

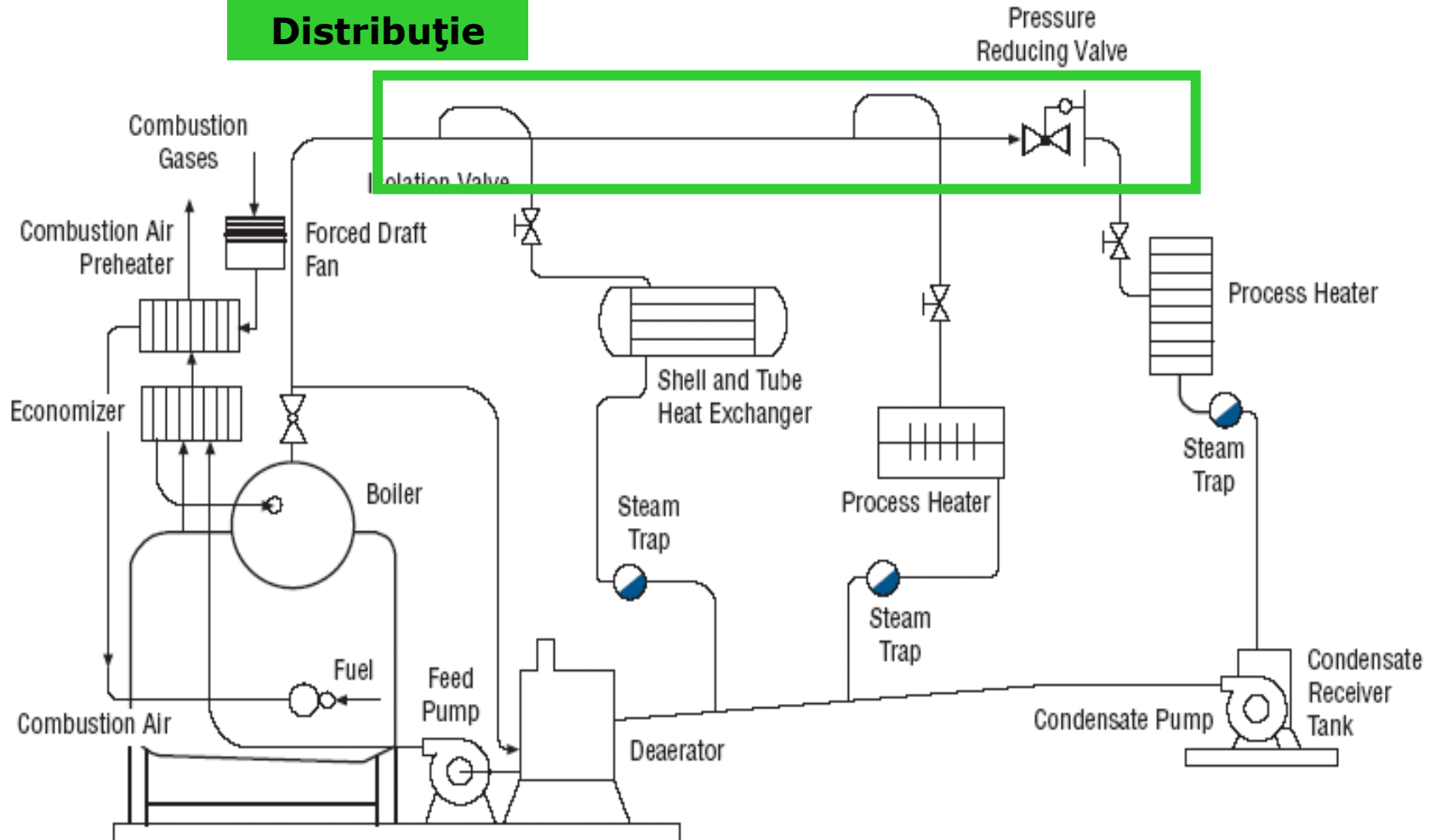
Capitolul 7

Optimizarea Distribuției într-un Sistem de Abur

Scurgeri de abur
Pierderi de căldură prin izolație

Un Sistem General de Abur

Distribuție



Source: US DOE ITP Steam BestPractices Program

Scurgeri de Abur

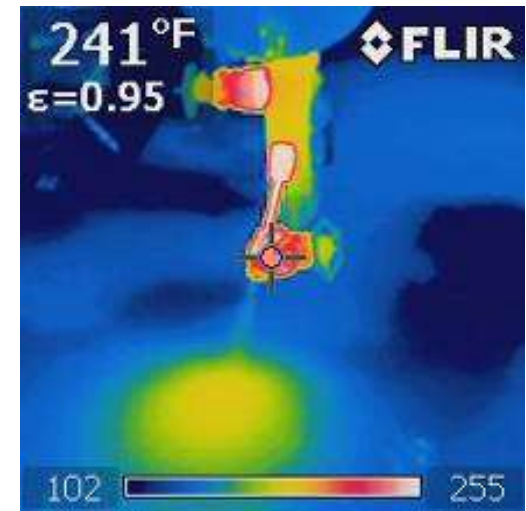
“Scurgerile de abur reprezintă o componentă esențială a sistemului meu, dacă eu nu le aud și nu le văd, Eu nu pot spune că sistemul meu funcționează!”

~ citatul unui consumator final



Scurgerile de abur

- Scurgerile de abur pot fi oriunde, însă cel mai des ele po fi întâlnite în următoarele diviziuni:
 - Îmbinări de flanșe și garnituri
 - În conducte
 - Ansambluri de supape și tije
 - Captatoare de abur
 - În supape
 - Defecțiunile conductelor, etc.
- În dependență de “mărimea” scurgerilor de abur sunt estimate informații sigure cu privire la rezolvarea imediată sau tardivă a problemei, pe parcursul unei deconectări viitoare sau actuale
- Defecțiunile de conducte (scurgerile de abur), prezintă adesea o "problemă de siguranță", care necesită o atenție

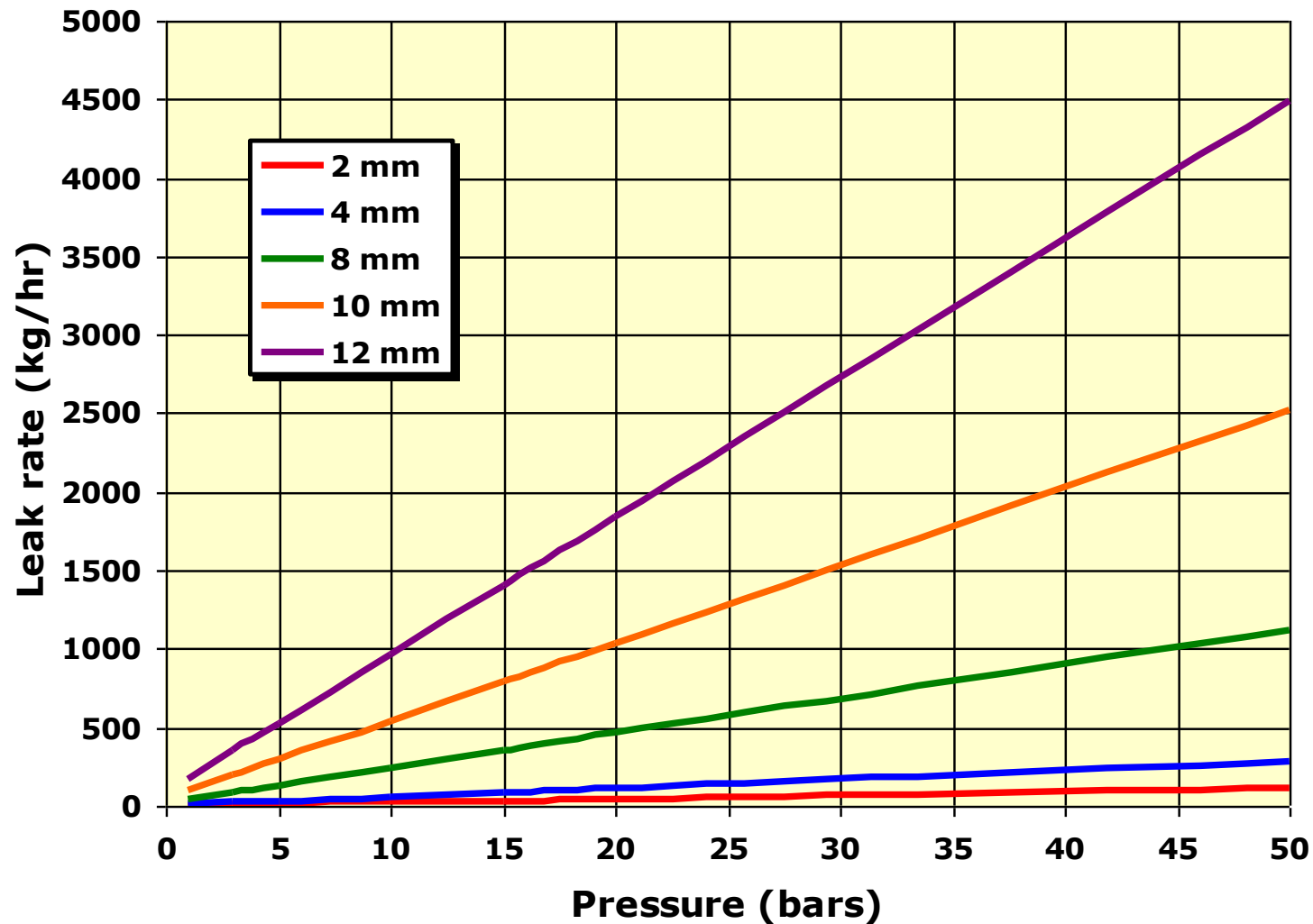


Scurgerile de Abur

- Metode de determinare a impactului economic a scurgerilor de abur
 - Utilizarea modelului de bază SSAT
 - Tendințe majore de pus în aplicare
 - Măsurări și calcule bazate pe ecuația de curgere a lui Napier
 - Măsurători efectuate cu tubul Pitot
 - Tehnici cu ultrasunete, instrumente specifice de măsurare și bazate pe documente (standard)
 - Alte metode echilibrate și diverse echipamente
- Scurgerile de condensat pot fi determinate prin metoda de sfarmîmare și cu ajutorul unui dispozitiv de măsurare



Scurgerile de abur



Scurgerile de abur

- Ecuația de curgere a aburului Napier

$$m_{steam} = 0.695 \times A_{orifice} \times P_{steam}$$

- Această ecuație este valabilă, pentru:

- Condiții de curgere a aburului: Presiune externă $< 0.51 \times P_{abur}$
- Coeficientul de descărcare = 0.695
- $A_{orificiu}$ este suprafața orificiului (sau scurgerii) în mm²
- P_{abur} este presiunea aburului în bari (absolută)

- Costurile scurgerilor de abur pot fi determinate înmulțind valoarea scurgerilor cu rata costului de abur

Exemplu unui Sistem de Abur

- Scurgerile de abur printr-un diametru al orificiului de ~4 mm printr-un colector cu presiunea 2 bari . Estimaarea cpstului scurgerilor de abur.
- Ecuația de curgerelui a lui Napier

$$m_{steam} = 0.695 \times A_{orifice} \times P_{steam}$$

$$m_{steam} = 0.695 \times 12.56 \times 3 = 26.2 \text{ kg / hr}$$

- Costul unitar al aburului: \$91.67 pe 1,000 kg

$$Leak \text{ Cost} = m_{steam} \times \kappa_{steam}$$

$$Leak \text{ Cost} = \frac{26.2 \times 47.34 \times 8,760}{1,000} \approx \$10,900 / \text{yr}$$

Proiectul 17 SSAT al Scurgerilor de Abur

- Numărul scurgerilor de abur estimate de modelul SSAT
 - Programul de menținere a scurgerilor de abur au fost estimate cu 6 luni în urmă
 - Numărul de scurgeri constituie 1% din numărul total de captatoare prezentate în secția “Quick Start – Începere rapidă”
 - Economii extrabrute estimate
- Numărul nou al scurgerilor de abur introdus de utilizator
 - Economii brute estimate
- Este recomandat utilizarea acestor metode doar pentru estimarea brută

Proiectul SSAT 1 pentru Scurgeri de abur

- Scurgerile de abur printr-un orificiu de ~4 mm prin colector. Estimarea costului scurgerilor de abur.
- Ecuația de curgere Napier:

$$m_{steam} = 0.695 \times A_{orifice} \times P_{steam}$$

$$m_{steam} = 0.695 \times 12.56 \times 3 = 26.2 \text{ kg / hr}$$

- Proiectul complet nr. 1– Economii cererii de abur pe colectorul respectiv unde au fost eliminate scurgerile

Proiectul SSAT 1 pentru Scurgeri de abur

Project 1 - Steam Demand Savings (Changing the process steam requirements)

Current use - HP: 20 t/h (12273 kW) MP: 40 t/h (26660 kW) LP: 70 t/h (50091 kW)

Do you wish to specify steam demand savings?

Yes



If yes, enter HP steam saving

0 t/h

If yes, enter MP steam saving

0 t/h

If yes, enter LP steam saving

0.0262 t/h

Note: A negative saving can be entered to model an increase in steam demand

Note: The savings have been converted to heat duties of 0 kW (HP), 0 kW (MP) and 19 kW (LP) based on current header enthalpies

Note: These heat duties are then used to determine the actual flow change in the Projects Model based on the calculated header enthalpies

Results Summary

SSAT Default 3 Header Metric Model Moldova Ex 5

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	6,132	6,132	0	0.0%
Fuel Cost	57,726	57,715	10	0.0%
Make-Up Water Cost	1,136	1,135	0	0.0%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	64,993	64,982	11	0.0%



Punctele cheie/ Itemi de acțiune

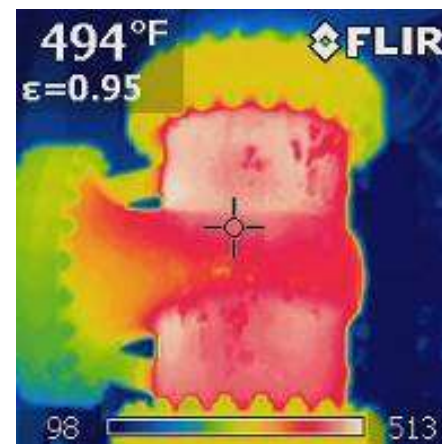
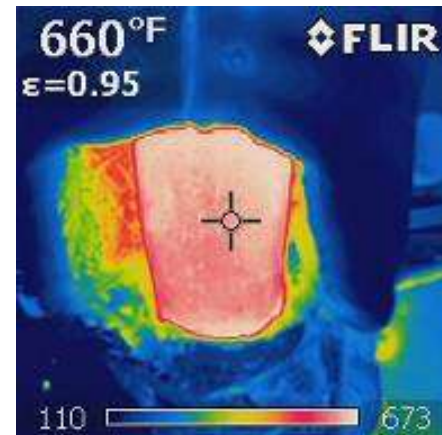
1. *Scurgerile de abur apar în toate centralele și un program managerial al scurgerilor va fi implementat în orice centrală industrială*
2. *În “măsura posibilităților” scurgerile de abur estimate pot prezenta informație suficientă cu privire la determinarea necesităților imediate sau tardive ale reparații lor pe parcursul unei deconectări viitoare sau actuale*



Izolarea Sistemului de Abur

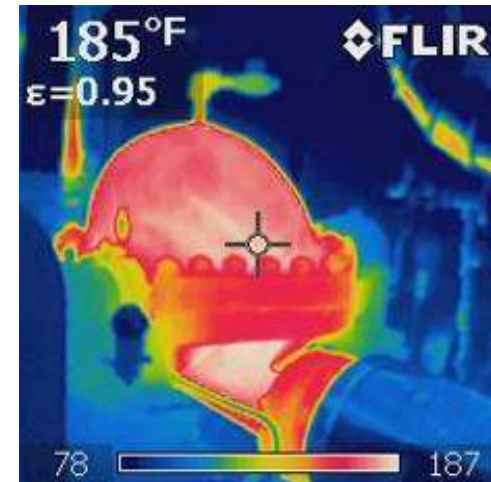
- De ce este necesară izolarea unui sistem de abur?
 - Securitatea personalului – la temperaturi ridicate
 - Minimizarea pierderilor de energie
 - Protejarea contra condițiilor de mediu
 - Integritatea sistemului de conservare

- Oportunități de minimizare a suprafețelor de izolare
 - Colectoare de distribuție
 - Verificarea umană
 - Supape
 - Linii de condensat returnat
 - Echipament pentru utilizatori finali
 - Rezervoare de depozitare, recipiente, etc.



Izolarea Sistemului de Abur

- Există o serie de motive, care cauzează deteriorarea sau lipsa izolării, prin urmare apar economii de energie datorită oportunităților de izolare
 - Datorită activităților de menținere lipsește izolarea
 - Deteriorarea izolației
 - Uzura izolației cauzată de accidente
 - Uzura sistemului de abur cauzate de condițiile de mediu
 - Supape și alte componente neizolate



Izolarea Sistemului de Abur

- Instrumente de bază, software și date necesare pentru cuantificarea impactului economic a izolației
 - Camera termografică cu Infra-roșu
 - Pistol cu temperatura Infra-roșu
 - Centimetru
 - Evaluarea izolării cu software 3E Plus
 - Timpul de funcționare anual
 - Condiții de mediu
 - Temperatură
 - Vânt



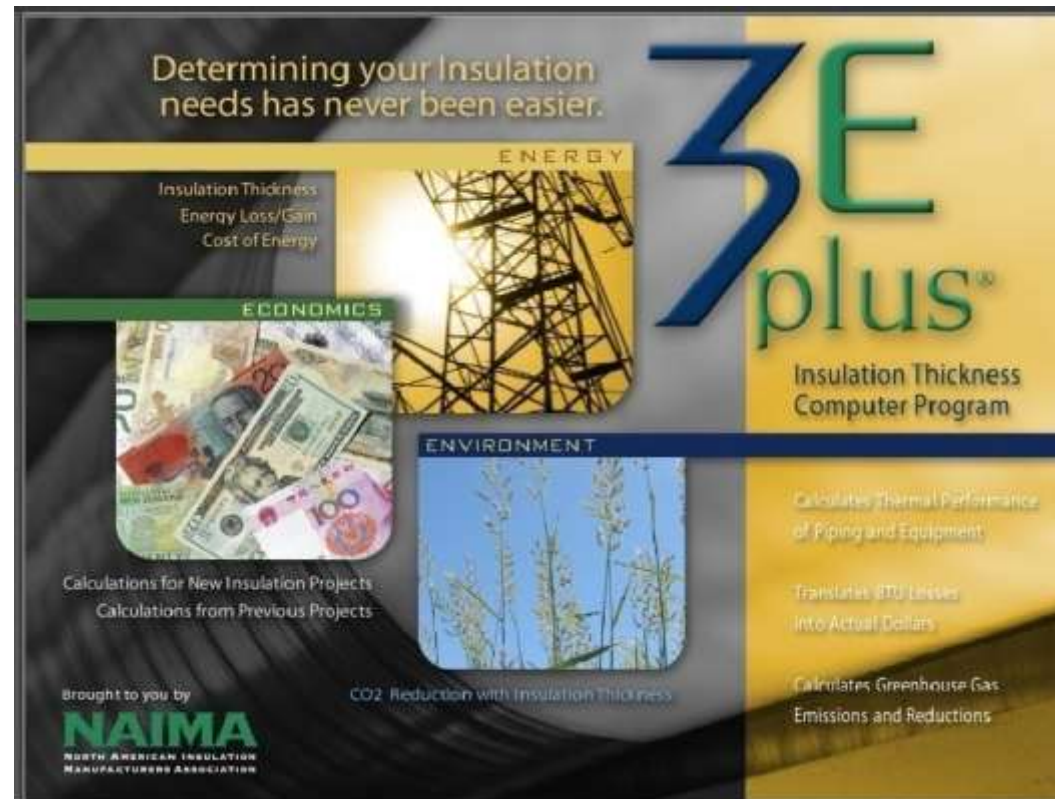
Instrumente de izolare – 3EPlus

- Asociația Întreprinderilor de Izolare din America de Nord (NAIMA) da dezvoltat sistemul 3EPlus – determină grosimea optimă de izolare pentru o varietate de materiale izolante

- Datele Software de ieșire includ:
 - Pierderi prin transferul de căldură de suprafață
 - Temperatura suprafeței de izolare
 - Rezultatele proiectului de izolare

Evaluarea Software-ului de Izolare

- Programul gratuit disponibil din NAIMA
- **Energia**
 - Pierderi de căldură
 - Impactul de Cost
- **Mediul ambiant**
- **Grosimea economică a izolației**
 - Analiza costului ciclului de viață



<http://www.pipeinsulation.org/>

Exemplu Sistemului de abur - Lipsa Izolației

- O secție de 10 m lungime de 10 bari, colectoarele de abur sunt neizolate, conform figurai
 - diametrul nominal 25.4 cm
 - Temperatura aburului este ~362°C
- Estimarea impactului economic al izolației



Evaluarea Izolației

3E Plus v4.0
File Edit Units Help

< Back Calculate

ENERGY ENVIRONMENT ECONOMICS OPTIONS

ENERGY

INSULATION THICKNESS
Surface Temperatures
Condensation Control
Personnel Protection

COST OF ENERGY
Bare and Insulated Surfaces

Insulation Thickness

Item Description: 10 bar header from HP-LP Turbine System Application: Pipe - Horizontal System Units: ASTM C585

Calculation Type: Heat Loss Per Hour

Process Temp: 362 °C Ambient Temp: 20 °C NPS Pipe Size: 250

Wind Speed: 1.0 m/s

Insulation Layers


Add Delete

#	Type	Name	Lock Thickness	Thickness, mm
	Base Metal	Steel		
1	Insulation	Calcium Silicate BLK+PIPE, Type I, C533-07	Fix	76
	Jacket Material	0.1 Aluminum, oxidized, in service		

Evaluarea Izolației

3E Plus v4.0
File Edit Units Help

Back
Calculate
ENERGY
ENVIRONMENT
ECONOMICS
OPTIONS



INSULATION THICKNESS
Surface Temperatures
Condensation Control
Personnel Protection

COST OF ENERGY
Bare and Insulated Surfaces

Heat Loss Per Hour Report

Item Description: **10 bar header from HP-LP Turbine** System Units: **ASTM C585**

Geometry Description: **Steel Pipe - Horizontal**

Bare Surface Emittance: **0.8** Nominal Pipe Size: **250 mm**

Process Temp: **362.0 °C** Ave. Ambient Temp: **20.0 °C** Ave. Wind Speed: **1.0 m/s**

Relative Humidity: **N/A** Dew Point: **N/A**

Condensation Control Thickness: **N/A**

Outer Jacket Material: **Aluminum, oxidized, in service** Outer Surface Emittance: **0.1**

Insulation Layer 1: **Calcium Silicate BLK+PIPE, Type I,** Thickness: **76.0 mm**

Append To Audit Browse...

Variable Insulation Thickness	Surface Temp (°C)	Heat Loss (W/m)	Efficiency (%)
Bare	360.0	8449.00	
Layer 1	57.2	347.70	95.89

Evaluarea Izolației

$$Q_{\text{saved}} = (8,449 - 347.7) \times 10 = 81.0 \text{ kW}$$

$$\text{Fuelsaved} = 81.0 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \times 3,600 \frac{\text{s}}{\text{hr}} \times 8,760 \frac{\text{hr}}{\text{yr}} \times \frac{1}{0.817} = 3,127 \frac{\text{GJ}}{\text{yr}}$$

$$\text{Fuelsaved} = 3,127 \frac{\text{GJ}}{\text{yr}} \times \frac{1}{40,144} \frac{\text{Nm}^3}{\text{kJ}} \times 1,000 \times 1,000 = 77,895 \frac{\text{Nm}^3}{\text{yr}}$$

$$\text{Savings} = 77,895 \frac{\text{Nm}^3}{\text{yr}} \times 0.52 \frac{\$}{\text{Nm}^3} = 40,500 \frac{\$}{\text{yr}}$$

Cererea echivalentă de abur

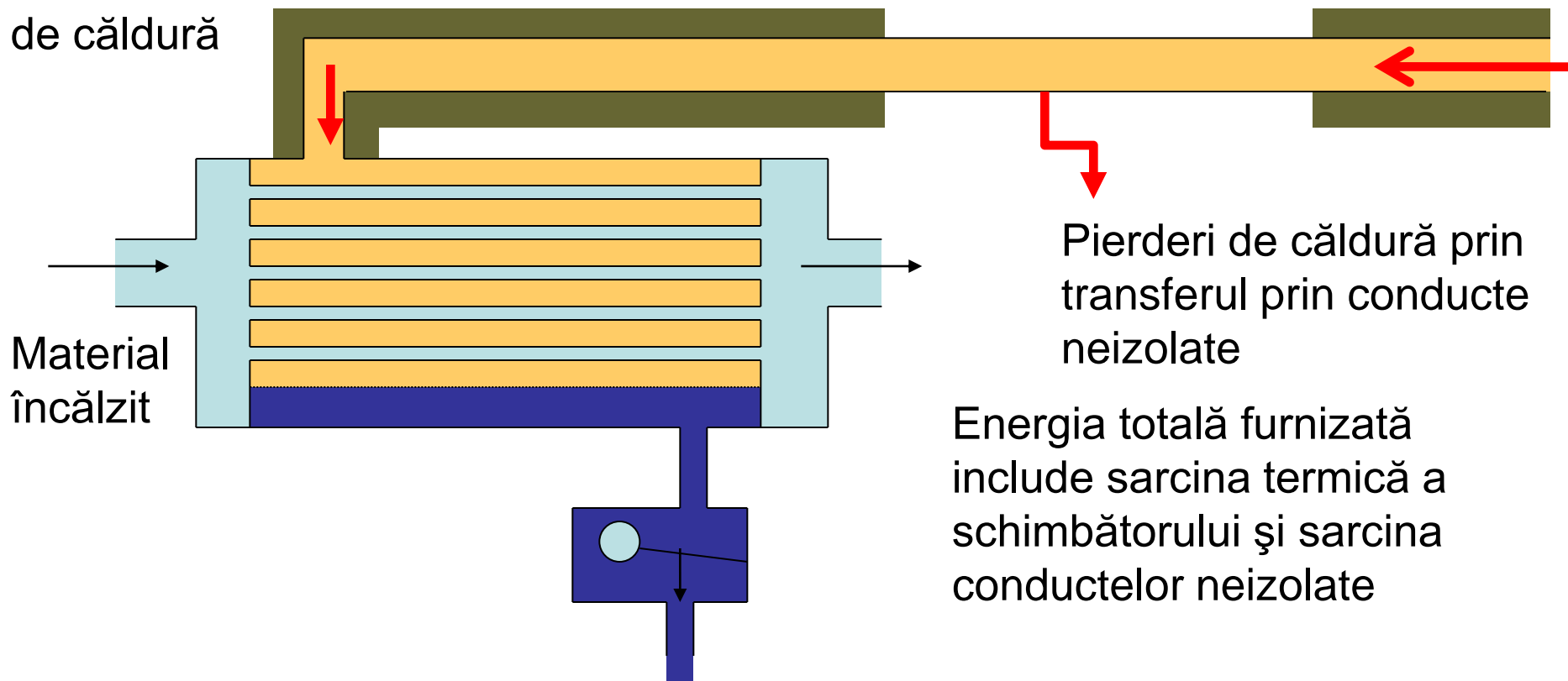
Sarcina termică
a schimbătorului
de căldură

Furnizarea de abur

Material
încălzit

Pierderi de căldură prin
transferul prin conducte
neizolate

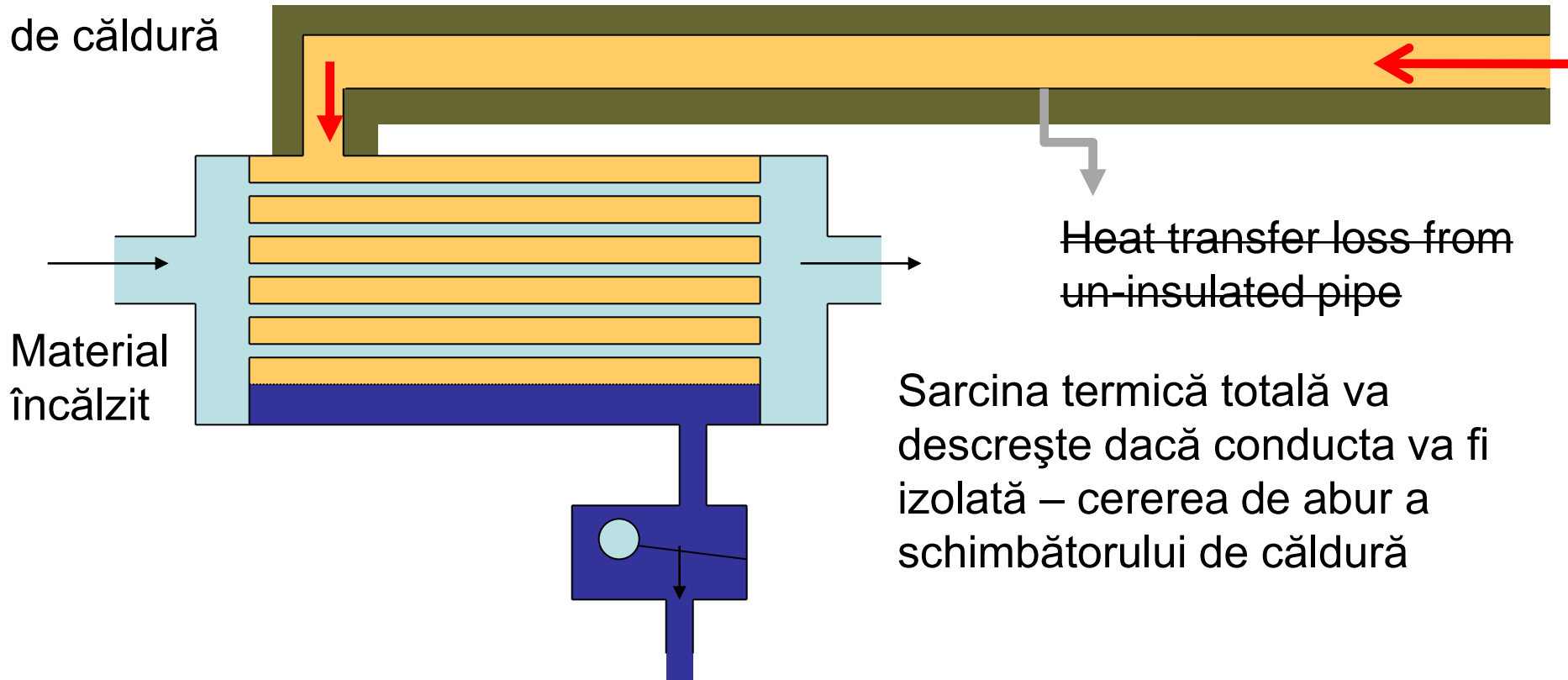
Energia totală furnizată
include sarcina termică a
schimbătorului și sarcina
conductelor neizolate



Cererea echivalentă de abur

Sarcina termică
a schimbătorului
de căldură

Furnizarea de abur



Heat transfer loss from
un-insulated pipe

Sarcina termică totală va
descrește dacă conducta va fi
izolată – cererea de abur a
schimbătorului de căldură

Pierderile de energie convertite în pierderi de abur

- Dacă impactul de energie este realizat “la costul aburului”:

$$\dot{Q}_{total} = \dot{q}_{per\ length} L_{total}$$

$$\dot{Q}_{total} = \left(8,449 \frac{W}{m} - 347.7 \frac{W}{m}\right) (10\ m)$$

$$\dot{Q}_{total} = 81.0\ kW$$

Marginal Steam Costs

(based on current operation)

HP (\$/t)	47.34
MP (\$/t)	47.34
LP (\$/t)	46.64

Pierderile de energie convertite în pierderi de abur

Localizarea	Temperatura (°C)	Volume Specific (m ³ /kg)	Entalpia (kJ/kg)	Calitatea (%)	Presiune (bar [g])
Abur	362	0.26130	3,181.0	****	10.00
Vapori Saturați	184	0.17730	2,781.0	100.0	10.00
Lichid Saturat	184	0.00113	781.5	0.0	10.00

$$\dot{m}_{steam} = \frac{\dot{Q}_{total}}{(h_{steam} - h_{condensate})} = \frac{81.0 \text{ kW}}{(3,181 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 781.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})}$$

$$\dot{m}_{steam} = 0.033 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 121.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Pierderile de energie convertite în pierderi de abur

$$\dot{K}_{steam} = \dot{m}_{steam} k_{steam}$$

Dacă este cunoscut costul aburului

$$\dot{K}_{steam} = 121.5 \frac{kg}{hr} \left(47.34 \frac{\$}{tonne} \right) \left(\frac{1}{1,000} \frac{tonne}{kg} \right)$$

$$\dot{K}_{steam} = 5.75 \frac{\$}{hr} \left(\frac{8,760hrs}{1yr} \right) = 50,400 \frac{\$}{yr}$$

- Proiectul cererii de abur SSAT de asemenea poate fi utilizat

Proiectul de izolație 1 a SSAT

Project 1 - Steam Demand Savings (Changing the process steam requirements)

Current use - HP: 20 t/h (12273 kW) MP: 40 t/h (26660 kW) LP: 70 t/h (50091 kW)

Do you wish to specify steam demand savings?

Yes



→ If yes, enter HP steam saving	0 t/h		←
→ If yes, enter MP steam saving	0.1215 t/h		←
→ If yes, enter LP steam saving	0 t/h		←

Note: A negative saving can be entered to model an increase in steam demand

Note: The savings have been converted to heat duties of 0 kW (HP), 81 kW (MP) and 0 kW (LP) based on current header enthalpies

Note: These heat duties are then used to determine the actual flow change in the Projects Model based on the calculated header enthalpies

Results Summary

SSAT Default 3 Header Metric Model Moldova Ex 5

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	6,132	6,132	0	0.0%
Fuel Cost	57,726	57,676	49	0.1%
Make-Up Water Cost	1,136	1,134	1	0.1%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	64,993	64,943	50	0.1%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	231510 t/yr	231312 t/yr	198 t/yr	0.1%
SOx Emissions	0 t/yr	0 t/yr	0 t/yr	N/A
NOx Emissions	458 t/yr	458 t/yr	0 t/yr	0.1%

Evaluarea Izolației

3E Plus v4.0
File Edit Units Help

ENERGY **ENVIRONMENT** **ECONOMICS** **OPTIONS**

ECONOMICS

THICKNESS CALCULATIONS
New Project

THICKNESS CALCULATIONS
Previous Project

Cost and Thickness Data

Surface Number: 17 Pipe Size: 250

Single Layer		Double Layer		Triple Layer	
Thick	Cost	Thick	Cost	Thick	Cost
25	0.00	76	31.15	152	63.74
38	17.04	102	39.75	178	75.49
51	20.65	127	48.60	203	87.73
64	24.46	152	57.24	229	99.47
76	27.72	0	0.00	254	110.71
102	34.75	0	0.00	0	0.00

< Back Next > Calculate

Evaluarea Izolației

3E Plus v4.0
File Edit Units Help

< Back Calculate

ENERGY **ENVIRONMENT** ECONOMICS OPTIONS

ENVIRONMENT

CO₂, NO_x & CE REDUCTION Emission Reduction Table

Pollutant Reduction

Item Description: **10 bar header from HP-LP Turbine** System Units: **ASTM C585**

Geometry Description: **Steel Pipe - Horizontal**

Bare Surface Emittance: **0.8** Nominal Pipe Size: **250 mm**

Process Temp: **362.0 °C** Ave. Ambient Temp: **20.0 °C** Ave. Wind Speed: **1.0 m/s**

Fuel: **Natural Gas** Heat Content: **4.0144E+07J/m³**

Fuel Cost: **1 \$/m³** Efficiency: **80%** Hours/Year: **8760**

Outer Jacket Material: **Aluminum, oxidized, in service** Outer Surface Emittance: **0.1**

Insulation Layer 1: **Calcium Silicate BLK+PIPE, Type I,** Thickness: **76.0 mm**

Append To Audit Browse...

Variable Insulation Thickness	CO ₂ (kg/m/yr)	NO _x (kg/m/yr)	CE (kg/m/yr)
Bare	16690.000	33.470	4547.000
Layer 1	686.618	1.377	187.089

Itimi comuni ai izolației

- Lipsa izolației cauzată de menținerea activităților
- Lipsa izolației cauzată de abuz
- Izolarea deteriorată
- Supape și alte componente neizolate

Evaluarea Sistemelor Individuale

- Pentru sistemele de abur care furnizează energie termică (non-cogenerare), costul de abur este egal cu cel al combustibilului împărțit la randamentul cazanului
- Programul 3E-Plus poate fi folosit direct pentru calculul economiilor de izolație pentru sistemele individuale

Proiectul 18 a SSAT – Pierderi prin Izolație

Project 18 - Improved Insulation

Currently modeled based on percentage heat loss on each header

Do you wish to model the impact of improved insulation?

No



Note: Model will assume that heat losses are reduced to 10% of the current value by improving insulation

Vă rog nu utilizați acest proiect

Proiectul 18 a SSAT – Pierderi prin Izolație

- Calculul izolației SSAT oferă doar o estimare brută pentru impactul de îmbunătățire a sistemului de abur
- Acesta este bazat pe reducerea pierderilor a transferului de căldură cu 90% în comparație cu scenariu curent
- Metodologia 3EPlus este foarte eficient și poate fi utilizat împreună cu SSAT Project 1 – determinarea impactului de izolație pentru economiile cererii de abur



Punctele cheie/ Itemi de acțiune

1. *Există o serie de motive ce cauzează deteriorarea sau lipsa izolației*
2. *Acestea rezultă, în zonele de pierderi semnificative de energie și o evaluare continuă de îmbunătățirea a izolației (de audit), programul ar trebui să fie pus în aplicare în instalațiile industriale*
3. *Unele instrumente de bază, a modelelor de transfer de căldură și a prelucrării datele necesare pentru a cuantifica impactul economic de izolare lipsă sau deteriorate*



Exemple practice - Distribuția

- Repararea scurgerilor de abur
- Minimizarea aburului ventilat
- Asigurarea că sistemele de conducte, supape, rezervoarele și recipientele sunt bine izolate
- Izolarea aburului din liniile neizolate
- Minimizarea debitului prin stația de reducere a presiunii
- Reducerea căderii de presiune în colectoare
- Curgerea aburului din colectoare