

Rekonstrukcija toplinskog sustava za pripremu vrele vode (toplinska stanica) obuhvatila je slijedeće aktivnosti:

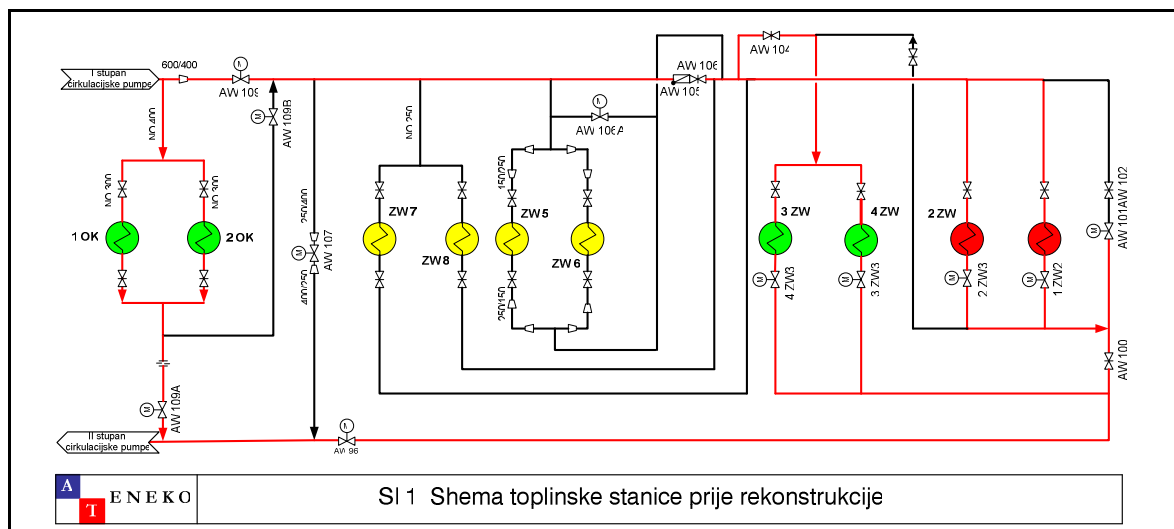
- analiza funkcionalnosti postojećeg sustava,
- izrada idejnog rješenja rekonstrukcije toplinske stanice,
- izbor i optimizacija toplinskog učina nove toplinske stanice na osnovi masenih i energetskih bilanci cjelokupnog toplinskog sustava pogona EL-TO,
- izrada izvedbene projektne dokumentacije toplinske stanice,
- izrada radioničke dokumentacije novih izmjenjivača topline i posuda pod tlakom.

Analiza rada toplinske stanice prije rekonstrukcije

Tablica 1: Toplinski učin stare toplinske stanice

Oznaka	Naziv	Toplinski učin MW	Protok vode m ³ /h	Ogrjevni medij
OK 1, OK 2	Ogrjevni kondenzator	55	1600	Para, p=0,2-0,9 bar ¹
1 ZW, 2 ZW	NT zagrijači vode	2 x 22	2 x 600	Para, p=2,5 bar ²
3 ZW, 4 ZW	VT zagrijači vode	2 x 30	2 x 655	Para, p=17/7 bar ³
5 ZW, 6 ZW	Pothlađivači kondenzata	2 x 3,17	2 x 180	Kondenzat
7 ZW, 8 ZW	Kondenzator otparka	2 x 1,5	?	Otparak, p= ?

168,34 MW



Kapacitet zagrijača vode ostaje isti



Zagrijači vode se isključuju iz pogona



Toplinski učin zagrijača se povećava

¹ Ovisno o opterećenju kondenzacione turbine količina pare iznosi od 20-60 t/h.

² Maksimalna količina protutlačne pare iznosi 55 t/h, koja se koristi za NT zagrijače ili se može voditi u razdjelnik pare.

³ Para se koristi iz sustava p=7 bar, t=180 °C u količini 2 x 52,25 t/h ili iz sustava p=17 bar, t=240 °C u količini 2 x 56,162 t/h.

Nedostaci stare toplinske stanice

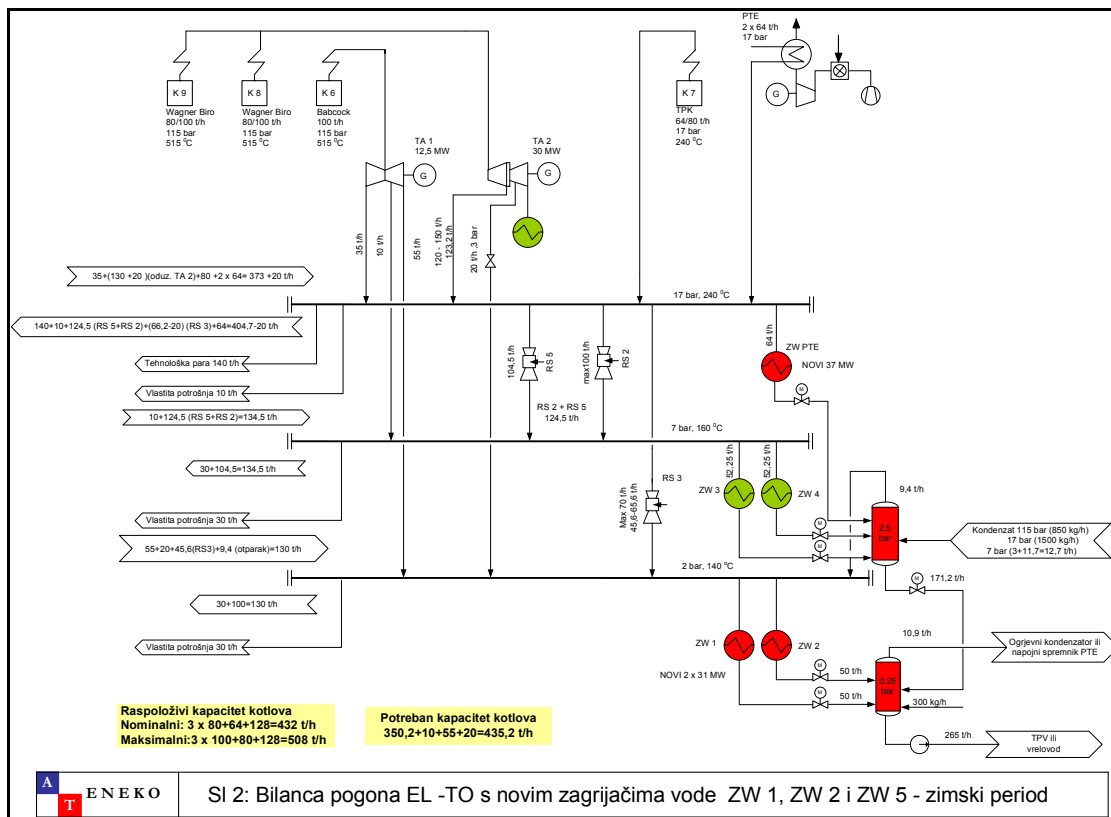
Veliki broj mogućnosti međusobnih veza pojedinih izmjenjivača omogućuje fleksibilnost rada toplinske stanice, ali zbog hidrauličke neizbalanciranosti sustava i neuravnotežene masene i energetske bilance, veći dio mogućih kombinacija nije učinkovit⁴, što se posebno očituje u:

- pogonskim problemima⁵ pothlađivača kondenzata ZW5, ZW6,
- neučinkovitim hladnjacima otparka⁶ ZW7, ZW8

Analiza mogućnosti povećanja toplinskog učina sustava za pripremu vrela vode

Elektrana-Toplana Zagreb je pogon za kombiniranu proizvodnju toplinske i električne energije, pri čemu se toplinska energija koristi za pripremu vrela vode i za tehnološke potrebe dijela industrijskih pogona u gradu Zagrebu. Na osnovi analize proizvodnje i potreba za toplinskom energijom, definirana je bilanca prema kojoj je moguće povećati toplinski učin toplinske stanice ugradnjom novih zagrijača, sl. 2:

- ugradnjom novih NT zagrijača većeg toplinskog učina (2 x 29 MW umjesto 2 x 22 MW),
- ugradnjom novog VT zagrijača⁷ toplinskog učina 34 MW

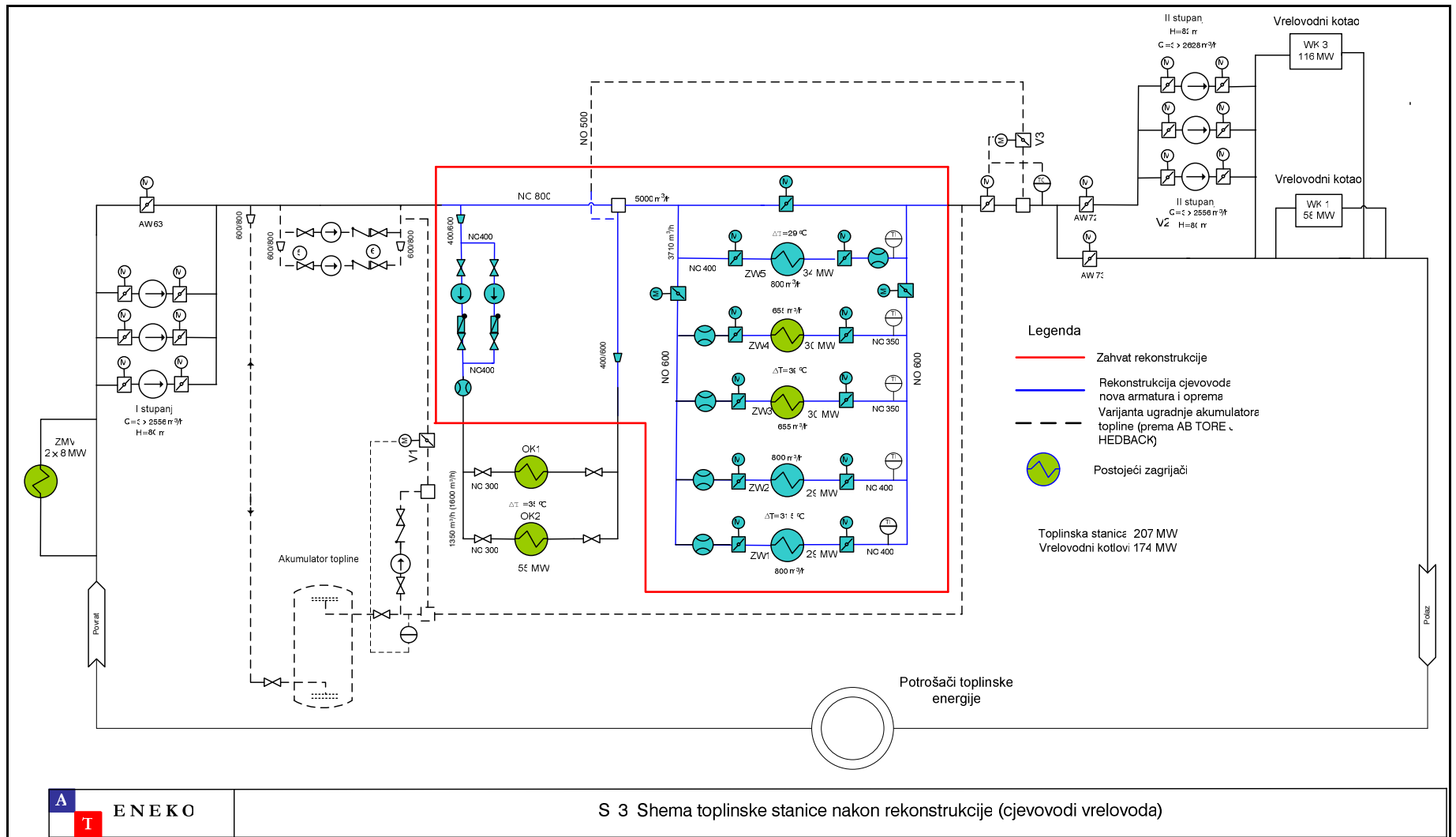


⁴ Crnom bojom označeni tokovi na sl. 1

⁵ Ugrađeni pločasti izmjenjivač pothlađuje vrući kondenzat ($t_{max} = 120 \text{ °C}$) te zagrijava samo dio količine vode iz vrelodnog sustava čiji se protok treba regulirati ovisno o količini kondenzata. To je u praksi prilično teško ostvarivo, te dolazi do čestih zastoja i oštećenja brtvi izmjenjivača zbog previsoke temperature kondenzata.

⁶ U ekspanter kondenzata iz kojeg nastaje otparjak koji se kondenzira u hladnjacima otparka dotječe samo kondenzat iz drenaža parovoda, to je vrlo mala količina otparka, te je učešće spomenutih hladnjaka u ukupnom toplinskom učinku toplinske stanice gotovo zanemarljivo.

⁷ Izgradnjom plinske kombi elektrane 2 x 22 MW_e u sustavu EL-TO pojavljuje se višak pare od 64 t/h, tlaka p=17 bar.



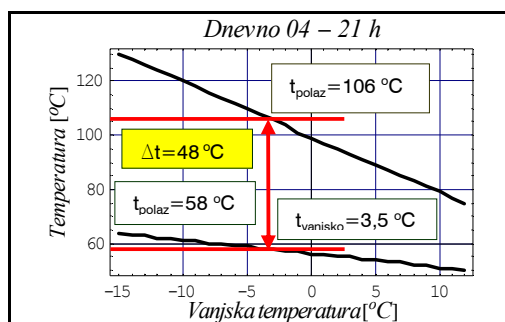
S 3 Shema toplinske stanice nakon rekonstrukcije (cjevovodi vrelovoda)

Na sl.3 prikazana je shema rekonstruirane toplinske stanice na kojoj su svi zagrijači vode, osim ogrjevnih kondenzatora, u paralelnom spoju. Novom koncepcijom ostvarena su slijedeća poboljšanja:

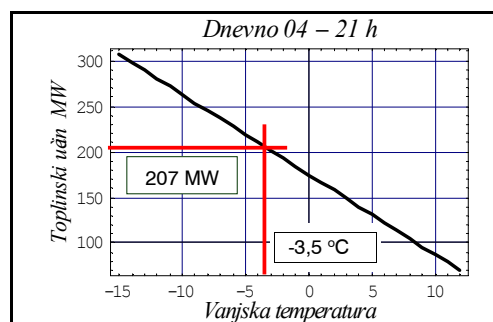
- smanjen je broj zagrijača vode u odnosu na staru koncepciju, s osam na pet zagrijača vode, uz istovremeno povećanje toplinskog učina za 23 % (39 MW),
- jednostavnije rukovanje toplinskom stanicom⁸,
- optimalan i učinkovit pogon⁹
- sustav je bolje hidraulički izbalanciran¹⁰
- ugradnjom mjerno regulacijske opreme omogućeno je praćenje i prikupljanje bitnih pogonskih parametara za analizu energetske učinkovitosti,
- ugradnjom sustava za prikupljanje i rekuperaciju kondenzata¹¹ minimizirani su toplinski gubici kondenzata,
- predviđena je mogućnost povećanja toplinskog učina dogradnjom dodatnog zagrijača vode, kao i mogućnost priključenja sustava akumulatora topline.

Optimizacija rada toplinske stanice

Optimalan pogon postiže se pri točno zahtjevanim vrijednostima polazne temperature i protoka čije su vrijednosti ovisne o vanjskoj temperaturi¹². Taj zahtjev uvjetuje komunalno poduzeće zaduženo za toplifikaciju grada (HEP Toplinske mreže), dijagram¹³ br. 1 i 2.



Dijagram 1: Vanjska temp. u ovisnosti temperature polaza i povrata vode za $Q=3670 \text{ m}^3/\text{h}$



Dijagram 2: Ovisnost vanjske temp. i toplinskog učina za $Q=3670 \text{ m}^3/\text{h}$

⁸ U sklopu rekonstrukcije toplinske stanice ugrađen je upravljačko regulacijski sustav za vođenje i nadzor pogona iz kontrolne prostorije.

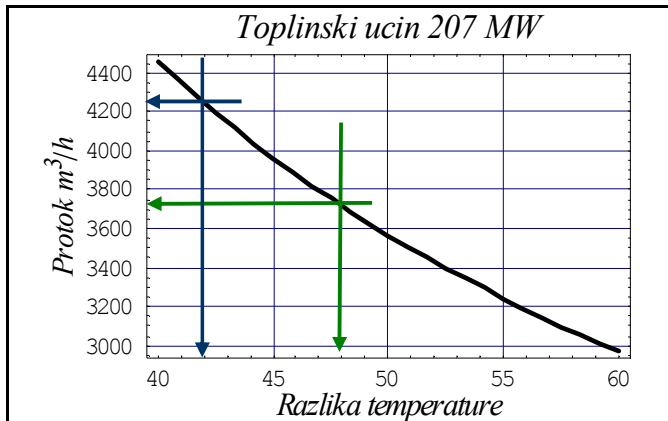
⁹ pogonski parametri toplinske stanice (polazna temperatura vrele vode i toplinski učin) mogu brže slijediti zahtjeve za promjenom

¹⁰ Na by-passu zagrijača vode ugrađen je prestrujni regulacijski ventil za uravnoteženje protoka kroz paralelne grane pojedinih zagrijača vode

¹¹ Osim kondenzata iz zagrijača vode, prikuplja se i sav raspoloživi kondenzata iz pogona (parni zagrijači zraka, drenaže i odvodnjavanja parovoda).

¹² Dodatne se korekcije uvode zbog utjecaja vjetera, doba dana i noći i dr.

¹³ Izvorni podaci dati su tabelarno. Obvezatni su parametri definirani za dnevni pogon 04-21 h, sunčani period bez vjetera 08-14 h i noćni pogon 21-04 h.



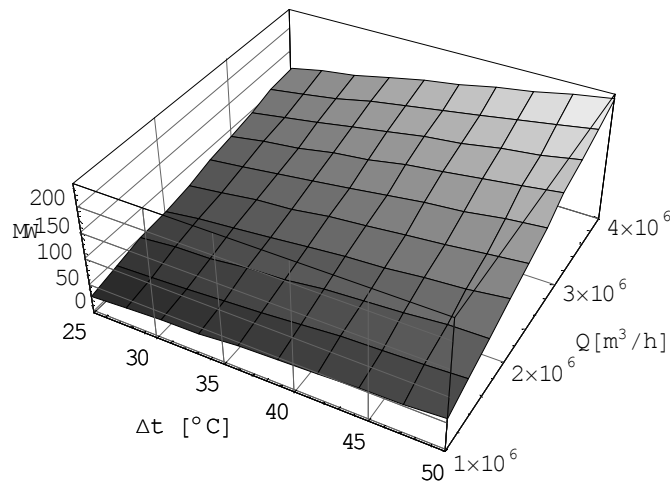
Obvezatni parametri
Mreža Zapad (207 MW)
 $t_{\text{polaz}} = 106 \text{ °C}$ ($t_{\text{vanjsko}} = -3,5 \text{ °C}$)
 $\Delta t = 48 \text{ °C}$ ($t_{\text{povrat}} = 58 \text{ °C}$)
 $Q = 3670 \text{ m}^3/\text{h}$

Realno očitani parametri
Mreža Zapad (207 MW)
 $t_{\text{polaz}} = 105 \text{ °C}$ ($t_{\text{vanjsko}} = -2 \text{ °C}$)
 $\Delta t = 42 \text{ °C}$ ($t_{\text{povrat}} = 63 \text{ °C}$)
 $Q = 4260 \text{ m}^3/\text{h}$

Dijagram 3: Zahtjevana i realno očitana radna točka toplinske stanice za toplinski ucin 207 MW

Napomena: Očitavanja su obavljena tijekom 30.11. 2003., povremeno tijekom 12/2003 (8 dana) i 4 dana tijekom 1/2004.

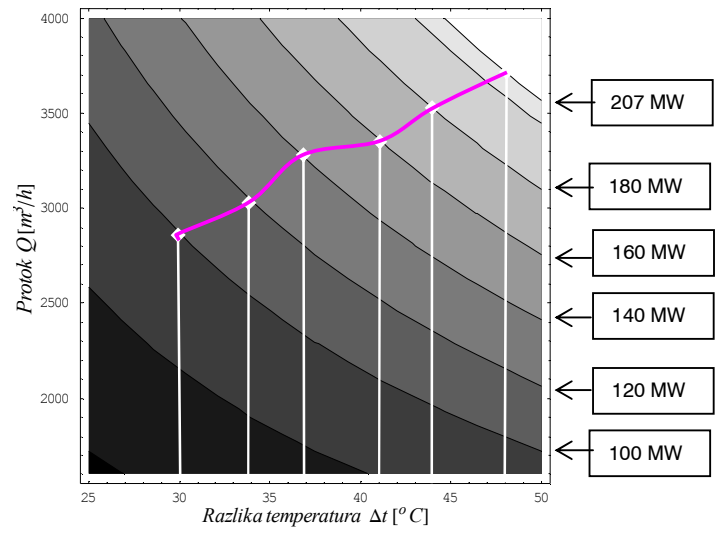
Na dijagramu 4, prikazano je cjelokupno radno područje toplinske stanice u rasponu od 30 - 207 MW.



Dijagram 4: Ovisnost toplinskog učina o protoku i razlici temperature

Toplinski je ucin funkcija dvije varijable: protoka vode kroz toplinsku stanicu $Q \text{ [m}^3/\text{h]}$ i razlike temperature na ulazu i izlazu iz toplinske stanice, pri čemu je bitna temperaturna razina na kojoj se ostvaruje razlika temperature, dijagram 2.

Na dijagramu 5, prikazane su krivulje konstantnog toplinskog učina, dobivene presjekom ekvipotencijalnih ravnina s plohom prikazanom u dijagramu 4. Za svaku krivulju postoji samo jedna optimalna vrijednost, podaci iz dijagrama 1 i 2.



Dijagram 5: Optimalna krivulja toplinskog učina za područje 100 - 207 MW