

Capitolul 10

Optimizarea Sistemului de Abur – Recuperarea Condensatului

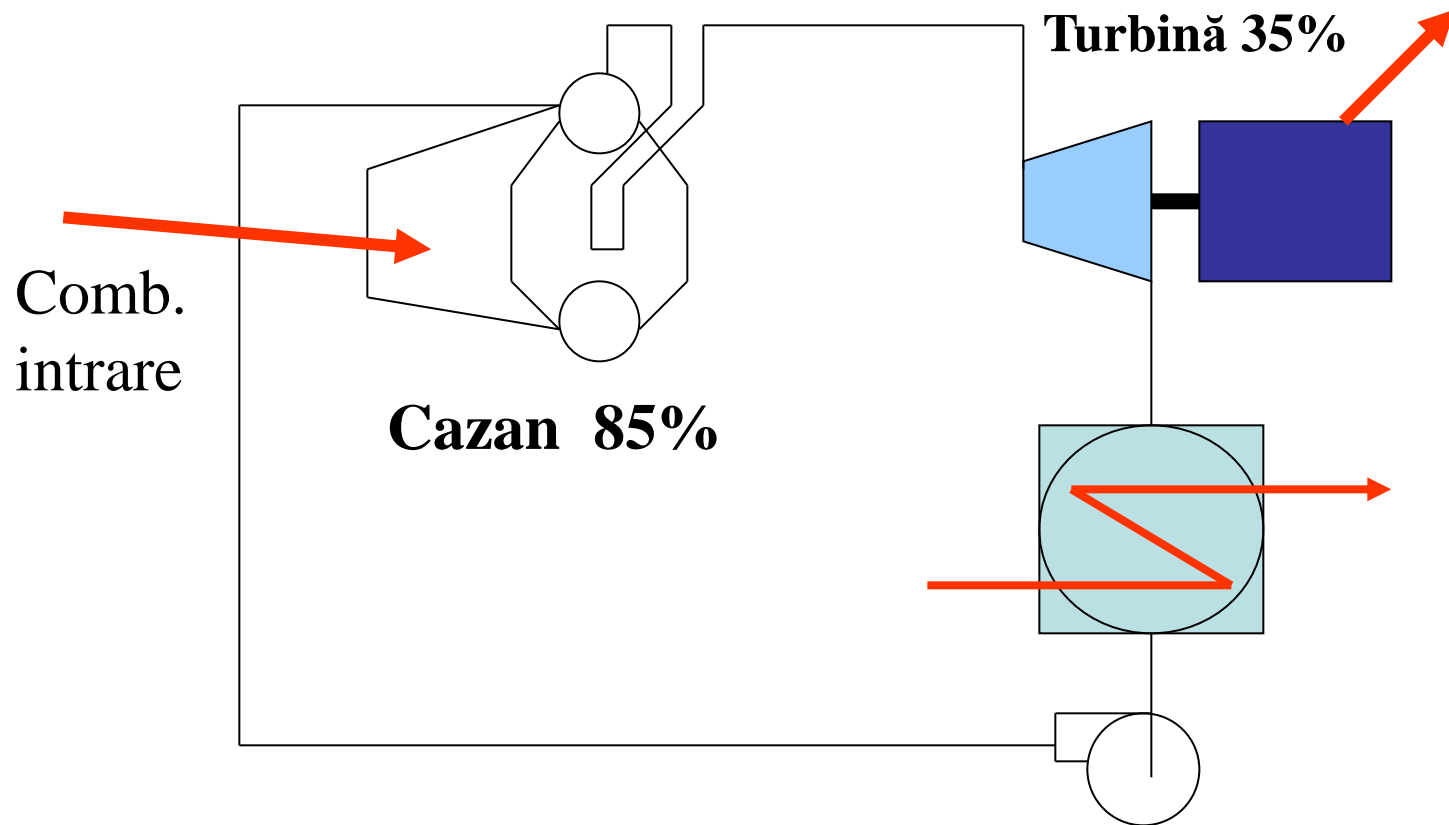
Turbine cu Contrapresiune – Operațiuni PRV

Proiecte Economice a Turbinei în SSAT

Impactul Turbinei cu Condensare

Proiecte ale Turbinei cu Condensație în SSAT

Cogenerarea Industrială



Instalațiile industriale pot realiza o “Eficiența energetică globală” de aproximativ 70% sau mai mult, deoarece acestea necesită energie termică (căldură).....

Analiza Clasică a Cogenerării

- Analiza clasică a cogenerării răspunde la următoarele întrebări:
 - Care este impactul economic real al cogenerării?
 - Cînd este fiabil?
 - De funcționa sau de a fi deconectat
 - De a fi instalat
 - Ce schimbări, dacă este nevoie, trebuie să fie efectuate în sistemul de abur?
 - Ce schimbări, dacă este nevoie, trebuie să fie efectuate în instalațiile electrice și în rețeauna interconectată?

Factorii Inițiali în Analiza Cogenerării

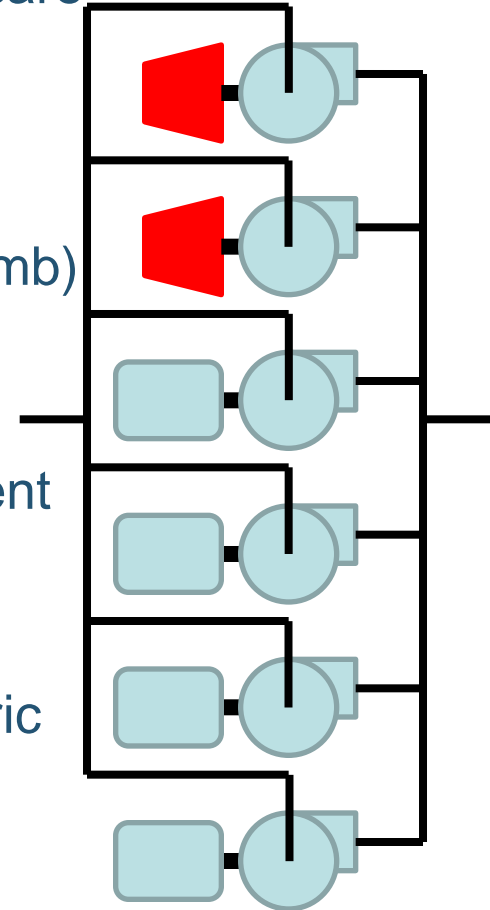
- Factorii principali de influență, sunt:
 - Impactul costurilor energiei electrice
 - Impactul costurilor de combustibil
 - Eficiența cazanului
 - Eficiența turbinei cu abur
 - Cererea de abur

Impactul Costurilor

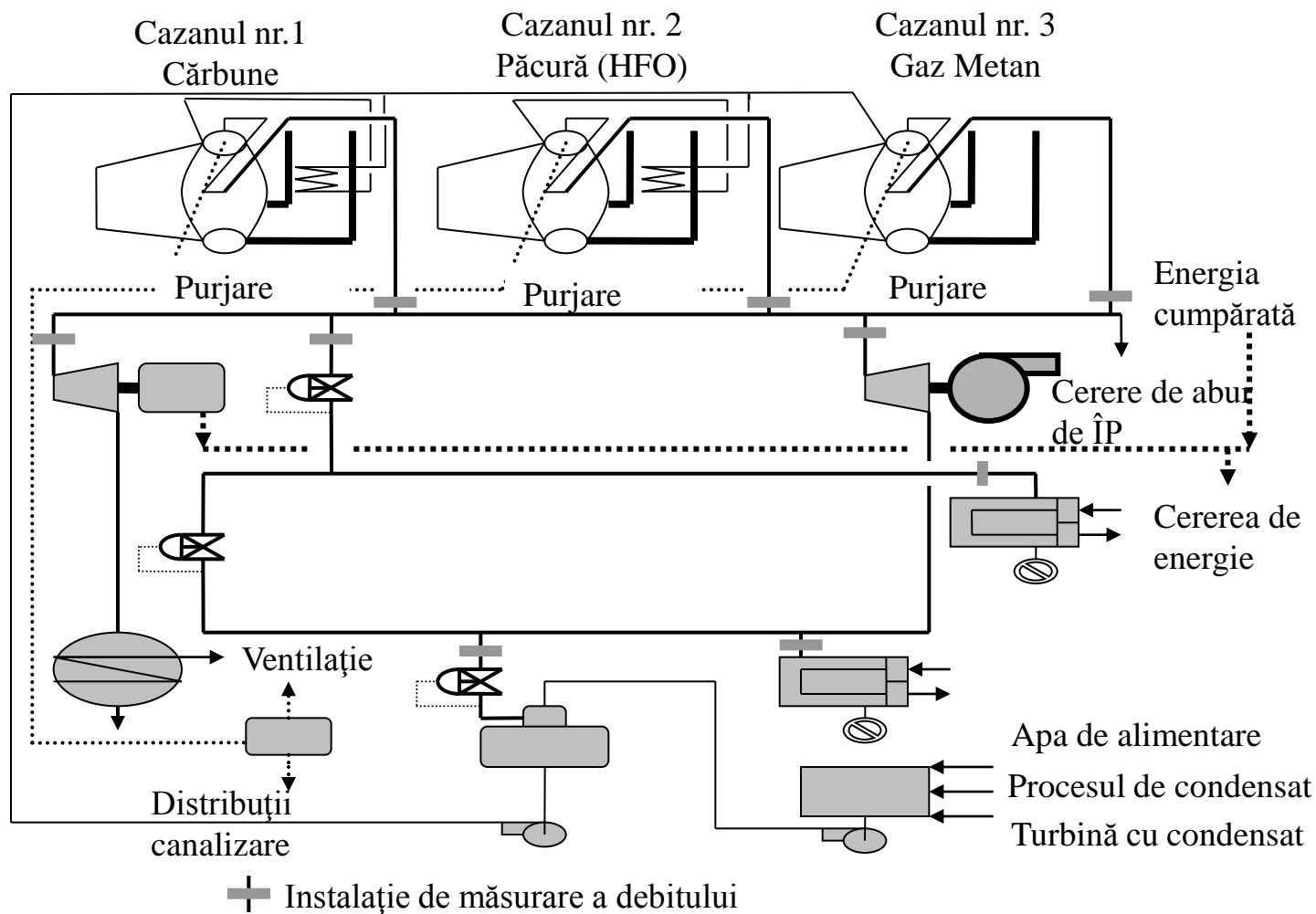
- Impactul costurilor este impactul real economic al majorării sau micșorării consumului de energie electrică
- Valoarea costul mediu al energiei electrice de obicei, Nu servește drept valoare esențială pentru analiza dată
- Pentru o înțelegere mai aprofundată a structurii ratei energiei electrice este esențial să se evalueze impactul real al sistemelor de generare a energiei electrice

Exemplu de Turbină – cu Evaluare PRV

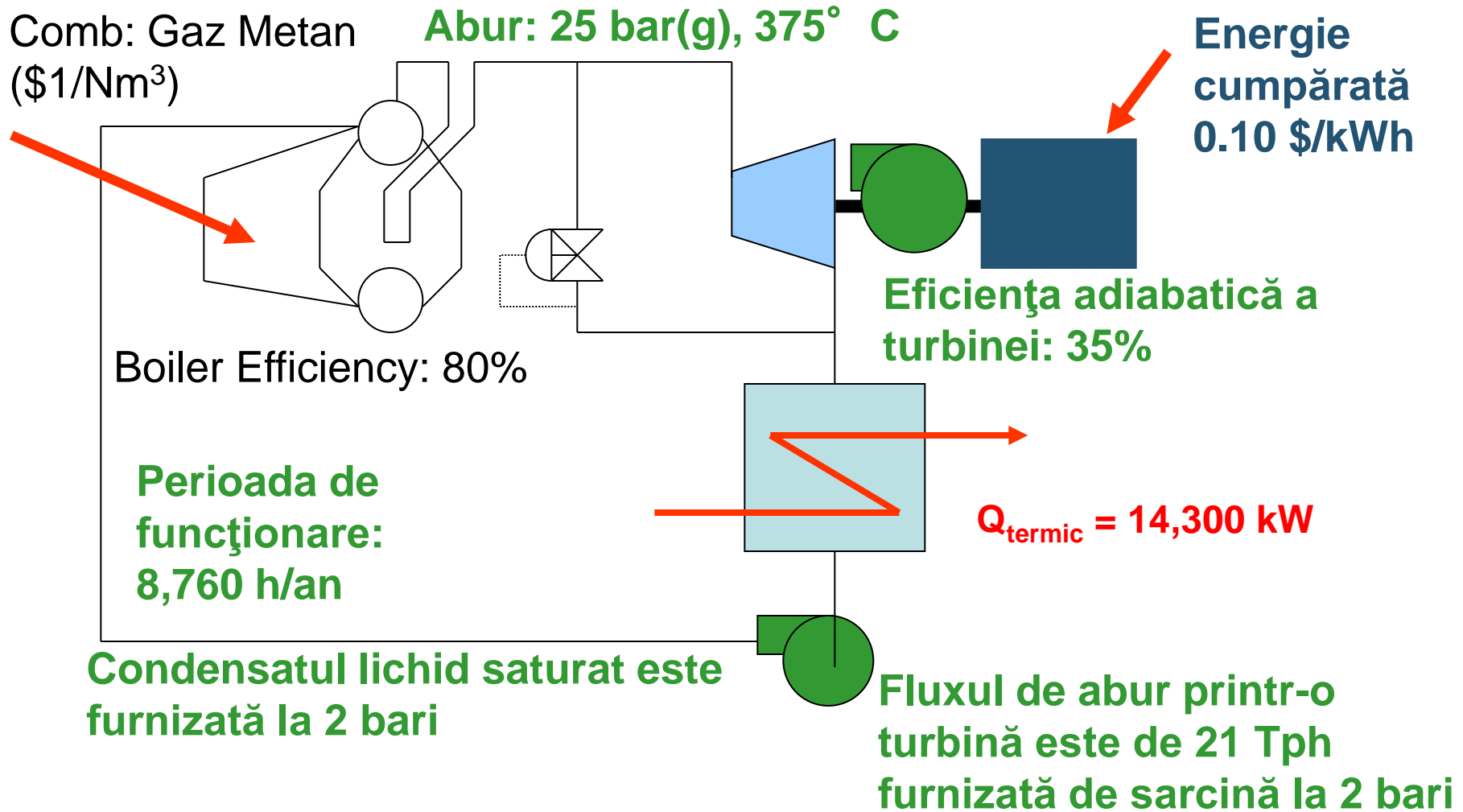
- O unitate de proces este echipată cu 6 pompe identice care sunt instalate în paralel
 - Doar 3 din cele 6 pompe sunt necesare pentru a funcționa continuu
 - Pompele rămase sunt unități de rezervă (de schimb)
 - Motoarele electrice pun în funcțiune 4 din pompe și turbinele cu abur pun în funcțiune 2 dintre pompe
 - O turbină este pusă în funcțiune la acest moment
- Identificați oportunitățile economice asociate cu funcționarea turbinei secunde
 - Comparativ cu operarea unei pompe cu motor electric și trecerea printr-o supapă de reducere a presiunii (PRV) pentru satisfacerea necesarului de abur



Sistemul de Abur



Economia Supapelor de Reducere a Presiunii (PRV)



Operațiunile PRV

$$h_{steam} = 3,180.9 \frac{kJ}{kg} \quad P = 25 \text{ bari; } T = 375^{\circ} \text{ C}$$

$$h_{PRVout} = 3,180.9 \frac{kJ}{kg} \quad P = 2 \text{ bari; Izentalpică; } T = 354.7^{\circ} \text{ C}$$

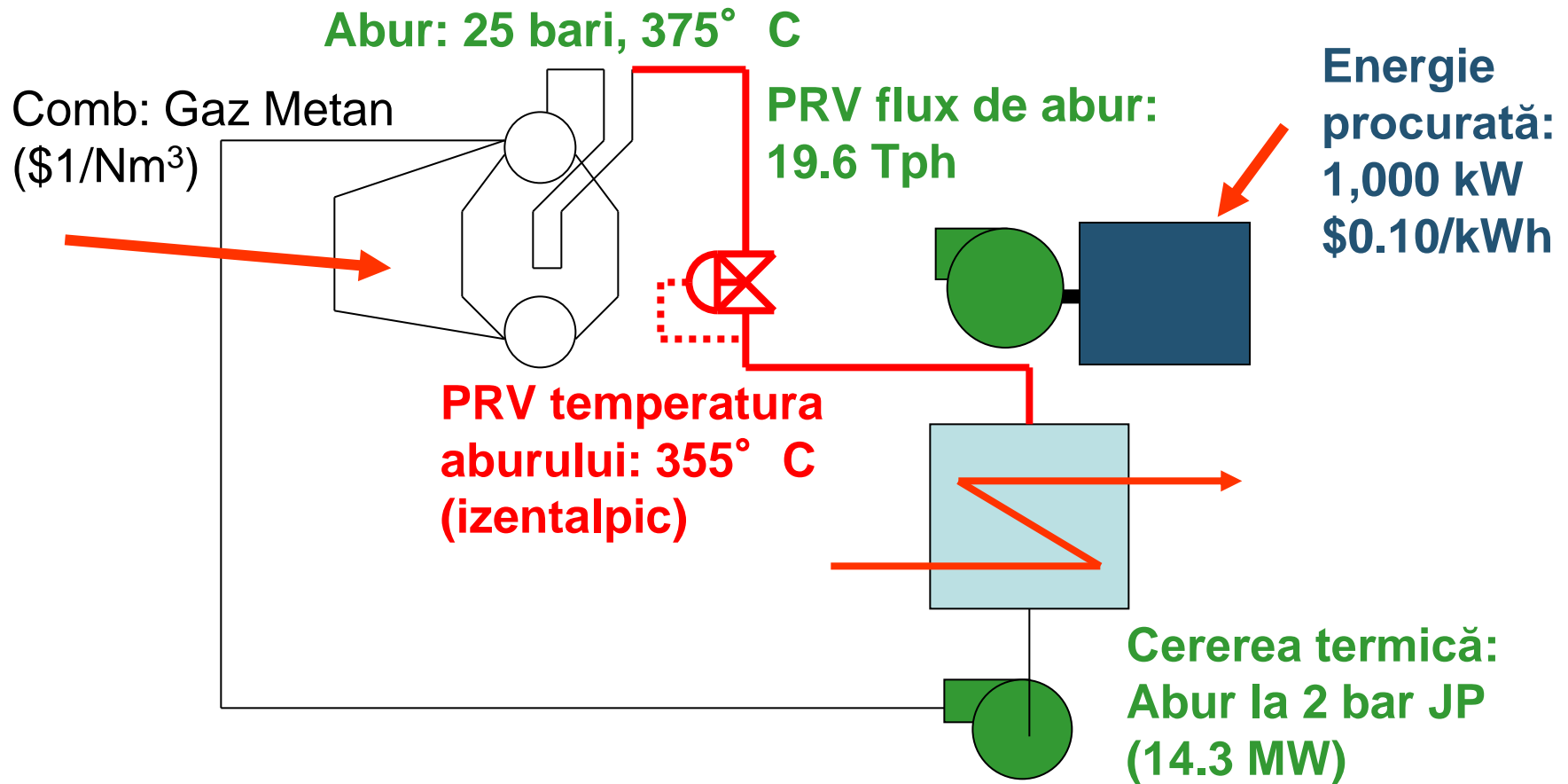
$$h_{condensate} = 562.2 \frac{kJ}{kg} \quad P = 2 \text{ bari; Condensat saturat; } T = 133.7^{\circ} \text{ C}$$

$$Q_{thermal} = 14,300 \text{ kW}$$

$$Q_{thermal} = m_{PRV} \times (h_{PRVout} - h_{condensate})$$

$$m_{PRV} = \frac{14,300}{(3,180.9 - 562.2)} = 5.45 \frac{kg}{s} = 19.63 \text{ Tph}$$

Operațiunile PRV



Economia turbinelor cu Contrapresiune

- Majoritatea sistemelor industriale necesită energie termică (nu debitul masic de abur)
- Turbina va converti energia aburului în energia arborelui
 - Aburul va părăsi turbina la o temperatură redusă
- Prin urmare vom obține un necesar de flux de abur suplimentar, pentru a satisface cererea termică

Operațiunile Turbinelor cu Abur

$$h_{steam} = 3,180.9 \frac{kJ}{kg} \quad P = 25 \text{ bari; } T = 375^{\circ} \text{ C}$$

$$h_{Turbineout} = 3,009.8 \frac{kJ}{kg} \quad P = 2 \text{ bari; } T = 271^{\circ} \text{ C}$$

$$h_{condensate} = 562.2 \frac{kJ}{kg} \quad P = 2 \text{ bari; Condensat saturat; } T = 133.7^{\circ} \text{ C}$$

$$Q_{thermal} = 14,300 \text{ kW}$$

$$Q_{thermal} = m_{turbine} \times (h_{Turbineout} - h_{condensate})$$

$$m_{turbine} = \frac{14,300}{(3,009.8 - 562.2)} = 5.83 \frac{kg}{s} = 21.0 \text{ Tph}$$

Funcționarea Turbinei cu Abur

Abur: 28 bar(g), 375° C

Energia neprocurată

Comb: Gaz Metan
(\$1/Nm³)

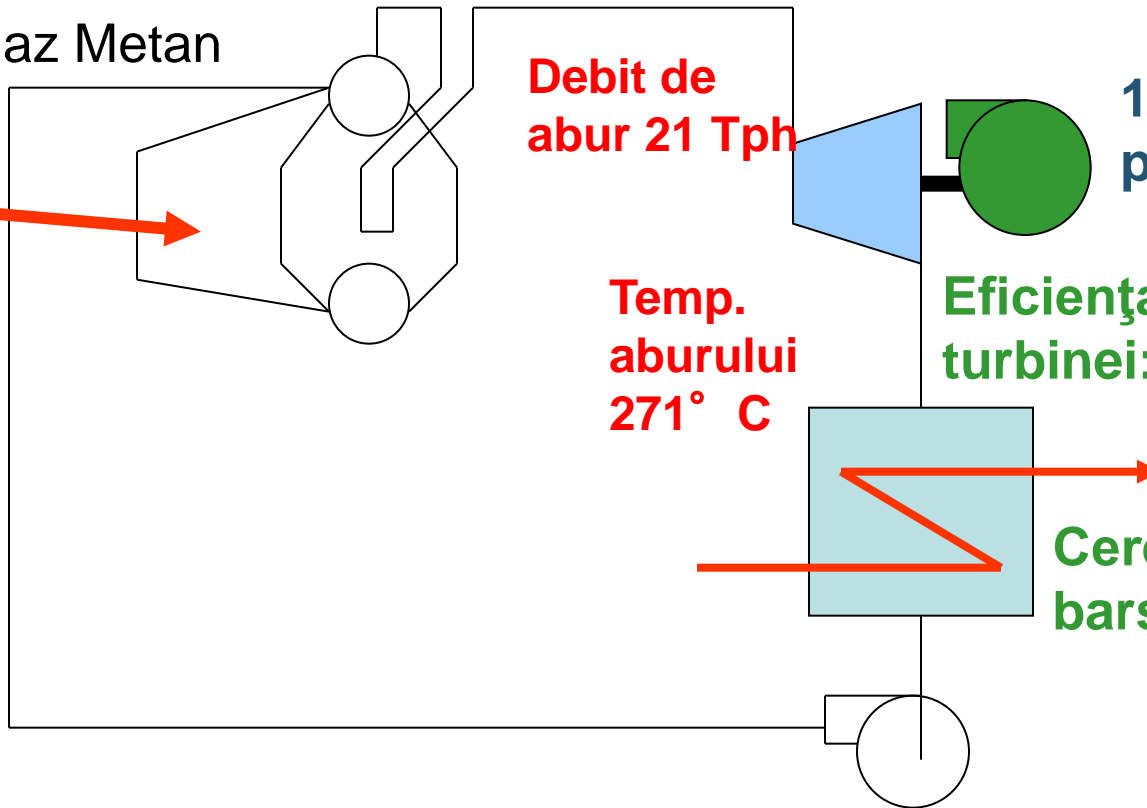
**Debit de
abur 21 Tph**

**1,000 kW of power
production**

**Temp.
aburului
271° C**

**Eficiența adiabatică a
turbinei: 35%**

**Cererea termică: 2
bars; 14.3 MW**



Economia Turbinelor cu Contrapresiune - PRV

➤ Economii de cost și de energie electrică

$$\text{Energy Savings} = 1,000 \times 8,760 = 8,760 \text{ MWh}$$

$$\text{Energy Cost Savings} = 8,760 \times 1,000 \times 0.10 = \$876,000$$

➤ Creșterea costurilor și energiei combustibilului

$$\text{Energy Increase} = (m_{\text{Turbine}} - m_{\text{PRV}}) \times 1,000 \times \frac{(h_{\text{steam}} - h_{\text{feedwater}})}{\eta_{\text{boiler}}} \times 8,760$$

$$\text{Energy Increase} = (21 - 19.6) \times 1,000 \times \frac{(3180.9 - 463.5)}{0.80} \times 8,760 = 41,658 \text{ GJ}$$

$$\text{Energy Cost Increase} = \frac{41,658 \times 1,000 \times 1000}{40,144} \times 1.00 = \$1,038,000$$

HHV a Metanului

Costul Metanului

Economia Turbinelor cu Contrapresiune - PRV

➤ Impactul Economic Net

Electric Power Cost Savings = \$876,000

Fuel Cost Increase = \$1,038,000

Net Economic Benefit = -\$162,000

➤ Factorii esențiali de influență a analizei:

- Impactul costului energiei electrice
- Impactul costului de combustibil
- Randamentul cazanului
- Randamentul turbinei cu abur
- Cererea de abur

Economia Turbinelor cu Contrapresiune - PRV

➤ Impactul Economic Net

Electric Power Cost Savings = \$876,000

Fuel Cost Increase = \$1,038,000

Net Economic Benefit = -\$162,000

➤ Această analiză identică poate fi și trebuie să fi efectuată cu ajutorul Proiectelor 7, 8 și 9 din sistemul SSAT, în dependență de modelul turbinei alese spre analiză

- Abordarea sistematică vizavi de componenta abordării de bază

Proiect 7 din SSAT – Turbină cu Abur cu ÎP -JP

Project 7 - HP to LP Steam Turbine(s)

Efficiency : 35% Operation : Operates with fixed steam flow

Do you wish to modify the HP to LP turbine operation?

No

If yes, select the appropriate turbine operating mode

Option 2 - Fixed operation

Note: If Option 1 is chosen, the model will preferentially use the HP to LP turbine to balance the LP demand

Specify a new isentropic efficiency (%)

35 %

Note: A generator electrical efficiency of 100% is assumed by the model

Note: Isentropic efficiency of existing turbine is 35%

Option 2 - How do wish to define the fixed turbine operation?

Specify fixed steam flow

Option 2 - Fixed steam flow

42 t/h

Option 2 - Fixed power generation

2000 kW

Option 3 - How do wish to define the operating range?

Option 3 not selected

Option 3 - Minimum steam flow

25 t/h

Option 3 - Maximum steam flow

75 t/h

Option 3 - Minimum power generation

1500 kW

Option 3 - Maximum power generation

2500 kW

Proiect 8 din SSAT– Turbină cu Abur cu ÎP-MP

Project 8 - HP to MP Steam Turbine(s)

Not installed

Do you wish to add an HP to MP turbine?

No

If yes, select the appropriate turbine operating mode

Option 1 - Balances MP header

Specify a new isentropic efficiency (%)

70 %

Note: A generator electrical efficiency of 100% is assumed by the model

Option 2 - How do wish to define the fixed turbine operation?

Option 2 not selected

Option 2 - Fixed steam flow

50 t/h

Option 2 - Fixed power generation

2000 kW

Option 3 - How do wish to define the operating range?

Option 3 not selected

Option 3 - Minimum steam flow

25 t/h

Option 3 - Maximum steam flow

75 t/h

Option 3 - Minimum power generation

1500 kW

Option 3 - Maximum power generation

2500 kW

Proiect 9 din SSAT– Turbină cu Abur cu MP-JP

Project 8 - HP to MP Steam Turbine(s)

Not installed

Do you wish to add an HP to MP turbine?

No

If yes, select the appropriate turbine operating mode

Option 1 - Balances MP header

Specify a new isentropic efficiency (%)

70 %

Note: A generator electrical efficiency of 100% is assumed by the model

Option 2 - How do wish to define the fixed turbine operation?

Option 2 not selected

Option 2 - Fixed steam flow

50 t/h

Option 2 - Fixed power generation

2000 kW

Option 3 - How do wish to define the operating range?

Option 3 not selected

Option 3 - Minimum steam flow

25 t/h

Option 3 - Maximum steam flow

75 t/h

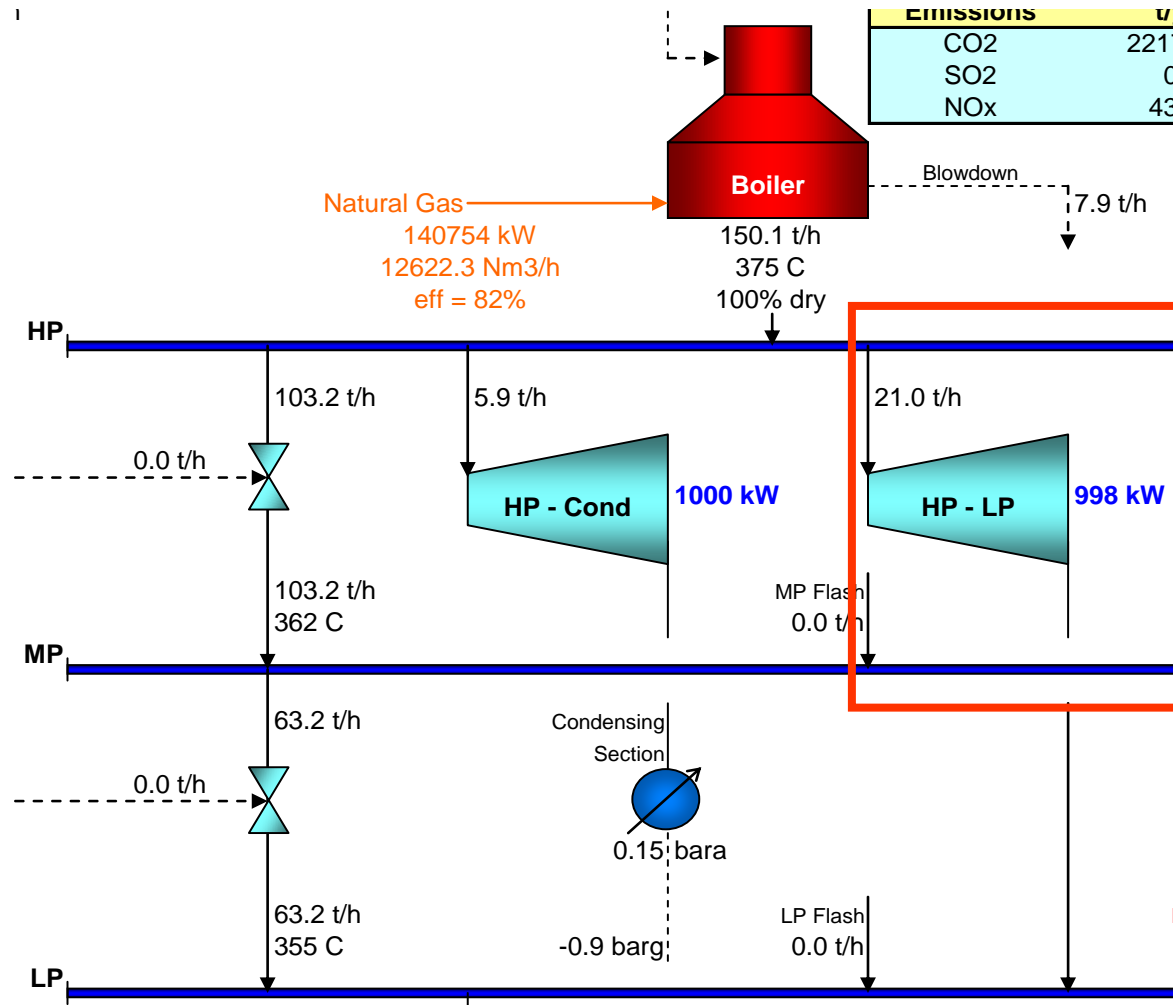
Option 3 - Minimum power generation

1500 kW

Option 3 - Maximum power generation

2500 kW

Analiza SSAT – Turbina cu Abur ÎP-JP



SSAT – Puterea arborelui
(Eficiența generatorului = 100%)

Proiect 7 SSAT– Turbina cu Abur ÎP-JP

Project 7 - HP to LP Steam Turbine(s)

Efficiency : 35% Operation : Operates with fixed steam flow

Do you wish to modify the HP to LP turbine operation?

Yes, modify operation of existing turbine



If yes, select the appropriate turbine operating mode

Option 2 - Fixed operation



Note: If Option 1 is chosen, the model will preferentially use the HP to LP turbine to balance the LP demand

Specify a new isentropic efficiency (%)

35 %

Note: A generator electrical efficiency of 100% is assumed by the model

Note: Isentropic efficiency of existing turbine is 35%

Option 2 - How do wish to define the fixed turbine operation?

Specify fixed steam flow



Option 2 - Fixed steam flow

42 t/h

Option 2 - Fixed power generation

2000 kW

Option 3 - How do wish to define the operating range?

Option 3 not selected



Option 3 - Minimum steam flow

25 t/h

Option 3 - Maximum steam flow

75 t/h

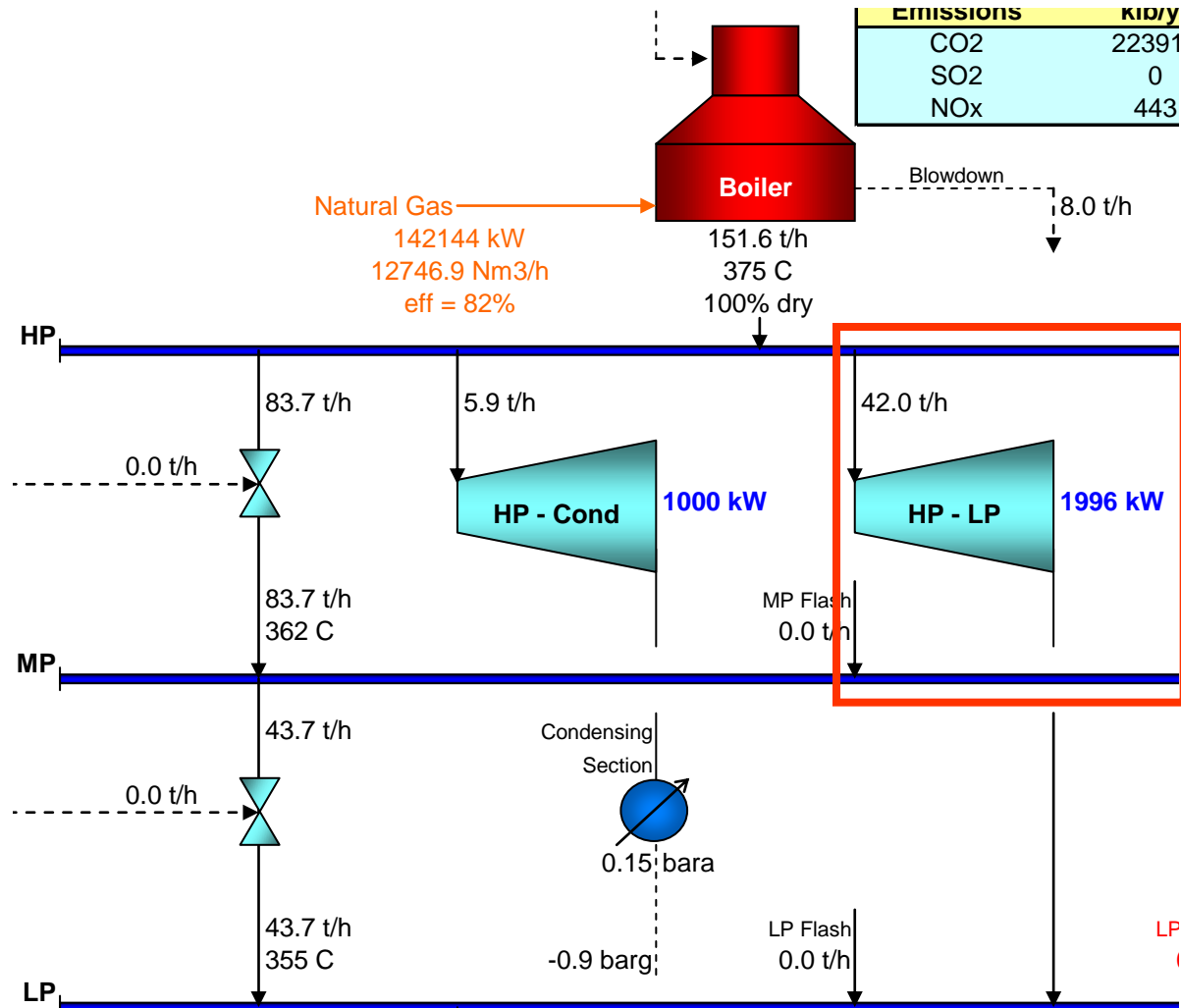
Option 3 - Minimum power generation

1500 kW

Option 3 - Maximum power generation

2500 kW

Proiect 7 SSAT– Turbina cu Abur ÎP-JP



SSAT – puterea arborelui (Eficiența generatorului = 100%)

Proiect 7 SSAT– Turbina cu Abur ÎP-JP

Results Summary

SSAT 3 Header Experts Training Example

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	4,380	3,506	874	20.0%
Fuel Cost	110,572	111,663	-1,091	-1.0%
Make-Up Water Cost	421	425	-4	-0.9%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	115,373	115,594	-221	-0.2%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	221726 t/yr	223914 t/yr	-2188 t/yr	-1.0%
SOx Emissions	0 t/yr	0 t/yr	0 t/yr	N/A
NOx Emissions	439 t/yr	443 t/yr	-4 t/yr	-1.0%

Power Station Emissions	Reduction After Projects		Total Reduction	
CO2 Emissions	6225 t/yr		4036 t/yr	-
SOx Emissions	19 t/yr		19 t/yr	-
NOx Emissions	14 t/yr		10 t/yr	-

Note - Calculates the impact of the change in site power import on emissions from an external power station. Total reduction values are for site + power station

Utility Balance	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Generation	1998 kW	2996 kW	-	-
Power Import	5000 kW	4002 kW	998 kW	20.0%
Total Site Electrical Demand	6998 kW	6998 kW	-	-
Boiler Duty	140754 kW	142144 kW	-1389 kW	-1.0%
Fuel Type	Natural Gas	Natural Gas	-	-
Fuel Consumption	12622.3 Nm3/h	12746.9 Nm3/h	-124.6 Nm3/h	-1.0%
Boiler Steam Flow	150.1 t/h	151.6 t/h	-1.5 t/h	-1.0%
Fuel Cost (in \$/MWh)	89.68	89.68	-	-
Power Cost (as \$/MWh)	100.00	100.00	-	-
Make-Up Water Flow	73 m3/h	74 m3/h	-1 m3/h	-0.9%

Proiect 7 SSAT– Turbina cu Abur ÎP-JP

- Diferența dintre un sistem de calcul “Manual” vizavi de un sistem de calcul “Model” poate fi semnificativă, atunci când merge vorba de un proiect de tip cogenerare
- Rezultatele “Modelului” sunt foarte precise
 - Utilizați o Abordare Sistematică și nu doar ca o componentă
 - Impactul temperaturii condensatului
 - Impactul purjării, debitul de abur a degazorului, apa de adaos, etc.
 - Completează detaliat fluxul de masă, energie și balanței economice
- Întotdeauna utilizați un model de Sistem bazat pe analiză

Influența Costului Energiei Electrice

- Costul energiei electrice este majorat de la 0.10 \$/kWh la 0.125 \$/kWh

Results Summary

SSAT 3 Header Experts Training Example

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	5,475	4,382	1,093	20.0%
Fuel Cost	110,572	111,663	-1,091	-1.0%
Make-Up Water Cost	421	425	-4	-0.9%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	116,468	116,470	-2	0.0%

Utility Balance	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Generation	0 kW	998 kW	-	-
Power Import	5000 kW	4002 kW	998 kW	20.0%
Total Site Electrical Demand	5000 kW	5000 kW	-	-
Boiler Duty	140753 kW	142144 kW	-1392 kW	-1.0%
Fuel Type	Natural Gas	Natural Gas	-	-
Fuel Consumption	12622.2 Nm3/h	12747 Nm3/h	-124.8 Nm3/h	-1.0%
Boiler Steam Flow	150.1 t/h	151.6 t/h	-1.5 t/h	-1.0%
Fuel Cost (in \$/MWh)	89.68	89.68	-	-
Power Cost (as \$/MWh)	125.00	125.00	-	-
Make-Up Water Flow	76 m3/h	77 m3/h	-1 m3/h	-0.9%

Influența Costului Combustibilului

- Costul combustibilului este redus de la 1.0 \$/Nm³ (\$25 per GJ) la \$0.5 \$/Nm³ (\$12.5 per GJ)

Results Summary

SSAT 3 Header Experts Training Example

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	4,380	3,506	874	20.0%
Fuel Cost	55,286	55,831	-546	-1.0%
Make-Up Water Cost	421	425	-4	-0.9%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	60,087	59,763	325	0.5%

Utility Balance	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Generation	0 kW	998 kW	-	-
Power Import	5000 kW	4002 kW	998 kW	20.0%
Total Site Electrical Demand	5000 kW	5000 kW	-	-
Boiler Duty	140753 kW	142144 kW	-1392 kW	-1.0%
Fuel Type	Natural Gas	Natural Gas	-	-
Fuel Consumption	12622.2 Nm3/h	12747 Nm3/h	-124.8 Nm3/h	-1.0%
Boiler Steam Flow	150.1 t/h	151.6 t/h	-1.5 t/h	-1.0%
Fuel Cost (in \$/MWh)	44.84	44.84	-	-
Power Cost (as \$/MWh)	100.00	100.00	-	-
Make-Up Water Flow	76 m3/h	77 m3/h	-1 m3/h	-0.9%

Influența Combustibilului

- Influența combustibilului: cărbunele este la prețul of \$170 pe tonă (\$5.4 per GJ) înlocuit de gaz metan (1.0 \$/Nm³; \$25.0 pe GJ)
- Eficiența cazanului acum este de 86.7% (pentru cărbune) vizavi de 81.7% (pentru gaz metan)

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	4,380	3,506	874	20.0%
Fuel Cost	22,299	22,519	-220	-1.0%
Make-Up Water Cost	421	425	-4	-0.9%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	27,101	26,450	650	2.4%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	360803 t/yr	364364 t/yr	-3561 t/yr	-1.0%
SOx Emissions	2621 t/yr	2647 t/yr	-26 t/yr	-1.0%
NOx Emissions	1007 t/yr	1017 t/yr	-10 t/yr	-1.0%

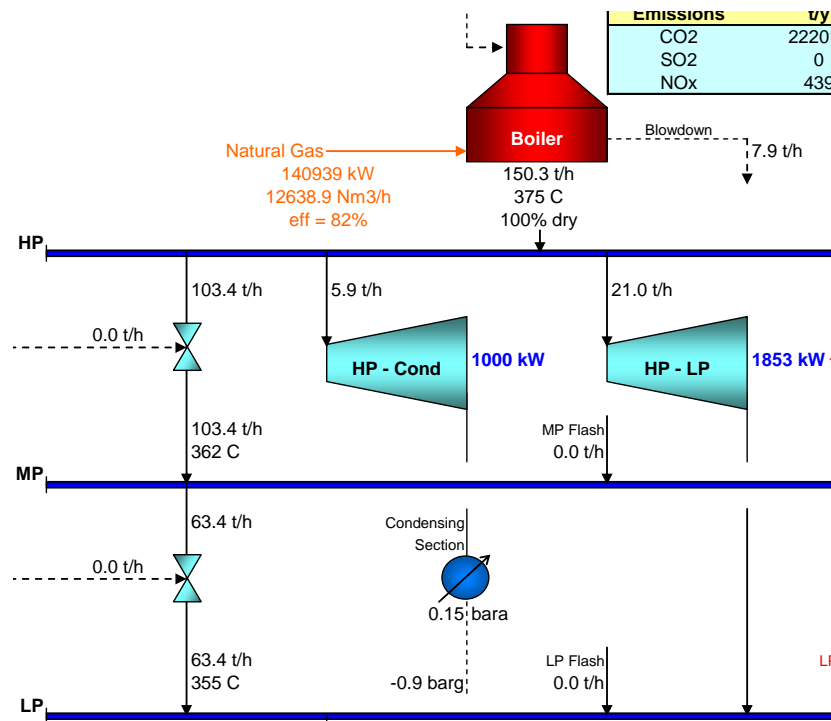
Power Station Emissions	Reduction After Projects		Total Reduction	
CO2 Emissions	6225 t/yr		2664 t/yr	-
SOx Emissions	19 t/yr		-7 t/yr	-
NOx Emissions	14 t/yr		4 t/yr	-

Note - Calculates the impact of the change in site power import on emissions from an external power station. Total reduction values are for site + power station

Utility Balance	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Generation	1998 kW	2996 kW	-	-
Power Import	5000 kW	4002 kW	998 kW	20.0%
Total Site Electrical Demand	6998 kW	6998 kW	-	-
Boiler Duty	132645 kW	133954 kW	-1309 kW	-1.0%
Fuel Type	Typical Eastern Coal (Bituminous)	Typical Eastern Coal (Bituminous)	-	-
Fuel Consumption	15 t/h	15.1 t/h	-0.1 t/h	-0.7%
Boiler Steam Flow	150.1 t/h	151.6 t/h	-1.5 t/h	-1.0%
Fuel Cost (in \$/MWh)	19.19	19.19	-	-
Power Cost (as \$/MWh)	100.00	100.00	-	-
Make-Up Water Flow	73 m3/h	74 m3/h	-1 m3/h	-0.9%

Îmbunătățirea Randamentului Turbinei

- Eficiența izentropică a turbinei este acum 65% în schimbul a 35%

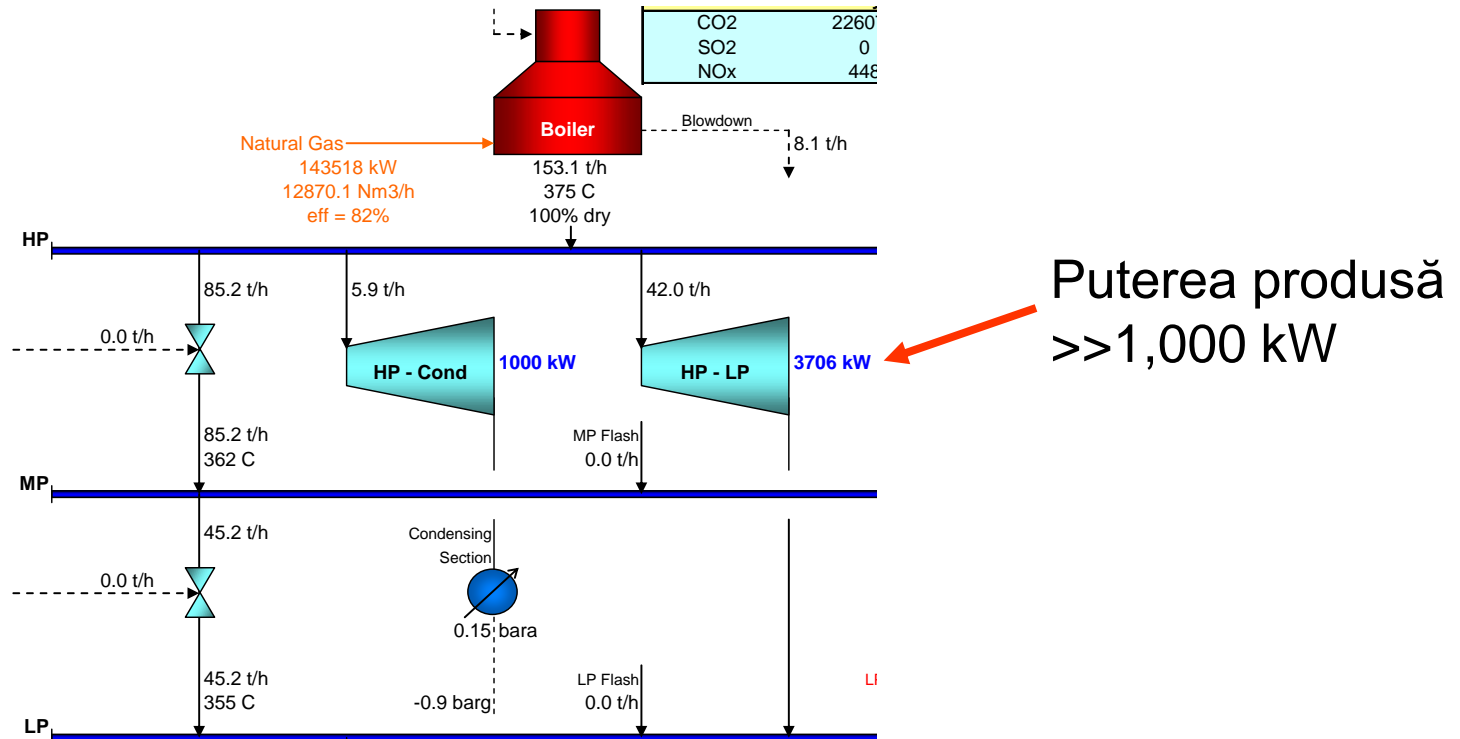


Puterea produsă este >>1,000 kW

- Turbina cu o eficiență mărită produce mai mult abur, astfel încât se reduce entalpia aburului la evacuare
 - Rezultând o majorare a producerii de abur de către cazane!

Îmbunătățirea Randamentului Turbinei

- Eficiența adiabatică a turbinei este acum 65% în loc de 35%



- Datorită majorării eficienței turbinei se extrage mai mult abur, și prin urmare se reduce entalpia aburului la ieșire

- Rezultînd o producere mai mare de abur de către cazane!

Îmbunătățirea Randamentului Turbinei

- Eficiența adiabatică a turbinei este acum 65% în loc de 35%

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	4,380	2,757	1,623	37.1%
Fuel Cost	110,716	112,742	-2,026	-1.8%
Make-Up Water Cost	422	428	-7	-1.6%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	115,518	115,927	-409	-0.4%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	222016 t/yr	226078 t/yr	-4062 t/yr	-1.8%
SOx Emissions	0 t/yr	0 t/yr	0 t/yr	N/A
NOx Emissions	439 t/yr	448 t/yr	-8 t/yr	-1.8%

Power Station Emissions	Reduction After Projects		Total Reduction	
CO2 Emissions	11561 t/yr		7498 t/yr	-
SOx Emissions	36 t/yr		36 t/yr	-
NOx Emissions	26 t/yr		18 t/yr	-

Note - Calculates the impact of the change in site power import on emissions from an external power station. Total reduction values are for site + power station

Utility Balance	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Generation	2853 kW	4706 kW	-	-
Power Import	5000 kW	3147 kW	1853 kW	37.1%
Total Site Electrical Demand	7853 kW	7853 kW	-	-
Boiler Duty	140939 kW	143518 kW	-2579 kW	-1.8%
Fuel Type	Natural Gas	Natural Gas	-	-
Fuel Consumption	12638.9 Nm3/h	12870.1 Nm3/h	-231.2 Nm3/h	-1.8%
Boiler Steam Flow	150.3 t/h	153.1 t/h	-2.8 t/h	-1.8%
Fuel Cost (in \$/MWh)	89.68	89.68	-	-
Power Cost (as \$/MWh)	100.00	100.00	-	-
Make-Up Water Flow	73 m3/h	74 m3/h	-1 m3/h	-1.6%

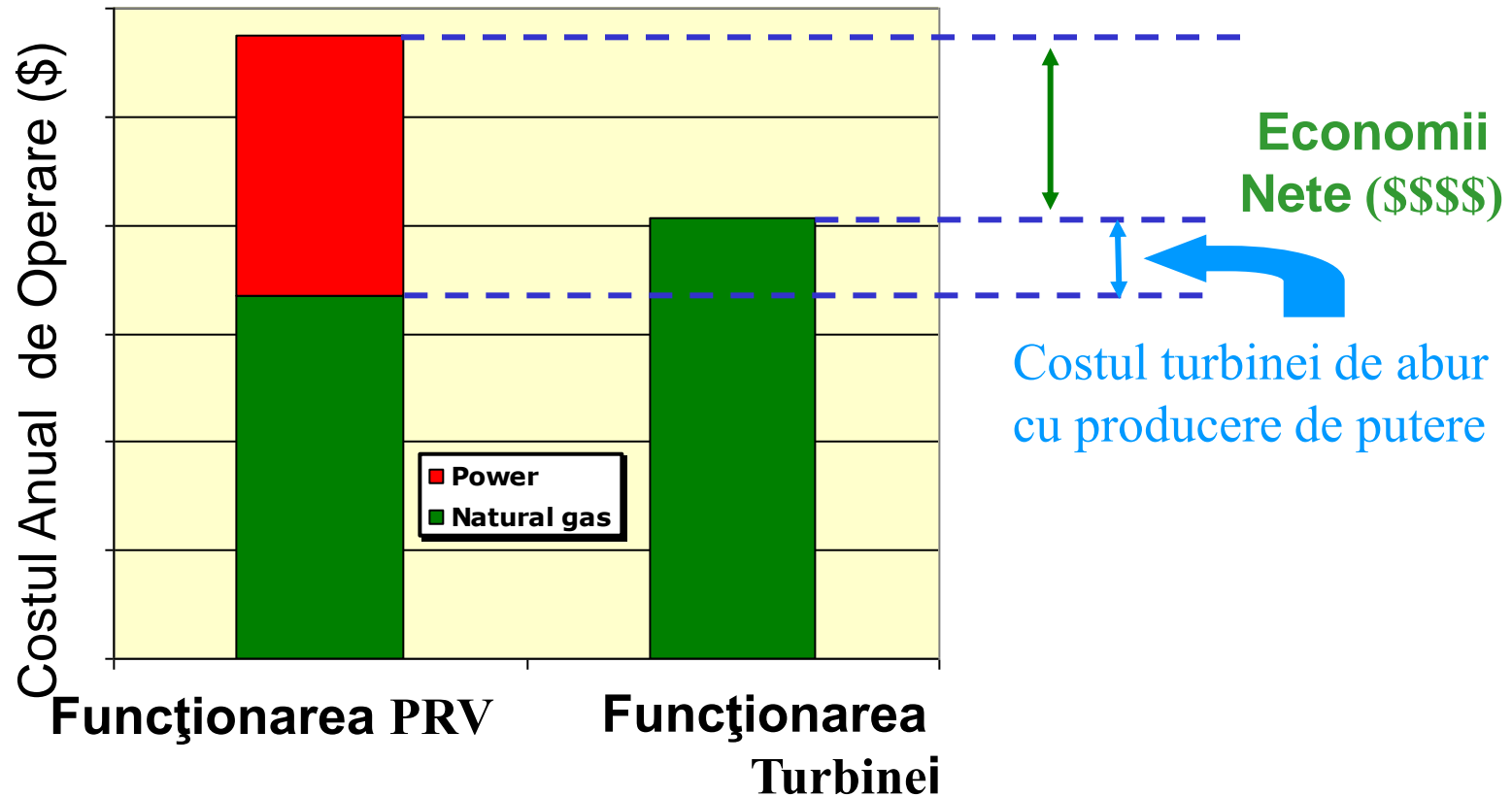
Turbine – Informație Rezumativă a PRV

- Aceste exemple indică importanța critică de precizie a parametrului de influență

Cost de putere (\$/kWh)	Cost combustibil (\$/GJ)	Eficiența cazanului (%)	SSAT Eficiența cazanului (%)	Puterea adițională (kW)	Abur adițional (Tph)	Economii de cost (\$K/yr)
0.100	25.0	35.0	81.7	998	1.5	(221)
0.125	25.0	35.0	81.7	998	1.5	(2)
0.100	12.5	35.0	81.7	998	1.5	325
0.100	5.4	35.0	86.7	998	1.5	650
0.100	25.0	65.0	81.7	1,853	2.8	(409)

- Este foarte important să se efectueze această analiză, pentru fiecare instalație în parte
 - Fiecare facilitate este unică în felul ei și necesită o abordare detaliată înainte de implementarea proiectelor de îmbunătățire

Economia Turbinei cu Contrapresiune



Variabile pentru Aplicațiile Industriale

- Debitul de abur constant
- Abur furnizat la presiune înaltă
- Supapă de reducere a presiunii atmosferice (PRV)
- Sistem colector de abur multiplu
- Cerere simultană de energie (putere) și abur
- Durată majorată de timp



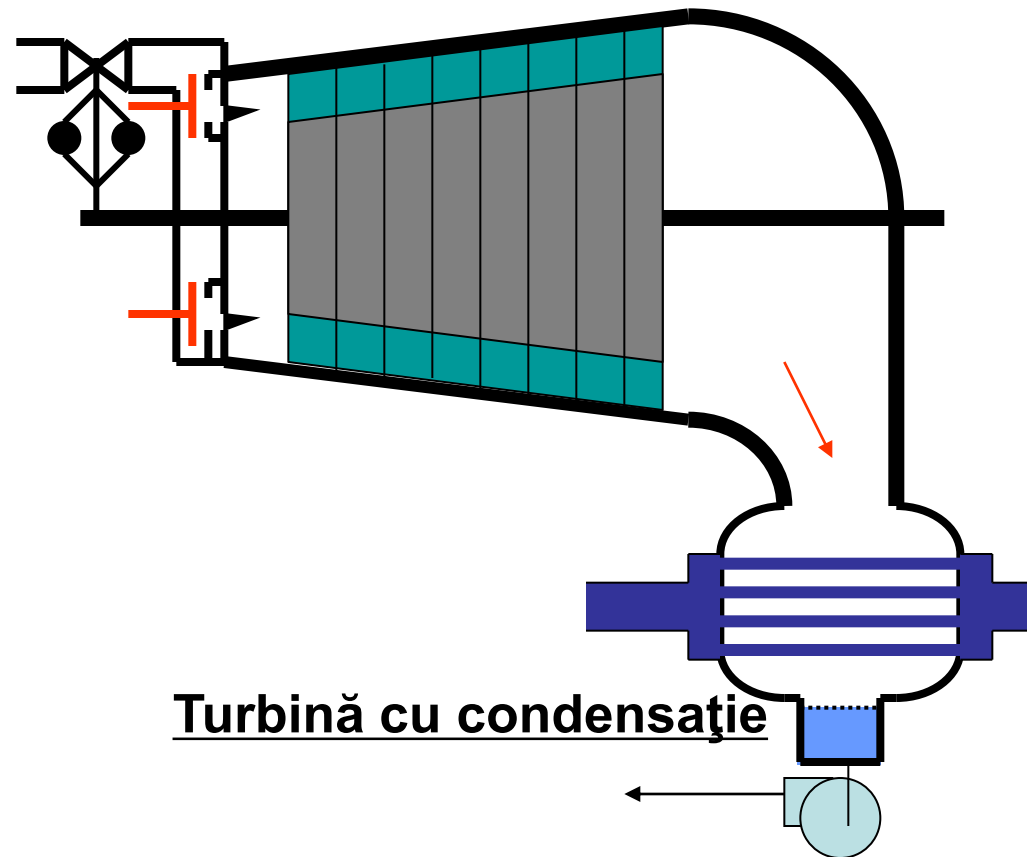
Puncte cheie / Itemi de acțiune

1. *Turbinele cu contrapresiune sunt utilizate în loc de stațiile de reducere a presiunii*
2. *Eficiența turbine NU reprezintă prima lege a eficienței, însă este o comparare a eficienței reale a unei turbine și a eficienței ideale*
3. *Operațiunile continue a cererii simultane de energie termică și electrică, sunt candidaturi eficiente pentru turbinele cu contrapresiune*
4. *Fiecare oportunitate de analiză este unică în felul ei, și depinde de diverși factori, de exploatare, economici, etc.*
5. *Analiza turbinei va necesita un model termodinamic solid pentru sistemul de abur*

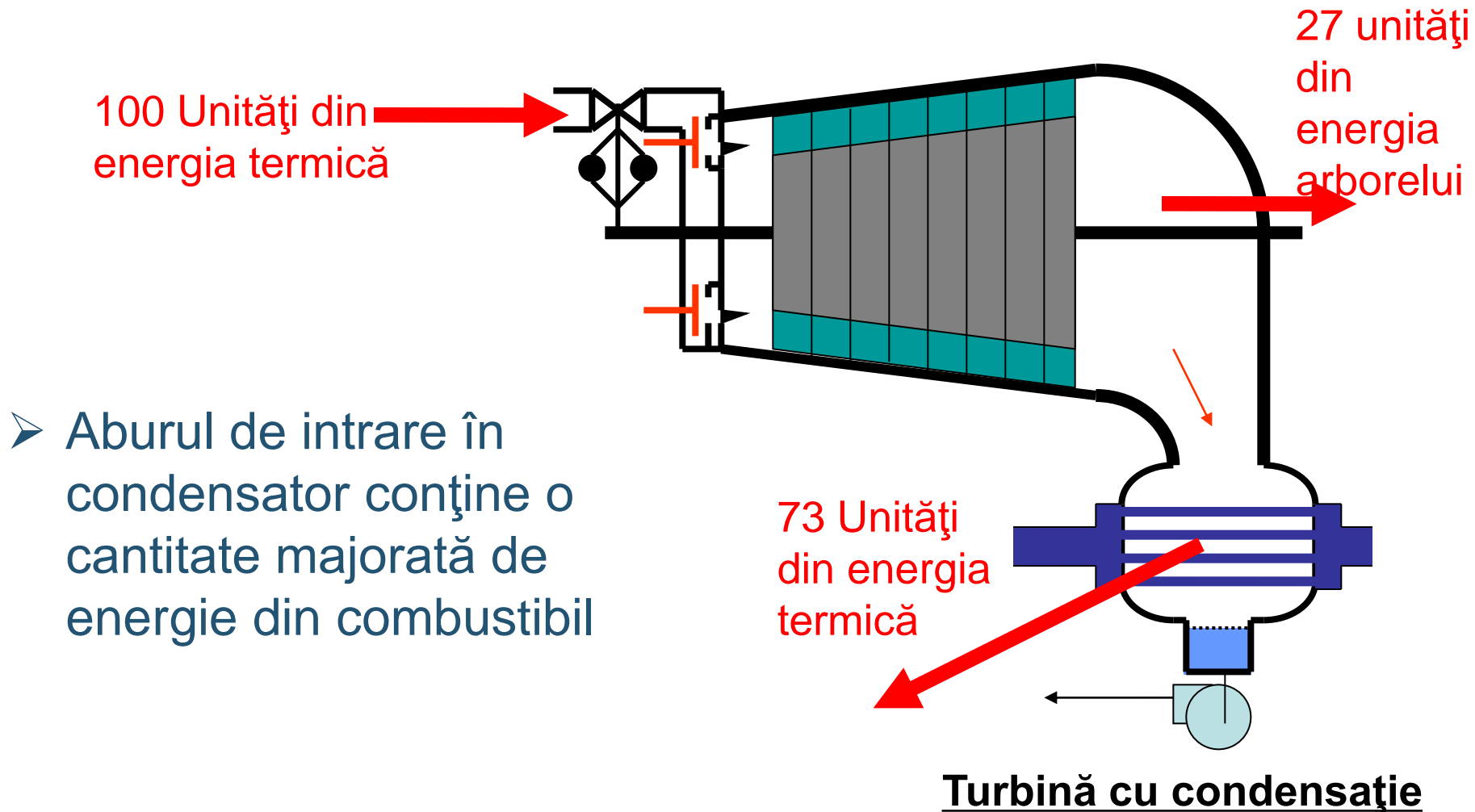


Turbinele cu abur cu Condensație

- Presiunea aburului la ieșire din turbina din condensație este mai mică decât presiunea atmosferică
 - Aburul va fi condensat spre pompă, după care se reîntoarce în cazan
 - Calitatea aburului la ieșire este mul mai mare de 90%

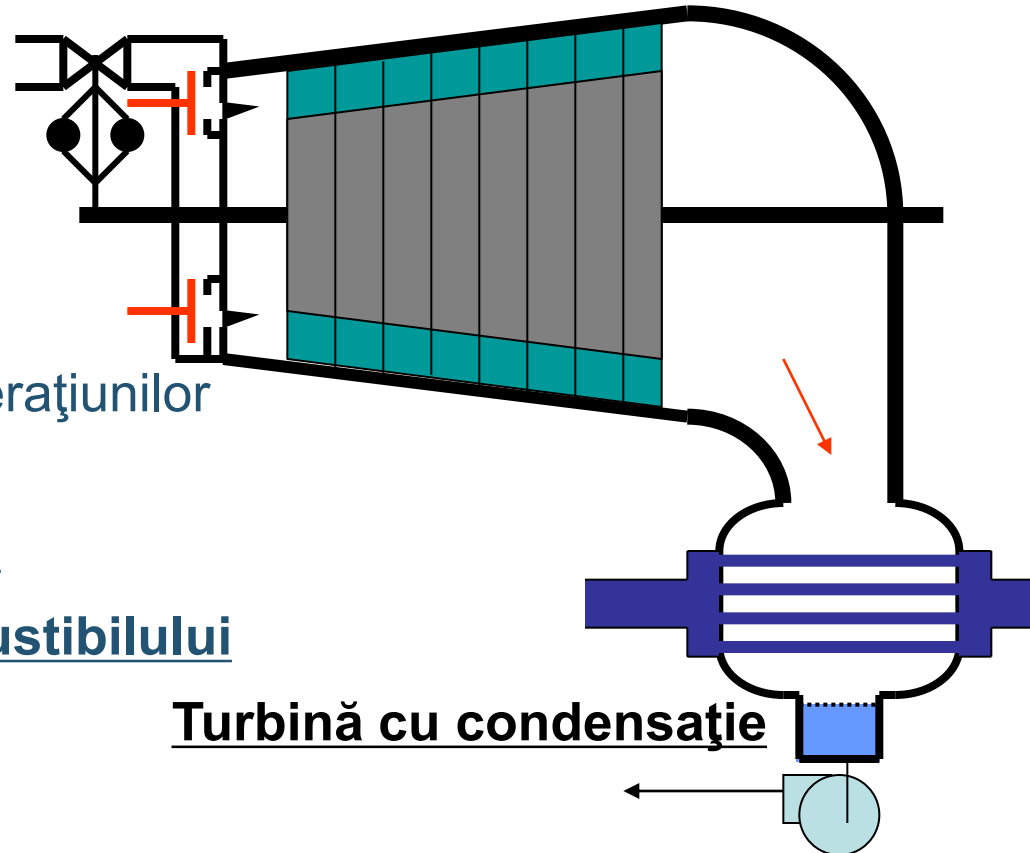


Turbinele cu abur cu Condensație



Sursa: US DOE ITP Steam BestPractices Program

Turbinele cu abur cu Condensație



Turbină cu condensatie

- Factorii primari de influență a operațiunilor turbinei cu condensatie sunt:
- Costul de achiziție a puterii
 - Costul de achiziție a combustibilului
 - Eficiența turbinei
 - Eficiența cazanului
 - Presiunea la ieșire din turbină

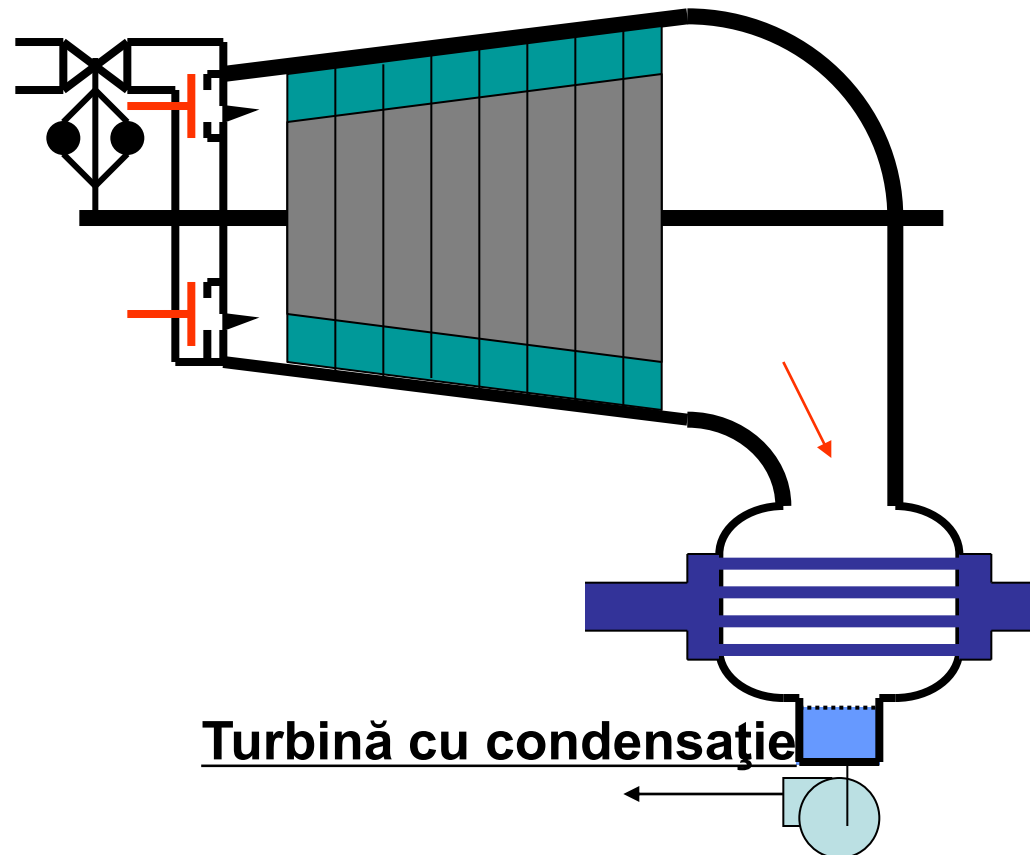
Turbinele cu abur cu Condensație

➤ Reducerile de eficiență pot rezulta din:

- Depozitarea paletelor
- Eroziunea paletelor
- Sigilarea exteriorului
- Aburului umed
- Laminare

➤ Eficiența îmbunătățirilor poate rezulta, din

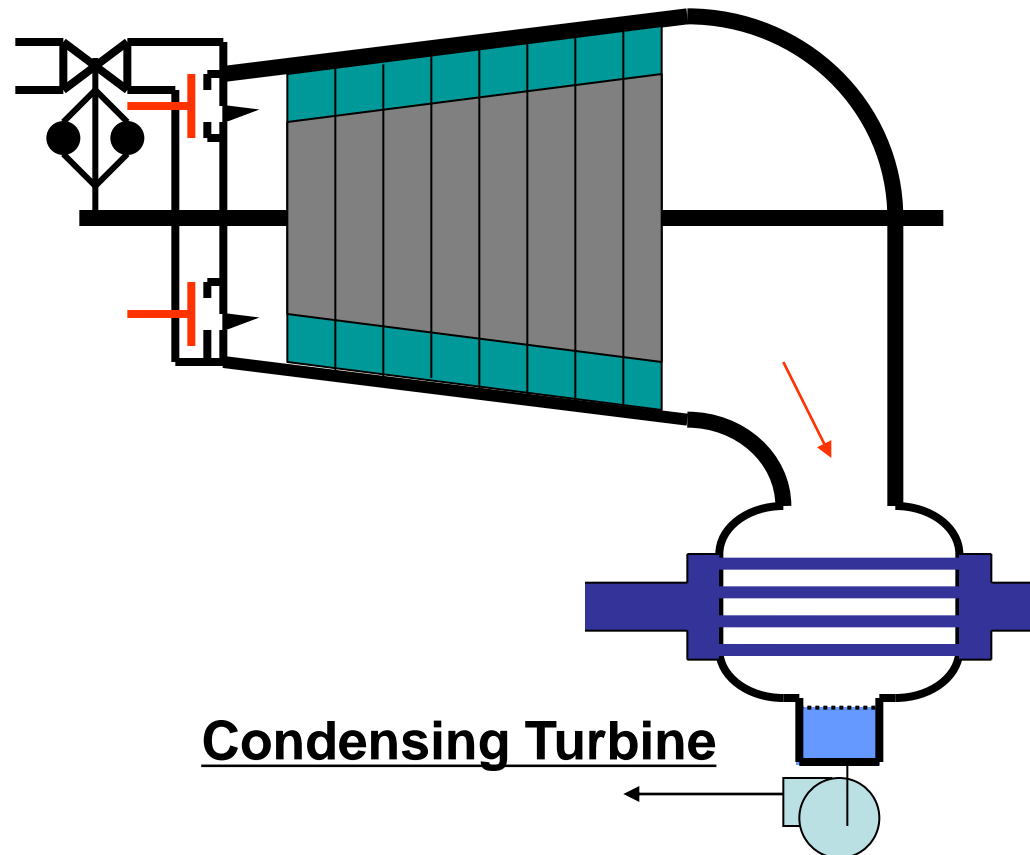
- Reaplasarea paletelor
- Puncte de îmbunătățire
- Înlocuirea turbinei
- Majorarea sarcinii



Sursa: US DOE ITP Steam BestPractices Program

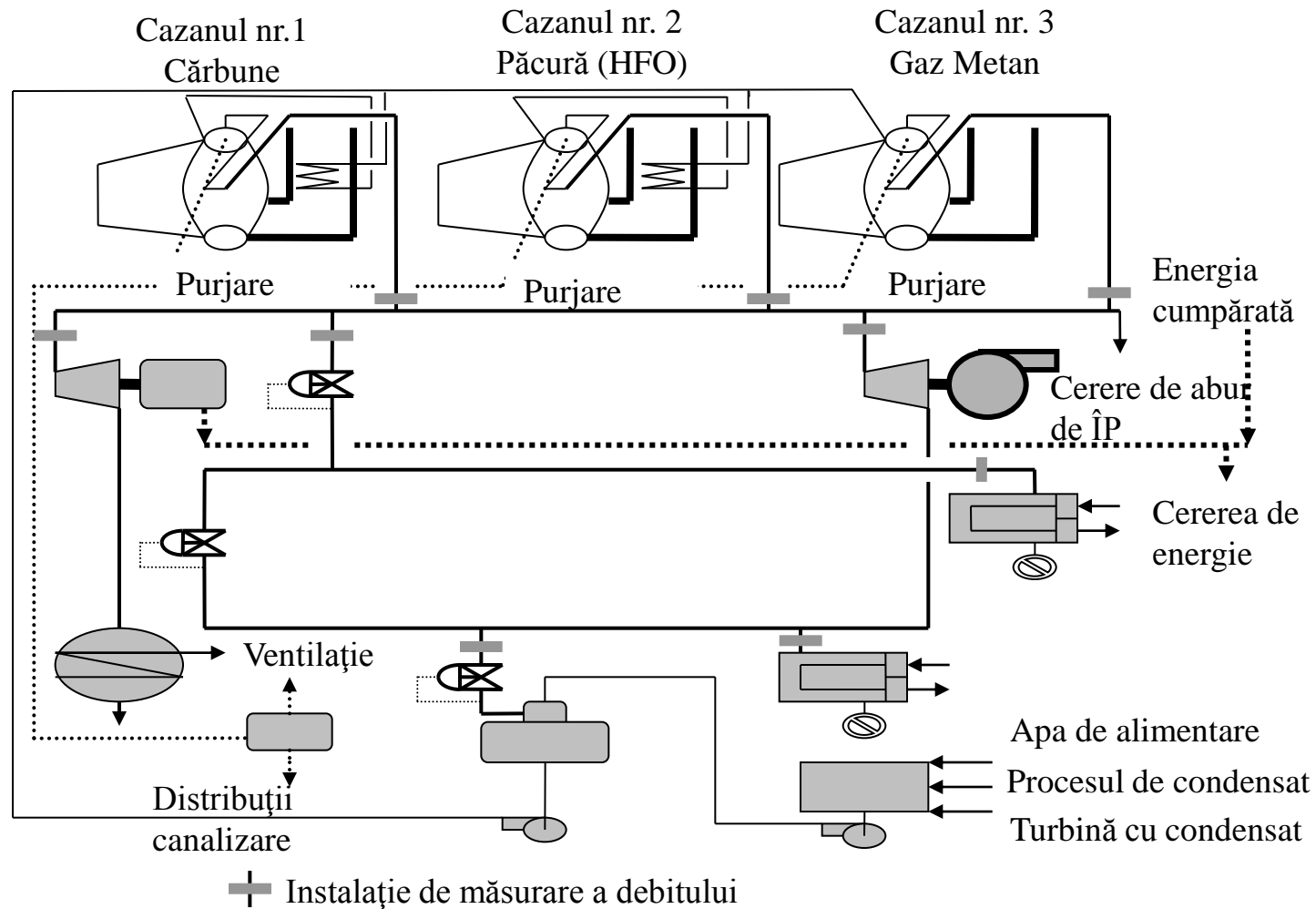
Turbinele cu abur cu Condensație

- Condenser pressure can be reduced (improved) by
 - Eliminarea gazelor necondensabile din condensator
 - Curățarea condensatorului
 - Aprovizionarea condensatorului cu apă la temperaturi reduse
 - Aprovizionarea condensatorului cu apă de răcire suplimentară



Sursa: US DOE ITP Steam BestPractices Program

Sistemul de Abur



Proiect 10 SSAT – Turbine cu Abur cu Condensație

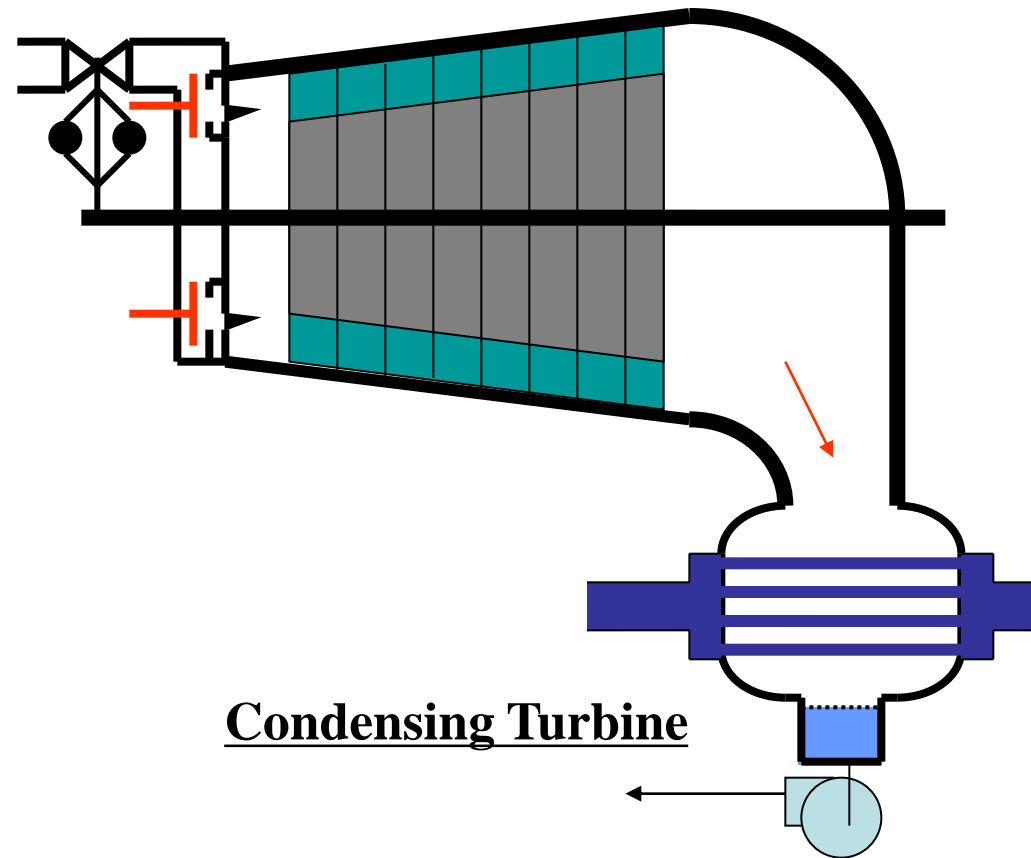
Project 10 - HP to Condensing Steam Turbine(s) Efficiency : 65% Operation : Operates at fixed power generation		
Do you wish to modify the HP to condensing turbine operation?		
		No, maintain current operation ▼
If yes, enter a new isentropic efficiency (%)	70 %	
Note: A generator electrical efficiency of 100% is assumed by the model Note: Isentropic efficiency of existing turbine is 65%		
If yes, select the units to specify the condenser pressure		bara ▼
New condenser pressure (bara)	0.15	
Note: Existing condenser pressure is 0.15 bara		
If yes, select the new mode of operation		Option 1 - Fixed power generation ▼
Option 1 - Fixed power generation	1000 kW	
Option 2 - Fixed steam flow	25 t/h	

- Implementarea Proiectului 10 a SSAT va implica schimbări majore în cererea de abur
 - Fiți foarte atenți la evaluarea acestui proiect

Proiect 10 SSAT – Turbine cu Abur cu Condensație

➤ SSAT permite:

- Adăugarea unei turbine cu condensație
- Modificarea aspectelor majore a unei turbine existente
 - Eficiența izentropă
 - Presiunea de ieșire
 - Sarcină
 - Debit
 - Putere
- Eliminarea operațiunilor turbinei



Proiect 10 SSAT – Turbine cu Abur cu Condensație

Project 10 - HP to Condensing Steam Turbine(s) Efficiency : 65% Operation : Operates at fixed power generation		
---	--	--

Do you wish to modify the HP to condensing turbine operation?	Yes, switch off existing turbine	▼
---	----------------------------------	---

If yes, enter a new isentropic efficiency (%)	70 %	
Note: A generator electrical efficiency of 100% is assumed by the model Note: Isentropic efficiency of existing turbine is 65%		

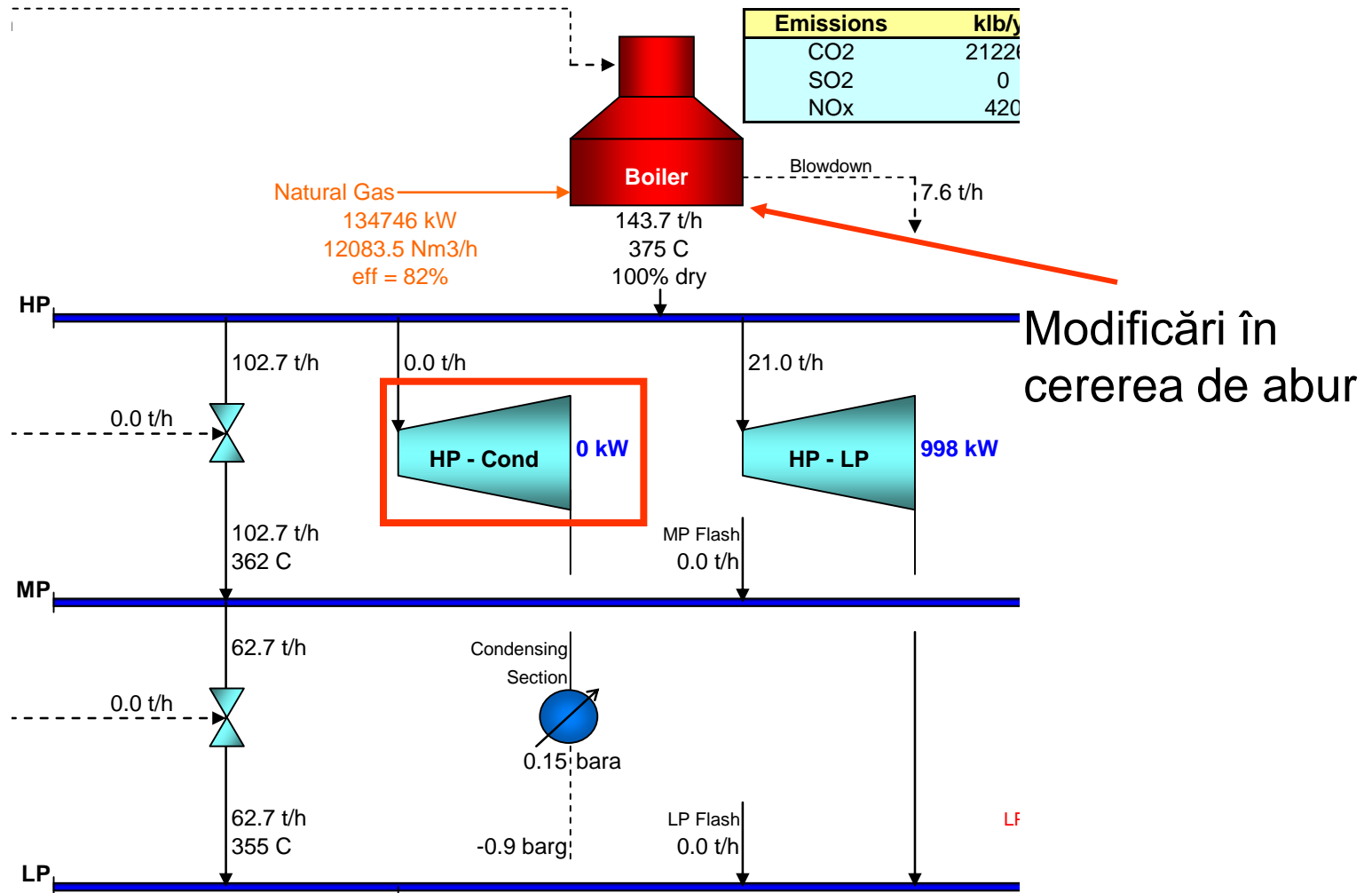
If yes, select the units to specify the condenser pressure	bara	▼
New condenser pressure (bara)	0.15	
Note: Existing condenser pressure is 0.15 bara		

If yes, select the new mode of operation	Not installed	▼
--	---------------	---

Option 1 - Fixed power generation	1000 kW	
Option 2 - Fixed steam flow	25 t/h	

➤ Influența deconectărilor asupra turbinelor cu condensație

Proiect 10 SSAT – Turbine cu Abur cu Condensație



Proiect 10 SSAT – Turbine cu Abur cu Condensație

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	4,380	5,256	-876	-20.0%
Fuel Cost	110,572	105,851	4,720	4.3%
Make-Up Water Cost	421	420	2	0.5%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	115,373	111,527	3,846	3.3%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	221726 t/yr	212260 t/yr	9465 t/yr	4.3%
SOx Emissions	0 t/yr	0 t/yr	0 t/yr	N/A
NOx Emissions	439 t/yr	420 t/yr	19 t/yr	4.3%

Power Station Emissions	Reduction After Projects	Total Reduction	
CO2 Emissions	-6238 t/yr	3227 t/yr	-
SOx Emissions	-19 t/yr	-19 t/yr	-
NOx Emissions	-14 t/yr	5 t/yr	-

Note - Calculates the impact of the change in site power import on emissions from an external power station. Total reduction values are for site + power station

Utility Balance	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Generation	1998 kW	998 kW	-	-
Power Import	5000 kW	6000 kW	-1000 kW	-20.0%
Total Site Electrical Demand	6998 kW	6998 kW	-	-
Boiler Duty	140754 kW	134746 kW	6009 kW	4.3%
Fuel Type	Natural Gas	Natural Gas	-	-
Fuel Consumption	12622.3 Nm3/h	12083.5 Nm3/h	538.8 Nm3/h	4.3%
Boiler Steam Flow	150.1 t/h	143.7 t/h	6.4 t/h	4.3%
Fuel Cost (in \$/MWh)	89.68	89.68	-	-
Power Cost (as \$/MWh)	100.00	100.00	-	-
Make-Up Water Flow	73 m3/h	73 m3/h	0 m3/h	0.5%

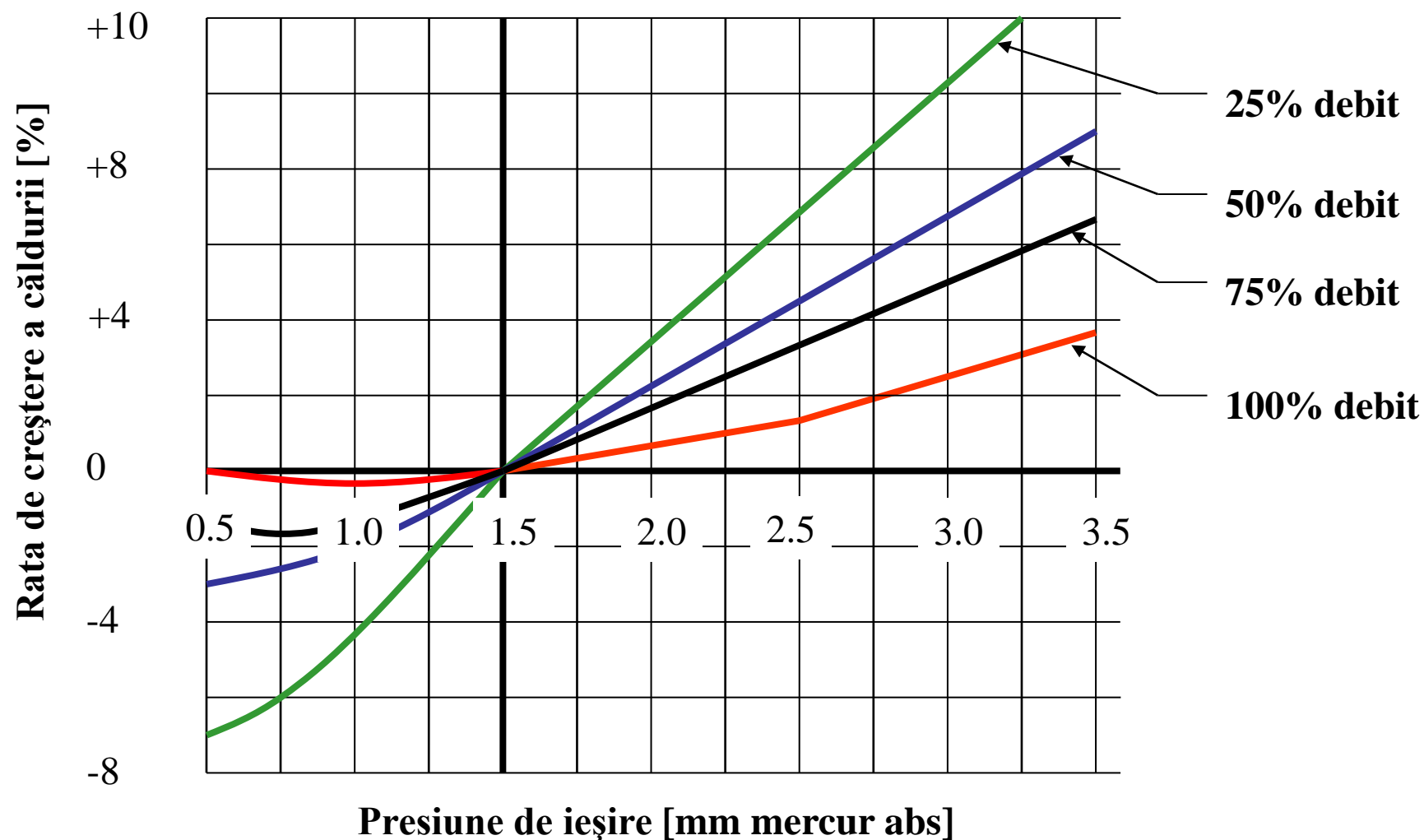
Performanța Turbinei cu Condensație

Impactul Costului Puterii Turbinei cu condensație			
Costul Combustibilului [\$/GJ]	Impactul costului asupra puterii de condensație [\$/MWh]		
	Eficiența adiabatică a turbinei [%]		
	40	60	80
2.0	56	39	30
4.0	111	78	60
6.0	167	116	89
8.0	223	155	119
10.0	278	194	149
12.0	334	233	179
Abur de intrare	25	bars	
Abur de intrare	375	°C	
Abur de ieșire	0.1	bar(a)	

Condensing Turbine Pressure Effect

- Ar trebui remarcat faptul că o presiune minimă se realizează în general în cazul în care se realizează utilizarea maximă a eficienței energetice
 - Cu alte cuvinte, există, în general, există un prag de presiune care reduce suplimentar presiunea de ieșire, prin urmare se obține o reducere a eficienței costurilor globale
 - Pierderile de viteză încep să fie excesive
 - Aceasta depinde considerabil de construcția turbinei
 - Majorarea suprafețelor de trecere a debitului de abur reduc semnificativ pierderile
 - Condensul este returnat la cazan, la temperaturi mai mici
 - Configurația este comună pentru 1.5 inche de mercur absolut (0.74 psia) pentru presiunea condensatorului

Efectul Presiunii asupra Turbinei cu Condensație



Puncte cheie / Itemi de acțiune



1. *Turbinele cu condensatie sunt strict utilizate pentru generarea puterii sau punerea în acțiune a echipamentelor mecanice*
2. *Acestea servesc drept aplicații model în industrie*
3. *Turbinele cu abur oferă o putere maximă a arborelui pe unitate de debit de abur*
4. *Fiecare oportunitate a analizei este unică în felul ei și depinde de diverși factori de operare și economici*
5. *Analiza turbinei necesită un model al sistemului de abur standard termodinamic solid*



Exemple Practice Eficiente a Turbinei

- Procesul de integrare și de utilitate conduce la optimizarea energetică totală a instalației
- Instalarea turbinelor cu contrapresiune în paralel cu stațiile de reducere a presiunii și minimizarea curgerii debitului prin stațiile de reducere a presiunii
- Evaluarea aplicațiilor turbinelor cu contrapresiune pentru acționare mecanică directă
- Evaluarea turbinelor cu condensare și optimizarea operațiunilor, pentru a menține condițiile de proiectare
- Turbinele cu condensatie pot servi drept un mecanism de echilibru special în industriile de generare a aburului rezidual