

Primeri dobre prakse EE u industrijskim preduzećima – rešenje za decentralizovano snabdevanje toplotnom energijom u pogonima procesne industrije

prof. dr Goran Jankeš

**Mreža za energetska efikasnost u industriji Srbije
Inovacioni centar Mašinskog fakulteta u Beogradu**

Okrugli sto

Smanjenjem potrošnje energije do efikasnije privrede

Medija centar, Beograd

01. 02. 2011.

Zašto rekonstrukcija i decentralizovano snabdevanje toplotnom energijom u pogonima procesne industrije

- **75% kotlova u industriji starije je od 25 godina**
- **Veliki broj ovih kotlova ima nominalne kapacitete višestruko veće od sadašnjih potreba i radi blizu tehničkog minimuma**
- **Automatika kotlarnica je na veoma niskom tehničkom nivou**
- **Pomoćna oprema kotlarnica je u lošem stanju**
- **Povrat kondenzata je u proseku ispod 40%**
- **Sistem za snabdevanje parom i povrat kondenzata ima brojne nedostatke: loše projektovan, propala i/ili nedovoljna izolacija, odvajači kondenzata i ostala oprema u lošem stanju**

Zadatak za konkretnu kotlarnicu i sistem grejanja je:

- **Izvršiti analizu postojećeg stanja sistema za snabdevanje toplotnom energijom u fabrici,**
- **Na osnovu analize, predložiti mere za uštedu i predložiti tehnička rešenja za racionalnije korišćenje energije,**
- **Izvršiti analizu ekonomske isplativosti projekta.**

Analiza postojećeg stanja obuhvata:

- **Potrošače toplotne energije u fabrici**
- **Sistem za snabdevanje toplotnom energijom**
- **Probleme i nedostatke postojećeg stanja**
- **Period angažovanja potrošača**
- **Izračunavanje specifična potrošnja goriva za postojeće stanje**
- **Energetski bilans sistema**

Postojeće stanje

- **Snabdevanje toplotnom energijom vrši se centralizovano iz parne kotlarnice.**
- **Za potrebe snabdevanja toplotnom energijom koristi se parni blok kotao kapaciteta po 8 t/h suvozasićene pare, nominalnog radnog pritiska 16 bar-a.**
- **U kotlarnici postoje 2 kotla i u pogonu su preko 30 godina, nedovoljno su efikasni i značajno većeg kapaciteta od postojećih potreba fabrike.**

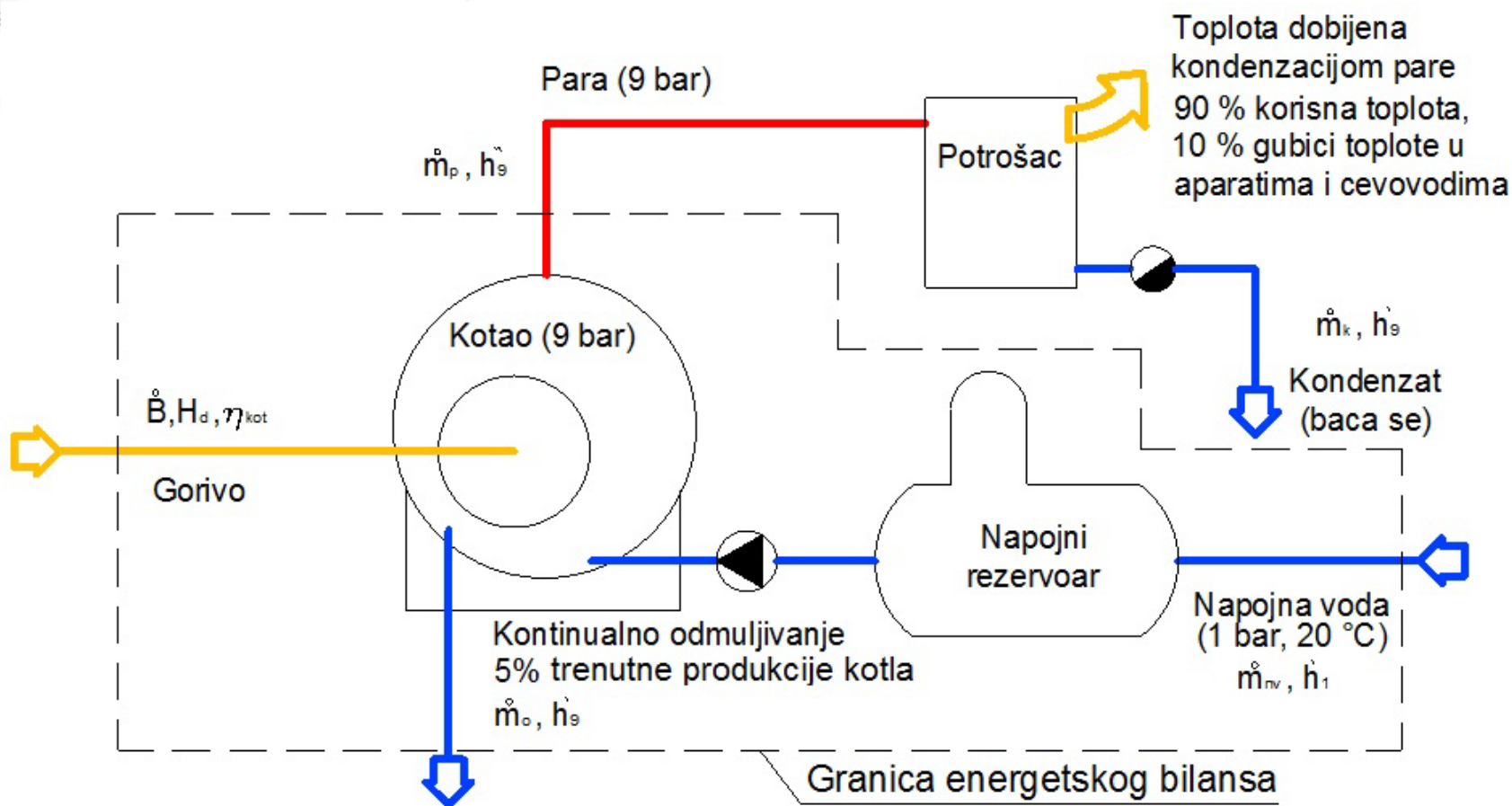
Potrošači toplotne energije u fabrici

U fabrici postoje tri vrste potrošača:

- potrošači koji koriste suvozasićenu paru pritiska 8 bara**
- potrošači koji koriste suvozasićenu paru pritiska 3 bara**
- potrošači koji mogu da koriste toplu vodu temperature od 40-85 °C (u zavisnosti od potrošača: tehnološki proces, sanitarna topla voda, grejanje objekata).**

kod trećeg tipa potrošača para koristi indirektno za zagrevanje vode koja se dalje koristi za potrebe tehnologije, za zagrevanje sanitarne tople vode i za potrebe grejanja objekata.

Sistem za snabdevanje toplotnom energijom



Slika 1. Šema postojećeg stanja energetskog sistema

Problemi i nedostaci postojećeg stanja

Gubici energije postojećeg sistema javljaju se zbog:

- **Niskog stepena korisnosti postojećeg kotla 87-89 %, (gubici u samom kotlu veći su od 10%),**
- **Potpunog bacanja kondenzata i otparka kondenzata,**
- **Kontinualnog odmuljivanja (kontinualno se odmuljuje 4-5 % od kapaciteta kotla),**
- **Ispuštanja pare iz sistema na pojedinim prirubnicama i dotrajalim ventilima sigurnosti,**
- **Gubitaka toplote u neizolovanim cevovodima i aparatima (usvojeno 10 % od toplote koja se preda aparatu),**
- **Korišćenja pare u toplovodnim sistemima bez vraćanja kondenzata.**

Postojeće stanje: energetska bilans

Tabela 1. Pregled gubitaka i dobitaka energije postojećeg sistema

Toplota koja se dovodi kotlu	snaga (kW)	(%)
Toplota dovedena sagorevanjem goriva	2124,7	97,2
Toplota dovedena napojnom vodom	61,2	2,8
Ukupno toplota - ulaz	2185,9	100,0
Gubici toplote u sistemu	snaga kW	%
Gubici usled stepena korisnosti kotla od 89 %	233,7	10.7
Gubici usled kontinualnog odmuljivanja kotla	25,8	1.2
Gubici toplote u razvodu pare i aparatima usled loše izolacije	149,7	6.8
Gubici toplote usled bacanja kondenzata i otparka	429,5	19.7
Toplota iskorišćena u procesu	1347,2	61.6
Ukupno toplota - izlaz	2185,9	100,0

Specifična potrošnja goriva za postojeće stanje

Izračunata specifična potrošnja goriva po jednom kilogramu pare za postojeće stanje iznosi **0,092 m³/kg** , odnosno (imajući u vidu sadašnju cenu gasa) **27,5 €/t** proizvedene pare.



Predložene mere za poboljšanje postojećeg stanja

- **Decentralizacija i odvajanje toplovodnog od parnog sistema**
- **Rekonstrukcija postojeće parne kotlarnice**

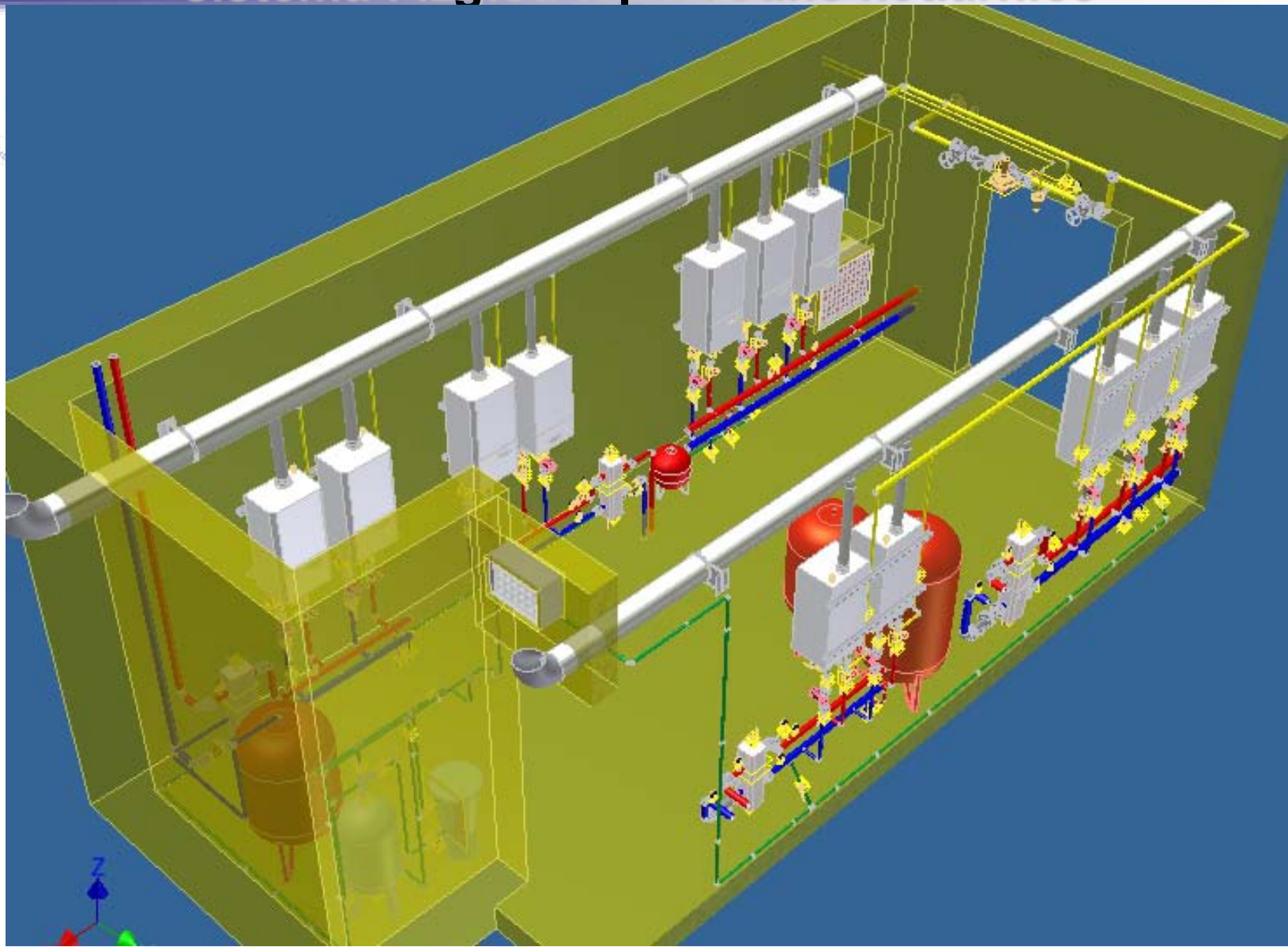
Decentralizacija i odvajanje toplovodnog od parnog sistema

Radi racionalnije potrošnje goriva **odvojiti potrošače koji za svoj tehnološki proces mogu koristiti samo paru**, od onih koji bi mogli koristiti toplu vodu.

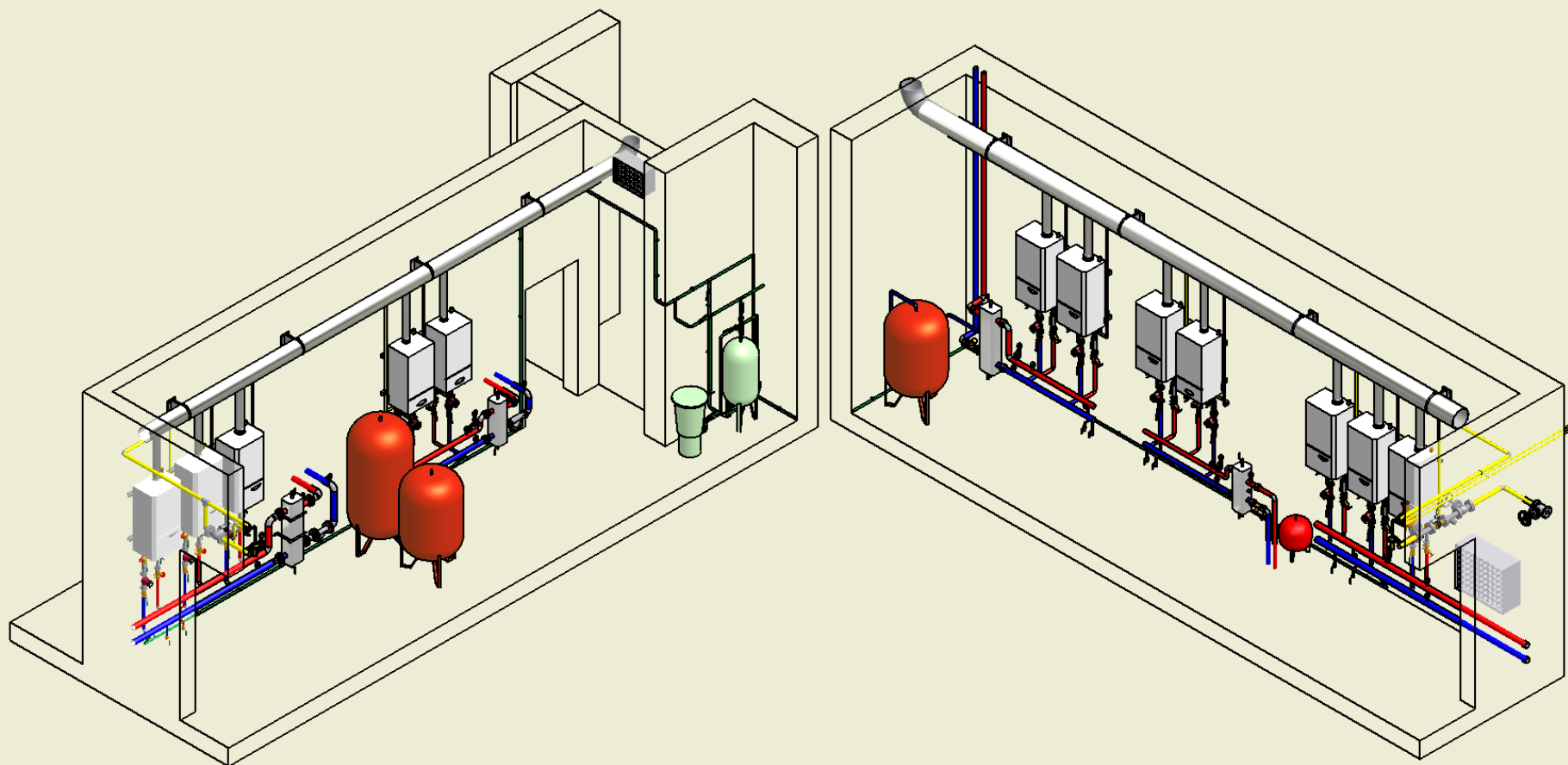
Potrošači u tehnološkom procesu koji mogu koristiti toplu vodu za zagrevanje **razdvojeni su u četiri celine sa nekoliko kondenzacionih toplovodnih kotlova (modula).**

Za potrebe grejanja svih objekata u sklopu fabrike, kao i za sistem pratećeg grejanja u proizvodnom procesu, prešlo se sa parnog na toplovodni sistem. Decentralizacija se izvršena preko **četiri zasebne kotlarnice sa više kondenzacionih toplovodnih kotlova (modula).**

Decentralizacija i odvajanje toplovodnog od parnog sistema : izgled toplovodne kotlarnice



Decentralizacija i odvajanje toplovodnog od parnog sistema: izgled toplovodne kotlarnice



Decentralizacija i odvajanje toplovodnog od parnog sistema

Prema novom rešenju ukupna instalisana snaga u toplovodnim kotlovima sa uzetom rezervom od 20 % iznosi 1720 kW.

Kotlovi su grupisani u nekoliko manjih toplovodnih kotlarnica koje se nalaze u neposrednoj blizini potrošača u proizvodnom pogonu.

Rekonstrukcija postojeće parne kotlarnice

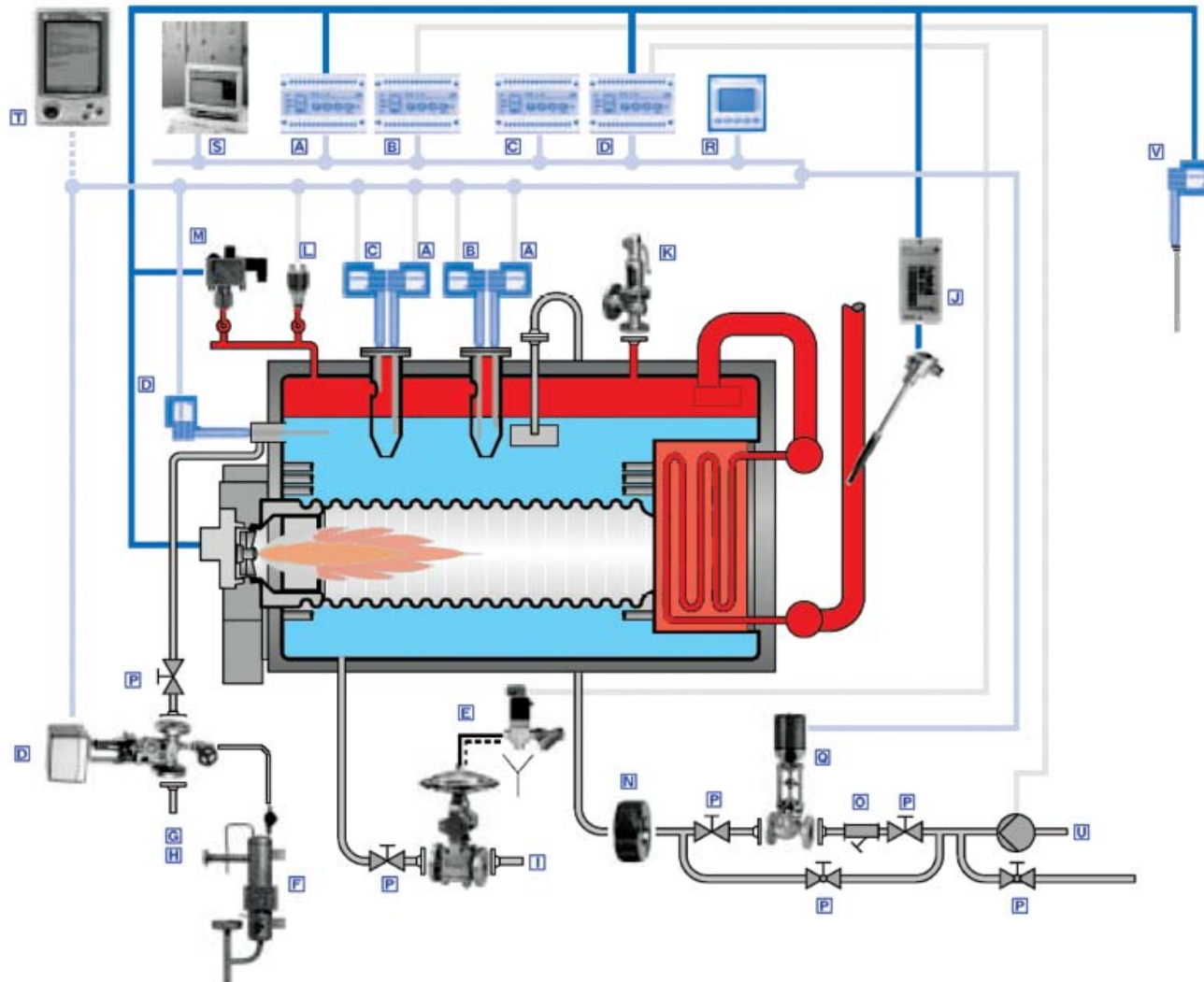
U okviru rekonstrukcije postojeće parne kotlarnice predviđena je ugradnja novog efikasnije kotlovskog postrojenja i svih pomoćnih sistema u kotlarnici, smanjenje nominalne snage i produkcije parnog kotla i prilagođavanje postojećim potrebama u fabrici.

Predviđena je i rekonstrukcija sistema povrata kondenzata.

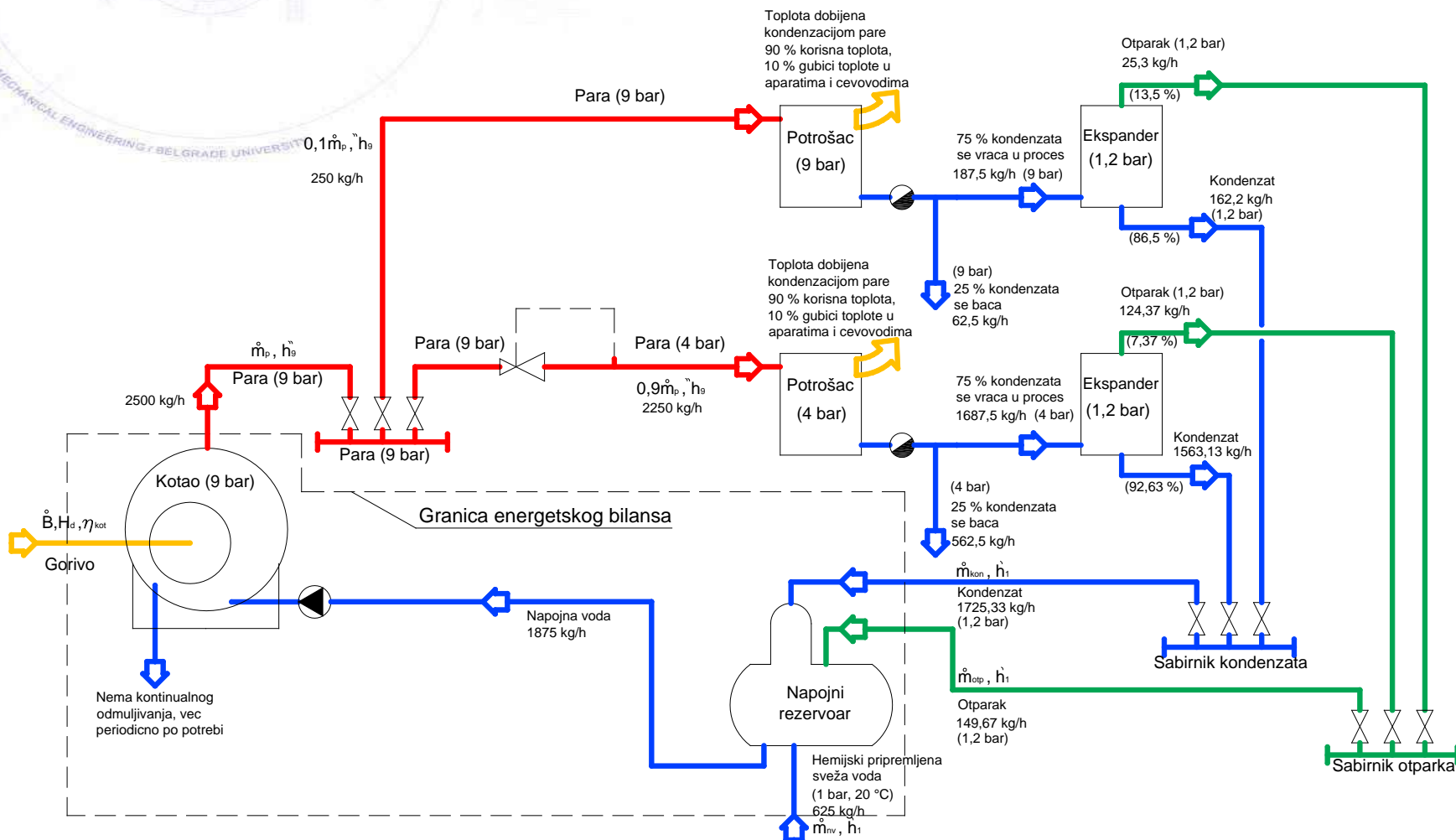
Rekonstrukcijom kotlarnice se predviđa:

- Instaliranje novog kotla sa višim stepenom korisnosti (0,95) i uključivanje eksternog ekonomajzera sa dompunskim hlađenjem dimnih gasova na temperature od 60°C (ukupni stepen korisnosti 0,99),
- Potpuna automatizacija rada kotla i pratećih uređaja – rad kotlarnice 72 h bez ljudskog nadzora,
- Povrat min. 75 % kondenzata i iskorišćenje otparka tog kondenzata vraćanjem u napojni rezervoar,
- Nema kontinualnog odmuljivanja, već se odmuljivanje odvija periodično po potrebi (automatski vođen proces odmuljivanja),
- Sanacijom sistema za razvod pare (zamena ventila sigurnosti i dotrajalih zaptivača i odvajača kondenzata kod kojih dolazi do curenja pare),
- Izolovanjem aparata i cevovoda koji nisu izolovani.

Oprema kotla prema TRD 604 / EN 12953 deo 6 (kontinualni rad bez konstantnog nadzora u toku 24/72 h)



Budući sistem za snabdevanje toplotnom energijom



Slika 2. Šema rekonstruisanog energetskog sistema

Energetski bilans posle rekonstrukcije postojeće parne kotlarnice

Tabela 2. Pregled gubitaka i dobitaka energije budućeg sistema

Toplota koja se dovodi sistemu spolja sastoji se iz:	Snaga (kW)	(%)
Toplota dovedena sagorevanjem goriva	1605.8	99.1
Toplota dovedena napojnom vodom	14.6	0.9
Ukupno toplota - ulaz	1620.4	100.0
Toplota koja se odvodi iz sistema raspoređuje se na:	Snaga kW	%
Gubitke usled stepena korisnosti kotla od 99 %	16.1	1.0
Gubitke toplote u razvodu pare i aparatima usled neizolovanosti 10 % od toplote koja se preda aparatu	149.7	9.2
Gubitke toplote usled bacanja 25 % kondenzata i njegovog otparka	107.4	6.6
Toplota iskorišćena u procesu	1347.2	83.2
Ukupno toplota - izlaz	1620.4	100.0

Specifična potrošnja goriva za buduće stanje

Izračunata specifična potrošnja goriva po jednom kilogramu pare za buduće stanje iznosi **0,069 m³/kg** , odnosno (imajući u vidu sadašnju cenu gasa) **20,8 €/t** proizvedene pare.

Uvođenjem novog sistema postiže se ušteda u potrošnji goriva od 24,4%.

Ušteda postignuta uvođenjem novog sistema

U tabeli je dat pregled procene ušteda u novcu na godišnjem nivou na konkretnom primeru fabrike konditorskih proizvoda.

Ušteda je sračunata na osnovu smanjena potrošnje: goriva, sirove vode, komunalne (otpadne) vode, i primenom regulacije ventilatora gorionika frekventnim regulatorom i automatskom regulacijom radom gorionika na osnovu merenja sadržaja O_2 u dimnom gasu.

U tabeli je data i procenjena ukupna ušteda na godišnjem nivou.

Ušteda postignuta uvođenjem novog sistema

Uštede	Iznos u €/god
Ušteda u smanjenju potrošnje goriva	58097
Ušteda u smanjenju potrošnje sirove vode	5184
Ušteda u smanjenju potrošnje komunalne vode	5184
Ušteda primenom regulacije brojem obrtaja rada ventilatora na gorioniku	1025
Ušteda primenom O₂ regulacije na gorioniku	4757
Ukupna ušteda na godišnjem nivou	74247

Period otplate investicije

Ukupna vrednost investicije je oko 300 000 €

Ukupna ušteda na godišnjem nivou je oko 75 000 €

Period otplate ove kapitalne investicije iznosi 4 godine.

Treba imati u vidu da su postojeći parni kotlovi dotrajali i da bi njihova zamena bila vrlo brzo neminovna radi sigurnosti snabdevanja energijom.