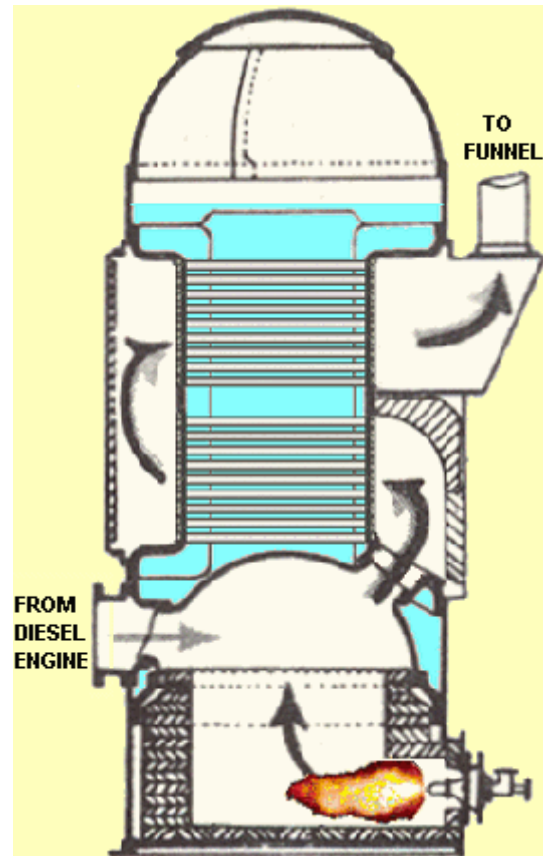
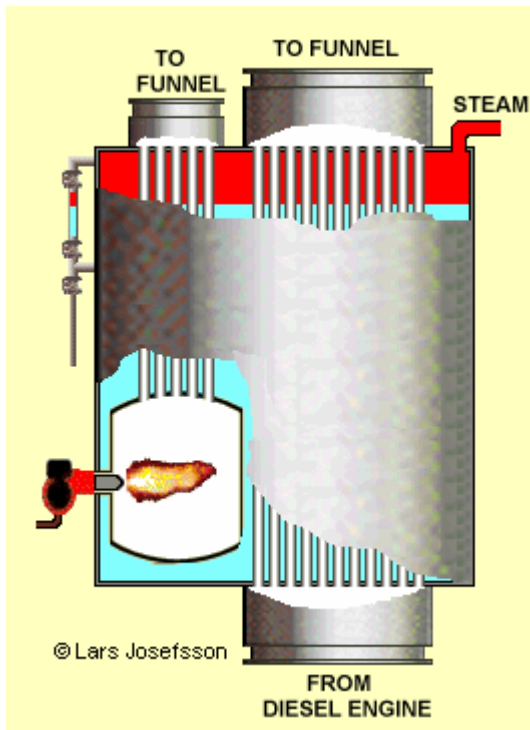


Utilizatori

Izvedbe i eksploatacijski problemi

Kompozitni boileri

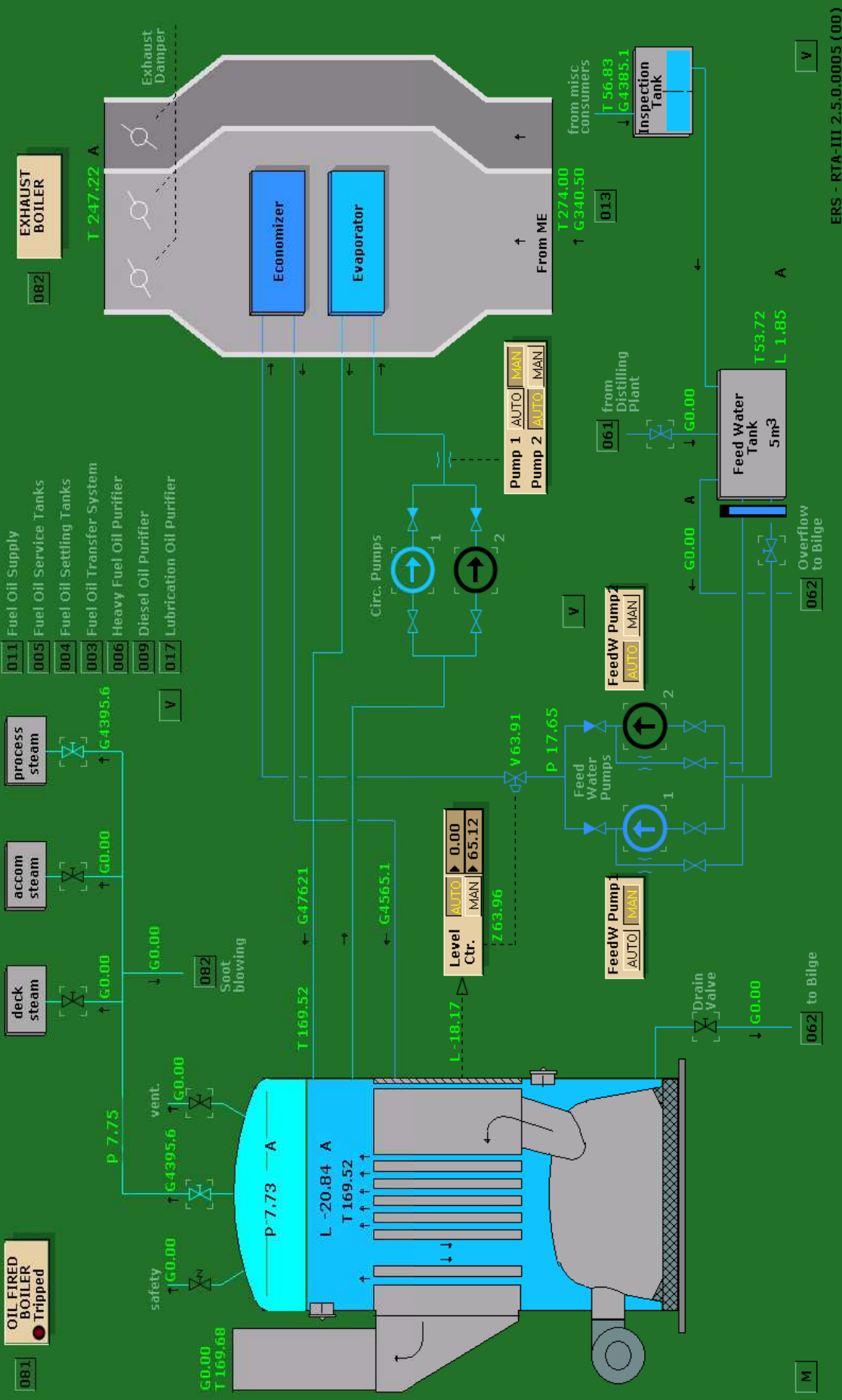


Steam Generation Plant

081
OIL FIRED
BOILER
Tripped

- 011 Fuel Oil Supply
- 005 Fuel Oil Service Tanks
- 004 Fuel Oil Settling Tanks
- 003 Fuel Oil Transfer System
- 006 Heavy Fuel Oil Purifier
- 009 Diesel Oil Purifier
- 017 Lubrication Oil Purifier

082
EXHAUST
BOILER



M

062 to Bilge

062 Overflow to Bilge

A

V

Unit Conversion

Message Log

Back

Forward

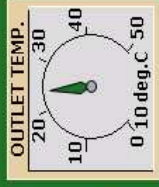
Exhaust Boiler

Alarms
Silence



T 242.64 A

V 49.23
Z 49.39



Boiler Steam Pressure
081

Damper AUTO 7.50
Ctr. MAN 49.40

Feed Water 080

T 53.58

G 4674.8

T 131.06

T 166.62

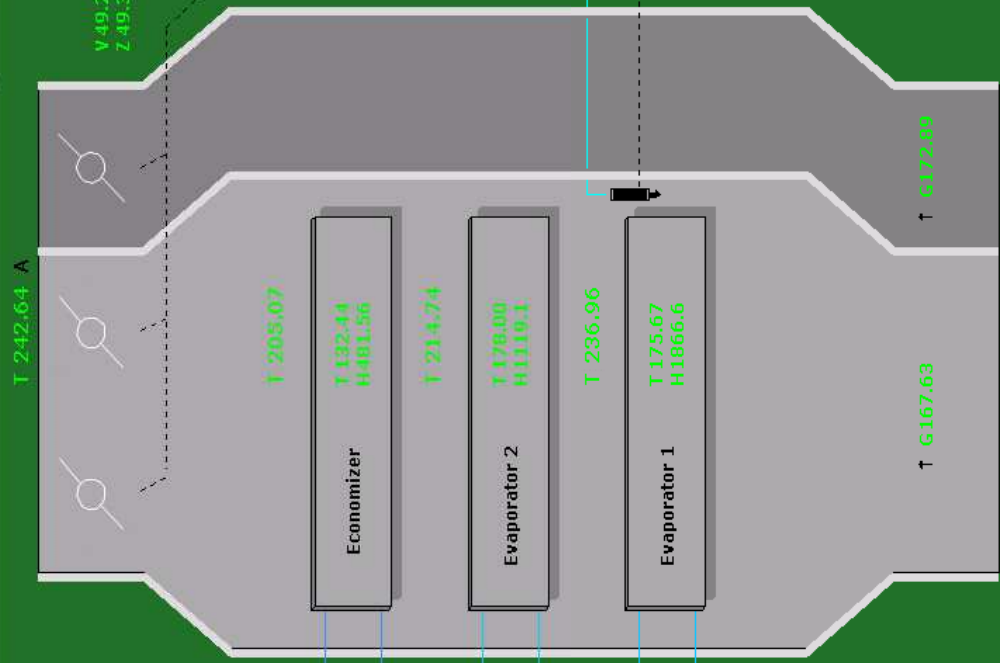
T 178.00
H 1119.1

T 175.67
H 1866.6

Boiling Water 080

T 236.96

G 47621



T 203.07

T 132.44
H 481.56

T 214.74

T 178.00
H 1119.1

T 236.96

T 175.67
H 1866.6

T 167.63

T 274.03

G 340.50

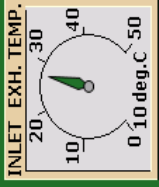
from Main Engine 013

Steam Supply 080

G 0.00

Sootblowing
ON
AUTO
Ready

Drain V



M

013

T 274.03

G 340.50

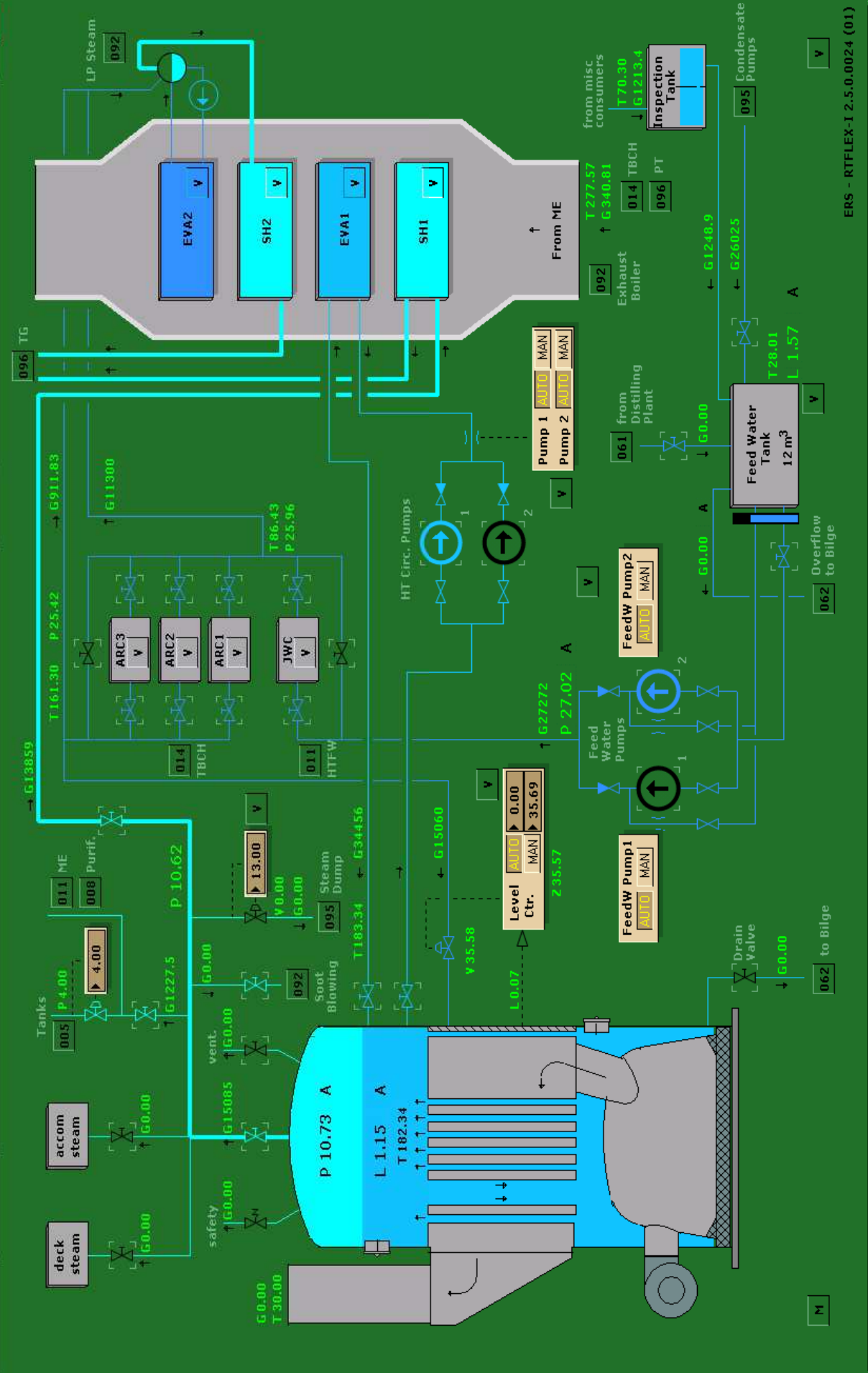
V

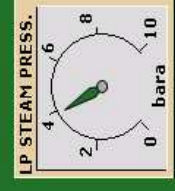
Unit Conversion

Message Log

Back

Forward





096 TG P 3.87 T 11.47
T 181.33 T 273.97
G 6479.8 G 13852

095 G 0.00
090 G 0.00

Sootblowing
ON
AUTO
Ready

095 G 0.00
090 G 0.00

096 TG P 11.02 A
VP Evaporator
VP Superheater

T 146.12
LP Evaporator
LP Superheater

T 186.03
HP Evaporator
HP Superheater

T 270.91
T 277.57

014 T 5299262
T 278.47
TBCH

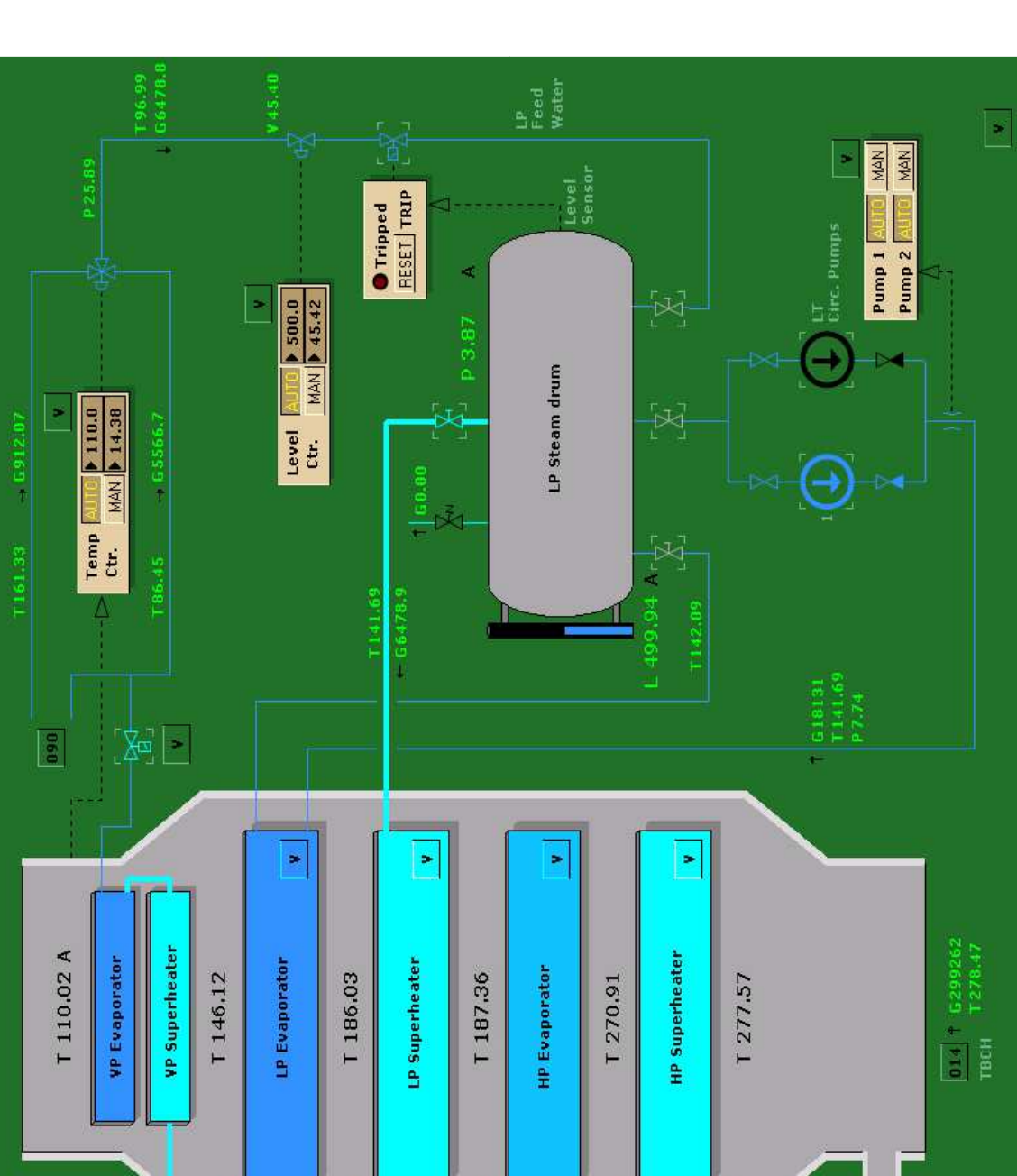
Temp Ctr. 110.0
MAN 14.38

Level Ctr. 500.0
MAN 45.42

Tripped
RESET TRIP

LP Steam drum
Level Sensor

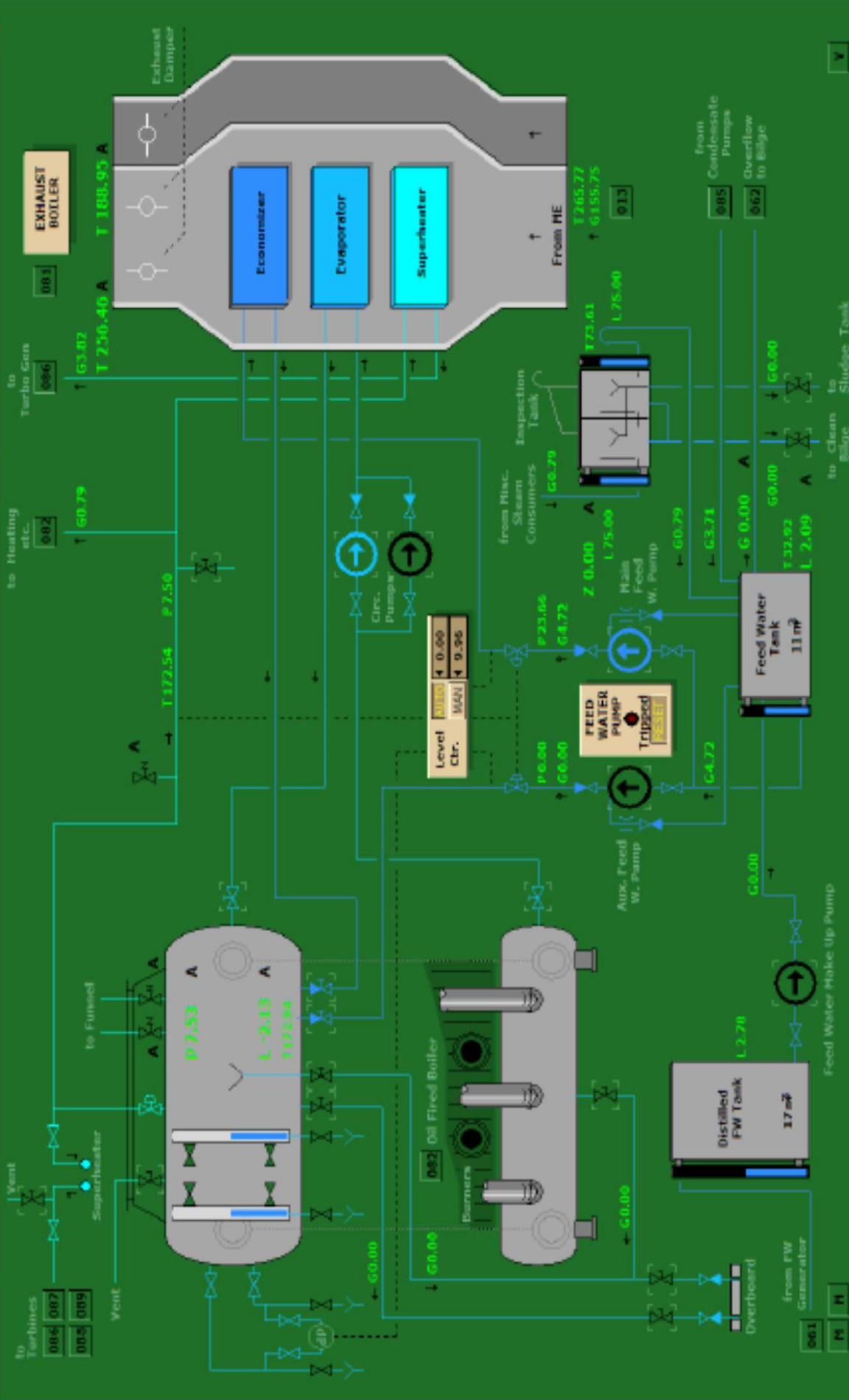
Pump 1 AUTO
MAN
Pump 2 AUTO
MAN



105693 [181.33 °C]: TG LP steam line temperature

Steam Generation Plant

Alarm Group



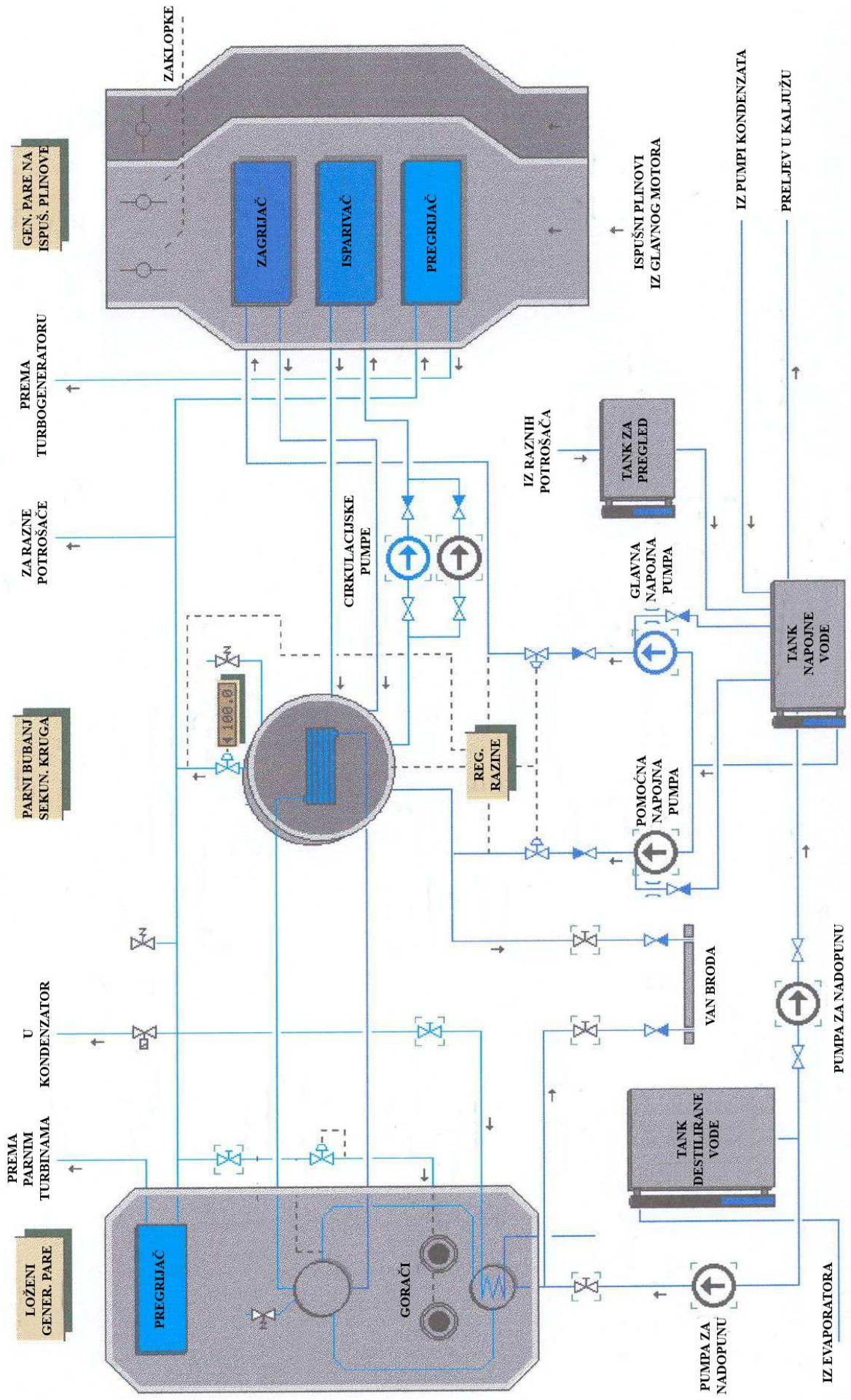
Unit Conversion

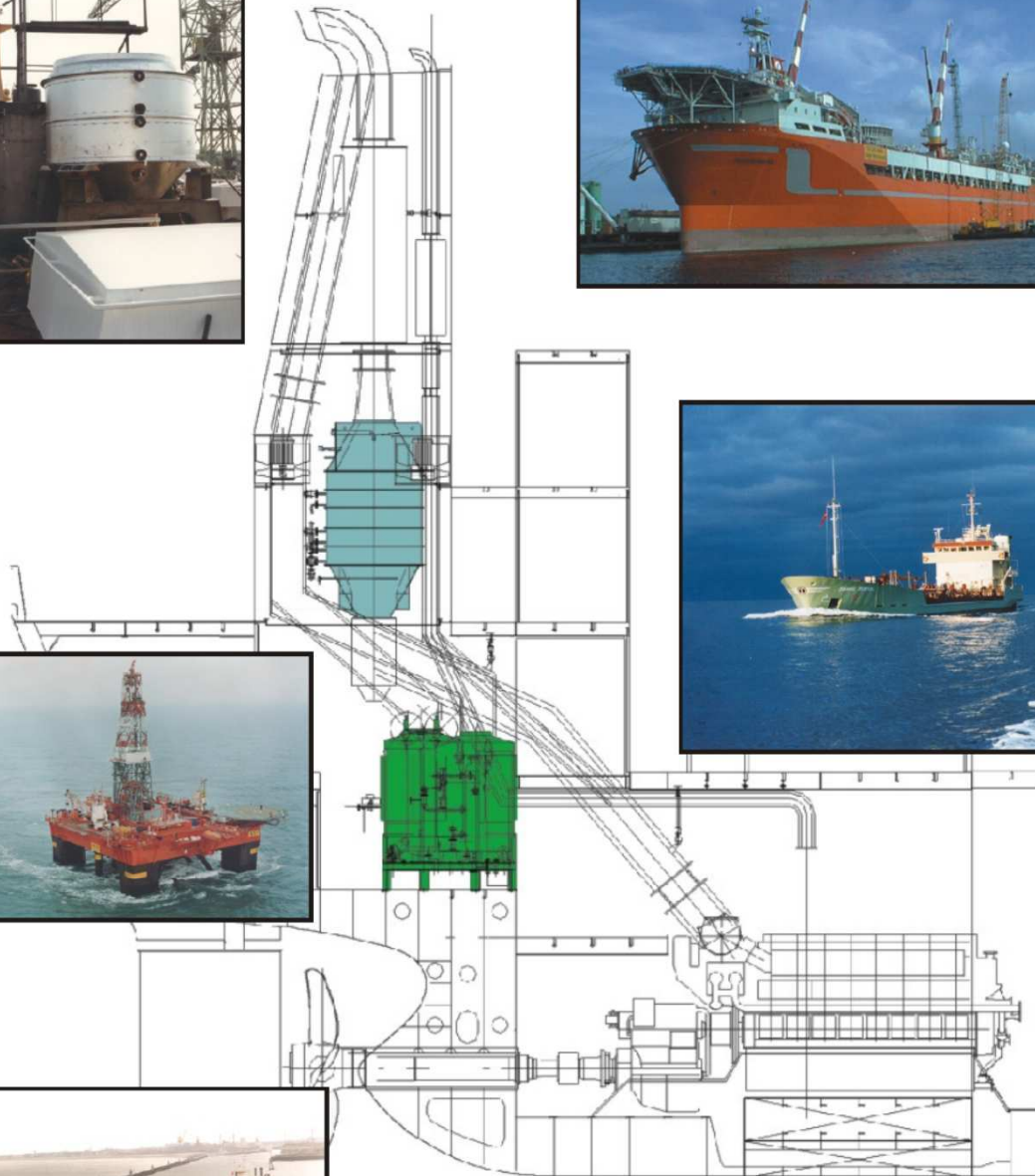
Process Directory

Process Overview

Back

Forward





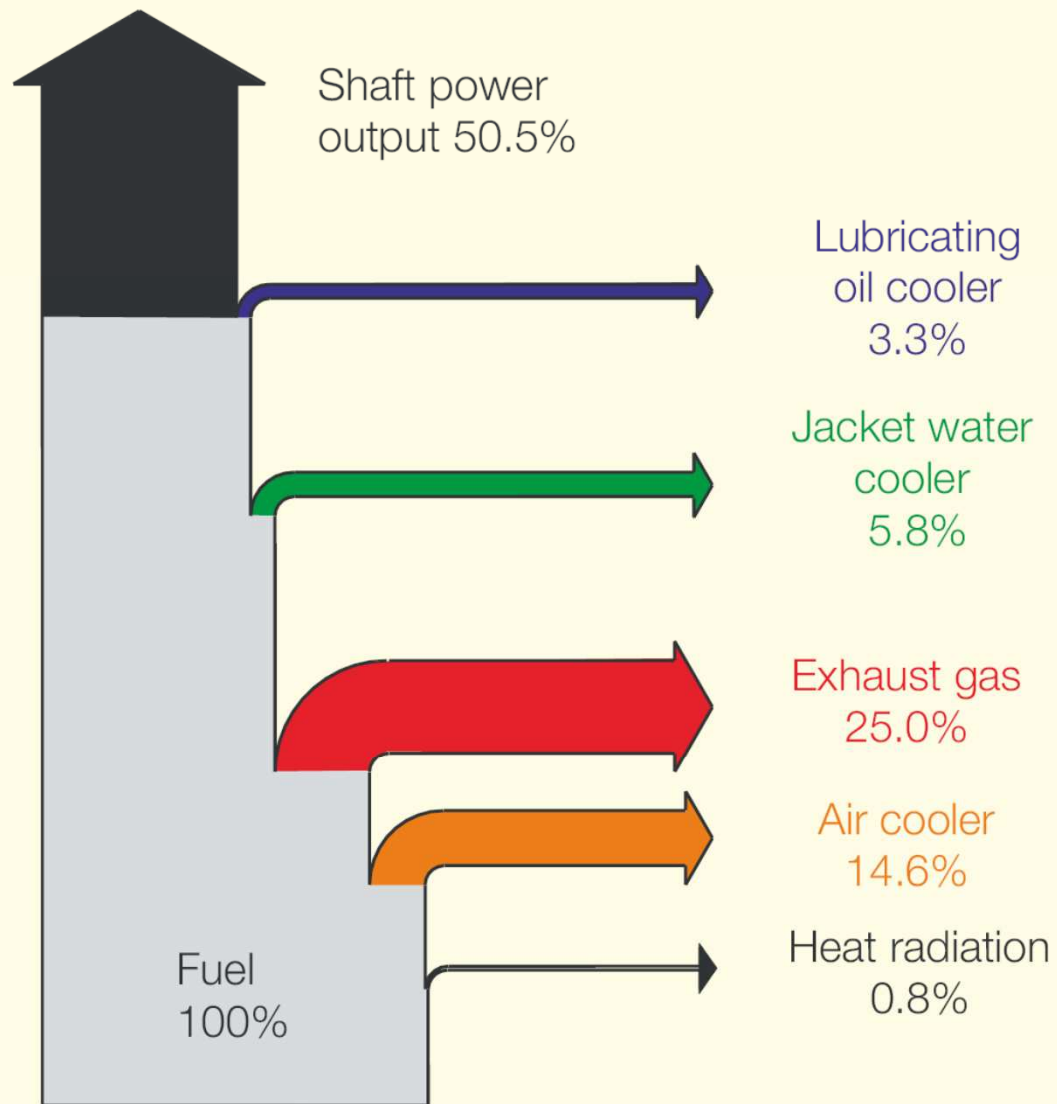
in
Exhaust Gas
Boiler

Studen, 2012.

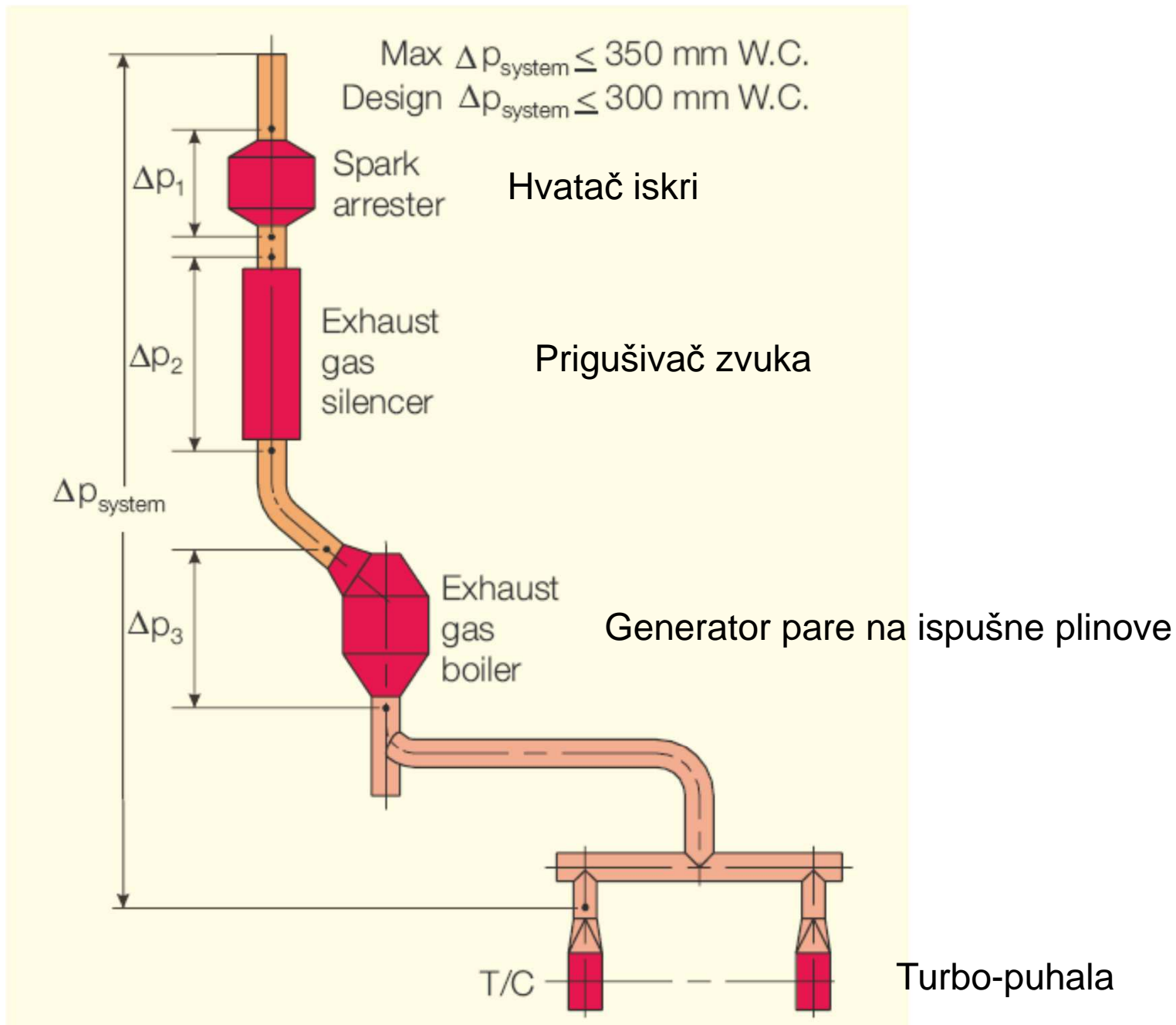
6S60MC-C

SMCR: 13,560 kW and 105.0 r/min

Service point: 80% SMCR

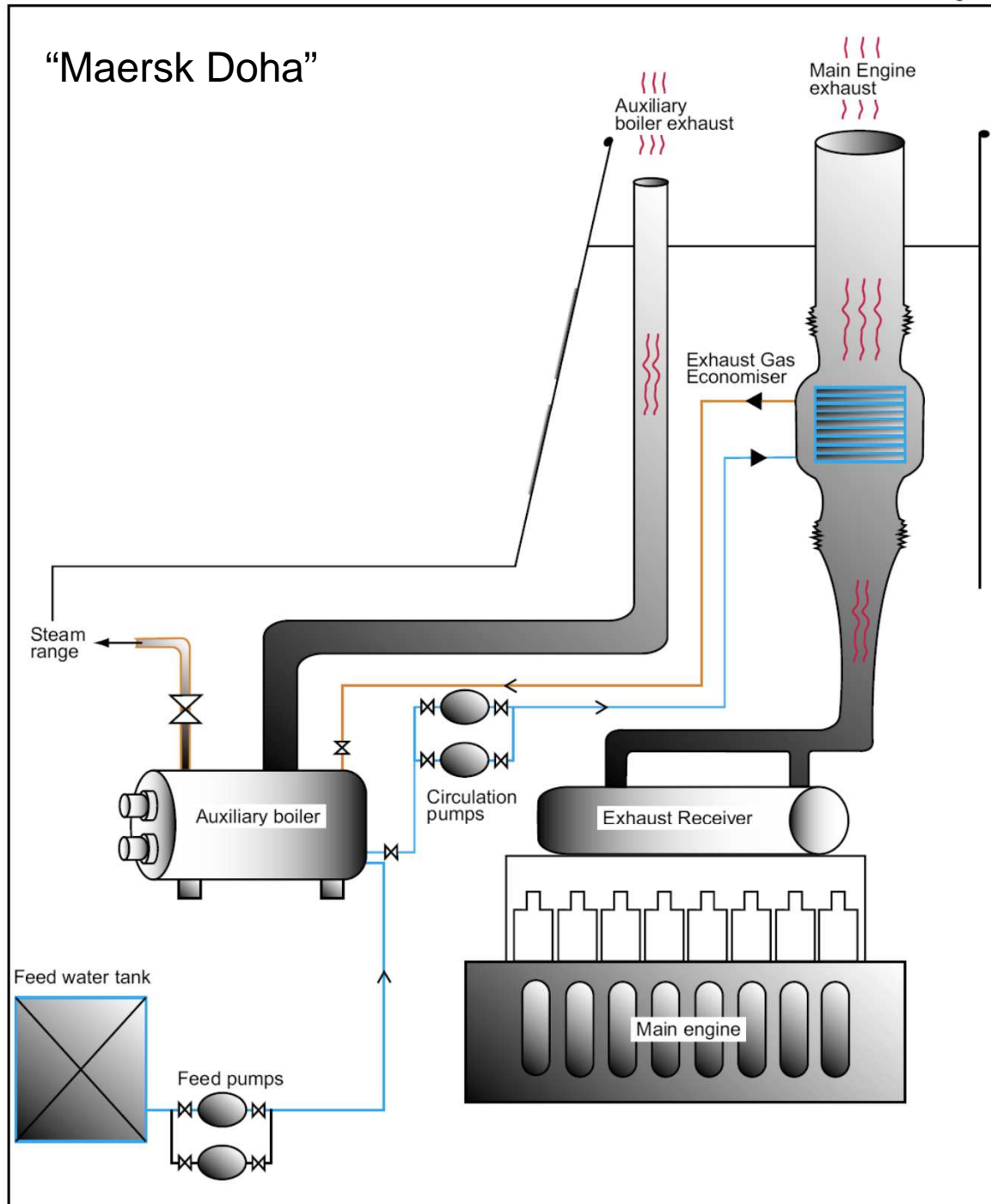


Raspodjela toplinske energije goriva za GM na 80% MCR



Dozvoljeni povratni tlak ispušnih plinova na 100% MCR

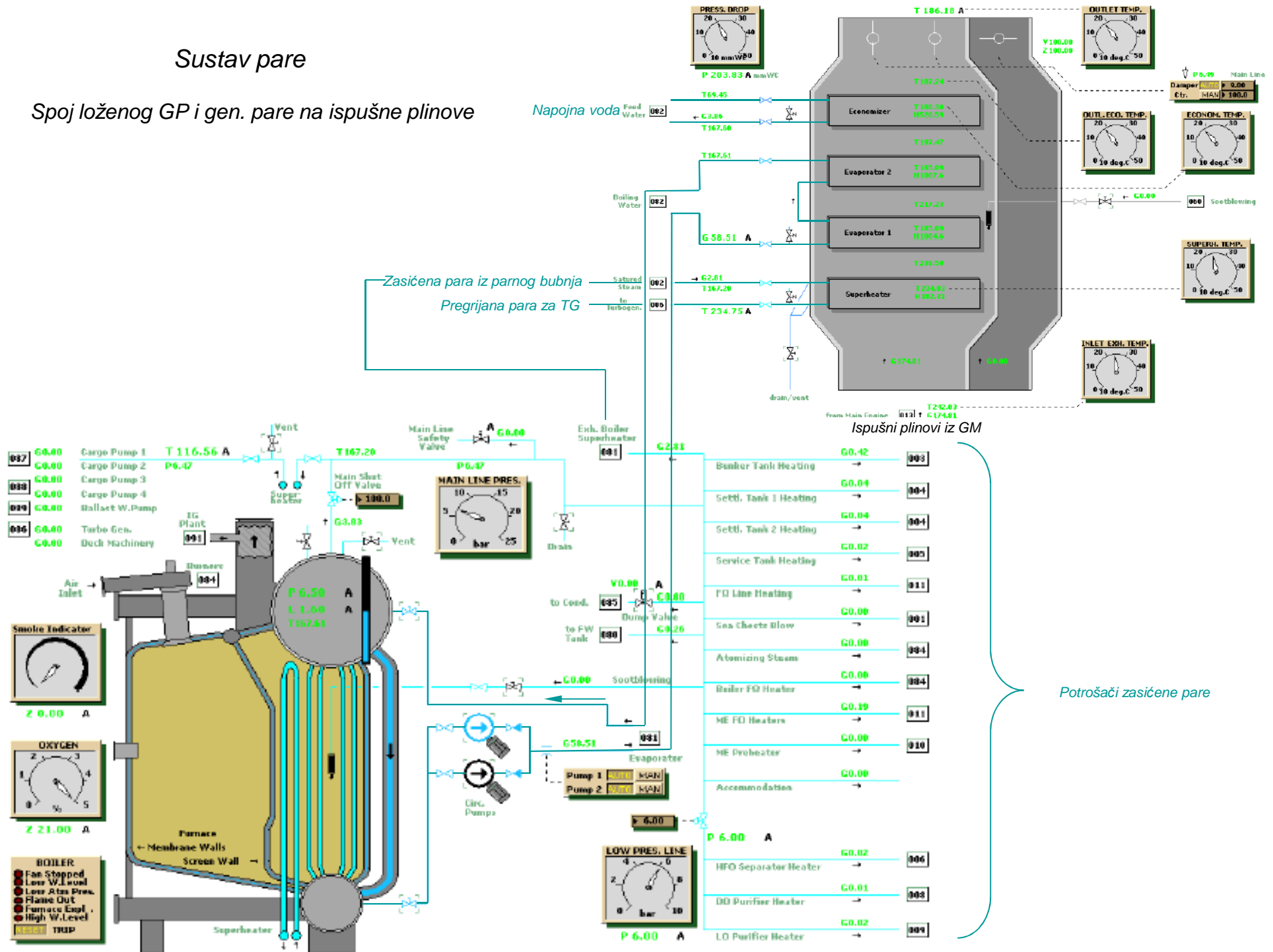
"Maersk Doha"

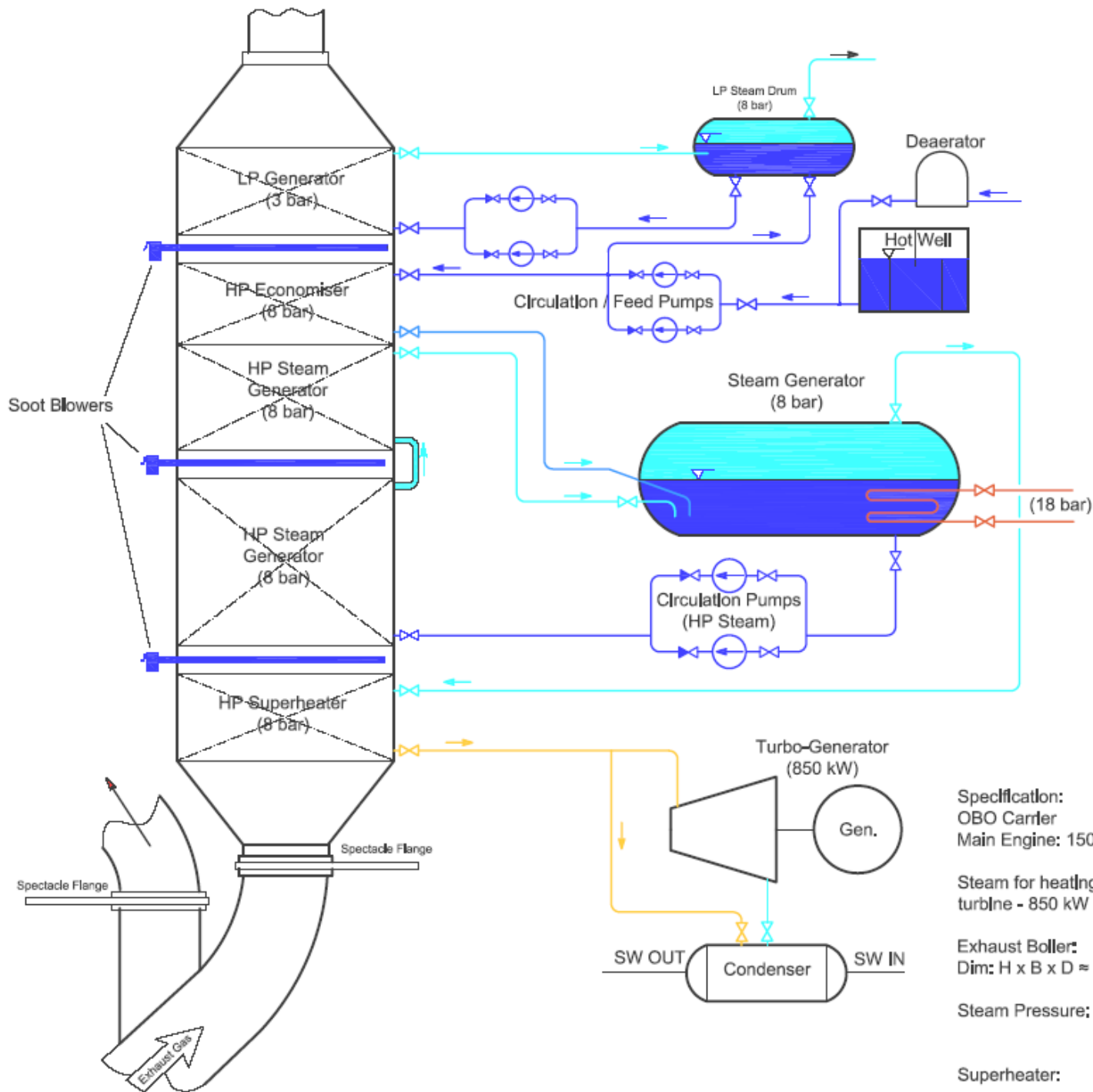


Schematic diagram of the steam generation system

Sustav pare

Spoj loženog GP i gen. pare na ispušne plinove





Opasan sustav kod smanjene vožnje

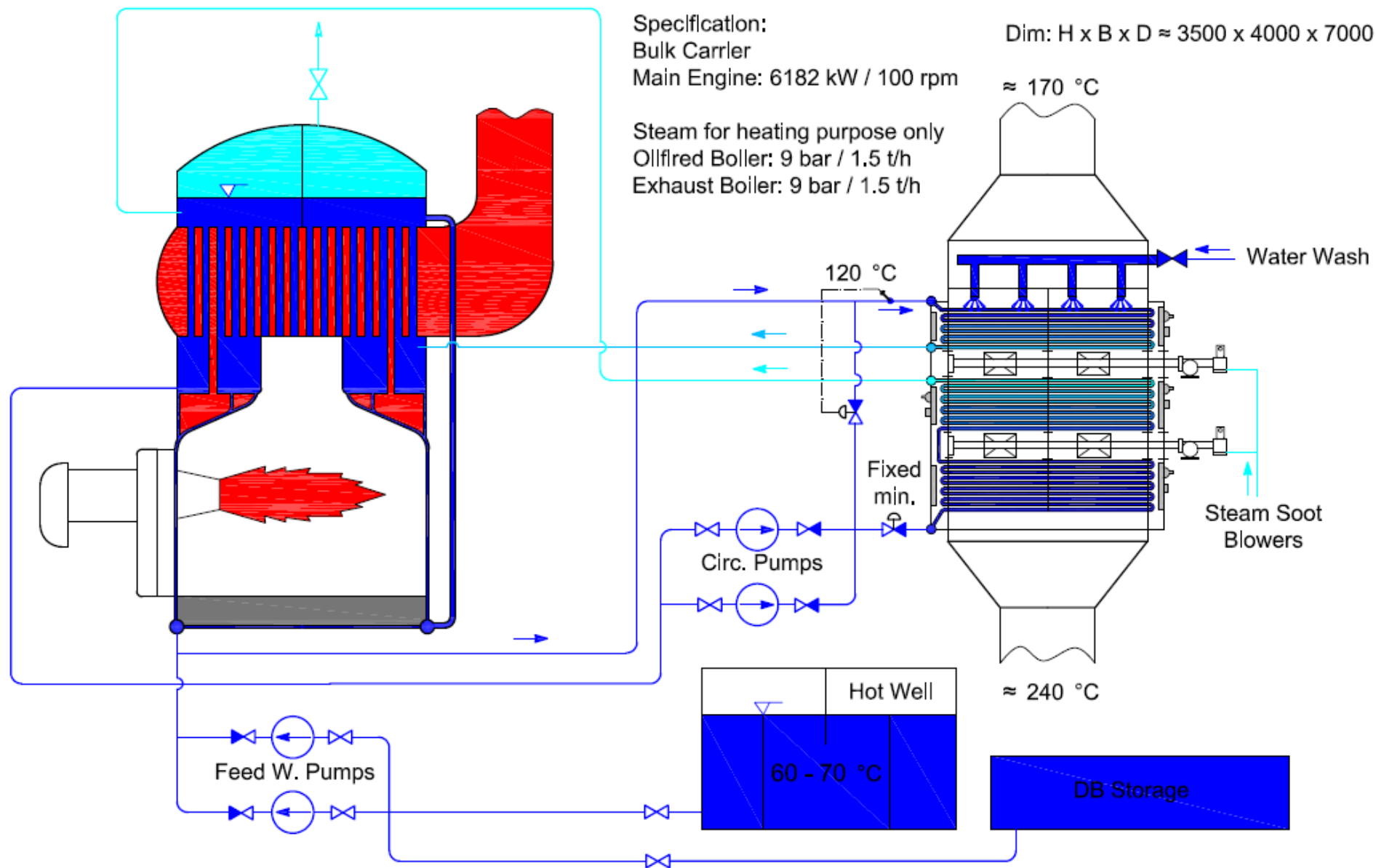
Specification:
 OBO Carrier
 Main Engine: 15000 kW / 90 rpm

Steam for heating and driving aux. generator turbine - 850 kW

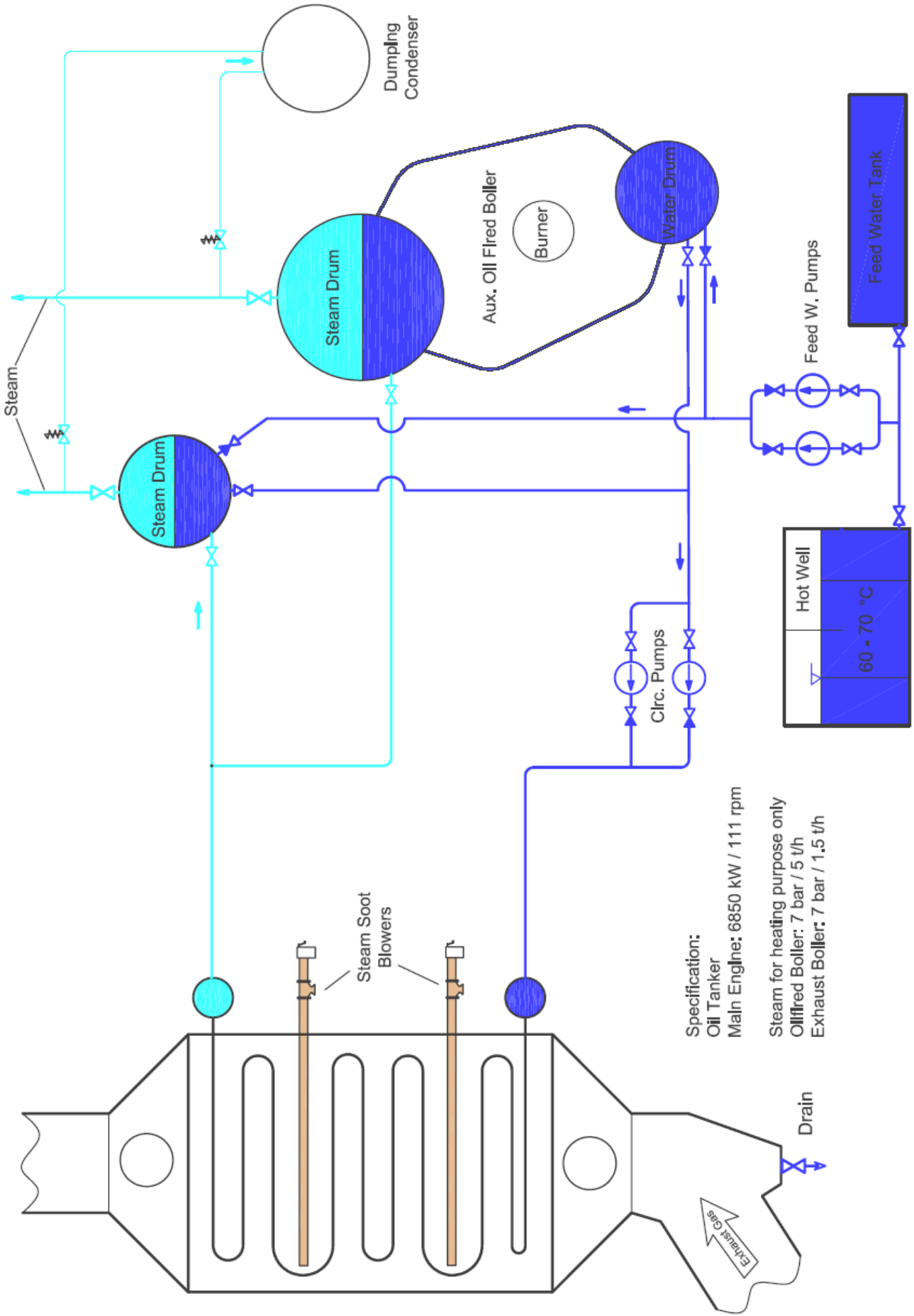
Exhaust Boiler:
 Dim: H x B x D ≈ 7200 x 500 x 2500

Steam Pressure: LP = 3 bar
 HP = 8 bar

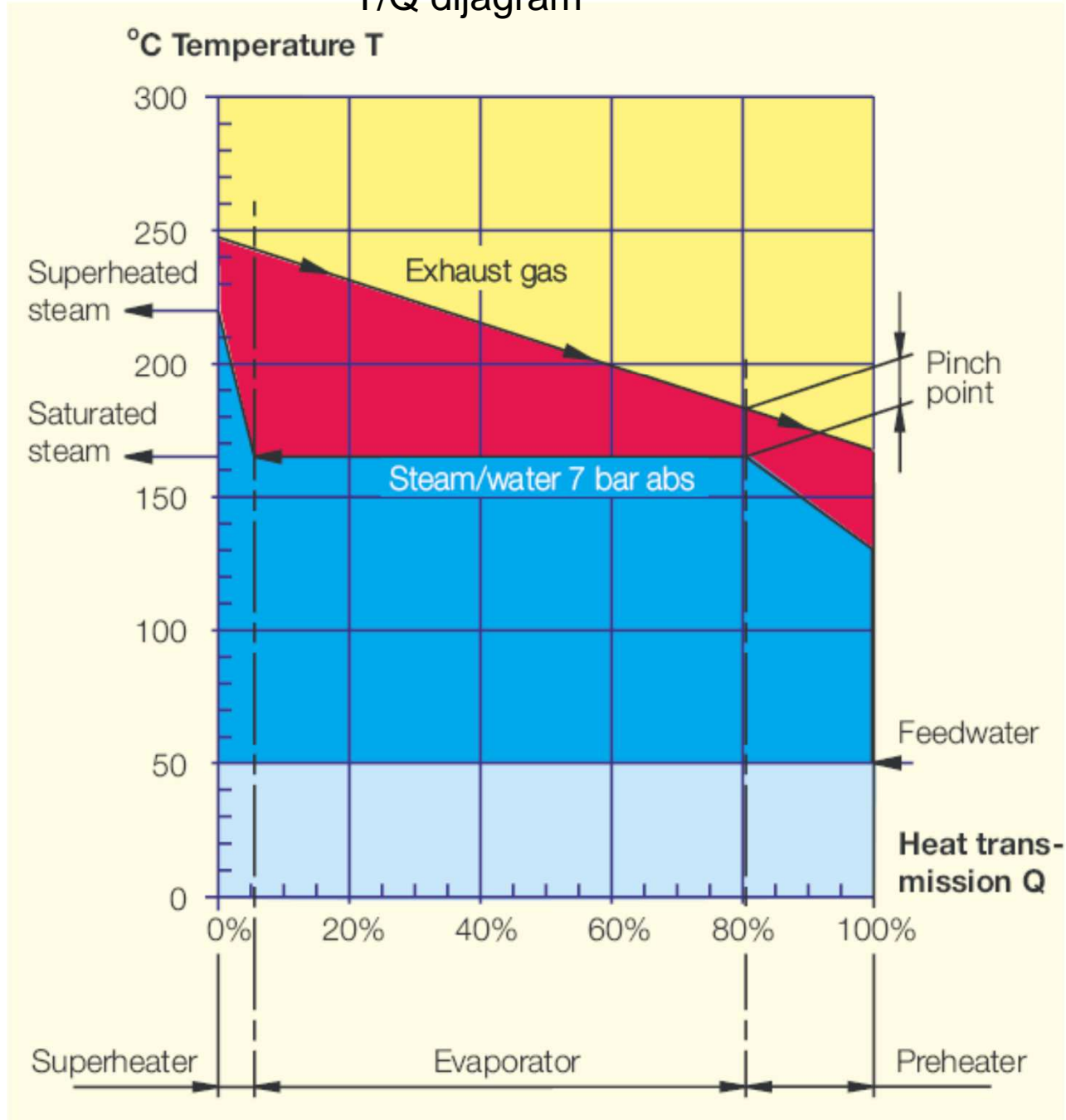
Superheater: 8 bar

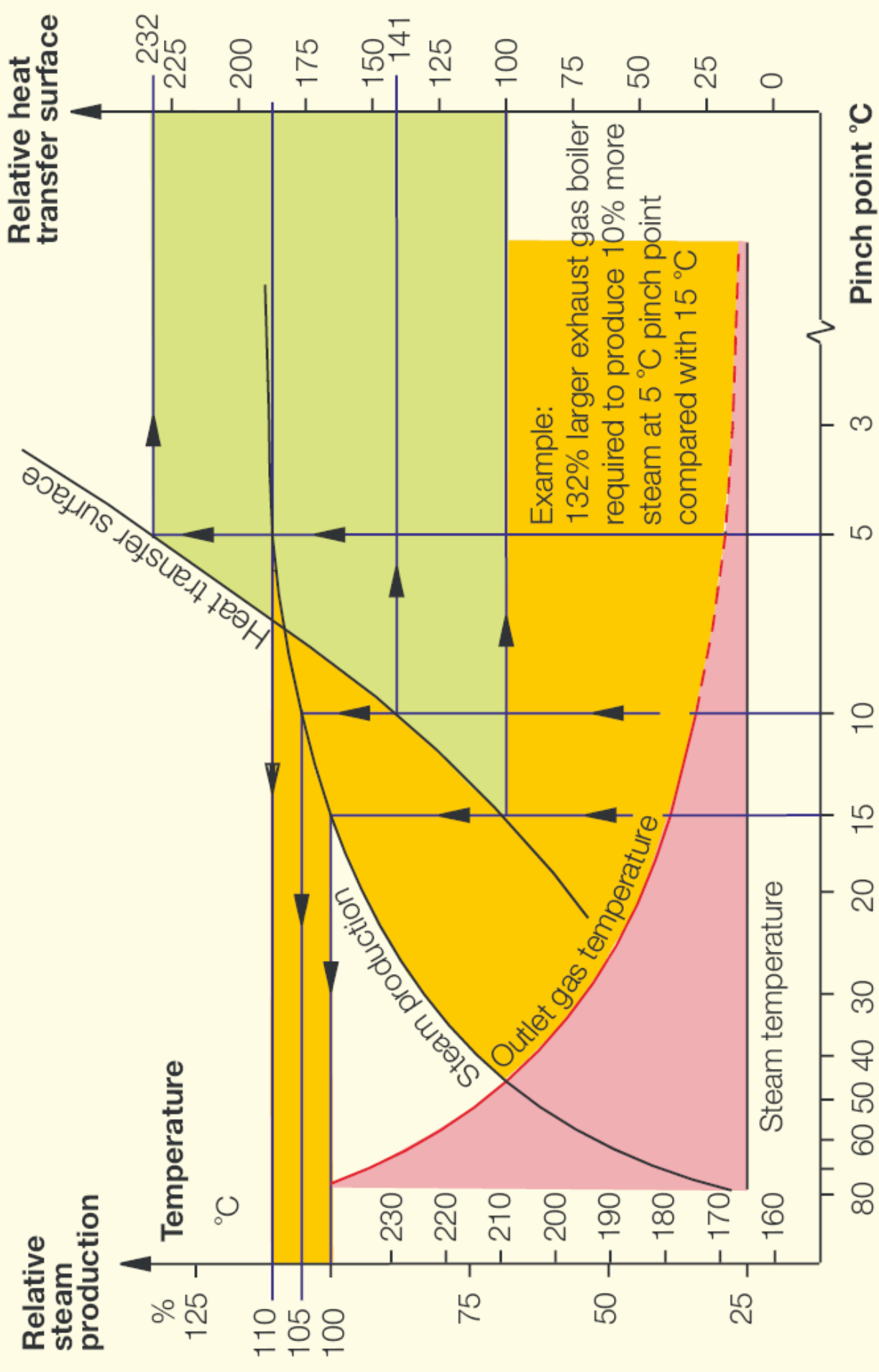


- Vrlo čest sustav
- Kod pranja vodom opasnost od dolaska vode i prljavštine do TP

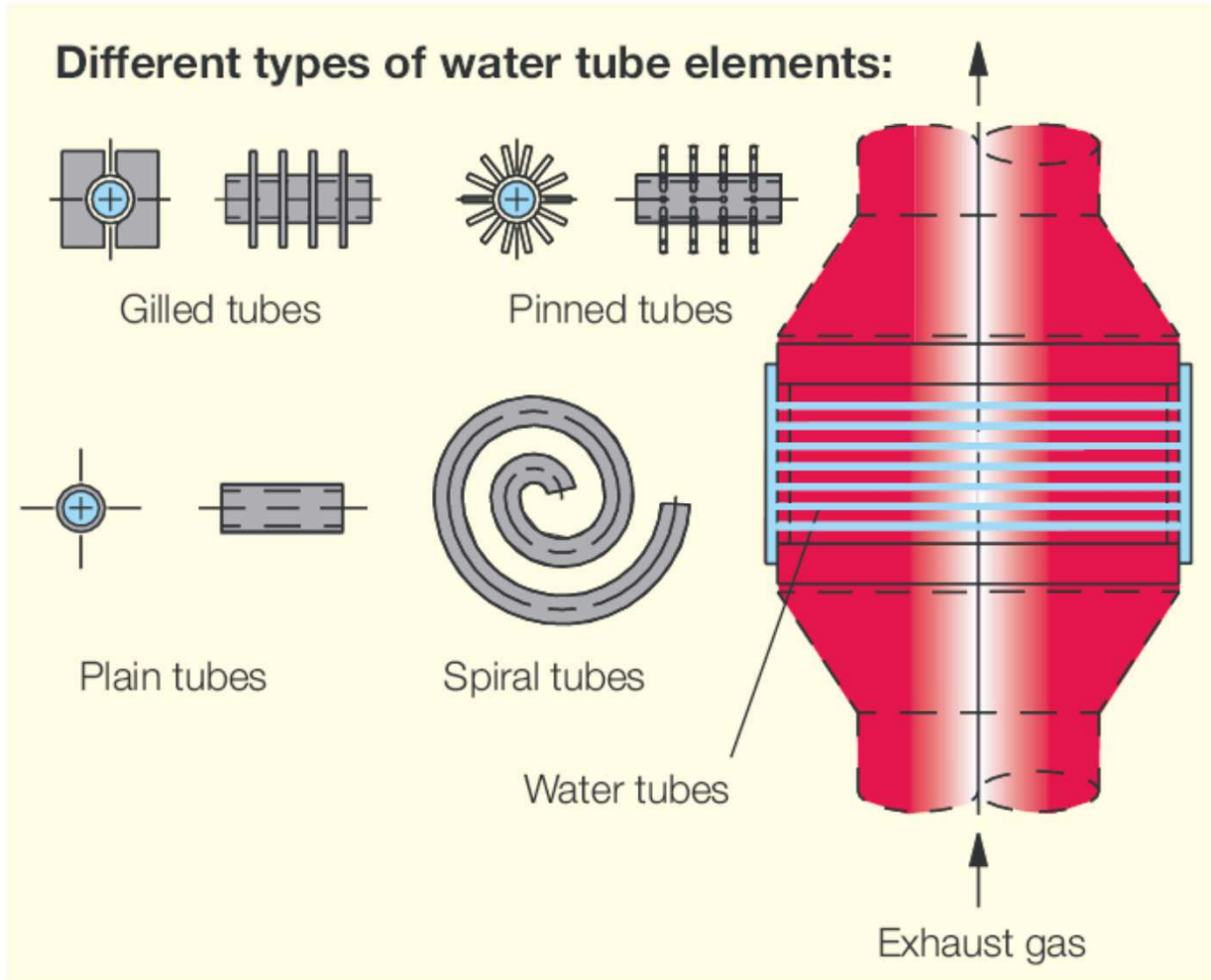


T/Q diagram

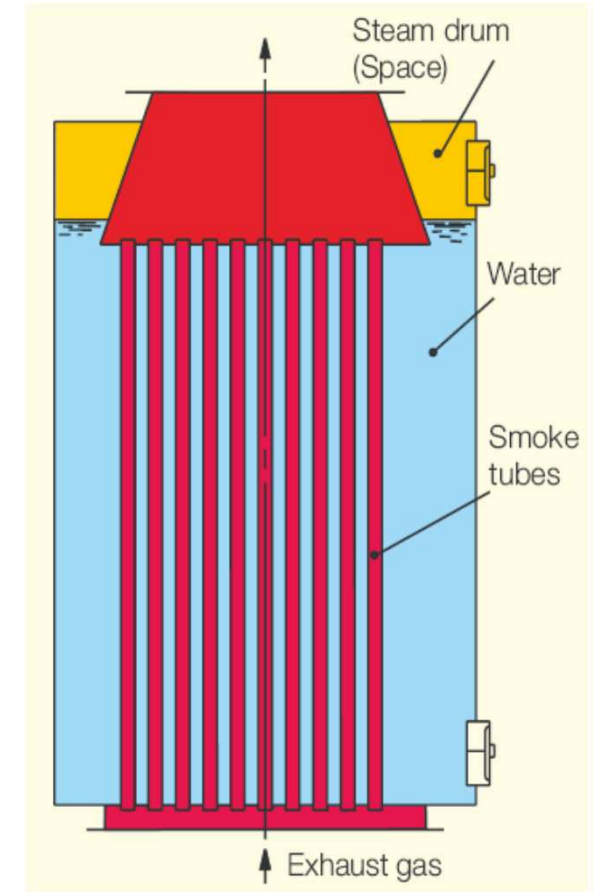


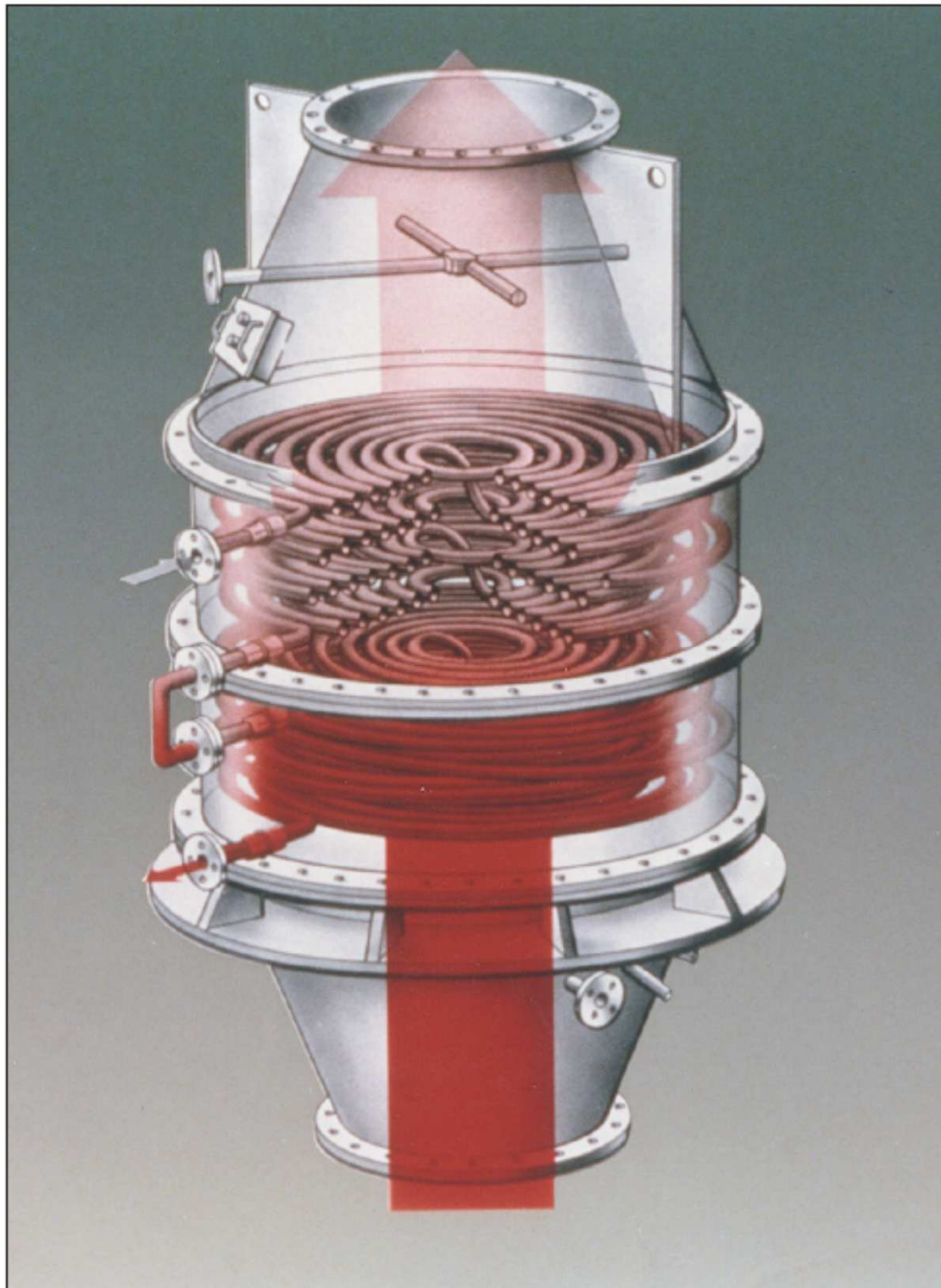


Vodocjevni



Vatrocjevni





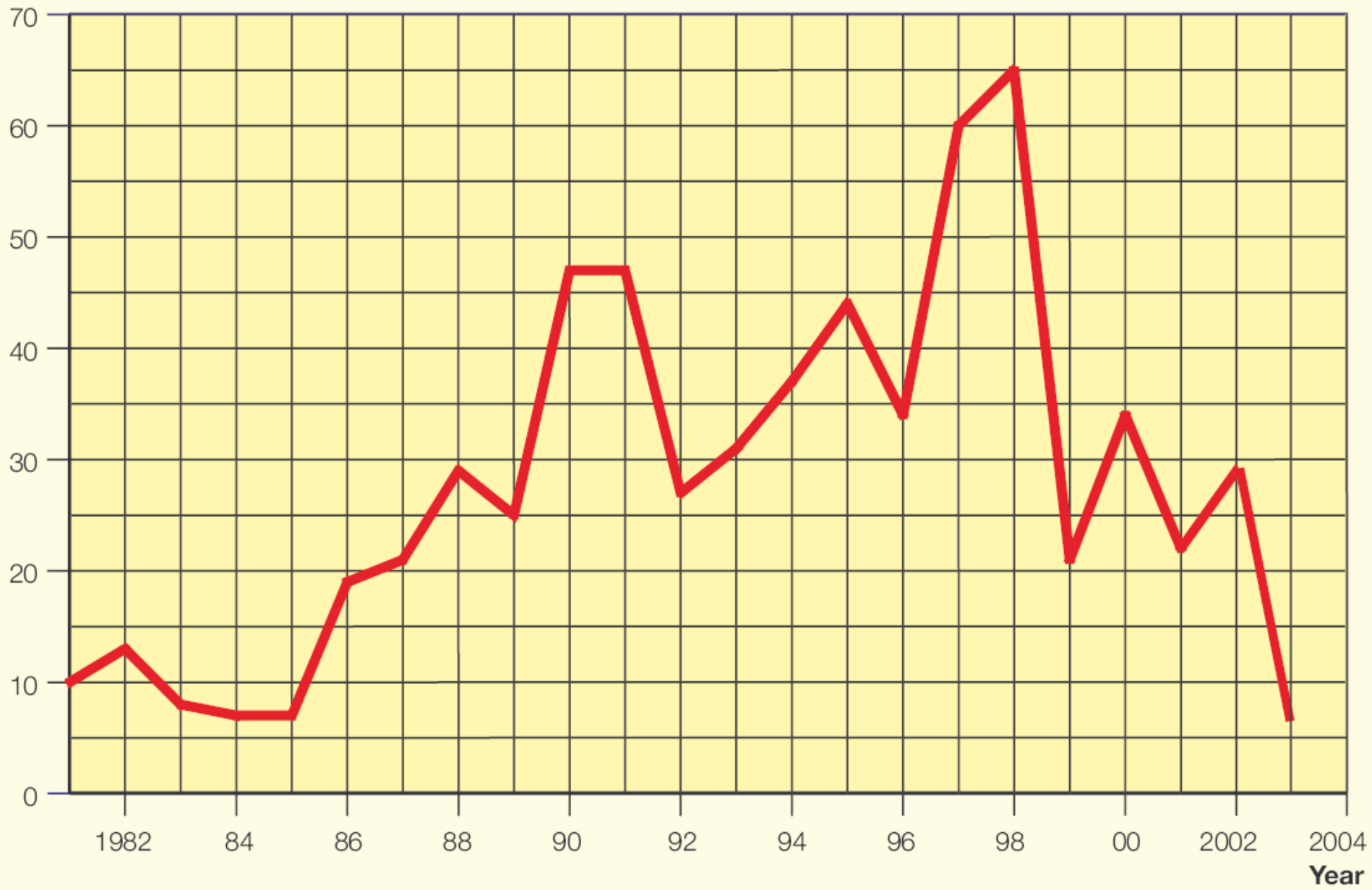
“Clayton” Design



Prednosti:

- Kompaktna izvedba u sekcijama (fleksibilnost)
- Minimalno stvaranje čađe (neorebrene cijevi) - mala opasnost od požara i izgaranja cijevi
- Veliki prijenos topline, velika topl. iskoristivost i mali pad tlaka
- Mala količina vode i brzi start
- Jednostavno čišćenje
- Slobodna dilatacija i mogući rad na suho do temp. Isp. plinova od 450°C

Number of soot fire/overheating incidents per year



Broj požara u EBG na brodovima pod DnV

Rezultati istraživanja NK - Japan
(“Guide to Prevention of Soot Fire on Exhaust Gas Economizers”)

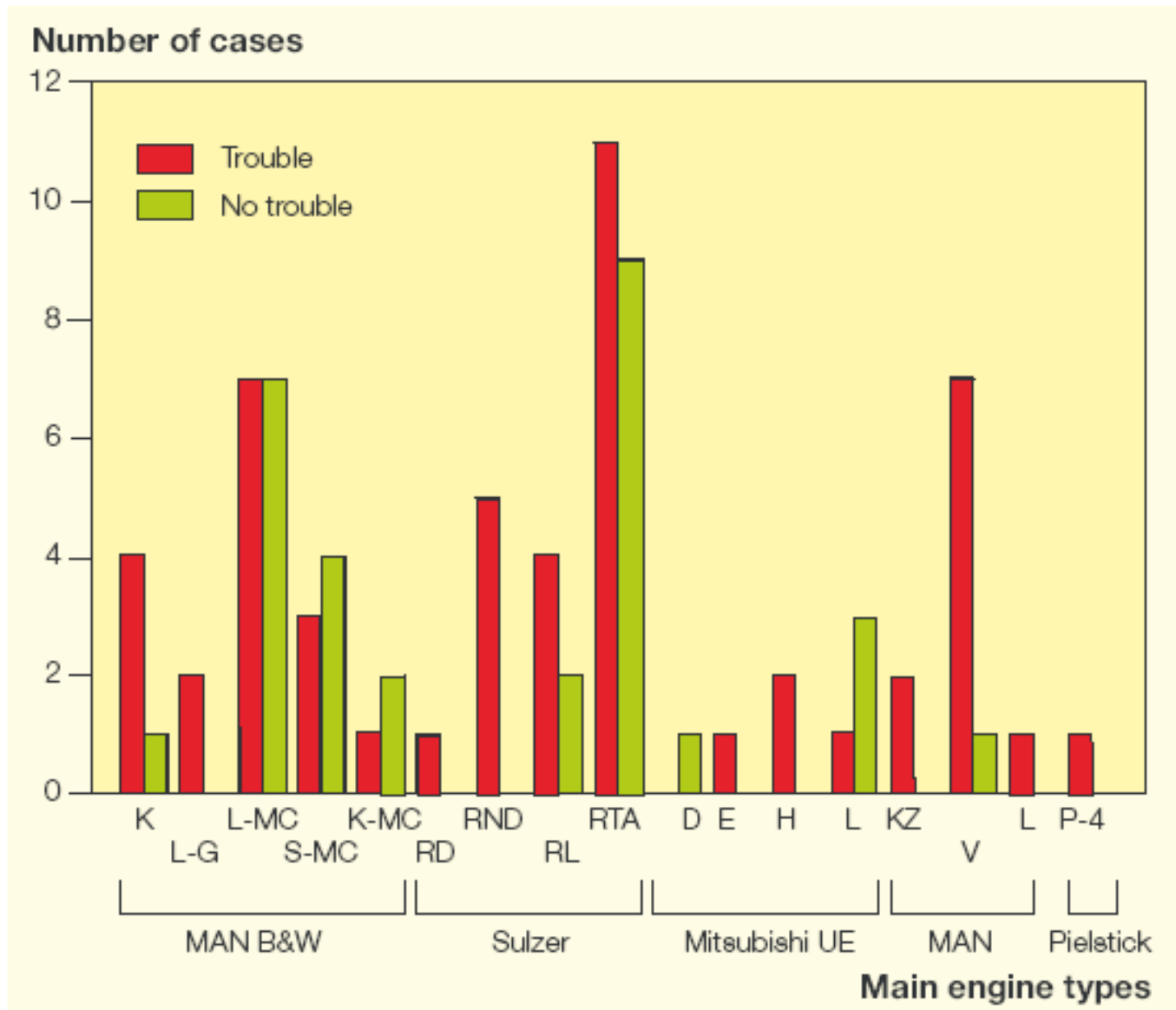
Uzorak: 82 broda - većina s 2^T sporookretnim motorima i vodocjvnim GP

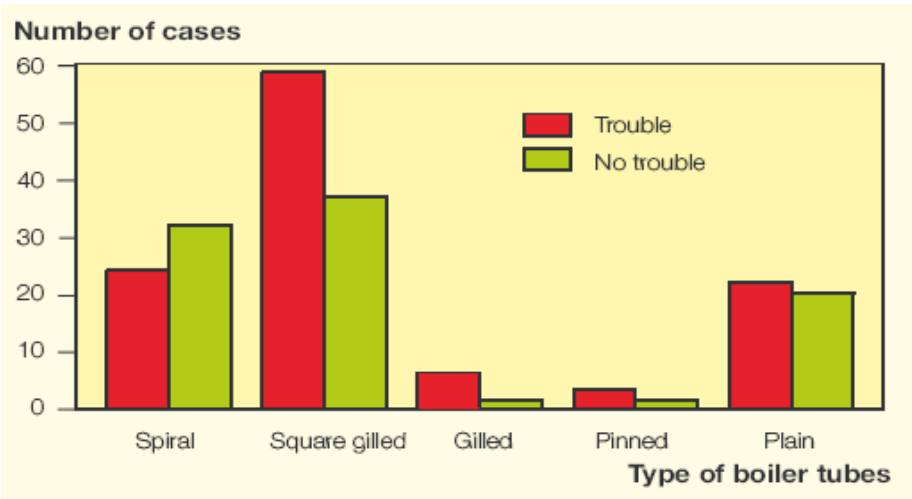
- motori snage od 4000 do 30000 kW
- 53 broda s prijavljenim požarima s oštećenjima
- 29 brodova bez sličnih problema
- oko 10 % GP bili su velikog kapaciteta uključujući dvotlačne GP

Činjenice

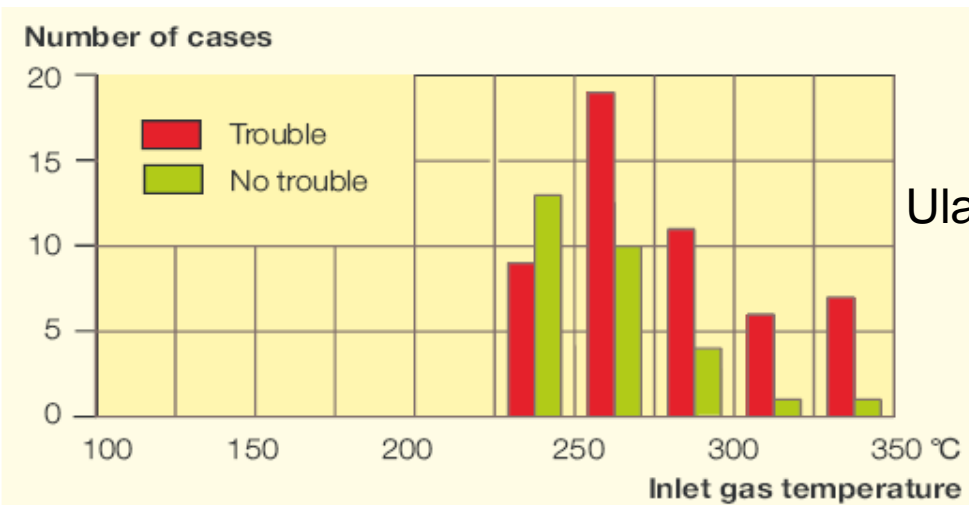
- Većina požara nastalo je na novim brodovima (od nekoliko mjeseci do 2 god.)
- Većina je imala motore velikih promjera s dugačkim stapajem
- Požari najčešće nastaju za vrijeme ili nakon smanjene vožnje - u manovri dolaska ili odlaska, ili odmah po zaustavljanju GM
- Svi motori su koristili teško gorivo ukrcano po cijelom svijetu
- Generatori pare na kojima je došlo do požara bili su raznih izvedbi s različitim sustavima pranja te različitim sustavima za propuhivanje čađe

Utjecaj proizvođača i tipa GM na broj požara

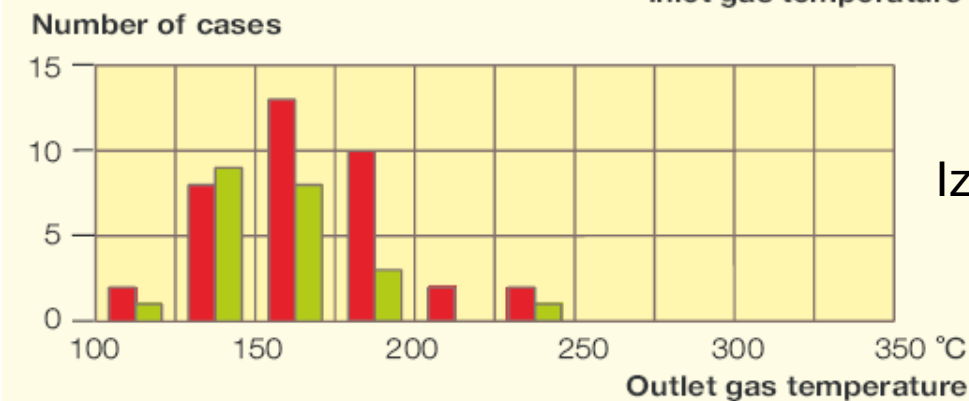




Vrsta i tip cijevi
- nema utjecaja

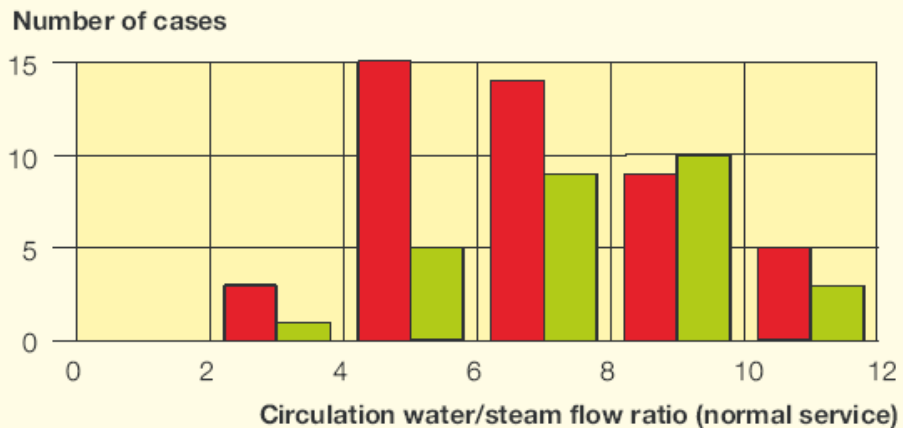
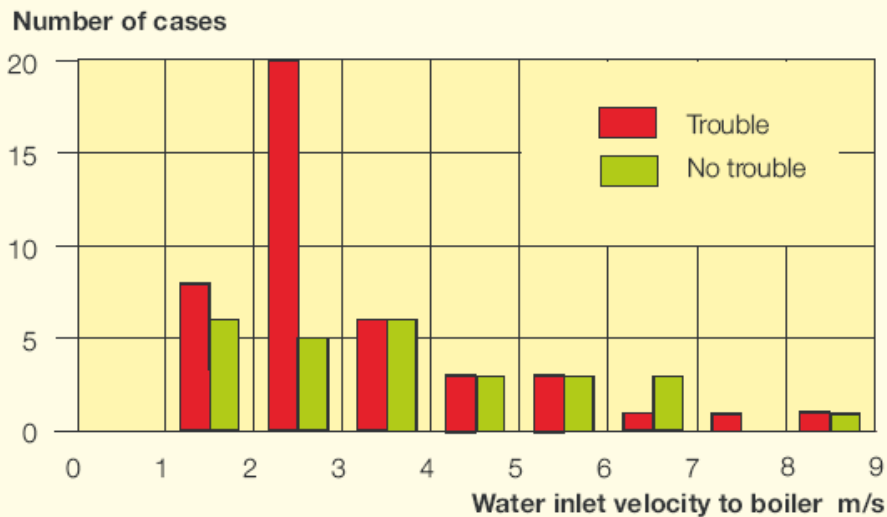
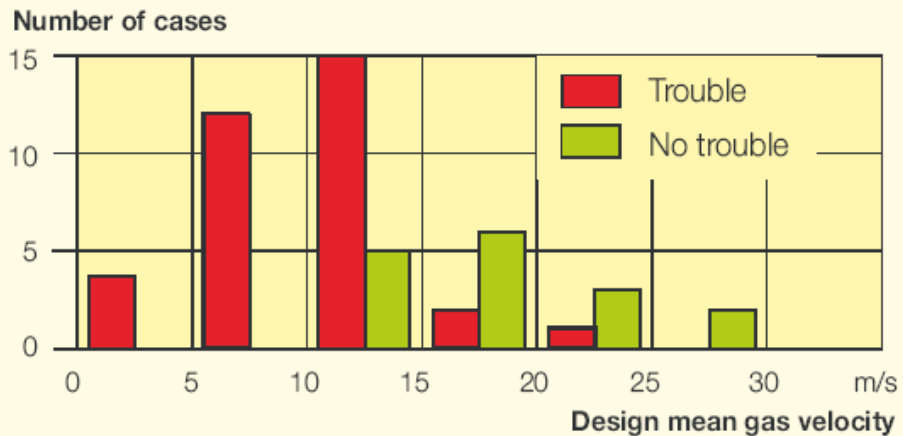


Ulaz



Izlaz

Utjecaj temperature ispušnih plinova
- nema utjecaja



Utjecaj srednje brzine ispušnih plinova – veliki

- uz ljepljivost čađe koja ovisi o količini sumpora, asfalta i ugljika u gorivu (aditivi goriva s FeO reagiraju s CH i smanjuju ljepljivost čađe – “suša”)

Utjecaj ulazne brzine vode

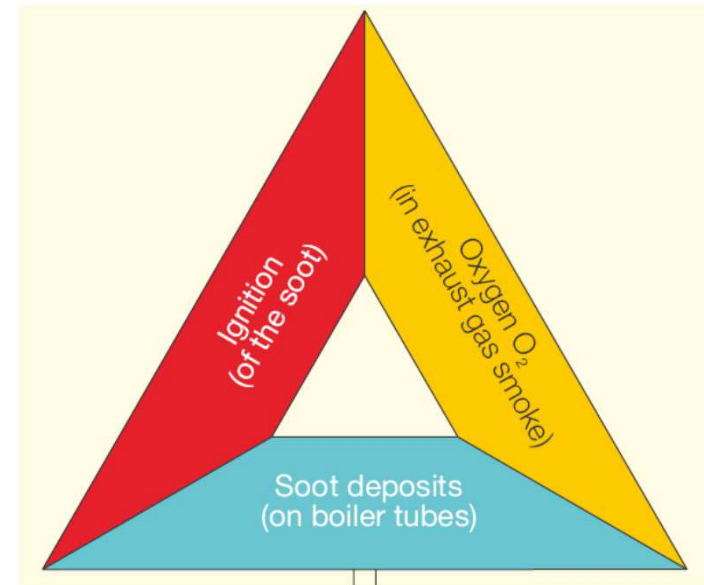
– manja brzina – veći utjecaj

Utjecaj omjera protoka vode i pare

- Manji omjer (manji protok cirkulacijske vode – veća opasnost od požara – veća temperatura stjenki cijevi)

Uvjeti nastanka požara u EGB

- *Zapaljiva tvar – čađa (neizbježna)*
- *Kisik – neizbježan*
- *Izvor paljenja – neizbježan*



- *Kako znamo da je došlo do požara unutar EGB ???*



Posljedice požara na vodocjevnom GP na isp. plinove

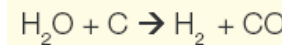
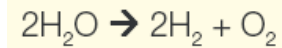
Proces nastanka požara

1. Početak paljenja čađe: suha; 300 – 400 °C
mokra; 150 °C
zauljena; 120 °C

Oko 70% naslaga čađe je zapaljivo

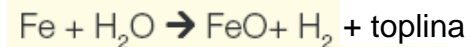
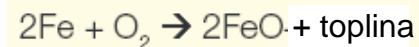
2. Mali - početni požar s neznatnim ili nikakvim oštećenjima GP – najčešće nastaje u manovri dolaska (smanjeno opterećenje GM)
3. Visokotemperaturni požar – razvija se iz početnog, temperatura >1000 °C (uz katalitički efekt moguć i na 700 °C)

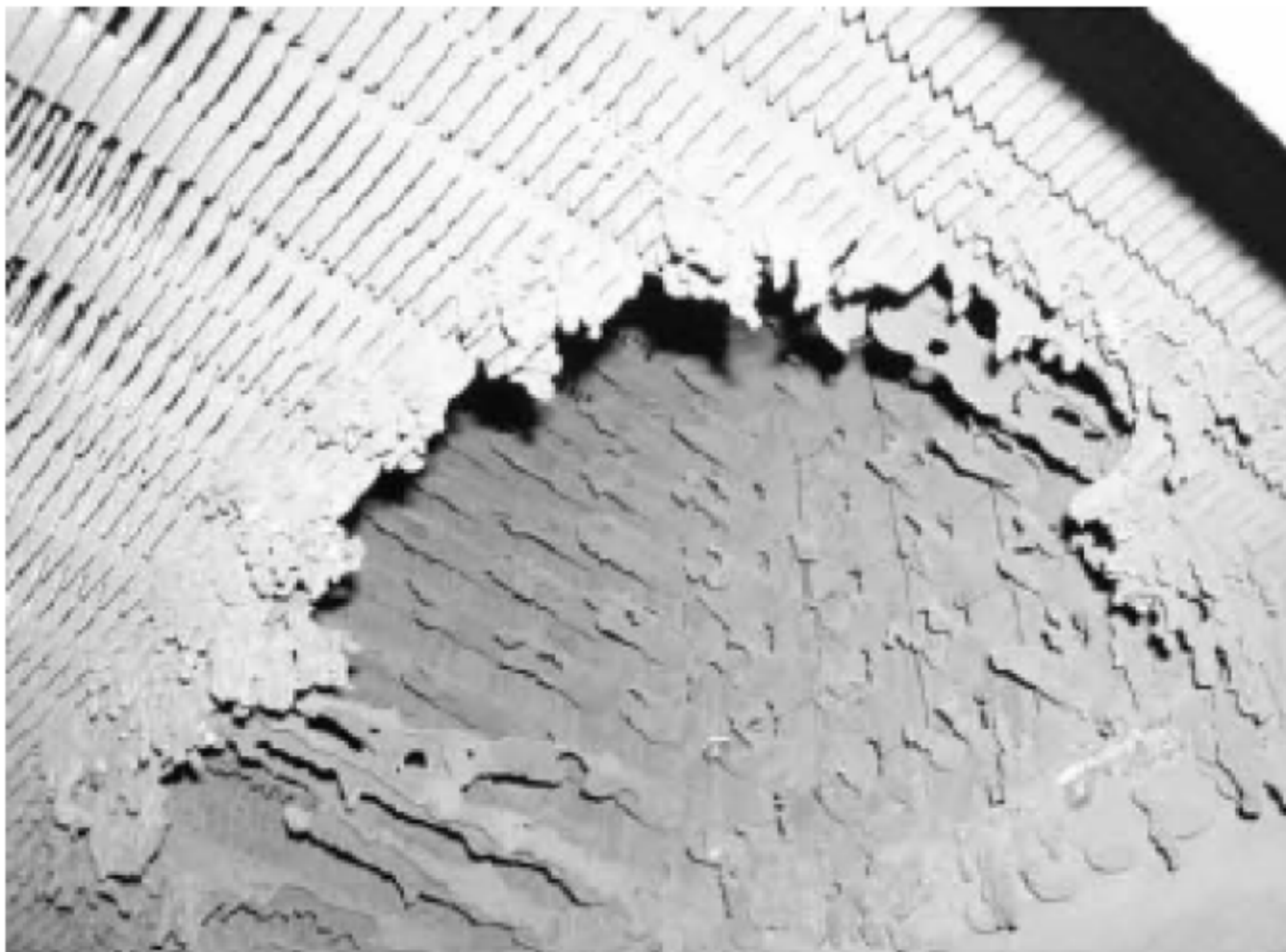
- 3.1. Požar vodika: vodik se odvaja disocijacijom iz vode:



} H₂ i CO su zapaljivi

- 3.2. Izgaranje (oksidacija) metala (čelika), temperature veće od 1100 °C – pregaranje cijevi GP:





Prikaz izgorjene sekcije isparivača

Bulk Carrier (90 000 t)

ME: two stroke, 17000 kW

Steam pressure: 7 bar (for heating purpose and TG)



Lower side of middle evaporator tubes section with melted metal.

“Maersk Doha” 2006



“Maersk Doha” 2006



“Maersk Doha” 2006



"Maersk Doha" 2006.



“Maersk Doha” 2006.



Preventiva

Konstruktivske preporuke (vodocjevni i vatrocjevni):

- Srednja brzina plinova veća od 20 m/s (ovisno o suhoći čađe – min. 12-15 m/s) (25 – 30 m/s – taloženje čađe minimalno – ne trebaju propuhivači)
- $PP > 15^{\circ}\text{C}$ (bolje 20°C),
- Izl. temp. isp. plinova iz EGB: oko 165°C (kondenzacija H_2SO_4 stvara ljepljivi talog),
- Što ravniji ulaz ispušnih plinova (manje vrtloženje – veća brzina plinova – manje taloženje čađe),
- Pad tlaka kroz EGB što veći – veća brzina plinova (ostali dijelovi ispušnog cjevovoda takvi da je pad tlaka što manji – veći promjeri),
- Izbjegavati klapne za regulaciju tlaka pare (ako se ugrađuju klapne - bolje na ulazu u EGB) – bolje koristiti kondenzatore za višak pare (nekad se koristila regulacija smanjenjem protoka vode – vrlo loše)

Dodatne preporuke za vodocjevne GP

- Ugradnja mimovoda (“open – close by-pass”) na 50 % MCR - za brodove koji često voze smanjenom brzinom,
- Ugraditi automatske propuhivače čađe (zrak, ultrazvuk, kombinacija, para),
- Ugraditi fiksne mlaznice za pranje te otvore za ručno pranje (dok je toplo – pucanje čađe) s odgovarajućom drenažom (paziti na “mokru” čađu),
- Temperatura cirkulacijske vode na EBG s zagrijačem napojne vode mora biti veća od 140 °C – kondenzacija nekih CH iz ulja i goriva, te H₂SO₄ – povećano taloženje čađe,
- Cirkulacija vode što veća te omjer masenog protoka cirk. vode i protoka pare što veći (≥ 6),
- Ugraditi uređaje za nadzor temperature, razlike tlaka, protoka cirkulacijske vode i sl.

Parametri za smanjenje mogućnosti nastanka požara

Taloga

- Brzina ispušnih plinova kroz EGB što veća (ne manja od 12 m/s – preporuka je oko 20 m/s) – što veći pad tlaka kroz EGB,
- Temperatura stijenki cijevi ne smije biti preniska – grijanje napojne vode prije startanja GM i tijekom manovre (100 do 120 °C) - manja mogućnost stvaranja “mokrog” taloga - ljepljivost,
- Održavanje maksimalno mogućeg protoka ispušnih plinova (što manji otpori ispušnog cjevovoda) te što bolje izgaranje (gorivo i sustav ubrizgavanja),
- Dovoljna cirkulacija vode te omjer masenog protoka cirkulacijske vode i pare što veći (izvor paljenja naslaga čađe).

Dužnosti posade

- *Redovito čišćenje po uputama i prema stanju,*
- *Redovito pranje vodom preko ugrađenih sustava i kroz inspekcijske otvore s PP opremom (dok su cijevi još tople),*
- *Održavanje drenažnog cjevovoda,*
- *Održavanje cirkulacije vode,*
- *Zagrijavanje napojne vode prije prvog starta GM (hladne cijevi EGB),*
- *Održavanje i testiranje sustava za nadzor,*
- *Pravilno doziranje cilindarskog ulja,*
- *Paziti na ulaz kišnice u dimnjak.*

Gašenje požara

- *Gušenjem* – spriječiti dovod kisika
 - Gašenje GM
 - Zatvaranje klapni ili prirubnica (ako postoje)
 - Pokrivanje filtra TP i po potrebi puštanje CO₂
- *Hlađenjem* – velika količina vode
 - Mala količina vode ili pare iz propuhivača može pogoršati stvar (požar vodika – iznad 800⁰C)
 - Nikako ne gasiti ili smanjivati protok cirkulacijske vode (startati sve cirkulacijske pumpe)
 - Paziti na drenažu