

Optimizarea Sistemului de Abur Industrial

Experți de Formare

Realizat de:

Riyaz Papar, P.E., CEM

Compania Tehnologică Hudson , USA

Greg Harrell, Ph.D., P.E.

Servicii de Gestionare a Energiei, USA

Ven Venkatesan, P.E., CEM

Compania Tehnologică Hudson , USA

Aprecieri

- UNIDO Team – Viena, Austria
- UNIDO Team – Africa de Sud
- United States Department of Energy, SUA
- Oak Ridge National Laboratory, SUA
- California Energy Commission, SUA
- Sudzucker Moldova SA-Drokhia, Moldova
- Nature Bravo Moldova SA-Cupicini, Moldova
- Del Monte Foods, Modesto Plant, CA, SUA
- Chrysler Corporation, St. Louis, MO, SUA
- Jim Munch Process Systems, Washington, SUA
- Energy Concepts Company, Annapolis, MD, SUA

Obiective de Instruire

- A instrui utilizatorii finali și inginerii consultanți pentru a deveni experți în evaluarea și optimizarea sistemului de abur

- A contribui la optimizarea sistemelor industriale de abur și de a atinge economii de costuri și de energie, prin:
 - Funcționarea și verificarea corespunzătoare
 - Sistemul de întreținere
 - Procese ideale ce utilizează aburul
 - Cogenerarea și
 - Aplicarea tehnologiilor “state-of-the-art”

Obiective de Instruire

- Pentru a gestiona o evaluare și de a identifica un proiect pentru a demonstra economiile de costuri și economiile actuale de energie, este necesar de a utiliza o abordare sistemică
- Realizați anumite expertize, utilizând US DOE instrumentele software de evaluare a sistemului de abur disponibile

Planificarea instruirii

Ziua a 3-a

- Reactualizarea informației specifice din ziua a 2-a de instruire
- Standardul de Abur ASME & Protocolul de Evaluare
- Exerciții pentru studenți – Evaluarea Energiei Sistemului de Abur Industrial
- Elementele componente a Raportului de evaluare a energiei sistemului
- Evaluarea configurațiilor de bază a sistemului de abur
 - Turbine cu extracție
 - Recuperarea căldurii din deșeuri
 - Schimbătoare de căldură
 - Termocompresoare
 - Răcitoare cu absorbție

Planificarea instruirii

Ziua a 3-a

- Prezentarea studiilor de caz specifice din sistemul SSO
- Informații despre întreprinderea “gazdă” – Prezentarea generală a unității necesare a fi evaluată
- Instrumente “Briefing” și prezentarea tuturor instrumentelor utilizate în evaluarea sistemului
- Ustensile & Resurse
- Concluzii

Planificarea instruirii

Ziua a 4-a & a 5-a

- Evaluarea SSO a întreprinderii “gazdă”
 - Experți internaționali și stagiarilor naționale, viitori experți vor vizita întreprinderea-gazdă
 - Stagiarilor naționali sunt împărțiți în echipe și le sunt oferite instrumentele portabile pentru a le utiliza în sistemul de evaluare
 - Experții internaționali colaborează cu experții stagiarilor și identifică zonele de îmbunătățire a oportunităților potențiale
 - Colectarea datelor se face la fața locului
 - Experții stagiarilor naționali propun o oportunitate și o posibilitate de evaluare a sistemului de abur
 - Elaborarea unui raport

Planificarea Instruirii Post Evaluare

➤ Următoarele 4 luni

- Întreprinderea candidat
 - Fiecare expert stagiar național, lucrează cu o întreprindere candidat, pentru obținerea evaluării energiei a sistemului de abur, de asemenea și determinarea modalităților de optimizare
 - Colaborarea cu experții internaționali pentru a revizui evaluările, observațiile, modelele și rezultatele
 - Completați raportul final și prezentați-l la întreprindere
- Webinars / Conferințe - telefon
 - Suport tehnic și orientări oferite de către experții internaționali către experții stagiarii naționali
- Revizuirea continuă a experților stagiaari și nivelul lor de cunoaștere a sistemului

Planificarea Instruirii Post Evaluare

➤ După 4 luni

- ½ zi recapitulare
 - Instruirea în clasa de studenți pentru a revizui bazele fundamentale a SSO
 - Funcționalitatea și utilizarea de instrumente de sistem cu abur
 - Întrebări și răspunsuri
 - Analiza experimentelor din întreprinderile candidate
- Examen de Calificare
 - Studenții participanți, naționali, vor rezolva un test, timp de 4 ore, pentru calificarea lor finală, înainte de a deveni EXPERTI NATIONALI A SSO

Recapitulare Seminarului de 2 zile pentru Utilizatori

Abordare sistemică

Exemple practice a Sistemului de Abur

Puncte cheie & Itemi de acțiune

Q&A specifice pentru seminarul de 2 zile pentru utilizatori

Abordarea Sistemică

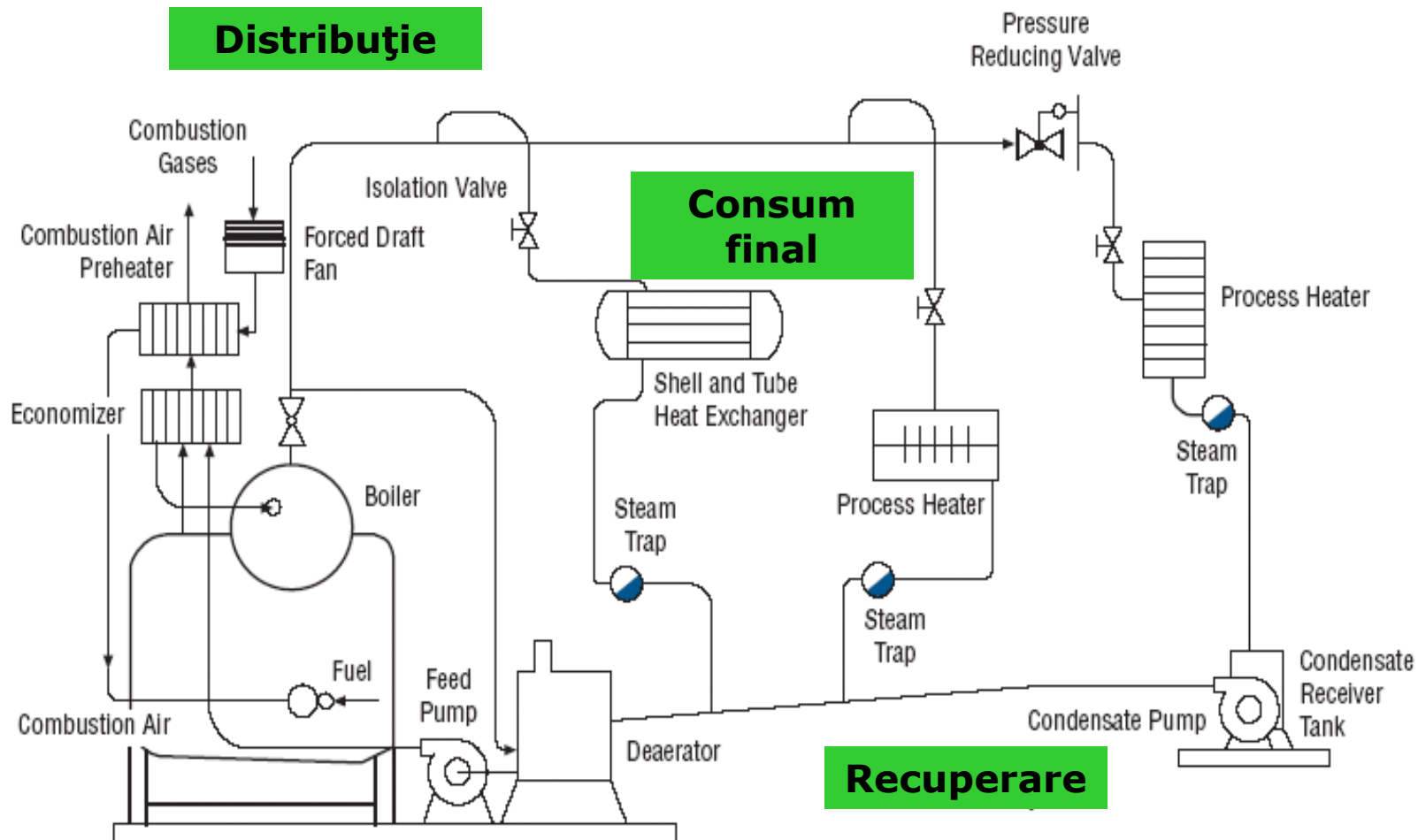
- Cheia de succes pentru utilitatea sistemului centralei a costurilor eficiente, pentru operarea și menținerea sistemului
- Acordați o atenție deosebită și sistemului de abur ca un tot întreg, nu doar ca echipament constituit din diverse piese individuale
- Analizați atât cererea, cât și oferta sistemului de abur, de asemenea și modul de interacțiune a acestora
- Cele mai multe sisteme industriale vor avea nevoie de o nouă abordare a sistemelor de analiza propriu-zisă
- Aceasta va aduce beneficii mult mai mari, în comparație cu analiza individuală a fiecărui echipament

Abordarea Sistemică

- **Stabilirea** condițiilor actuale de sistem, parametrilor de operare și a sistemului de consum a energiei
- **Investigarea** funcționării prezentului sistem
- **Identificarea** suprafeților potențiale de îmbunătățire a sistemului dat
- **Analiza** impactului potențialului de îmbunătățire a sistemului centralei
- **Implementarea** îmbunătățirii sistemului din centrală , ținând cont de criteriile financiare
- Continuarea **monitorizării** performanțelor sistemului

Sistemul General de Abur

Distribuție



Generare

Source: US DOE ITP Steam BestPractices Program

Puncte Cheie / Itemi de acțiune- Baze Fundamentale



1. *Utilizați o abordare sistemică pentru a optimiza sistemele de abur*
2. *Există patru domenii majore ale unui sistem de abur - producție, distribuție, utilizare finală și recuperare*
3. *Pentru analiza sistemului de abur este necesar cunoașterea legilor termodinamice, a transferului de căldură, a curgerii fluidului și respectiv cunoașterea proprietăților aburului*
4. *Utilizați o abordare sistematică (analiza decalajelor, față exemple eficiente) pentru a identifica potențiale oportunități de economisire a energiei care pot exista în sistemele de abur*



Cele mai eficiente exemple comune - Generarea

- Minimizarea excesului de aer
- Instalarea unui echipament de recuperare a căldură
- Curățarea a suprafețelor de transfer de căldură din cazan
- Îmbunătățirea tratării apei pentru a reduce purjarea în cazan
- Recuperarea energiei din procesul de purjare a cazanului
- Adăugarea/restaurarea refractarei cazanului
- Minimizarea numărului de cazane puse în funcțiune
- Investigarea schimbului de combustibil
- Optimizarea ratei de ventilație a degazorului

Puncte cheie / Itemi de Acțiune- Eficiența Cazanului



1. *Determinarea costurilor operative a instalațiilor de cazane*
2. *Determinarea costului unitar a aburului generat*
3. *Determinarea eficienței cazanului*

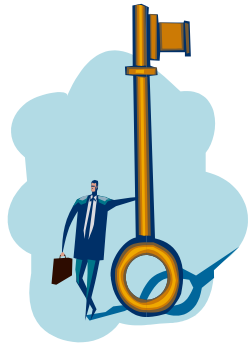
$$\eta_{boiler} = \frac{m_{steam} (h_{steam} - h_{feedwater})}{m_{fuel} HHV_{fuel}} \times 100$$

4. *Există 3 pierderi majore la producerea aburului pierderi prin suprafața cazanului, de purjare și prin coșul de fum*

$$\eta_{boiler} = 100 - \lambda_{shell} - \lambda_{blowdown} - \lambda_{stack} - \lambda_{other}$$



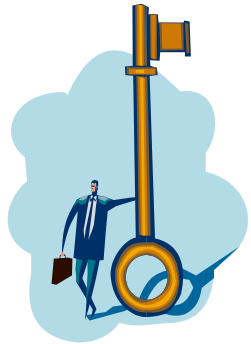
Puncte cheie / itemi de acțiune – Pierderi prin suprafața cazanului



1. *Căutarea “punctelor forte”*
2. *Măsurarea temperaturilor suprafeței cazanului*
 - *Termografia infra roșu*
 - *Temperatura tipică a suprafeței poate varia între 55°C și 70°C*
3. *Repararea refractară*
4. *Monitorizarea integrității suprafeței*
5. *Reducerea sarcinii cazanului poate servi drept oportunitate*
 - *Minimizarea cazanelor funcționabile*



Puncte cheie / itemi de acțiune – Pierderile prin purjare



1. *Estimarea cantității de purjare utilizând conductivitatea apei de alimentare și a cazanului*
2. *Cuantificarea nivelului de pierderi de energie a sistemului și a cazanului, cauzate de procesul de purjare*
3. *Evaluează instalarea unui regulator automat de purjare*
4. *Evaluarea și instalarea echipamentului de recuperare a căldurii și aburului*
5. *Prezența obligatorie la centrală a chimiștilor ce menținși gestionează adecvat procesul de purjare*



Puncte cheie / itemi de acțiune – Pierderi prin coșul de fum



1. *Monitorizarea și înregistrarea temperaturii gazelor de ardere, cu privire la:*
 - *Sarcina cazanului*
 - *Temperatura mediului*
 - *Conținutul de oxigen în gazele de ardere*
2. *Compararea temperaturii gazelor de ardere cu temperatura condițiilor similare anterioare*
3. *Menținerea părții de ardere în stare satisfăcător curată*
4. *Menținerea apei chimice*
5. *Evaluarea recuperării de căldură drept componentă potențială de economie*



Puncte cheie / itemi de acțiune –Pierderi prin coșul de fum

1. *Principii de Management a Arderii:*

- *Suplimentarea cu oxigen îndeajuns pentru ca procesul de ardere să decurgă complet*
- *Minimizarea cantității de exces de aer*
- *Monitorizarea combustibililor pentru identificarea neajunsurilor*

2. *Măsurarea conținutului de oxigen din gazele de evacuare din cazan*

3. *Continutul de oxigen de control într-un interval minim și maxim*

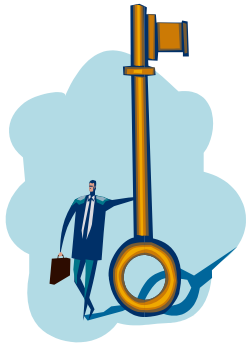
- *Verificarea continuă – automată a O_2*
- *Verificarea poziționării*

4. *Modificarea intervalului de control*

- *Verificări actualizate*
- *Reglarea arderii*



Puncte cheie / itemi de acțiune – Optimizarea cazanelor



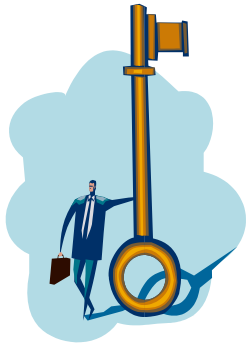
1. *Utilizați un model de sistem de abur bazat pe legile termodinamicii pentru a cuantifica energia și economiile de cost*
2. *Schimbarea combustibilului și operațiunile cazanului sunt puncte eficiente de optimizare pentru un sistem de abur – economii semnificative de cost pot fi obținute aplicând strategii optime de operare*
3. *Fiecare aplicație necesită o evaluare independentă –nu există reguli stricte!*



Cele mai eficiente exemple comune - Distribuția

- Repararea procesului de scurgere a aburului
- Minimizarea aburului ventilat
- Ensure that steam system piping, valves, fittings and vessels are well insulated
- Izolarea aburului de la conductele și liniile neizolate
- Minimizarea curgerii prin stațiile de reducere a presiunii
- Reducerea căderii de presiune în colectoare
- Curgerea condensatului prin colectoarele de sbur

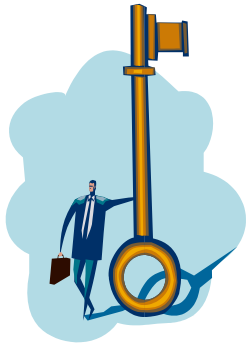
Puncte cheie / itemi de acțiune— Scurgerile



1. *Scurgerile de abur sunt pretutindeni în toate centralele și un program de gestionare continuu de îmbunătățire a scurgerilor de abur, poate fi implementat în centralele industriale*
2. *În dependență de cantitatea acestora, scurgerile de abur pot estima informație suficientă pentru a determina dacă este necesară reparația imediată, sau după o anumită perioadă oarecare de timp*



Puncte cheie / itemi de acțiune - Izolația



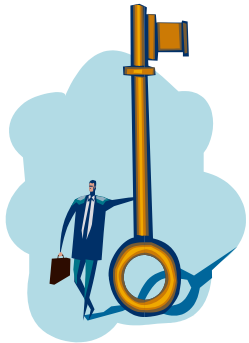
1. *Există mai multe motive pentru izolarea care e defectată sau lipsește*
2. *Acestea rezultă, în zonele cu pierderi semnificative de energie și o evaluare de îmbunătățire continuă de tip izolație (de audit), programul ar trebui să fie pus în aplicare în instalațiile industriale*
3. *Unele instrumente de bază, modele de transfer de căldură și a datelor de proces sunt necesare pentru a cuantifica impactul economic al izolației deteriorate sau a celei lipsă*



Cele mai eficiente exemple comune – Consum Final

- Reducerea aburului utilizat în proces
 - Îmbunătățirea eficienței procesului
 - Trecerea de la consum de abur la o sursă de căldură reziduală
- Reducere presiunii în procesul sistemului, în special în sistemele de cogenerare
- Ridicarea presiunii aburului furnizată cererii de proces
- Procesul de integrare care să conducă la optimizarea energetică totală a instalației

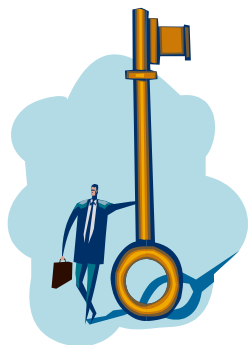
Puncte cheie / itemi de acțiune – consum final



1. *Există o multitudine de utilizatori finali în instalațiile industriale*
2. *Elaborarea unei balanțe a consumului final de abur și identificarea marilor consumatori finali într-o centrală*
3. *Reducerea consumului final de abur, de către*
 - *Îmbunătățirea eficienței procesului*
 - *Trecerea de la cererea de abur la o sursă reziduală de căldură sau reducerea presiunii aburului într-o centrală*



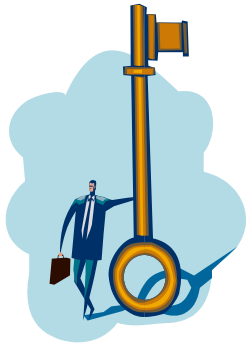
Puncte cheie / Itemi de Acțiune – Schimbătoare de Căldură



1. *Schimbătoarele de căldură, conform Primei legi de eficiență au ~100%*
2. *În procesul de eficacitate a sistemului schimbătorul de căldură duce la pierderea semnificativă de energie*
3. *Monitorizarea și tendințele de eficiență a schimbătorului de căldură , se obțin prin determinarea temperaturilor de intrare și de ieșire și a valorilor - U*
4. *Curățirea schimbătoarelor de căldură în mod periodic, pentru a minimiza acumularea depunerilor*



Puncte cheie / itemi de acțiune –Procesul de Integrare Utilă



1. *Creșterea presiunii aburului pentru a satisface cererea de proces*
2. *Majoritatea centralelor necesită procese de încălzire și răcire*
3. *Procesul de integrare pot duce la importante economii de energie oportunități și optimizare a centralelor*
4. *Aceste oportunități vor necesita cantități majore de abur*



Cele mai eficiente exemple comune - Recuperarea

- Implementarea unui program eficient de gestionare și menținere a oalei de condensat
- Recuperarea maximă posibilă din condensatul disponibil
- Recuperarea condensatului cu energia maximă posibilă
- Trecerea de la condensat de înaltă presiune la abur de joasă presiune

Puncte cheie / Itemi de acțiune- Separatoare

1. *Există diferite tipuri de separatoare de condensat din abur, prin urmare, este necesar cunoașterea principiilor de operare și funcționalitatea acestora*
2. *Pentru majoritatea separatoarelor , există 2 moduri de declanșare (eroare) - deschisă / închisă*
3. *Este necesară implementarea unui program eficient de gestionare a separatoarelor de condensat din abur*
4. *Există o serie de instrumente disponibile comerciale de investigare a separatoarelor de condensat din abur*
5. *Efectuarea unui audit a separatoarelor o dată pe an și repararea/reamplasarea separatoarelor defecte*
6. *Producătorii de separatoare de condensat din abur sunt resurse valoroase*



Puncte cheie / Itemi de acțiune- Recuperarea condensatului

1. *Recuperarea condensatului*

- *Reducerea energiei*
- *Reducerea apei de adaos*
- *Reducerea substanțelor chimice pentru tratarea apei*
- *Reducerea apei de stingere*
- *Posibilitatea de reducere a purjării*

2. *Procesul de recuperare a condensatului, deseori este neglijat, însă acesta prevede economii semnificative de energie*

3. *Cuantificați cantitatea de condensat recuperată într-o centrală cu utilizarea unei balanțe de echilibru pentru tot sistemul de abur*

4. *Dentificarea zonelor potențiale de recuperare a energiei*



Exemple Eficiente – Cogenerarea

- Integritatea procesului și a utilității conduce la optimizarea energetică totală a instalației
- Instalarea turbinelor cu contrapresiune în paralel cu stațiile de reducere a presiunii și minimizarea trecerii debitului prin aceste stații
- Evaluarea aplicațiilor turbinei cu contrapresiune pentru acționarea mecanică directă
- Evaluarea turbinelor cu condensatie și optimizarea operațiunilor turbinei pentru menținerea condițiilor tehnice
- Turbinele cu condensatie pot servi drept mecanism special de echilibru, în industriile care apreciază generarea de abur rezidual

Puncte cheie / Itemi de acțiune –

Turbine cu Contrapresiune



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*



Puncte cheie / Itemi de acționare – Turbine cu Condensație

1. *Turbinele cu condensație 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*



Obiective Personale

- Orice probleme majore sau preocupări în ceea ce privește materialele de curs, cronologie, etc, etc.
- Identificarea zonelor posibile care necesită o aprofundare mai pronunțată a intereselor participanților
- Întrebări sau discuții din a 2-a zi de instruire
 - Subiecte specifice
 - Instrumente US DOE Steam BestPractices Tools Suite

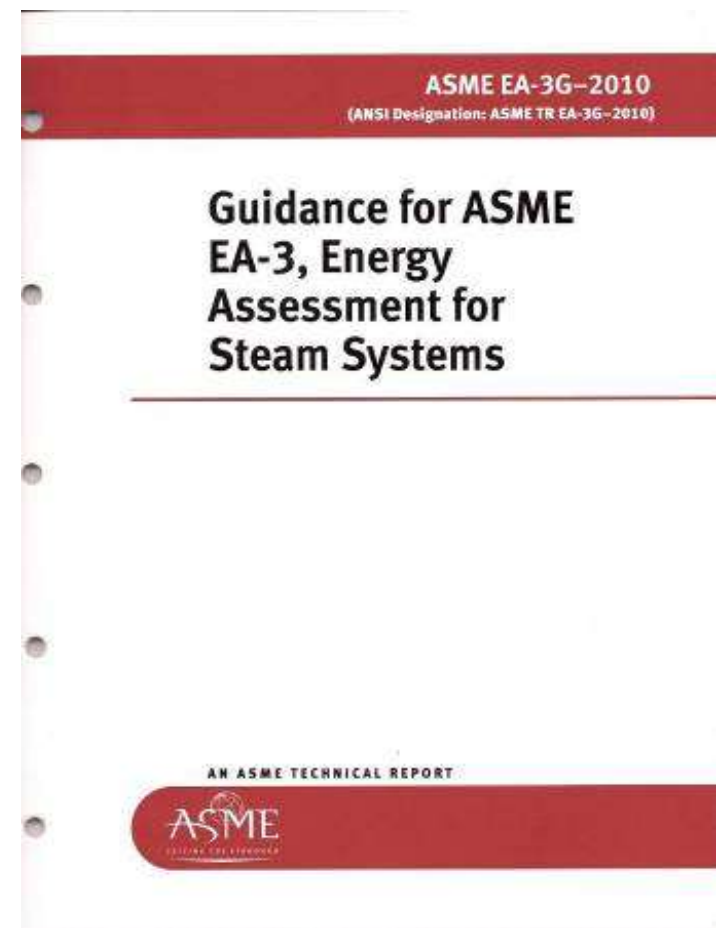
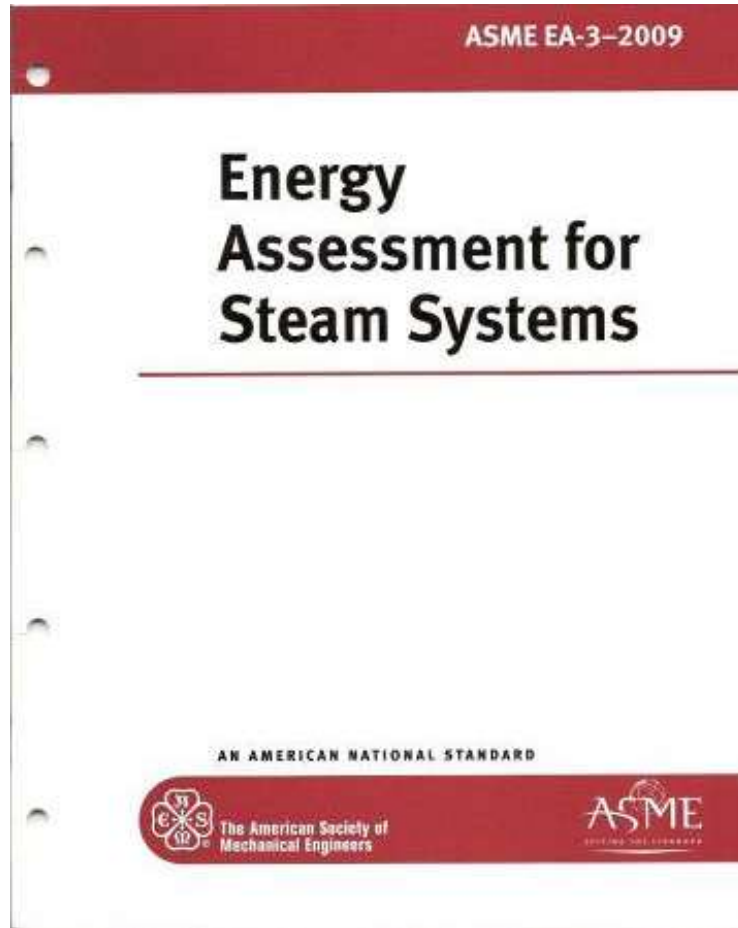


Evaluarea Energiei **Sistemului de Abur Industrial**

Evaluarea Energiei Industriale

- Există mai multe niveluri de evaluare a energiei întreprindere industrială (audit):
 - Audit total (general)
 - Audit axat pe un anumit sistem – abur, aer comprimat.....
 - O zi , trei zile.....
- Dar obiectivul general este de obicei, axat pe reducerea consumului de energie (și/sau intensitatea acestuia)
- Identificarea oportunităților de economisire a energiei și modalități de implementare
- Așteptările variază semnificativ între ceea ce cunoaște personalul întreprinderii și auditorul energetic

Standardul de Evaluare a Energiei Sistemului de Abur



<http://www.asme.org/products/codes---standards/energy-assessment-for-steam-systems>

Standardul de Evaluare a Energiei Sistemului de Abur

➤ Domeniu de cuprindere a standardului

- Este utilizat în sistemele ce conțin producători de abur sau alte surse de abur, o rețea de distribuție a aburului, echipamentul utilizatorului final și echipamentele de recuperare
- Pot fi incluse componentele de generare a aburului și componentele de cogenerare
- Stabilește cerințele pentru efectuarea și raportarea rezultatelor unei evaluări a energiei aburului de sistem care consideră că întregul sistem, de la intrările de energie la lucrările efectuate ca urmare a acestor intrări
- Rezultatele evaluării va identifica oportunitățile majore pentru îmbunătățirea performanței energetice globale a sistemului de abur
- Proiectat pentru a fi aplicat în primul rând la instalațiile industriale, dar cele mai multe dintre procedurile specificate pot fi folosite în alte facilități, cum ar fi cele din sectoarele instituționale și comerciale

Standardul de Evaluare a Energiei Sistemului de Abur

- Folosirea acestui document de orientare și de însoțire a standardului ar trebui să crească cantitatea și calitatea evaluărilor efectuate de energie, cu economii potențiale semnificative ale costurilor de energie puse în aplicare
- **Destinat** managerilor de energie, managerilor generali, inginerilor instalațiilor întreprinderilor, consultanților, managerilor de energie de întreținere, managerilor întreprinderii EH & S, pentru o gamă largă de industrii

Energy Assessment Standard for Steam Systems

- Standardul identifică în mod clar procesele, protocoalele și rezultatele preconizate ale unei evaluări de aburi
- Secțiunile standardului de evaluare, sunt:
 - Introducere & Domeniul de aplicare
 - Definiții
 - Referințe
 - Organizarea evaluării
 - Gestionarea evaluării
 - Analiza datelor de evaluare
 - Documentație & Raport
 - Anexa A – Referințe cheie
- Un ghid de însoțire oferă informații mai detaliate pentru fiecare dintre secțiunile date

Zonele Tipice de Proiect într-o Evaluare a Sistemului de Abur

- Îmbunătățirea Eficienței Cazanului
- Schimbul de Combustibil
- Recuperarea energiei termice din purjarea cazanului
- Reducerea cererii de Abur
- General turbine operations
- Thermal integration
- Integritatea procesului/Utilității
- Operațiunile turbinei cu PRV
- Operarea turbinei cu condensare
- Izolarea termică
- Recuperarea condensatului
- Recuperarea aburului "Flash"
- Gestionarea scuregerilor de abur
- Gestionarea oalei de condensat
- Recuperarea căldurii reziduale

Oportunități de Economisire a Energiei

	Pe termen scurt	Pe termen mediu	Pe termen lung
Definiția	Îmbunătățiri în practicile de operare și menținere	Necesită achiziționarea de echipamente suplimentare și/ sau modificări în sistem	Tehnologie nouă sau confirmarea performanțelor
Cheltuieli de capital	Costuri mici de acțiune sau de recuperare a echipamentului	Pot fi efectuate estimări obiective	Cheltuieli necesare suplimentare
Rambursare	Mai puțin de 1 an	De la 1 la 2 ani	De la 2 la 5 ani
Exemple de proiect	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ardere în cazan ➤ Izolare ➤ Scurgeri de abur și gestionarea oalei de condensat 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Control de ardere automat ➤ Recuperarea energiei din purjare ➤ Economizor cu apă de alimentare 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cogenerare ➤ Componentele de proces a turbinei cu abur ➤ Schimbul de combustibil



Evaluarea Energiei Sistemului de Abur Industrial – Exerciții pentru studenți

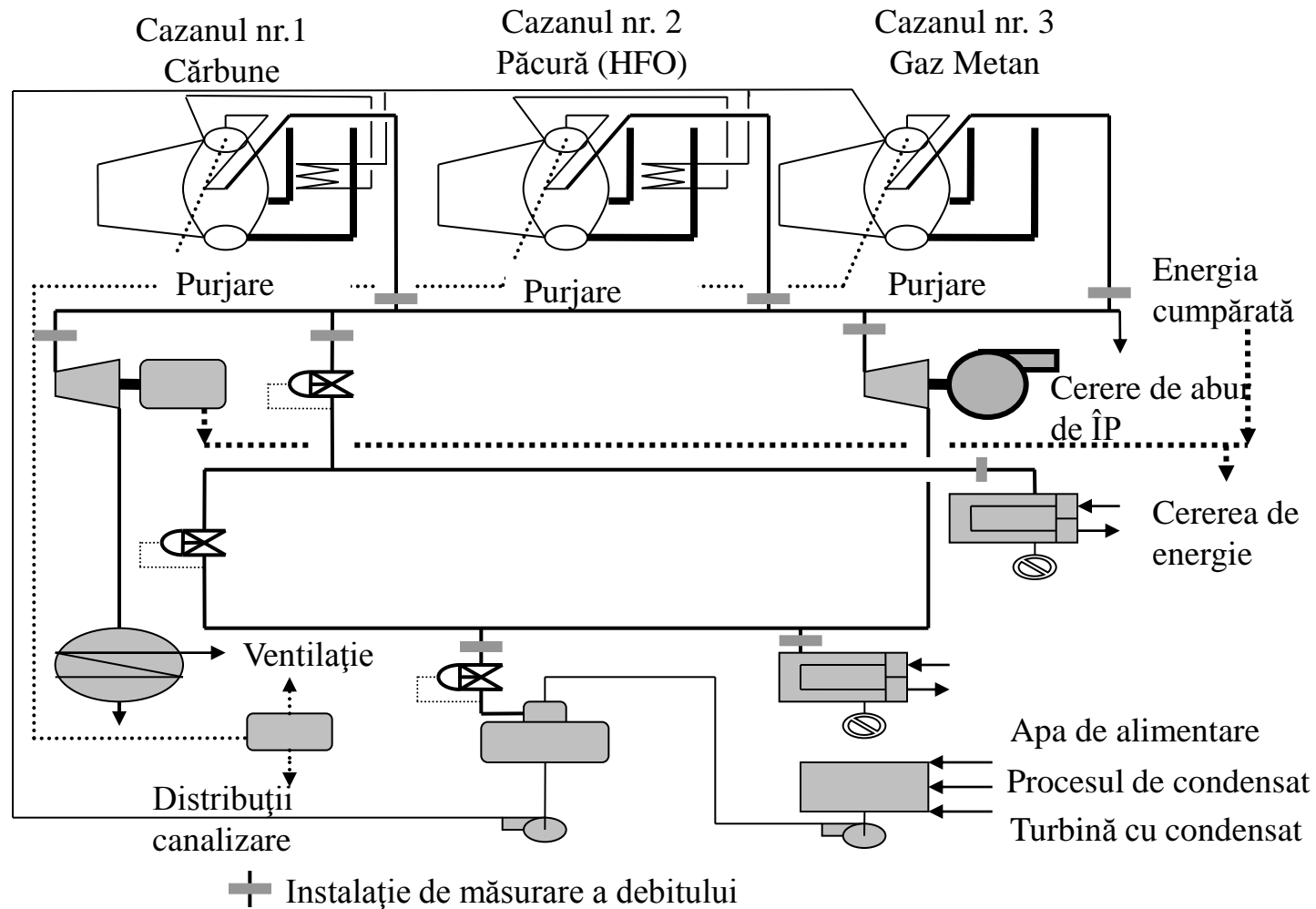
Instrucțiuni pentru Studenți

- Este necesar să efectuați o evaluare de 3 zile a sistemului de abur la instalație de fabricare a produselor chimice
- Managerul întreprinderii și un inginer în domeniu vor fi disponibili să lucreze cu dvs pe tot parcursul evaluării și să vă răspundă la orice întrebare pe care dvs o aveți
- Obiectivul dvs. – Identificați și cuantificați oportunitățile de îmbunătățire a eficienței majore a energiei

Instrucțiuni pentru Studenți

- Definiți abordarea pe care doriți să o aplicați
 - Identificați exemple eficiente curente la întreprinderea dată
 - Elaborarea unei liste de acțiuni prioritare pentru realizarea eficienței energetice a oportunităților de îmbunătățire și de a determina zonele care necesită determinarea nivelului de analiză a sistemului
 - Completați colectarea de date
 - Depistați nivelul de analiză a sistemului pentru a identifica oportunitățile
 - Dezvoltați un raport rezumativ & prezentați acest raport la întreprindere
 - Determinați obiectivele și acțiunile de viitor

Exemplu de Sistem SSST



Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Întreprinderea (și sistemul de abur) funcționează 24 h/zi, 365 zile/an;
- Există 3 cazane: 2 pe cărbune și unul pe gaz metan
- Cazanele pe cărbune funcționează continuu și ele duc contul necesarului de abur
- Cazanul pe gaz metan este operat la minimum și servește drept cazan de așteptare ca urmare a răspunsului său rapid în cazul în care unul din cazanele pe bază de cărbune sunt defectate
- Valoarea medie a sarcinii corespunde ~70% din totalul capacității disponibile
- Suprafețele de căldură de obicei trebuie să fie în curate (fără depuneri)
- Suprafețele din zona de apă sunt necesare a fi curățate o dată la 3 ani
- Existența unor economizoare cu apă de alimentare pe cazanele pe cărbune

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- O parte din energia electrică este generată la întreprindere și altă parte este cumpărată de la un furnizor local
- Costul energiei procurate este de electrical costs are $\sim 0.105\$/\text{kWh}$
- Energia procurată este de aproximativ 7 MW
- Gazul metan este procurat pe bază de contract cu un preț de $0.75\$/\text{Nm}^3$; prețul cărbunelui $\sim 150\$/\text{tonă}$
- Proprietățile combustibilului din sistemul SSAT sunt adecvate modelului de combustibil
- Apa de adaos este furnizată la un cost de $0.75\$/\text{m}^3$ și o temperatură de 20°C , ceea ce se dovedește a fi foarte convenabil

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Există diverse tipuri de construcții ale cazanelor, spre exemplu de tip tub-apă, etc
- Cazanele pe bază de cărbune sunt cazane inițiale pentru întreprindere
- Cazanul pe gaz metan a fost recent instalat echipat cu conducte de gaz metan
- Aburul exportat din cazane este supraîncalzit

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Datele cu privire la tratarea apei din cazan pentru toate cele 3 cazane, indică faptul că condițiile apei sunt similare pentru toate trei instalații
- Cazanele operează deseori cu valoarea conductivității apei $\sim 2,500 \mu\text{mho/cm}$
- Conductivitatea apei de alimentare este $\sim 125 \mu\text{mho/cm}$
- Măsurările de clorare a apei din cazan, indică 280 ppm
- Măsurările de clorare a apei de alimentare, indică 14 ppm

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Cazanul este inspectat anual de către o persoană specializată, care de asemenea verifică eficiența echipamentului de control și eficiența de măsurare
- Nu există probleme legate de aburul umed (coroziune,etc),însă persistă capacitatea de menținere a nivelului normal al apei din cazan sau capacitatea de a menține presiunea aburului 1.5 bari în același punct
- Sisteme de cazane automate de purjare sunt instalate, dar nu sunt operate în mod corespunzător, astfel recent procesul de purjare a fost ajustat manual, bazat pe măsurarea o dată în zi a conductivității apei din cazan

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Abur de înaltă presiune este furnizat doar de o singură unitate de proces
- Această unitate utilizează aburul direct în procesul de aplicare
- Acest proces de cerere a aburului nu este echipat cu un debitmetru , însă aburul de alimentare a procesului este relativ constant
- Fiecare dintre cazanel este echipat cu un debitmetru care indică producția de abur
- Toate turbinele ce primesc abur de înaltă presiune sunt echipate cu debitmetre

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Operațiunile și verificarea cazanelor sunt după cum urmează:
 - **Cazan #1**
 - Temperatura gazului de ardere = 200°C
 - Conținutul de oxigen în gazl de ardere = 5% (gestionat de un controler pozitionat)
 - **Cazan #2**
 - Temperatura gazului de ardere = 230°C
 - Conținutul de oxigen în gazl de ardere = 7% (gestionat de un controler pozitionat)
 - **Cazan #3**
 - Temperatura gazului de ardere = 250°C
 - Conținutul de oxigen în gazl de ardere = 4% (gestionat de un controler pozitionat)

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Producerea combinată a aburului - 160 Tph
 - Cazan #1 – 70 Tph (20 bari; 300°C)
 - Cazan #2 – 70 Tph (20 bari; 300°C)
 - Cazan #3 – 20 Tph (20 bar; 300°C)
- Colector de Presiune Medie – 10 bars
- Colector de Joasă Presiune – 2 bars
- Valoarea debitului de abur a turbinei cu contrapresiune PÎ-PJ – 103.8 Tph
- Debitul de Abur a Turbinei cu Condensat - 15 Tph
- Trecerea de la presiune înaltă la presiune medie a debitului prin PRV – 35 Tph

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Debitmetrele sunt instalate între colectorul de presiune medie și colectorul de abur de joasă presiune
- Aceste debitmetre înregistrează fluxul total necesar procesului
- Pe parcursul funcționării normale aburul este furnizat spre utilizatori la presiune medie ~35 Tph
- Procesul necesită abur de presiune joasă ~90 Tph
- Sa estimat că jumătate din consumatorii de abur de medie presiune și jumătate de utilizatori de abur de joasă presiune sunt conectați la sistemul de colectare a condensatului

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Locul a fost echipat cu două turbine cu abur așa cum sa menționat în schema sistemului
- Turbina cu contrapresiune PÎ-PJ
 - Conectată la un generator electric și care este evaluată pentru a produce 5 MW de energie electrică
 - Gestionează furnizarea de abur în colectorul de joasă presiune
 - Operează cu o sarcină cuprinsă între 65% și 80% din sarcina totală
 - Primește abur de înaltă presiune la condițiile de ieșire din cazan
 - Eliberează abur cu o temperatură de 214°C și o presiune de 2 bari

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Operațiunile Turbinei cu condensatie
 - Turbina cu abur este conectată la un generator electric
 - Această componentă a fost instalată o dată cu construcția inițială a centralei, atunci când erau amplasate doar cele două cazane pe cărbune
 - Necesarul turbinei este de 15 Tph de abur la presiune înaltă — pentru a produce 2.150 MW de energie electrică
 - Turbina de condensatie operează cu o presiune de 0.15 bara
 - Eficiența Generatorului este ~95%.

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

➤ Stațiile de Reducere a Presiunii

- Sistemul de abur este echipat cu două stații de reducere a presiunii
- O stație funcționează între sistemul de înaltă presiune și sistemul de medie presiune
- Altă stație funcționează între sistemul de medie presiune și sistemul de joasă presiune
- Aceste stații nu sunt echipate cu stații de supraîncălzire

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

- Sistemul de recuperare a condensatului
 - Sistemul de recuperare a condensului este un sistem extins
 - Condensatul recuperat se colectează în mai multe receptoare individuale din zona de condensare
 - Toate rezultatele receptoarelor sunt evacuate în atmosferă
 - Un studiu aprofundat a oalei de condensat a fost recent finalizat
 - Pînă acum, nu a existat nici o evaluare a oalei de condensat pentru o anumită perioadă semnificativă de timp
 - Activități de întreținere a separatoarelor de condensat din abur nu au fost inițiate ca rezultat la acest studiu
 - Ultima activitate de întreținere a fost efectuată cu aproximativ patru ani în urmă

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

➤ Rezultatele Studiului despre Separatoarelor de Abur din Condensat

Studiul Separatoarelor de Abur din Condensat				
Presiunea Sistemului	Separatoarele chestionate (nr.de separatoare)	Eficiența (# separatorului)	Temp scăzut sau blocat (# separatorului)	Sgurgere sau suflare (# separatorului)
Presiune Înaltă	17	13	3	1
Presiune medie	265	207	26	32
Presiune joasă	1,971	1,726	108	137
Total	2,253	1,946	137	170

Informații pentru Studenți cu privire la Sistemul de Abur

➤ Alte informații despre sistem

- Pentru facilitate, principalul receptor de condensat este ventilat spre atmosferă
- Conductele de ventilare reprezintă o cantitate (neglijabilă) mică de abur, care indică faptul că condensatul intrat în recipient este un lichid saturat
- Scurgerile de abur sunt bine gestionate, poate fi observată doar o cantitate mică (neglijabil) de abur scurs
- Izolația este bine menținută în zonele de utilizare
- Poate fi necesară investigarea zonei distribuție a aburului și a zonei de consum final

Exerciții pentru Studenți

- Instrument de Definire a Sistemului de abur
 - Completați secțiunile din sistemul SSST “Practici operaționale a sistemului de abur” și “Practici operaționale a instalației de cazane”, avînd la bază informația prezentată mai sus
 - De asemenea, indicați modul de obținere a informației suplimentare necesare, alta decît cea prezentată
 - În final, bazîndu-vă pe completarea secțiunilor din sistemul SSST, enumerați zonele specifice de economisire a energiei pe care dvs le-ati depistat, în urma analizei la întreprinderea dată

Exerciții pentru Studenți

- Cazan #2 - Determinarea eficienței
 - Estimați costul de operare a combustibilului utilizat
 - Utilizați doar pierderile majore din cazan
 - Determinarea eficienței trebuie să fie completă utilizând debitul de abur, condițiile aburului și de asemenea o valoare estimativă a eficienței cazanului
 - Estimați pierderile asociate cu purjarea în cazan
 - Determinarea eficienței prin metoda directă și indirectă
 - Presupunem că pierderea prin suprafața cazanului este de 0,4% din energia de intrare a combustibilului
 - Presupunem că LOI este 2.1% furnizate prin analize de laborator
 - Presupunem că a fost efectuată o evaluare și rata medie a debitului este de 165 tone/zi
 - Căldura superioară de ardere a combustibilului este de 31,890 kJ/kg

Exerciții pentru Studenți

- Cazan #2 – Determinarea eficienței
 - Estimați *impactul* instalării unui dispozitiv de reglare automată a oxigenului
 - Dispozitivul va reduce conținutul de oxigen în gazul de ardere pînă la 4.5% pentru sarcina generală a cazanului
 - Presupunem că a fost efectuată o evaluare și rata medie a debitului este de 165 tone/zi
 - Căldura superioară de ardere a combustibilului este de 31,890 kJ/kg

Exerciții pentru Studenți

- Determinarea Eficienței Turbinei cu contrapresiune $P^{\hat{I}}$ - P_J
 - Determinați eficiența adiabatică a turbinei cu abur de bază, ce operează între două sisteme de presiune înaltă și de presiune joasă

- Eficiența Turbinei cu Condensație
 - Determinați eficiența adiabatică a turbinei cu condensație, bazându-vă pe informația prezentată anterior

Exerciții pentru Studenți

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Dezvoltarea modelului SSAT, ce reprezintă cel mai eficient caracteristicile generale ale instalației “exemplu”, pentru evaluarea, ce va oferi reprezentativ valoarea costurilor marginale ale aburului.
 - Acest model ar trebui de asemenea, să ofere, o descriere obiectivă a echilibrului masei de abur ce trece prin sistemul
 - Analizele necesare pentru acest exercițiu ar trebui să fie considerate preliminare, ca urmare acestea nu includ pierderile prin suprafața cazanului și LOI (Pierdere la aprindere)
 - Datele obținute, reprezintă valoarea costului marginal al aburului și valoarea debitului ce trece prin supapele de reducere a presiunii

Exerciții pentru Studenți

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Recuperarea energiei prin purjare
 - Utilizând modelul SSAT dezvoltat pentru sistemului de abur general, determinați impactul economic a recuperării energiei termice din procesul de purjare a cazanului
 - Prezentați domeniile individuale ale impactului economic care contribuie la obținerea rezultatelor

Exerciții pentru Studenți

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Recuperarea aburului din condensat
 - Utilizând modelul SSAT dezvoltat special pentru sistemul de abur, determinați impactul economic a recuperării aburului produs la ieșire din sistemul de recuperare a condensatului
 - Prezentați zonele individuale a impactului economic ce contribuie la obținerea rezultatelor

Exerciții pentru Studenți

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Cererea de abur
 - Apa din proces, a fost încălzită inutil de la 40 °C la 70°C cu abur de presiune joasă
 - Separatorul de condensat din abur servește drept schimbător de căldură și prin urmare vom obține un lichid saturat
 - Aburul intrat în schimbătorul de căldură provine din sistem de presiune joasă, la condiții de saturație — pierderile de transfer de căldură în acest branșament optează pentru pierderi de energie din condiții de supraîncălzire
 - Apa de proces are un debit de ~400 l/min
 - Determina -ți impactul costului de operare a combustibilului, prin eliminarea acestei cereri de abur

Exerciții pentru Studenți

- Instrument de evaluare a Sistemului de Abur
 - Turbina cu Abur vizavi de Motorul Electric
 - Determinați impactul economic, în cazul în care un motor electric de 100 kW este înlocuit cu o turbină cu abur
 - Presupunem că turbina ca funcționa în mod continuu între sistemele de înaltă presiune și medie presiune
 - Eficiența adiabatică a turbinei constituie 35%

Exerciții pentru Studenți

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Problema izolației conductelor 3E Plus
 - Una din unitățile de proces furnizează abur cu presiune medie printr-un colector cu diametru de 150 mm
 - O lungime de 10 m s-a observat a fi neizolată - rezultatul unei activități de menținere din trecut
 - Cealaltă parte a sistemului de conducte este acoperită cu o izolație de o grosime de 50 mm de silicat de calciu și o mantă de aluminiu
 - Condițiile de mediu sunt tipice pentru o instalație industrială
 - Conductele sunt localizate în exterior în un pod de conducte
 - Determinarea reducerii pierderilor de energie și impactul economi asociat cu izolarea conductelor neizolate

Exerciții pentru Studenți

- Instrument de Evaluare a Sistemului de abur
 - Completați secțiunile din sistemul SSST “Practici operaționale a sistemului de abur” și “Practici operaționale a instalației de cazane”, avînd la bază informația prezentată mai sus
 - De asemenea, indicați modul de obținere a informației suplimentare necesare, alta decît cea prezentată
 - În final, bazîndu-vă pe completarea secțiunilor din sistemul SSST, enumerați zonele specifice de economisire a energiei pe care dvs le-ati depistat, în urma analizei la întreprinderea dată

Răspunsuri la exerciții

➤ Instrument de
Definire a
Sistemului de
Abur

2. Practici de Operare în Instalația de Cazane		
Întreținerea Separatoarelor de Condensat din Abur		
ST1: Practici de menținere a oalei de condensat	40	5
Program de tratare a apei		
WT1: Tratarea apei – asigurarea funcționării	10	0
WT2: Curățarea depozitelor de apă și de ardere a cazanului	10	5
WT3: Măsurarea TDS, rata de purjare inferioară/superioară cazan	10	5
Izolarea Sistemului		
IN1: Izolarea– Instalației de cazane	10	10
IN2: Izolarea – Distribuției/utilizatorilor finali/Recuperării	20	0
Scurgerile de abur		
LK1: Gravitatea – scurgerilor de abur	10	8
Lovirea apei		
WH1: Lovirea apei – frecvența	10	10
Menținerea efectivă a operațiunilor sistemului de abur		
MN1: Verificarea echipamentului Important din centrală	20	5
Practici totale de operare a instalației de cazane	140	48

Răspunsuri la exerciții

➤ Instrument de Definire a Sistemului de Abur

3. Practici de Operare în Instalația de Cazane		
Eficiența cazanului		
BE1: Măsurarea eficienței cazanului – frecvența	10	5
BE2: Măsurarea temperaturii gazului de ardere, O ₂ , CO	15	0
BE3: Verificarea excesului de aer în cazan	10	7
Echipament de Recuperare a căldurii		
HR1: Echipament de Recuoerare a căldurii din cazan	15	7
Producere de abur uscat		
DS1: Verificarea calității aburului din cazan	10	10
Operațiuni generale ale cazanului		
GB1: Verificarea automată a purjării cazanului	5	0
GB2: Frecvența alarmelor cazanului nivel scăzut/ridicat	10	10
GB3:Frecvența fluctuațiilor de presiune a aburului din cazan	5	5
Practici totale de operare a instalației de cazane	88	44

Răspunsuri la exerciții

- Instrument de Definire a Sistemului de Abur
 - Lista Oportunităților Potențiale de Îmbunătățire
 - Program de Gestionare a Oalei de Condensat
 - Oportunități de izolare în zonele de proces
 - Îmbunătățirea eficienței instalației de cazane
 - Monitorizarea și direcționarea parametrilor
 - Implementarea Dispozitivelor de reducere a oxigenului
 - Instalarea și operarea unui economizor cu apă de alimentare
 - Verificarea procesului de purjare
 - Recuperarea energiei prin purjare
 - Recuperarea condensatului
 - Evaluarea operațiunilor turbinelor

Exerciții pentru Studenți

- Cazan #2 Determinarea Eficienței
 - Estimarea costului operativ al combustibilului
 - Utilizați doar pierderile majore
 - Determinarea trebuie să fie completă utilizând, debitul de abur, condițiile aburului, o valoare estimată a eficienței cazanului
 - Estimarea pierderilor asociate cu purjarea cazanului
 - Determinarea eficienței cazanului prin metoda directă și indirectă
 - Presupunem că pierderile prin suprafața cazanului sunt 0.4% din energia de intrare a combustibilului
 - Presupunem că LOI sunt 2.1% provenite din analize de laborator
 - Presupunem că a fost efectuată o evaluare și rata medie a debitului este de 165 tone/zi
 - Căldura superioară de ardere a combustibilului este de 31,890 kJ/kg

Răspunsuri la Exerciții

- Cazan #2 – Determinarea eficienței
 - Costul de operare a combustibilului

Input Data

Stack Gas Temperature (°F)	230 °C	Stack Temperature - Ambient Temperature = 210°C
Ambient Temperature (°F)	20 °C	

Stack Gas Oxygen Content (%)	7 %
------------------------------	-----

Note: Stack gas oxygen content is expressed on a molar or volumetric basis

Results

Estimated Stack Losses for each of the default fuels are as follows:

Natural Gas	21.2 %
Number 2 Fuel Oil	16.8 %
Number 6 Fuel Oil (Low Sulfur)	16.3 %
Number 6 Fuel Oil (High Sulfur)	16.5 %
Typical Eastern Coal (Bituminous)	14.9 %
Typical Western Coal (Subbituminous)	16.5 %
Typical Green Wood	27.3 %



Răspunsuri la Exerciții

- Cazan #2 – Determinarea eficienței
 - Costul de operare a combustibilului

$$\eta_{boiler} = \frac{\text{Energy absorbed by steam}}{\text{Fuel input energy}} \times 100$$

$$\eta_{boiler} = \frac{m_{steam} (h_{steam} - h_{feedwater})}{m_{fuel} HHV_{fuel}} \times 100$$

- $m_{abur} = 70,000 \text{ kg/h}$
- $H_{abur} = 3,020 \text{ kJ/kg}$ (20 bars, 300°C – supraîncălzit)
- $H_{\text{apa de alimentare}} = 463.1 \text{ kJ/kg}$ (25 bars, 110°C sau la ieșire din degazor)

Răspunsuri la Exerciții

- Cazan #2 – Determinarea eficienței
 - Costul de operare a combustibilului

$$m_{fuel} = \frac{m_{steam} (h_{steam} - h_{feedwater})}{\eta_{boiler} HHV_{fuel}} \times 100$$

$$m_{fuel} = \frac{70,000 (3,020 - 463.1)}{(100 - 14.9) \times 31,890} \times 100$$

$$m_{fuel} = 6,595 \frac{kg}{hr}$$

Răspunsuri la Exerciții

➤ Cazan #2 Determinarea Eficienței

- Costul de operare a combustibilului
 - Consum de combustibil = 6.595 tone/h
 - Costul combustibilului = 150 \$ pe tonă
 - Costul de operare a combustibilului = $6.595 \times 150 = 989.2$ \$ pe h
 - Costul de operare a combustibilului = $989.2 \times 8,760 \sim 8,665,000$ \$ pe an

Răspunsuri la Exerciții

➤ Cazan #2 Determinarea Eficienței

- Pierderile prin purjare

$$\beta \approx \frac{\text{Feedwater Conductivity}}{\text{Blowdown Conductivity}} \times 100$$

$$\beta \approx \frac{125}{2,500} \times 100 = 5.0\%$$

$$m_{\text{blowdown}} = \left(\frac{\beta}{1 - \beta} \right) m_{\text{steam}} = \left(\frac{0.05}{1 - 0.05} \right) 70,000 = 3,684 \text{ kg/hr} = 1.02 \text{ kg/s}$$

$$Q_{\text{blowdown}} = m_{\text{blowdown}} (h_{\text{blowdown}} - h_{\text{feedwater}}) = 1.02 (920.1 - 463.1) = 466 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{blowdown}} = m_{\text{blowdown}} (h_{\text{blowdown}} - h_{\text{makeup}}) = 1.02 (920.1 - 83.9) = 853 \text{ kW}$$

Sistem
de
Cazane

Răspunsuri la Exerciții

➤ Cazan #2 Metoda directă de determinare a eficienței

- $m_{\text{abur}} = 70,000 \text{ kg/h}$
- $h_{\text{abur}} = 3,020 \text{ kJ/kg}$ (20 bari, 300°C – supraîncălzit)
- $H_{\text{apa aliment}} = 463.1 \text{ kJ/kg}$ (25 bari, 110°C -ieșire din degazor)
- $M_{\text{comb}} = 165 \text{ tone pe zi}$
- $\text{HHV}_{\text{comb}} = 31,890 \text{ kJ/kg}$

$$\eta_{\text{boiler}} = \frac{m_{\text{steam}} (h_{\text{steam}} - h_{\text{feedwater}})}{m_{\text{fuel}} \text{HHV}_{\text{fuel}}} \times 100$$

$$\eta_{\text{boiler}} = \frac{70,000 (3,020 - 463.1)}{165 \times 1000 \times 31,890} \times 24 \times 100$$

$$\eta_{\text{boiler}} = 81.9\%$$

Răspunsuri la Exerciții

- Cazan #2 Metoda Indirectă de determinare a eficienței cazanului

$$\eta_{boiler} = 100 - Losses$$

$$\eta_{boiler} = 100 - \lambda_{shell} - \lambda_{blowdown} - \lambda_{stack} - \lambda_{other}$$

$$\lambda_{blowdown} = \frac{m_{blowdown}(h_{blowdown} - h_{feedwater})}{m_{fuel} HHV_{fuel}} \times 100 = \frac{3,684 (920.1 - 463.1)}{165 \times 1,000 \times 31,890} \times 24 \times 100 = 0.77\%$$

Răspunsuri la Exerciții

- Cazanul #2 Determinarea eficienței prin metoda indirectă

$$\eta_{boiler} = 100 - Losses$$

$$\eta_{boiler} = 100 - \lambda_{shell} - \lambda_{blowdown} - \lambda_{stack} - \lambda_{other}$$

$$\eta_{boiler} = 100 - 0.4 - 0.77 - 14.9 - 2.1$$

$$\eta_{boiler} = 81.8\%$$

Exerciții pentru Studenți

➤ Cazan #2 Determinarea eficienței

- Estimarea *impactului* de instalare a unui dispozitiv automat de reducere a oxigenului
 - Dispozitivul va reduce conținutul de oxigen în gazul de ardere pînă la 4.5% pentru sarcina generală a cazanului
 - Presupunem că o evaluare similară a fi realizată complet și valoarea medie a debitului este de 165 tone/zi
 - Căldura superioară de ardere este 31,890 kJ/kg

Răspunsuri la Exerciții

Conținutul Tipic de Oxigen în Gazul de Ardere, Parametri de control

Combustibil	Control Automatic		Control de poziție		Control Automatic		Control de poziție	
	Conținut de O ₂ în gaz de ardere		Conținut de O ₂ în gaz de ardere		Exces de aer		Exces de aer	
	Min. [%]	Max. [%]	Min. [%]	Max. [%]	Min. [%]	Max. [%]	Min. [%]	Max. [%]
Gaz natural	1.5	3.0	3.0	7.0	9	18	18	55
Nr. 2 Comb. lichid	2.0	3.0	3.0	7.0	11	18	18	55
Nr. 6 Comb. lichid	2.5	3.5	3.5	8.0	14	21	21	65
Cărbune pulbere	2.5	4.0	4.0	7.0	14	25	25	50
Cărbune de ardere	3.5	5.0	5.0	8.0	20	32	32	65

Sursa: US DOE ITP Steam BestPractices Program

Instalarea unui Dispozitiv Automat de Reglare a Oxigenului

Input Data

Stack Gas Temperature (°F)	230 °C	Stack T
Ambient Temperature (°F)	20 °C	

Stack Gas Oxygen Content (%)	7 %	
------------------------------	-----	--

Note: Stack gas oxygen content is expressed on a molar or volumetric basis

Estimated Stack Losses for each of the default fuels are as follows:

Natural Gas	21.2 %
Number 2 Fuel Oil	16.8 %
Number 6 Fuel Oil (Low Sulfur)	16.3 %
Number 6 Fuel Oil (High Sulfur)	16.5 %
Typical Eastern Coal (Bituminous)	14.9 %
Typical Western Coal (Subbituminous)	16.5 %
Typical Green Wood	27.3 %

$$\eta_{boiler} = 100 - 14.9$$

$$\eta_{boiler} = 85.1\%$$

Input Data

Stack Gas Temperature (°F)	230 °C	Stack T
Ambient Temperature (°F)	20 °C	

Stack Gas Oxygen Content (%)	4.5 %	
------------------------------	-------	--

Note: Stack gas oxygen content is expressed on a molar or volumetric basis

Estimated Stack Losses for each of the default fuels are as follows:

Natural Gas	19.5 %
Number 2 Fuel Oil	15.1 %
Number 6 Fuel Oil (Low Sulfur)	14.6 %
Number 6 Fuel Oil (High Sulfur)	14.9 %
Typical Eastern Coal (Bituminous)	13.2 %
Typical Western Coal (Subbituminous)	14.8 %
Typical Green Wood	25.8 %

$$\eta_{boiler} = 100 - 13.2$$

$$\eta_{boiler} = 86.8\%$$

Răspunsuri la Exerciții

- Cazanul #2 – Impactul utilizării unui dispozitiv automat de reglare a oxigenului

$$Savings = \left(1 - \frac{\eta_{base}}{\eta_{new}} \right) \times K_{boiler}$$

$$Savings = \left(1 - \frac{85.1}{86.8} \right) \times 8,665,000$$

$$Savings \approx \$170,000 / yr$$

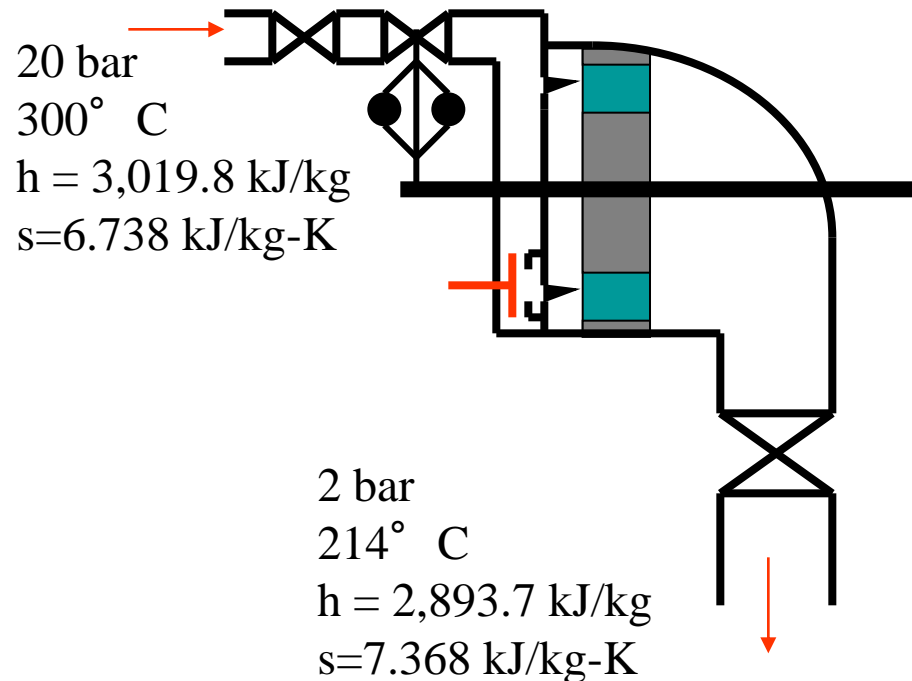
Exerciții pentru Studenți

- Determinarea Eficienței Turbinei cu Contrapresiune PÎ-PJ
 - Determinarea eficienței adiabactice a turbinei cu abur ce operează între sistemele de presiune înaltă și presiune joasă
- Eficiența Turbinei cu Condensație
 - Determinarea eficienței adiabactice a turbinei cu condensație pe baza informației prezentate anterior

Răspunsuri la Exerciții

- Determinarea Eficienței Turbinei cu contrapresiune de PÎ-PJ

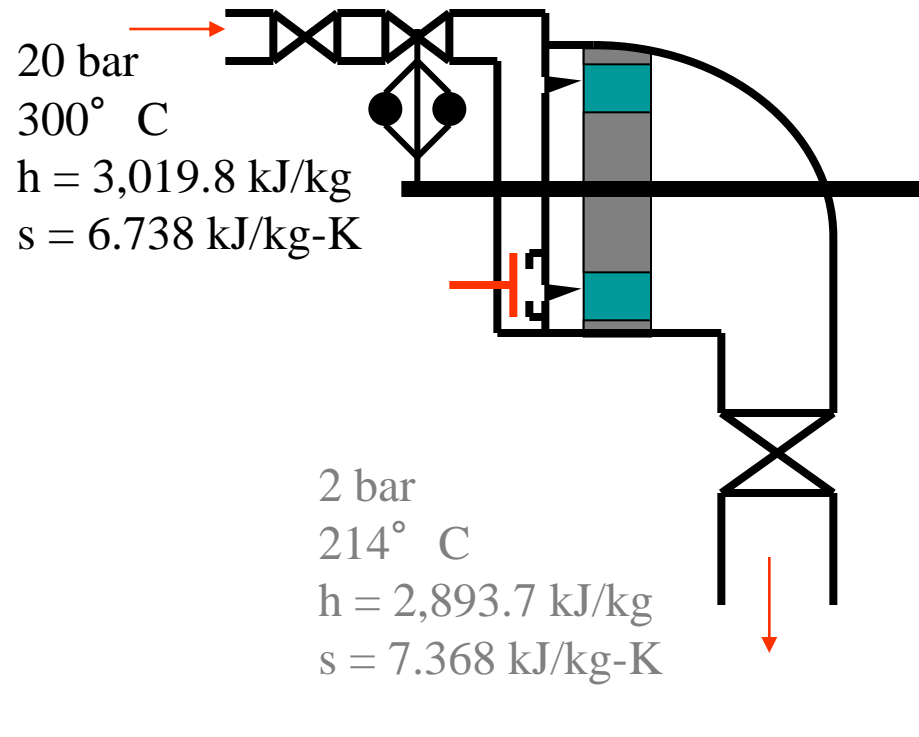
Condiții
actuale de
operare



Răspunsuri la Exerciții

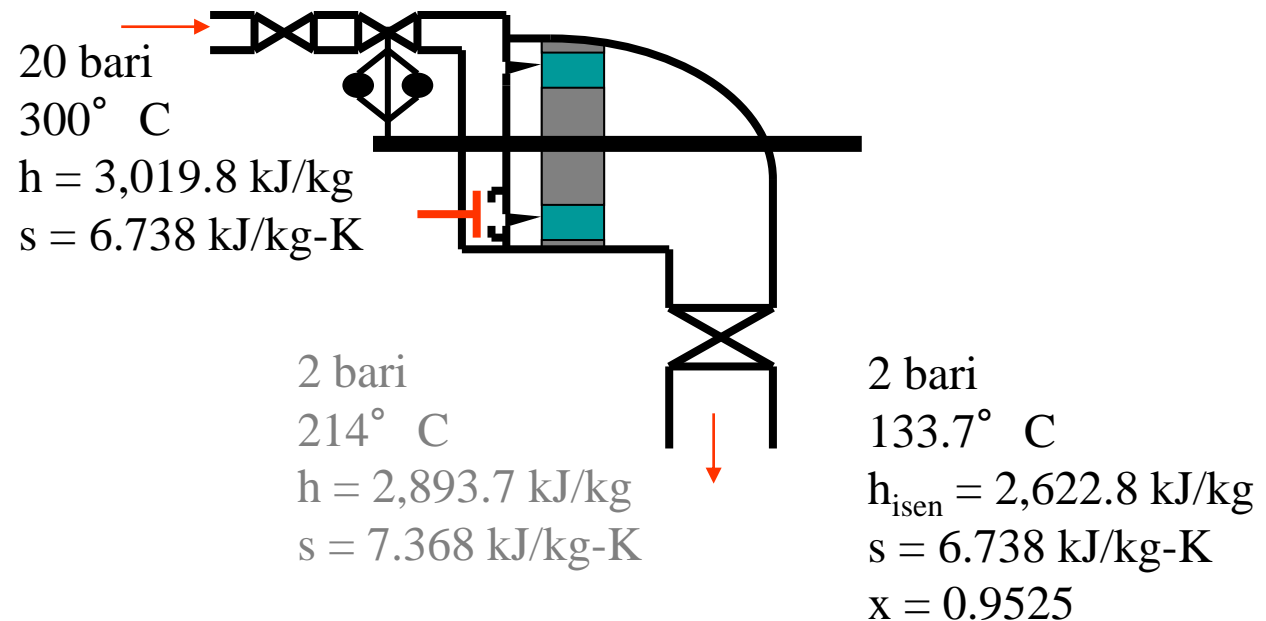
- Determinarea Eficienței Turbinei cu Contrapresiune PÎ-PJ

Condiții
adiabatice



Răspunsuri la Exerciții

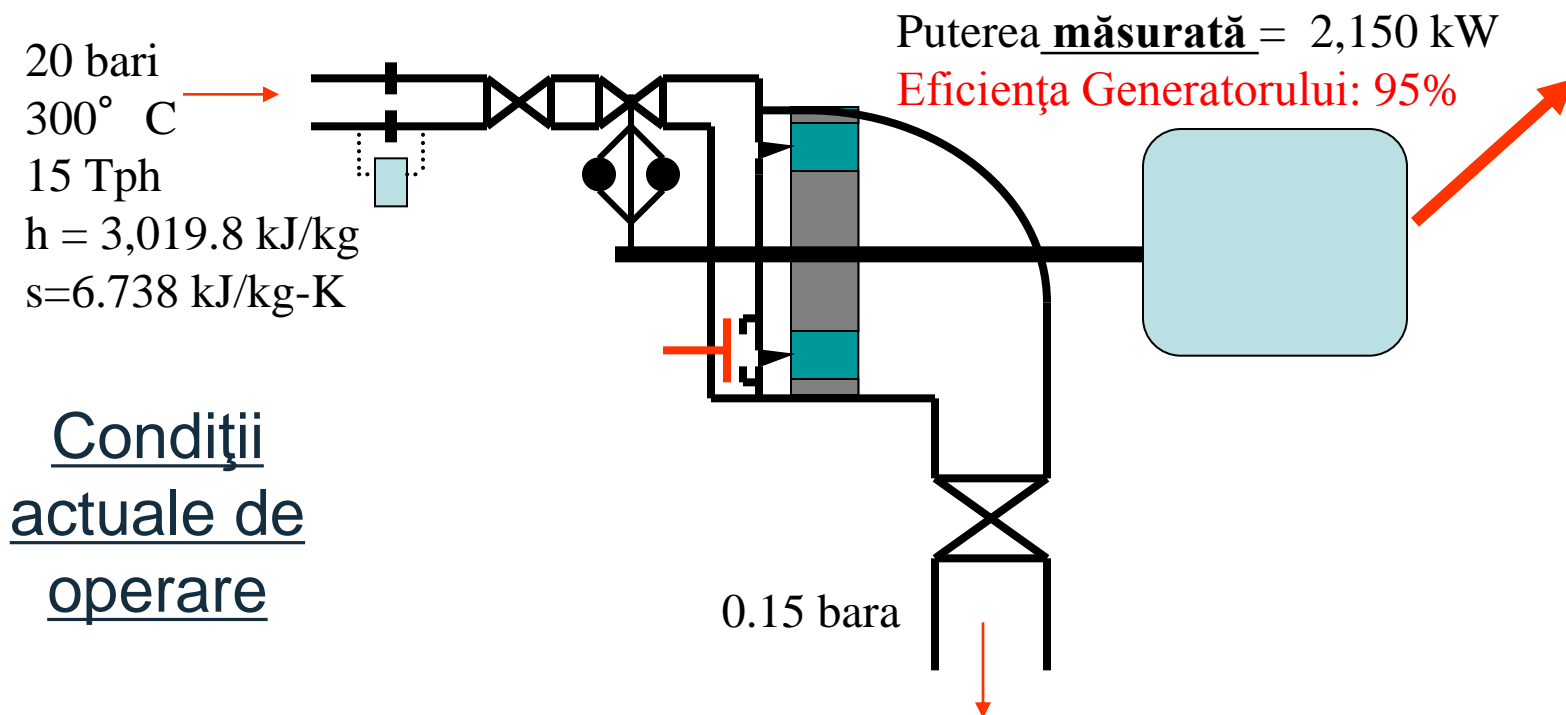
- Determinarea Eficienței Turbinei cu Contrapresiune PÎ-PJ



$$\eta_{isentropic} = \frac{(h_{inlet} - h_{exit})_{actual}}{(h_{inlet} - h_{exit})_{isentropic}} = \frac{(3,019.8 - 2,893.7)}{(3,019.8 - 2,622.8)} = \frac{126.1}{397.0} = 0.3176$$

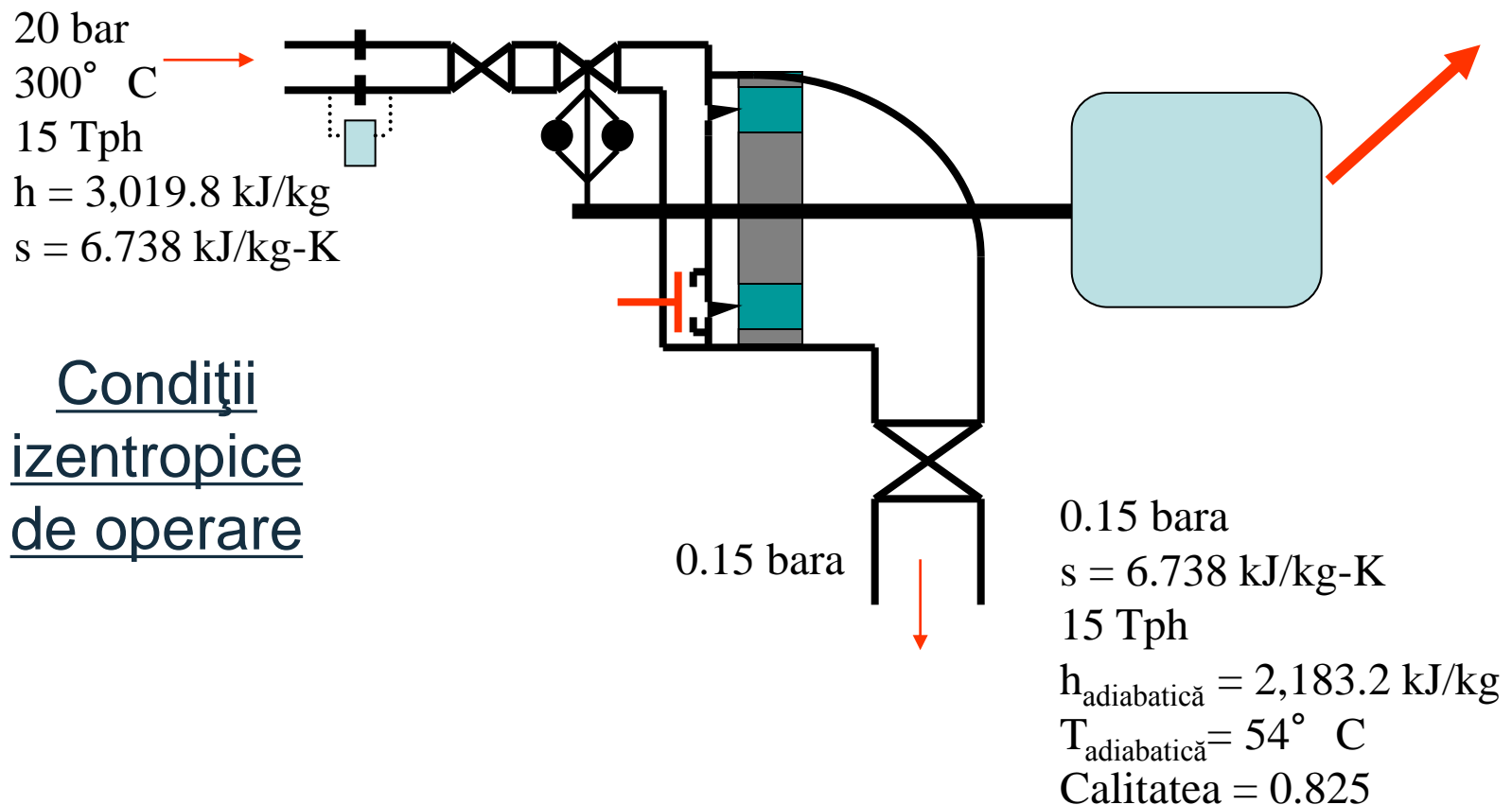
Răspunsuri la Exerciții

➤ Determinarea eficienței Turbinei cu Condensație



Răspunsuri la Exerciții

➤ Determinarea eficienței Turbinei cu Condensație



Răspunsuri la Exerciții

➤ Determinarea Eficienței Turbinei cu Condensare

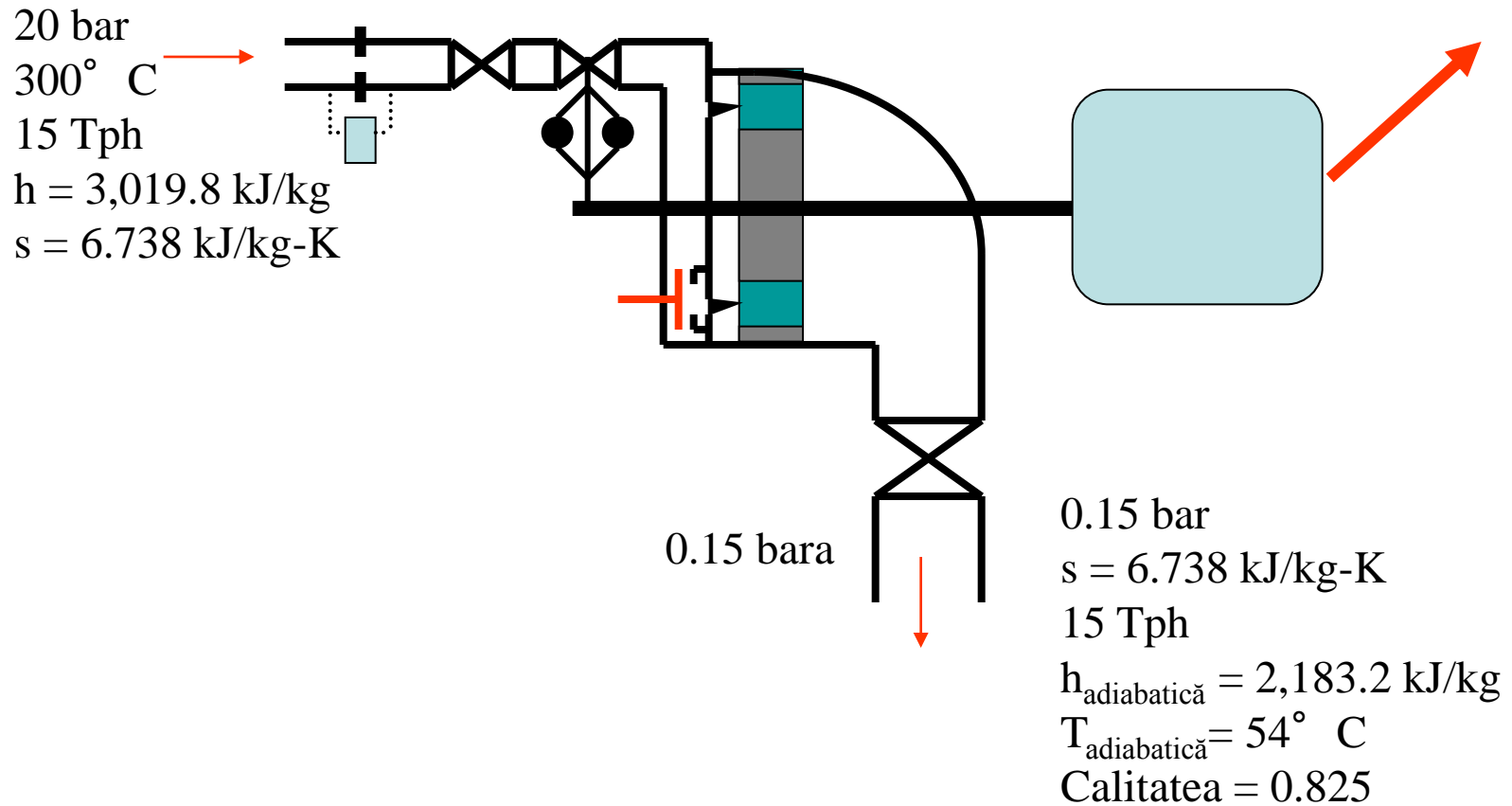
$$\dot{W}_{generator} = 2,150 \text{ kW}$$

$$\eta_{generator} = \frac{\text{Generator Work}}{\text{Turbine Shaft Work}} = \frac{\dot{W}_{generator}}{\dot{W}_{turbine}} = \frac{2,150 \text{ kW}}{\dot{W}_{turbine}} = 0.95$$

$$\dot{W}_{turbine} = 2,263 \text{ kW}$$

$$\eta_{isentropic} = \frac{\text{Actual Turbine Work}}{\text{Isentropic Work}} = \frac{\dot{W}_{generator}}{\eta_{generator} \dot{W}_{isen}} = \frac{\dot{W}_{gen}}{\eta_{gen} \dot{m}_{st} (h_i - h_e)_{isen}}$$

Răspunsuri la Exerciții



$$\eta_{\text{isentropic}} = \frac{2,150 \text{ kW}}{0.95} \frac{3,600 \frac{\text{s}}{\text{hr}}}{15,000 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}} \frac{1}{\left(3,019.8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 2,183.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)} = 0.65$$

Exerciții pentru Studenți

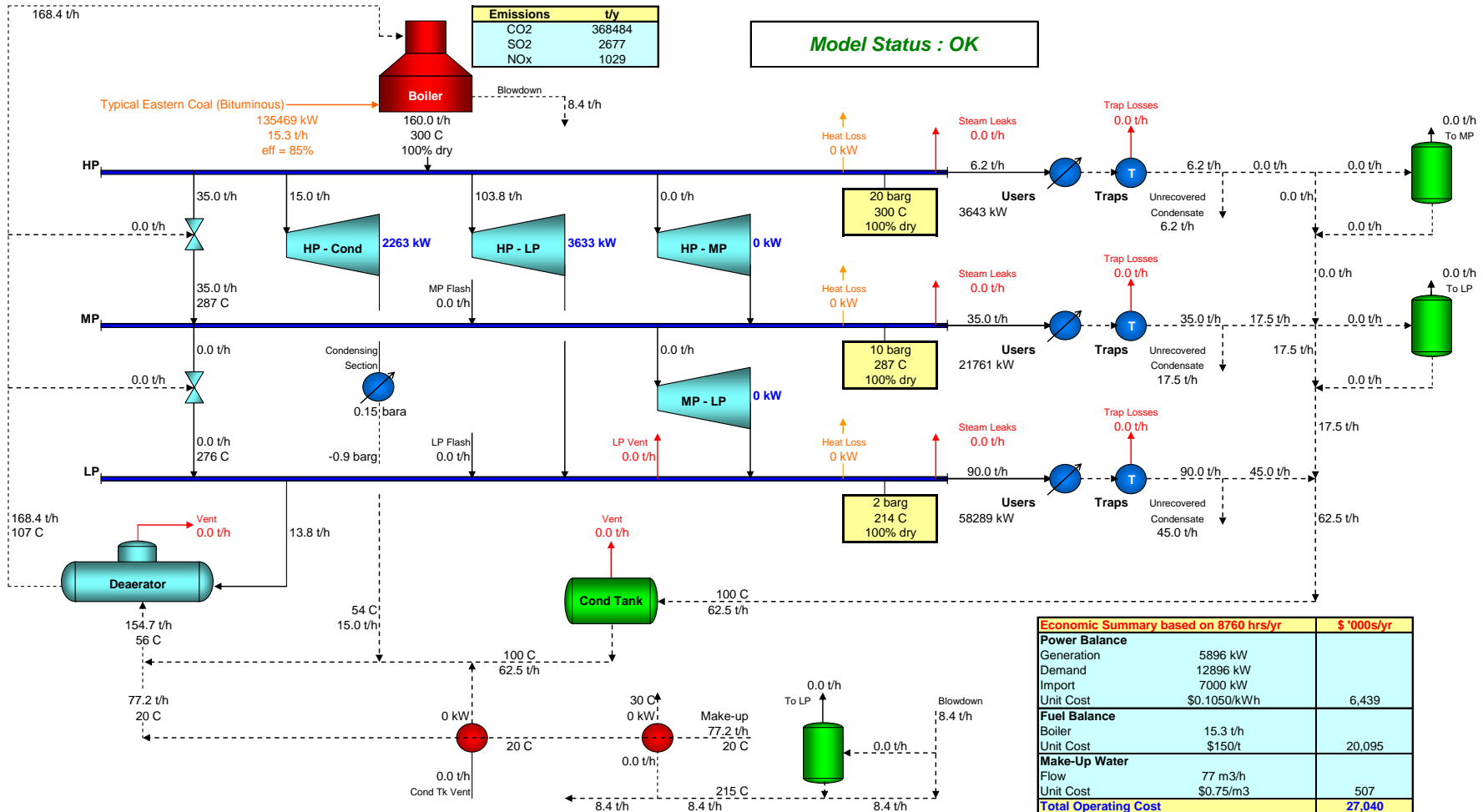
- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Dezvoltarea modelului SSAT care reprezintă cel mai bine caracteristicile generale ale instalației exemplu, pentru o evaluare, care va oferi informații reprezentative pentru costurile marginale de abur
 - Acest model ar trebui să ofere, de asemenea, o descriere efectivă a echilibrului masei de abur ce trece prin sistem
 - Analizele necesare pentru acest exemplu ar trebui să fie considerate preliminare, ca urmare acestea nu includ pierderile prin suprafața cazanului și pierderile LOI
 - Rezultatele obținute reprezintă costurile marginale de abur pentru un sistem și abur ce curge prin supape de reducere a presiunii

Răspunsuri la Exerciții

Steam System Assessment Tool

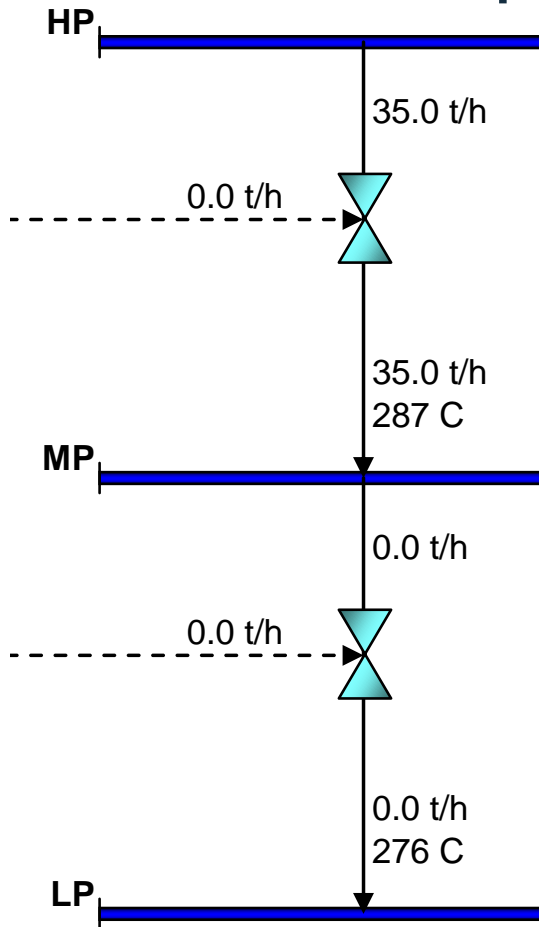
SSAT 3 Header Students Example

Current Operation



Economic Summary based on 8760 hrs/yr		\$ '000s/yr
Power Balance		
Generation	5896 kW	
Demand	12896 kW	
Import	7000 kW	
Unit Cost	\$0.1050/kWh	6,439
Fuel Balance		
Boiler	15.3 t/h	
Unit Cost	\$150/t	20,095
Make-Up Water		
Flow	77 m3/h	
Unit Cost	\$0.75/m3	507
Total Operating Cost		27,040

Răspunsuri la Exerciții



Marginal Steam Costs

(based on current operation)

HP (\$/t)	17.28
MP (\$/t)	15.72
LP (\$/t)	12.04

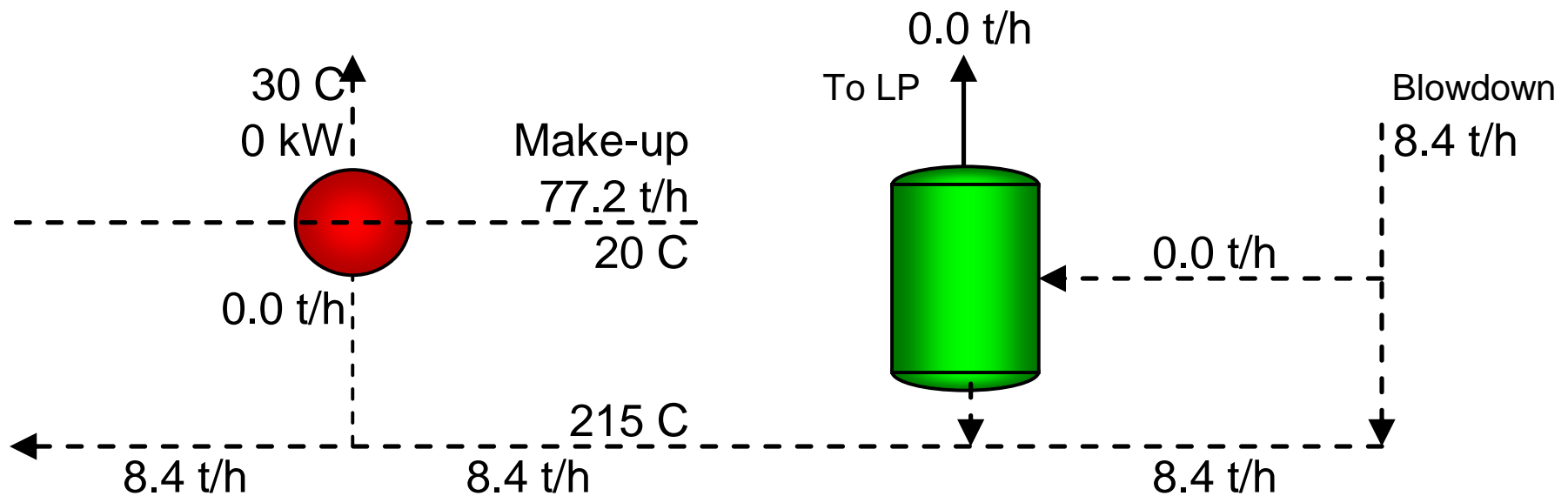
Exerciții pentru Studenți

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Recuperarea Energiei prin Purjare
 - Utilizați un model SSAT dezvoltat pentru un sistem de abur general pentru a determina impactul economic de recuperare a energiei termice din cazanul de purjare
 - Prezentați zonele individuale a impactului economic ce contribuie la obținerea rezultatelor

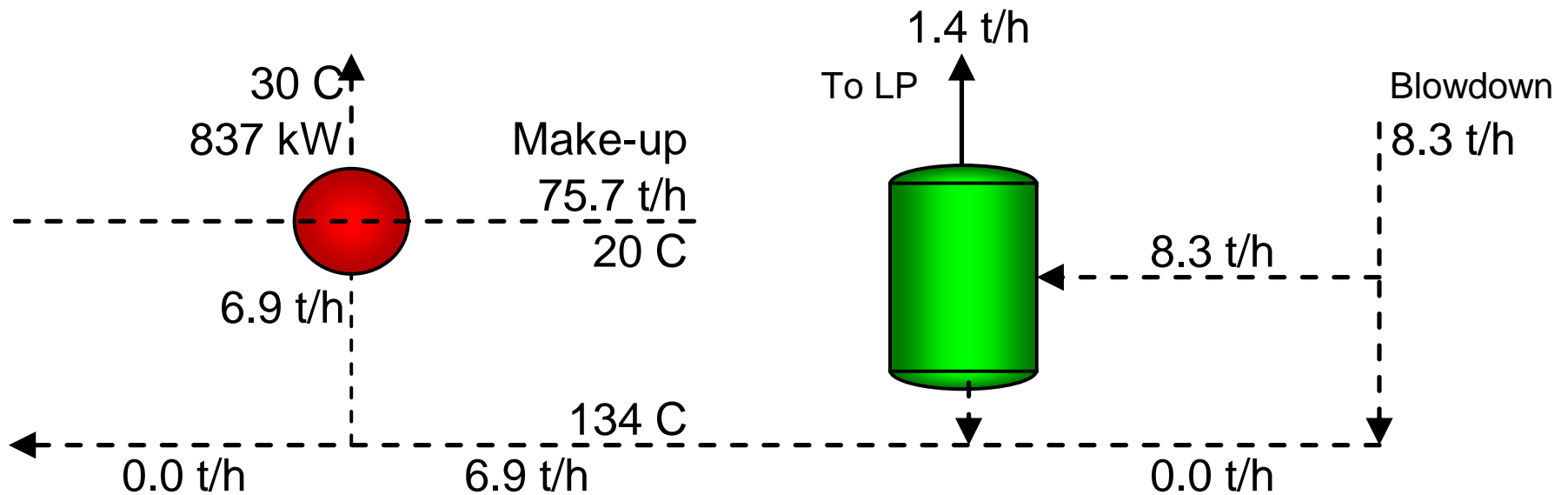
Răspunsuri la Exerciții

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Recuperarea Energiei din purjare
 - Condiții curente de operare



Răspunsuri la Exerciții

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Recuperarea Energie din Purjare
 - Condiții Model de Proiect (5 & 12)



Răspunsuri la Exerciții

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Recuperarea Energiei prin Purjare
- Rezultate

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	6,439	6,526	-88	-1.4%
Fuel Cost	20,095	19,753	342	1.7%
Make-Up Water Cost	507	497	10	1.9%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	27,040	26,776	264	1.0%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	368484 t/yr	362210 t/yr	6274 t/yr	1.7%
SOx Emissions	2677 t/yr	2631 t/yr	46 t/yr	1.7%
NOx Emissions	1029 t/yr	1011 t/yr	18 t/yr	1.7%

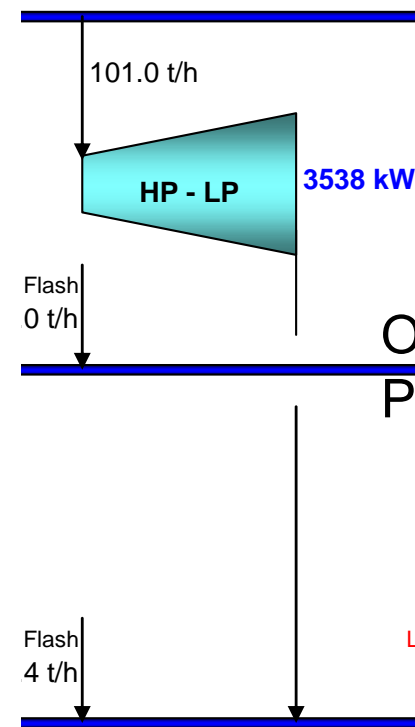
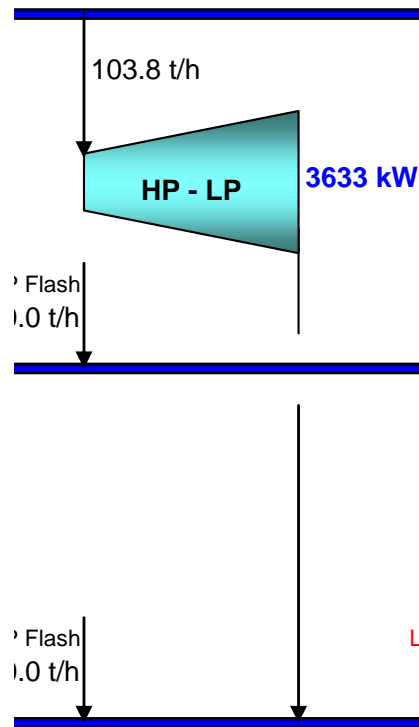
Power Station Emissions	Reduction After Projects	Total Reduction	
CO2 Emissions	-595 t/yr	5679 t/yr	-
SOx Emissions	-2 t/yr	44 t/yr	-
NOx Emissions	-1 t/yr	16 t/yr	-

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

Răspunsuri la Exerciții

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Recuperarea Energiei prin Purjare
 - Compararea Turbinelor de PÎ-PJ

Operațiuni
curente



Operațiunile
Proiectelor (5 & 12)

Exerciții pentru Studenți

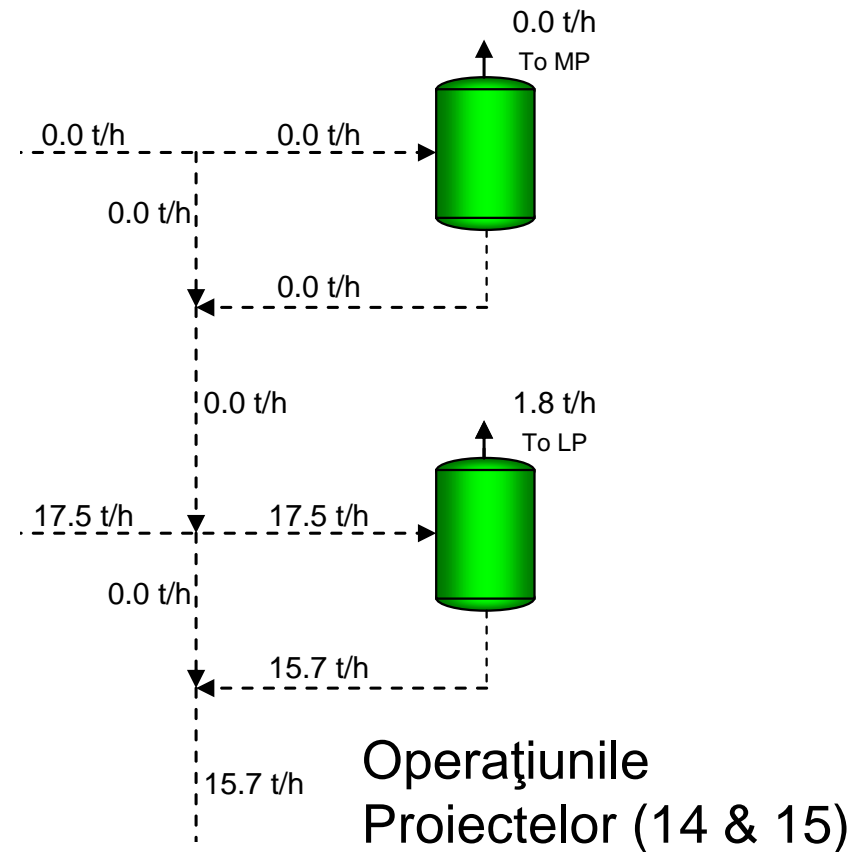
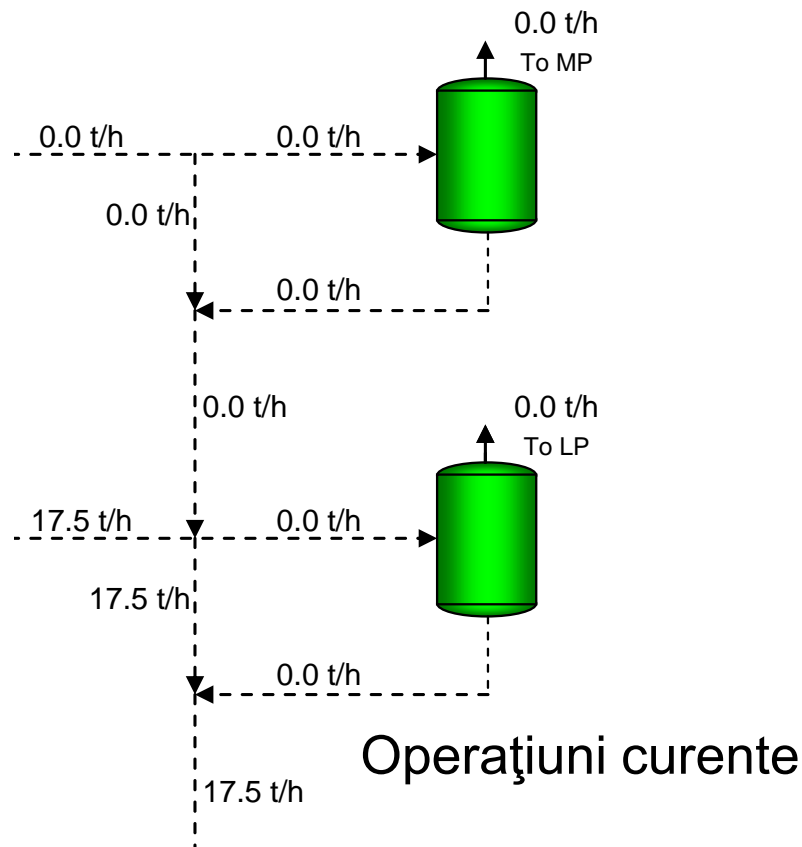
➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Recuperarea aburului din condensat
 - Utilizați modelul SSAT dezvoltat pentru sistemul de abur pentru a determina impactul economic a recuperării aburului produs la ieșire din sistemul de recuperare a condensatului
 - Prezentați zonele individuale a impactului economic ce contribuie la obținerea rezultatelor

Răspunsuri la Exerciții

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Recuperarea Condensatului din Abur



Răspunsuri la Exerciții

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Recuperarea Condensatului din Abur
- Rezultate

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	6,439	6,493	-54	-0.8%
Fuel Cost	20,095	19,884	210	1.0%
Make-Up Water Cost	507	507	0	0.0%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	27,040	26,884	157	0.6%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	368484 t/yr	364628 t/yr	3856 t/yr	1.0%
SOx Emissions	2677 t/yr	2649 t/yr	28 t/yr	1.0%
NOx Emissions	1029 t/yr	1018 t/yr	11 t/yr	1.0%

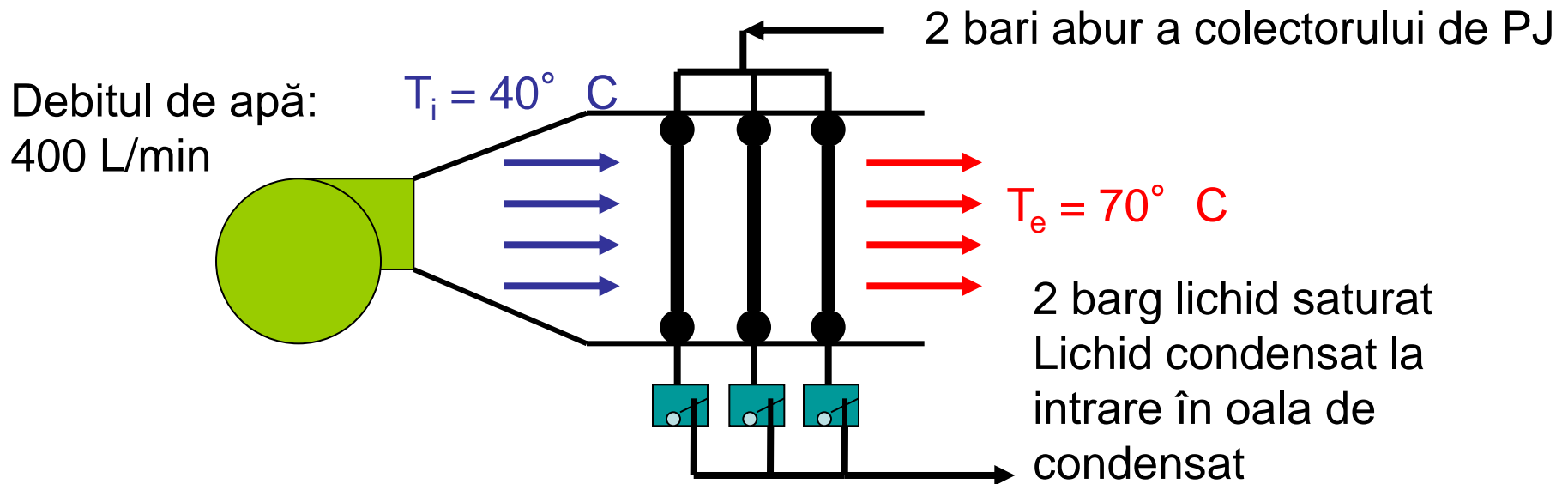
Power Station Emissions	Reduction After Projects	Total Reduction	
CO2 Emissions	-366 t/yr	3490 t/yr	-
SOx Emissions	-1 t/yr	27 t/yr	-
NOx Emissions	-1 t/yr	10 t/yr	-

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

Exerciții pentru Studenți

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Cererea de Abur
 - Apa din proces a fost inutil încălzită de la 40°C la 70°C cu abur de presiune joasă
 - Oala de condensat servește drept schimbător de căldură și funcționează în așa mod, încât la ieșire se obține lichid saturat
 - Aburul intrat în schimbătorul de căldură rezultă dintr-un sistem de joasă presiune la condițiile unui colector de PJ—pierderile prin transfer de căldură în această ramură pot fi neglijate
 - Apa din proces are o rată de curgere de ~400 l/min
 - Determinați impactul costului de operare a aburului prin eliminarea cererii de abur

Răspunsuri la Exerciții



$$Q_{water} = m_{water} C_{p_water} (T_{out} - T_{in})_{water}$$

$$Q_{water} = \frac{400}{1,000} \times 992.2 \times 4.182 \times (70 - 40) \times \frac{1}{60}$$

$$Q_{water} = 829.8 \text{ kW}$$

Răspunsuri la Exerciții

- Economii de Energie = 829.8 kW

$$m_{steamsaved} = \frac{EnergySavings}{(h_{steam} - h_{condensate})}$$

$$m_{steamsaved} = \frac{829.8}{(2,894 - 561.5)} \times 3,600$$

$$m_{steamsaved} = 1,281 \frac{kg}{hr}$$

- Abur Economisit = 1.281 * 8,760 = 11,222 tone/an
- Costul unitar al aburului produs: 12.04 \$ / tonă
- Economii de cost anuale ~ 135,000 \$
- O analiză similară poate fi obținută utilizând proiectul nr. 1 – Necesarul de Abur Economisit într-un Sistem SSAT

Răspunsuri la Exerciții

➤ Necesarul de abur economisit

• Rezultate

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	6,439	6,484	-45	-0.7%
Fuel Cost	20,095	19,919	175	0.9%
Make-Up Water Cost	507	502	5	0.9%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	27,040	26,905	135	0.5%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	368484 t/yr	365268 t/yr	3216 t/yr	0.9%
SOx Emissions	2677 t/yr	2653 t/yr	23 t/yr	0.9%
NOx Emissions	1029 t/yr	1020 t/yr	9 t/yr	0.9%

Power Station Emissions	Reduction After Projects	Total Reduction	
CO2 Emissions	-305 t/yr	2911 t/yr	-
SOx Emissions	-1 t/yr	22 t/yr	-
NOx Emissions	-1 t/yr	8 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

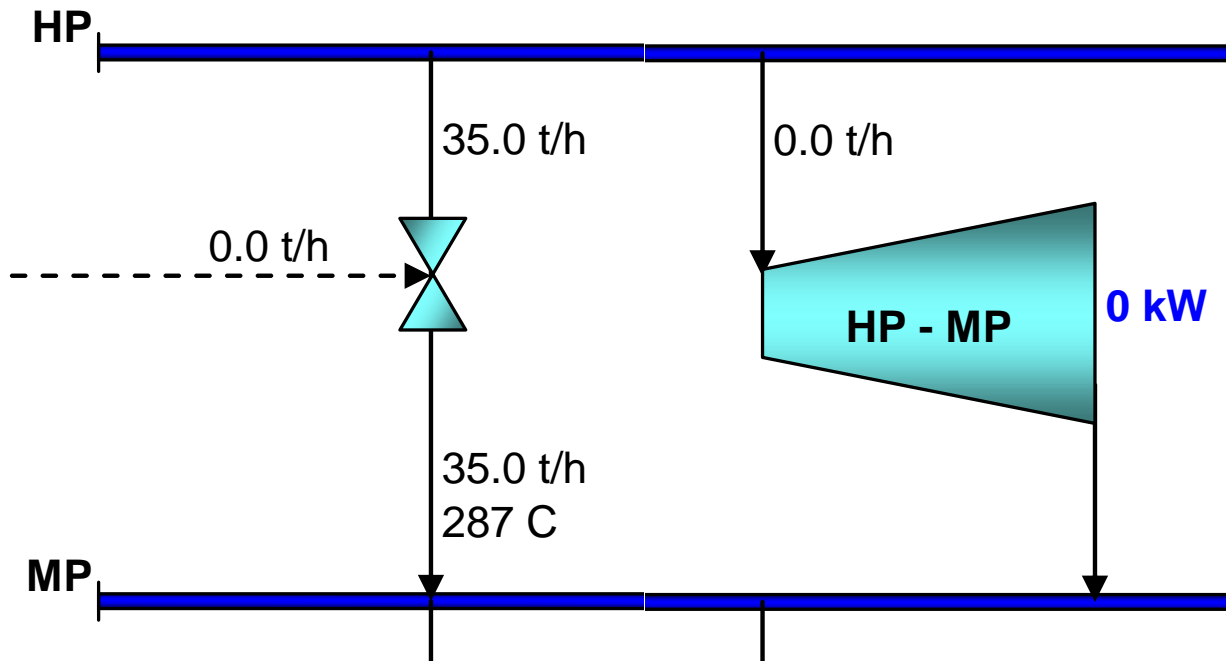
Exerciții pentru Studenți

➤ Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur

- Turbina cu abur vizavi de Motorul Electric
 - Determinarea impactului economic rezultat, în urma înlocuirii unui motor cu puterea 100 kW cu o turbină cu abur
 - Presupunem că turbina funcționează continuu între sistemele de Presiune înaltă și presiune medie
 - Eficiența adiabatică a turbinei este de 35%

Răspunsuri la Exerciții

- Instrument de Evaluare a Sistemului cu Abur
 - Turbina cu Abur vizavi de Motorul Electric
 - Condiții Cutente de Operare



Răspunsuri la Exerciții

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Turbina cu abur vizavi de un Motor electric
 - Condiții de operare de Proiect

Project 8 - HP to MP Steam Turbine(s) Not installed

Do you wish to add an HP to MP turbine?

Yes, install a new turbine



If yes, select the appropriate turbine operating mode

Option 2 - Fixed operation



Specify a new isentropic efficiency (%)

35 %

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

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

Specify fixed power generation



Option 2 - Fixed steam flow

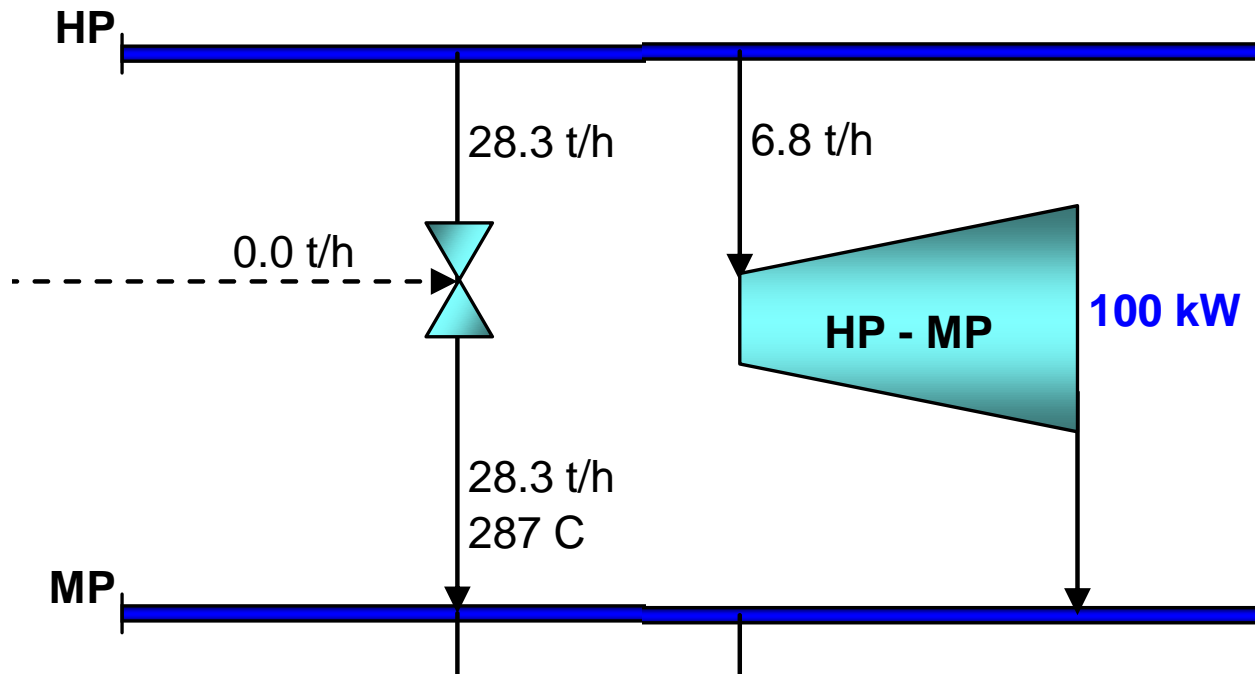
50 t/h

Option 2 - Fixed power generation

100 kW

Răspunsuri la Exerciții

- Instrument de Evaluare a Sistemului cu Abur
 - Turbina cu Abur vizavi de un Motor electric
 - Condiții de operare de Proiect



Răspunsuri la Exerciții

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Turbina cu Abur vizavi de Motorul Electric
 - Rezultate

Model Status : OK

Cost Summary (\$ '000s/yr)	Current Operation	After Projects	Reduction	
Power Cost	6,439	6,346	92	1.4%
Fuel Cost	20,095	20,117	-22	-0.1%
Make-Up Water Cost	507	508	-1	-0.1%
Total Cost (in \$ '000s/yr)	27,040	26,970	70	0.3%

On-Site Emissions	Current Operation	After Projects	Reduction	
CO2 Emissions	368484 t/yr	368888 t/yr	-404 t/yr	-0.1%
SOx Emissions	2677 t/yr	2680 t/yr	-3 t/yr	-0.1%
NOx Emissions	1029 t/yr	1030 t/yr	-1 t/yr	-0.1%

Power Station Emissions	Reduction After Projects	Total Reduction	
CO2 Emissions	627 t/yr	223 t/yr	-
SOx Emissions	2 t/yr	-1 t/yr	-
NOx Emissions	1 t/yr	0 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


Exerciții pentru Studenți

- Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur
 - Problema Izolării Conductei prin 3E Plus
 - Unul dintre unitățile de proces este furnizat de un abur cu presiune medie printr-un colector cu diametru nominal 150 mm
 - O secțiune cu lungimea de 10 m a unui colector, a fost observat a fi neizolat – rezultat al unei activități de întreținere din trecut
 - Restul conductei este acoperit cu o izolație de 50 mm silicat de calciu și cu o membrană de aluminiu
 - Condițiile de mediu sunt tipic specifice unităților industriale
 - Conducta este localizată în exterior pe un pod de conducte
 - Determinați reducerile de pierderi de energie și impactul economic asociate cu izolarea conductelor neizolate

Răspunsuri la Exerciții

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

Insulation Thickness

Item Description: MP Header Insulation System Application: Pipe - Horizontal System Units: ASTM C585

Calculation Type: Heat Loss Per Hour

Process Temp: 287 °C Ambient Temp: 20 °C NPS Pipe Size: 150


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	50
	Jacket Material	0.1 Aluminum, oxidized, in service		

Răspunsuri la Exerciții


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: **MP Header Insulation**

Geometry Description: **Steel Pipe - Horizontal**

Bare Surface Emittance: **0.8**

Process Temp: **287.0 °C**

Relative Humidity: **N/A**

Outer Jacket Material: **Aluminum, oxidized, in service**

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

System Units: **ASTM C585**

Nominal Pipe Size: **150 mm**

Ave. Ambient Temp: **20.0 °C**

Dew Point: **N/A**

Condensation Control Thickness: **N/A**

Outer Surface Emittance: **0.1**

Thickness: **50.0 mm**

Ave. Wind Speed: **1.0 m/s**

Append To Audit

Browse...

Variable Insulation Thickness	Surface Temp (°C)	Heat Loss (W/m)	Efficiency (%)
Bare	286.0	3511.00	
Layer 1	54.6	235.10	93.30

Răspunsuri la Exerciții

$$Q_{\text{saved}} = (3,511 - 235.1) \times 10 = 32.8 \text{ kW}$$

$$\text{Fuelsaved} = 32.8 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \times 3,600 \frac{\text{s}}{\text{hr}} \times 8,760 \frac{\text{hr}}{\text{yr}} \times \frac{1}{0.851} = 1,215.5 \frac{\text{GJ}}{\text{yr}}$$

$$\text{Fuelsaved} = 1,215.5 \frac{\text{GJ}}{\text{yr}} \times \frac{1}{31,890 \text{ kJ}} \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \times 1,000 \times 1,000 = 38,115 \frac{\text{kg}}{\text{yr}}$$

$$\text{Savings} = 38,115 \frac{\text{kg}}{\text{yr}} \times 150.0 \frac{\$}{\text{tonne}} \times \frac{1}{1,000} = 5,717 \frac{\$}{\text{yr}}$$

Răspunsuri la Exerciții

- Dacă impactul energiei este realizat “pentru costul aburului”:

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

$$\dot{Q}_{total} = \left(3,511 \frac{W}{m} - 235.0 \frac{W}{m} \right) (10\ m)$$

$$\dot{Q}_{total} = 32.8\ kW$$

Marginal Steam Costs	
(based on current operation)	
HP (\$/t)	17.28
MP (\$/t)	15.72
LP (\$/t)	12.04

Răspunsuri la Exerciții

Localizarea	Temperatura (°C)	Volum specific (m ³ /kg)	Entalpia (kJ/kg)	calitatea (%)	Presiune (bar[g])
Abur	287	0.22760	3,019.8	****	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

$$\dot{m}_{steam} = \frac{\dot{Q}_{total}}{(h_{steam} - h_{condensate})} = \frac{32.8 \text{ kW}}{(3,019.8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 781.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})}$$

$$\dot{m}_{steam} = 0.015 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 52.8 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Răspunsuri la Exerciții

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

$$\dot{K}_{steam} = 52.8 \frac{kg}{hr} \left(15.72 \frac{\$}{tonne} \right) \left(\frac{1}{1,000} \frac{tonne}{kg} \right)$$

$$\dot{K}_{steam} = 0.83 \frac{\$}{hr} \left(\frac{8,760hrs}{1yr} \right) = 7,271 \frac{\$}{yr}$$

Dacă costul
aburului este
cunoscut

➤ Proiectul cererii de abur din SSAT de asemenea poate fi utilizat



Raport de Evaluare a Energiei Sistemului de Abur Industrial

Raport de Evaluare a Energiei

- Exemplu – Raport de Evaluare a Energiei Aburului din US DOE
- Informații Generale despre Întreprindere
 - Tipul industrial
 - Mărimea
 - Localizarea
 - Personalul întreprinderii
 - Experți în Energie, etc.

Save Energy Now Assessment Report

ESA-043-5

General Assessment Information

Company: Citgo Refining Company	Assessment Type: Steam
Plant: CITGO Petroleum Corporation	Assessment Dates: 1/17/2011 - 1/20/2011
Location: Lemont, IL	

Plant Information

NAICS: 324110	Employed: 800
Principal Products: Gasoline & other blends	Floor Area: 1000 acres
Address: 135th and New Avenue, Lemont, IL, 60439	

Participant Contact Information

<u>Plant Contact</u> Name: Phone: Email:	<u>Energy Expert Contact</u> Name: Riyaz Papar Company: Hudson Technologies Company Phone: 281 298 0975 Email: rpapar@hudsontech.com
<u>Corporate Contact</u> Name: Phone: Email:	<u>Technical Account Manager Contact</u> Name: Phone: Email:
<u>Additional Plant Attendees</u>	

Informații de Bază despre Întreprindere

Appendix A: Basic Plant Information

Basic Plant Information:

Plant Name:	CITGO Petroleum Corporation	Address:	135th and New Avenue
Primary Product:	Gasoline & Other fuel blends	State:	IL
Industry Type:	Petroleum	City:	Lemont
NAICS Code:	324110	ZIP:	60439

Plant Background and Process Description

The CITGO Petroleum Corporation refinery is located in Lemont, IL and has a capacity of ~170,000 barrels per day crude oil throughput.

Annual Utility Consumption

	Annual Usage	Avg. Annual Demand	Annual Cost	Unit Cost	CO ₂ Emission (Metric Tons)
Electricity	kWh	kW	\$\$\$\$	\$/kWh	XXX
Natural Gas	GJ		\$\$\$\$	\$/GJ	YYY
Other Gas	GJ		\$\$\$\$	\$/GJ	
Total	GJ		\$\$\$\$		

Oportunități de Economisire a Energiei

- Rezumatul oportunităților de economisire a energiei

Evaluarea oportunităților		Estimarea economiilor anuale					Rambursare (ani)
ESO#	Oportunități recomandate	kWh	kW	GJ	CO2 (tone metr)	Economiile de cost (\$)	
1							
2							
3							
4							

Recomandări Calitative

1.	Continuarea cu un program de gestionare a oalei de condensat
2.	Creșterea recuperării condensatului în zonele de conservare
3.	Reducerea cantității de abur încălzit
4.	Reducerea cantității de abur pentru umplerea rezervorului
5.	Instalații de cogenerare
6.	Optimizarea sistemului de abur
7.	Calibrarea instrumentelor
8.	Utilizarea instrumentelor portabile
9.	Monitorizarea și direcționarea continuă a eficienței cazanului

➤ Recomandările calitative includ:

- Oportunitățile care nu au fost evaluate în timpul evaluării și întreprinderea este un candidat bun pentru evaluare
- Zone care nu pot duce direct la cuantificarea economiilor de energie prin punerea în aplicare a acestora

Cele mai eficiente exemple remarcate

- Cele mai bune practici observate în instalație ar trebui să fie evidențiate
- Acestea ar trebui să fie încurajate de către experții în domeniul energiei
- Aceștea sunt câștigătorii de care întreprinderea ar fi mulțumită

Observed Best Practices	
1: Overall site level integration	Steam is generated at several different areas in the refinery but there is a central distribution system and site-wide steam header network and integration.
2: Significant instrumentation for energy balance analysis	There is a significant amount of instrumentation that monitors critical operating parameters and a PI historian system that helps plant personnel to do a mass and energy balance analysis.
3: High level of system-based and equipment-based energy efficiency metrics and KPIs	With the significant amount of real-time data collection, the plant has a program to determine system-based and equipment-based efficiency metrics and KPIs. Some examples include: amount of fuel used per lb of steam produced, energy intensity index, etc.
4: Record and log of water treatment, blowdown, etc.	Plant personnel manually log information from water testing that is done on a regular basis.
5: Stack heat recovery on boilers	Most of the boilers (CO, Aux and Package) have feedwater economizers that capture stack loss from the boilers and improve boiler efficiency.
6: Blowdown flash heat recovery	Most boilers and waste heat steam generators have blowdown flash steam recovery.
7: Oxygen trim controllers on all boilers	Oxygen trim controllers allow to keep very tight excess air levels and minimize stack losses.
8: Operation with NO extra boilers	The plant demand is such that every steam generating asset is utilized to its fullest in winter. Then, in summer, the rental boiler doesn't operate.
9: Use of backpressure turbines for pressure letdown	There are several backpressure steam turbines that drive mechanical equipment and maintain a

Oportunități de Economisire a Energiei

➤ Fiecare Oportunitate de economisire trebuie să fie descrisă în detalii:

- Esența
- Recomandări sigure
- Economii estimate
- Metodologia de calcul pentru determinarea economiilor
- Implementarea Costului
- Metodologia pentru determinare costului implementat
- Următorii pași după implementare

ESO # 1 : Improve generation efficiency of boiler

ARC: 2.2412	Estimated Annual Savings			Estimated Project Cost		Simple Payback (years)
	Resource	CO ₂ (metric ton)	Dollars	Low	High	
Natural Gas	ZZ GJ	CC	\$\$\$\$			
Total		CC	\$\$\$\$	\$LLLL	\$HHHH	1.0 - 2.0

Background

The boiler averages ~XX Tph of steam production over the whole winter season. It operates at a maximum of YY Tph and there are times during the winter when this rental boiler is at its maximum firing rate. It doesn't have a feedwater economizer. According to plant personnel, it has a positional oxygen (excess air) control system but no in-situ measurements exist on this boiler. Due to unavailability of port holes in the stack, readings could not be taken with the Energy Expert's portable combustion analyzer either. Based on past experience with rental boilers and plant personnel's observations, it is estimated that the rental boiler operates at ~76% boiler efficiency.

Recommendation

It is recommended to incorporate an automatic oxygen trim controller that maintains 2-3% flue gas oxygen and install a modular feedwater economizer in the flue gas stack.

Estimated Savings

Based on a new potential stack temperature of 275°F and 3% oxygen, stack loss can be reduced to 15% from the current operation at 22%. Using a SSAT model, the annual energy savings (with only winter operation) are expected to be ~ZZ GJ. This would be equivalent to natural gas savings of ~\$\$\$\$.

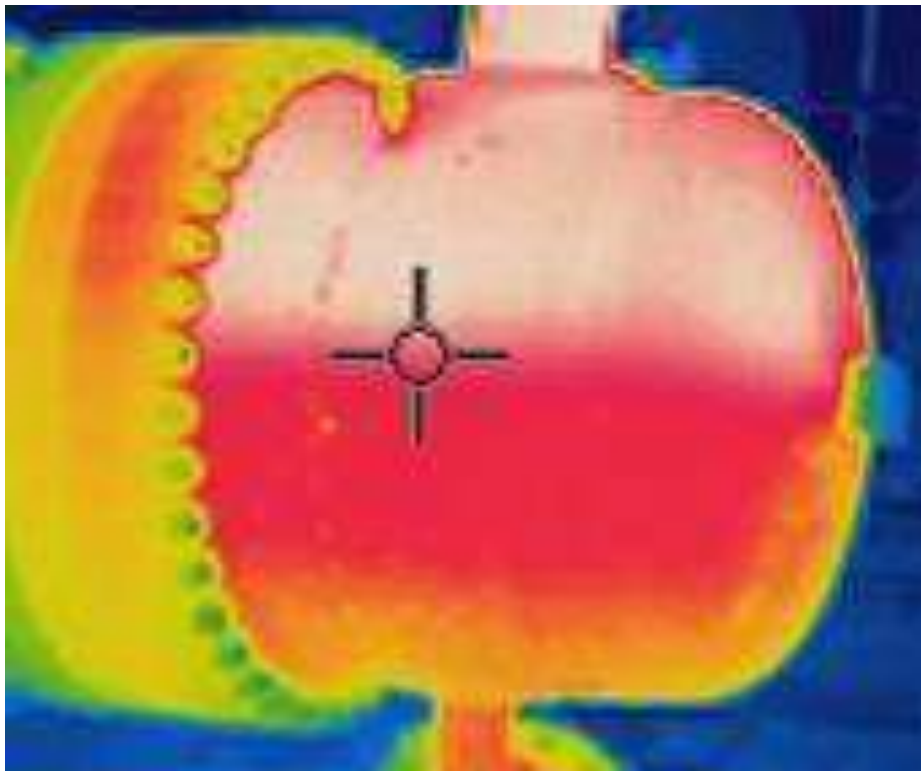
Implementation Cost and Simple Payback

Typical feedwater economizer projects result in less than a year simple paybacks. Adding automatic oxygen trim controllers can have much faster paybacks. Given that this boiler is only used during the "winter" operating season, it is anticipated that simple paybacks on this ESO will be 1-2 years.

Next Actions Towards Implementation

Plant personnel should work with their rental boiler company to come up with a possible quotation on adding a modular feedwater economizer in the flue gas stack of the boiler. Additionally, they should investigate the cost of adding an automatic oxygen trim controller on this boiler.

Exemplu de Metodologie de Determinare a Economiei



13 GJ/ft²/an
\$500

124 GJ/ft²/an
2,000\$/an

Cîteva Aplicații Specifice “Comune”

Turbine de Extracție

Cazane cu Recuperare de Căldură din Deșeuri

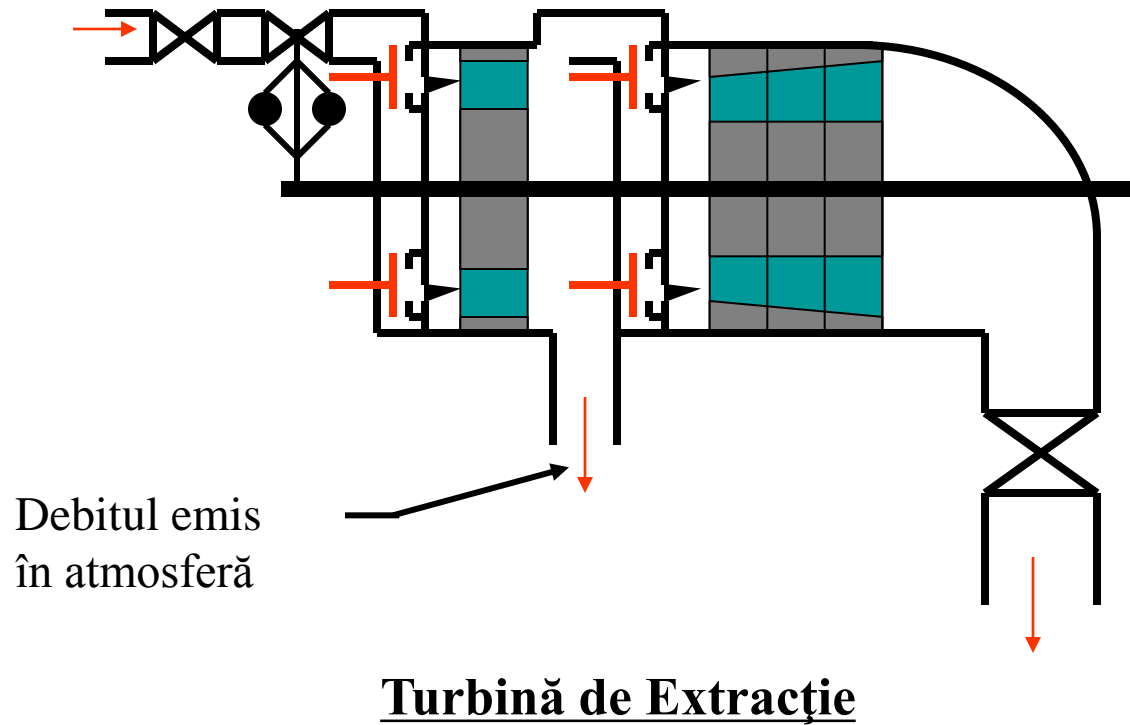
Schimbătoare de căldură

Termocompresoare

Răcitoare de Lichid cu Absorbție

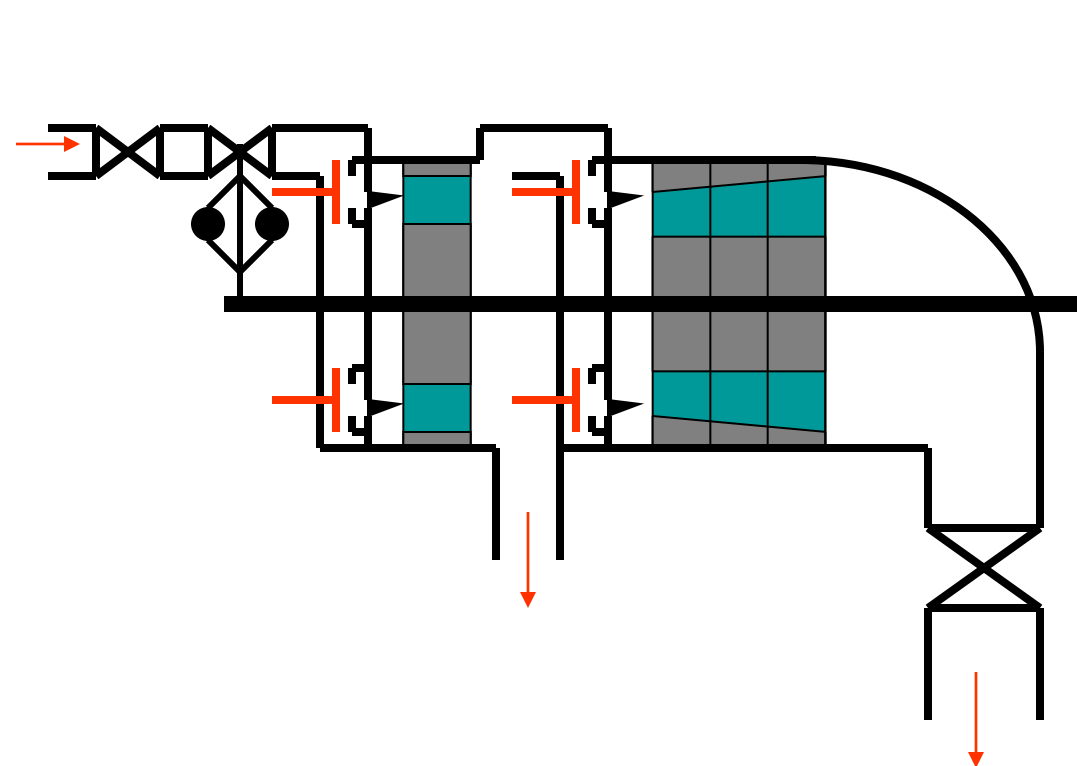
Turbine cu Abur de Extracție

- Turbine de extracție necesită o atenție specială în modele SSAT

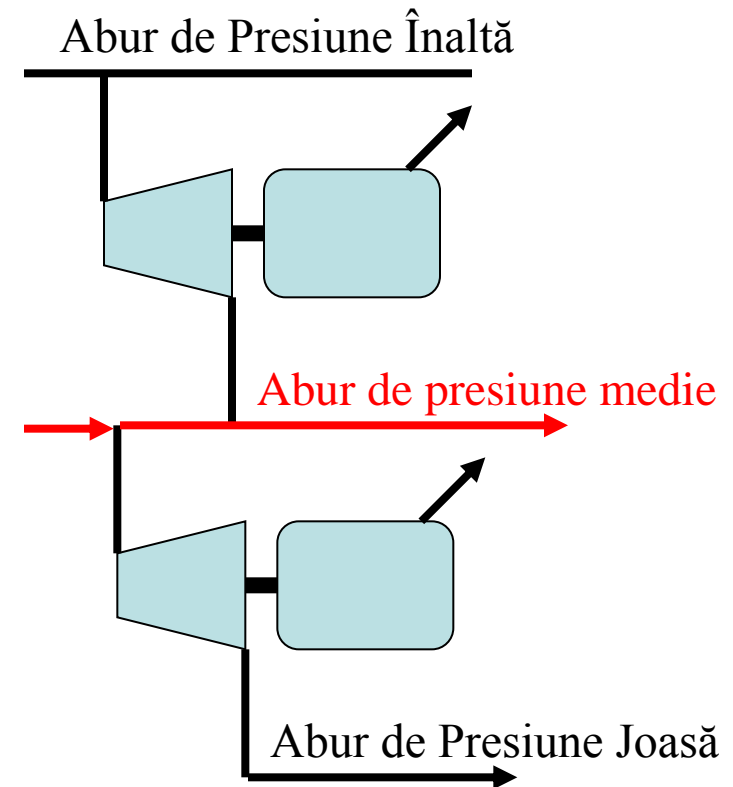


Turbine cu Abur de Extracție

- O abordare simplă poate duce la o reprezentare solidă a sistemului, dar cu ușoare modificări termodinamice



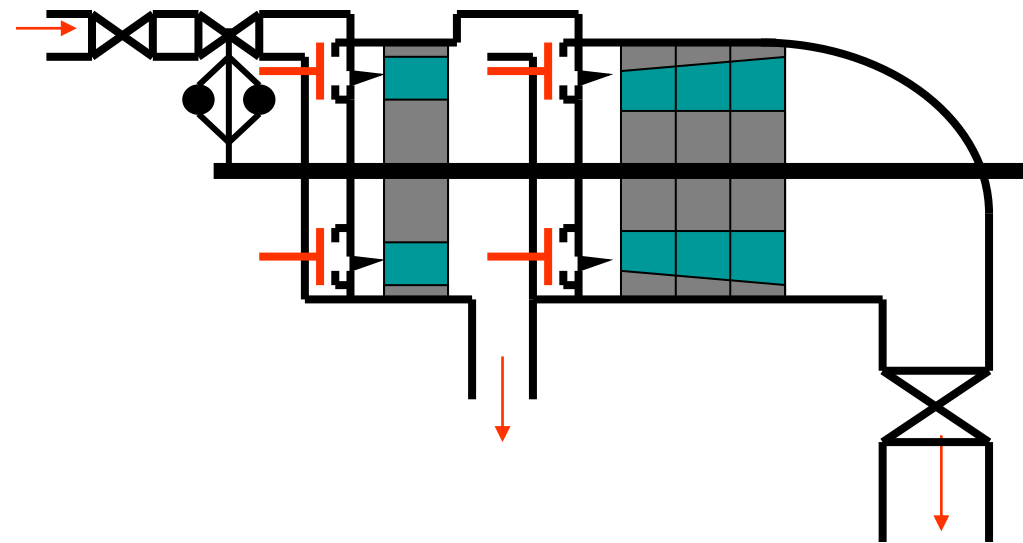
Turbină de Extracție



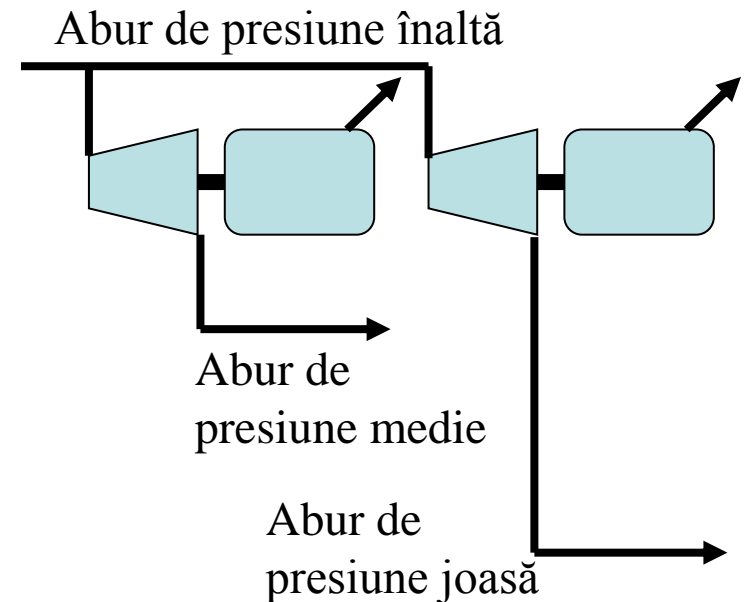
Model de prezentare a SSAT

Turbine cu Abur de Extracție

- Nici una dintre cele două tehnici nu este perfectă:
 - PÎ-PM cuplată cu PM-PJ, compromite condițiile de intrare a aburului în turbina PM-PJ
 - PÎ-PM cuplată cu PÎ-PJ necesită gestionarea efectivă a fluxului
 - Cea mai exactă metodă din punct de vedere termodinamic

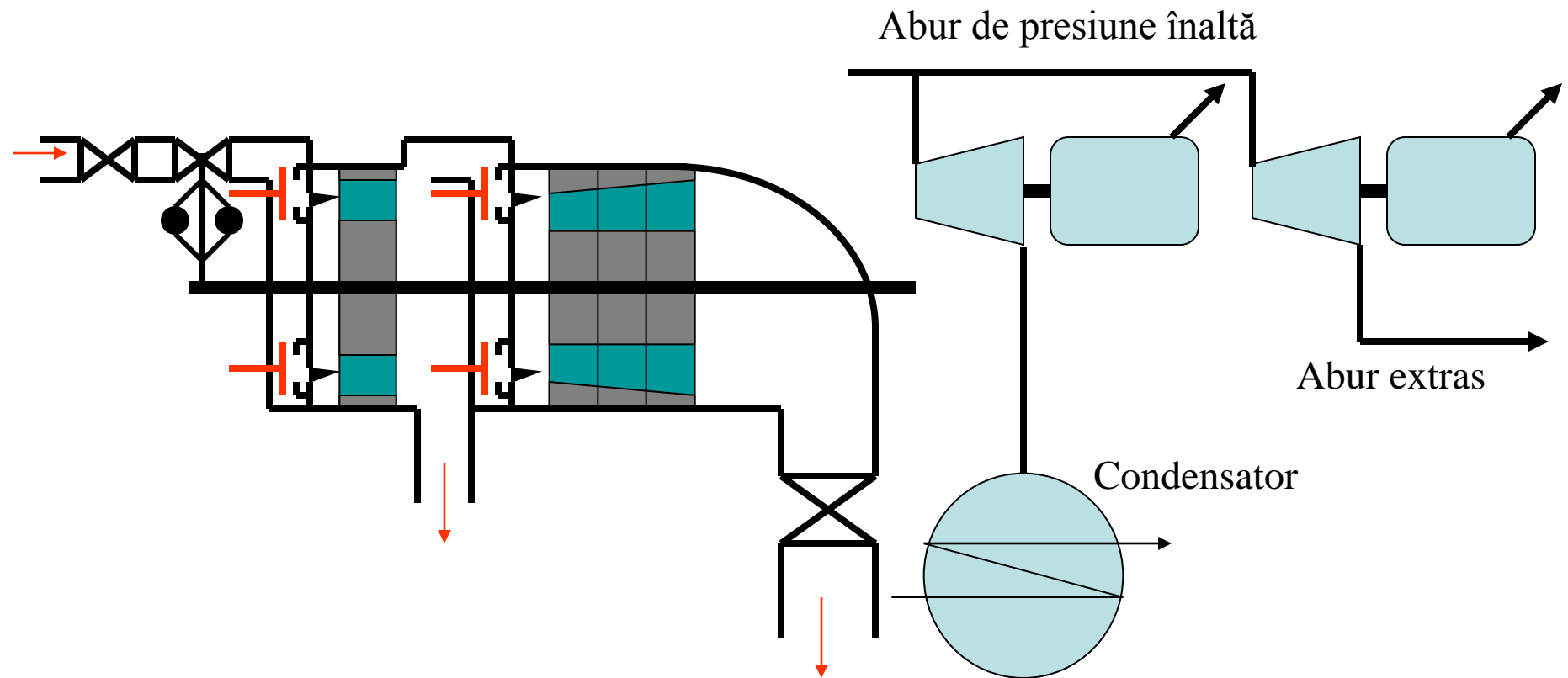


Turbină de Extragere



Model de Prezentare a SSAT

Turbine cu Abur de Extracție și Condensare



Turbină de Extracție

Model de prezentare a SSAT

Cazane cu Recuperare de Căldură din Deșeuri

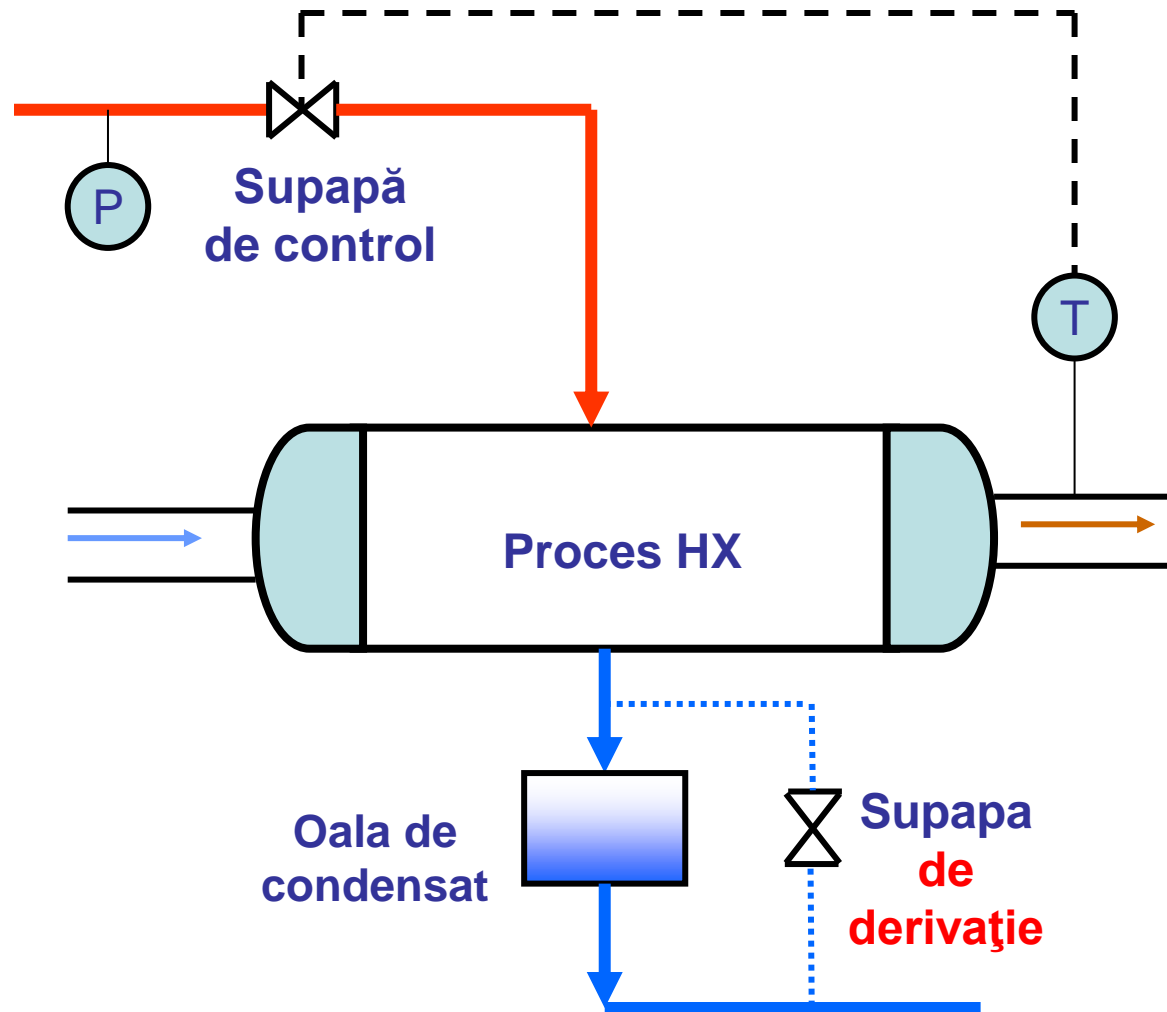
- Cazane de Recuperare a căldurii din deșeuri (WHR), poate lua mai multe forme, în funcție de sursa de căldură reziduală:
 - Generatoare de abur de recuperare a căldurii (HRSG) din evacuarea turbinelor de ardere
 - Reactii exotermice posibile într-un proces
 - Căldura de ardere a deșeurilor lichide arse, etc într-un incinerator
 - Recuperarea substanțelor chimice
 - Pierderile prin coșul de fum dintr-un proces de încălzire, coacere, etc.
- De cele mai multe ori, cazanele WHR nu influențează cazanele
- În diferite cazuri, cazanele WHR pot fi generatoare de abur la o presiune medie sau mică

Cazane cu Recuperare de Căldură din Deșeuri

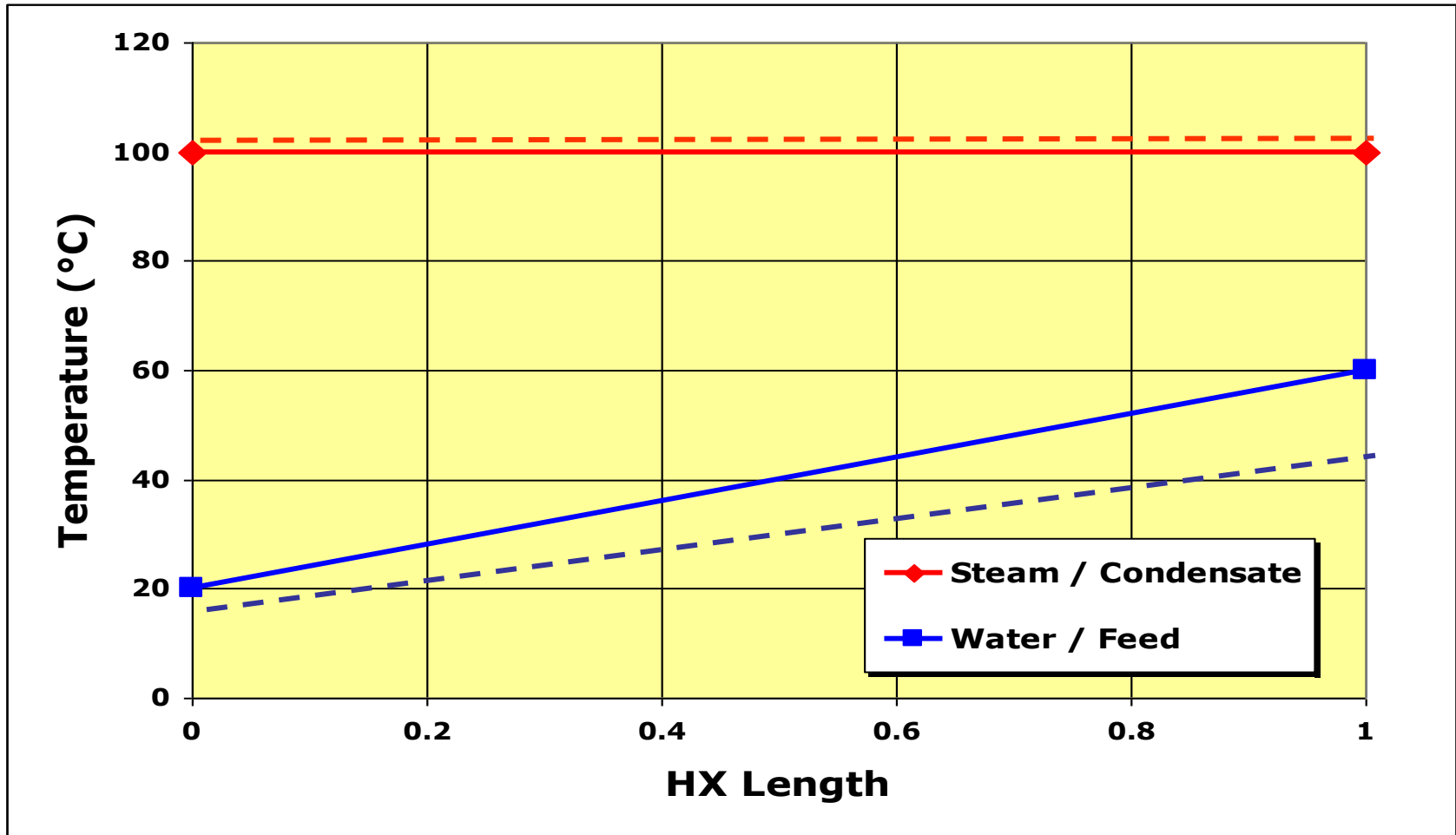
- Principalele întrebări la care trebuie să se răspundă într-o analiză a cazanelor WHR, sunt:
 - Poate mai mult abur fi produs din cazanele WHR?
 - Dacă da, atunci este sistemul de abur îechilibrat din punct de vedere a cererii și ofertei?
 - Poate fi produs abur din cazane WHR, în așa mod încât să compenseze producerea de abur pe baza unui cazan pe arderea combustibilului?

- Dintr-o perspectivă de modelare, cazanele WHR sunt cele mai eficiente pentru Proiectul nr.1 – pot fi obținute economiile cererii de abur, dacă există un cazan de influență pe arderea combustibilului, sarcina căreia poate fi redusă pînă la producerea aburului din cazanele WHR

Operațiunile Schimbătorului de Căldură



Performanțele Schimbătorului de Căldură

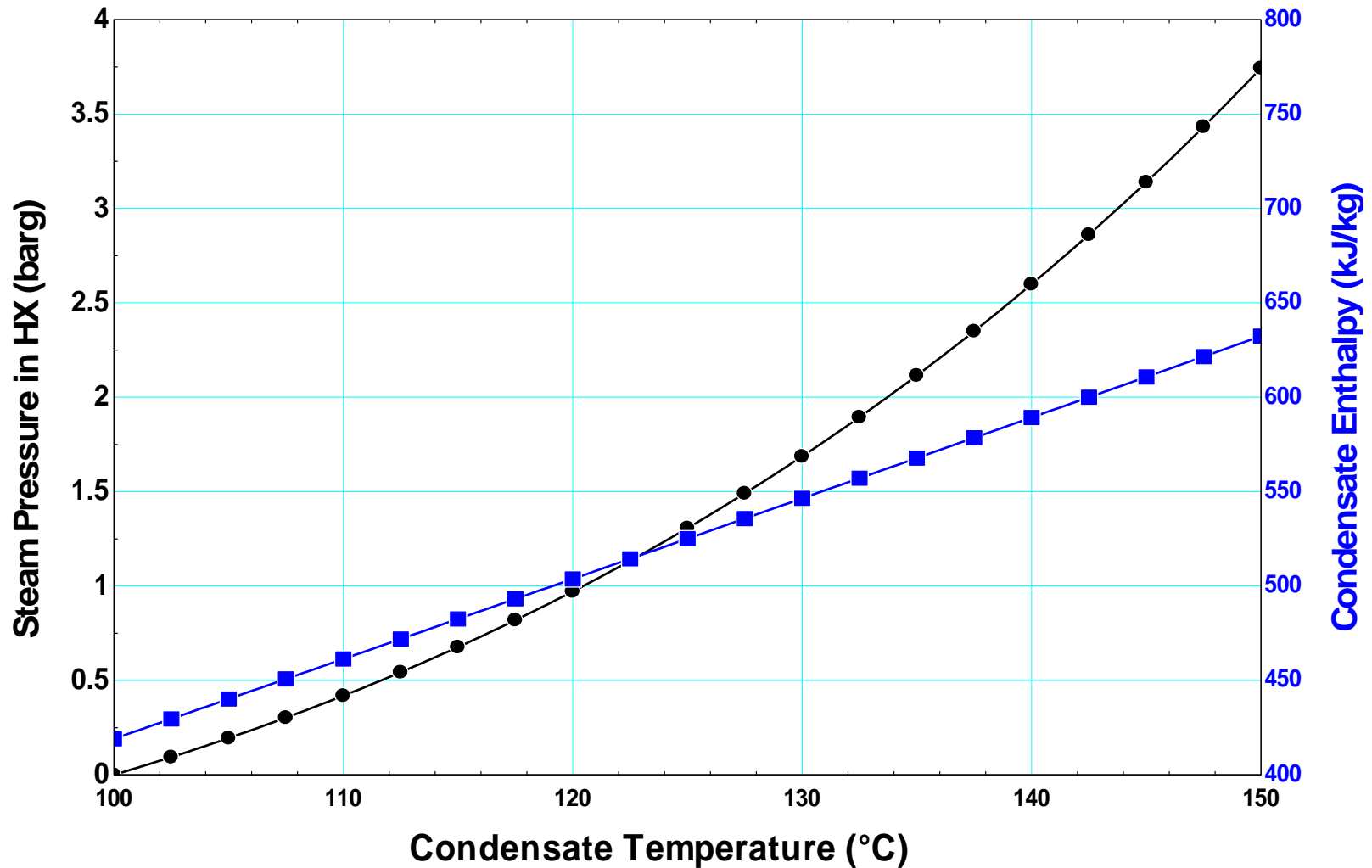


Performanțele Schimbătorului de Căldură

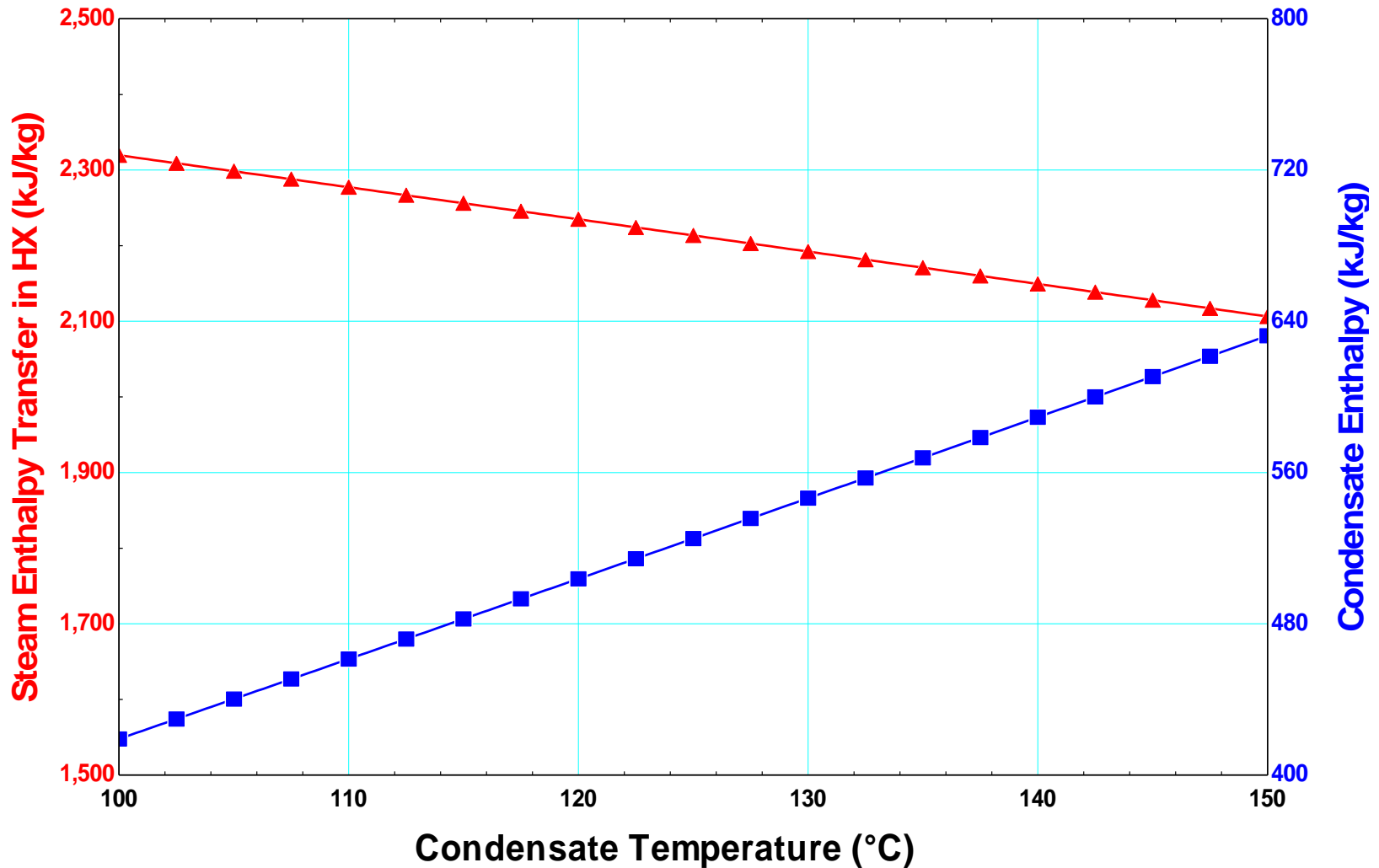
$$Q = m_{steam} * (h_{steam} - h_{cond})$$

- Rezultatele schimbătorului de căldură, pot fi obținute:
- Conducerea creșterii temperaturii (aburului)
 - Creșterea presiunii aburului
 - Creșterea entalpiei condensatului
 - Reducerea diferenței de entalpie(abur sau condensat)
 - Pentru aceeași taxă a căldurii,dacă este necesar debitul masic de abur
 - Dacă condensatul nu este colectat – duce la o penalizare suplimentară
 - Dacă condensatul este elinberat în atmosferă – pierderile de energie sunt mai mari

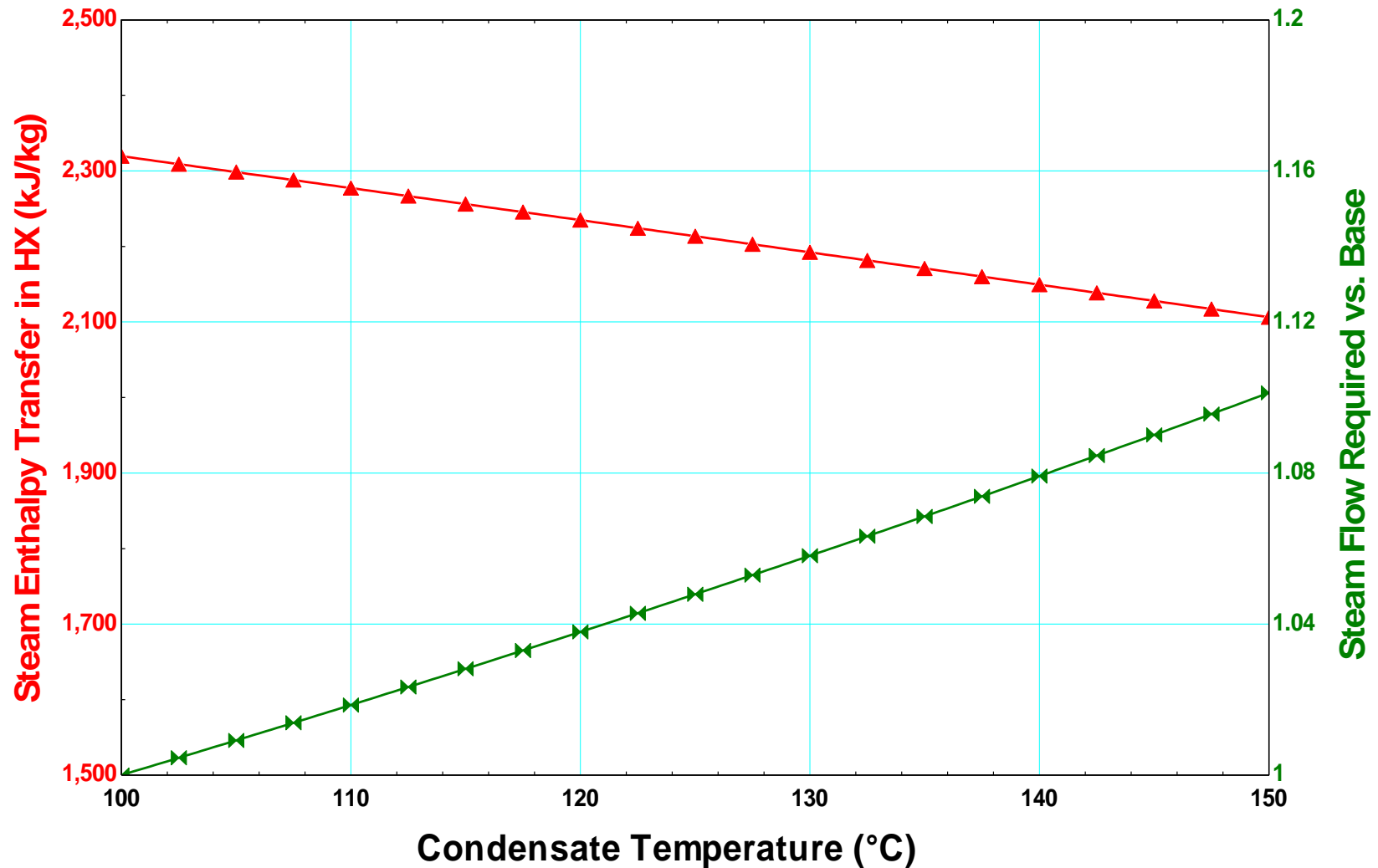
Performanțele Schimbătorului de Căldură



Performanțele Schimbătorului de Căldură

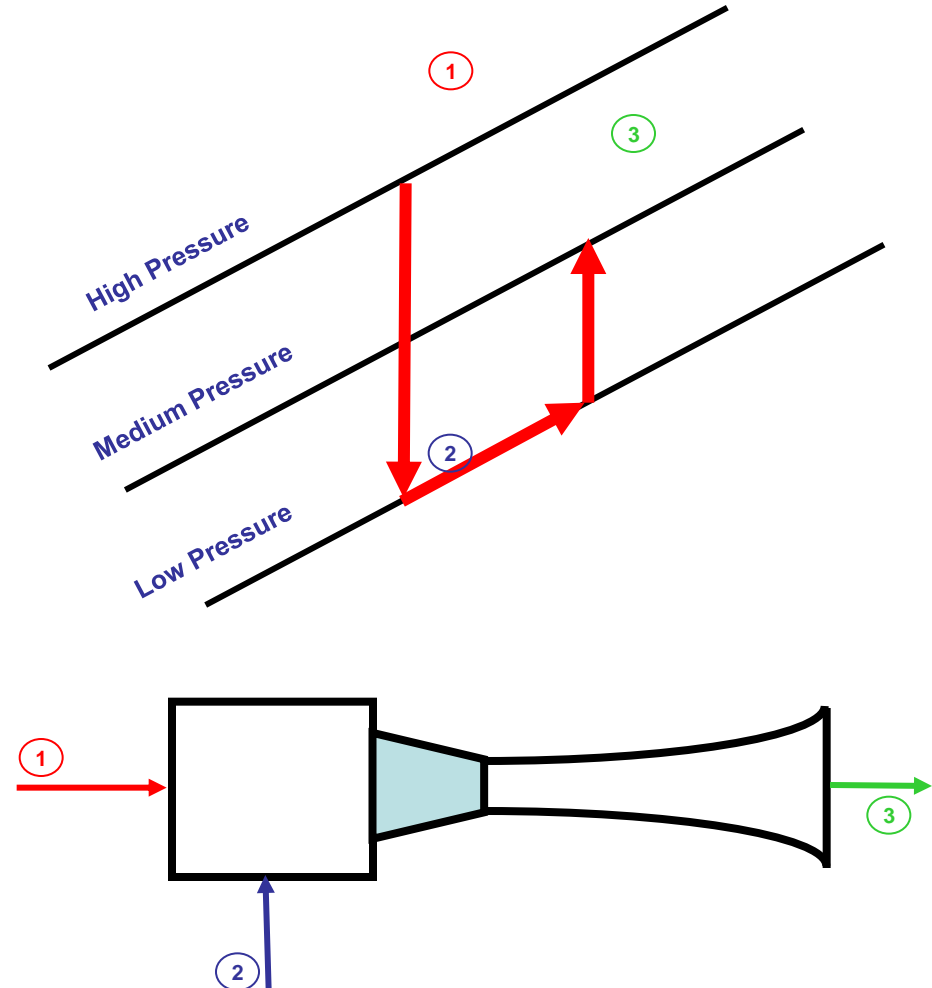


Performanțele Schimbătorului de Căldură



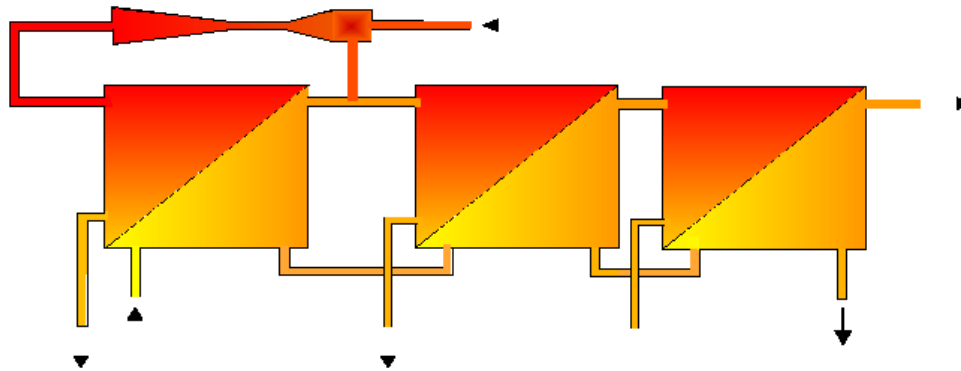
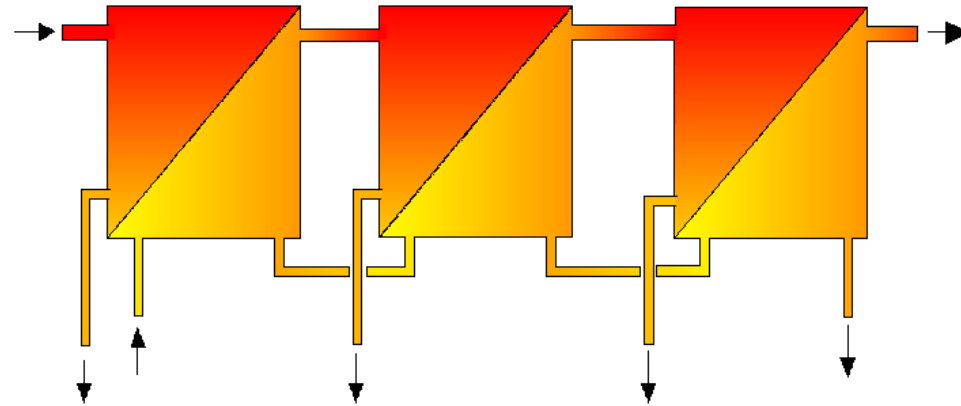
Termocompresoare

- Are capacitatea de a ridica presiunea joasă a aburului(deșeurului) la presiune medie, reducând astfel cantitatea de abur necesar de înaltă presiune
- Vaporii comprimați pot fi de asemenea o variantă alternativă pentru aplicațiile termocompresorului



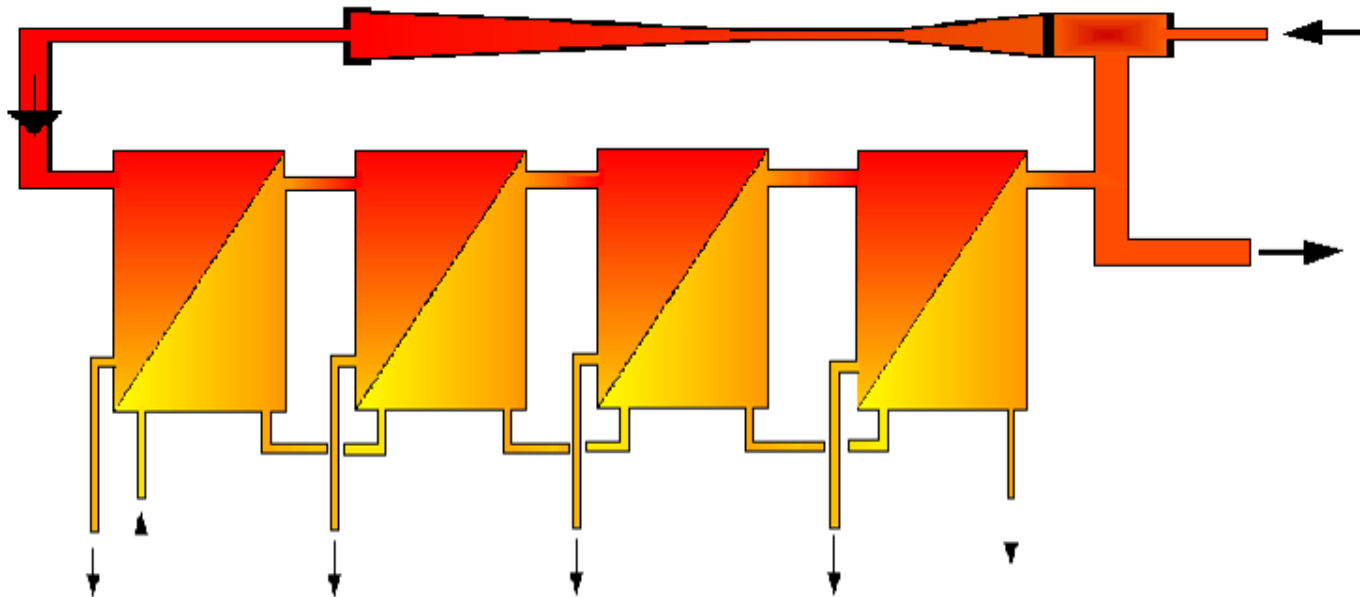
Evaporatoare & Utilizarea Termocompresoare

Tipic – 3 nivele



Cu termocompresor

Termocompresor cu 4 nivele

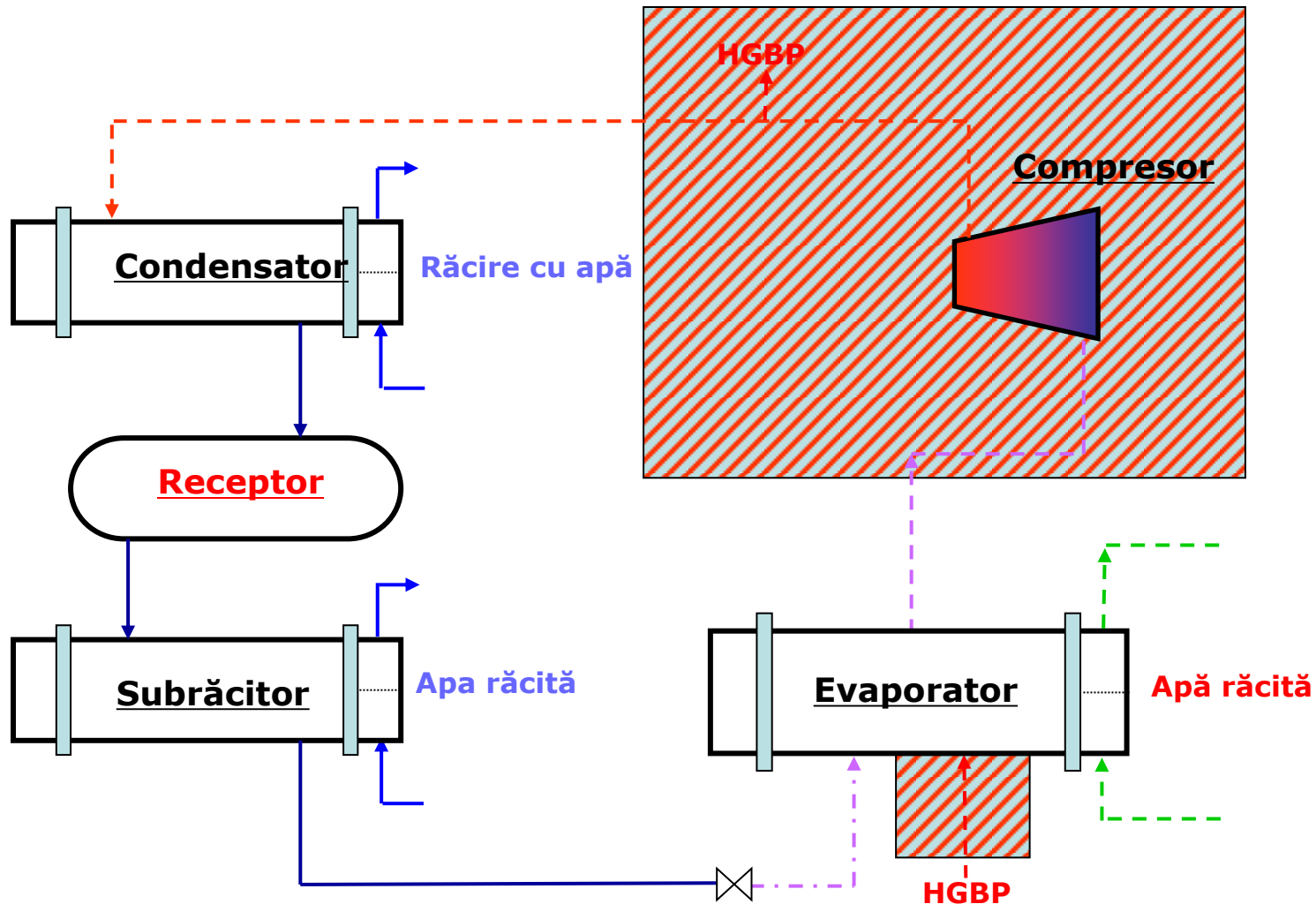


- Poluarea condensatului?
- Diferența temperaturii/ rata presiunii
- Frecvența de aplicație și locul specific de amplasare

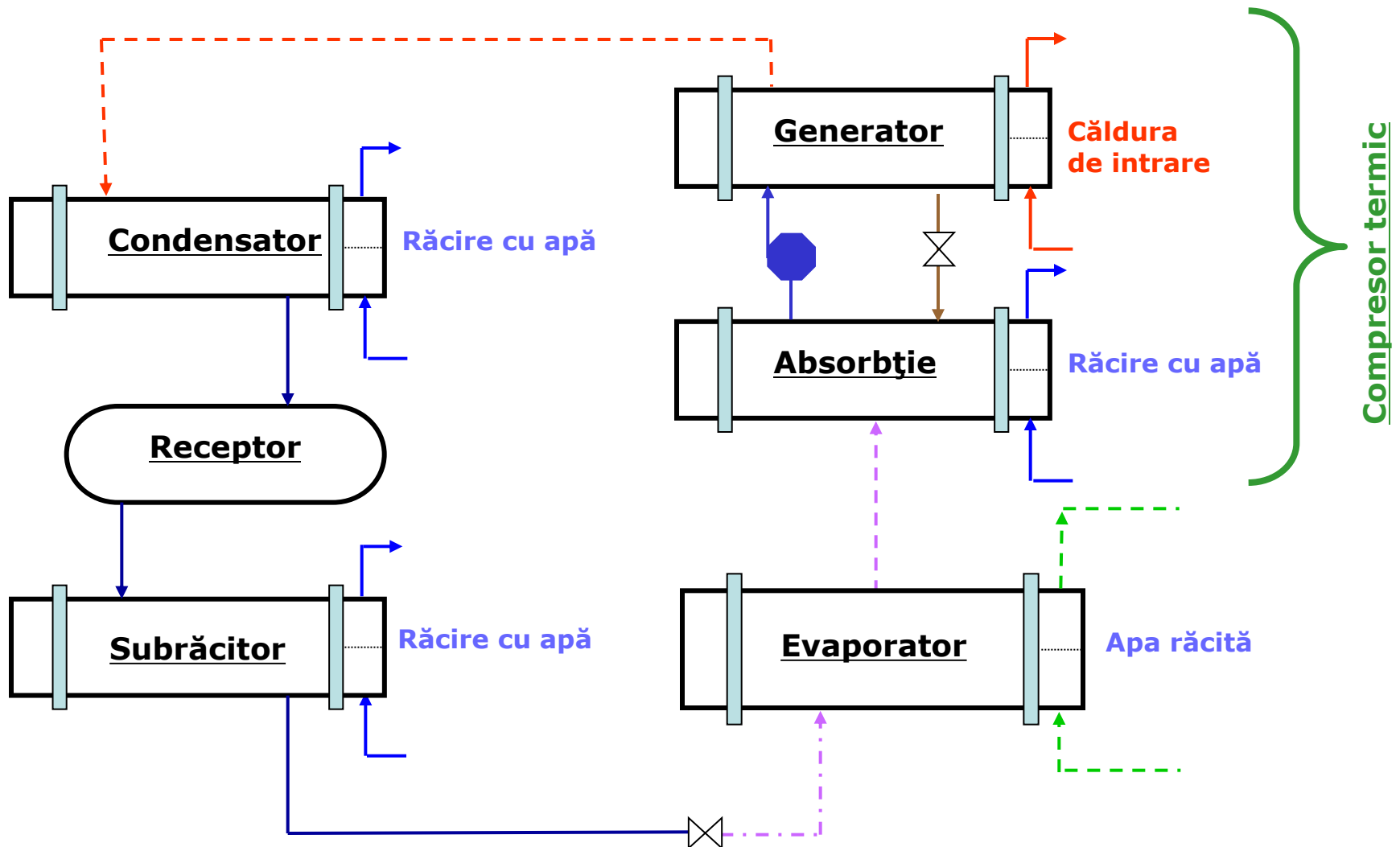
Analiza Termocompresoarelor

- Analiza termocompresoarelor reprezintă o recapitulare a cunoștințelor necesare unui proces din sistem
- Identificați sursa aburului rezidual, care este curent ventilat(sau presiune joasă)
- Identificați un proces ce solicită abur și de asemenea utilizarea aburului de presiune medie sau înaltă
- Identificați aburul disponibil în centrală (tipic, abur cu presiune ridicată)
- Pentru a funcționa într-o întreprindere, selectarea termocompresoarelor de bazează pe:
 - Rata presiunii
 - Debitul de abur

Răcitoare cu Absorbție



Răcitoare cu Absorbție



ACEST SLIDE NU ESTE NECESAR DE PRINTAT

Există mai multe studii de caz prevăzute în această secțiune. Este de așteptat că, pe baza audienței și aplicării proiectelor posibile în întreprinderea gazdă și în țară, instructorii aleg 2 sau 3 studii de caz pentru a demonstra Proiectele de Optimizare a Sistemului de Abur în Industrie. Studiile de caz suplimentare pot servi drept Material de Referință pentru Studenți.

Studiu de caz - Concluzii

- Evaluarea SEN oferită de Chrysler, include o listă cu oportunități de economisire a energiei
- Abordarea lui Chrysler constă în obținerea energiei maxime datorită implementării proiectului cu cea mai înaltă eficiență
- Pentru proiectele implementate, Chrysler va obține o rambursare a cheltuielilor în doar 2 luni!
- Aproape toate instalații de cazane dispun de o multitudine de cazane și o strategie optimă de operare ar trebui implementată pentru exemple practice
- Operatorul de achiziție și de instruire a personalului este foarte important
- O evaluare detaliată a riscului a deschis calea pentru punerea în aplicare și achiziționare Începând cu gestionarea producției centralei

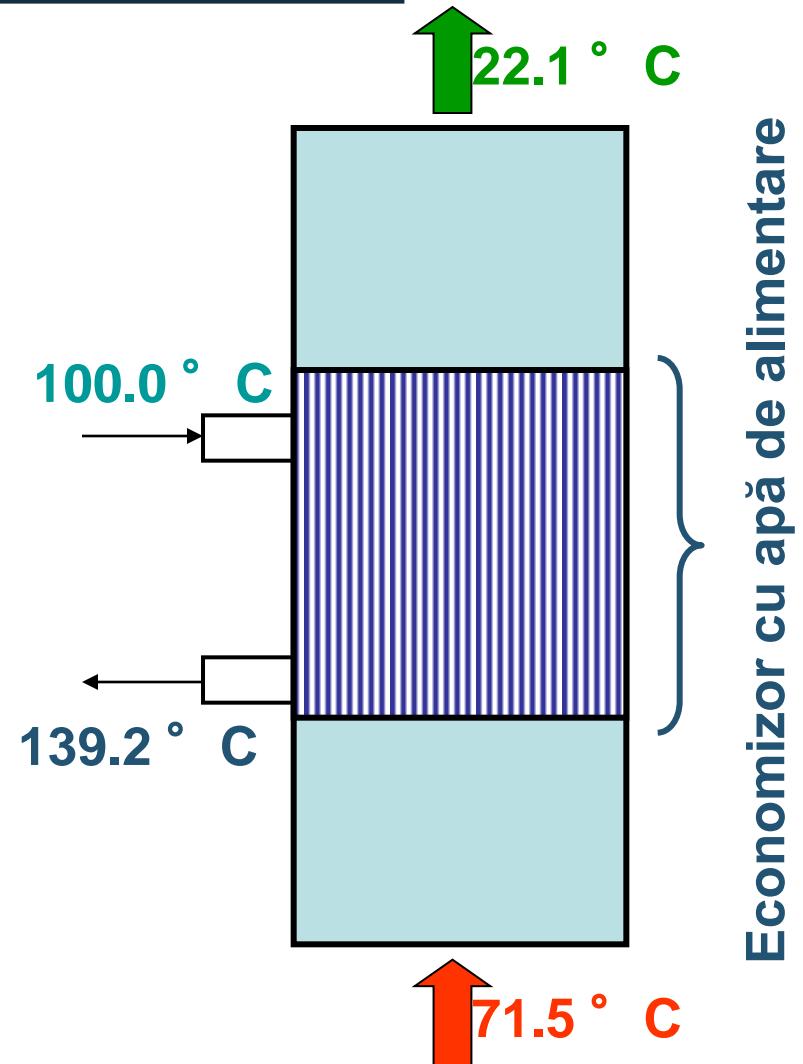
Studiu de caz – Del Monte Foods 1

- Întreprinderea: Del Monte Foods, Modesto, California, USA
- Instalarea economizoarelor cu apă de alimentare și economizor cu condensatie
- Specificațiile Cazanului
 - Cazan 1:
 - Capacitatea: 70 Tone/h
 - Presiunea: 10 bari
 - Producția de abur saturat

Studiu de caz – Del Monte Foods 1

- Date tipice de operare provenite de la cazanul nr. 1
 - Partea gazelor de ardere
 - Temperatura coșului: 271.5 °C
 - Partea apei de alimentare
 - Temperatura de ieșire a aburului din DA : 100.0 °C
- Prin urmare, există o oportunitate potențială de recuperare a căldurii
- Căldura recuperată = $M \cdot C_p \cdot \Delta T = 2,000 \text{ kW}$

Apa de Alimentare a Economizorului



Economiile de Apă de Alimentare a Economizorului

- Economiile apei de alimentare economizor
 - Economii de Comb = \$250,000
 - Cheltuieli proiectate ~ \$250,000
 - Rambursarea simplă ~ 1 an

- Au exista și alte proiecte din acest domeniu de proiecte pentru a menține nivelul scăzut al costului:
 - Implementarea SCR
 - Verificarea FGR



Economiile de Apă de Alimentare a Economizorului

- Temperatura gazului de ardere la ieșire din economizor în cazan este de 122.1°C
- Centrala nu dispune de condensat returnat, deci rezultă 100% de apă de adaos
 - Procesul necesită injectarea de abur viu în mașini de gătit și de încălzire a apei
- Temperatura apei de adaos este de 20°C și există o oportunitate semnificativă de a realiza o recuperare a căldurii din condensare
- Apa de adaos este încălzită pînă la cel puțin 60°C
- Recuperarea căldurii = $M \cdot C_p \cdot \Delta T = 2,000 \text{ kW}$

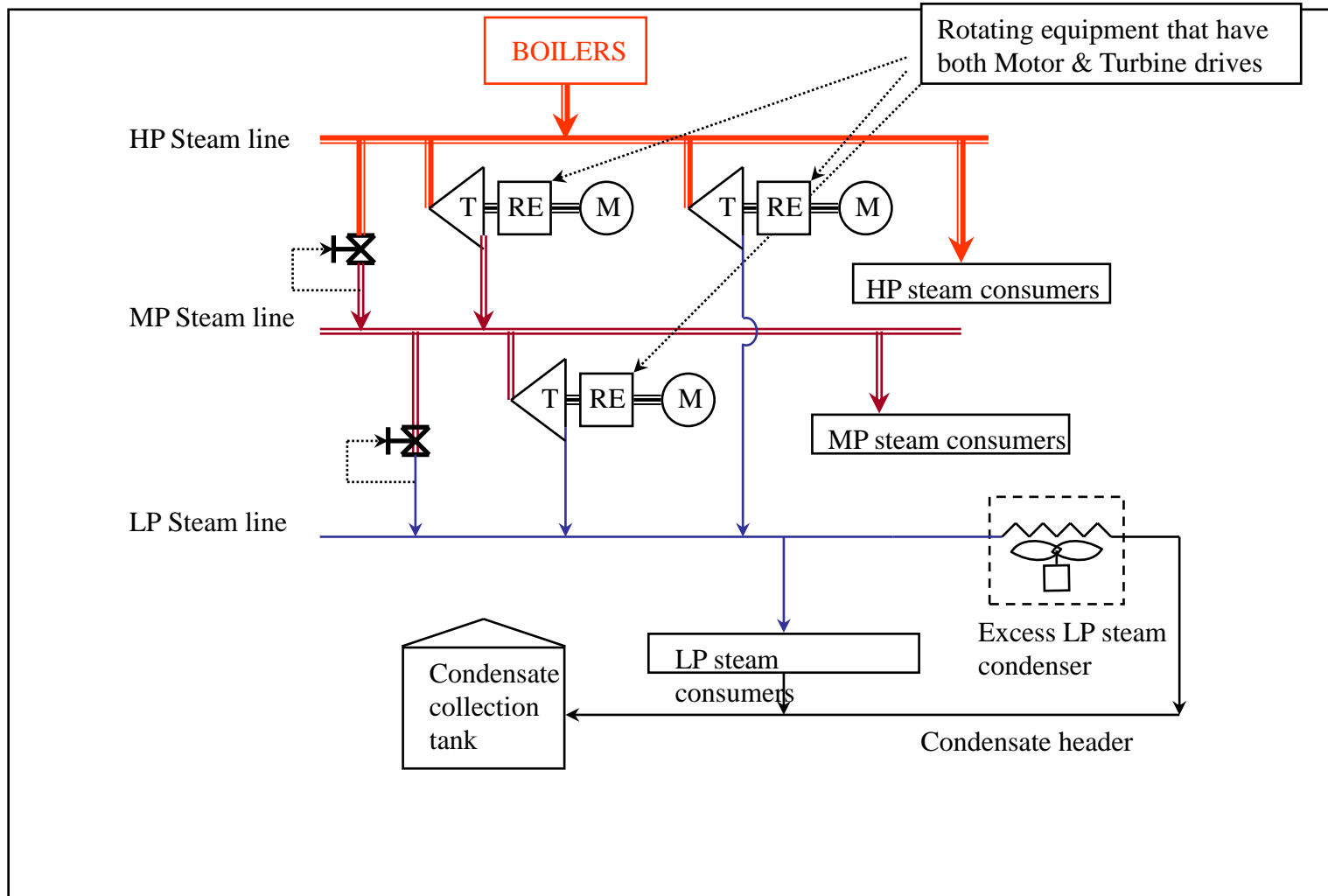
Economizoare de Condensare



Studiu de caz – Rafinăria nr. 1

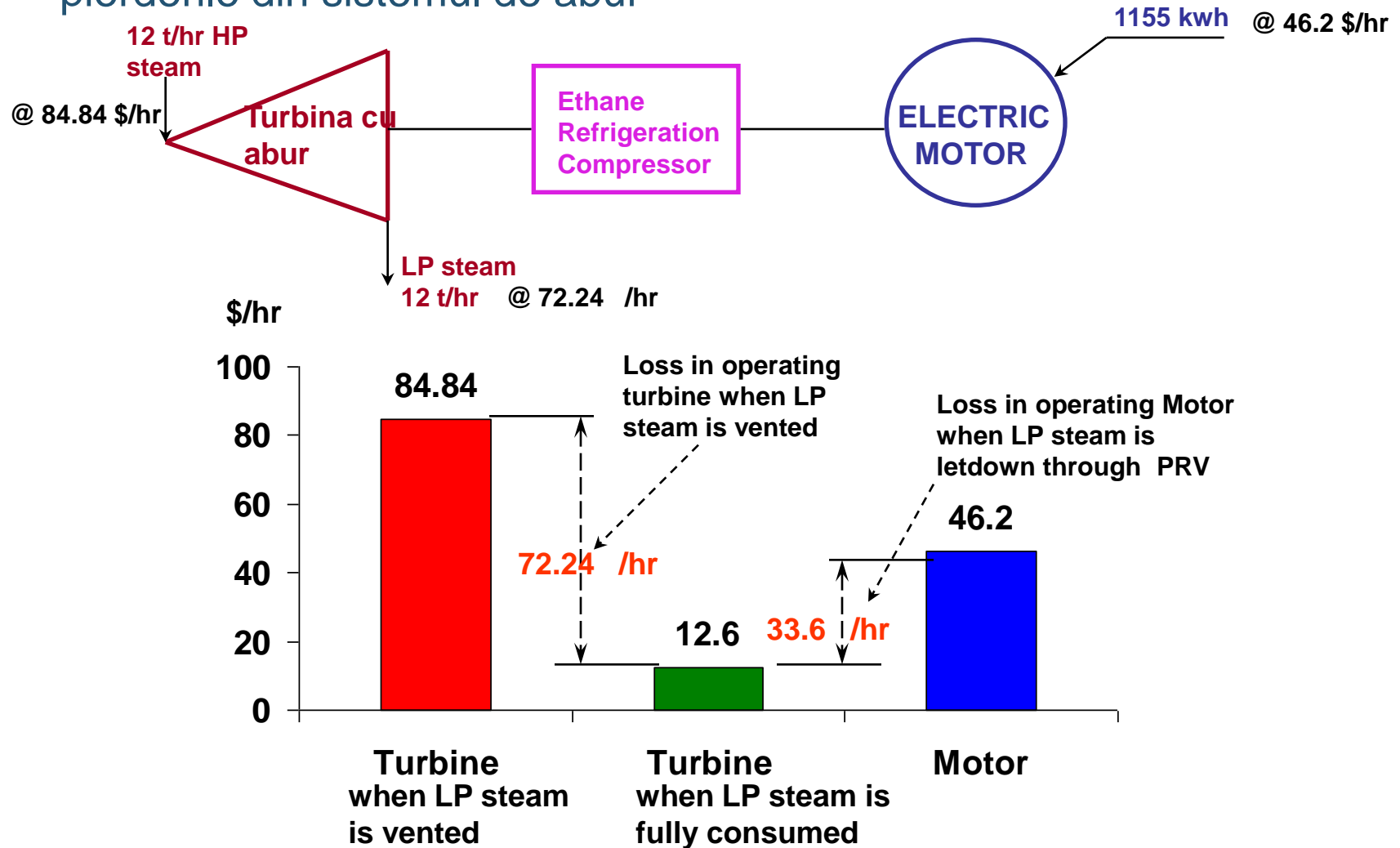
- Optimizarea operațiunilor între turbina cu abur și motorul electric pentru a minimiza pierderile
- Configurația curentă
 - Aburul trece de la presiune **PÎ la PM** pe colector și este **18,850 t.**
 - Aburul trece de la presiune **PM la PJ** pe colector erau **110,368 t.** 1996
 - Aburul ventilat din abur de pe colector de PJ- **11,108 tone**
- Acțiuni necesare a fi întreprinse
 - Determinarea costurilor de operare pentru toate turbinele cu abur & și motoare acționate
 - Luați în considerare procesul de operare pentru diferite costuri ale energiei & diferite scenarii de echilibru
 - Decide-ți o listă prioritară de comutare între turbina cu abur și motoare

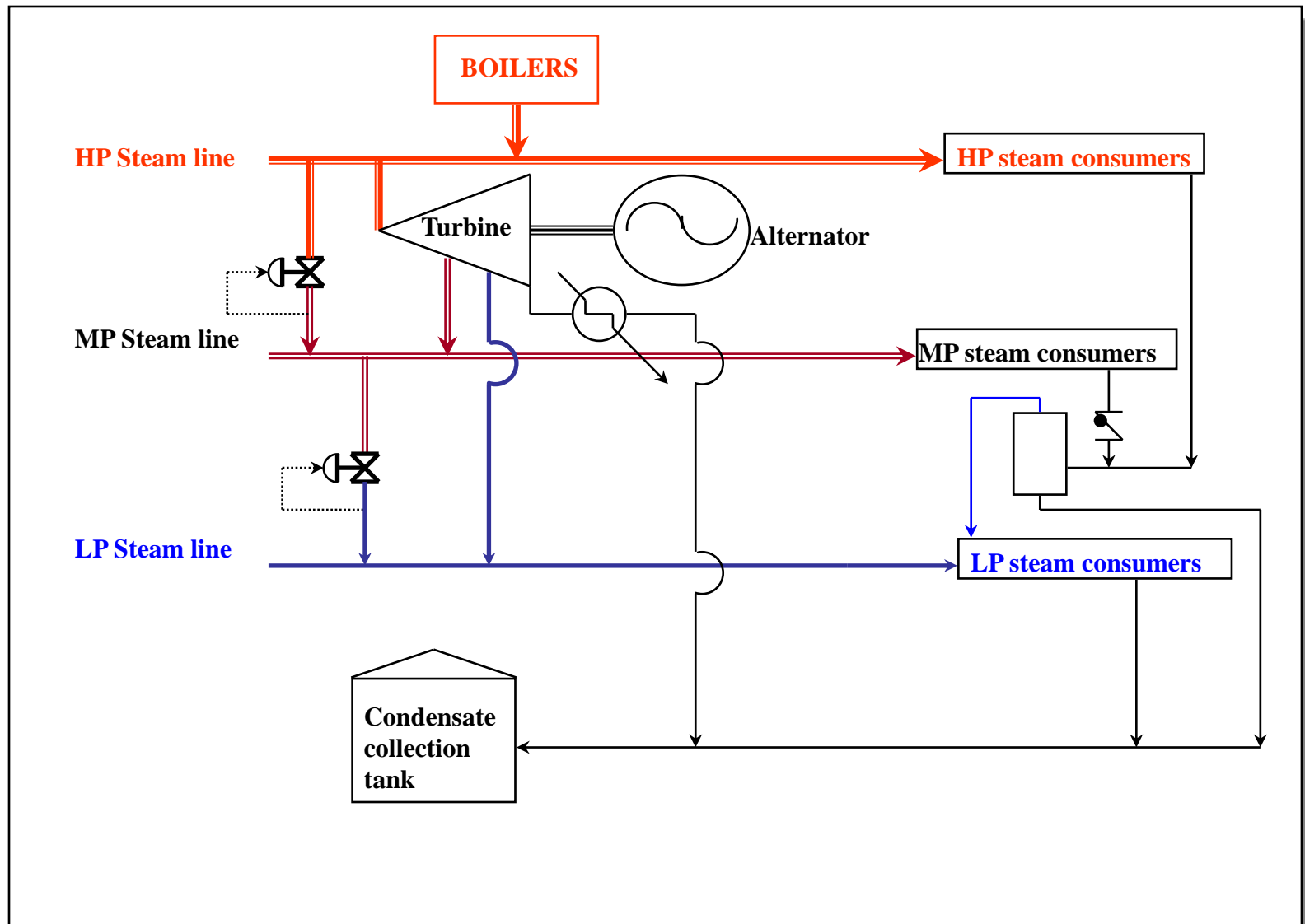
Studiu de caz – Rafinăria nr. 1



	Turbine totale disponibile	Turbine în serviciu normal	Consum normal de abur	
			(Kg/h)	(T/h per turbină)
Turbina cu abur PÎ				
C2 compresor frigorific a turbinei	3	2	23,830	11.91
Compresor de aer a turbinei	2	1	7,207	7.21
Pompa de alimentare a cazanului a turbinei	3	3	16,847	5.62
Stabilizator de re cazan a turbinei	14	12	64,924	5.41
Stabilizator cu pompe de încălzire # 1 – 4	4	4	15,480	3.87
Pompa de racire a apei a turbinei (MP)	2	2	16,757	8.38
Stabilizator cu pompe de încălzire # 5 – 7 (MP)	3	2	18,257	9.13
Stabilizator O.H. Turbină cu compresie(C)	2	2	31,932	15.97
Turbina cu abur PM				
Condensat livrat spre pompa degazorului	2	2	3,243	1.62
C3 pompa de vaporizare Glicol	1	1	1,340	1.34
C2 stablg. Compr. Sealoil turbine	3	2	2,532	1.27
Pompe de tratare a apei	2	1	1,025	1.02

- Comutarea între turbina cu abur și motor pentru a optimiza pierderile din sistemul de abur





Studiu de caz – Rafinăria nr. 1

➤ Concluzii

- Sistemul de abur de la rafinărie are o prioritate flexibilă de a atinge o optimizare a echilibrului de abur. Este necesar să luați în calcul flexibilitatea acestui avantaj.
- A fost elaborată o listă cu priorități de comutare între turbina cu abur și motorul electric

➤ Beneficii estimate

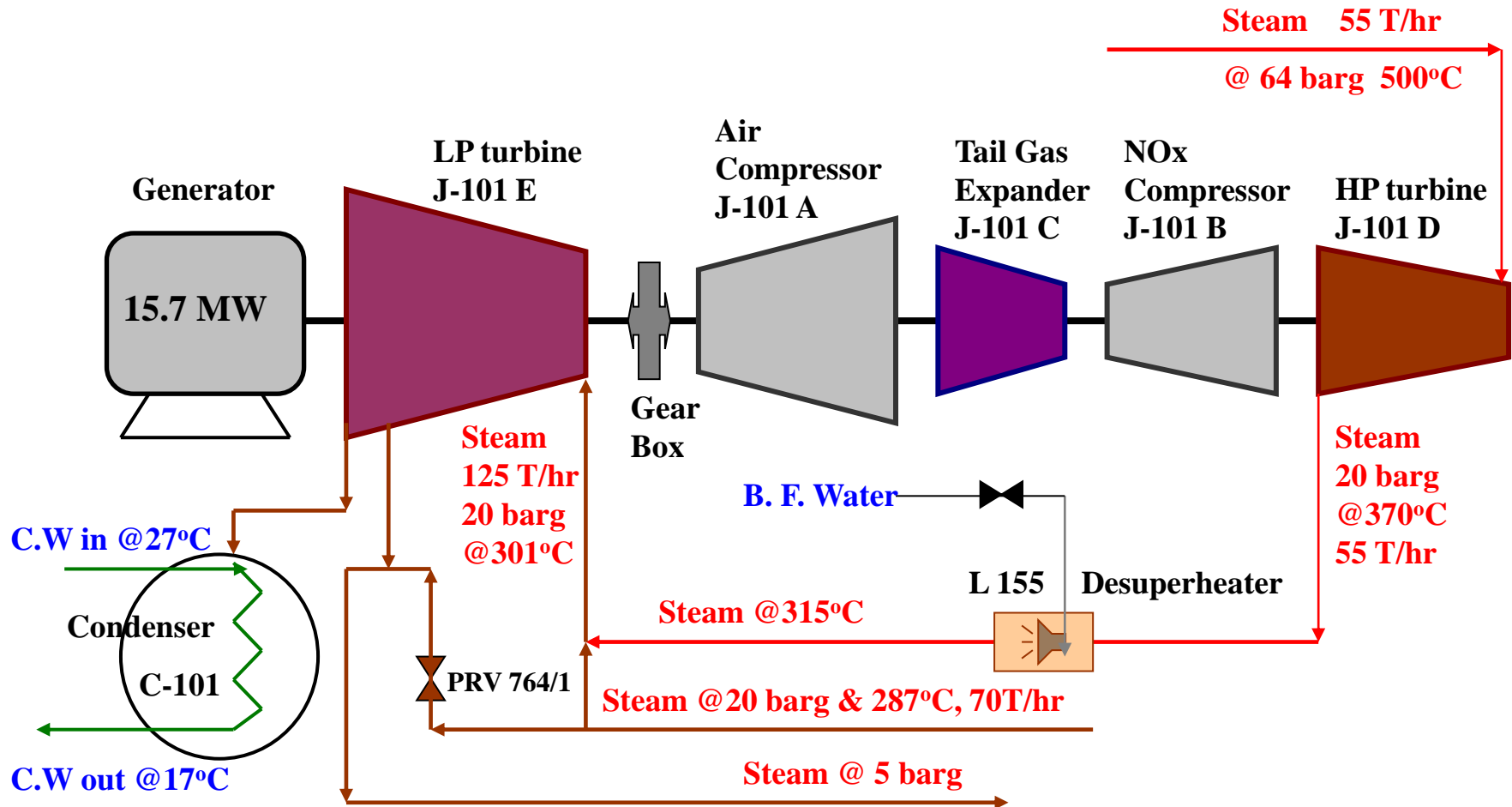
- Optimizarea balanței masice de baur la o rafinărie, constituie o economie anuală de \$30,000

Studiu de caz – Întreprindere de Îngrășăminte

➤ Current Configuration

- Un singur arbore de operare la întreprinderea “Nitric Acid” este echipată cu 3-turbine de acțiune, 2-compresoare de proces și un generator alternativ pentru a produce electricitate
- Funcționarea turbinei a 2-a este realizată cu abur de PJ, obținut la ieșire din prima turbină cu abur de presiune PÎ
- Pentru a genera putere suplimentară, aburul de PJ provenit din alte surse de asemenea este direcționat spre această a 2-a turbină de PJ
- Pentru a se potrivi cu temperatura aburului PJ din alte surse, de aburul la ieșire din turbină a fost, de-supraîncălzit prin pulverizare cu apă BF

Configurația curentă



Studiu de caz – Întreprindere de Îngrășăminte

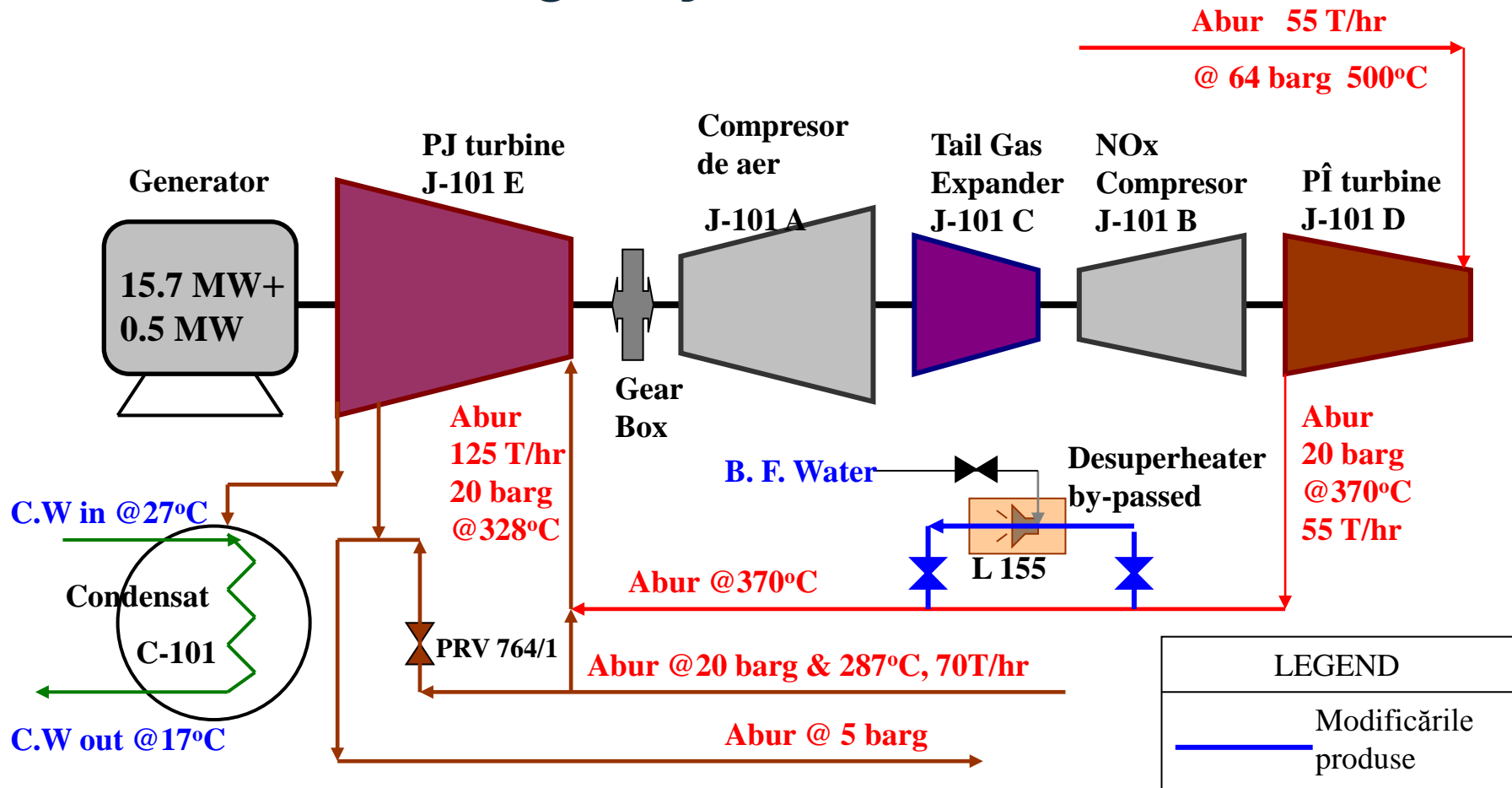
➤ Deficitul observat

- Deoarece turbina își mărește eficiența cu abur supraîncălzit, practica de de-supraîncălzire reduce în mod inutil potențialul de producere a energiei cu un turbogenerator
- În urma verificării, carcasa turbinei ar putea rezista la temperaturile suplimentare ale aburului supraîncălzit de aprovizionare

➤ Acțiuni recomandate

- Este recomandat de a stopa supraîncălzirea aburului de ieșire din turbina cu PÎ, pentru a genera 500kW de energie suplimentară

Configurația modificată



➤ **Beneficii estimate: Costul anual de cumpărare a energiei ~\$300,000**

ACEST SLIDE NU ESTE NECESAR DE PRINTAT

Această secțiune a prezentării va fi elaborată de către instructorii, după ce aceștea au vizitat întreprinderea gazdă. Aici sunt prezentate două exemple, pentru a ajuta instructorii să dezvolte cunoștințele despre întreprinderea gazdă.

Intenția principală a acestei secțiuni este de a familiariza candidații de experți cu întreprinderea gazdă pentru a spori cunoștințele de formare la fața locului în ziua 4-a și a 5-a.



Evaluarea Sistemului de Abur Industrial **Instrumente Portabile & Ustensile**

ACEST SLIDE NU TREBUIE PRINTAT

În această secțiune a prezentării sunt expuse exemple manuale de calcul. Aceasta va necesita cel puțin un set complet de instrumente portabile care urmează să fie aduse în clasă. Instructorii sunt dispuși să prezinte funcționarea fiecărui din aceste instrumente pentru candidații experți. Studenții sunt dispuși să se familiarizeze cu instrumentele date – cu meniul touch screen, operațiunile, etc. deci eei vor putea ușor să aplice aceste instrumente la o centrală dată, în ziua a 4-a și 5-a.

Evaluarea Sistemului de Abur Industrial

- Instrumentele Portable necesare a fi utilizate pentru evaluarea energiei sistemului de abur
 - Aparat termografic Infra-roșu
 - Analizator al gazului de ardere
 - Pistol de temperatură IR
 - Termometre cu sonde de tip “K”
 - Tubul Pitot cu manometru digital
 - Instrumente de măsurare a presiunii
 - Aparat foto digital
 - Cronometrul

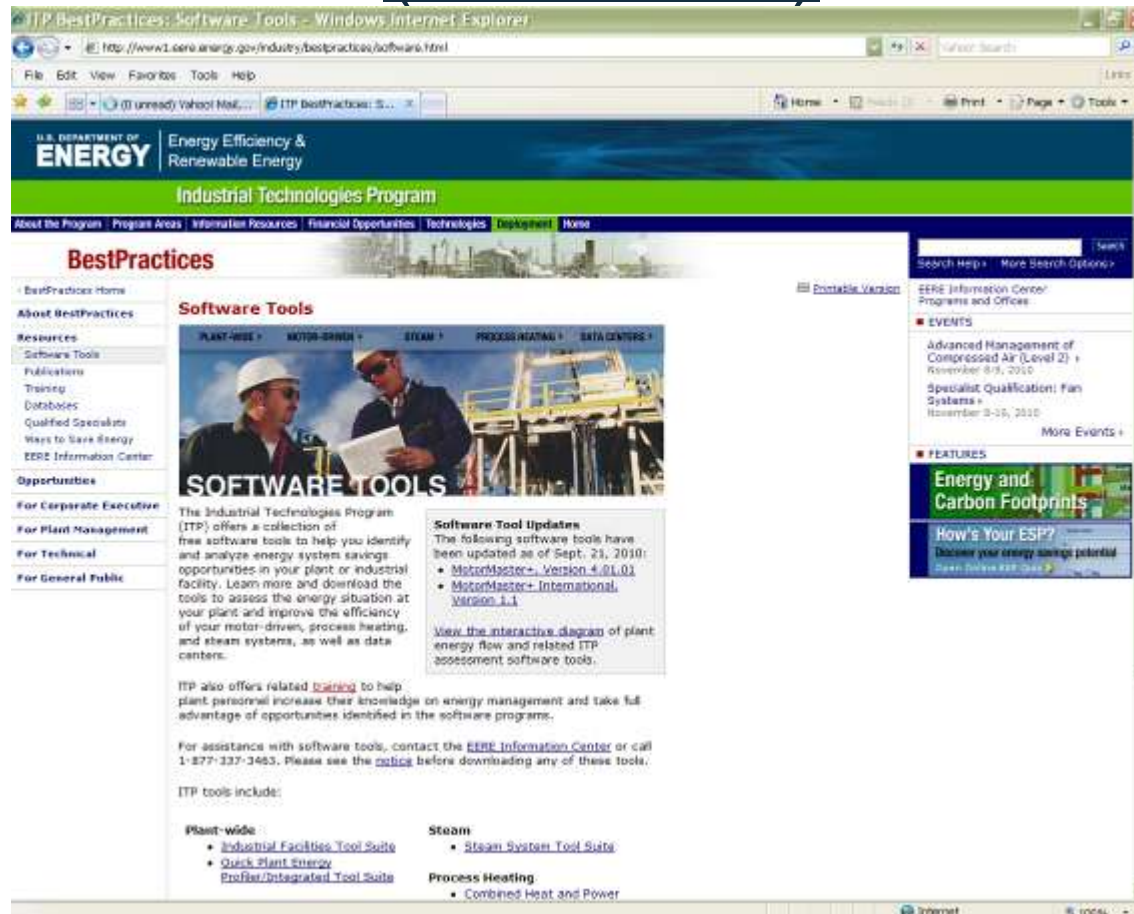


Alte Resurse & Ustensile

Ustensile (instrumente)

- În scopul evaluării oricărui sistem de abur, este necesară înțelegerea proceselor fizice pentru orice proces dat din sistem
 - Termodinamica
 - Transfer de căldură
 - Curgerea fluidului
- Instrumentele US DOE utilizate:
 - Ghidul de Studiu a Sistemului de Abur
 - Instrument de Definire a Sistemului de Abur (SSST)
 - Instrument de Evaluare a Sistemului de Abur (SSAT)
 - Evaluarea Izolației cu ajutorul “software – 3E-Plus”
- Multe alte instrumente de software comerciale disponibile pentru un sistem de abur
- Procesul de măsurători

De unde puteți să obțineți aceste Instrumente (Download)



US DOE website -<http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/software.html>

Publicații și Resurse Tehnice



ITP BestPractices: Publications - Windows Internet Explorer

http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/publications.asp

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY Energy Efficiency & Renewable Energy

Industrial Technologies Program

About the Program Program Areas Information Resources Financial Opportunities Technologies Deployment Home

BestPractices

BestPractices Home

About BestPractices

Resources

Software Tools

Publications

- Energy Matters
- Technical Publications
- Case Studies
- Training
- Databases
- Qualified Specialists
- Waste to Sustainable Energy
- EERE Information Center

Opportunities

For Corporate/Executive

For Plant Management

For Technical

For General Public

Publications

Whether you're looking for information on how to recover waste heat from your steam system or wondering about the market potential of efficient motors, the Industrial Technologies Program (ITP) has the publication for you.

Visit ITP's [Publication and Product Library](#) and access hundreds of information products on industrial technologies - brochures, success stories, roadmaps, and tip sheets, among many others. You can search by program area or product category, alphabetically or by key word. You can view, download, or order most of the documents listed in the catalog.

- Energy Matters**
ITP's quarterly newsletter, *Energy Matters*, provides in-depth articles on information of interest to our partners that will help industry professionals save energy, reduce costs, and increase productivity. [More](#)
- Technical Publications**
These technical fact and tip sheets, industrial energy efficiency sourcebooks, repair manuals, and market assessments provide the information you need to increase facility energy efficiency, assess the performance of key systems, and understand the market for industrial equipment and energy efficiency services. [More](#)
- Case Studies**
ITP case studies describe successful company efforts to reduce energy costs and increase productivity across the range of the nation's industries. [More](#)

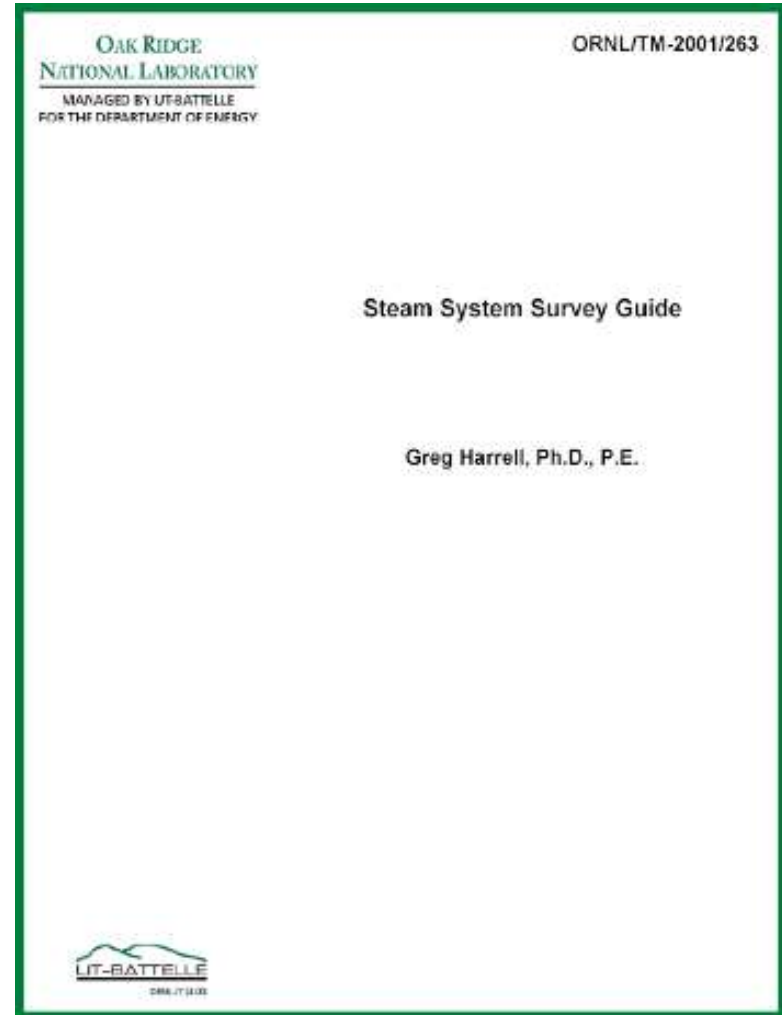
[Printable Version](#)

Industrial Technologies Program Home | EERE Home | U.S. Department of Energy
[Webmaster](#) | [Web Site Policies](#) | [Security & Privacy](#) | [USA.gov](#)
 Content Last Updated: 06/29/2010

<http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/publications.asp>

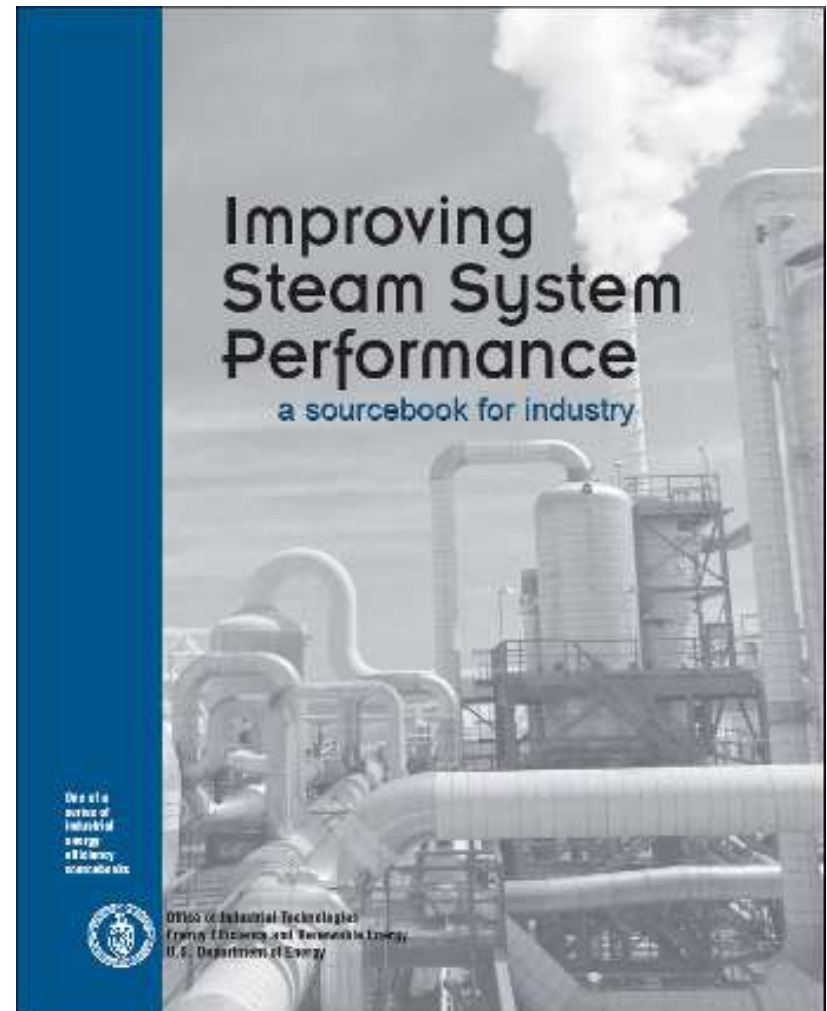
Ghidul de Studii a Sistemului de Abur

- Ghid Tehnic
- Cuprinde 5 zone:
 - Profilul sistemului de abur
 - Identificarea proprietăților aburului
 - Îmbunătățirea operațiunilor cazanului
 - Îmbunătățirea utilizării resurselor
 - Îmbunătățirea distribuției aburului






Manual- sursă a Sistemului de Abur

- Manualul include trei capitole de bază:
 - Bazele Sistemului de Abur
 - Oportunități de Îmbunătățire a Performanțelor
 - Programe, Contacte, și Resurse



Recomandări pentru Energia Aburului

- Prima pagină “Recomandări de Îmbunătățire a Zonelor Sistemului de Abur”
- Disponibilitatea Exemplelor Practice de pe Web Site și în Manualul – Sursă pentru Abur

Energy Tips

Replace Pressure-Reducing Valves with Backpressure Turbogenerators

Many industrial facilities produce steam at a higher pressure than is demanded by process requirements. Steam passes through pressure-reducing valves (PRVs), also known as letdown valves at various locations in the steam distribution system to let down or reduce its pressure. A non-condensing or backpressure steam turbine can perform the same pressure-reducing function as a PRV, while converting steam energy into electrical energy.

In a backpressure steam turbogenerator, shaft power is produced when a nozzle directs jets of high-pressure steam against the blades of the turbine's rotor. The rotor is attached to a shaft that is coupled to an electrical generator. The steam turbine does not consume steam. It simply reduces the pressure of the steam that is subsequently exhausted into the process header.

Cost-Effective Power Generation

In a conventional, power-only steam turbine installation, designers increase efficiency by maximizing the pressure drop across the turbine. Modern Rankine-cycle power plants with 1,800 psig superheated steam boilers and condensing turbines exhausting at near-vacuum pressures can generate electricity with efficiencies of approximately 40 percent.

Most steam users do not have the benefit of ultra-high-pressure boilers and cannot achieve such high levels of generation efficiency. However, by replacing a PRV with a backpressure steam turbine, where the exhaust steam is provided to a plant process, energy in the inlet steam can be effectively recovered and converted into electricity. This means the exhaust steam has a lower temperature than it would have if its pressure was reduced through a PRV. In order to make up for this heat loss, steam plants with backpressure turbine installations increase their boiler steam throughput.

Thermodynamically, the steam turbine still behaves the same way as it would in a conventional Rankine power cycle, achieving isentropic efficiencies of 20 to 70 percent. Economically, however, the turbine generates power at the efficiency of your steam boiler (modern steam boilers operate at approximately 80 percent efficiency), which then must be replaced with an equivalent kWh of heat for downstream purposes. The resulting power generation efficiencies are well in excess of the average U.S. electricity grid generating efficiency of 33 percent. Greater efficiency means less fuel consumption; backpressure turbines can produce power at costs that are often less than 3 cents/kWh. Energy savings are often sufficient to completely recover the cost of the initial capital outlay in less than 2 years.

Applicability

Packaged or “off-the-shelf” backpressure turbogenerators are now available in ratings as low as 50 kW. Backpressure turbogenerators should be considered when a PRV has constant steam flows of at least 3,000 lbs/hr, and when the steam pressure drop is at least 100 psi. The backpressure turbine is generally installed in parallel with the PRV.

Estimating Your Savings

To make a preliminary estimate of the cost of producing electrical energy from a backpressure steam turbine, divide your boiler fuel cost (in \$/MMBtu) by your boiler efficiency. Then convert the resulting number into cost per kWh, as shown in the sample calculation on the next page.

Life and Cost of Backpressure Turbogenerators

Turbogenerators with electrical switchgear cost about \$700/kW for a 50 kW system to less than \$200/kW for a 2,000 kW system. Initial letter cost varies, but typically averages 75 percent of equipment costs.


Backpressure steam turbines are designed for a 20-year minimum service life and are known for needing low maintenance.

Suggested Actions

Consider replacing PRV's with backpressure turbogenerators when purchasing new boilers or if your boiler operates at a pressure of 150 psig or greater.

- Develop a current steam balance and actual process pressure requirements for your plant.
- Develop steam flow/duration curves for each PRV station.
- Determine plant electricity, fuel cost, and operating voltage.
- Consider either one centralized turbogenerator, or multiple turbogenerators at PRV stations.

Steam Tip Sheet information adapted from material provided by the TurboSteam Corporation and reviewed by the DOE BestPractices Steam Technical Subcommittee. For additional information on steam system efficiency measures, contact the DOE Clearinghouse at (800) 852-2084.



OFFICE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES
ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY • U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

Recomandări US DOE

- Evaluarea Costului de Combustibil a Aburului Generat (metoda Benchmark)
- Curățarea suprafețelor (de apă) de transfer de căldură din cazan
- Luați în considerare Instalarea unui economizor de condensare
- Luați în considerare instalarea cazanelor de PÎ cu turbine cu contrapresiune și turbo-generatore
- Luați în considerare instalarea unor turbulatori pe nivelul 2 și 3 al cazanelor de tip tub-ardere
- Luați în considerare acționarea turbinei pentru echipamentul rotativ
- Considerații bine determinate, atunci când selectați un economizor de condensare
- Aprovizionarea cu căldură, recipiente deschise
- Utilizarea degazoarelor în sistemele de abur industrial
- Utilizați condensat de PÎ, pentru a regenera aburul de PJ
- Inspectarea și repararea separatoarelor de condensat din abur
- Instalarea unui sistem de verificare automat pentru procesul de purjare
- Instalarea izolației detașabile pe supape și conducte
- Izolarea liniilor de recuperare a condensatului și a sistemului de distribuție

Recomandări US DOE

- Îmbunătățirea Eficienței de Ardere a Cazanului
- Minimizarea purjării în cazan
- Minimizarea pierderilor pentru în cazans
- Recuperarea căldurii din purjarea cazanului
- Schimbarea Supapelor de reducere a Presiunii cu turbogeneratoare cu contrapresiune
- Returnarea condensatului în cazan
- Majorarea eficienței cazanului prin majorarea eficienței arderii
- Utilizați economizoare cu apă de alimentare pentru a recupera căldura din deșeuri
- Utilizați minimizarea aburului rezidual pentru Răcitoarele de absorbție
- Utilizați ejectoare cu jet de abur sau termocompresoare pentru a reduce ventilarea aburului de PJ
- Utilizați vapori cu recompresie pentru recuperarea aburului rezidual de PJ
- Utilizați un orificiu de condensare pentru a recupera energia aburului

Documente Tehnice US DOE

- Improving Steam System Performance: A Sourcebook for Industry
- Achieve Steam System Excellence: Industrial Technologies Program BestPractices Steam Overview Fact Sheet
- BestPractices Steam Technical Brief: Steam Pressure Reduction- Opportunities and Issues
- BestPractices Steam Technical Brief: How to Calculate the True Cost of Steam
- BestPractices Steam Technical Brief: Industrial Heat Pumps for Steam and Fuel Savings
- BestPractices Steam Technical Brief: Industrial Steam System Heat-Transfer Solutions

Documente Tehnice US DOE

- BestPractices Steam Technical Brief: Industrial Steam System Process-Control Schemes
- Guide to Combined Heat and Power Systems for Boiler Owners and Operators
- Guide to Low-Emission Boiler and Combustion Equipment Selection
- Review of Orifice Plate Steam Traps
- Save Energy Now in Your Steam Systems
- Steam Digest: Volume IV (2003)
- Steam Digest 2002
- Steam Digest 2001
- Steam Systems Energy Efficiency Handbook
- Steam Systems Survey Guide

Curs de Evaluare & Feedback

Părerile dvs sunt apreciate foarte mult și vor fi luate în considerație la eficientizarea programului dat , precum și adaptarea unei metode tehnice mai efective, ce urmează să fie prezentată de proiectele UNIDO a întreprinderilor.

VĂ MULȚUMESC !