

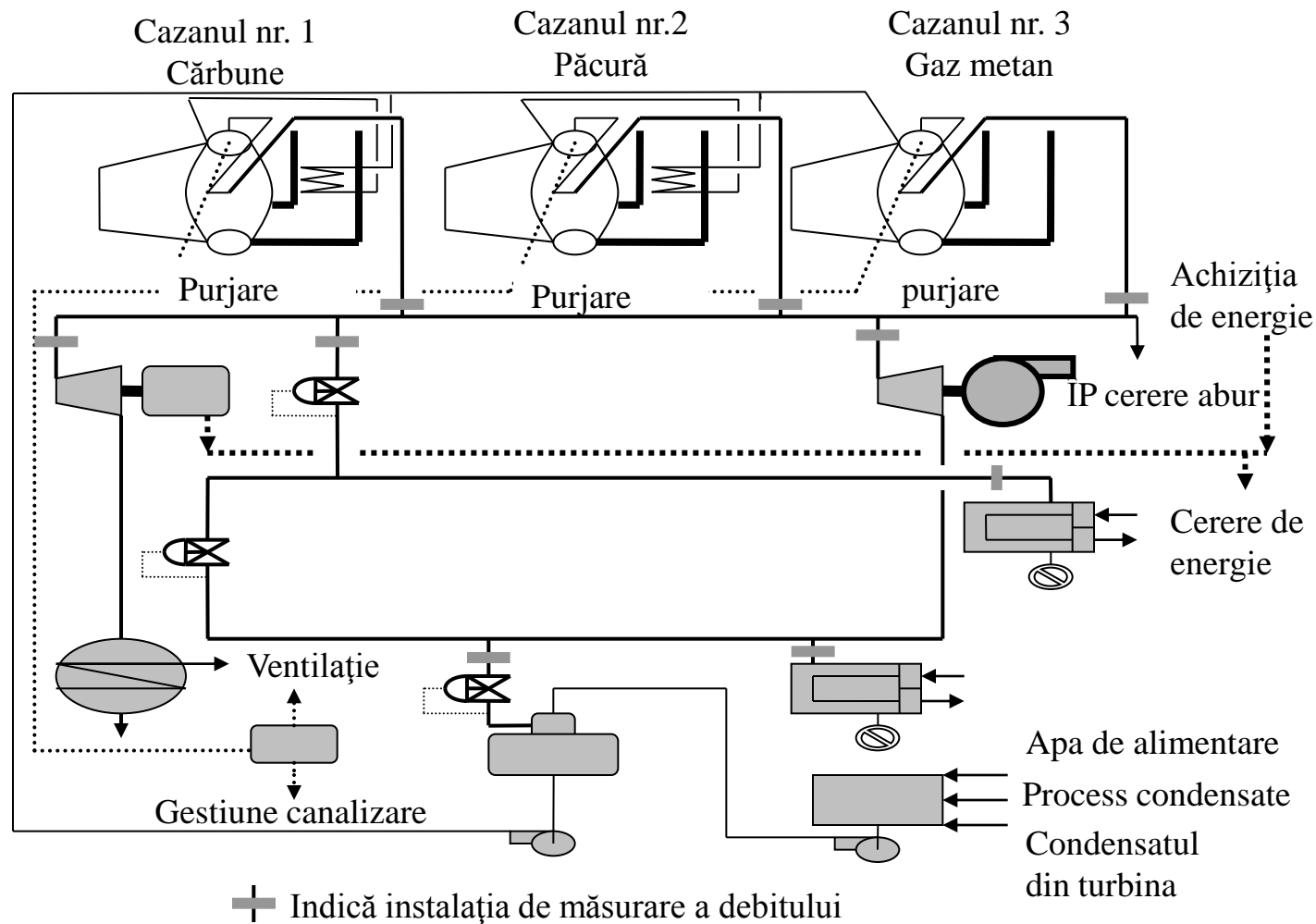
## Capitolul 4

# Instrumentul de Evaluare a Sistemului de Abur – P2

Purjarea & Obținerea aburului  
Condiții de Generare a Aburului  
Degazoare cu PRV

Componentele Schimbătorului de căldură  
Recuperarea condensatului  
Pierderile de Distribuție

# Sistemul de Abur

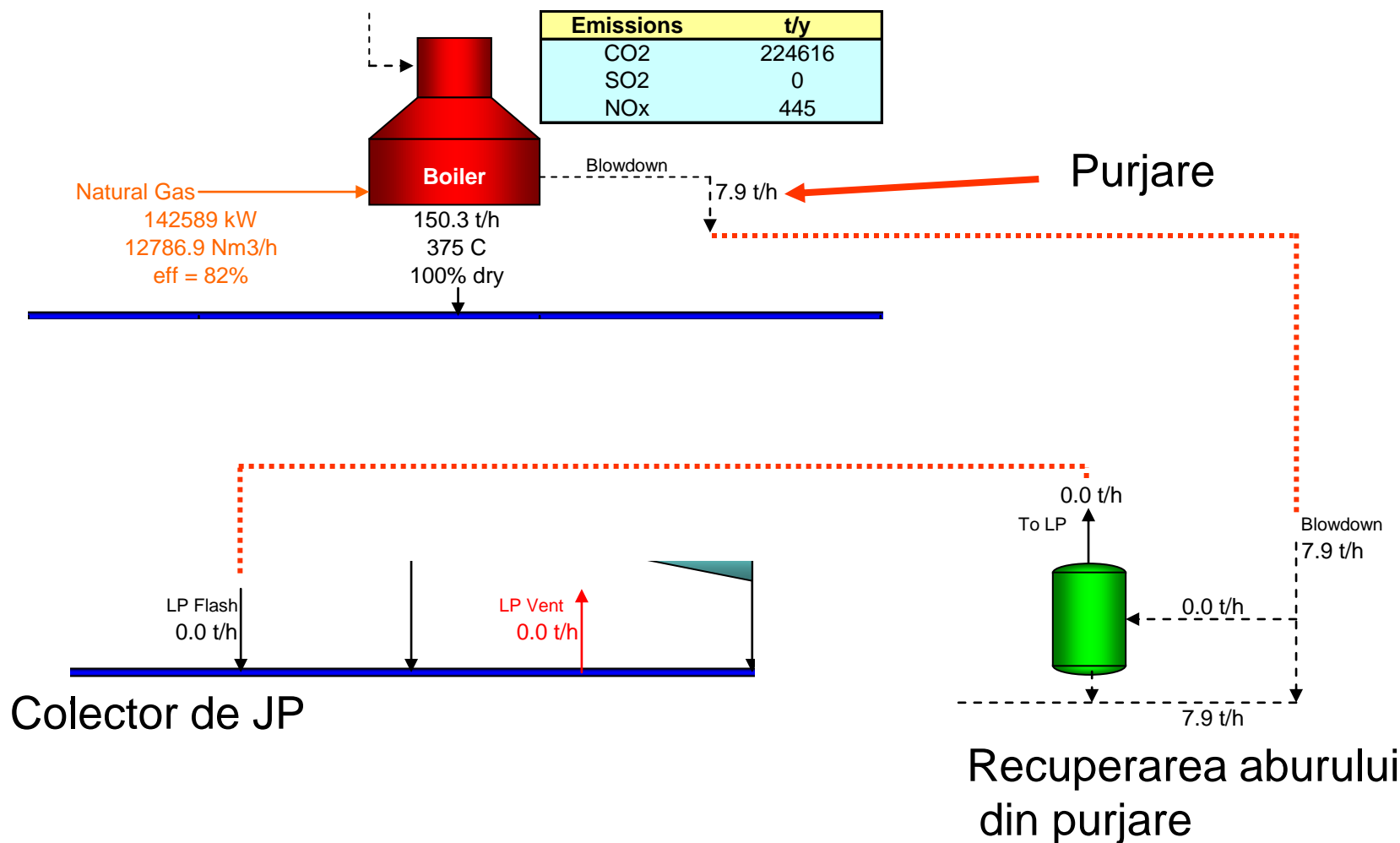


## Recuperarea aburului & purjării

Blowdown Rate (% of feedwater flow)	5 %	
Do you have blowdown flash steam recovery to the LP system?	No	▼

- Rata de purjare este redată procentual de debitul apei de alimentare
  - Se referă tipic la curgerea continuă a debitului de purjare
  - Calculele au fost efectuate în secțiunea “Randamentul cazanului”
- Aburul poate fi recuperat la un nivel jos de presiune( sau degazor)
  - Utilizați meniul vertical pentru a include aceasta în sistem

# Recuperarea Aburului & Purjarea



# Condiții de Generare a Aburului

Please select how you wish to define your HP generation condition and then provide supplementary information below if required:

Method for specifying HP generation condition

Option 2 - User-defined superheated conditions

Note: As a default, the model will use HP steam with 50°C of superheat. At HP pressure (25 barg), this corresponds to a temperature of 276°C

→	Option 2 - Enter temperature	375 °C		←
	Option 3 - Enter thermodynamic quality	99 % dry		

- Aburul la ieșire din cazan poate fi atribuit sistemului SSAT
  - Condițiile aburului pot fi:
    - Supraîncălzit
    - Abur saturat uscat
    - Abur saturat cu calitatea termodinamică mai redusă de 100%
  - Asigurarea trecerii amestecului saturat prin sistem
    - Lichidul ce intră în schibător nu prezintă semne de transfer de căldură

$$\text{Thermodynamic Quality} = x = \frac{m_{\text{vapor}}}{m_{\text{liquid}} + m_{\text{vapor}}}$$

# Producerea amestecului de abur saturat

- Rapoartele de export ale cazanelor pot rezulta în urma problemelor operative specifice
  - Pierderile de energie ca lichid saturat sunt efectuate prrin sistemul de condensat
  - Piston de apă
  - Pierderile apei chimice a cazanului
  - Depozitarea și eroziunea turbinelor și supapelor

## Letdowns / PRV

Letdowns / PRVs		
HP to MP - Is desuperheating water used?		No (Model default) ▼
If yes, enter control temperature	190 °C	

Note: Saturation temperature at specified MP pressure (10 barg) is 184°C

MP to LP - Is desuperheating water used?		No (Model default) ▼
If yes, enter control temperature	140 °C	

Note: Saturation temperature at specified LP pressure (2 barg) is 134°C

- Pressure Reducing Valves (PRV) Utilizarea Supapelor de Reducere a Presiunii este cea mai eficientă metodă de reducere a presiunii într-un sistem
- Un sistem poate avea unul sau mai multe PRV plasate între colectoare
- Nu toate PRV pot fi colectoare de verificare a presiunii

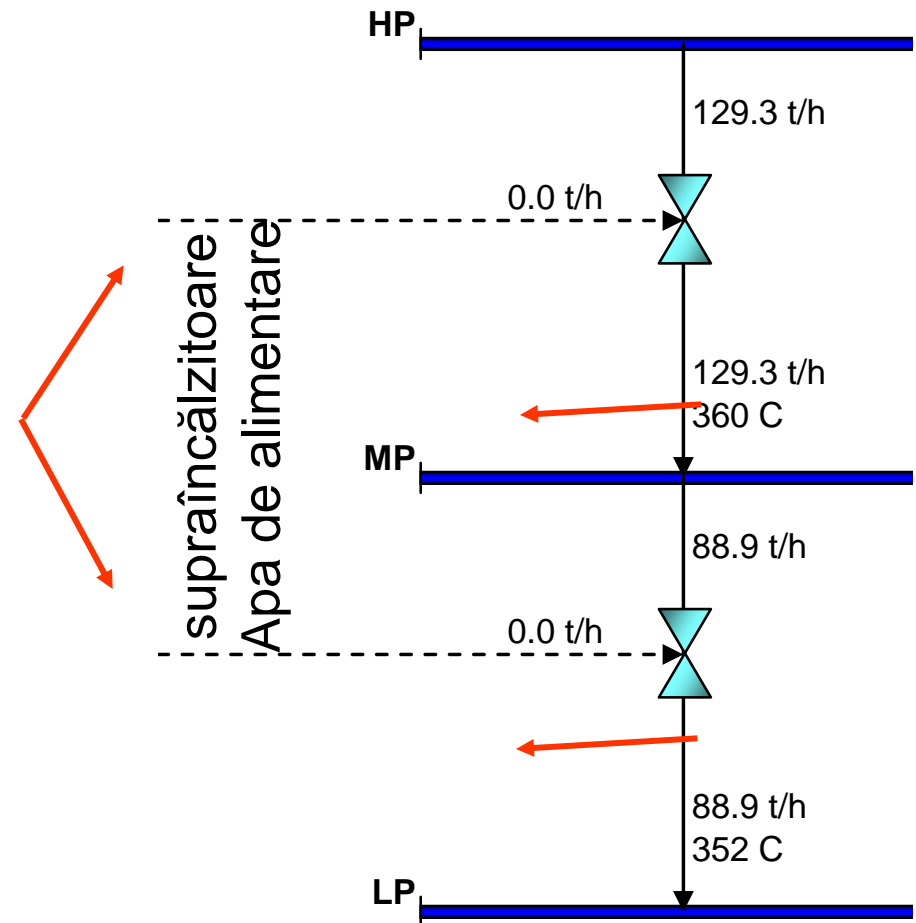
## Letdowns / PRV

- Temperatura aburului la ieșire din supapele de reducere a presiunii este verificată de apa de alimentare

(De supraîncălzitoare)

- Principalu pentru:

- Protejarea echipamentului
- Condițiile de construcție
- Reducerea căderii de presiune

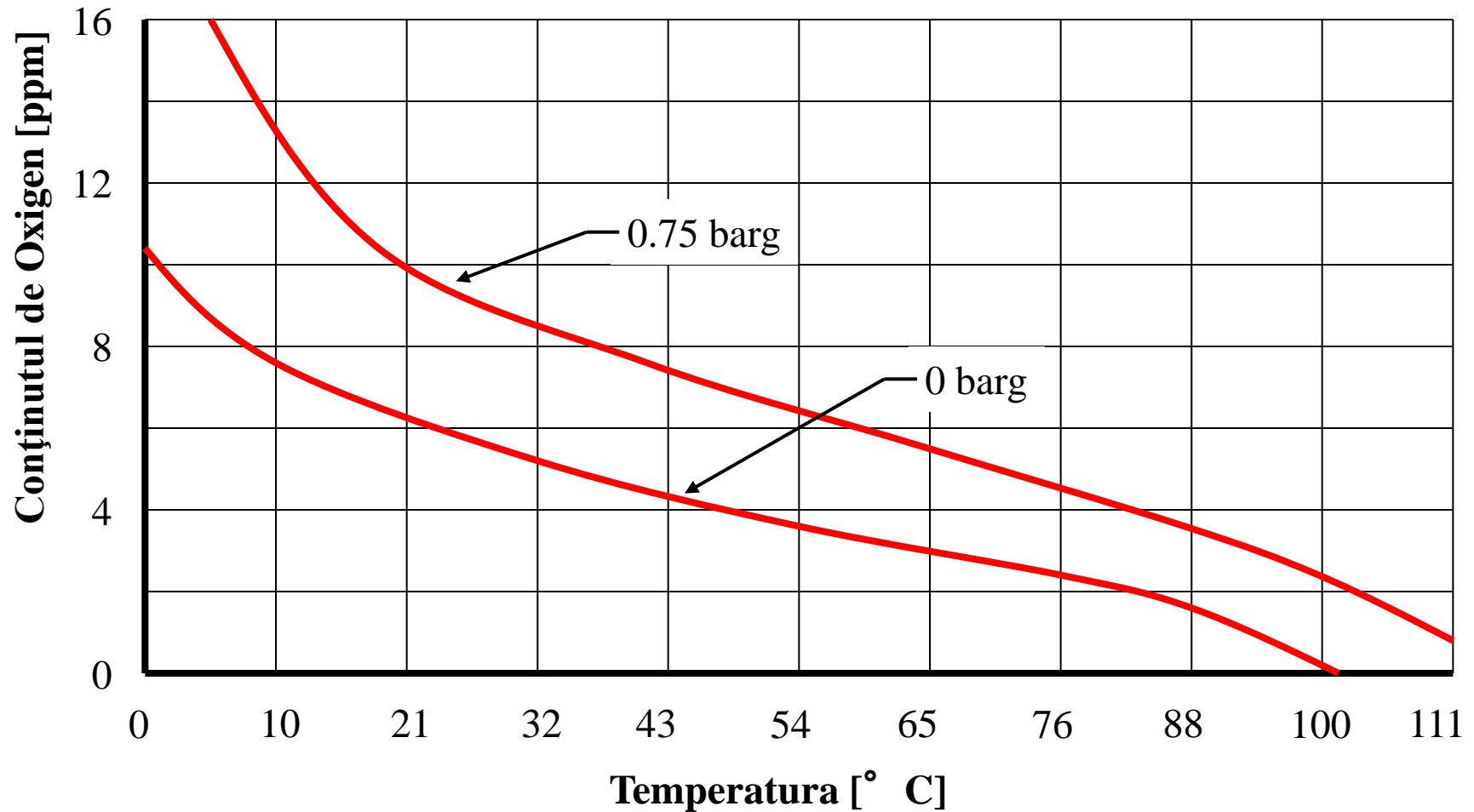




## Degazorul

- Oxigenul, dioxidul de carbon și alte gaze sunt solubile în apă
  - Aceste substanțe chimice sunt dăunătoare pentru sistemul de abur
    - Oxigenul rezultă în urma coroziunii sub formă de adâncituri
    - Dioxidul de Carbon rezultă în general în urma coroziunii cu acid de condensat
- Recipientele de condensat deschise sunt ușor pătrunse de condensatul dizolvat în gaz
- Apa de alimentare de obicei conține cantități semnificative de gaze dizolvate
- Solubilitatea gazelor în apă descrește odată cu creșterea temperaturii
  - Degazarea este utilizată pentru a reduce efectele negative ale gazelor dizolvate

## Solubilitatea Oxigenului în apă



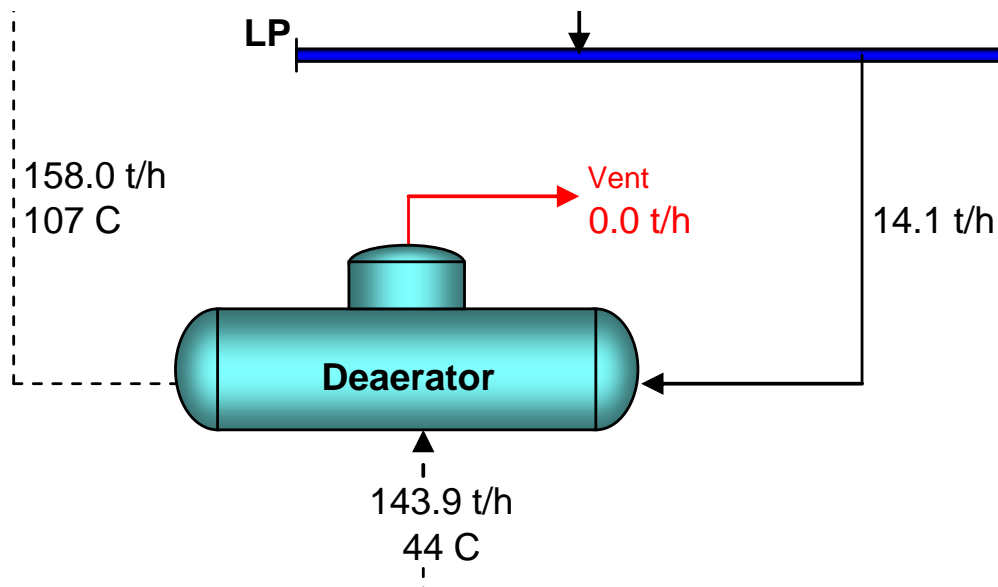
# Degazorul

Deaerator	Input Data	Warnings
Vent (as % of boiler feedwater flow)	0 %	

Note: Values of around 0.1% are typical

Select the appropriate deaerator operating mode	Option 2 - User-defined pressure
→ Option 2 - Specify pressure	0.3 barg

Note: Deaerator uses LP steam. Specified LP pressure is 2 barg



➤ Fluxul de ventilație este specific sistemului SSAT ca un % din debitul apei de alimentare

➤ Degazorul primește abur cu presiune joasă, însă nu poate opera la presiune ca aceasta

# Componentele de recuperare a căldurii

<b>Feedwater Heat Recovery System</b>		
Heat recovery exchanger on the condensate tank vent?	No	▼
If yes, enter approach temperature	10 °C	

Note: Approach temperature is defined as the minimum allowable temperature difference in the heat exchanger

Heat recovery exchanger on boiler blowdown?	No	▼
If yes, enter approach temperature	10 °C	

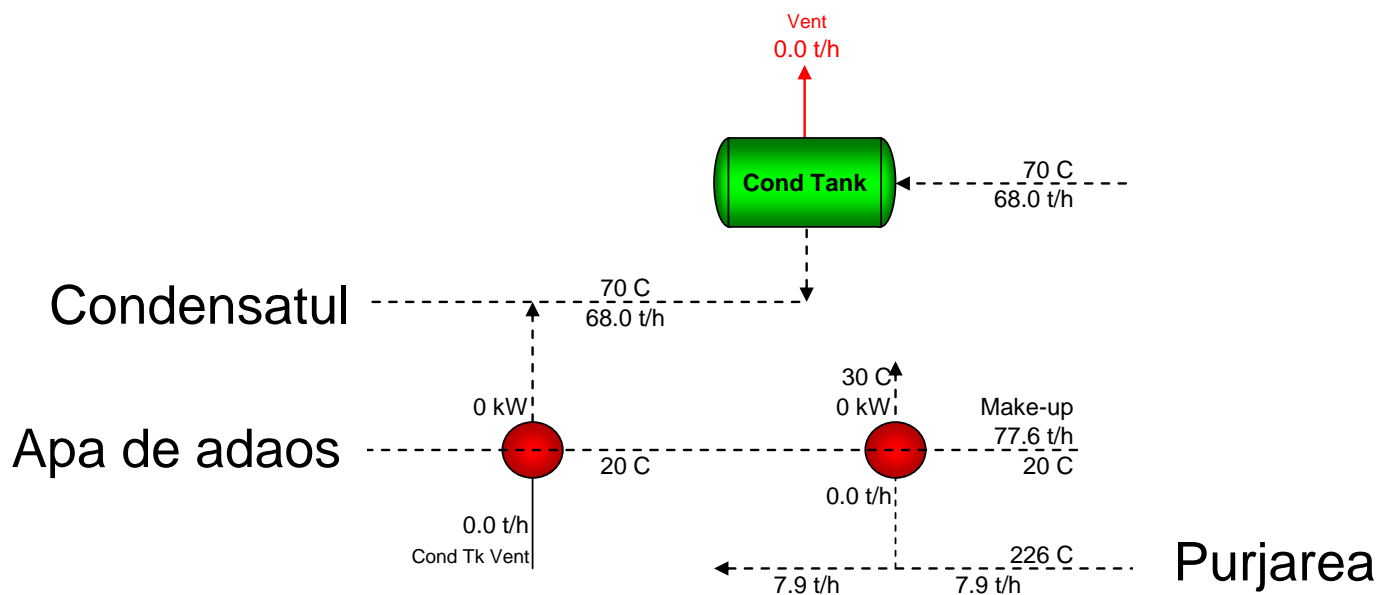
- Există 2 modele de bază a schimbului de căldură ce pot fi modelate de către sistemul SSAT
  - Schimbul de căldură a condensatului ventilat
  - Schimbul de căldură prin purjare
  
- Ambele componente ale schimbătorului cresc temperatura apei de adaos a degazorului și probabil reduc cantitatea necesară de abur

# Componentele recuperării de căldură

Feedwater Heat Recovery System		
Heat recovery exchanger on the condensate tank vent?	No ▼	
If yes, enter approach temperature	10 °C	

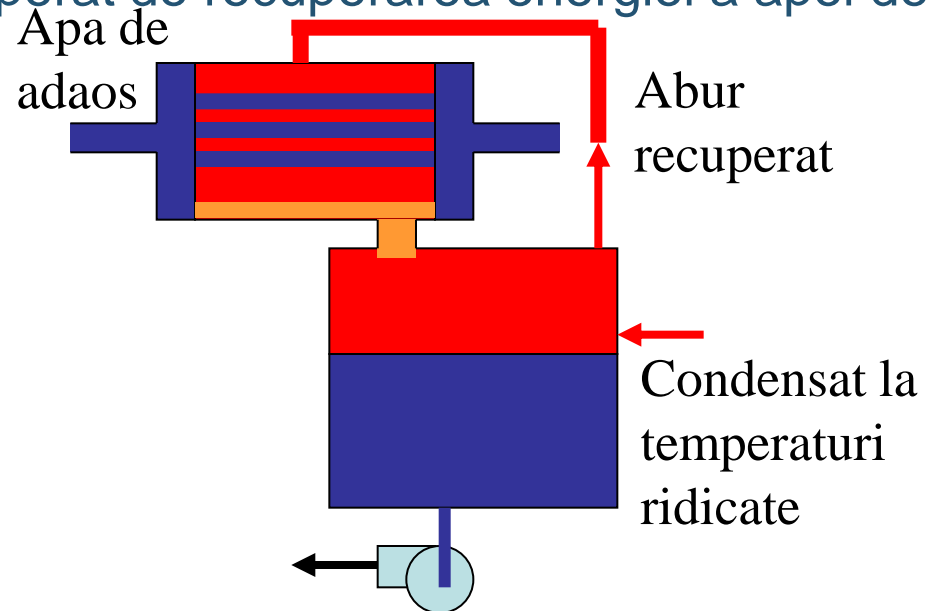
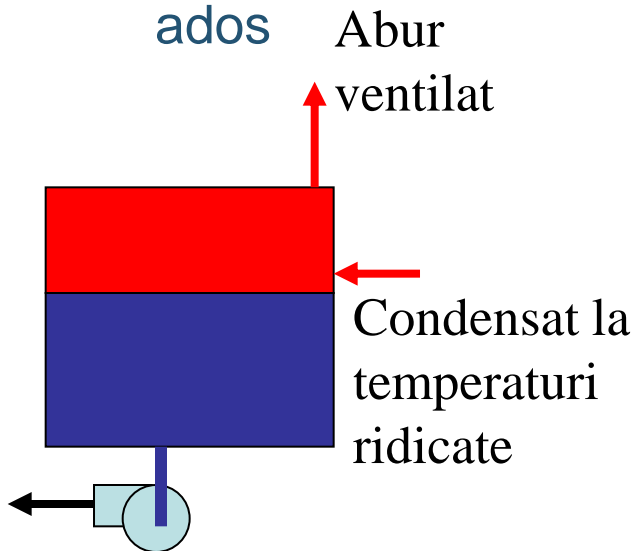
Note: Approach temperature is defined as the minimum allowable temperature difference in the heat exchanger

Heat recovery exchanger on boiler blowdown?	No ▼	
If yes, enter approach temperature	10 °C	



# Condensate Tank Vent Exchanger

- Rezervorul de condensat operează la presiunea atmosferică
  - La intrare în rezervor temperatura condensatului este mai mare decât temperatura de saturație a presiunii atmosferice (100°C)
  - Acest abur poate fi recuperat de recuperarea energiei a apei de ados

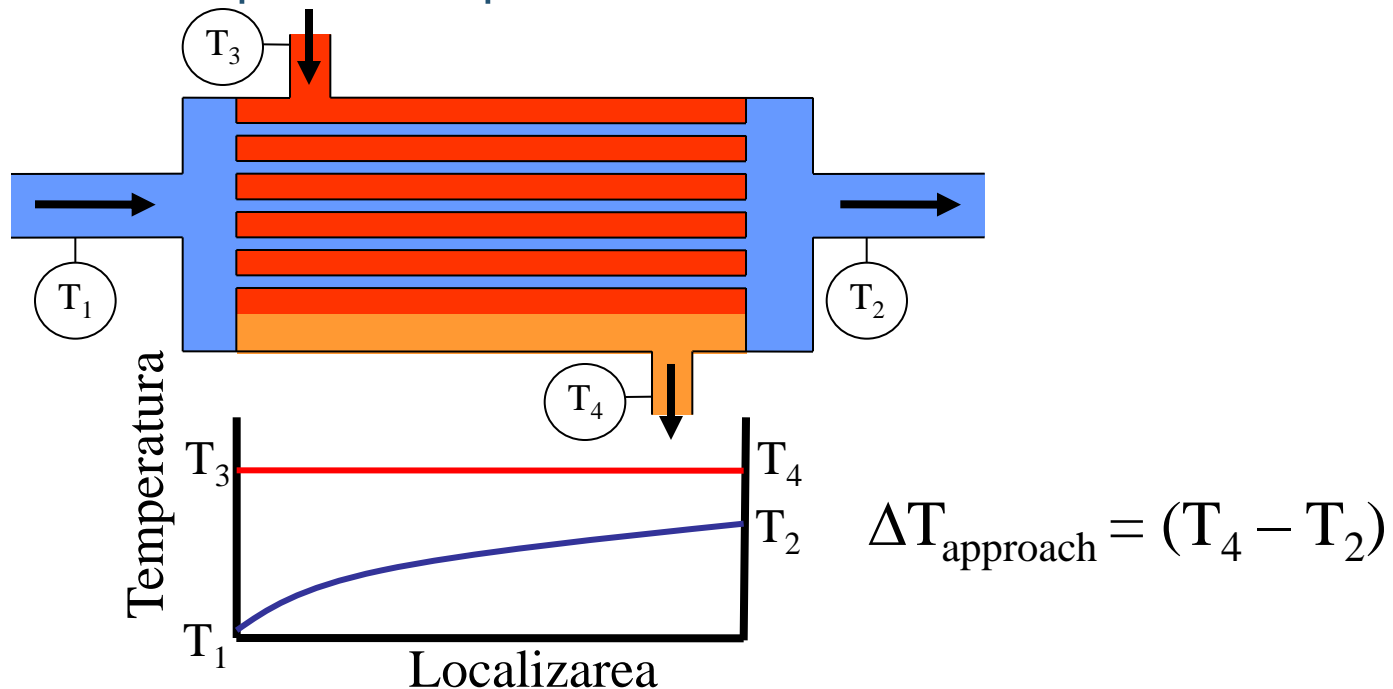


**Pierderile prin ventilație  
a recuperării condensatului**

**Rezervor de condensat de  
recuperare a energiei**

# Temperatura de Abordare

- Temperatura de abordare a schimbătorului de căldură este definită ca valoarea minimă admisibilă a diferenței de temperatură în schimbător
  - Această diferență de temperatură nu va fi satisfăcută dacă conținutul aburului recuperat va fi insuficient
  - Valoarea tipică a temperaturii abordate este la 3°C la 10°C





# Recuperarea Condensatului/ Aburului

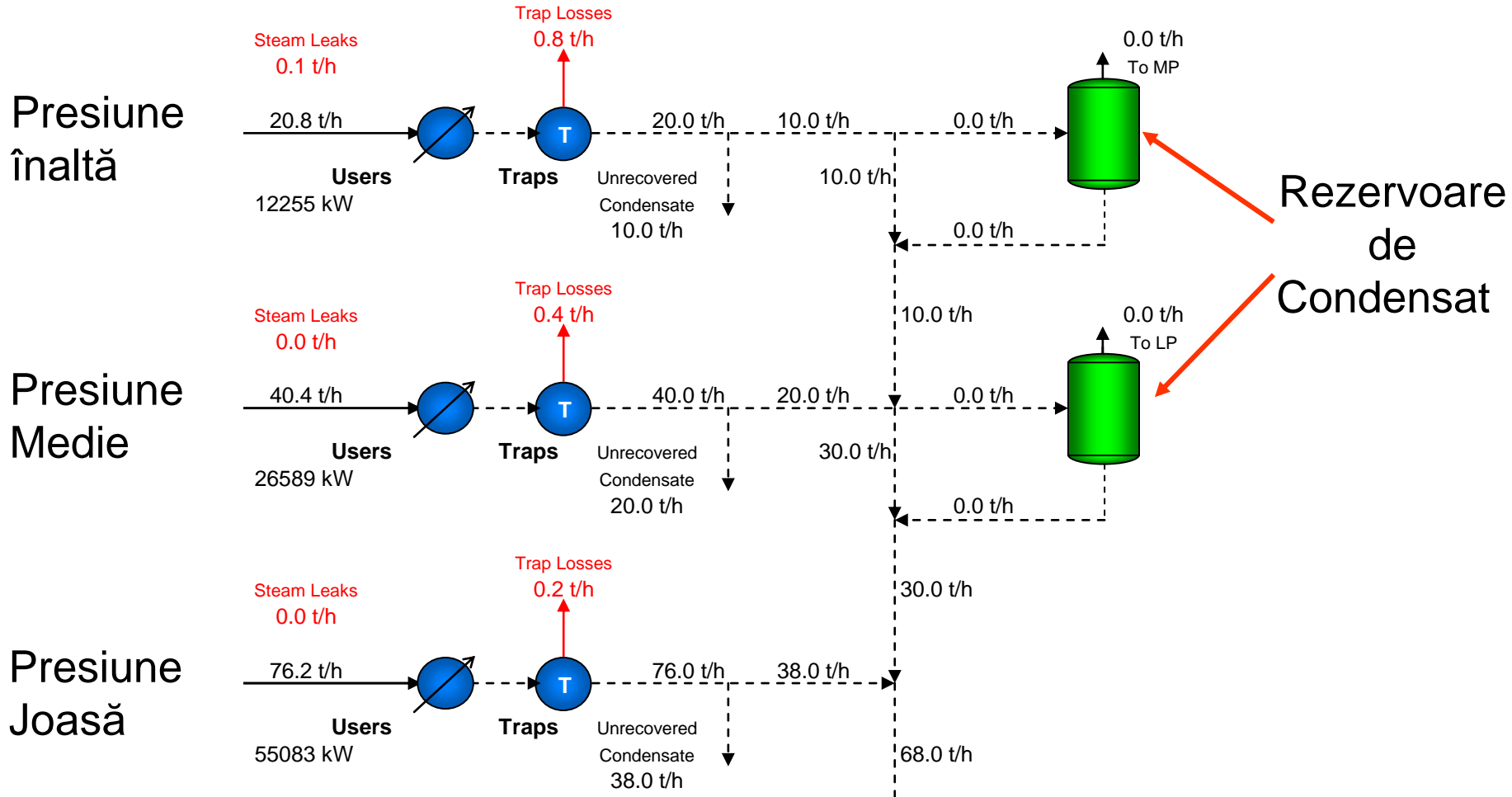
Process Condensate	Input Data	Warnings
Condensate return temperature to tank	70 °C	
HP condensate recovery	50 %	
MP condensate recovery	50 %	
LP condensate recovery	50 %	

Note: Condensate recovery specified as the percentage of steam supplied to the processes at each level

Do you flash condensate to MP steam?	No	▼
Do you flash condensate to LP steam?	No	▼



# Recuperarea Condensatului/ Aburului



## Procesul de Condensație

- Receptorii de condensat ai SSAT operează la presiunea atmosferică
- Temperatura condensatului returnat a SSAT permite indicarea pierderilor de energie asociate cu sistemul de returnare a condensatului
  - Condensatul la ieșire din SSAT, sub formă de lichid saturat a unui proces la presiunea schimbătorului de căldură
- % Recuperării de condensat descrie cantitatea de abur recuperat într-un sistem de condensație
- Sistemele de recuperare a aburului permit recuperarea condensatului în sistemele de abur de joasă presiune
- Temperatura apei de adăos influențează proiectele de condensare

## Pierderile prin scurgerile de abur și prin captare

Steam Trap Losses and Steam Leaks		
Choose a method for estimating steam losses		Option 1 - Losses automatically estimated by model (Model default) ▼
<b>Option 2</b> - Specify number of failed traps at each pressure level		<b>Warnings</b>
Trap failures on HP header	10 traps	
Trap failures on MP header	10 traps	
Trap failures on LP header	10 traps	
<b>Option 2</b> - Specify number of steam leaks at each pressure level		<b>Warnings</b>
Steam leaks on HP header	10 leaks	
Steam leaks on MP header	10 leaks	
Steam leaks on LP header	10 leaks	

Note: Calculated values for current loss and leak rates based on current user inputs are:-

HP header - Trap failures: 25, Loss per trap 0.034 t/h - Total trap loss = 0.85 t/h. Steam leaks: 10, Loss per leak 0.008 t/h - Total leaks = 0.08 t/h.

MP header - Trap failures: 30, Loss per trap 0.014 t/h - Total trap loss = 0.42 t/h. Steam leaks: 12, Loss per leak 0.003 t/h - Total leaks = 0.04 t/h.

LP header - Trap failures: 50, Loss per trap 0.003 t/h - Total trap loss = 0.16 t/h. Steam leaks: 20, Loss per leak 0.001 t/h - Total leaks = 0.02 t/h.

- Există 2 metode de specificare a pierderilor prin scurgeri și prin captare
  - Modelul implicit – pierderile estimate de model
  - Specificarea nr. de eșuări de deschidere a captatoarelor & pierderile prin scurgeri

# Steam Trap losses and Steam Leaks

- Sistemul SSAT permite nr.cunocscut de eșuări ale captatoarelor să omită estimarea brută a eșuărilor
  - Fiecare captator este asociat cu anumită scurgere de abur
    - Cantitatea totală de curgere este bazată pe analiza teoretică a debitului de abur scurs printr.un orificiu general (diametru de 3.2 mm)
      - Factorul de blocaj de 50% este aplicat mai mult analizelor teoretice
      - Aceasta este aceeași analiză aplicată datelor inițiale de intrare
      - Numărul eșuărilor de închidere a captatoarelor nu sunt incluse
- Estimările scurgerilor de abur sunt bazate pe diametrul orificiului de 1.6 mm a factorului de blocaj de 50%

## Modelul captatorului de abur în sistemul SSAT

- Modelul SSAT presupune că toate procesele eşuate sunt furnizate în atmosferă
  - Sistemul de colectare a condensatului trebuie să fie luat în considerație în această evaluare
    - În realitate, eşuarea deschiderii captatoarelor servește drept o evaluare a unui sistem închis de colectare a condensatului cu o supapă de reducerii a presiunii aburului
      - Aburul nu este pierdut de sistem

# Exemplu de Sistem – Modelul de captare a aburului SSAT & Scurgerilor de abur

Steam Trap Losses and Steam Leaks	
Choose a method for estimating steam losses	Option 2 - Losses calculated from user-defined data ▼

Option 2 - Specify number of failed traps at each pressure level	Warnings
→ Trap failures on HP header	0 traps
→ Trap failures on MP header	0 traps
→ Trap failures on LP header	0 traps

Option 2 - Specify number of steam leaks at each pressure level	Warnings
→ Steam leaks on HP header	0 leaks
→ Steam leaks on MP header	0 leaks
→ Steam leaks on LP header	0 leaks

Note: Calculated values for current loss and leak rates based on current user inputs are:-

HP header - Trap failures: 0, Loss per trap 0.034 t/h - Total trap loss = 0.00 t/h. Steam leaks: 0, Loss per leak 0.008 t/h - Total leaks = 0.00 t/h.

MP header - Trap failures: 0, Loss per trap 0.014 t/h - Total trap loss = 0.00 t/h. Steam leaks: 0, Loss per leak 0.003 t/h - Total leaks = 0.00 t/h.

LP header - Trap failures: 0, Loss per trap 0.003 t/h - Total trap loss = 0.00 t/h. Steam leaks: 0, Loss per leak 0.001 t/h - Total leaks = 0.00 t/h.



# Pierderile de Energie prin Izolații

Insulation Heat Losses	Input Data	Notes/Warnings
Choose a method for specifying heat losses		Option 2 - Percentage heat loss on each header (Model default) ▼
Option 1 - Heat loss on HP header	30 kW	
Option 1 - Heat loss on MP header	30 kW	
Option 1 - Heat loss on LP header	30 kW	
→ Option 2 - % of heat lost on HP header	0.1 %	
→ Option 2 - % of heat lost on MP header	0.1 %	
→ Option 2 - % of heat lost on LP header	0.1 %	

Note: Losses calculated as the percentage of heat flow entering each header

Note: Current values for heat entering headers are: HP 132770 kW, MP 114161 kW, LP 78369 kW - These may change when the model is updated

## ➤ Două metode de calcul a pierderilor de energie prin izolații în SSAT

- Specificarea pierderii de căldură(kW) pe fiecare colector
- Specificarea % de pierderi pe fiecare colector

## ➤ A 3 - a Metodă

- Utilizarea 3EPlus

# Exemplu de Sistem – Modelul Pierderilor prin Izolații SSAT

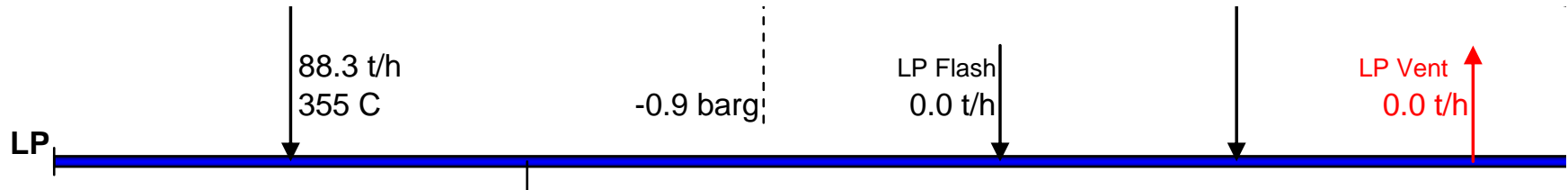
Insulation Heat Losses	Input Data	Notes/Warnings
Choose a method for specifying heat losses		Option 2 - Percentage heat loss on each header (Model default) ▼
Option 1 - Heat loss on HP header	30 kW	
Option 1 - Heat loss on MP header	30 kW	
Option 1 - Heat loss on LP header	30 kW	
→ Option 2 - % of heat lost on HP header	0 %	←
→ Option 2 - % of heat lost on MP header	0 %	←
→ Option 2 - % of heat lost on LP header	0 %	←

Note: Losses calculated as the percentage of heat flow entering each header

Note: Current values for heat entering headers are: HP 132630 kW, MP 114959 kW, LP 79615 kW - These may change when the model is updated



# Ventilația colectorului de joasă presiune



- Colectoarele de joasă presiune pot funcționa într-o stare “neechilibrată”
  - Acestea pot fi dezvoltate în sistemele de abur:
    - Funcționarea mai multor turbine cu contrapresiune decât e necesar
    - Strategii slabe de control
  - Ventilația la presiune joasă poate fi mereu un punct de investigare
    - Din punct de vedere al operațiunilor fizice
    - Din punct de vedere al modelului SSAT

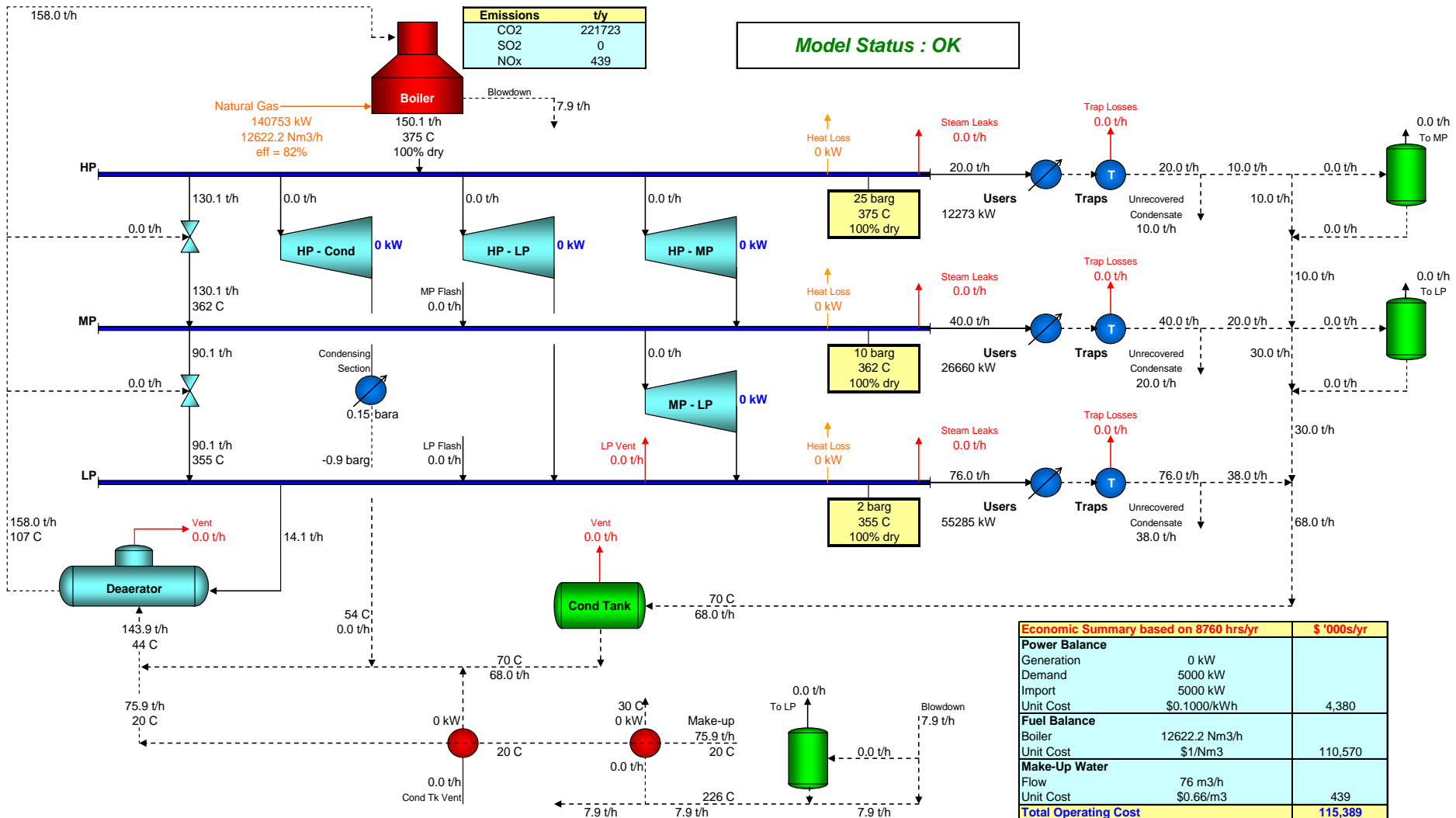
## Exercitarea Modelului pt Studenți a Colectorului 3 pentru un sistem SSAT

- Utilizând sistemul exemplu cu cazan pe gaz metan drept cazan de impact, se construiește un model ce reflectă debitul de abur, ce prezintă impactul costurilor marginale și beneficiile obținute în urma producerii 1 Tph de abur
- Aburul generat în centrală ~150 Tph
- Condițiile aburului: 25 bars, 375°C
- Apa de alimentarer: 20°C

## Steam System Assessment Tool

### SSAT 3 Header Experts Training Example

## Current Operation



# Rezultatele Rezumative

## SSAT 3 Header Experts Training Example

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	4,380	4,380	0	0.0%
Fuel Cost	110,570	110,570	0	0.0%
Make-Up Water Cost	439	439	0	0.0%
<b>Total Cost (in \$ '000s/yr)</b>	<b>115,389</b>	<b>115,389</b>	<b>0</b>	<b>0.0%</b>

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	221723 t/yr	221723 t/yr	0 t/yr	0.0%
SOx Emissions	0 t/yr	0 t/yr	0 t/yr	N/A
NOx Emissions	439 t/yr	439 t/yr	0 t/yr	0.0%

Utility Balance	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Generation	0 kW	0 kW	-	-
Power Import	5000 kW	5000 kW	0 kW	0.0%
Total Site Electrical Demand	5000 kW	5000 kW	-	-
Boiler Duty	140753 kW	140753 kW	0 kW	0.0%
Fuel Type	Natural Gas	Natural Gas	-	-
Fuel Consumption	12622.2 Nm3/h	12622.2 Nm3/h	0 Nm3/h	0.0%
Boiler Steam Flow	150.1 t/h	150.1 t/h	0.0 t/h	0.0%
Fuel Cost (in \$/MWh)	89.68	89.68	-	-
Power Cost (as \$/MWh)	100.00	100.00	-	-
Make-Up Water Flow	76 m3/h	76 m3/h	0 m3/h	0.0%

Turbine Performance	Current Operation	After Projects	Marginal Steam Costs	
HP to LP steam rate	Not in use	Not in use	(based on current operation)	
HP to MP steam rate	Not in use	Not in use	HP (\$/t)	93.18
MP to LP steam rate	Not in use	Not in use	MP (\$/t)	93.18
HP to Condensing steam rate	Not in use	Not in use	LP (\$/t)	93.18

# Costurile Marginale ale Aburului

Marginal Steam Costs	
(based on current operation)	
HP (\$/t)	----->
MP (\$/t)	----->
LP (\$/t)	----->

Press this button if marginal costs are not shown

- Costurile marginale sunt determinate pe baza furnizării suplimentare a unui 1 Tph de abur suplimentar de la un colector
  - Costul marginal este impactul costului actual al cererii de energie
  - Calculul este bazat pe:
    - Date de intrare
    - Configurația de intrare
  
- Este important să nu întrerupem calcularea costului marginal al aburului
  - Sistemul SSAT va înceta calcularea, dacă va fi întrerupt

## Costurile marginale ale aburului

- Costurile marginale ale aburului sunt deseori utilizate la analiza:
  - Scurgerilor de abur
  - Schimb de procese
  - Eliminarea sau instituirea sburului nominal utilizat
- Costurile marginale sunt influențate de condensatul returnat
  - Cantitatea
  - Temperatura

## Compararea rezultatelor din sistemul SSAT Colector -1 & SSAT Colector 3 Modelul pentru studenți

- Generarea aburului este diferită pentru ambele cazuri
- Costurile Marginale ale aburului sunt identice pentru ambele cazuri
- Beneficiile economice obținute pentru 1 Tph de abur sunt identice
- Cel mai des, este mai bine de utilizat Modelul Colectorul - 3 deoarece combinarea modelului de Colectoare 1 și 2
- Mai multe sisteme complexe pot fi modelate cu modelul Colector 3 și pot fi simulate mai multe proiecte