

ENESCO industrial

Industrial **E**nergy **E**fficiency **S**ervices & **C**ombustions **O**ptimizations

Iasi, Str. Friederick, Nr. 6
RO 33132962,
J22/781/2014

Recuperarea de căldură reziduală din procese industriale: potențial, avantaje, costuri

- Ing. Constantin Vasile Ionescu
- Specialist Energetică Industrială
- e: enescoindustrial@gmail.com
- w: www.enescoindustrial.com
- m: [+40 751 521 944](tel:+40751521944)

Consumul de căldură în industrie

Utilizarea căldurii în industrie	Principalii consumatori de căldură în industrie
<u>Încălziri tehnologice</u>	<u>Agregate industriale care utilizează căldura pentru acționări cu abur</u>
<u>Încălziri spațiale</u>	<u>Agregate și instalații industriale în care căldura este utilizată pentru procese tehnologice</u>
<u>Preparare apă caldă</u>	<u>Sisteme de încălzire, ventilație, climatizare și alimentare cu apă caldă</u>
	<u>Procese de înaltă temperatură (500 °C – 1000 °C)</u>

Conceptul de conservare a energiei în industrie

- **Conservarea energiei în industrie implică:**
 - Creșterea eficienței energetice în condițiile unei tehnologii date, prin modificări tehnologice tot mai elaborate și perfecționate din punct de vedere energetic;
 - Schimbarea tehnologiilor și apelarea la tehnologii mai performante din punct de vedere energetic;
 - O mutație spre un mix al combustibililor, care să permită reducerea utilizării combustibililor deficitari (*în general mai scumpi*), respectiv a hidrocarburilor, în favoarea combustibililor mai abundenți (*în general mai ieftini*);
 - Substituirea utilizării în scopuri energetice a combustibililor deficitari cu noi surse de energie;
 - O gamă largă de măsuri tehnice și organizatorice adaptate fiecărei categorii de consumatori tehnologici în parte.

În sectorul industrial se impune tot mai accentuat cerința reducerii cererii de energie pe seama creșterii eficienței utilizării energiei.

Eficiența economică și energetică a conservării energie în industrie

Eficiența economică

- Eficiența economică presupune ca efectul (rezultatul) să depășească efortul (cheltuielile).

Eficiența energetică

- Eficiența energetică presupune reducerea consumurilor specifice de energie și ridicarea nivelului utilizării forței de muncă.

- Conservarea energiei nu trebuie să fie un scop în sine - atât consumatorii cât și societatea pot obține importante beneficii dacă o abordează rațional.
- Promovarea și implementarea conservării energiei pornește întotdeauna de la necesitatea identificării acestor beneficii, în dimensiunile lor fizice, economice și sociale.

Eficiența economică a conservării energiei în industrie

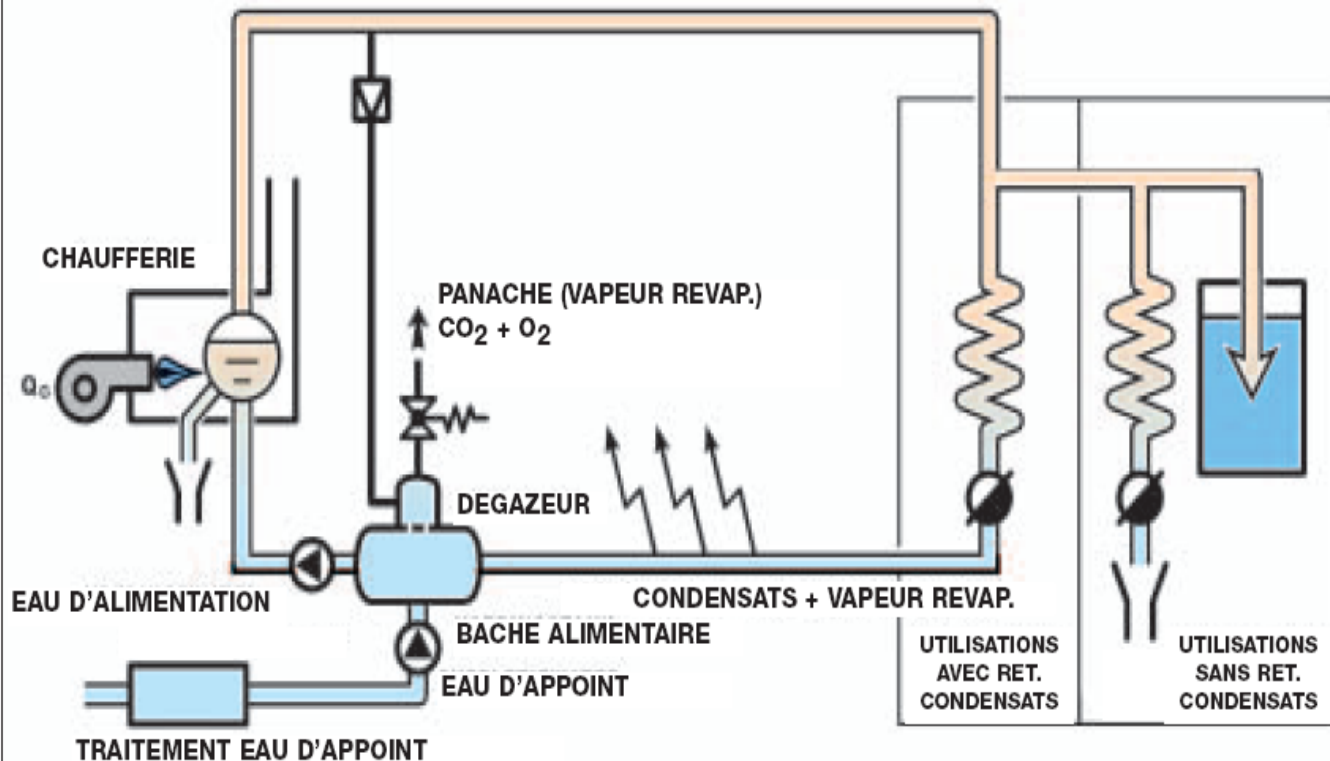
- Eficiența economică reprezintă pragul final de verificare a tuturor tipurilor de eficiență, având în vedere că ea conturează cadrul dimensionării eforturilor pe care le poate face o întreprindere industrială, precum și efectele obținute prin utilizarea resurselor alocate.
- Se poate concluziona că ameliorarea performanțelor unei întreprinderi industriale se realizează în principal pe baza scăderii costurilor de fabricație. Una din metodele de atingere a acestui scop este de a consuma mai puțină energie pentru același scop și să se utilizeze o energie mai ieftină.
- Un schimb de idei cu firme specializate în domeniul creșterii eficienței energetice în industrie va fi întotdeauna în beneficiul utilizatorilor.

Credibilitatea oricărei măsuri de optimizare energetică și implicit decizia de implementare a sa are ca factori cheie prețul energiei (reducerea cheltuielilor energetice) și posibilitățile de achiziționare a combustibililor.

Eficiența energetică a conservării energiei în industrie

Producerea centralizată de căldură (abur) în industrie

Fig. 5: Schéma type d'un réseau de distribution de vapeur



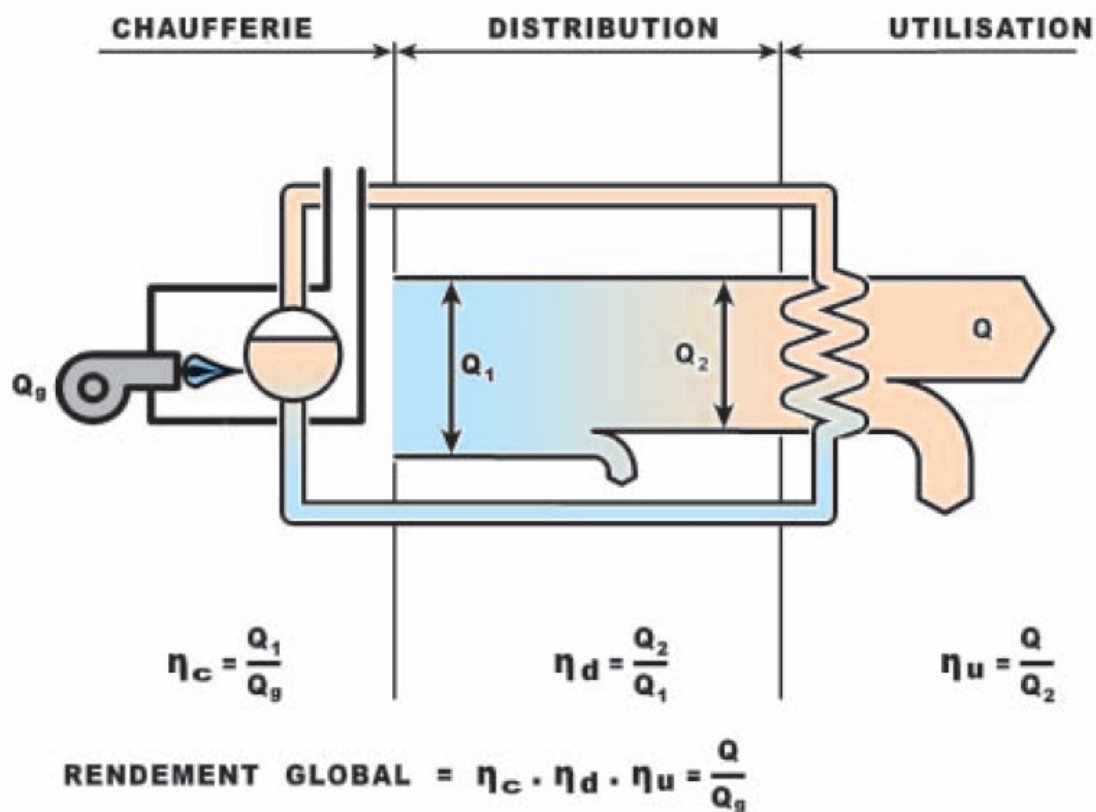
Modul clasic de asigurare a necesarului de căldură în industrie este:

- Încălzirea unui agent termic (*abur, apă supraîncălzită, ulei diatermic*) într-un cazan până la temperatura dorită;
- Transportul acestui fluid printr-o rețea de distribuție până la instalațiile consumatoare (*de utilizare*);
- Transferul căldurii la utilizatori;
- Returul parțial sau total al fluidului la cazan.

Eficiența energetică a conservării energiei în industrie

Randamente: $\eta = \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_u$

Fig. 6: Rendement global d'un système centralisé de production de vapeur



$$\eta_c = \frac{\text{Căldura netă la ieșirea cazanului}}{\text{Căldura de ardere}} = \frac{Q_1}{Q_g}$$

$$\eta_d = \frac{\text{Căldura netă disponibilă pentru utilizator}}{\text{Căldura netă la ieșirea centralei}} = \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\eta_u = \frac{\text{Căldura utilă pentru utilizator}}{\text{Căldura netă disponibilă pentru utilizator}} = \frac{Q}{Q_2}$$

$$\eta = \frac{\text{Căldura utilă pentru utilizator}}{\text{Căldura de ardere}} = \frac{Q}{Q_g}$$

Într-un caz favorabil am avea: $\eta_c=0,92$, $\eta_d=0,91$, $\eta_u=0,95$.

Se obține deci un randament global de **0,80**, ceea ce este *exceptional* de bun.

Pierderi de căldură în procese industriale

Pierderile de căldură în centrale

Pierderi prin gazele de ardere (10 %)

- Depind de tipul combustibilului, excesul aerului de combustie și de diferența de temperatură fum/aer de combustie ($T_f - T_a$)

Pierderi prin convecție și prin radiație (2-5 %)

- Depind de temperatura și suprafața atât a cazanului cât și a tuturor recipientelor instalate în centrală.

Pierderi interne
(1,5-3 %)

- Se datorează aspirației aerului rece care traversează cazanul în timp de arzătorul este oprit.

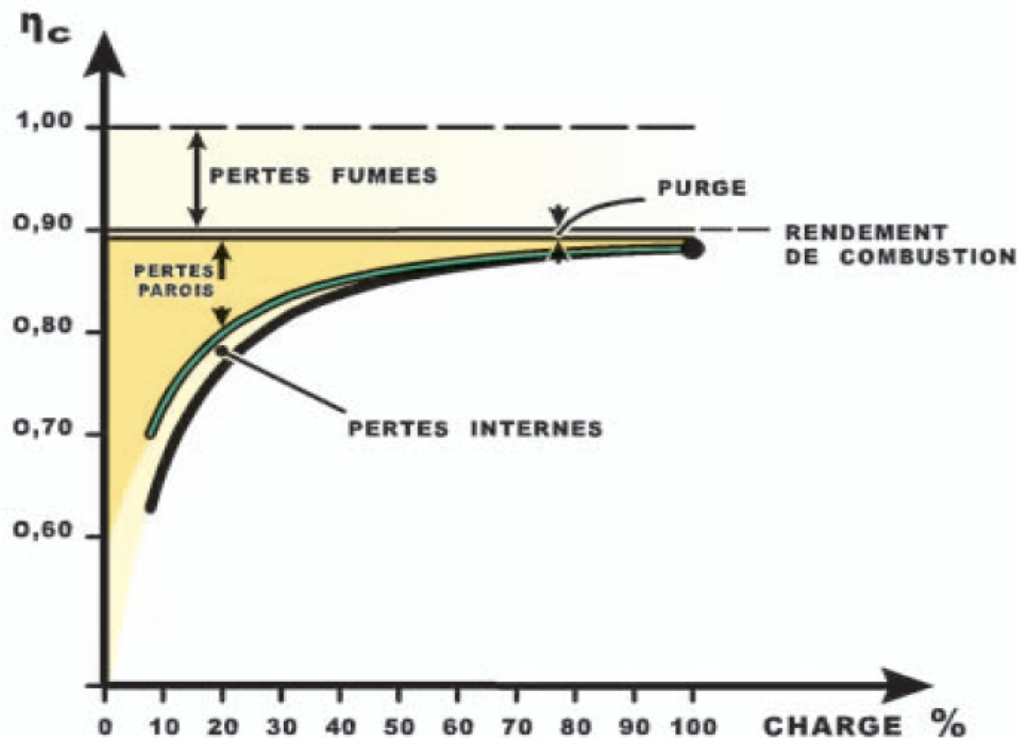
Purjari
(0,2 %)

- Necesare pentru scăderea concentrației sării din apa din cazan

Pierderi de căldură în procese industriale

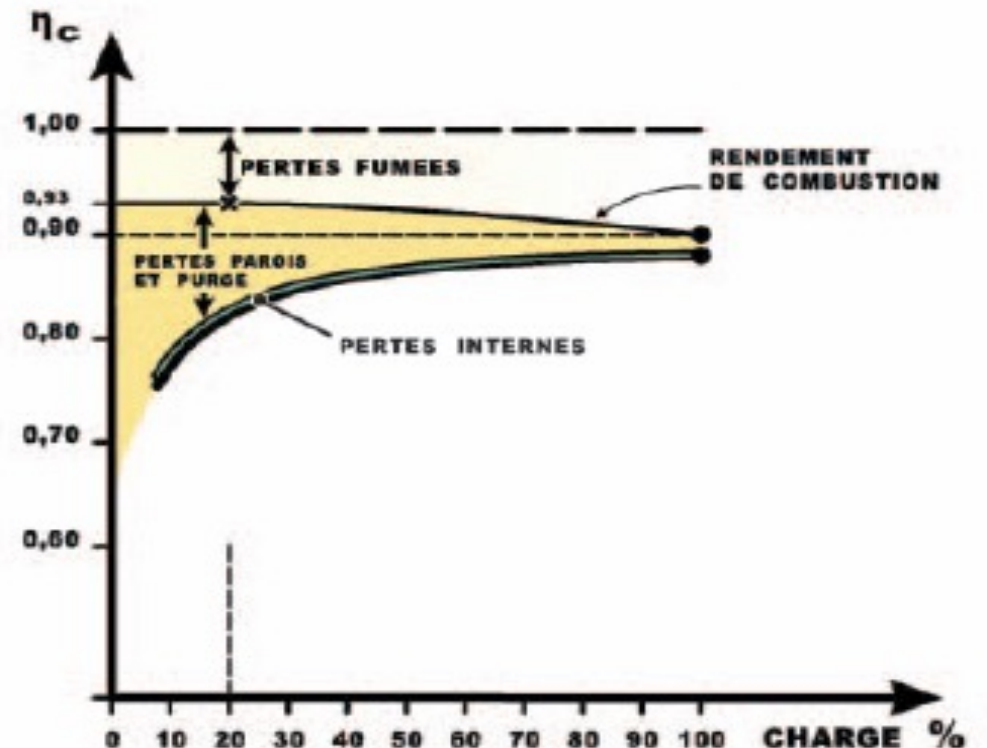
Randamentul unei centrale cu arzător “totul sau nimic” funcție de încărcare

Fig. 8.1: Rendement d'une chaudière avec un brûleur "tout ou rien"



Randamentul unei centrale cu arzător modulat (20-100 %) funcție de încărcare

Fig. 8.2: Rendement d'une chaudière avec un brûleur modulant (20-100%)



Pierderi de căldură în procese industriale

Pierderile de căldură prin rețeaua de distribuție

- Depind de temperatura agentului termic (*abur, apa caldă etc.*), de lungimea rețelei de distribuție și de calitatea izolației.
- În estimarea pierderilor termice, trebuie ținut cont de accesoriiile circuitelor de distribuție a aburului cum ar fi vanele, purjoarele, bridele, suportii, etc., care sunt dificil de izolat. O vană neizolată prezintă pierderi echivalente cu 10 m de țeavă izolată.
- La aceste pierderi contribuie și neetanșeitățile de abur și de condensat.
- O bună rețea de distribuție are totuși pierderi cuprinse între 0,2 % și 0,4% din puterea centralei, la 100 m de conductă.

Pierderile prin pereții țevelor în W/m (ambient 20°C)						
Diametru țeavă	Țeavă neizolată		Țeavă îmbrăcată cu izolație de 20 mm ($\lambda = 0,045 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)		Țeavă îmbrăcată cu izolație de 60 mm ($\lambda = 0,045 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)	
	100°C	200°C	100°C	200°C	100°C	200°C
2"	249	769	35	95	18	49
3"	349	1 084	47	128	23	62
4"	432	1 347	58	157	27	74
6"	605	1 896	81	219	36	98

Pierderi de căldură în procese industriale

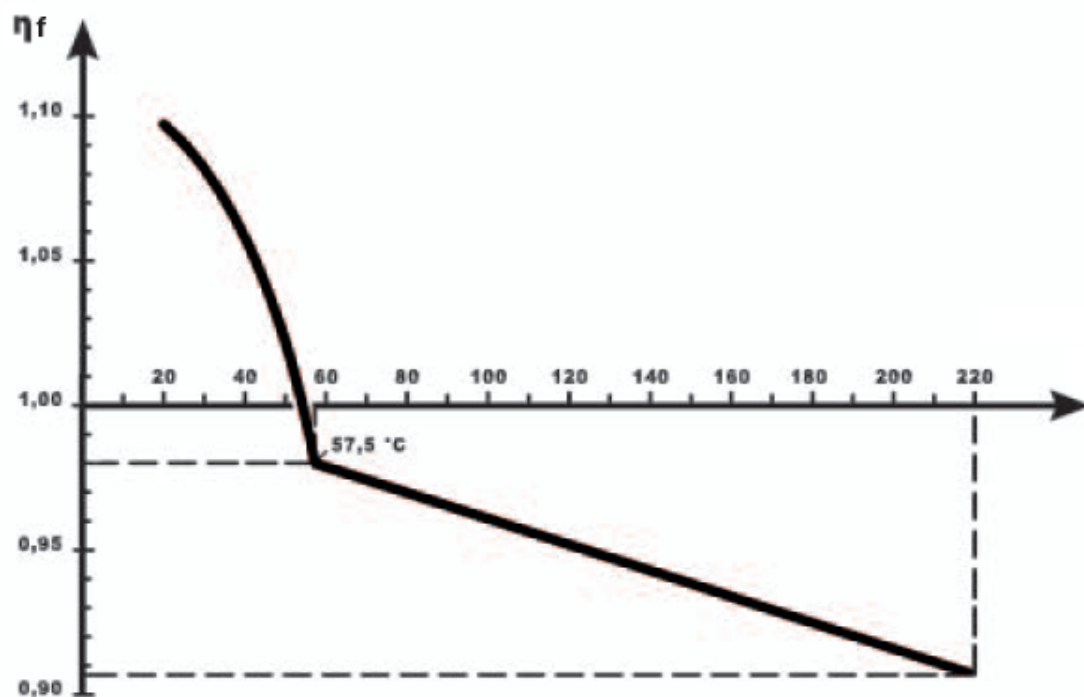
Pierderile de căldură la consumatori

- Randamentul de utilizare a căldurii este variabil funcție de tipul și caracteristicile instalației utilizatoare și de reglaje.
- Elemente ce pot perturba funcționarea unei instalații termice:
 - Inerția termică a schimbătorului de căldură;
 - Vanele de abur neetanșe;
 - Proasta funcționare a purjoarelor (*aburul ajunge în rețeaua de condensat*);
 - Schimbătoare de căldură prea voluminoase (*supradimensionate*) și cu funcționare discontinuă;
 - Lipsa preciziei de reglaj.

Recuperarea căldurii din gazele de ardere

Randamentul de combustie funcție de temperatura gazelor de ardere

Fig. 9: Rendement de combustion et température des fumées
(10% d'excès d'air, air de combustion 20 °C)



10% - exces de aer

20°C - temperatura aer de combustie

- Gazele de ardere, sursă importantă de pierderi, produc o pierdere de circa **10%** din căldura degajată prin arderea combustibilului, la coșul de evacuare, chiar dacă arderea este completă.
- Este deci normal să se recupereze, pe cât posibil, căldura din gazele de ardere.
- Pierderile prin gazele de ardere depind de tipul combustibilului, de excesul aerului de combustie și de diferența de temperatură fum/aer de combustie.

Cum se recuperează căldura gazelor de ardere ?

Recuperatoare /
condensatoare
de gaze de ardere

- Sunt aparate din oțel inoxidabil cu suficientă suprafață de schimbare, capabilă să condenseze vaporii de apă din gazele de ardere, cu condiția ca temperatura de intrare a fluidului preîncălzit să fie sub 50°C

Economizoare și
preîncălzitoare
de aer

- Sunt aparate cu suprafața de schimb de căldură mai redusă, și la care temperatura de intrare a fluidului preîncălzit este peste 60 °C, ca să nu apară condensatie

Ce se face cu căldura recuperată ?

Preîncălzirea apei de alimentare

- Poate fi făcută de la gazele de ardere în economizor, asigurând o creștere cu aproximativ 25 °C, de la 105 °C până la 130 °C

Preîncălzirea apei de adaos înainte de intrarea în degazor

- Se face într-un schimbător/condensator montat în aval de economizor. Realizarea condensăției are loc pentru că apa de adaos are de regulă o temperatură de cca. 20 °C

Preîncălzirea aerului de combustie

- Aerul de combustie poate fi preîncălzit de la 20 la 170 °C. Recuperatorul trebuie să reziste la eventuale condensări pe partea gazelor de ardere. Economia de energie posibilă este de 6 %

Preparare apă caldă

- Se folosesc recuperatoare/economizoare de căldură gaze-apă.
- Căldura recuperată poate fi folosită la preparare de apă caldă sanitară sau la încălzire spațială.

ENESCO industrial

Industrial **E**nergy **E**fficiency **S**ervices & **C**ombustions **O**ptimizations

Iasi, Str. Friederick, Nr. 6
RO 33132962,
J22/781/2014

Recuperarea de căldură reziduală din procese industriale:
potențial, avantaje, costuri (studiu de caz)

= *TERMOREK* =

**Recuperator/Economizor de căldură industrial gaze/apă
simplu, sigur și eficient
pentru toate tipurile de combustibili**

- **Protejează mediul și ... banii !**

- Producem, serie sau customizat, recuperatoare/economizoare de căldură gaze/apă și vă putem ajuta să găsiți cele mai bune soluții de recuperare și refolosire a căldurii din... fum !!!



PRINCIPIU CONSTRUCTIV

- Proiect original si inovator, în scopul încălzirii apei folosind căldura recuperată din gazele de ardere, la recuperatoarele/economizoarele de căldură TERMOREK, produse de noi, trecerea căldurii de la gazele de ardere la apă se face prin intermediul unor plăci recuperatoare feroceramice amplasate astfel încât gazele de ardere spală ambele fete ale plăcilor recuperatoare.



INTREBUINTARI / BENEFICII

Întrebuințări

- *Se folosește la cazane, centrale și cuptoare termice casnice sau industriale pentru creșterea eficienței energetice și scăderea costurilor energetice;*
- *Recuperează căldura pierdută cu gazele de ardere de la cazane și cuptoare sau centrale termice care funcționează cu combustibil solid, lichid sau gazos, folosind-o fie pentru preîncălzirea apei din cazan fie la producerea de apă caldă sau la încălzire.*

INTREBUINTARI / BENEFICII

Beneficii

- Reduce pierderile de căldură cu gazele arse și cu peste 50% ;
- Scade costurile energetice și crește profitul
- Contribuie la creșterea sustenabilității și dezvoltarea afacerii
- Creează o imagine diferențiator a firmei ca promotor de soluții tehnice cu impact asupra protejării mediului prin reducerea emisiilor de CO₂, urmare a creșterii eficienței energetice prin recuperarea căldurii pierdute cu gazele de ardere evacuate în atmosferă.

De ce TERMOREK?

Avantaje

- *Rezistente la coroziune sau abraziune, fără să influențeze semnificativ tirajul și fără să producă condens sau calamină, recuperatoarele de căldură TERMOREK pot fi folosite cu succes la toate tipurile de combustibili;*
- *Având, prin concepție, un factor de murdărire foarte scăzut și fiind ușor de curățat, sunt ideale pentru folosirea în cazul combustibililor solizi sau lichizi, unde gazele de ardere pot conține suspensii solide sau funingine dar, cu aceeași eficiență ridicată, se folosesc și în cazul combustibililor gazoși;*

De ce TERMOREK?

Avantaje

- Aparatele sunt foarte sigure în funcționare și pot fi parcurse de gazele de ardere chiar dacă nu sunt legate la instalația hidraulică. Acest lucru face posibil ca durata montajului să fie semnificativ redusă, racordarea la instalația hidraulică și chiar instalația în sine putând fi făcute ulterior, fără întreruperea arderii;
- Având o construcție modulară, aparatele se pot proiecta și executa customizat, adaptat condițiilor locale;
- Prețul aparatelor asigură recuperarea investiției în mai puțin de 1 an de funcționare (cca. 100 euro/kW recuperat).

POVESTEA NOASTRA

- Primele încercări și teste pentru realizarea unui recuperator de căldură din gaze de ardere pentru aplicații casnice au fost făcute în anul 2005, și primele aparate comercializate au fost vândute în 2007 prin magazinele DEDEMAN în Iași, Suceava și Bacău.
- Conțineau o singură placă recuperatoare așezată longitudinal și diametral în interiorul unui tronson de tubulatură din inox având diametrul de 200 mm și lungimea de 1000 mm. Se puteau folosi pentru recuperarea căldurii la cazane mici sau șeminee funcționând cu lemne, și asigurau o putere recuperată de cca. 3 Kw.



POVESTEA NOASTRA

- În 2007 am produs o variantă perfecționată, pentru cazane și centrale termice de puteri mai mari și pentru mai multe tipuri de combustibili. Cu această variantă am început aplicații industriale.
- Am ajuns să producem astăzi un recuperator de căldură din gaze de ardere deosebit de performant și sigur în funcționare, acoperind o gamă foarte diversă de aplicații.
- Prețul aparatului este dependent de mărimea suprafeței de schimb de căldură și este recuperabil în mai puțin de un an pentru orice aplicație.



POVESTEA NOASTRA

- O confirmare a acestor afirmații este calificarea recuperatorului de căldură din gaze de ardere TERMOREK în primele trei locuri la concursul E.ON Energy Globe Award Romania 2017, la categoria Companii:
- Juriul E.ON Energy Globe Award Romania a nominalizat 15 proiecte și inițiative care au intrat în finala competiției din 2017. Ele au fost selectate dintr-un total de peste 160 de proiecte din domeniul eficienței energetice și protejării mediului, înregistrate pe platforma www.energyglobe.ro.
- Prin producerea unei game inovatoare de recuperatoare de căldură din gaze de ardere, ne propunem să contribuim la protejarea mediului, la îmbunătățirea eficienței energetice și creșterea randamentului instalațiilor de ardere precum și la reducerea semnificativă a cheltuielilor pentru încălzire și/sau preparare de apă caldă ale consumatorilor industriali sau casnici.

Recuperator de căldură TERMOREK montaj la un cuptor industrial tunel

- An PIF: 2016 Model: TERMOREK 7P (700x700x1200/D 600)



Situația inițială



În timpul montajului



După montaj

Recuperator de căldură TERMOREK montaj la un cuptor industrial tunel

- Recuperatorul de căldură de la cuptorul tunel asigură o suprafață de schimb de căldură de **6,4 mp** și o putere termică recuperată medie de **75 Kw**.
- Cuptorul la care a fost montat recuperatorul are un număr mediu de ore de funcționare anual de cca. **8400 h/an**. Căldura recuperată este folosită pentru preparare de apă caldă, în două locații diferite, independente din punct de vedere al circuitelor hidraulice, eliminând 2 cazane de apă caldă.
- Prețul aparatului: **9600 EURO**
- În condițiile specificate, recuperatorul de căldură produce/economisește
 - $75 \text{ KW} \times 8400 \text{ h/an} = 630000 \text{ KWh/an} = \mathbf{54 \text{ TEP/an}}$
 - $630000 \text{ KWh/an} \times 0,1 \text{ RON/KWh} = \mathbf{63000 \text{ RON/an}}$ (la un preț al gazului de **0,1 RON/kWh**).
 - $63000 \text{ RON/an} : 4,9 \text{ RON/EURO} = \mathbf{12857 \text{ EURO/an}}$
- Durata de recuperare a costului aparatului (in condițiile specificate)
 - $9600 \text{ EURO} : 12857 \text{ EURO/an} = \mathbf{0,74 \text{ ani}}$.

Recuperator de căldură TERMOREK montaj la un cazan industrial de abur

- An PIF: 2017 Model: TERMOREK 700x700x1500/D 500



Situația inițială



În timpul montajului



După montaj

Recuperator de căldură TERMOREK montaj la un cazan industrial de abur

- Recuperatorul de căldură asigură o suprafață de schimb de căldură de **9,6 m²** și o putere termică recuperată medie de **110 KW**.
- La funcționarea în regim de **80 %** a cazanului, gazele de ardere intră în recuperator la **160 °C** și ies la **120 °C**. Lungimea traseului gazelor de ardere prin recuperator este de **1,2 m**.
- Prețul aparatului: **14400 EURO**
- Pentru un număr mediu de ore de funcționare anual de **7000 h/an** recuperatorul de căldură produce/economiseste
 - $110 \text{ KW} \times 7000 \text{ h/an} = 770000 \text{ KWh/an} = \textbf{66 TEP/an}$
 - $770000 \text{ KWh/an} \times 0,1 \text{ RON/KWh} = \textbf{77000 RON/an}$ (la un preț al gazului de **0,1 RON/kWh**).
 - $77000 \text{ RON/an} : 4,9 \text{ RON/EURO} = \textbf{15714 EURO/an}$
- Durata de recuperare a costului aparatului (in condițiile specificate)
 - $14400 \text{ EURO} : 15714 \text{ EURO/an} = \textbf{0,91 ani}$.

Recuperator de căldură TERMOREK montaj la un cuptor de topit aluminiu

- An PIF: 2020 Model: TERMOREK 700x900x1400/D 600 2 Buc.



Situația inițială



În timpul montajului

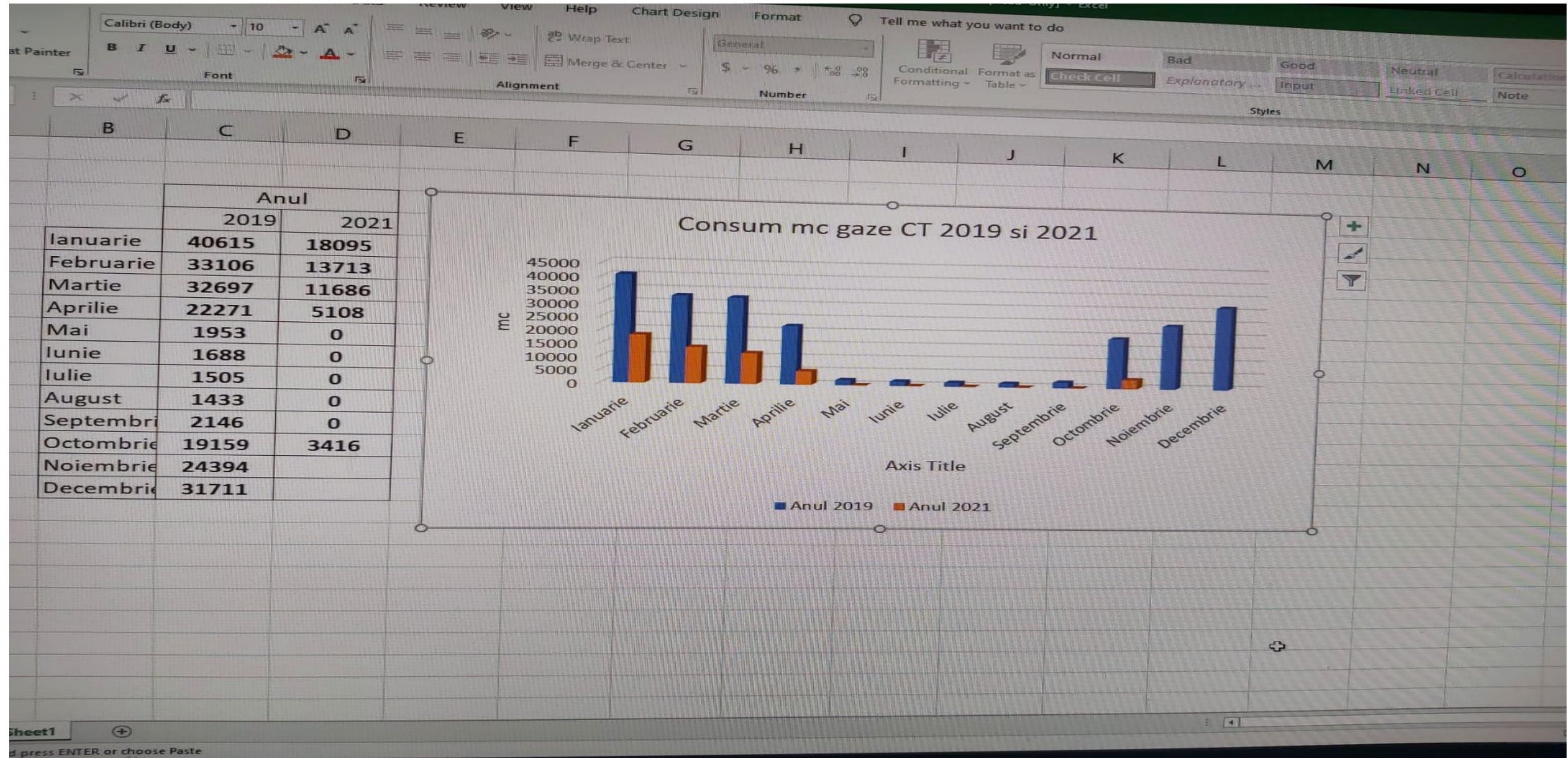


După montaj

Recuperator de căldură TERMOREK montaj la cuptoare de topit aluminiu

- Recuperatorul de căldură, format din doua module recuperatoare, asigură o suprafață totală de schimb de căldură de **19,2 mp** și o putere termică recuperată medie de **300 Kw**.
- Recuperatorul are un număr mediu de ore de funcționare anual de cca. **5000 h/an**. Căldura recuperată este folosită pentru preparare de apă caldă si încălzire
- Temperatura medie a gazelor la intrarea in recuperator: **280 °C**.
- Prețul aparatului: **28800 EURO**
- În condițiile specificate, recuperatorul de căldură produce/economisește
 - $300 \text{ KW} \times 5000 \text{ h/an} = 1500000 \text{ KWh/an} = \mathbf{129 \text{ TEP/an}}$
 - $1500000 \text{ KWh/an} \times 0,1 \text{ RON/KWh} = \mathbf{150000 \text{ RON/an}}$ (la un preț al gazului de **0,1 RON/kWh**).
 - $150000 \text{ RON/an} : 4,9 \text{ RON/EURO} = \mathbf{30612 \text{ EURO/an}}$
- Durata de recuperare a costului aparatului (in condițiile specificate)
 - $28800 \text{ EURO} : 30612 \text{ EURO/an} = \mathbf{0,98 \text{ ani}}$.

Recuperator de căldură TERMOREK montaj la cuptoare de topit aluminiu



Recuperator de căldură TERMOREK alte aplicații industriale

Montaj la cazane de
apă caldă



Montaj la cuptoare de uscare



ENESCO industrial

Industrial **E**nergy **E**fficiency **S**ervices & **C**ombustions **O**ptimizations

Iasi, Str. Friederick, Nr. 6
RO 33132962,
J22/781/2014

Vă mulțumesc pentru atenția acordată!

- **Ing. Constantin Vasile Ionescu**
- **Specialist Energetică Industrială**
- e: enescoindustrial@gmail.com
- w: www.enescoindustrial.com
- m: [+40 751 521 944](tel:+40751521944)