

POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI PARNOG BLOKA ISKORIŠĆENJEM OTPADNE TOPLOTE DIMNOG GASA

Sanja Milivojević¹⁾, Vladimir Stevanović¹⁾, Milan M. Petrović¹⁾, Milica Ilić²⁾,

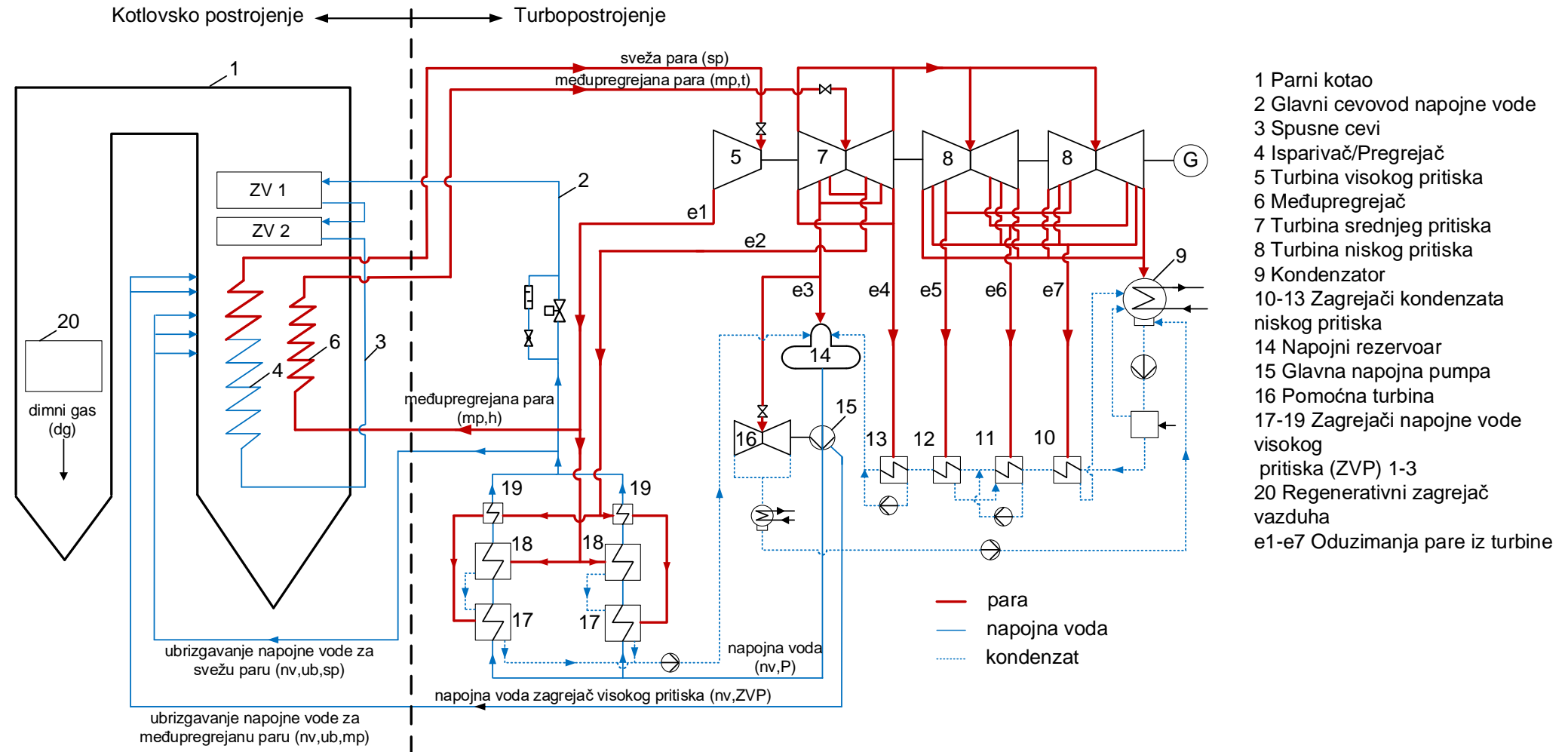
¹⁾Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd,

²⁾Inovacioni centar Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Beograd;

Uvod

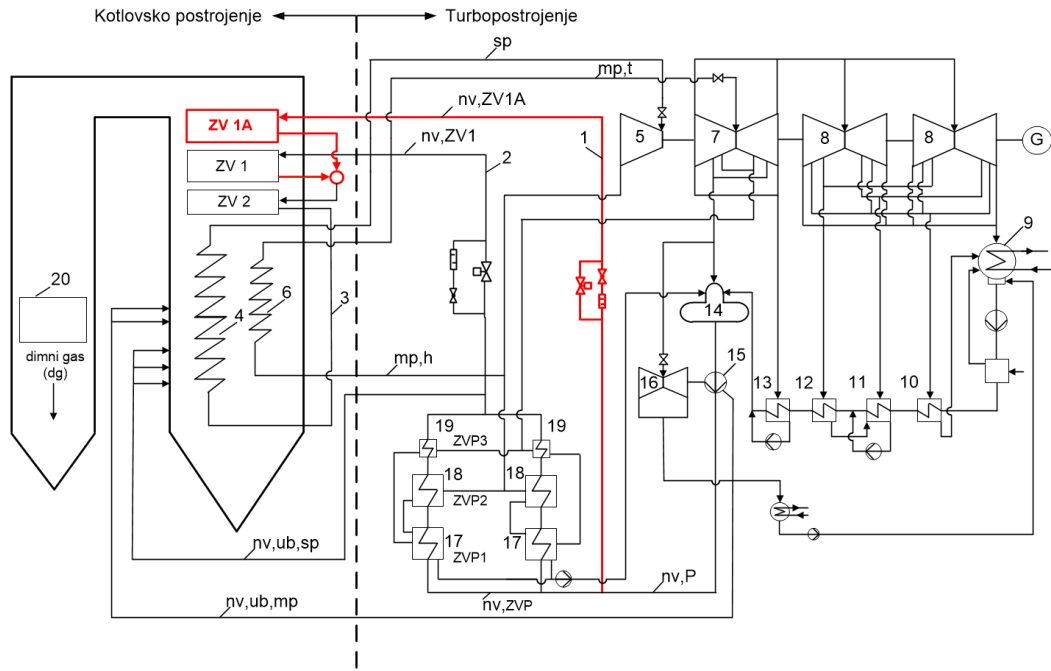
- U TE sa starijim projektnim rešenjima postoji značajan potencijal za iskorišćenje otpadne toplote dimnih gasova.
- Otpadna toplota dimnog gasa se može iskoristiti primenom zagrejača vode visokog pritiska (ZVVP) i niskog pritiska (ZVNP).
- U ovom radu je razmatrano rešenje sa ZVVP koji se napaja vodom sa potisnog voda napojne pumpe parnog bloka termoelektrane na ugalj, kao i primena ZVNP koji se napaja kondenzatom iz linije kondenzata niskog pritiska.
- U cilju poređenja energetske efekata primene ZVVP i ZVNP, usvojene su iste površine oba razmenjivača.

TENT B pre ugradnje dodatnog zagrejača vode

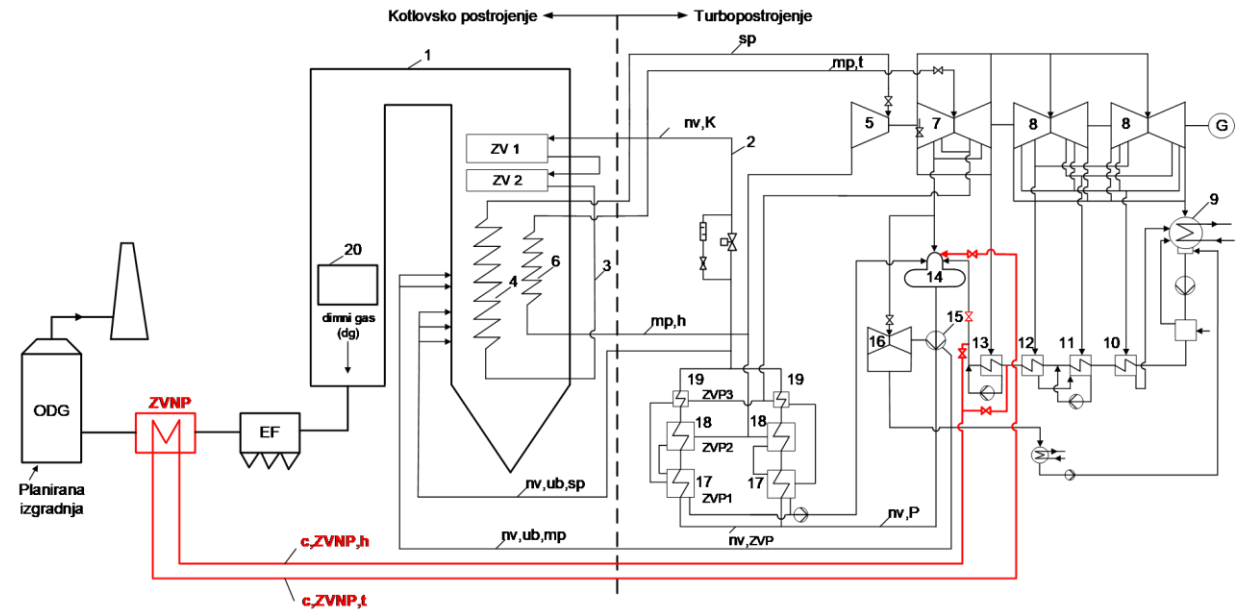


Slika. 1. Šematski prikaz identičnih blokova TE „Nikola Tesla B“ B1 i B2 (originalni projekat).

Ugradnja zagrejača vode visokog i niskog pritiska



Slika 2. Ugradnja zagrejača visokog pritiska ZV1A paralelno u odnosu na liniju napojne vode (Slučaj 1).



Slika 3. Ugradnja zagrejača vode niskog pritiska ZVNP (Slučaj 2).

Prikaz rezultata

- Analize su izvršene za protok sveže pare od 549,7 kg/s, projektni pritisak i temperaturu sveže pare od 177,5 bara i 535 °C.
- Protok ubrizgavanja napojne vode za kontrolu temperature sveže pare i međupregrejane pare iznosi 33,3 kg/s i 5,2 kg/s.
- Površina za razmenu toplote je 19200 m².
- U slučaju 1, ugradnja ZV1A, usvojeno je da 33% ukupnog protoka napojne vode prema ZV1 i ZV1A, struji ka ZV1A.
- U slučaju 2, ugradnja ZVNP, protok kondenzata prema ZVNP je 170 kg/s, a njegova temperatura je 127 °C. Ovi parametri su podešeni da bi se ostvario maksimalni toplotni protok u ZVNP, ali sa ograničenjem u pogledu niskotemperaturne korozije.

Prikaz rezultata

Tabela 1 Povećanje stepena korisnosti i električne snage postignuto ugradnjom dodatnih zagrejača vode

Parametar	Originalni projekat TE ²⁾ (Slika 1)	Slučaj 1 (Slika 2)	Slučaj 2 (Slika 3)
Toplotna snaga predata TP ¹⁾ , \dot{Q}_{TP} (MWth)	1510,17	1586,58	1543,17
Povećanje toplotne snage predate TP, $\Delta\dot{Q}_{TP}$ (MWth)		76,41	33,0
Smanjenje toplotne snage dimnog gasa na izlazu iz kotla, $\Delta\dot{Q}_{dg}$ (MWth)		-33,59	-33,00
Smanjenje temperature dimnog gasa na izlazu iz kotla, ΔT_{dg} (°C)		-28,2	-28,6
Promena toplotne snage goriva, $\Delta\dot{Q}_{gor}$ (MWth)		43,69	0
Promena stepena korisnosti kotla, $\Delta\eta_k$		0,0216	0,0192 ³⁾
Stepen korisnosti kotla, η_k	0,880	0,9016	0,8992
Promena stepena korisnosti turbopostojenja, $\Delta\eta_{TP}$		-0,005	-0,0027
Stepen korisnosti turbopostojenja, η_{TP}	0,446	0,441	0,4433
Promena stepena korisnosti bloka TE, $\Delta\eta_{TE}$		0,0051	0,0061
Povećanje električne snage generatora, ΔP_G (MWe)		26,1	10,51
Povećanje električne snage generatora na osnovu povećanja stepena korisnosti, ΔP_G^+ (MWe)		9,4	10,48

Napomene: 1) TP - turbopostrojenje.

2) TE - blok termoelektrane.

3) Pretpostavlja se da je ZVNP unutar granice energetskog bilansa parnog kotla.

Validacija rezultata

- Izmereni su podaci za:

$P_{el}=644$ MWe, $p_{sp,ulTVP} = 172,9$ bar, $t_{sp,ulTVP} = 534$ °C,

$t_{rv,ulKON} = 12$ °C, $Hd = 7554$ kJ/kg, $W^r=50\%$, $A^r=18\%$.

- Merenja su vršena standardnim industrijskim instrumentima.
- Merenja su izvršena u TE nakon ugradnje ZVVP, slučaj 1.
- Ove razlike su u opsegu grešaka merenja, osim temperature dimnog gasa na izlazu iz RZV.

Validacija rezultata

Tabela 2 Poređenje izmerenih i izračunatih podataka za slučaj 1

Parametar	Izmereno	Izračunato	Relativna (%) ili apsolutna greška
Odnos masenog protoka napojne vode prema ZV1A i prema isparivaču kotla	0,302	0,300	0,7%
Maseni protok napojne vode ka ZV1 (kg/s)	322,3	325,6	-1,0%
Pritisak napojne vode iza ZVP (bar)	240,0	239,5	0,2%
Temperatura napojne vode iza ZVP (°C)	259,9	259,8	0,1 °C
Temperatura napojne vode na izlazu iz ZV1A (°C)	267,8	267,5	0,3 °C
Temperatura napojne vode na izlazu iz ZV2 (°C)	331,6	331,1	0,5 °C
Temperatura dimnog gasa ispred RZV (°C)	261,5	263,3	-1,8 °C
Temperatura dimnog gasa iza RZV (°C)	162,0	162,9	-0,9 °C
Električna snaga (MWe)	644,1	645,4	-0,2%

Zaključak

- Ugradnjom ZVVP paralelno sa prvim stupnjem postojećeg ZV (slučaj 1) ostvareno je veće povećanje električne snage.
- Ugradnjom ZVNP (slučaj 2) se dobija najveće povećanje stepena korisnosti bloka, ali je povećanje stepena korisnosti u slučaju 1 i dalje konkurentno ovom povećanju.
- Imajući u vidu pozitivne efekte na povećanje stepena korisnosti bloka i električne snage generatora, izvršena je rekonstrukcija blokova B1 i B2 “Nikola Tesla B”, 2012. i 2016. godine, ugrađen je dodatni ZVVP.

HVALA NA PAŽNJI!



Procesing '21 3. i 4. jun 2021, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad