČNO VODENJE SISTEMA

Poleg obnove toplotnih postaj, uvedbe sistema za daljinski nadzor in upravljanje smo za ekonomično vodenje celotnega sistema na kotlovnici implementirali programski orodji Termis Operation in Termis Temperature Optimization. Programski orodji omogočata upravljanje daljinskih energetskih sistemov s pomočjo podatkov v realnem času iz SCADA sistema. Te podatke je mogoče kombinirati s podatki vremenske napovedi, predvsem zunanje temperature in hitrosti vetra. To omogoča napovedovanje prihodnje rabe – tudi v obdobjih spremenljivih vremenskih razmer. Z navezavo na GIS bazo pa dobivamo v sistem za upravljanje daljinskih energetskih sistemov zadnje aktualne podatke o stanju omrežja in odjemalcih.

7. ZAKLJUČEK

Izvedeni ukrepi, opisani v prispevku, so izboljšali delovanje sistema daljinskega ogrevanja. Z zamenjavo toplotnih postaj in regulacijske opreme smo dosegli hidravlično uravnovešeno stanje sistema, izboljšali obratovalne parametre in znižali temperature v sistemu, kar prikazuje slika 3. V mesecu januarju 2011 je bila povprečna zunanja temperatura 0,3°C, kar je primerljivo z mesecem decembrom 2008, ko je bila 0,5°C. Primerjava med meritvami pokaže, da smo z obnovitvenimi deli dosegli znižanje temperature v dovodu za 13,9°C na povratku pa za 16,6°C.



Slika 3: Temperaturne razmere na kotlovnici po obnovi toplotnih postaje (januar 2011)

V tem mesecu kotlovsko postrojenje še ni delovalo pod nadzorom orodja za ekonomično vodenje. S prehodom na vodenje s pomočjo programske opreme Termis lahko pričakujemo še nekoliko nižjo temperaturo v dovodu, predvsem pa se bodo zmanjšala nihanja. Že sedaj pa so doseženi parametri, pri katerih obratuje plinski motor.

Hkrati bodo podatki iz sistema za daljinski nadzor in upravljanje o učinkovitosti toplotnih postaj upravljavcu omogočili, da v prihodnje hidravlično uredi tudi sekundarne strani najslabše delujočih toplotnih postaj.

Viri

- [1.] Tomaž Benedik, Aleš Petrovčič: Poročilo o hidravlični analizi s kalibracijo hidravličnega modela vročevodnega omrežja Planina v Kranju
- [2.] Milan Jungič, Jože Torkar, Blaženka Pospiš Perpar: Učinki uporabe sodobne regulacijske tehnike, konferenca daljinske energetike SDDE, 2005
- [3.] Tomaž Benedik, Jože Torkar, Suvad Bajrić, Bojan Zakrajšek, Iztok Žun: Upravljanje daljinskih energetskih sistemov konferenca daljinske energetike SDDE, 2009