INTELLIGENT USE OF ENERGY AT SCHOOL

IUSES

# Eficienta energetica in industrie

## Manualul elevului

Intelligent Energy Europe

Official Partner

**Editia**
RO 1.1 - Octombrie 2010
Verificati siteul proiectului IUSES www.iuses.eu pentru versiunile actualizate.

**Declinarea responsabilitatii**
Acest proiect a fost finantat cu sprijin din partea Comisiei Europene
Aceasta publicatie reflecta numai punctul de vedere al autorilor iar Comisia nu poate fi trasa la raspundere pentru orice utilizare a informatiilor continute in acest material.

**Autori:**
Tadhg Coakley (Clean Technology Centre - Cork Institute of Technology ), Noel Duffy (Clean Technology Centre - Cork Institute of Technology ), Sebastian Freiberger (Stenum), Johannes Fresner (Stenum), Jos Houben (University of Leoben), Hannes Kern (University of Leoben), Christina Krenn (Stenum), Colman McCarthy (Clean Technology Centre - Cork Institute of Technology ), Harald Raupenstrauch (University of Leoben)

**Macheta**
Fabio Tomasi (AREA Science Park)

**Traducerea si adaptarea:**
Mihai Iancu, Dumitru Finta, Apostol Ion. (SC IPA SA)

**Despre acest manual si proiectul IUSES**
Acest manual a fost realizat in cadrul proiectului IUSES – Utilizarea Inteligenta a Energiei in Scoli. Proiectul a fost finantat de catre Comisia Europeana – Programul Energie Inteligenta pentru Europa.
Partenerii din proiect sunt urmatorii: Parcul Stiintific AREA (Italia), CERTH (Grecia), CIRCE (Spania), Centrul de Tehnologii Curate – Institutul Tehnologic Cork (Irlanda), Enviros s.r.o. (Republica Ceha), IVAM UvA (Olanda), Centrul pentru Educarea Adultilor Jelgava (Letonia), Prioriterre (Franta), Centrul de Stiinta si Imagine Stiintifica (Italia), Slovenski E-forum (Slovenia), Stenum GmbH(Austria), SC IPA SA (Romania), Universitatea "Politehnica" Bucuresti (Romania), Universitatea din Leoben (Austria), Universitatea din Ruse (Bulgaria)

**Note de copyright**
Aceasta carte poate fi copiata si distribuita gratuit, cu conditia ca intotdeuna sa includa aceste note de copyright chiar si atunci cand este utilizata partial. Profesorii, instructorii si oricare alt utilizator sau distribuitor ar trebui ca intotdeauna sa mentioneze autorii, proiectul IUSES si Programul Energie Inteligenta pentru Europa (IEE).
Cartea poate fi tradusa gratuit si in alte limbi. Traducatorii trebuie insa sa includa aceste note de copyright si sa transmita textul tradus coordonatorului de proiect (iuses@area.trieste.it) care il va publica pe site-ul proiectului IUSES pentru a fi distribuit gratuit.

## Utilizarea Inteligentă a Energiei în Şcoală (IUSES)

# UTILIZAREA ENERGIEI ÎN INDUSTRIE

**MANUALUL ELEVULUI**

# Cuprins

**Prefață** ..... 5

**Capitolul 1: Energia – elemente introductive** ..... 7

**Ce este energia?** ..... 7

**Probleme legate de energie** ..... 7

**Surse de energie** ..... 7

**Consumul de energie** ..... 8

**Energia şi Puterea** ..... 10

**Puterea umană** ..... 10

**Capitolul 2: Surse de energie** ..... 13

**Probleme cu sursele de energie neregenerabile (fosile şi nucleare)** ..... 16

**Energia regenerabilă** ..... 17

**Utilizarea energiei regenerabile în industrie** ..... 18

**Capitolul 3: Transformarea energiei şi utilizarea sa industrială** ..... 21

**3.1 Transformarea energiei (Purtători de energie)** ..... 21

**Tipurile de energie şi purtătorii de energie** ..... 21

**Producerea de combustibili** ..... 22

**Producerea de energie electrică** ..... 22

**Centrale Electrice Ciclu Combinat** ..... 23

**Centrale Termoelectrice (Cogenerare)** ..... 24

**Bilanțuri Energetice Naționale şi Intensitatea Energetică** ..... 25

**3.2 Utilizatori finali ai energiei în industrie** ..... 29

**Funcționarea boilerelor** ..... 29

**Ventilatoare şi suflante** ..... 33

**Aerul comprimat** ..... 35

**Fluide de răcire şi încălzire** ..... 38

**Bibliografie** ..... **38**

**Capitolul 4: Managementul Energetic** ..... **39**

**Scopurile unui sistem de management energetic** ..... **40**

**Elementele unui sistem de management energetic** ..... **41**

**Politica energetică** ..... **42**

**Planificarea** ..... **43**

**Auditul** ..... **49**

**Analiza de Management** ..... **51**

**Bibliografie** ..... **51**

**Capitolul 5: Utilizarea eficientă a energiei în industria hârtiei** ..... **52**

**Introducere** ..... **52**

**Ciclul de viață al hârtiei** ..... **53**

**Materia primă pentru producerea hârtiei** ..... **54**

**Procesul de producere a hârtiei** ..... **57**

**Reciclarea hârtiei vs. utilizarea de noi fibre lemnoase** ..... **61**

**Formarea colilor pe maşina de producere a hârtiei** ..... **66**

**Bibliografie** ..... **77**

**Figuri** ..... **78**

# Prefață

Energia este peste tot! Este cea care face ca lucrurile să se întâmple, care face ca lucrurile să se mişte. Este cea care ne dă lumină şi căldură. Este ceea ce folosim pentru a ne deplasa, pentru a ne găti mâncarea, pentru a ne păstra alimentele proaspete.

## *Despre acest manual*

Acest manual, Utilizarea Energiei în Industrie, este parte din cursul numit Utilizarea Inteligentă a Energiei în Şcoală. Acest curs are scopul de a ajuta elevii să învețe principiile de bază ale eficienței energetice în diverse domenii. El mai cuprinde alte două manuale, cel pentru Utilizarea Energiei în Transport şi cel pentru Utilizarea Energiei în Clădiri.
Acest manual va introduce noțiunea de energie, şi cum este utilizată ea, mai ales în industrie. Va explica: mulți dintre termenii legați de energie, diferitele surse de energie, cum este generată electricitatea, şi cum este utilizată energia în procesele industriale.
Unul din scopurile principale ale acestui curs şi manual este să prezinte cum putem face energia mai bună şi mai curată, cum o putem produce din surse regenerabile de energie şi cum putem administra mai bine această energie, în special prin reducerea pierderilor.

## *Cum este structurat manualul*

Acest manual intenționează să vă prezinte informațiile într-un mod interactiv şi interesant, incluzând mai multe tipuri de informații cum ar fi texte, desene, grafice, definiții şi îndrumări, puncte importante, etc. Acesta conține de asemenea diferite activități, exerciții şi întrebări. Urmează o scurtă prezentare a fiecărei secțiuni din manual.

## *Capitolul 1: Energia - elemente introductive*

Această secțiune va prezenta ce este energia şi care este importanța acesteia. Vor fi explicate modurile în care energia este măsurată – care sunt unitățile de măsură utilizate şi semnificația acestora. Va fi clarificat şi termenul „Putere”. Se arată totodată că industria şi societatea sunt dependente de utilizarea pe scară largă a energiei acolo unde puterea umană nu este de ajuns. Producerea pe scară largă a energiei reprezintă şi cauza anumitor probleme de mediu şi principalele surse utilizate în prezent sunt pe sfârşite.

## *Capitolul 2: Surse de energie*

Această secțiune explică de unde vine energia. Principalele tipuri de surse de energie utilizate sunt cele bazate pe combustibilii fosili: petrol, cărbune şi gaz natural, care sunt surse neconvenționale de energie şi care pot fi utilizate o singură dată. Emisiile provocate de acestea au o contribuție importantă la schimbările climatice. Alte tipuri de energie bazate pe surse regenerabile: soarele, vântul sau valurile mării, nu conduc la încălzire globală. Am putea produce energie şi din resurse considerate astăzi ca fiind „materiale reziduale”. Astfel putem obține energie din multe surse, unele mult mai bune şi mai curate decât altele. Vom prezenta tendințele în utilizarea energiei şi importanța acesteia pentru industrie.

## *Capitolul 3: Transformarea energiei (purtătorii de energie şi utilizarea industrială)*

În această secțiune se explică modul în care energia este convertită de obicei în combustibili transportabili (prin rafinarea petrolului) sau în electricitate (prin centralele energetice). Se poate produce în acelaşi timp atât energie electrică cât şi energie termică. Uitându-ne la cererea totală de energie dintr-o anumită țară, constatăm că industria este un consumator important, la fel ca şi transportul şi sectorul rezidențial. În final, vom introduce ideea de intensitate energetică.

## *Capitolul 4: Managementul energetic*

Acest capitol descrie cum se poate aplica un sistem de management energetic în industrie. O

abordare similară poate fi adoptată şi de o şcoală pentru a-şi stabili structura managementului său energetic. Această abordare ar putea fi adoptată atât de organizațiile mici cât şi de cele mari!

### *Capitolul 5: Studiu de caz pentru industria hârtiei*

Capitolul 5 prezintă procesul de fabricație al hârtiei. Acesta a fost ales ca exemplu în scopul ilustrării proceselor energetice din industrie. Au fost furnizate şi instrucțiuni despre modul în care elevii pot produce propria lor hârtie, pentru a permite profesorilor să accentueze aspectele specifice acestor procese.

### *Câteva pictograme şi convenții folosite în acest manual*

În acest manual s-a încercat împărțirea informațiilor în calupuri interesante şi uşor de înțeles. Nu sunt doar pagini şi pagini plictisitoare de text. Astfel acolo unde avem un obiectiv, o definiție, o activitate, o notă importantă sau o referință bibliografică, acestea vor fi marcate cu o pictogramă. Atenție la următoarele pictograme:

**Definiție**: aceasta este pentru a indica definiția unui termen, explicând ce înseamnă acesta.

**Notă**: aceasta evidențiază informațiile importante, fie că sunt sfaturi sau alte aspecte vitale. Acordați atenție specială!

**Obiectivele:** acestea apar la începutul fiecărui capitol şi indică ce veți învăța în acel capitol.

**Experiment, Exercițiu sau Activitate**: acestea indică ceva de făcut pentru voi, pe baza celor învățate.

**Link Web:** acestea sunt adrese de internet unde puteți găsi mai multe informații.

**Bibliografie:** aceasta indică sursele de unde au fost luate unele informații.

**Studiu de caz**: prezentarea unui exemplu real din industrie sau a unei situații reale.

**Puncte cheie:** rezumat (adesea prin puncte de marcare) ce prezintă principalele idei care trebuie reținute la sfârşitul fiecărui capitol.

**Întrebare:** indică faptul că se aşteaptă de la voi răspunsul la o întrebare (de obicei recapitulativă, la sfârşitul capitolelor).

**Urmează:** la sfârşitul fiecărui capitol indicând ce urmează în capitolul următor.

# Capitolul 1: Energia – elemente introductive

**Obiective:** În acest capitol vom studia**:**
Ce este energia şi care e semnificaţia acesteia
O scurtă descriere a principalelor probleme legate de utilizarea energiei, sursele acesteia şi cum este consumată energia

## *Ce este energia?*

Aşa cum am mai spus deja, energia este peste tot în jur şi fără ea nu am putea trăi. O folosim în fiecare zi, pe diverse căi. Hrana pe care o mâncăm conţine energie, hârtia pe care scriem a fost produsă consumând energie; lumina la care o citim este şi ea energie.
Dar de unde vine toată această energie? Şi ce facem noi cu ea? O utilizăm cu înţelepciune sau o risipim inutil? Ce vom face când petrolul şi cărbunele vor fi epuizate? Acestea sunt doar unele din întrebările la care încercăm să răspundem în acest manual.
Ar trebui să ne gândim şi la efectele conversiei şi utilizării energiei? Aţi auzit vreodată de schimbările climatice? Dar despre emisiile de gaze cu efect de seră? Acestea sunt probleme serioase pentru întreaga lume acum iar producţia de energie este una din principalele cauze. Dar nu trebuie neapărat să fie aşa – există o cale mai bună de a produce şi utiliza energia, şi vom învăţa despre asta şi despre multe altele de-a lungul acestui manual.

**Definiţie:** Energia este frecvent definită ca reprezentând capacitatea de a face lucru mecanic. Cantitatea de energie a unui sistem reprezintă în ultimă instanţă lucrul mecanic pe care acesta îl poate efectua.

## *Probleme legate de energie*

Emisiile la producerea energiei bazate pe combustibili fosili este cauza numărul unu în schimbările climatice. Extracţia şi utilizarea acestor combustibili creează şi poluare, dar să nu uităm că aceste surse fosile se vor termina curând. Astfel, o problemă foarte importantă în prezent este securitatea alimentării cu energie – civilizaţia de azi fiind foarte dependentă în mod special de petrol şi de cărbune.
Folosirea energiei regenerabile şi a măsurilor de eficienţă energetică reprezintă calea cea mai bună de a reduce deteriorarea planetei noastre. Acestea sunt foarte importante în viaţa de fiecare zi, dar şi în industrie şi afaceri. Eficienţa energetică în industrie, sau asigurarea întregului necesar de energie din surse regenerabile, nu duce doar la un mediu ambiant mai bun, ci şi la o creştere a profitabilităţii afacerii (prin reducerea costurilor cu energia şi prin eficientizarea proceselor industriale). Dar vom vorbi mai multe despre acestea mai târziu.

## *Surse de energie*

Natura ne furnizează numeroase surse de energie, incluzând radiaţia solară de la soare, apele curgătoare (hidro), valurile oceanelor şi mărilor, vântul sau mareele. Energia poate proveni şi de la combustibilii fosili (cărbunele, gazele naturale şi petrolul). Aceste surse de energie pot fi clasificate în surse regenerabile (neconvenţionale) şi surse convenţionale. Resursele regenerabile de energie se obţin în natură pe mai multe căi:

- forţele gravitaţionale ale lunii şi soarelui, care creează mareele;
- rotaţia pământului combinată cu energia solară, care generează curenţii oceanici şi vânturile;
- descompunerea mineralelor radioactive şi căldura interioară a pământului, care produc energia geotermală;
- producerea fotosintetică a materiei organice (biomasa);

- şi căldura directă de la soare (energia solară).

Aceste surse de energie se mai numesc şi regenerabile deoarece ele sunt fie continuu şi rapid regenerate, fie sunt inepuizabile. Sursele de energie neregenerabile (convenţionale) includ combustibilii fosili (gazul natural, cărbunele, petrolul şi turba) dar şi uraniul (energia nucleară). Combustibilii fosili sunt denşi în energie şi sunt larg răspândiţi. Sectorul industrial, cel al transporturilor şi cel rezidenţial din întreaga lume, se bazează în cea mai mare parte pe energia provenită din aceste surse neregenerabile de energie.

### *Consumul de energie*

Conform cu datele Agenţiei Internaţionale pentru Energie (IEA), consumul mondial de energie va continua să crească în medie cu 2% pe an. Această creştere anuală a consumului va conduce la o dublare a acestuia la fiecare 35 de ani.
Consumul de energie este corelat inexact cu performanţele economice, dar există o diferenţă foarte mare între consumul de energie din ţările cele mai dezvoltate şi cel din ţările slab dezvoltate. Ştiaţi că o persoană obişnuită din SUA consumă de 57 ori mai multă energie decât una din Bangladesh?
SUA consumă 25% din energia produsă pe glob (generând doar 22% din producţia mondială şi reprezentând doar 5% din populaţia globului).

**Notă:** Cea mai mare creştere a consumului de energie înregistrată în prezent este în China, care are o creştere anuală de 5,5% pentru ultimii 25 de ani. În schimb, în Europa, rata de creştere a fost în jur de 1%.

**Întrebare:** Ce reprezintă aceste figuri? Scrieţi câte un paragraf în corelaţie cu energia, pentru fiecare desen în parte.

**Puncte cheie:** Punctele cheie pentru această secţiune sunt:

- Energia este foarte importantă în vieţile noastre dar poate că acceptăm acest lucru fără a cerceta de unde provine şi ce alt impact mai are asupra noastră.
- Producerea şi consumul de energie produc mari stricăciuni asupra planetei, IAR noi trebuie să împiedicăm cât mai mult degradarea planetei.
- Energia provine din multe surse: cele mai vechi (petrol, cărbune, etc.) sunt pe terminate, iar sursele regenerabile reprezintă singura perspectivă viabilă de a asigura alimentarea cu energie pe viitor.

**Web linkuri**
Agenția Internațională pentru Energie (IEA): *http://www.iea.org*
Agenția Europeană de Mediu (EEA): *http://www.eea.europa.eu/themes/energy*

**Urmează:** În secțiunea următoare vom defini puterea, vom explica unitățile de măsură pentru energie şi putere, şi vom face câteva exerciții.

## *Energia şi Puterea*

**Obiective:** În această secţiune vom studia:

- Principalele unităţi de măsură pentru energie şi putere şi cum să le utilizaţi
- Cum poate fi energia convertită dintr-o formă în alta (în cadrul unui exerciţiu)

**Definiţie:** Puterea reprezintă viteza la care lucrul mecanic este efectuat, sau viteza la care energia este convertită dintr-o formă în alta, de ex. din energie chimică (cărbune) în energie electrică într-o centrală şi din energie electrică în energie mecanică într-un motor

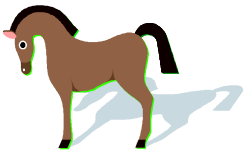
| *Unităţi de măsură pentru energie şi putere* | |
|---|---|
| **Joule (J)** – Unitate de măsură a energiei termice, mecanice şi electrice. Deoarece energia este abilitatea de a efectua lucru mecanic, un joule (J) reprezintă lucrul mecanic efectuat atunci când o forţă de 1 newton acţionează pe distanţa de 1 metru în direcţia forţei. Acesta este de asemenea egal cu lucrul mecanic efectuat când un curent de 1 amper trece printr-o rezistenţă de 1 ohm timp de o secundă. | **Watt (W)** – Unitate de măsură a puterii egală cu transferul unei energii de 1 joule într-o secundă.<br>**Multiplii unităţilor:** deoarece atât joule cât şi watt sunt unităţi de referinţă relativ mici, de obicei folosim multiplii acestora, 1000 jouli – însemnând 1kilo joule (kJ), milioane de jouli (MJ) sau miliarde de jouli (GJ). Similar se utilizează kilowaţi (kW), megawaţi (MW) şi gigawaţi (GW). |

## *Puterea umană*

Dar ce înseamnă waţi şi jouli în realitate? Câţi foloseşte propriul nostru corp? Şi este de ajuns pentru a trăi aşa cum trăim?

Un halterofil participant la olimpiadă poate furniza 1500 – 1800 W dar numai pentru mai puţin de un minut.

Un ciclist de top din Turul Franţei poate dezvolta 500 W timp de mai multe ore. O persoană ce stă jos va utiliza în jur de 100 W doar pentru elementele de bază ale metabolismului: respiraţie, gândire, etc.



"Calul putere" este o unitate de măsură mai veche care are mai multe definiţii, dar este tipic egal cu 745 W – astfel se considera (optimist) că un cal este capabil să furnizeze 745 W.

Dar, în realitate, puterea umană sau cea a cailor nu mai sunt suficiente pentru actualul nostru stil de viaţă. Acestea reprezintă cantităţi foarte mici în comparaţie cu ce avem nevoie pentru a produce electricitate, pentru ca fabricile noastre să poată funcţiona, pentru a acţiona mijloacele noastre de transport etc. De aceea avem atâta nevoie de petrol, cărbune, gaz natural, energie eoliană şi solară.



Intelligent Energy Europe

| ***Unităţi de măsură pentru energie şi putere*** | |
|---|---|
| **Kilowatt oră (kWh)** este unitatea de măsură a energiei sau a lucrului mecanic asociată de obicei cu energia electrică, dar folosită şi pentru a descrie alte forme de energie. Dacă sunt utilizaţi 1000 jouli pe secundă (adică 1000 W) timp de o oră, atunci se foloseşte 1 kilowatt oră de energie.<br>De exemplu, un bec incandescent de 100W funcţionează timp de 10 ore va consuma 1 kilowatt oră (100W x 10 ore = 1000 Wh = 1 kWh). Este egal şi cu 3,6 milioane de jouli. | **Tonă Petrol Echivalent Petrol (tpe)** – Aceasta este o unitate de măsură convenţională standardizată pentru energie şi este definită pe baza unei tone de petrol ce are o valoare calorifică netă de 41868 kJ, adică aproximativ 42 GJ. Această unitate este utilă la compararea diferiţilor combustibili atunci când sunt necesare cantităţi mari.<br>1 tpe = 11,630 MWh |

**Exerciţiu – Experiment:** În acest experiment veţi:

- Studia cum poate fi energia convertită dintr-o formă în alta (din electricitate în energie termică);
- Efectua un bilanţ energetic simplu;
- Şi aprecia cât de „mare” este cu adevărat un joule sau un watt.

Când încălzim apă într-un ibric electric, energia electrică este convertită în energie termică, crescând temperatura apei. Căldura specifică a unei substanţe reprezintă cantitatea de energie necesară pentru a modifica temperatura unui kilogram din acea substanţă cu un grad Celsius (sau dacă preferaţi Kelvin (K), deoarece diferenţa de temperatură este aceeaşi atât pe scara Celsius cât şi pe cea Kelvin). Aceasta are unitatea de măsură J/kg K. Căldura specifică a apei este de aproximativ 4180 J/kg K. Pentru a încălzi un kilogram de apă de la 20°C la 60°C este nevoie de 167.200 J, calculat astfel: 1 kg x 4180 J/kg K x (60-20) grade K. Aceasta înseamnă 167,2 kJ, deci puteţi observa că un joule nu este o cantitate mare energie!

Pentru acest experiment aveţi nevoie de:

Apă, un cântar, un ibric electric, un termometru, un wattmetru şi un cronometru.

Iată ce aveţi de făcut:

1. Puneţi o cantitate ştiută de apă în ibric (de ex. 500ml) şi măsuraţi temperatura apei.
2. Porniţi cronometrul atunci când porniţi ibricul şi măsuraţi puterea consumată de ibric în waţi.
3. Când ibricul se opreşte, opriţi şi cronometrul şi cu grijă (apa fiartă poate cauza arsuri!) măsuraţi temperatura apei.
4. Calculaţi energia utilizată cu ajutorul datelor citite la wattmetru şi timpul de încălzire.
5. Utilizând masa cunoscută a apei, diferenţa de temperatură măsurată şi căldura specifică a apei, calculaţi căldura (energia termică) „câştigată” de apă.

**Întrebare:** Se compensează energia electrică consumată cu energia termică câştigată de apă? (bilanţul energetic) Dacă nu, de ce nu?

**Notă:** Chiar dacă conversia energiei din ibric poate fi foarte eficientă, electricitatea utilizată e posibil să fi fost produsă într-o centrală electrică pe bază de combustibil fosil, cu o eficienţă mai mică de 50 % după cum vom vedea mai târziu!

**Întrebări:**

1. Dacă o persoană foarte muncitoare poate furniza în medie 200W, câţi jouli de



Intelligent Energy Europe

lucru mecanic poate produce un om într-un an de muncă obişnuit? Cum se va exprima această valoare în kWh?

2. Wattmetrul dvs. poate avea capabilitatea de a determina şi câţi kilowaţi oră de energie sunt consumaţi pentru o anumită activitate. Dacă este aşa, măsuraţi câtă energie este necesară pentru a spăla o cantitate de rufe sau de vase!
3. În industrie se utilizează de obicei sistemele pe aburi deoarece, pentru a evapora apa trebuie furnizată căldura latentă – care este eliberată atunci când aburul condensează. Căldura latentă este cantitatea de energie sub formă de căldură eliberată sau absorbită de o substanţă chimică în timpul schimbării stării (solidă, lichidă, sau gazoasă), sau în timpul unei tranziţii de fază. Care este căldura latentă a unui kg de apă (la presiune atmosferică) şi cum se raportează ea la căldura specifică necesară pentru a creşte temperatura apei lichide cu 80 de grade Celsius?

**Definiţie:** Căldura latentă este cantitatea de energie sub formă de căldură eliberată sau absorbită de o substanţă chimică în timpul schimbării stării (solidă, lichidă, sau gazoasă), sau în timpul unei tranziţii de fază.

**Puncte cheie:** Punctele cheie ale acestei secţiuni sunt următoarele:
Unităţile de măsură ale energiei şi puterii sunt joule şi respectiv watt, dar valorile lor sunt foarte mici, astfel încât se utilizează de regulă multiplii acestora.
Energia pe care o utilizăm zilnic depăşeşte cu mult propriile noastre posibilităţi.

**Linkuri Web:**
Agenţia Internaţională pentru Energie (IEA): *http://www.iea.org*
Agenţia Europeană de Mediu (EEA): *http://www.eea.europa.eu/themes/energy*

**Urmează:** Să învăţăm de unde vine energia în societatea de astăzi, cum este ea convertită şi distribuită, înainte de a studia unde este ea utilizată în industrie.

# Capitolul 2: Surse de energie

**Obiective:** În acest capitol vom studia:

- Principalele surse de energie, atât cele regenerabile cât şi cele convenţionale
- Cum creşte utilizarea energiei regenerabile

Energia primară este acea energie ce nu a suferit nici un proces de conversie sau transformare. Energia primară include energia neregenerabilă conţinută de combustibilii primari: cărbune, ţiţei, gaz natural, uraniu; şi energia regenerabilă: solară, eoliană, hidro, geotermală.
Când privim trendurile în alimentarea cu energie provenită din fiecare sursă, observăm că în ultimii 35 de ani a existat o creştere globală în alimentarea cu energie. Gazul natural şi energia nucleară au avut o pondere din ce în ce mai mare în producţia totală, cu o reducere proporţională în utilizarea petrolului şi a cărbunelui. Europa este încă foarte dependentă de combustibilii fosili. Între 1990 şi 2005, ponderea combustibililor fosili în consumul total de energie a scăzut decât foarte puţin de la 83 % la 79 % (vedeţi mai jos Figura 1). În primii 10 ani ai acestei perioade, gazul natural a devenit din ce în ce mai folosit pentru producerea de energie, în timp ce cărbunele se afla în scădere. Aceasta a dus la o reducere majoră a emisiilor. Începând cu 1999, utilizarea cărbunelui şi-a mai revenit, datorită posibilelor probleme în asigurarea securităţii alimentării cu gaz natural şi datorită creşterii preţului acestuia.

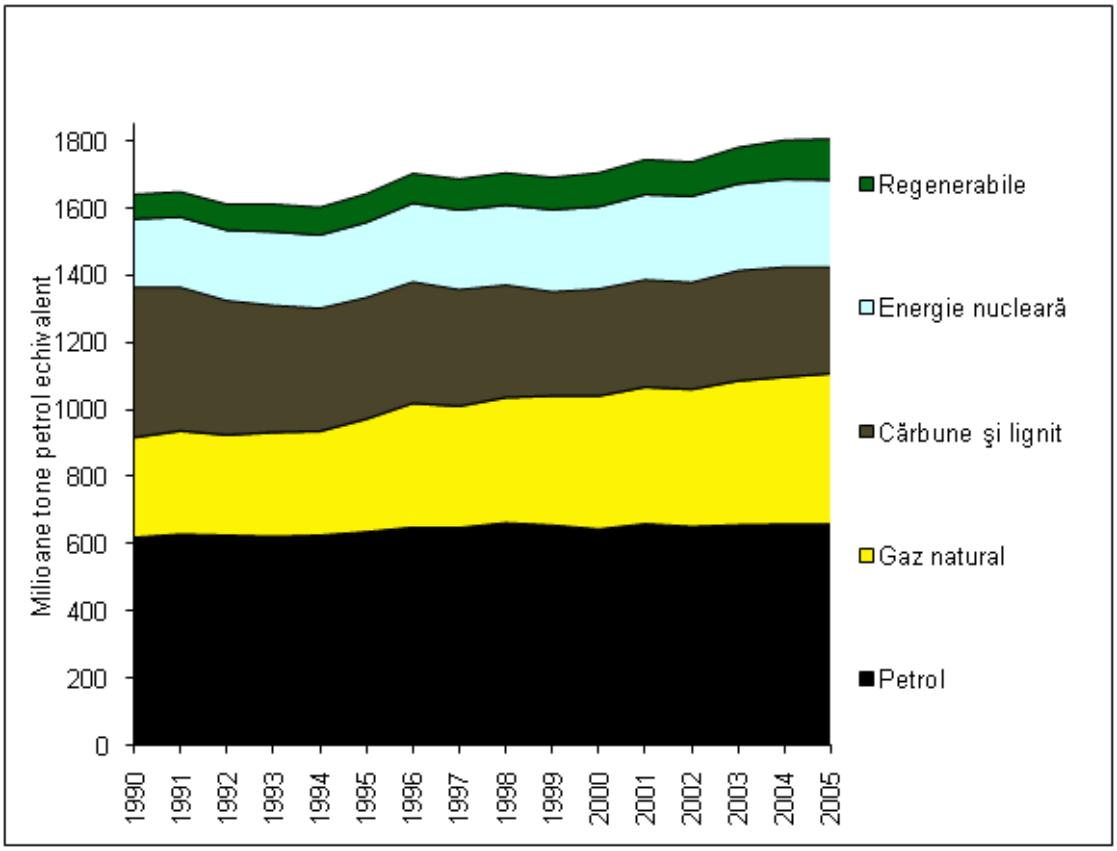



*Fig.1 Energia Primară Totală şi Consumul per Combustibil, EU-27; Sursa: EEA, Energy & the Environment, 2008*

În această perioadă, energia regenerabilă are cea mai mare rată de creştere anuală în consumul total de energie primară, cu o medie de 3.4 % între 1990 şi 2005. Biomasa şi deşeurile au fost sursele cu cele mai mari creşteri, după cum se poate vedea şi în Figura 2.

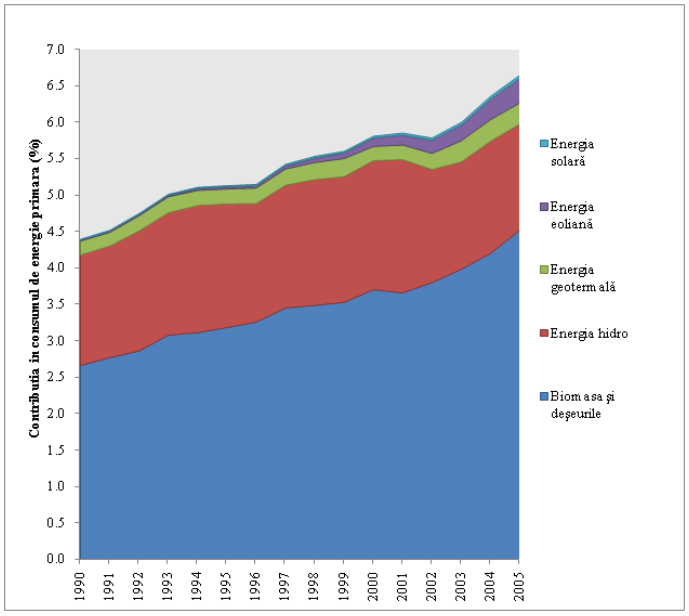



*Fig.2 Contribuția Surselor de Energie Regenerabilă la Consumul de Energie Primară în EU-27; Sursa: EEA, Energy & the Environment, 2008*

Fiecare stat consumă desigur o cantitate diferită de energie primară în funcție de populație, de intensitatea energetică a industriei, de climă, etc. Figura 3 ilustrează consumul de energie primară în țările partenere în acest proiect în anul 2006, exprimat în tone petrol echivalent (tpe).

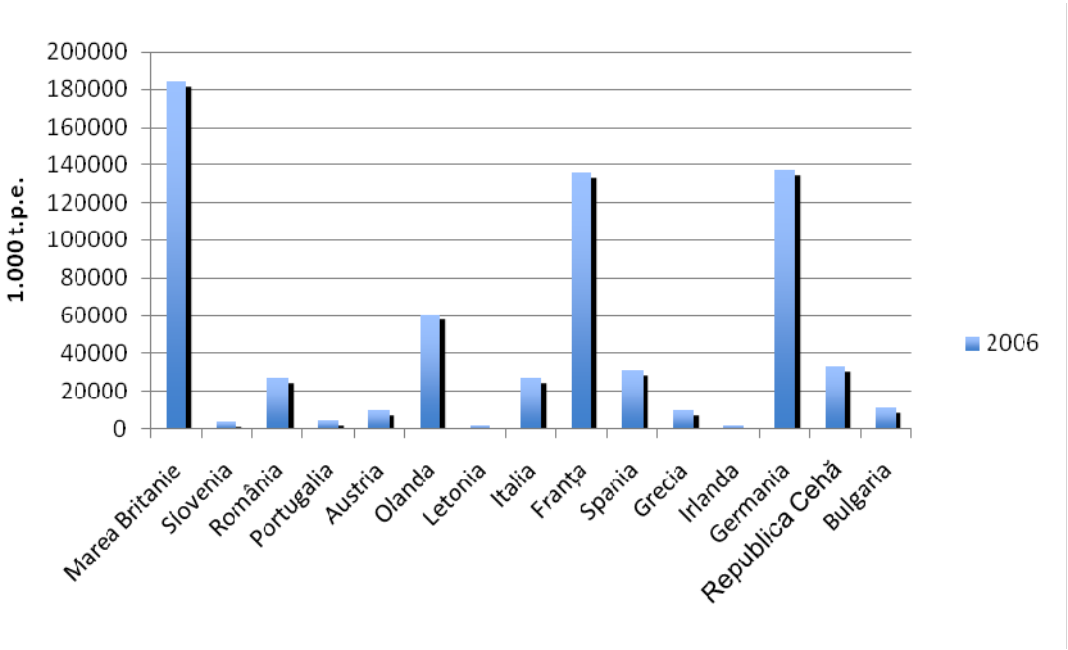



*Fig.3 Producția de Energie Primară în Țările Partenere în 2006, (în mii de tpe); Sursa: website Eurostat*

Se poate obține o perspectivă interesantă şi prin examinarea amestecului de energie din fiecare țară. În EU-27, pe baza datelor din 2005, 79% din energie provin din petrol, gaz natural şi cărbune în proporție de 36.7 %, 24.6 % şi respectiv 17.7 %, iar peste jumătate (54%) dintre acestea sunt importate. În figura următoare, consumul total de energie din fiecare țară este reprezentat ca 100%, iar acest 100% este apoi distribuit în procente pentru diferitele surse de energie.

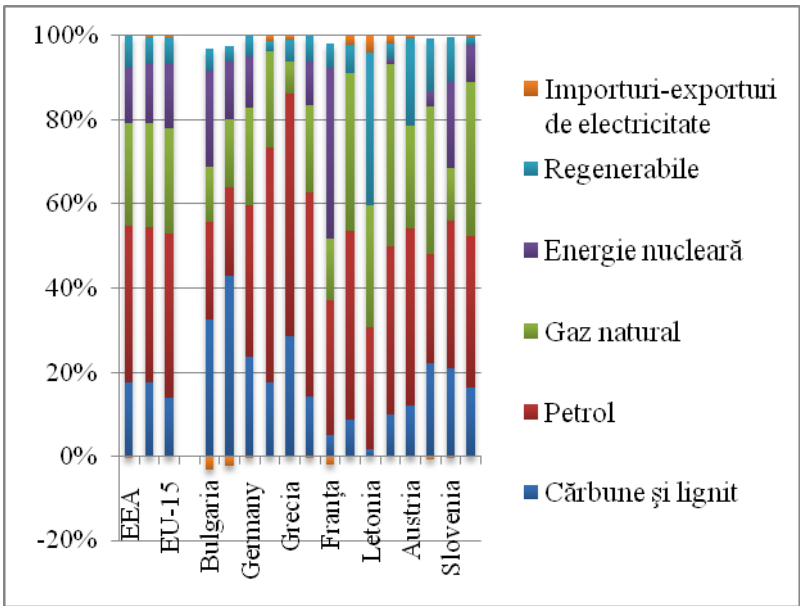



*Fig.4 Ponderea fiecărui combustibil în consumul total de energie primară în țările partenere în 2005; Sursa: EEA, Energy & the Environment, 2008*

Figura 5 de mai jos indică sursele pentru energia primară şi destinația finală a energiei în EU-27. Aproape un sfert din energia primară consumată este pierdută prin transformare şi distribuție. Sectorul energetic însuşi consumă încă 5% pentru propria sa operare. Din această figură se poate observa importanța relativă a fiecărei surse de energie cât şi sectoarele care consumă energie, industria fiind responsabilă pentru mai puțin de o cincime din necesarul de energie.

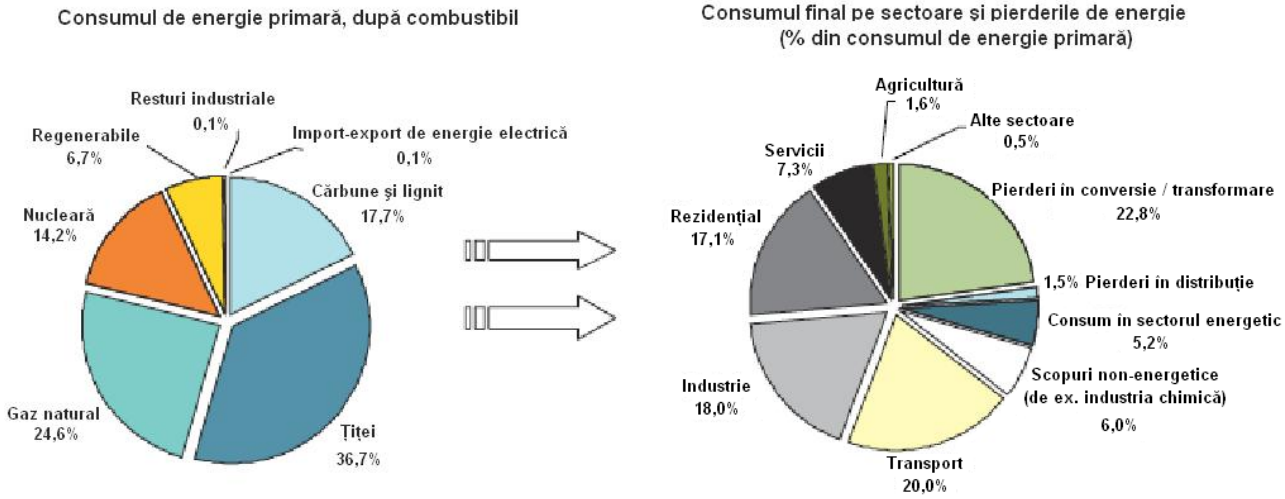



*Fig.5 Structura eficienței de transformare şi distribuție a energiei de la consumul de energie primară la consumul final al energiei, EU-27, 2005. Sursa: EEA & Eurostat*

Consumul final de energie în industria din EU-27 a scăzut cu aproape 11% între 1990 şi 2005. O mare parte din această scădere a avut loc în timpul recesiunii economice de la începutul anilor 1990 după cum se poate observa şi în Figura 6. Pe lângă creşterea eficienței, în UE a avut loc şi trecerea la o industrie mai puțin intensă din punct de vedere energetic cât şi la o economie bazată pe servicii. Deşi dacă am folosi produse ce sunt fabricate în afara Uniunii Europene am putea reduce consumul de energie în cadrul uniunii, tot trebuie să ne considerăm a fi utilizatorii indirecți ai acestei energii şi producători de gaze cu efect de seră şi de alți poluanți.

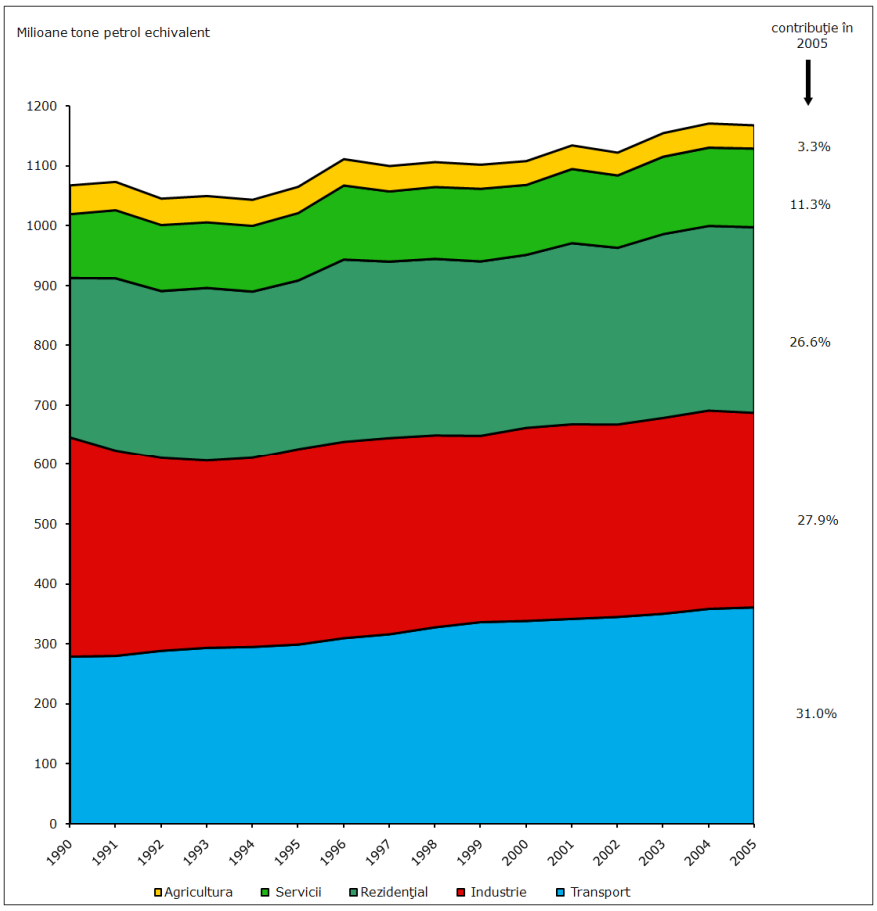



*Fig.6 Consumul final de energie, pe sectoare. Sursa: Eurostat, EEA*

## *Probleme cu sursele de energie neregenerabile (fosile şi nucleare)*

Producem dioxid de carbon atunci când ardem combustibili fosili, contribuind astfel la schimbările climatice. În plus, în funcţie de condiţiile de ardere, de echipamentul de purificare a gazelor reziduale şi mai ales de compoziţia combustibilului, putem emite fum şi gaze ce produc acidificarea atmosferei. Combustibilii fosili sunt o resursă limitată şi adesea sunt localizaţi departe de Europa.

| Problema | Soluţia |
|---|---|
| Resurse limitate | Nu există scăpare de la epuizarea resurselor de cărbune, petrol şi gaz natural. Putem explora fundul oceanelor, Arctica şi Antarctica pentru mai mulţi combustibili fosili, dar la costuri financiare şi ecologice foarte mari. |
| Securitatea alimentării | Pe lângă această limitare, noi ne bazăm pe navigaţie şi pe conducte în transportul combustibililor fosili din întreaga lume. Incidentele şi interesele politice pot duce la pierderea accesului la aceste resurse. |
| Emiterea gazelor cu efect de seră | Există planuri de dezvoltare a unor tehnologii pentru capturarea şi stocarea dioxidului de carbon emis, dar există multe incertitudini în ceea ce priveşte fezabilitatea tehnică, costurile şi riscurile stocării. |
| Emisii poluante | Echipamentele scumpe de purificare a gazelor, pregătirea combustibilului şi controlul sofisticat al arderii, au avut succes în reducerea poluării în Europa – dar cu un anumit preţ. |

Toate aceste soluţii au propriile lor probleme, încât scopurile majore pentru viitor rămân creşterea eficienţei şi utilizarea intensă a energiei din surse regenerabile.

***Vârful Petrolului:*** Consensul actual între cele 18 estimări recunoscute ale profilului de alimentare este că vârful extracţiei de petrol va fi în anul 2020 la o rată 93-mbd (milioane de barili pe zi). Consumul actual de petrol este de 0.18 ZJ pe an (adică 31.1 miliarde de barili) sau 85-mbd [Obs.: ZJ = zetajoule = $20^{21}$ jouli]. Totuşi există multe voci care susţin că deja am atins „vârful petrolului", deoarece nivelul noilor descoperiri nu este suficient pentru a satisface cererea noastră din ce în ce mai mare. (sursa: www.peakoil.com)

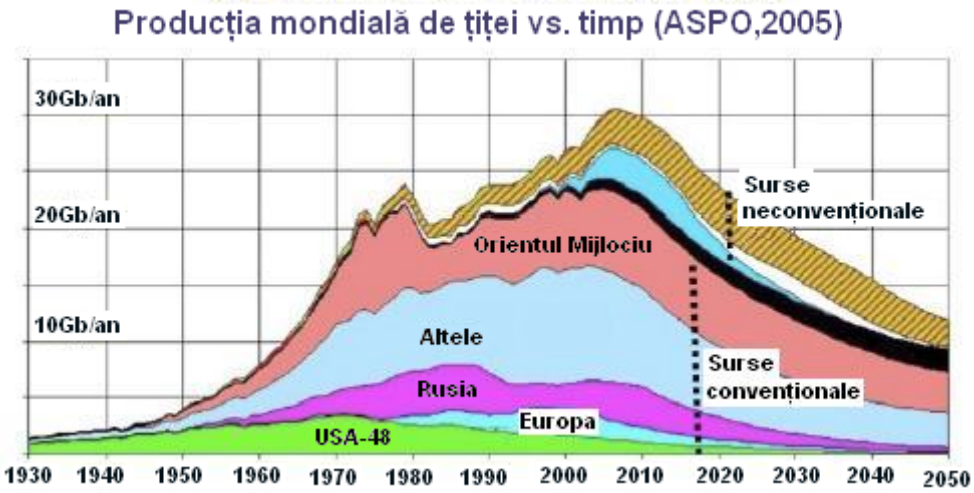



*Fig. 7 Producţia mondială vs. timp (sursa: ASPO, 2005)*

Vârful petrolului este punctul median al producţiei globale de hidrocarburi.
În 1956 M. King Hubbert, un geolog al companiei Shell Oil, a previzionat că vârful producţiei de petrol în SUA se va produce la sfârşitul anilor '60. Deşi a fost luat în derâdere de cei mai mulţi acesta a avut dreptate. El a fost primul care a susţinut că descoperirea zăcămintelor de ţiţei şi astfel şi producţia de petrol vor urma o curbă de tip clopot. După succesul acestuia în a previziona vârful SUA, această analiză a devenit cunoscută ca Vârful lui Hubbert (sursa: www.peakoil.com).

***Energia regenerabilă***

Conform IEA – Agenţia Internaţională pentru Energie (2007), energia regenerabilă reprezenta 13,1% din totalul energiei primare produse la nivel mondial în 2004, principalele surse fiind biomasa (79,4%) şi apele curgătoare (16,7%). Sursele "noi" de energie regenerabilă – solară, eoliană şi a valurilor – reprezentau mai puţin de 0,1% din acest total. În Scenariul său de Strategii Alternative (strategii centrate pe securitatea energetică, eficienţa energetică şi pe protecţia mediului, puse în discuţie dar care nu au fost încă adoptate, ce ar putea înfrâna creşterea necesarului de energie), IEA a previzionat în 2007 că în anul 2030 energia regenerabilă va rămâne la 14% din consumul total, dar ponderea sa în producerea de electricitate va creşte de la 18% la 25% (sursa: *http://www.iea.org/weo/2007.asp*).
În Europa, energia regenerabilă are rata de creştere anuală cea mai mare în consumul total de energie primară, cu medie de 3.4 % între 1990 şi 2005 deşi utilizarea actuală prezintă o variaţie mare între ţări, după cum se poate vedea şi în Figura 8:

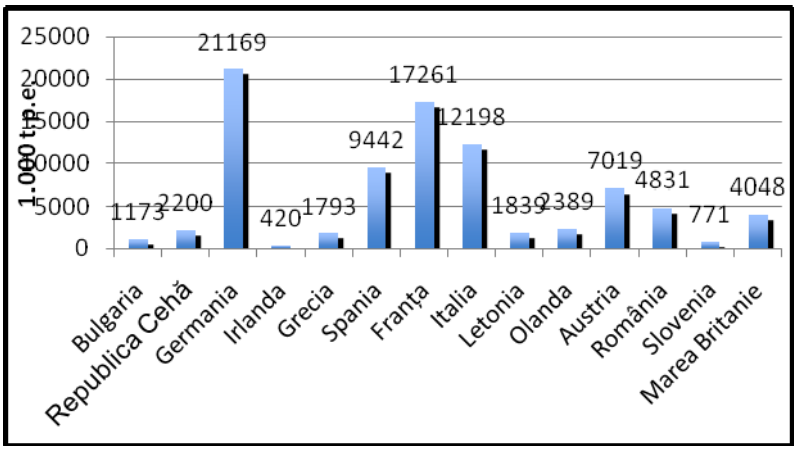



*Fig. 8 Producția de energie regenerabilă în 2006 (biomasă, geotermală, hidro, vânt şi solară în 1,000 tpe – tone petrol echivalent). Sursa: website Eurostat*

## *Utilizarea energiei regenerabile în industrie*

*Energia hidro (a apelor curgătoare)*

Morile de apă au reprezentat primele exemple de utilizare a energiei regenerabile, acestea capturând energia apelor curgătoare pentru a acționa instalația. Mai târziu, s-a trecut la producerea de energie electrică. O centrală hidroelectrică cu stocare prin pompare este un consumator net de energie dar este o tehnologie pentru stocarea energiei electrice generate în surplus în anumite momente. Apa este pompată într-un rezervor superior în timpul nopții atunci când cererea şi prețul energiei electrice sunt scăzute. În timpul orelor de vârf de cerere, când prețul electricității este mare, apa stocată este eliberată pentru a produce energie electrică. Deoarece multe dintre sursele de energie regenerabilă sunt variabile, aceasta este o tehnologie utilă pentru a stoca cantități mari de energie.

*Energia eoliană*

Din nou, morile de vânt erau folosite în general pentru a acționa o instalație, dar acum este mai comun să vezi „ferme" de turbine eoliene care produc energie electrică. Grupurile marine de turbine prezintă un interes din în ce mai mare datorită faptului că acestea reduc „ocuparea terenului" şi datorită consistenței sporite a vânturilor. Ocazional anumite unități industriale pot instala şi utiliza câteva turbine eoliene dacă au un teren propice la dispoziție.

*Energia solară*

Aplicațiile relativ mici ale celulelor fotovoltaice (PV) au devenit ceva obişnuit, mai ales pentru echipamentele izolate, iar colectoarele termosolare sunt utilizate pentru a produce mici părți din cererea de căldură. Aplicațiile mari sunt destul de rare, acestea incluzând rețele de oglinzi parabolice pentru a concentra lumina solară asupra unei conducte cu fluid de transfer termic, cum ar fi uleiurile, care este apoi utilizat pentru a fierbe apa, care porneşte la rândul său un generator de energie electrică.

*Energia marină: valurile şi mareele*

Cu excepția explorărilor marine şi a luminilor de navigație, aceste aplicații sunt limitate la companiile producătoare de energie electrică şi la cele care dezvoltă această tehnologie. Barajele de recuperarea a energiei mareelor, cum ar fi Rance în Franța, captează energia fluxului şi refluxului din golfurile de coastă. Creşterea şi scăderea nivelului de apă dintre maree furnizează

energie potențială ce poate fi capturată. Curenții marini, care mişcă vaste cantități de apă, pot fi utilizați pentru a acționa turbine subacvatice ce capturează energia cinetică a acestora (de ex. în laguna Strangford din Irlanda de Nord). Mişcarea indusă de vânt a valurilor poate fi şi ea convertită în energie mecanică, şi apoi în energie electrică pentru a fi transmisă către utilizatorii finali. În acest moment se desfăşoară o activitate intensă de cercetare în acest domeniu.

*Energia geotermală*

Energia geotermală este adesea asociată cu izvoarele fierbinți, gheizerele şi cu activitatea vulcanică, de exemplu în Islanda sau Noua Zeelandă. În 1904 a fost construită prima centrală geotermală cu abur uscat în Larderello, Toscana, Italia. Azi, centrala Larderello furnizează energie electrică pentru aproape un milion de gospodării. Pompele de căldură geotermale sunt sisteme ce utilizează utilaje acționate electric pentru a extrage căldură din cei câțiva metri de sol de la suprafața Pământului. Funcționând la fel ca un frigider, acestea utilizează masa termică foarte mare a Pământului pentru a furniza agentului de lucru căldura primară, a cărei temperatură este apoi crescută de circuitul pompei de căldură la un nivel la care poate fi utilizat pentru încălzire. Utilizarea acestora este în special limitată la aplicațiile casnice.

*Biomasa*

Plantele pot fi crescute special pentru a fi utilizate ca sursă de energie, fie prin combustie pentru a produce energie termică, fie printr-un proces de transformare în combustibili gazoşi sau lichizi, fie pentru a genera energie electrică. Biomasa este considerată a sursă de energie "neutră din punctul de vedere al carbonului", deoarece carbonul emis în timpul combustiei a fost anterior absorbit prin fotosinteză în timpul creşterii plantelor. Dacă culturile sunt plantate din nou există posibilitatea de a forma un circuit închis, deşi ar trebui să se ia în considerare şi emisiile de metan asociate procesului de descompunere a plantelor. Plantarea de copaci dedicată utilizării acestora ca sursă de combustie a fost utilizată frecvent de-a lungul secolelor, iar utilizarea lor modernă nu este decât o extensie a acestei tradiții. Avantajul biomasei asupra celorlalte surse de energie regenerabilă este faptul că poate fi uşor stocată, dar au existat şi critici vehemente deoarece creşterea plantelor pentru combustibili deturnează pământ de la culturile agricole, ducând la deficit de alimente şi la creşterea prețurilor.

*Energie din deşeuri*

Deşeurile pot fi utilizate în producerea de energie termică sau electrică. Resturile biodegradabile din gropile de gunoi vor produce în mod natural anumite gaze care pot fi folosite la combustie, de obicei pentru a genera energie electrică, deşi se produce şi căldură care este de obicei pierdută. Apele reziduale, noroiul canalizărilor, bălegarul zootehnic şi resturile biodegradabile de la fabricile de bere, abatoare şi din alte industrii agroalimentare, pot fi descompuse biologic („fermentate anaerob") pentru a produce un combustibil bogat în metan. Resturile combustibile municipale, comerciale şi industriale, cum ar fi ambalajele, pot fi arse într-un crematoriu sau într-un cuptor de ciment, pentru a produce căldură sau energie electrică. Multe alte industrii în afara celor agro-alimentare, cum ar fi cele de producere a hârtiei sau a mobilei, produc cantități importante de materiale biodegradabile sau de combustie, care pot fi de asemenea utilizate pentru producerea de energie. Totuşi, în toate aceste cazuri, trebuie analizat dacă aceste resturi nu ar trebui reduse atunci când conduc la scăderea eficienței proceselor din care provin. În plus, chiar dacă aceste materiale sunt considerate a fi surse de energie regenerabilă, dacă acestea nu sunt replantate, ele pot fi privite ca emisii de carbon. Materialele ce pot fi reciclate ar trebui să fie separate de resturi înainte ca acestea să fie arse, şi ar trebui să ne asigurăm că nu va apărea poluare datorită emisiilor de gaze sau reziduurilor lichide.

**Întrebări:**
Care sunt cele mai utilizate surse de energie în țara voastră? Determinați ponderea surselor regenerabile şi a celor convenționale în producția totală. Apoi determinați ponderea diferitelor surse de energie şi a diferiților combustibili fosili. Comparați situația din țara voastră cu situația din celelalte state Europene.
Calculați şi comparați care este situația pe cap de locuitor în țările UE (activitate de grup: fiecare grup de elevi va studia situația dintr-o anumită țară).

**Puncte cheie:** Punctele cheie ale acestei secțiuni:
UE este încă foarte dependentă de combustibilii fosili (cu implicații în creşterea emisiilor de gaze cu efect de seră), şi o mare parte a acestora este importată (lucru ce poate ridica probleme în securizarea alimentării cu energie).
Există un potențial şi un interes considerabil pentru energia regenerabilă, dar rămâne ca acestea să fie puse şi în practică.

**Linkuri Web**
Portalul Informațiilor despre Mediu: *http://earthtrends.wri.org/searchable_db/index.php?action=select_variable&theme=6*
Agenția Europeană de Mediu (EEA): *http://themes.eea.europa.eu/indicators/*
Eurostat, Pagina principală pentru Mediu şi Energie: *http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/indicators/theme6*

**Urmează:** În Capitolul 3 vom studia cum poate fi convertită această energie primară în purtători de energie cum ar fi electricitatea, sau în alți combustibili mai convenabili cum ar fi diesel sau bioetanol.

## 3.1 Transformarea energiei (Purtători de energie)

**Obiective:** În această parte vom studia:

- Cum este transformată energia primară în forme mai utile de energie: combustibili lichizi şi energie electrică
- Care este ponderea consumului industrial de energie în cadrul consumului total de energie
- Care sunt principalii purtători şi utilizatori de energie în industrie

### *Tipurile de energie şi purtătorii de energie*

Diagrama din Fig.1, ilustrează următoarele concepte: energie primară, transformare / conversie, energie secundară şi utilizarea finală.

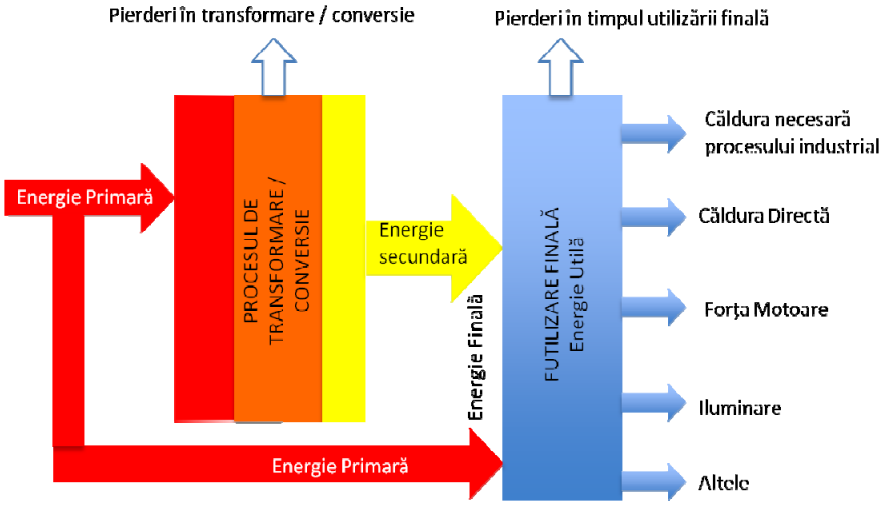



*Fig.1 Diagramă ce ilustrează transformarea / conversia energiei primare (cum ar fi cărbunele sau vântul) în energie secundară (cum ar fi energia electrică) şi utilizarea finală la încălzire, iluminat, motoare etc.*
*Sursa: EU BREF on energy efficiency*

Transmiterea energiei primare în starea sa naturală poate fi dificilă. Energia primară este de regulă transformată, prin intermediul proceselor de conversie a energiei, în purtători de energie mai convenabili: energia secundară. Energia electrică este cel mai utilizat purtător de energie, fiind produsă într-o centrală electrică, din cărbune, petrol, gaz natural, vânt, hidro etc. Avantajele utilizării energiei electrice ca purtător de energie a dus la dezvoltarea unei „rețele" extinse pentru distribuția acesteia de la stațiile de generare centralizate. Utilizarea energiei regenerabile a promovat o generare a energiei mult mai distribuită sau dispersă, încât transformarea energiei primare în energie secundară ce poate fi relativ uşor distribuită necesită sisteme de distribuție mai sofisticate.

Energia electrică poate fi uşor transportată, dar stocarea acesteia nu este aşa de convenabilă. Spre deosebire de aceasta, combustibilii lichizi sunt uşor de stocat şi transportat. Țițeiul poate fi rafinat în gama de combustibili familiari nouă: benzină, diesel, etc. Aceştia pot fi transformați în energie termică pentru termoficare, sau pot fi transformați mai departe în energie mecanică în domeniul transportului. Totuşi, trebuie să avem în vedere că atât rafinarea cât şi transportul sunt la rândul lor consumatoare de energie.

Cum vom vedea mai târziu, o unitate industrială poate transforma energia electrică sau combustibilii într-un alt tip de purtător de energie cum ar fi aerul comprimat sau aburul.

Utilizatorii finali ai energiei pot utiliza energie primară sau secundară pentru a furniza căldura necesară procesului industrial, mişcare sau iluminat, etc.

### *Producerea de combustibili*

Principalii combustibili lichizi sunt produsul distilării fracționate a țițeiului (un amestec de hidrocarburi şi derivate ale acestora, de la metan până la bitum). De regulă combustibilii lichizi medii şi uşori (kerosen şi diesel) sunt utilizați în industrie la încălzire şi la producerea aburilor. Benzina şi dieselul sunt combustibilii cei mai utilizați pentru transportul rutier şi feroviar. Gazul Petrolier Lichefiat (GPL) este gaz, lichefiat sub presiune, pentru stocare şi transport, utilizat ca sursă de căldură sau în transport.
„Biocombustibilii" lichizi pot fi produşi din surse biologice. Materia biologică, fie crescută special fie ca resturi ale altor procese, poate fi convertită biochimic în combustibili cum ar fi metanolul, etanolul, esteri metilici („biodiesel") sau eteri metilici. S-a încercat obținerea acestor combustibili („agrocombustibili") din culturi „energetice", dar acum există multe discuții („alimente sau combustibil") despre oportunitatea acestora – vedeți acest subiect mai detaliat în manualul de eficiență energetică în transport.

### *Producerea de energie electrică*

Energia electrică poate fi produsă din surse regenerabile: vânt, hidro (ape curgătoare), radiație solară, biomasă şi energie geotermală, DAR majoritatea este produsă prin arderea combustibililor fosili sau prin intermediul reacțiilor nucleare, după cum se poate observa in Figura 2 ce prezintă producția de electricitate în UE-27. În UE, ponderea utilizării gazelor a crescut datorită proprietății acestora de a arde curat, dar nesiguranța legată de securitatea în alimentare şi creşterea prețurilor sunt în continuare o problemă.

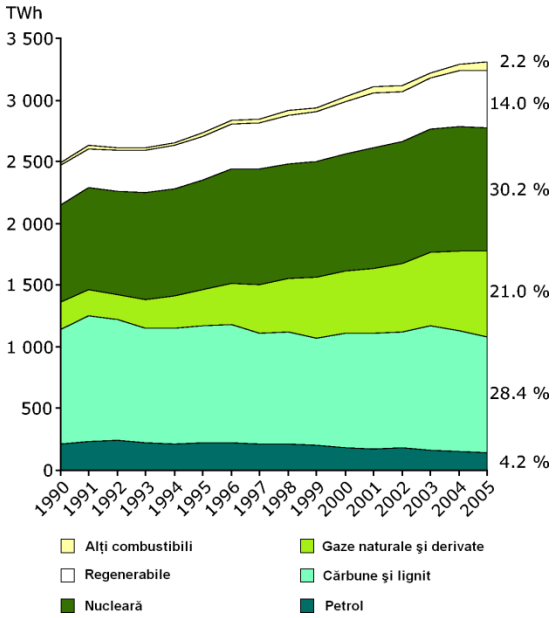



*Fig.2 Producția de electricitate după Combustibil, UE 27. Sursa: website EEA*

Contribuția energiei regenerabile la producerea de energie electrică în fiecare țară este ilustrată în Figura 3 de mai jos, arătând faptul că multe țări mai au loc de îmbunătățiri!

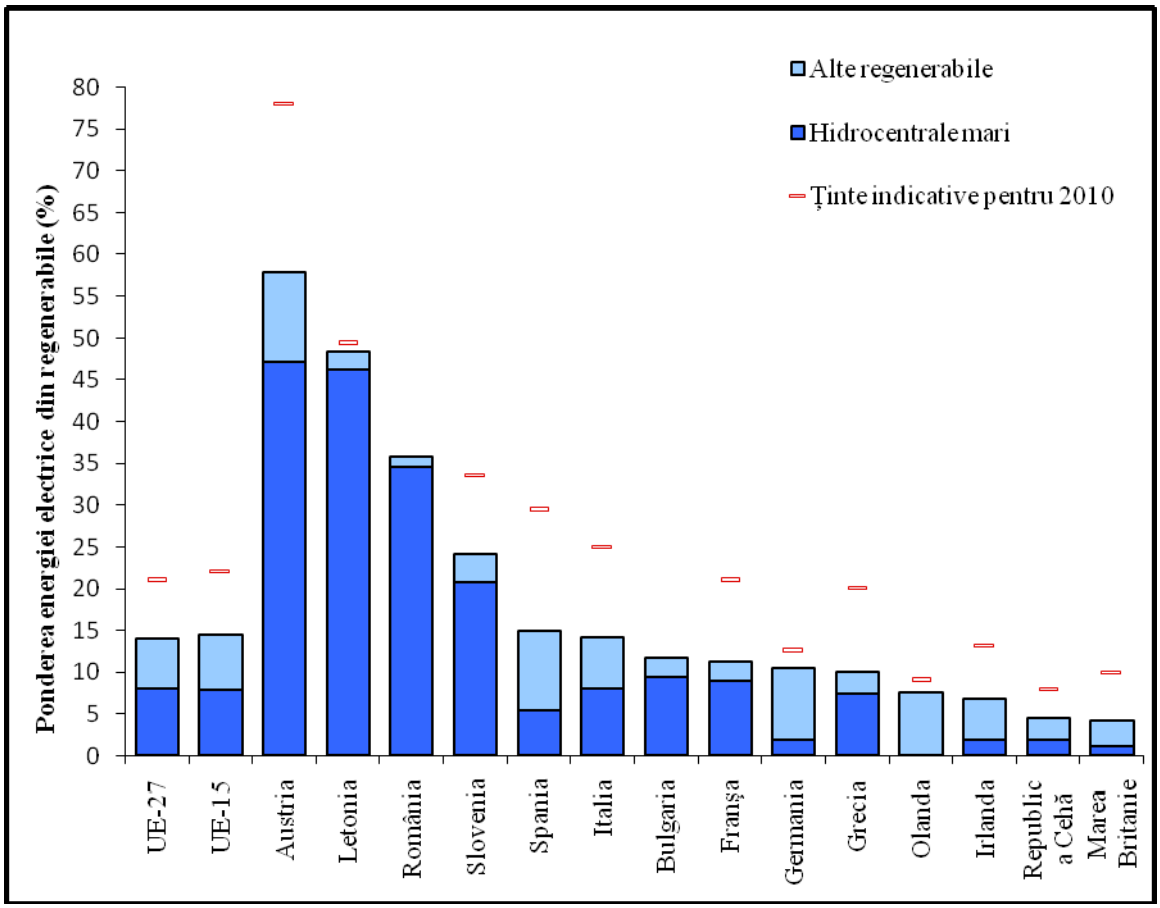



*Fig.3 Ponderea energiei electrice din regenerabile în consumul brut de electricitate (%) 1990-2005 şi ţintele indicative pentru 2010 în statele Partenere şi în UE; Sursa: EEA, Energy & the Environment, 2008*

Majoritatea unităţilor de producere a energiei electrice sunt proiectate pentru a produce doar energie electrică. De regulă combustibilii fosili sunt arşi pentru a produce energie termică. Energia nucleară este bazată pe o tehnologie nucleară proiectată pentru a extrage energia utilă în căldură, din nucleul atomilor, prin intermediul unor reacţii controlate de fisiune nucleară. La rândul ei această energie termică transformă apa lichidă în aburi sub presiune care acţionează o turbină, producând energie mecanică (rotaţională). Această rotaţie conduce la mişcarea relativă dintre un câmp magnetic şi un conductor, şi astfel este produsă energie electrică. După acţionarea turbinei, aburul aflat acum la o presiune mai mică este condensat prin utilizarea unui echipament de răcire extern, înainte de a fi reutilizat în procesul de producere a aburilor.
Un aspect critic al acestui proces este că eficienţa totală poate fi joasă: 40% - 50%. Căldura este pierdută prin gazele emise în atmosferă în urma combustiei, prin pierderile de căldură ale clădirilor şi ale echipamentelor, dar mai ales prin căldura care este transferată către sistemul de răcire în timpul condensării aburilor. Această răcire este esenţială, iar pe timpul verii, în Europa, anumite centrale nucleare au trebuit să reducă producţia din cauza limitelor de răcire. Încă 5% - 10% din energie este pierdută în transmiterea energiei electrice de-a lungul reţelei de distribuţie.

### *Centrale Electrice Ciclu Combinat*

O centrală electrică ciclu combinat este o centrală electrică cu combustibil gazos care este întâi ars pentru a acţiona o turbină cu gaze, după care gazele reziduale sunt utilizate în producerea de aburi. Deşi sunt mai eficiente, utilizarea acestora este destul de limitată la centralele electrice mai noi cu acces la aprovizionarea cu gaze, chiar dacă şi alţi combustibili fosili, cum ar fi cărbunele, pot fi gazificate şi utilizate de această tehnologie. Bilanţul termic total este ilustrat în figura următoare:

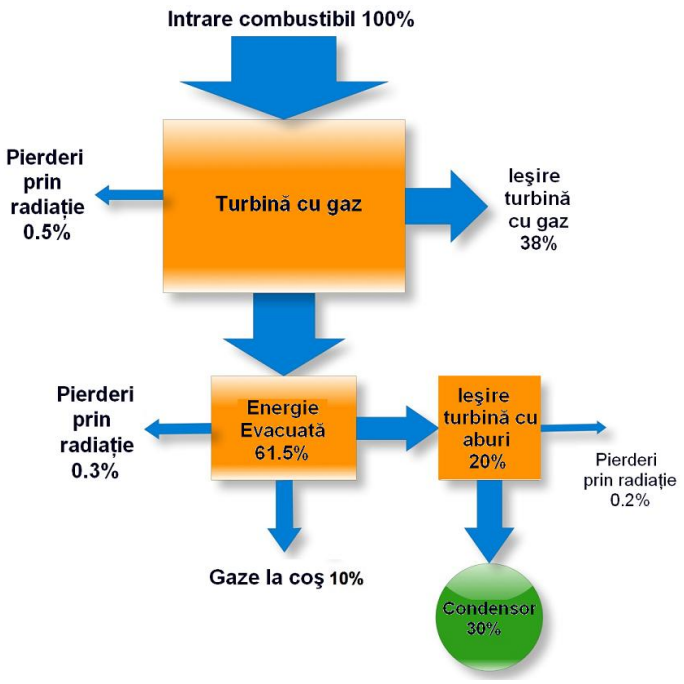



*Fig.4 Distribuția energiei într-o Centrală Electrică Ciclu Combinat (Sursa: Progress in Energy and Combustion Science 33 (2007) 107–134)*

## *Centrale Termoelectrice (Cogenerare)*

Centralele termoelectrice (CHP – combined heat and power plant) sunt centrale proiectare pentru a genera atât energie termică cât şi electricitate – printr-un proces de „cogenerare". Centralele termoelectrice pot fi folosite pentru a genera energie doar pentru uz intern, sau pot vinde atât agentul de termic către unități industriale învecinate sau către utilizatorii casnici prin intermediul unui sistem de termoficare districtual cât şi energia electrică către rețeaua de distribuție. După cum se poate vedea în Figura 4, prin utilizarea CHP se obține un randament de 75%, mult mai bun decât eficiența mai mică de 50% a centralelor ce produc doar electricitate. Dar Figura 5 ne arată că utilizarea acestor sisteme de cogenerare este relativ limitată în multe părți din Europa.

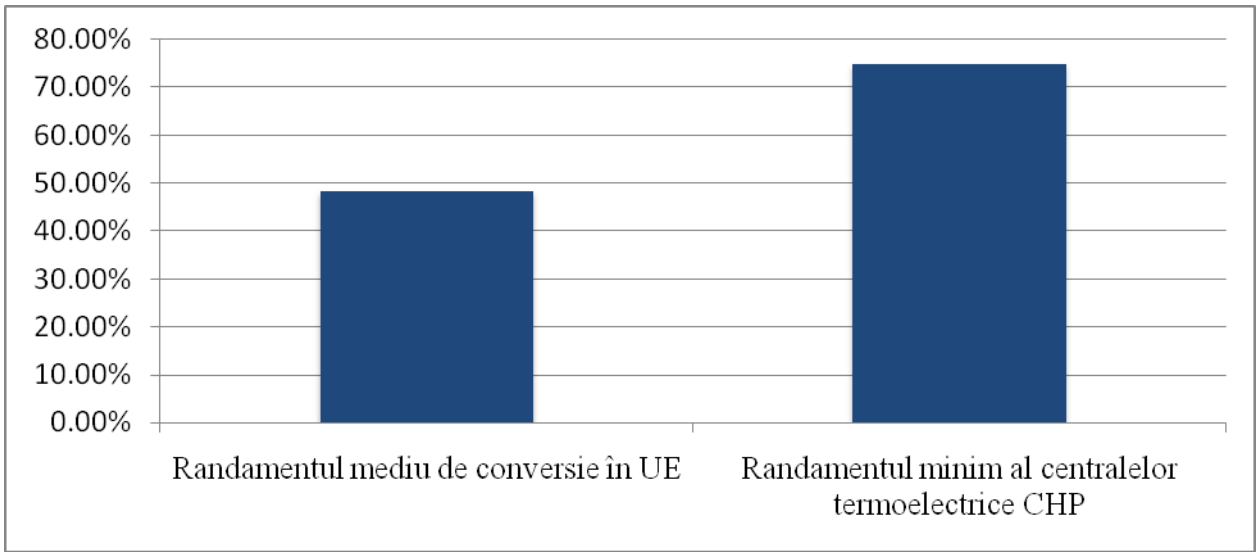



*Fig.5 Randamentul de conversie a energiei. Sursa: website EEA*

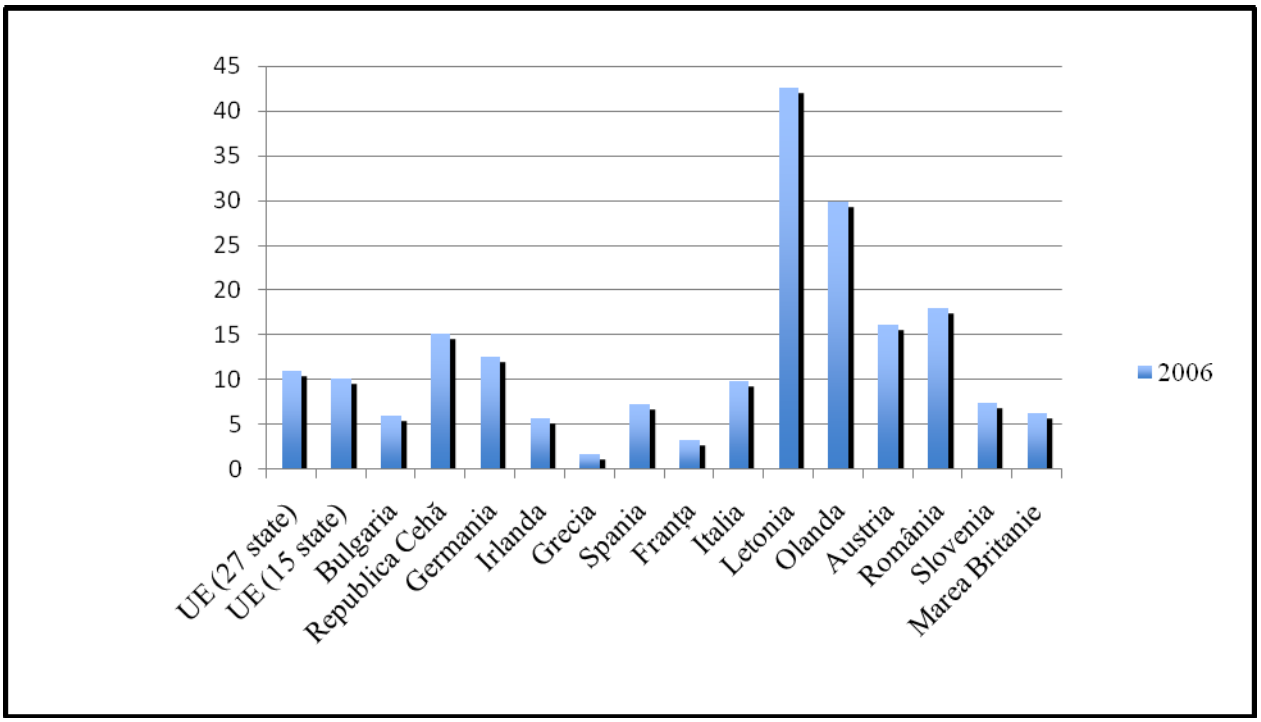



*Fig.6 Procentul energiei produse de centrale termoelectrice (CHP) în producția totală de energie electrică în 2006. Sursa: website Eurostat*

**Întrebări:**
Care sunt modurile cele mai obişnuite de producere a energiei electrice în țara dvs.?
Câtă energie electrică (în GWh cât şi ca procent din total) este generată din surse regenerabile în țara dvs.?
Cum este aceasta în comparație cu alte țări Europene?

## *Bilanțuri Energetice Naționale şi Intensitatea Energetică*

Bilanțuri Energetice

**Studiu de caz:** Un bilanț energetic național
Studiați diagrama din Figura 7 care ilustrează fluxul energetic din Irlanda. Acest tip de diagramă se numeşte diagramă Sankey. Lățimea săgeților din această diagramă este proporțională cu mărimea fluxului de energie. Energia primară furnizată trebuie să fie egală cu energia consumată. Se pot observa imediat următoarele:
Irlanda este foarte dependentă de combustibilii fosili, fără energie nucleară şi cu o cantitate relativ mică de energie provenită din surse regenerabile. Majoritatea energiei este consumată de sectorul transporturilor, iar prin comparație cererea de energie pentru sectorul industrial este relativ mică.

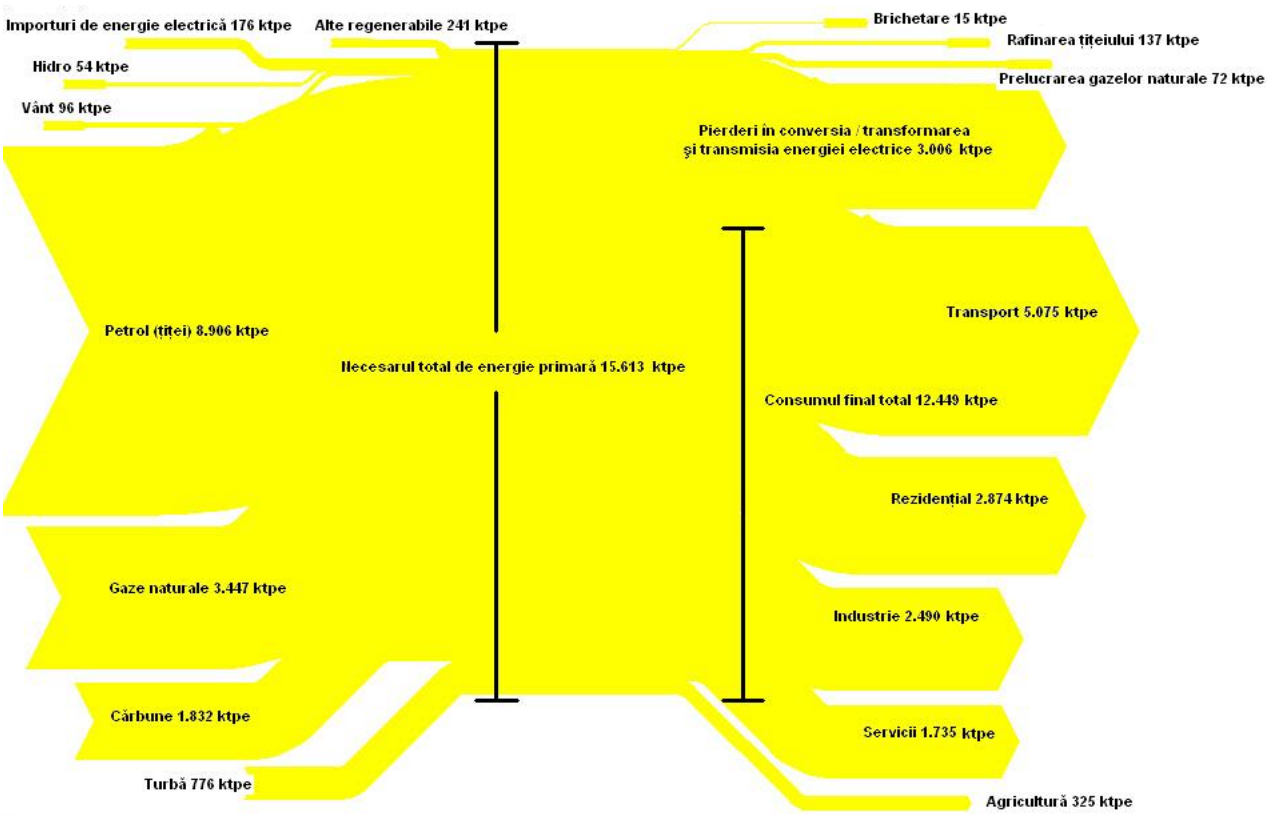



*Fig.7 Fluxul energetic în Irlanda în 2005. Sursa: Energy efficiency in Ireland, Sustainable Energy Ireland, 2007*

**Întrebări:**

1. Obţineţi date similare pentru ţara dvs. şi elaboraţi diagrama Sankey corespunzătoare pentru aceasta.
2. Ce procent din necesarul total de energie este produs din surse convenţionale (neregenerabile)?
3. Ce procent din energia primară este pierdut prin conversie / transformare?
4. Ce procent din consumul de energie este utilizat în industrie în ţara dvs.?
5. Calculaţi energia consumată per cap de locuitor (intensitatea energetică) în ţara dvs.
6. Ştiind distribuţia combustibililor în producerea de energie, care este intensitatea de carbon (cantitatea de carbon utilizată pe cap de locuitor)? Veţi avea nevoie şi de informaţiile legate de cantitatea de carbon asociată cu petrolul, gazele naturale şi cărbunele.
7. Cum se compară acestea cu media UE? Indiciu: Găsiţi această medie pe website-ul Eurostat.

*Intensitatea energetică – Ce ne spun cifrele?*

Intensitatea energetică reprezintă o măsură a consumului total de energie în corelare cu activităţile economice. Consumul total de energie în UE-27 a crescut cu o rată anuală de doar 0.8 % în perioada de la 1990 la 2005, în timp ce Produsul Intern Brut (PIB – un indicator economic) la preţuri constante a crescut cu o rată medie anuală de 2.1 % în timpul aceleiaşi perioade. Astfel, intensitatea energetică totală în UE-27 a scăzut cu o rată medie anuală de -1.3 %. Acest rezultat aparent pozitiv este ilustrat şi în Figura 8:

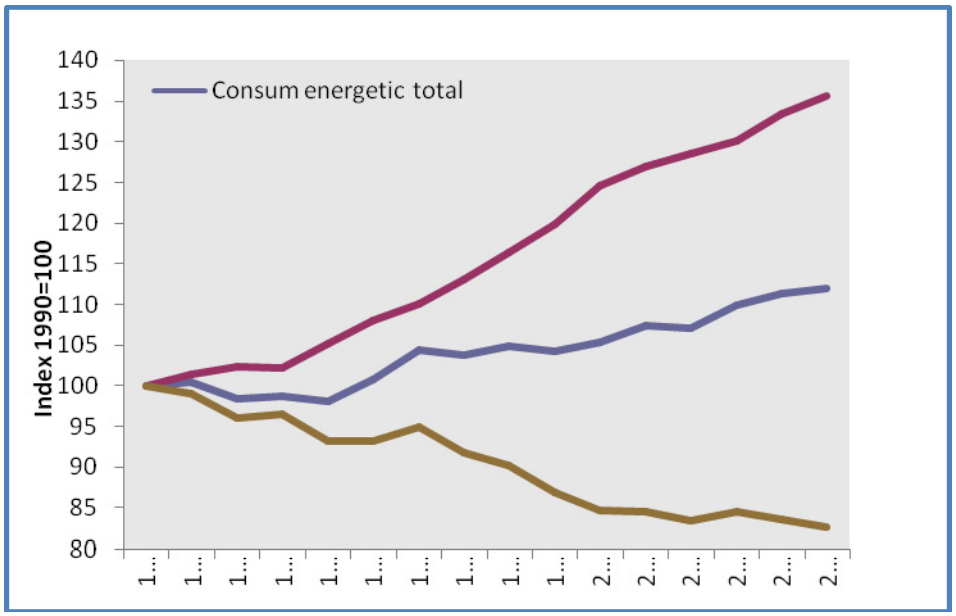



*Fig.8 Intensitatea energetică totală în UE-27 între 1990 şi 2005, unde 1990=100. Sursa: European Environment Agency şi Eurostat*

Totuşi, trebuie să conştientizăm că această creştere de 0.8% pe an a consumului de energie înseamnă însumat o creştere de 12% în cererea de energie. În termeni economici, putem fi mult mai eficienţi prin faptul că putem obţine un produs economic cu mai puţină energie, dar presiunea asupra mediului a continuat să crească. Pentru a vizualiza mai bine impactul, trebuie să analizăm distribuţia după tipul de combustibil a energiei utilizate şi cum variază aceasta de la o ţară la alta, şi în particular aportul surselor neregenerabile. Astfel ajunge la mărimea numită „intensitate de carbon" sau "urma de carbon" care reflectă cantitatea de carbon emisă pe cap de locuitor în fiecare ţară. Oricum trebuie să fim mereu atenţi atunci când utilizăm date statistice.

**Exerciţiu:** Luând în considerare figura următoare, (Fig. 9) care prezintă consumul total naţional de energie. Redesenaţi acest grafic raportându-vă la populaţie, adică reprezentaţi consumul de energie pe cap de locuitor.

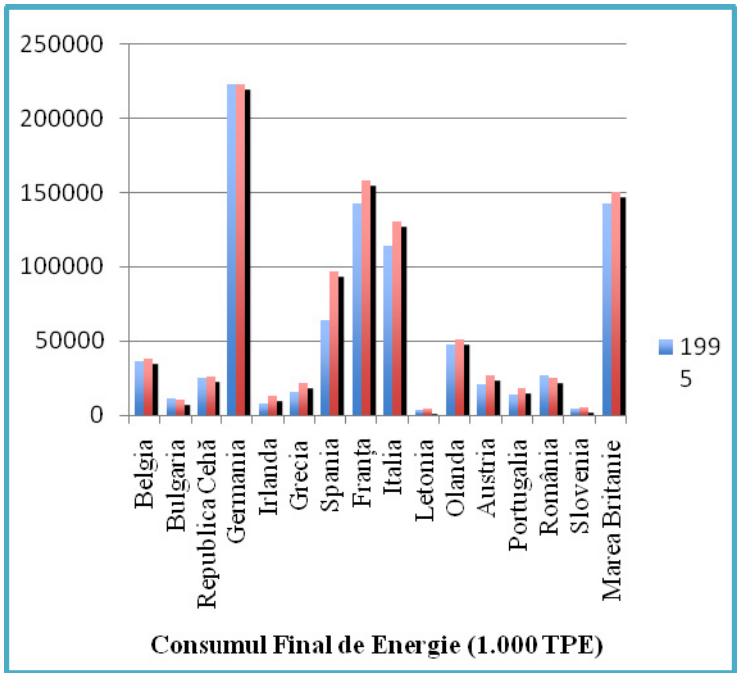



*Fig.9 Consumul final de energie în ţările partenere, în 1995 şi în 2006 (sursa: website Eurostat)*

| | 1995 | 2006 |
|---|---|---|
| Belgia | 36037 | 38165 |
| Bulgaria | 11409 | 10028 |
| Republica Cehă | 25067 | 26251 |
| Germania | 222795 | 223062 |
| Irlanda | 7910 | 13037 |
| Grecia | 15838 | 21454 |
| Spania | 63690 | 96642 |
| Franța | 142257 | 157779 |
| Italia | 113897 | 130654 |
| Letonia | 3814 | 4201 |
| Olanda | 47736 | 50835 |
| Austria | 21015 | 26753 |
| Portugalia | 13789 | 18544 |
| România | 26693 | 24706 |
| Slovenia | 3948 | 4945 |
| Marea Britanie | 142633 | 150565 |

*Tabelul 1. Consumul final de energie (1.000 t.p.e.) în țările partenere în 1995 şi în 2006. Sursa datelor pentru Fig. 9 de mai sus. (sursa: website Eurostat)*

Aceste date nu reflectă neapărat comportamentul indivizilor în ceea ce priveşte energia, ci mai degrabă natura practicilor din industrie şi transport cât şi consumul casnic (rezidențial) din țara respectivă, şi aspectele economice specifice fiecărei țări.

**Linkuri Web:**
Agenția Europeană de Mediu (EEA): *http://themes.eea.europa.eu/indicators/*
Eurostat, pagina de start pentru Mediu şi Energie:
*http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136239,0_45571447&_dad=portal&_schema=PORTAL*

**Urmează:** Să învățăm cum este consumată energia în industrie ca proporție din consumul total de energie şi în linii mari care sunt activitățile consumatoare de energie în acest sector.

## 3.2 Utilizatori finali ai energiei în industrie

Principalii utilizatori finali de energie în industrie sunt:

| Energie Termică | Energie Electrică |
|---|---|
| Furnale | Motoare |
| Încălzire, fierbere | Pompe |
| Răcire | Ventilatoare |
| Refrigerare | Transportoare |
| Coacere | Zdrobire, turtire, măcinare |
| Uscare | Prelucrare, Formare, Fabricare |
| Încălzirea şi răcirea spaţiilor, inclusiv ventilaţie | Sisteme vidate |
| | Iluminat |

*Tabel 1: Utilizatorii majori de energie în industrie*

Mai mult de 85% din energia electrică utilizată în industrie este folosită pentru alimentarea motoarelor electrice. Acestea transformă energia electrică în energie mecanică, acţionând pompe, ventilatoare, transportoare, compresoare, etc. Motoarele sunt operate adesea multe ore pe zi, iar durata de viaţă a acestora este de câţiva ani. Astfel utilizarea unor motoare cu eficienţă cât mai ridicată şi asigurarea faptului că acestea sunt operate şi întreţinute corespunzător, sunt foarte importante în minimizarea consumului de energie electrică.
Iluminatul este un alt consumator semnificativ de energie electrică în industrie. Aici se pot face uşor schimbări pentru a reduce consumul: prin utilizarea nivelurilor corespunzătoare de iluminare pentru efectuarea activităţilor şi prin instalarea unor sisteme de iluminare ce pot livra mai multă lumină utilă pe unitatea de energie consumată.
Circuitele de refrigerare folosesc un lichid care este răcit prin îndepărtarea căldurii latente necesare pentru a se evapora. Apoi, de regulă, se trece la mărirea presiunii fluidului şi la condensarea acestuia pentru a putea fi reutilizat. Mărirea presiunii este în mod normal realizată cu ajutorul unui motor electric consumator de energie electrică.
Ventilatoarele şi suflantele furnizează aerul necesar pentru ventilaţie şi pentru procesele industriale. Acestea extrag aerul din clădiri şi introduc aer proaspăt de afară. Aparatele de aer condiţionat, care folosesc gaze refrigerante, sunt folosite şi pentru a controla temperatura şi umiditatea din clădire.

## Funcţionarea boilerelor

**Obiective :** În această secţiune vom studia:

- Ce este un boiler
- Ce pierderi are acesta
- Cum puteţi preveni pierderile şi îmbunătăţi eficienţa

**Definiție:** Boilerul este un recipient care este încălzit pentru a produce apă caldă sau aburi. De obicei sursa de energie este reprezentată de combustibilii fosili. Dacă boilerul este foarte mic acesta poate fi încălzit şi prin utilizarea energiei electrice.

Aşa cum ați învățat mai devreme într-un exercițiu, aburul conține căldura latentă necesară pentru evaporarea apei, şi este un purtător de căldură mai concentrat decât un lichid fierbinte. Aburul poate fi utilizat pentru încălzire (incluzând evaporarea şi distilarea) şi de a acționa un echipament mecanic cum ar fi ejectoarele cu aburi, compresoarele centrifugale şi turbinele de abur care pot acționa o maşinărie sau care pot fi utilizate pentru generarea de electricitate. După ce aburul a condensat, acesta este returnat in boiler pentru a evita pierderea apei şi a căldurii reziduale din apă.

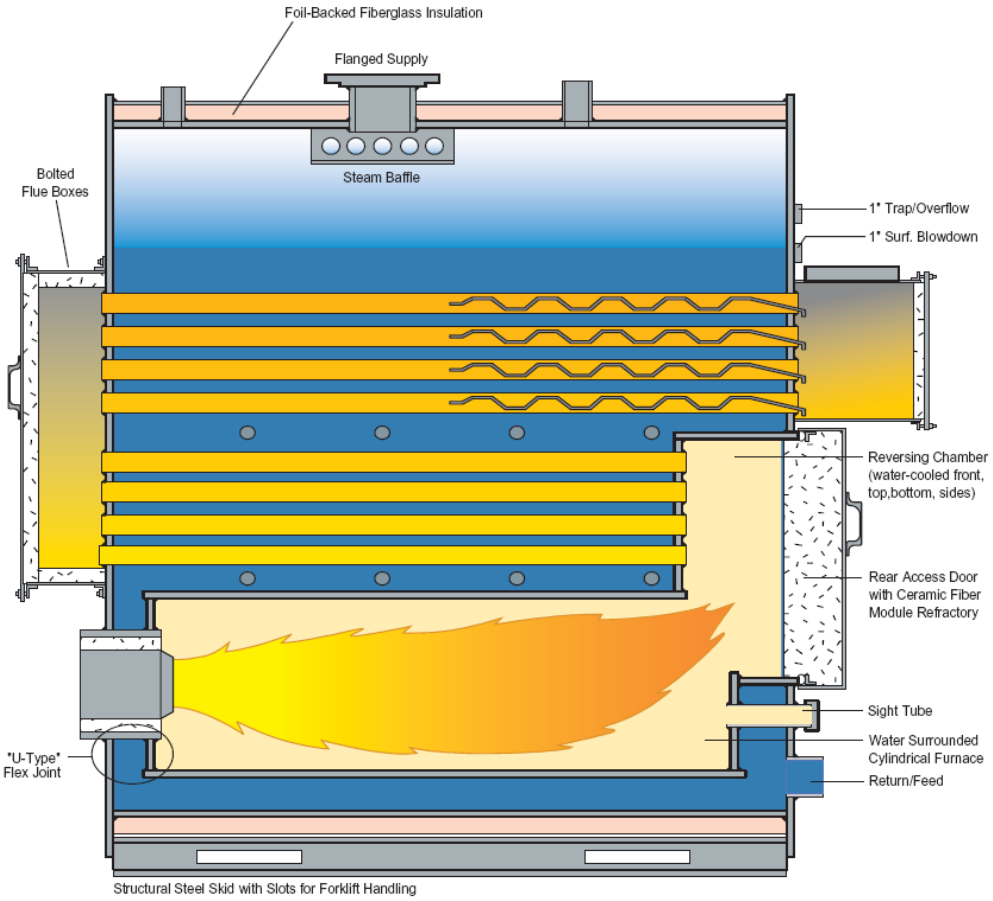



Fig. 1: *Vedere în secțiune a unui boiler pe bază de gaz* [1]

Principalele domenii care pot participa la îmbunătățirea eficienței energetice sunt următoarele:
În Fig. 1 puteți vedea fluxul energetic într-un boiler. Principalele pierderi sunt cele legate de gazele de evacuare (18%). Cele prin radiație şi convecție cât şi pierderile de căldură în timpul purjării sunt între 3-4%.



Intelligent Energy Europe

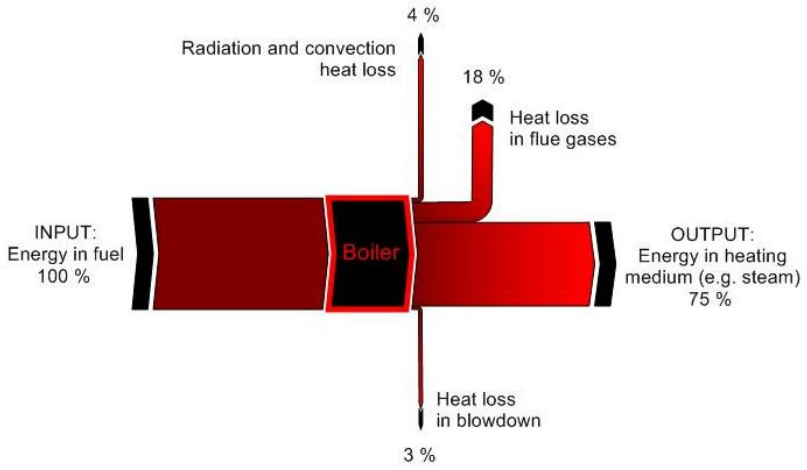



*Fig. 2: Balanța energetică tipică pentru un Boiler (făcut cu SankeyEditor de STENUM) [2]*

Programul de îmbunătățire a eficienței boilerului

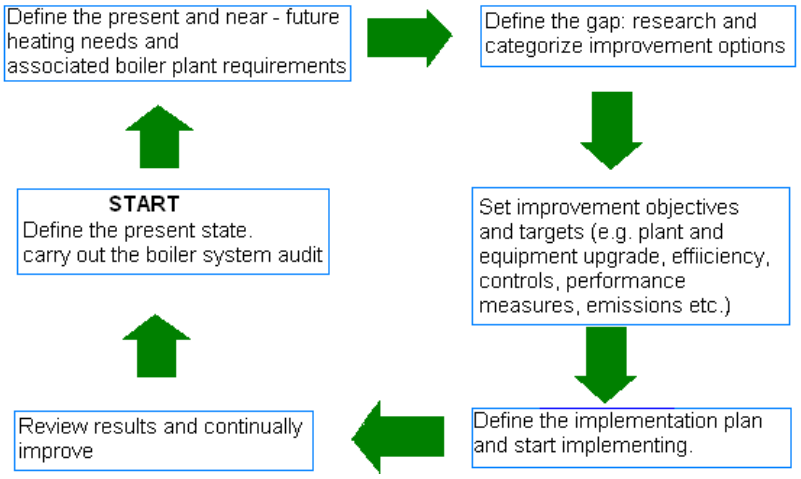



*Fig. 3: Programul de îmbunătățire a eficienței boilerului[2]*

Abordarea sistematică de îmbunătățire a eficienței energetice a boilerelor implică câteva etape simple, după cum se poate vedea în figura 3 (auditul situației actuale; stabilirea necesităților de încălzire; definirea posibilităților de îmbunătățire; stabilirea obiectivelor cuantificabile; definirea planului de implementare şi începerea acesteia; monitorizarea rezultatelor).
Oricât de importantă este operarea eficientă a boilerului, aceasta nu este singura care trebuie sexaminată. Pentru a putea economisi şi recupera mai multă energie, este indicat să faceți şi cercetări şi asupra următoarelor:

- necesitățile de încălzire şi eficiența energetică a proceselor, produselor şi echipamentelor consumatoare de căldură;
- sistemele de distribuire a căldurii (cum ar fi pentru abur şi condens).

Pierderile de căldură şi energie dintr-un boiler pot fi reduse în mai multe feluri. Unele, cum ar fi producerea combinată a energiei şi căldurii (cogenerare), sunt complexe şi sofisticate; altele pot fi implementate cu uşurință şi au o perioadă scurtă de amortizare a investiției.

Principalele priorități pentru îmbunătățirea eficienței energetice sunt următoarele:

- Reducerea presiunii aburului sau a temperaturii apei

- Evitarea scurgerilor
- Păstrați boilerul curat. Exceptând gazul natural, practic fiecare combustibil lasă o anumită urmă pe pereții conductelor.

**Pamatuj:** Nu uitați că o creștere a acestui sediment cu doar un milimetru poate însemna o creștere a consumului de combustibil de 2%.

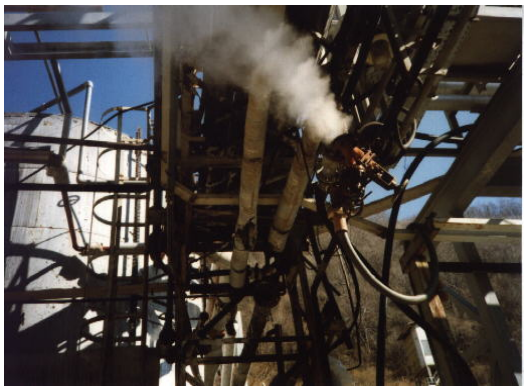


*Fig. 4: Scurgeri (pierderi) de abur*

- Păstrați afară aerul nedorit
- Apa de purjare – bani aruncați pe fereastră
- Chiar şi apa de alimentare a cazanului de aburi (boilerului) care este tratată („demineralizată”) conține mici cantități de săruri minerale dizolvate.
- Maximizarea cantității de condens fierbinte recuperat
- Sistemul de abur şi condens trebuie adecvat proiectat pentru a elimina loviturile de berbec şi a reduce pierderile şi costurile de întreținere.

Gazele de ardere (de evacuare)

**Pamatuj:** Reducerea cu 20°C (36°F) a temepraturii gazelor de ardere va îmbunătăți eficiența boilerului cu aproape un procent.

**Studiu de caz:** Un combinat chimic economiseşte 500.000$ pe an, prin verificarea şi înlocuirea tuturor separatoarelor de aburi cu scurgeri. O fabrică de placaj şi-a redus consumul de abur cu 2700 kg/h (6000 pfunzi/h) prin îmbunătățirea izolației conductelor.

**Întrebări:**

- Care sunt principalele pierderi ale unui sistem cu boiler?
- Care sunt posibilitățile de a îmbunătăți eficiența şi de preveni pierderile?

**Exercițiu:**

1. Este foarte probabil ca şcoala voastră să aibă un boiler pentru apa caldă şi pentru încălzire pe timpul iernii. Întrebați administratorul dacă puteți vizita camera „cazanelor”, poate pe timpul verii când boilerul este supus măsurilor de întreținere (curățare, etc.). Inspectați sistemul de control al boilerului, instrumentele de măsură, camera de ardere şi conductele.
2. Organizați o vizită la o companie. Încercați să găsiți răspunsuri la următoarele întrebări:
   - Care este temperatura gazului de evacuare?
   - Care este presiunea aburului (in bari)?
   - Care sunt consumatorii de abur? Distanța dintre consumator şi boiler?
   - Sunt izolate conductele? Există vreo scurgere evidentă?
   - Ce cantitate de energie intră în boiler? Pe baza Fig. 2: *Balanța energetică tipică pentru un Boiler*, veți putea calcula pierderile.



Intelligent Energy Europe

## *Ventilatoare şi suflante*

**Obiective:** În această secţiune vom studia:

- Cele trei criterii simple pentru a determina dacă un un motor este încă eficient
- O procedură ce poate ajuta companiile să îmbunătăţească consumul de energie al motoarelor utilizate de acestea
- Principalele metode de a economisi energie într-o reţea de conducte

Motoare Eficiente-Energetic

Relevanţa măsurilor este verificată printr-o analiză simplă. Se va folosi ca referinţă aşa-numitul „Cost al ciclului de viaţă", care reprezintă costul total pentru investiţie, întreţinere şi pentru energie de-a lungul duratei de viaţă utile a unui motor (de la 10 la 20 ani).

În aşa-numitul 1-2-3-Test, 3 criterii sunt importante: vârsta motorului, numărul de ore de funcţionare pe an şi eficienţa (randamentul) medie. Tabelele din figură prezintă scala de evaluare a celor trei criterii.

*Criteriul 1:* Vârsta motorului. Anul de fabricaţie poate fi citit pe pe plăcuţa de identificare a motorului, sau poate fi obţinut de la producător (pentru acesta este important numărul modelului).

*Criteriul 2:* Puterea nominală. Citită tot de pe plăcuţa de identificare.

*Criteriul 3:* Numărul de ore de funcţionare. Consumul de energie poate fi furnizat de tehnicieni sau calculat prin citirea contorului pentru numărul de ore de funcţionare.

*Procedura:* Atribuiţi o valoare de la 1 la 5 pentru fiecare dintre criterii: vârstă, puterea nominală şi numărul de ore de funcţionare. Măsura relevantă pentru motoarele inspectate este stabilită prin calcularea sumei celor trei valori:

*Tabelul 1: 1-2-3-Test (eficienţa motorului)[4]*

| Age of the motor | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Up to 5 years | Up to 10 years | Up to 15 years | Up to 20 years | > 20 years |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| Rated Power | | | | |
|---|---|---|---|---|
| > 1500 kW | Up to 1500 kW | Up to 500 kW | Up to 150 kW | Up to 50 kW |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| Hours of operation (per year) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Up to 2000 h | Up to 3000 h | Up to 4000 h | Up to 5000 h | > 5000 h |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| Motor in the ranking | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Let the motor run | | | | | Look closer at the motor | | | | Change is absolutely essential | | | | | |

Interpretarea rezultatelor (ultimul tabel din figură)

Zona rosie: Dacă scorul este peste 10 este recomandată o schimbare rapidă a motorului

Zona galbenă: Dacă scorul este între 6 şi 10, motorul trebuie analizat mai în amănunt.

Zona verde: Dacă scorul este mai mic de 6 nu este necesară nicio măsură.

Economia de energie la acţionările electrice nu se petrece prin simpla schimbare a motoarelor cu unele noi mai eficiente. Prin această măsură se valorifică doar o mică parte a potenţialului de economisire.

Pentru optimizarea consumului de energie este recomandată următoarea procedură:

*Pasul 1*: Analiza consumului.

Acest pas este cel mai important pentru a economisi un maximum de energie. Faceţi o analiză detaliată a necesităţilor procesului, discutaţi şi identificaţi parametrii de proces relevanţi împreună cu persoanele care sunt responsabile pentru proces. Apoi identificaţi variaţia

consumului solicitat de proces prin discuţii sau prin efectuarea de măsurători. Măsurătorile pot fi făcute chiar dacă procesul nu a fost încă optimizat, deoarece variaţia relativă va trebui să fie la fel şi după optimizare - doar dacă analiza arată că procesul în sine nu este cel mai bun şi trebuie schimbat.

*Pasul 2*: Analizarea maşinii care produce mediul de lucru al procesului

Mediul de lucru al procesului poate fi: aburul, aerul comprimat, aerul, apa, etc. Întrebările care trebuie puse includ: este maşina dimensionată adecvat pentru consum (sau este supradimensionată?) În cazul supradimensionării, maşina (pompa, ventilatorul, compresorul, etc.) funcţionează cu o parte din sarcină, ceea ce duce la scăderea eficienţei.

*Pasul 3:* Controlul corect al maşinii

Necesarul de mediu de lucru variază în condiţiile reale de proces. Deci manipularea maşinii trebuie să fie adaptată optim la cerinţele reale (de moment). Ca regulă aceasta se face prin intermediul unei acţionări a pompei, suflantei sau compresorului, controlate în frecvenţă.

*Pasul 4:* Optimizarea motorului electric

Există 3 reguli principale pentru acest pas: a) adaptarea ideală a mărimiii motorului la cererea de putere utilă, b) randamentul motorului trebuie să fie maximum, şi c) controlul trebuie să fie adaptat la caracteristicile consumului.

Descrierea de bază a unui sistem de conducte

Descrierea de bază a unui sistem poate fi făcută utilizând datele de pe plăcuţă, specificaţiile tehnice sau prin simple măsurători. În cazul celor mai multe companii, datele pot fi colectate de angajaţi:

1. lista celor mai mari 50 de pompe (pe baza puterii nominale)
2. funcţia acestor sistemr
3. energia consumată de fiecare dintre aceste pompe
4. timpul de funcţionare (pe durata unei zile/săptămâni)
5. numărul anual de ore de funcţionare şi consumul anual de energie
6. probleme specifice şi cerinţe de întreţinere

**Exemplu de sistem de conducte**

Un sistem de pompare cu un debit de 50 m³/h pompează apa pe o conductă cu lungimea de 100m. Considerând un diametru de 50 mm, necesarul de energie rezultat este de 24 kW. Dacă diametrul este mărit la 100 mm, necesarul de energie este redus la 5 kW. Reducerea vitezei în cadrul sistemului conduce la importante economii de energie şi de asemenea contribuie la reducerea uzurii. Astfel se reduc şi costurile de întreţinere şi de ciclu de viaţă ale sistemului de pompare.

**Experiment**

Întreprindeţi o vizită la o companie unde puteţi găsi mai multe motoare electrice (nu uitaţi de pompele de apă sau de gaze).

Iată un experiment interesant pentru voi:

- Listaţi numărul de perechi de motoare/pompe.
- Listaţi capacitatea fiecărui motor/pompa (cerceteţi caracteristicile maşinii pentru kW).

Listaţi onumărul orelor de funcţionare (înmulţiţi numărul de zile de funcţionare cu numărul de ore de funcţionare pe zi) pentru fiecare motor/pompă.



Intelligent Energy Europe

*Tabelul 2: Ca exemplu, poate fi folosit acest tabel care prezintă date despre atelierul unui vânzător de maşini:*

| Componenta | Număr de unităţi | Capacitatea per componentă [kW] | Capacitatea totală [kW] | Număr ore de funcţionare | kWh |
|---|---|---|---|---|---|
| lift pentru auto | 2 | 2,2 | 4,4 | 182 | 800,8 |
| compresor | 1 | 4 | 4 | 1.600 | 6.400 |

**Întrebări:** Adevărat sau Fals:

- Dacă scorul din Testul 1-2-3 este între 6 – 10, totul este în ordine şi trebuie să mai faceţi nimic.
- Este esenţială listarea consumului [kWh] pe tip de consumator.
- Este esenţială compararea capacităţii componentei cu, capacitatea necesară în realitate.
- Cumpărarea unui motor nou în fiecare an este absolut necesară.
- Un criteriu foarte important este „Eticheta de pe componentă”. Doar cele mai mari şi mai scumpe motoare sunt cele mai bune.

## *Aerul comprimat*

**Obiective:** În această secţiune vom studia:
Ce este aerul comprimat şi unde este utilizat
Unde sunt principalele pierderi
Cum se poate îmbunătăţi un sistem cu aer comprimat

**Definiţie:** Aerul comprimat este utilizat pentru a alimenta maşini-unelte „penumatice” (operate cu aer) şi în acţionarea unor tipuri specializate de dispozitive.

Uzual compresoarele sunt acţionate prin funcţionarea motoarelor electrice, dar cea mai mare parte a compresoarelor sunt acţionate de turbine de gaz sau abur, iar compresoarele mici, portabile pot fi acţionate pe bază de petrol sau motorină. Compresoarele au şi părţi ineficiente din echipament, şi până la 90% din energia produsă poate fi pierdută sub formă de căldură nefolosită. Aerul comprimat este stocat în rezervor sau ca „tampon”, alimentând o reţea de conducte care este menţinută la presiune atmosferică şi la care sunt conectate instrumentele.
În Fig. 5 pot fi văzute sursele de pierderi. Numai 5% din totalul energiei este stocată sub formă de aer comprimat. 95 % din energie este convertită în caldură (în final şi pierderile mecanice devin căldură).

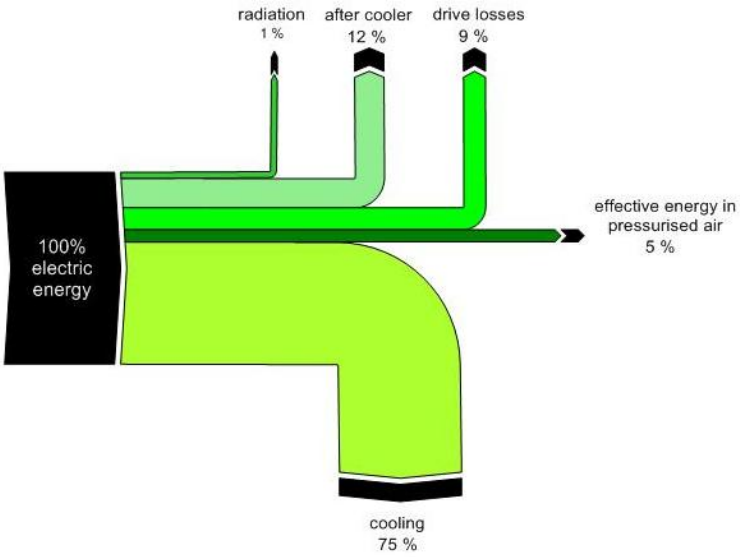



*Fig. 5: Balanța energetică a unui compresor (făcută cu Sankey Editor de STENUM)[3]*

Potențialul de economisire prin optimizarea unui compresor este ilustrat în Fig. 6.

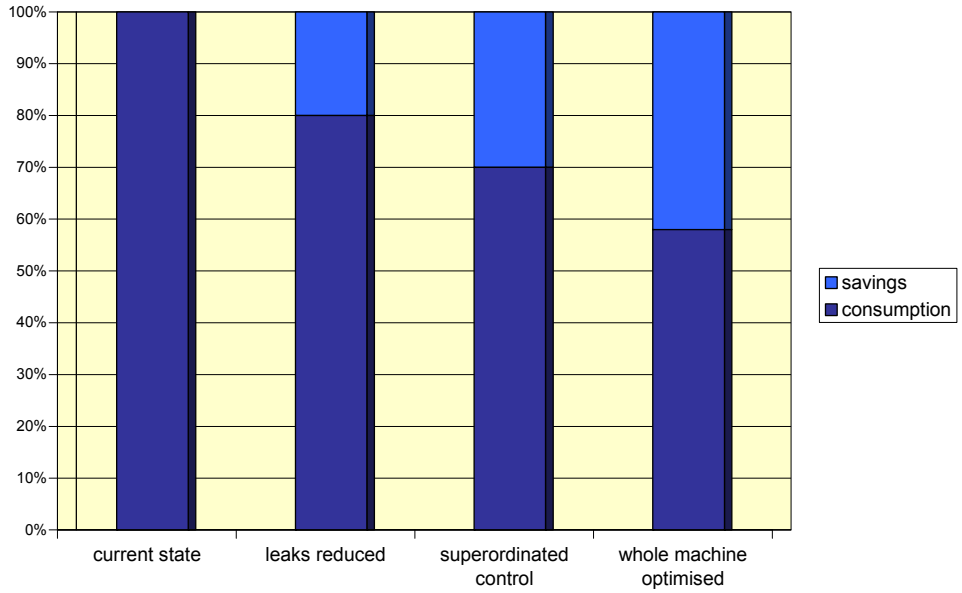
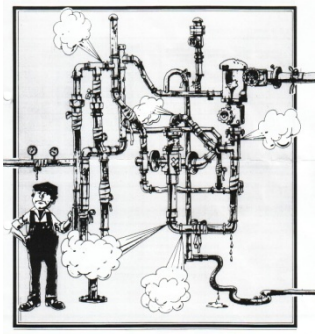



Fig. 6*: Economia de energie – sisteme cu aer comprimat [3]*

Următoarea procedură ajută la minimizarea pierderilor în sistemele cu aer comprimat. Aceasta are patru etape:

1. Eliminarea scurgerilor



Unul dintre modurile fundamentale prin care poate fi îmbunătățită eficiența oricărei instalații cu aer comprimate, este reducerea scurgerilor. Chiar dacă se fac toate eforturile pentru a nu avea scurgeri în sistemul de aer comprimat, toate sistemele vor avea anumite scurgeri. Există totuşi mai multe căi de reducere a scurgerilor:

Unde să ne uităm după scurgeri

Oale de condens, garnituri şi conducte, flanşe, colectoare, filtre, cilindri, furtunuri flexibile, instrumentatie şi puncte de drenaj.

2. Nu generați la o presiune mai mare decât este necesar – cu cât

presiunea este mai mare, cu atât mai mult aer se va scurge printr-o gaură de o anumită dimensiune.

3. Nu mențineți sub presiune întregul sistem pe perioada neproductivă doar pentru că anumite componente ale maşinăriei necesită o alimentare continuă cu aer comprimat.
4. Izolați părțile sistemului care au nevoie de aer la momente diferite. Valvele de izolare pot fi operate manual sau automat prin utilizarea unor dispozitive simple de control cum ar fi comutatoare sau întrerupătoare automate, sau pot fi controlate prin utilizarea sistemului de management energetic al clădirii, dacă acesta există.
5. Recuperarea căldurii

Până la 80-93% din energia electrică utilizată de un compresor industrial este convertită în căldură. În multe cazuri, o unitate de recuperare a căldurii adecvat proiectată poate recupera între 50- 90% din această energie termică disponibilă, energie ce poate fi reutilizată la încălzirea apei sau aerului.

**Studiu de caz:**

*Tabelul 3: Pierderile de energie prin scurgeri [5]*

| Diametru găuri [mm] | Scurgere de aer | | Pierdere de energie | | Costuri | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 bari l/s | 12 bari l/s | 6 bari kWh | 12 bari kWh | 6 bari Euro | 12 bari Euro |
| 1 | 1,2 | 1,8 | 0,3 | 1,0 | 144 | 480 |
| 3 | 11,1 | 20,8 | 3,1 | 12,7 | 1488 | 6096 |
| 5 | 30,9 | 58,5 | 8,3 | 33,7 | 3984 | 16176 |
| 10 | 123,8 | 235,2 | 33,0 | 132,0 | 15840 | 63360 |

kW x 0,06 Euro x 8000 de ore de funcționare/an

**Exercițiu:**

Întreprindeți o vizită la o companie din apropiere, care dispune de un sistem de aer comprimat (tâmplărie, vopsitorie, etc.). Faceți o listă a instalațiilor (maşinilor unelte) care utilizează aer comprimat.

- Ați identificat vreo scurgere?
- Folosiți tabelul 3 pentru a estima costul cu electricitatea pentru aceste scurgeri.
- Recuperează compania căldura?
- Puteți estima potențialul de recuperare a căldurii? Referiți-vă la Fig. 5: Balanța energetică.

**Punctele cheie** ale acestei părți:

- Centralele electrice care generează doar electricitate sunt relativ ineficiente, cu un randament mai mic de 50%
- Centralele care produc atât căldură utilă cât şi electricitate sunt mult mai eficiente
- Regenerabilele au incă un aport mic dar în creştere la producerea de energie electrică.
- Consumul de energie din industrie reprezintă o parte importantă din consumul de energie al țării voastre.
- Energia este folosită în diverse moduri în industrie pentru a atinge diferite scopuri.

### *Fluide de răcire şi încălzire*

Apa (caldă sau rece) este cel mai utilizat fluid termic în procesele de încălzire şi răcire. Alte fluide termice incud: glicolul (un amestec de apă şi alcool, folosit la răcire), şi uleiul (mineral sau siliconic pentru răcire şi încălzire). Avantajul fluidelor termice, altele decât apa, este că oferă o gamă mai largă de temperaturi de operare. Ele pot fi răcite sub zero grade Celsius fară ca ele să înghețe, şi pot fi încălzite peste 100 grade Celsius fară să înceapă să fiarbă. Aceste proprietăți sunt utile pentru industriile în care temperaturile utilizate sunt în afara domeniului de 0° până la 100° Celsius.

*Îmbunătățirea eficienței*

Procesul de încălzire/răcire poate deveni mai eficient prin următoarele acțiuni:

- Scalarea regulată şi îndepărtarea depunerilor vor reduce pierderile la pompare.
- Recuperarea energiei din fluidele termice poate fi utilizată oriunde în proces.
- Izolarea termică a conductelor (țevilor) reduce pierderile de caldură.

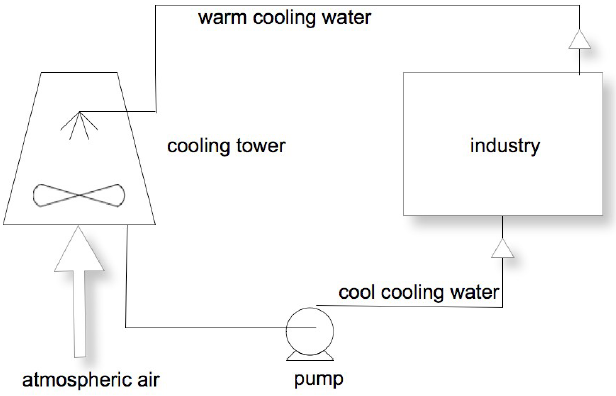



*Fig. 1 Sistem de răcire în buclă închisă*

## Bibliografie

1. Meilner Mechanical Sales, Inc. www.boilersource.com
2. Dockrill P., Friedrich F., Federal Industrail Boiler Program, Natural Resource Canada, CANMET Energy Technology Centre, 1 Haanel Drive, Nepean ON K1A 1M1, Boilers and Heaters: Improving Energy Efficiency, Catalogue No: M92-299/2001E, 2001
3. Initiativ Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe www.industrie-energieeffizienz.de
4. Top Motors www.topmotors.ch
5. Heat Recovery with Compressed Air Systems http://www.compressedairchallenge.org/library/factsheets/factsheet10.pdf

**Linkuri Web:**

*www.topmotors.ch*
*http://www.compressedairchallenge.org*
*www.boilersource.com*

# Capitolul 4: Managementul Energetic

**Obiectiv:** În următorul capitol vom studia:
Ce este managementul energetic, cum poate fi folosit şi cum funcţionează acesta.

Companiile de toate tipurile sunt astăzi din ce în ce mai interesate de dezvoltarea şi îmbunătăţirea performanţelor sale în protecţia mediului prin controlul impactului propriilor activităţi, servicii şi produse asupra mediului.
Pentru a fi eficiente, companiile trebuie să fie conduse de un sistem de management structurat şi integrat în cadrul organizaţiei.
Standardele internaţionale au rolul de a oferi organizaţiilor elementele necesare unui sistem de management eficient care să le ajute în atingerea ţintelor economice şi de mediu.
Un sistem de acest tip permite unei companii să-şi dezvolte politica organizaţională, să stabilească obiectivele şi procesele pentru a realiza angajamentele asumate în cadrul politicii, şi să acţioneze astfel încât să-şi îmbunătăţească performanţele. Companiile trebuie să adopte şi să respecte prevederile standardelor pentru că altfel nu ar primi certificarea.
Scopul principal al unui sistem de management este de a asigura conformitatea la cerinţele de calitate, de protecţia mediului şi pe cele socio-economice.

**Definiţie:**

ISO 9001: Managementul calităţii
ISO 14001: Managementul de mediu
ISO 16001: Managementul energetic

1. ISO 9001: Este un standard internaţional care impune un set de norme menite a asigura clienţii că vor primi calitatea pe care o aşteaptă.
2. ISO 14001: Un sistem de management de mediu este un set de procese şi practici ce permit unei organizaţii să reducă impactul activităţilor sale asupra mediului şi să crească randamentul de exploatare.
3. ISO 16001: Scopul final al acestui standard este acela de a sprijini organizaţiile în implementarea sistemelor şi proceselor necesare pentru îmbunătăţirea eficienţei energetice. Acesta ar trebui să conducă, printr-un management energetic sistematic, la reducerea costurilor şi a emisiilor de gaze cu efect de seră.

Dar de ce ar trebui companiile să implementeze un sistem de management energetic?
În Figura 1 puteţi vedea de ce – există mai multe grupe de argumente pentru implementarea unui sistem de management energetic.

**SME (Sistemul de management energetic) asigură:**

**Competitivitate**
Publicitate şi imagine îmbunătăţite
Avantaj competitiv pe termen lung
Transparenţă în luarea deciziilor

**Minimizarea costurilor**
Identificarea posibilităţilor de economisire a materialelor şi a energiei.

**Îmbunătăţirea organizaţiei**
Protecţia sistematică a mediului
Eco – controlul
Conştientizarea necesităţii protejării mediului
Motivarea personalului

**Minimizarea riscurilor**
Conformitate legală
Reducerea riscurilor de accidente
Identificarea punctelor slabe

*Fig. 1: Beneficiile sistemului de management energetic (**SME**) pentru companii [1]*

**Notă:** În general, toate sistemele de management conţin aceleaşi câteva elemente importante.

Vom prezenta aceşti paşi în următoarele părţi ale acestui manual.
Să ne îndreptăm acum atenţia asupra managementului energetic.

### *Scopurile unui sistem de management energetic*

Scopul implementării unui sistem de management energetic este de a îmbunătăţi performanţele energetice.
Companiile trebuie să identifice periodic posibilităţile şi acţiunile adecvate de îmbunătăţire şi să controleze implementarea standardelor (proces continuu de verificare şi îmbunătăţire). Intervalul la care acest audit are loc, proporţiile şi durata acestuia sunt determinate de organizaţie luând în considerare următoarele circumstanţe economice şi practice: mărimea companiei, intensitatea energetică a activităţilor sale şi schimbările apărute în producţie.

**Notă:** Câteva întrebări importante pentru companie:

- Ce purtători de energie sunt folosiţi? (energia electrică, gazul natural, carbonul, etc.)
- Care dintre aceşti purtători de energie este cel predominant?
- Este vreo parte din energia utilizată provenită din energie regenerabilă? (energie solară sau eoliană, biomasă, energie geotermală, etc.)
- Cât de mare este consumul zilnic/anual de energie?
- Cum ajunge energia la punctele de lucru? (alimntare de la reţeaua de distribuţie, reţea proprie de conducte – de ex. pentru gaze naturale, transport cu vaporul sau camionul – de ex. pentru kerosen sau combustibili pe bază de carbon)
- Cât de mari sunt costurile zilnice/anuale cu energia?
- Care părţi ale concernului consumă energia? Care parte are nevoie de energia cea mai multa?
- Ce pondere are costul energiei în cadrul costurilor totale de exploatare?
- Cum s-au schimbat costurile energetice în ultimii ani?
- Sunt întrebările legate de energie esenţiale pentru locaţie?


Intelligent Energy Europe

- Ce planuri de viitor are compania pentru alimentarea cu energie?
- Cât de mare este necesarul de energie pentru procesul de producție? În paralel, care ar fi necesarul de energie pentru alte activități (iluminat, încălzire, cantină, bufet etc.)?

**Exercițiu:**
Încercați să răspundeți la întrebările de mai sus, pentru cazul şcolii voastre!Vorbiți cu administratorul clădirii şi/sau cu directorul şcolii, punând aceste întrebări.

## *Elementele unui sistem de management energetic*

În Fig. 2 puteți vedea principalele etape ale unui sistem de management energetic:

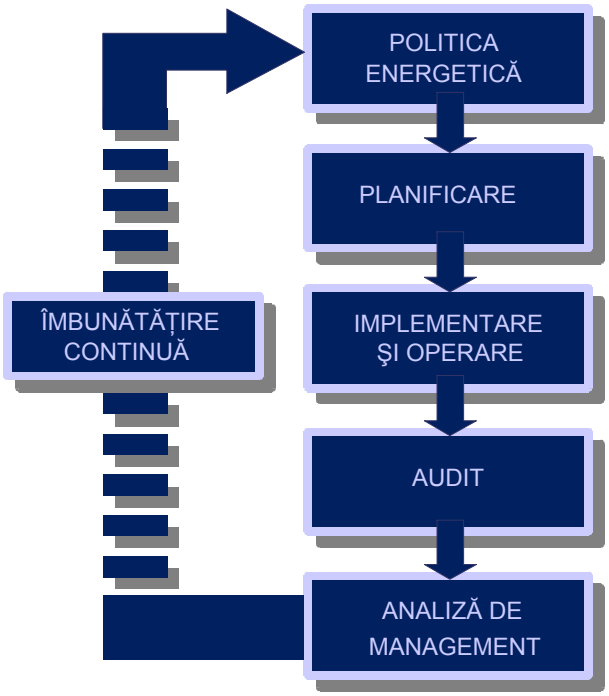



*Fig. 2: Ciclul Managementului Energetic*

Scopul principal al unui sistem de management energetic este acela de a îmbunătăți eficiența energetică şi de a nu se reveni la practicile ineficiente din trecut. Acesta ar trebui să reducă costurile şi emisiile de gaze cu efect de seră prin sistematizarea managementului energetic. Cerințele complete pentru un sistem de management energetic sunt definite în standardele internaționale (ISO 14001, ISO 16001).
Următoarele părți prezintă în detaliu fiecare etapă a sistemului de management energetic.

**Exercițiu:**
Încercați să găsiți pe internet documente referitoare la standardul ISO 14001 sau la EMAS (SMM – Sistem de Management de Mediu)

**Întrebări:**

- V-ați gândit vreodată câtă hârtie utilizați în timpul unei singure zile la școală sau acasă?
- Dezbateți cum ați putea evita consumul de hârtie. Organizați aceste idei într-un program de economisire pentru toată școala.
- Ce consumatori de energie electrică există în școala voastră?
- Ce sisteme de management cunoașteți? Ce conțin acestea?

## *Politica energetică*

POLITICA ENERGETICĂ

Politica energetică este o declarație scrisă prin care o companie își propune să economisească energie, să devină din ce în ce mai performantă și să respecte legislația în vigoare.
Această politică energetică corporativă trebuie să ia forma unei declarații publice oficiale a angajamentului companiei de a îndeplini obiective de management energetic și de a reduce emisiile asociate consumului de energie.

**Studiu de caz:**

**STAR PAPER MILLS LIMITED**
SAHARANPUR-247001 (U.P.) INDIA
Ph. 0132-2727731-35 (5 LINES), 2731731-35 (5 LINES) FAX : 0132-2726283
E-mail: starsre@starpapers.com, Web: www.starpapers.com, GRAM: "STAR"

15.12.2001

**ENERGY POLICY**

Star Paper Mills Limited, Saharanpur is committed to the cause of Energy Management and reduce its Energy Consumption by adopting the following measures.

1. To improve process, operation and maintenance with a view to reduce energy consumption.
2. To reduce wastages and improve productivity to minimise unit energy consumption.
3. To reduce consumption of coal by looking for options to generate steam through agriculture residue and other solid wastes generated in the plant.
4. To create awareness through training /seminars among all employees to conserve energy.

For STAR PAPER MILLS LIMITED

(Arun Bhambri)
**Vice President ( Technical)**

Regd. Office :
27, Biplabi Trailoka Maharaj Sarani,
Kolkata-700 001
Gram : "SAFEST"
Ph. : 2242-7380-83 (4 LINES)
Fax : 033-22427383
E-mail : spmical@cal3.vsnl.net.in

Delhi Office :
301-303 Emca House, 23/23B, Ansari Road,
Darya Ganj, New Delhi-110 002
Gram : "STARMILL"
Ph. : 23273203, 23273206, 23273307, 23286589
Fax : 011-23273119
E-mail : starsre@ndf.vsnl.net.in

DUNCAN GOENKA

**Notă:** Politica trebuie:

- Să fie disponibilă sub formă scrisă
- Să fie semnată şi în final emisă de reprezentantul legal
- Să furnizeze cadrul pentru definirea obiectivelor de mediu
- Să fie actualizată
- Să fie adusă la cunoştinţa tuturor angajaţilor
- Să fie accesibilă publicului

**Întrebări:**

- Cum ar trebui structurată o politică energetică?
- Căutaţi pe internet fabrici producătoare de hârtie (din zona voastră).
- Sunt aceste întreprinderi certificate conform standardelor ISO 14001 sau ISO 16001?
- Compania îşi prezintă politica energetică/de mediu pe pagina web?
- Încercaţi să găsiţi politica (de mediu/energetică) a acestei/acestor întreprinderi?
- Şcoala voastră are vreo politică (de ex. legată de micşorarea risipei, de conservarea apei sau de reducerea consumului de energie)?

***Planificarea***

PLANIFICARE

**Notă:** Planificarea vizează următoarele aspecte:

- aspecte de protecţia mediu
- diversele cerinţe inclusiv cele legale (legi, decrete, acte de lege individuale, obligaţii şi acorduri voluntare, cerinţele clienţilor, cerinţele altor factori interesaţi) şi analiza acestor cerinţe;
- obiective şi ţinte: stabilirea obiectivelor şi ţintelor furnizează mijloacele de punere ăn practică a politicii asumate. Ţintele energetice asigură definirea criteriilor de succes ale companiei, ce permit măsurarea progresului obţinut de companie în îmbunătăţirea eficienţei energetice.

Succesul managementului energetic se bazează pe o bună planificare:

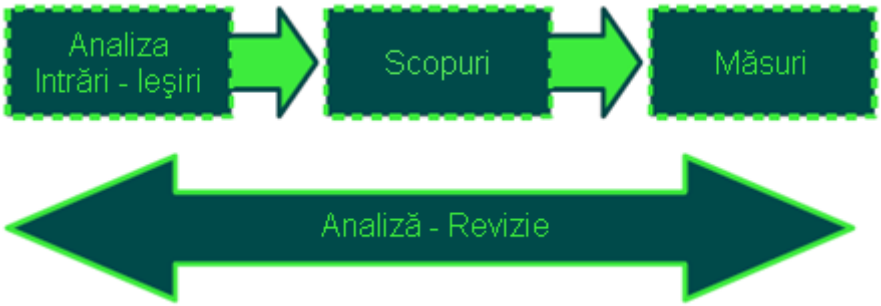



*Fig. 4: Etapele principale ale planificării*

Analiza Intrări – Ieşiri (analiza fluxului de materiale şi analiza energetică) conduce la identificarea obiectivelor iar acestea conduc la măsuri/acţiuni concrete. Este important ca aceste

proceduri să fie analizate şi revizuite după cum este necesar (***Fig. 4: Etapele principale ale planificării*** ).
Transparenţa în privinţa fluxului de materiale furnizează o bază pentru sensibilizare şi pentru ridicarea nivelului de conştientizare. Instrumentele cum ar fi analiza intrări/ieşiri, analiza fluxului de materiale şi analiza fluxului energetic constituie un sistem de informaţii ce permite determinarea eficienţei fluxurilor de materiale şi de energie, şi eficacitatea măsurilor adoptate. Astfel acestea devin instrumente importante în măsurarea îmbunătăţirii reale a performanţelor de mediu.

### *Analiza Intrări - Ieşiri*

Primul pas în analiza iniţială este identificarea zonelor de consum semnificativ de energie. Fig. 5 prezintă o privire generală asupra intrărilor şi ieşirilor din industrie.

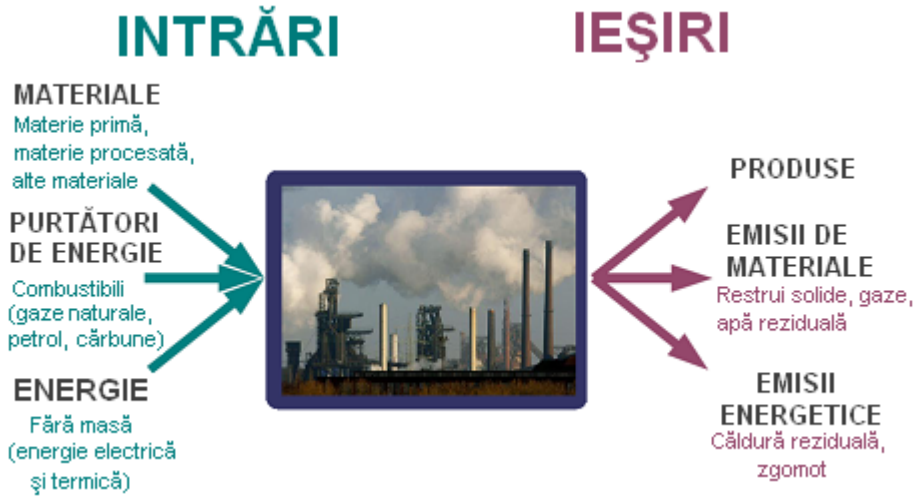



*Fig. 5: Principiul analizei intrări – ieşiri*

La început compania are nevoie de evaluarea cantităţii şi naturii consumului de energie. Analiza energetică trebuie să includă atât consumul de energie actual cât şi cel din trecut.
Gradul de detaliere depinde de mărimea organizaţiei şi de consumul energetic, dar ar trebui să includă minimum intrările de energie (electricitate, petrol, gaze naturale etc.) şi estimările privind utilizarea finală (uscare, pompare, aer condiţionat, iluminat etc.).
Tendinţele din ultimii ani ale consumului de energie trebuie analizate şi folosite ca punct de plecare în definirea ţintelor actuale. Raportul va cuprinde informaţii deja disponibile, cum ar fi facturile de energie, citirile aparatelor de măsură, rapoartele energetice ale administratorilor clădirilor sau orice alte informaţii existente.
Frecvent marile oportunităţi de îmbunătăţire a performanţelor energetice vor rezulta din măsuri administrative necostisitoare, adică instruirea personalului pentru a opri echipamentele atunci când nu sunt folosite, promovarea şi conştientizarea eficienţei energetice în practicile de lucru ale personalului, etc.
Compania trebuie să actualizeze această analiză anual. Rapoartele trebuie să se bazeze, dacă este posibil, pe măsurători reale. Trebuie ţinută seama şi de schimbările din cadrul organizaţiei, ca de ex. creşterea producţiei, modificarea instalaţiilor, calificările personalului şi descrierea posturilor, etc.


Intelligent Energy Europe

**Studiu de caz:** Exemplu de raport anual al unei fabrici de hârtie (M-real Stockstadt GmbH)

## Input

| Raw materials and auxiliary agents | |
|---|---|
| **Total wood supply** | **459 786 fm** |
| Portion round wood | 404 390 fm |
| Portion chips | 55 396 fm |
| PEFC-certified | 75,5 % |
| FSC-certified | 3,8 % |
| **Total pulp** | **258 026 t** |
| Own pulp (integration) | 85 567 t |
| External pulp | 172 459 t |
| **Chemicals** | |
| Pigments and fillers | 133 504 t atro |
| Binders | 16 890 t atro |
| Other chemicals | 62 999 t HW |
| **Packaging material** (without pallets and shells) | **2 041 t** |

| Operating materials | |
|---|---|
| Petrol | 4 487 l |
| Diesel | 214 507 l |
| Motor gas | 29 139 kg |
| **Fresh water** | |
| Process water | 15 181 962 m³ |
| Municipal water | 53 937 m³ |
| Cooling water | 10 493 074 m³ |
| **Energy** | |
| **Fuels in total** | **1 923,3 GWh** |
| Fuel oil S (1 %) | 24,3 GWh |
| Fuel oil S (2,8 %) | 13,5 GWh |
| Fuel oil S in total | 37,8 GWh |
| Neutral gas Energy Production | 280,0 GWh |
| Neutral gas Process | 60,4 GWh |
| Neutral gas in total | 340,4 GWh |

| | |
|---|---|
| Coal | 910,1 GWh |
| Thick lye | 538,1 GWh |
| Bark and rejects | 78,8 GWh |
| Recyclings | 18,2 GWh |
| Biogas | 0,0 GWh |
| **Total electricity** | **418,315 GWh** |
| Portion own production | 297,147 GWh |
| Portion external electricity | 121,168 GWh |
| **Total power consumption** | **417,780 GWh** |
| Process | 365,972 GWh |
| Own power plant consumption | 51,808 GWh |
| **Total steam consumption** | **2 174 378 t** |
| **Total compressed air** | **91 059 (1 000 Nm³)** |

## Output

| Products | |
|---|---|
| **Total pulp** | **143 929 t** |
| Pulp integration | 85 567 t |
| Market pulp | 58 362 t |
| PEFC-certified | 75,5 % |
| **Total paper** | **401 187 t** |
| Tauro (HFN) | 201 040 t |
| EuroArt (HFG) | 200 147 t |
| PEFC-certified | 65,3 % |
| **Energy** | |
| Power supply network | 0 MWh |
| Current to CWZ | 535 MWh |
| Thick lye sales | 53 275 t |

| Wastewater | |
|---|---|
| **Total quantity wastewater** | **15 181 962 m³** |
| CSB | 4 862 t |
| $BSB_5$ | 248 t |
| Total nitrogen | 93,7 t |
| Total phosphor | 12,5 t |
| Solid matters | 167,4 t |
| AOX | 0,911 t |
| **Air emissions** | |
| $SO_2$ | 391,5 t |
| $NO_x$ | 799,2 t |
| Dust | 37,9 t |
| $CO_2$ fossil | 394 974 t |
| $CO_2$ biogenous | 200 441 t |

| Recyclings | |
|---|---|
| **Total recyclings** | **61 433,0 t** |
| Total therm. utilisation | 23 736,9 t |
| Internal therm. utilisation | 23 482,3 t |
| External therm. utilisation | 254,6 t |
| Total utilisation | 61 362,0 t |
| Total disposal | 139,6 t |
| Disposal landfill | 58,6 t |
| Special waste | 143,8 t |
| Utilisation rate | 99,8 % |
| Disposal rate | 0,3 % |
| Special waste rate | 0,3 % |

**Exercițiu:** Încercați să realizați o analiză Intrări – Ieşiri pentru şcoala voastră:

- Faceți o listă a consumatorilor de energie (becuri/videoproiectoare/ computere/etc.) şi a numărului de consumatori de acelaşi tip
- Adăugați capacitatea fiecărui consumator (găsiți numărul de kW în specificații)

- Inventariaţi şi numărul de ore de funcţionare (înmulţiţi numărul de zile de utilizare cu numărul zilnic de ore de utilizare) pentru fiecare consumator.
- Cereţi directorului de şcoală informaţii despre consumul de energie al şcolii voastre (de ex. pe un an). Comparaţi datele calculate de voi cu datele primite de la director. Sunt aproape egale sau sunt diferenţe mari între ele?
- Chiar dacă nu aţi inventariat toţi consumatorii de energie din şcoala voastră, vă puteţi informa directorul despre consumul de energie al componentelor studiate.

### *Obiective*

Înainte de toate compania îşi stabileşte obiectivele. Acestea trebuie să fie:

**S** pecifice
**M** ăsurabile
**A** mbiţioase
**R** ealiste
**T** emporare

Scopul implementării unui sistem de management energetic este de a sprijini îmbunătăţirea performanţelor energetice ale companiei.
Aceasta trebuie periodic să identifice oportunităţile de îmbunătăţire şi să verifice implementarea acestui sistem. Frecvenţa, proporţiile şi durata acestui proces continuu de îmbunătăţire, sunt determinate de companie luând în considerare circumstanţele practice şi economice (mărimea companiei, intensitatea energetică a activităţilor acesteia, schimbările în producţie).
Exemple de obiective:

- Economisirea reală de energie pe anumite segmente, ca de ex. reducerea pierderilor de aer comprimat cu 10%;
- Introducerea unor tehnologii noi de conservare a energiei (de ex. reductoare de debit pentru a reduce consumul de apă caldă, schimbătoare de căldură la un sistem de aer condiţionat pentru a recupera căldura aerului evacuat) pentru a reutiliza 20% din căldura disipată anterior;
- Instruirea, conştientizarea şi motivarea angajaţilor pentru a reduce consumul de apă caldă pentru curăţare cu 20%;
- Îmbunătăţirea şi extinderea activităţilor de monitorizare pentru a reduce consumul total de energie cu 5%;
- Elaborarea şi implementarea de noi proceduri şi instrucţiuni de lucru, etc. pentru a reduce consumul de energie electrică cu 10%;

### *Măsuri*

După ce v-aţi stabilit obiectivele urmează să decideţi cum vor fi atinse aceste obiective.
Tabelul următor prezintă exemple de măsuri într-o companie:

*Tabel 4: Exemplu de obiective şi măsuri*

| Purtător de energie | Obiectiv | Măsură |
|---|---|---|
| Energie electrică | Economii la sistemul de aer comprimat (180.000 [kWh /an]) | Reducerea scurgerilor în sistemul de aer comprimat |
| Energie electrică | Economie de energie (50.000 [kWh/an]) | Optimizarea iluminatului |
| Gaze naturale | Optimizarea boilerelor (480.000 [kWh/an]) | Izolarea ţevilor, reglarea boilerelor |
| Gaze naturale | Reducerea consumului de gaze naturale pentru sistemul de încălzire (530.000 [kWh/an]) | Compresor de recuperare a căldurii |

**Exercițiu:**

- Referitor la întreprinderile identificate în exercițiul exercițiile anterioare: găsiți pentru acestea lista cu intrările de materiale şi consumul de energie?
- Comparați consumurile de energie pentru diferite întreprinderi.
- Este lista cu aspectele energetice actualizată periodic?
- Faceți un tabel ca cel din exemplu (***Tabel 4: Exemplu de obiective şi măsuri***) care să includă obiectivele şi măsurile pentru economisirea de energie. Bazați-vă pe elementele specifice şcolii voastre.

## *Implementarea şi Operarea*

IMPLEMENTARE ŞI OPERARE

Conducerea de vârf trebuie să numească o persoană cu autoritate responsabilă pentru implementarea programelor de management energetic. Aceasta trebuie să raporteze periodic conducerii rezultatele şi performanțele sistemului implementat.

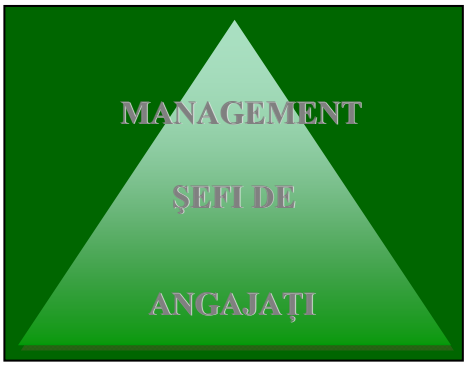



*Fig. 7: Structura organizației*

## *Echipa*

Un element central al unei organizări eficiente este echipa:
Munca de pe perioada implementării şi mai târziu analiza efectelor asupra mediului, care creează conştientizarea şi generează opţiunile de îmbunătăţire şi implementare, îşi pune amprenta pe toate activităţile companiei. De aceea este bine să includem în echipă oameni din toate departamentele. În selectarea membrilor echipei asiguraţi-vă că aceasta va cuprinde un:

- Expert în legislaţie
- Comerciant (reprezentant al departamentului de vânzări)
- Tehnolog şef
- Responsabil cu întreţinerea
- Tehnolog specialist în măsurile de securitate

**T ...ÎMPREUNĂ**

**E ...TOŢI**

**A ...REALIZĂRI**

**M ...MAI MULT**

**Exerciţiu**: Aterizarea pe lună
Eşti un astronaut naufragiat pe lună. Nava cu care te-ai putea întoarce pe pământ este la 300 km depărtare. Trebuie să hotărăşti ce lucruri vei lua cu tine (chibrituri, busolă, plută de salvare, rachete de semnalizare, plită, medicamente, apă, stoc intangibil de alimente, pistol, ...):

- Mai întâi individual (listaţi-le în ordinea priorităţilor)
- Apoi dezbateţi alegerile voastre cu ceilalţi membri ai echipei

**Întrebări:** Cercetaţi următoarele întrebări:

- Cine este responsabilul de aspectele administrative în şcoala voastră?
- Cine este responsabil cu administrarea „facilităţilor" (clădirii şi serviciilor aferente)?
- Cine colecţionează datele legate de consumul de energie şi le raportează directorului?

## *Comunicare, educaţie, instruire*

Comunicarea eficientă este esenţială în asigurarea succesului unui sistem de management energetic. În mod obişnuit, relevant este intensificarea informării prin:

- Comunicarea internă.

Comunicarea internă ajută angajaţii să înţeleagă viziunea, valorile şi cultura organizaţiei. Comunicarea poate fi scrisă sau orală, faţă în faţă sau virtuală, unu-la-unu sau în grup. Comunicarea internă clară şi concisă ajută la stabilirea rolurilor formale şi a responsabilităţilor angajaţilor şi la menţinerea organizării şi clarităţii structurii ierarhice.
Procedura ar trebui să includă următoarele:

a. cine este responsabil pentru comunicarea internă a programului de conservare a energiei;
b. informații relevante despre instituirea , implementarea şi derularea sistemului de management energetic;
c. mijloacele de comunicare şi informare (întâlniri interne, seminarii, reviste ale personalului, intranet, e-mail, buletine de informare, etc.);
d. felul în care propunerile angajaților sunt analizate şi soluționate.

- Comunicarea externă

Comunicarea cu partenerii externi este foarte importantă în cadrul unui sistem eficient de management al mediului.

***Documentarea***

Documentarea este necesară pentru a descrie şi sprijini sistemul de management. Documentația trebuie să includă toate procesele şi activitățile relevante. Aceasta reprezintă punctul central de referință pentru implementarea şi întreținerea întregului sistem.
Pentru a monitoriza şi controla impactul anumitor procese şi materiale asupra mediului, trebuie definite proceduri uşor accesibile în orice moment. Aceste proceduri documentate, care trebuie să fie uşor de înțeles şi actualizate când situația o cere, vor asigura funcționarea în bune condiții a sistemului de management energetic.

**Exercițiu:** Referitor la întreprinderile identificate de voi:
Există o listă a cunoştințelor şi a experienței fiecărui angajat?
Sunt prezentate activitățile de creştere a gradului de conştientizare a importanței conservării energiei?

***Auditul***

AUDIT

Nu trebuie confundat un audit cu o analiză de management. În timp ce analiza inițială „porneşte" sistemul de management, auditul intern îl păstrează în mişcare.

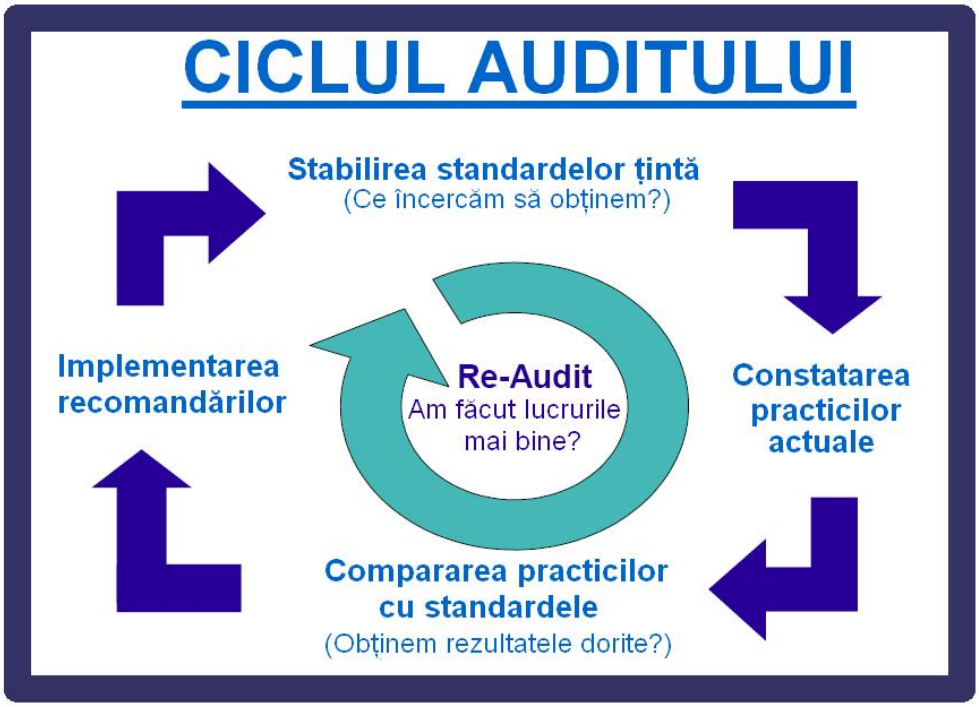



*Fig.8: Ciclul auditului [4]*

Auditurile interne implică o inspecție sistematică şi comparare a metodelor actuale de lucru cu procedurile specificate în manualul SME (Sistem de Management Energetic/al mediului). Scopul este verificarea faptului că SME funcționează corect. Pe de-o parte, auditul ar trebui să identifice şi să evidențieze ariile în care cerințele SME au fost îndeplinite, iar pe de altă parte acesta ar trebui să identifice neconformitățile şi să propună posibile îmbunătățiri. Un audit se poate focaliza fie pe o procedură (de ex. răspunsul la urgențe) fie pe o anumită arie de activitate sau linie de producție. Cheia succesului pentru un SME este angrenarea tuturor angajaților în această acțiune. Dacă angajații nu se aliniază la aceste noi cerințe, sistemul va fi dificil de implementat şi întreținut. Auditul reprezintă un instrument important în măsurarea angajamentului salariaților în diferitele arii/departamente ale companiei.

**Notă:** Scopul unui audit intern este efectuarea unei analize sistematice a sistemului de management energetic şi verficarea faptului că acesta funcționează în conformitate cu standardele dorite de organizație.

### *Frecvența*

Frecvența auditurilor depinde de importanța aspectelor de mediu, dar toate procedurile şi ariile trebuie auditate cel puțin odată pe an. Reprezentantul managementului de mediu este responsabil pentru stabilirea programului de audit şi de comunicarea regulată către conducerea de vârf a rezultatelor auditurilor sistemului de management energetic.

Pe baza anumitor informații (arii cu risc ridicat; arii în care compania a eşuat în atingerea cerințelor legale în trecut) se întocmeşte un program al auditurilor în care sunt indicate ariile sau procedurile care trebuie auditate şi data (sau intervalul de timp) la care trebuie efectuate aceste audituri.

## *Analiza de Management*

ANALIZĂ DE MANAGEMENT

Ultimul pas în implementarea sistemului de management este analiza de management.
Se evaluează:

- Dacă sistemul de management este practic, operațional şi eficient.
- Ce succese au fost realizate în dezvoltarea afacerii?
- Care sunt motivele pentru deteriorările sau îmbunătățirile observate?

Dacă organizația respectă cerințele legale.
Analiza trebuie să se bazeze pe documente relevante, cum ar fi raportul de audit.
În funcție de rezultatele analizei, se poate deicide revizuirea politicii sau specificațiilor sistemului de management. Cât de des apar astfel de actualizări depinde doar de voi.

**Exercițiu:**
Prezentare:
Felicitări: Acum cunoaşteți care sunt principalele etape ale implementării SME.
Folosiți exercițiile şi întrebările anterioare. Pe baza acestora încercați să faceți o prezentare care să includă obiectivele şi măsurile care vor duce la economisirea de energie în şcoala voastră.

**Puncte cheie:** Un sistem de management (energetic) constă din 5 etape:
Politica energetică
Planificarea: Analiza intrări – ieşiri, obiective, măsuri
Implementare şi operare: Echipa, Comunicarea, Documentarea
Auditul
Analiza de Management

***Bibliografie***

[1] ISO 14001
[2] Politica energetică (Star Paper Mills Ltd.) http://www.energymanagertraining.com/banner/EMP2005_pdf/Star_Paper_Mills_EMP.pdf
[3] Declarație de Mediu M-real 2007 http://www.m-real.com/ilwwcm/resources/file/eb7e914b0803b58/M-real%20EMAS%202007%20E_ENDI_08082007.pdf
[4] http://www.southbirminghampct.nhs.uk/_services/rehab/Images/AuditCycle.jpg

**Linkuri Web**
www.sappi.com
www.m-real.com
www.iso.org
www.nsai.ie

# Capitolul 5: Utilizarea eficientă a energiei în industria hârtiei

## *Introducere*

Cine şi-ar putea imagina lumea fără hârtie? Aceasta este unul dintre materialele cele mai comune şi versatile în viaţa noastră de zi cu zi. Chiar în era comunicării şi stocării electronice a informaţiilor, hârtia este de neînlocuit, nu doar în domeniul educaţiei şi transmiterii de informaţii, ci şi pentru mii de alte produse pe care le folosim în fiecare zi.

*Figura 1: Produse din hârtie.*

Ideea fabricării hârtiei îşi are originile acum 2000 de ani în China, şi a devenit populară în Europa la mijlocul secolului 13 [5]. In acele vremuri, fibrele din scoarţa de dud, papirus, paie sau bumbac, au fost folosite ca materii prime pentru fabricarea hârtiei. Industrializarea producerii de hârtie a început abia în mijlocul secolului 19, şi tot atunci lumea a început să extragă şi să folosească ca meterie primă fibrele de lemn [1].
Energia a jucat întotdeauna un rol major în producerea de hârtie. Iniţial producerea hârtiei avea mereu loc în apropierea marilor râuri pentru a se asigura alimentarea cu apa şi energia hidroelectrică necesare procesului de fabricatie. Energia solară şi eoliană ajuta la uscarea şi înălbirea hârtiei. Utilizarea pe scară largă a combustibililor fosili a început odată cu industrializarea fabricării hârtiei. Astăzi în jur de 48% din energia primară folosită în industria Europeană a celulozei şi hârtiei, este geenerată din combustibili fosili [22].

### Date despre industria hârtiei în Europa[1] [22]

- Consumul de hârtie din Europa creşte în medie cu 2.6% în fiecare an. Capacitatea anuală de producţie a ţărilor europene este un pic mai mare de 100 milioane de tone. Hârtia folosită în scopuri grafice (scris/printat) reprezintă în jur de 48% din cantitatea de hârtie produsă, hârtia pentru ambalare în jur de 40%, iar cea pentru igienă şi alte scopuri în jur de 12 %.
- Germania este cel mai important producător de hârtie, urmat de Finlanda, Suedia, Italia şi Franţa.
- Industria europeană asigură direct şi indirect locuri de muncă pentru peste 2 milioane de oameni, şi cuprinde 1.200 fabrici de celuloză şi hârtie, şi alte 800 de companii.
- Industria europeană de celuloză şi hârtie are o cifră de afaceri anuală de 79 miliarde de Euro, adică 1.4% din cifra de afaceri a întregii industrii prelucrătoare din Europa.
- Consumul de lemn al ţărilor CEPI în 2007 a fost mai mare de 119 milioane de tone
- Fabricarea celulozei şi hârtiei reprezintă al 4-lea mare consumator de energie primară din industria mondiala [17]. Mai mult de jumătate din energia electrică şi termică din industria

***[1]Date despre „Ţările CEPI". CEPI înseamnă „Confederaţia Europeană a Industriei Hârtiei". Membri în 2007: Austria, Belgia, Republica Cehă, Finlanda, Franţa, Germania, Ungaria, Italia, Norvegia, Polonia, Portugalua, Republica Slovacă, Spania, Suedia, Elveţia, Olanda, Marea Britanie.***



Intelligent Energy Europe

hârtiei este generată prin arderea combustibililor bazați pe biomasă. *Figura 2* ilustrează aportul diferitelor surse de energie primară[2] în industria europeană de hârtie.

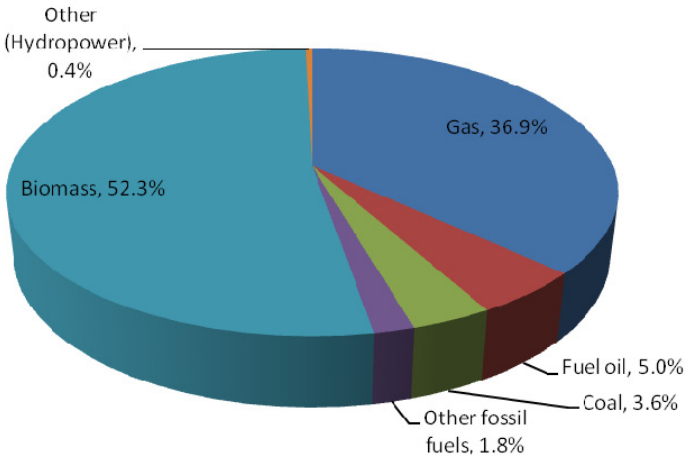



*Figura 2: Aportul surselor primare de energie [22].*

Electricitatea utilizată din rețea este obținută dintr-o varietate de tipuri de combustibil. *Figura 3* prezintă proporția combustibilior folosiți în producerea de electricitate în Uniunea Europeană.

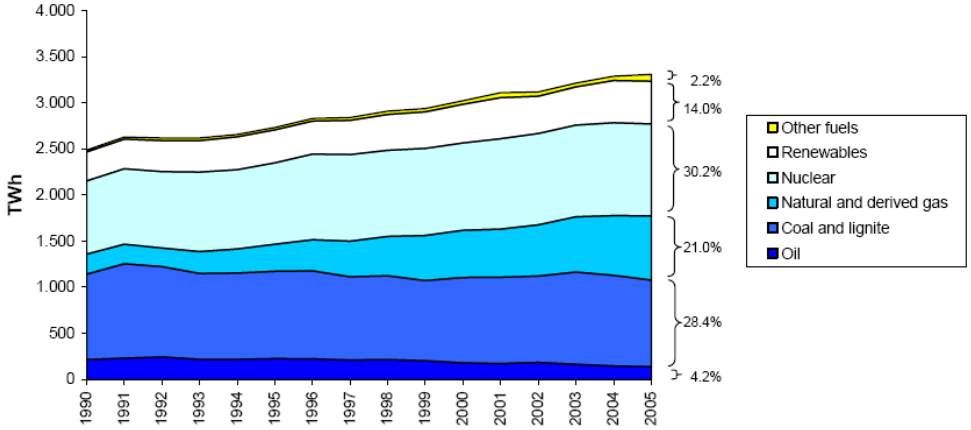



*Figura 3: Producția anuală de electricitate în UE-27, după sursă/combustibil [28].*

„Regenerabilele" din *Figura 3* includ electricitatea produsă din energia hidroelectrică, din combustia biomasei şi biogazului, din combustia resturilor urbane, din energia vântului, din energia geotermală şi din energia solară fotovoltaică [28].
Fabricarea celulozei şi hârtiei are efecte majore asupra mediului in care traim, deoarece acest proces de fabricație utilizează mult lemn, substanțe chimice, apă, şi are un mare consum de energie. În acest context, prezentul manual descrie metodele de fabricare a hârtiei şi trece în revistă metodele de economisire şi eficientizare a consumului de energie în industria celulozei şi hârtiei.

## *Ciclul de viață al hârtiei*

Pădurea este o resursă regenerabilă de materii prime furnizând atât fibre lemnoase cât şi biocombustibili pentru producerea de energie [19]. *Figura 12* prezintă etapele principale ale ciclului de viață al hârtiei.

***[2]Energia primara este energia inmagazinata in resursele naturale inainte de a fi folosite prin orice transformare sau conversie. Exemple de resurse de energie primara: carbune,petrol brut, gaz natural, lumina solara, vant, biomasa, energia hidro si uraniu. [33].***

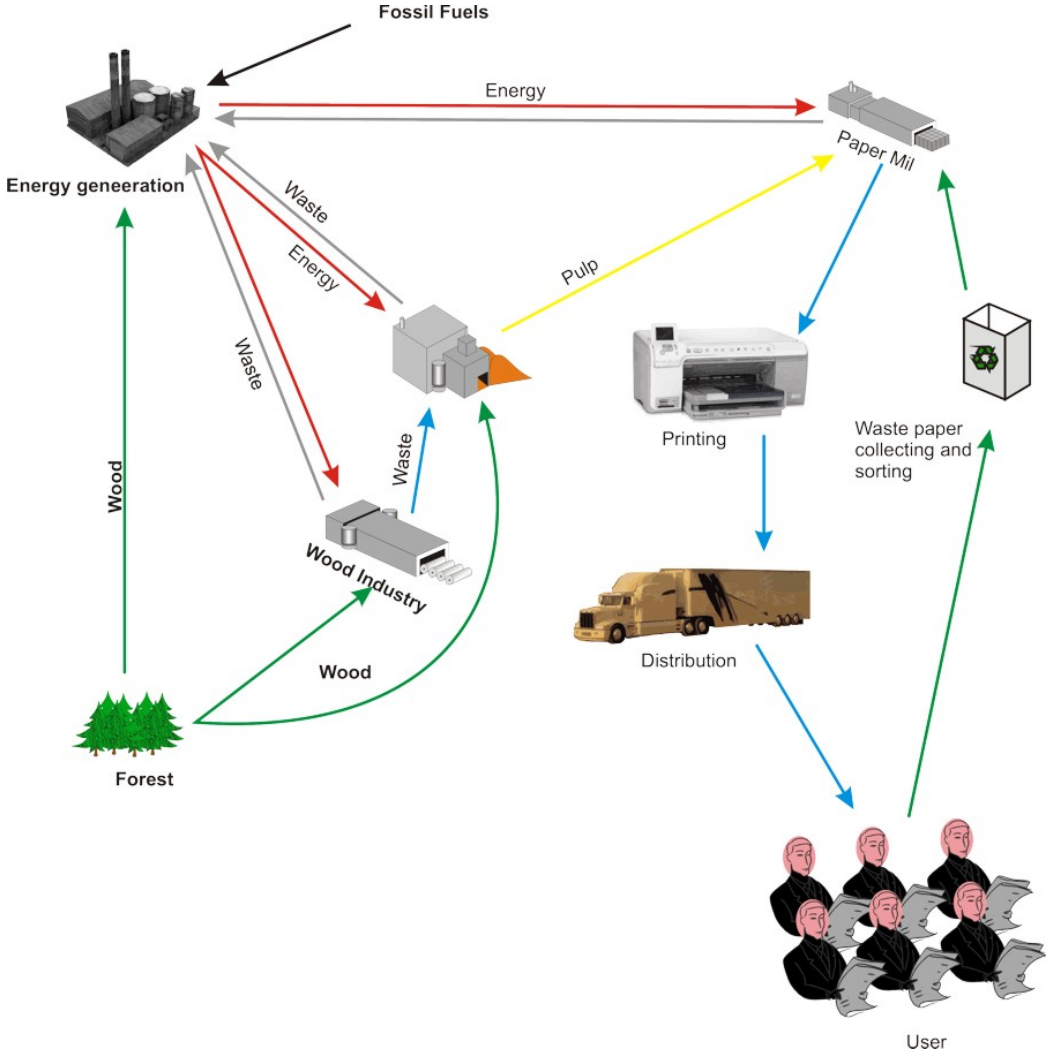



*Figura 4: Ciclul de viață al hârtiei [31].*

Atât lemnul, cât şi produsele secundare din industria forestieră, sunt transportate la fabrica de celuloză, unde are loc separarea fibrelor de celuloză de celelalte componente lemnoase. Fibrele extrase (celuloza) sunt amestecate cu apă şi anumite substanțe chimice înainte de a fi utilizate în maşina de fabricare a hârtiei. Deşeurile din industria lemnului şi din fabricile de celuloză şi hârtie sunt arse în vederea obținerii de energie, pentrua e conomisi combustibili fosili şi pentru a reduce cantitatea de resturi aruncate la gropile de gunoi. Deşeurile de hârtie (maculatura) sunt colectate şi sortate după folosire, fiind apoi reciclate şi reutilizate în procesul de producere a hârtiei [31].

## *Materia primă pentru producerea hârtiei*

Materiile prime ale procesului de fabricare a hârtiei sunt: fibrele (celuloza), substanțele chimice, apa şi energia. Amestecul primelor trei formează „pasta" folosită de maşina de fabricare a hârtiei [18]

- Fibre

Diferite materiale fibroase cum ar fi lemnul, plantele nelemnoase sau rumegușul industrial (fibre primare sau virgine) şi hârtia recuperată[3] (fibre secundare), pot fi considerate a fi materii prime în fabricarea hârtiei. În primă fază fibrele sunt extrase din materia primă şi este produsă aşa-numita „pulpă" (celuloză). Această celuloză este amestecată cu apă şi alte substanțe chimice înainte de a fi introdusă în maşina de hârtie, în care are loc dormarea colii de hârtie [3].

***[3]În industrie se utilizează termenul de „hârtie reciclată" în loc de "deşeuri de hârtie". [www.leo.org]***

- Lemn

Lemnul este un material organic care conține aproximativ 49% carbon, 44% oxigen, 6% hidrogen şi mai puțin de 1% nitrogen şi elemente anorganice cum ar fi sodiu (Na), potasiu (K), calciu (Ca), magneziu (Mg) şi siliciu (Si). Aceste elemente formează macromolecule şi prin aceasta sunt create elementele de bază ale lemnului: celuloza, semiceluloza şi lignina. Fibrele de celuloză flexibile sunt legate împreună şi rigidizate, de lignină [6]. *Figura 13* prezintă principiul simplificat al compoziției celulare a lemnului.

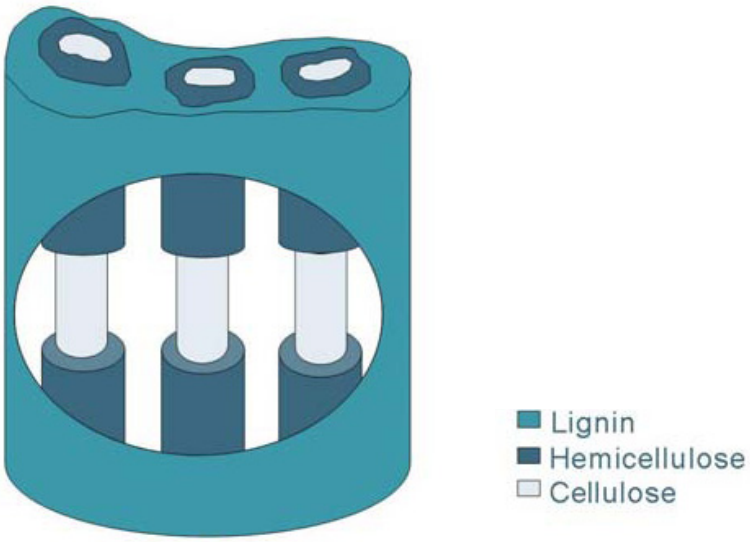



*Figura 5: Principiul simplificat al compoziției celulare a lemnului [16].*

Pentru fabircarea hârtiei, se pot utiliza doar fibrele de celuloză. Acestea trebuie separate mecanic sau chimic de celelalte componente ale lemnului.
Fibrele din lemnul de esență moale (cum ar fi molidul, bradul şi pinul) sunt mai lungi şi mai rugoase decât fibrele din lemnul de esență tare. Fibrele din lemn de esență moale fac hârtia rezistentă la întindere şi rupere, în timp ce fibrele din lemn de esență tare conduc la suprafață mai netedă a colii de hîrtie. Deoarece lemnul de esență moale conține mai multă lignină decât cel de esență tare, acesta necesită mai multe substanțe chimice şi mai multă energie pentru a separa fibrele dorite de celelalte componente lemnoase [18].

- Plante nelemnoase

Plantele nelemnoase (iarba, inul, şi cânepa precum şi rezidurile agricole: paie şi trestie de zahăr) sunt materii prime importante pentru producerea de noi fibre în țări cum ar fi China sau India [19, 20].

- Hârtie recuperată

În 2006, 56% din consumul de hârtie şi carton din Europa a fost reciclat. Hârtia de ziar şi cartonul sunt principalele produce ce sunt fabricate din hârtie reciclată [19].

- Substanțe chimice

Substanțele chimice pot reprezenta până la 30% din „pastă”. Adăugarea de filer (de exemplu carbonatul de calciu – cretă – sau caolin) face hârtia mai opacă şi mai rezistantă la uzură, contribuie la netezirea suprafeței hârtiei şi la creşterea flexibilității acesteia. Mai multe etape ale procesului de producere a celulozei, cum ar fi dizolvarea ligninei din fibrele lemnoase noi sau curățarea şi înălbirea, necesită adăugarea de substanțe chimice [1].

- <u>Apă</u>

Cea mai importantă materie primă este apa. Aceasta este necesară pentru curățare, răcire, producerea de abur, şi funcționează şi ca liant în crearea legăturilor de hidrogen dintre fibrele din coala de hârtie. Procesele pentru fabricarea hârtiei pot necesita de la 10 până la 100 litri de apă per kilogram de hârtie produs. Fabricile de hârtie moderne folosesc bucle de apă şi siteme de circulație pentru a minimiza cererea de apă „proaspătă" [3].

- Energie

Majoritatea fabricilor de hârtie au propriile lor instaşații de producere a energiei electrice şi a aburului. Astăzi autogenerarea energiei reprezintă aproape 60% din energia totală utilizată în industria celulozei şi hârtiei Europene. Energia hidorelectrică, gazul natural, combustibilii fosili, deşeurile şi combustibilii din biomasă, dar şi energia care este recuperată în procesul de producție, sunt transformate în abur şi electricitate pentru a alimenta procesul [18]. Ca exemplu, *Figura 14* ilustrează fluxul energetic simplificat al unei fabrici de hârtie din Austria.

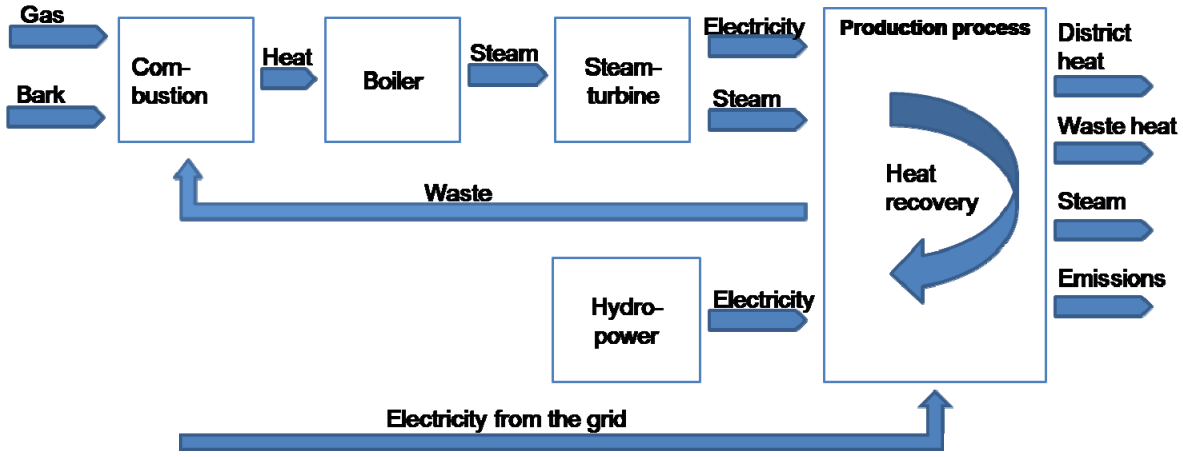



*Figura 6: Fluxul energetic al fabricii de hârtie UPM din Steyrermühl, Austria [14].*

Gazul natural, cojile şi restruile din procesul de fabricație sunt arse pentru a produce căldură. Aceasta este folosită la rândul ei pentru producerea de aburi care acționează turbinele de aburi care produc electricitate. Excesul de aburi de la turbine este folosit pentru încălzirea din procesul de fabricație. Sistemele de recuperare a căldurii contribuie şi ele la alimentarea cu energie a fabricii de hârtie. Aceasta dispune şi de energia electrică furnizată de o hidrocentrală, iar restul de energie este luată din rețeaua națională de distribuție [14].

Fabricile de hârtie utilizează energia sub formă de aburi, pentru încălzire şi uscare (spre exemplu în maşina de fabricare a hârtiei) şi de electricitate pentru a acționa diferitele maşini şi motoare. Costul cu energia reprezintă cam 15 – 25% din costurile totale de producție [27].

Cererea de energie pentru producerea unei tone de hârtie este între 3 şi 5 MWh, aceasta reprezentând cantitatea medie de energie care este consumată de o gospodărie (familie) Europeană timp de 3 luni[4]. Datorită acestor motive economice, reducerea cererii de energie primară şi impunerea unei utilizări eficiente a aburilor şi electricității generate, au fost întodeauna un element cheie pentru industria hârtiei. În special combustia de reziduri ale procesului de fabricație şi de biocombustibili (coaja copacilor, reziduri lemnoase şi alte reziduri din operațiunile forestiere) contribuie la reducerea cantității de combustibili fosili utilizați şi la utilizarea durabilă a resurselor.

În plus, instalațiile de recuperare a căldurii din procesul de fabricație reduce cererea totală de energie şi în acest fel este redusă şi cantitatea de $CO_2$ şi de alte emisii [19].

***[4]Sursa: www.aee.or.at; Consumul mediu anual de energie (incluzând toți consumatorii electrici şi sistemul de încălzire) este de aproximativ 20.000 kWh.***

## *Procesul de producere a hârtiei*

Fabricarea hârtiei poate fi împărţită în două etape principale care transformă materiile prime în produsul finit. [3, 20]:

**Prepararea şi producerea celulozei (capitolul 4.1)**
Extragerea de fibre din materiile prime. Fibrele pot fi extrase mecanic (vezi Producere termo-mecanică) sau chimic (vezi Producere chimică) din lemn, sau mecanic din hîrtia reciclată. Sortarea, curăţarea şi înălbirea fibrelor extrase.

↓

**Maşina de faricare a hârtiei (capitolul 4.2)**
Hârtia este obţinută din celuloză

⇒ Sisteme de preparare şi producere a celulozei

Buştenii utilizaţi ca sursă pentru fibre, trebuie să fie mai întâi decojiţi. Acest lucru se întâmplă în general într-un tambur rotativ în care coaja este separată de lemn prin frecare. Coaja poate fi incinerată pentru producerea de energie [4]. Aceasta aşa numită „combustie a biomasei" reduce necesarul de combustibili fosili şi cantitatea de reziduri rezultatedin utilizarea acestora [2]. Într-o fabrică de celuloză, fibrele celulozice ale buştenilor sunt separate de toate celelalte componente lemnoase şi se asamblează o masă de fibre individuale. În cazul unei fabrici integrate de celuloză şi hârtie, producerea de celuloză şi cea de hârtie au loc în aceaşi loc, altfel celuloza ar trebui uscată şi şi presată în baloţi ce pot fi folosiţi în orice fabrică de hârtie din lume [19].

- Producere chimică

În producerea chimică a celulozei se utilizează o combinaţie de căldură, substanţe chimice şi presiune pentru a separa lignina din lemn care este apoi îndepărtată de fibrele celulozice prin spălare (delignificare) [18]. În acest scop buştenii decojiţi sunt spălaţi şi tocaţi. Sortarea (celulozei) îndepărtează aşchiile prea mari care urmează să fie reprocesate. Rumeguşul poate fi ars împreună cu cojile şi cu alte reziduri [2]. Aşchiile lemnoase sunt apoi „fierte" cu un aşa-numit „lichid de fierbere" (leşie albă) care conţine hidroxid de sodiu (NaOH) şi sulfură de sodiu (NaS).

Sub influenţa acestor substanţe chimice şi a temperaturii procesului între 155 şi 175 °C, lignina şi o parte din semiceluloze sunt dizolvate din lemn, astfel încât rămân doar fibrele celulozice utile.

Fibrele extrase conţin „leşie neagră", un amestec de substanţe chimice (din lichidul de fierbere) şi lignină. Prin procesele de curăţare, celuloza este separată de leşia neagră, care este apoi transportată la un sistem de recuperare chimică, în care se recuperează aproximativ 70% din energia de intrare a procesului de fierbere şi mai mult de 90% din substanţele chimice utilizate [2]. Iniţial, celuloza are culoare maronie. În funcţie de gradul de alb şi de puritatea hârtiei dorite, celuloza trebuie să fie înălbită pentru a îndepărta şi mai mult din lignina şi impurităţile rămase. Clorul şi compuşii săi, ozonul / oxigenul în diferite forme şi apa oxigenată, pot fi utilizate ca substanţe chimice de înălbire. Datorită impactului negativ asupra mediului al unor compuşi ai clorului, există obiecţii împotriva utilizării acestora, iar cele mai multe fabrici de hârtie moderne utilizează procese fără clor [1].

*Figura 7: Celuloză înălbită [34].*

*Figura 8* ilustrează cele mei importante fluxuri masice şi energetice ale producerii chimice de celuloză.

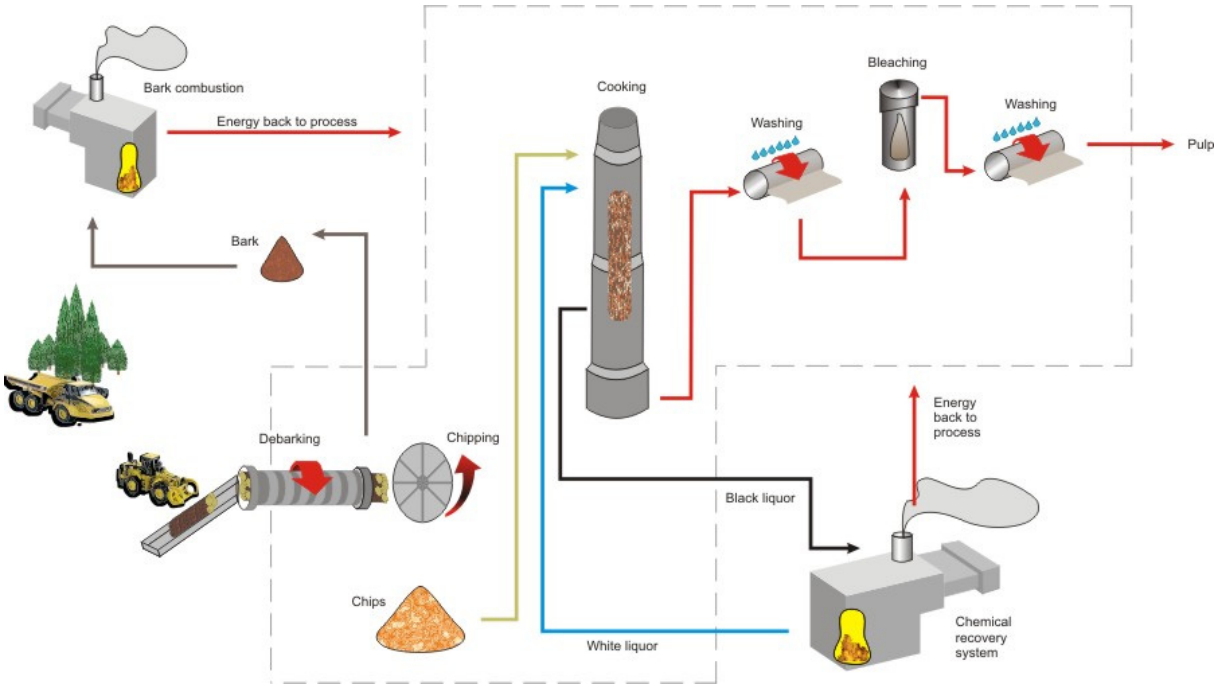



*Figura 8: Fluxul tehnologic al producerii chimice de celuloză [31].*

Sistemul de recuperare chimică (în care se recuperează şi energie)
În sistemul de recuperare, apa este evacuată din leşia neagră prin evaporare; leşia rămasă este apoi condusă la un boiler de recuperare. Componentele organice din leşia neagră (lignina şi alte componente organice) cu conţinut mare de energie şi sunt arse pentru a produce aburi. Substanţele chimice utilizate în producerea celulozei sunt colectate în partea de jos a boilerului de recuperare şi sunt reintroduse în proces [18].

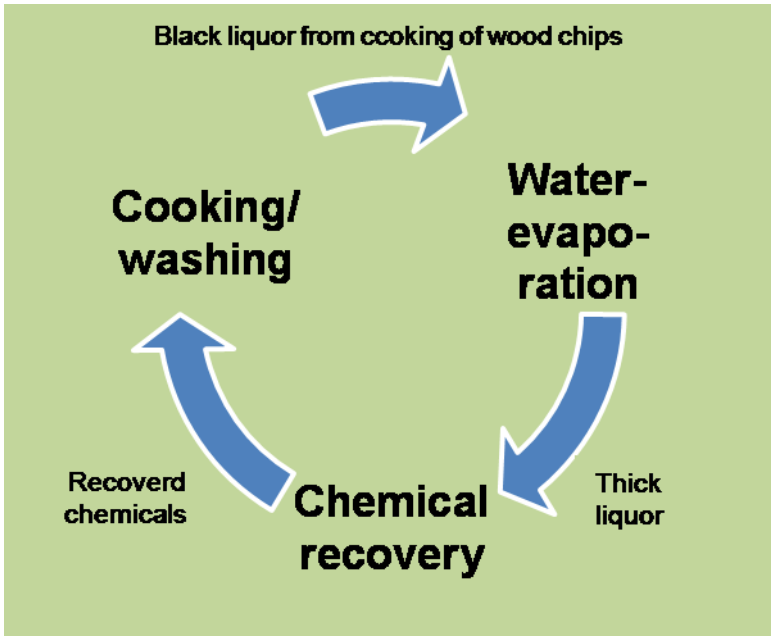



*Figura 9: Fluxul tehnologic al sistemului de recuperare [4].*

- Producerea termo - mecanică (PTM)

Producerea termo-chimică a hârtiei utilizează căldura şi energia mecanică pentru a extrage fibrele celulozice din lemn. Aşchiile lemnoase sunt impregnate cu abur pentru a umezi materialele. Pe urmă fibrele sunt extrase din aşchii de o maşină rotativă de rafinare. Aceasta este compusă de regulă din două discuri care se rotesc în sens opus.

Energia de rotație a „rafinorului" eliberează mult abur din aşchiile lemnoase umede. Acest „abur rezidual" sau „abur PTM" este separat de fibrele lemnoase şi trimis la sistemul de recuperare a energiei. Fibrele sunt apoi sortate (pentru a îndepărta particulele prea mari), curățate şi înălbite pentru a obține celuloya de calitatea dorită [4]. *Figura 10* ilustrează întregul flux tehnologic de producere termo-mecanică a celulozei.

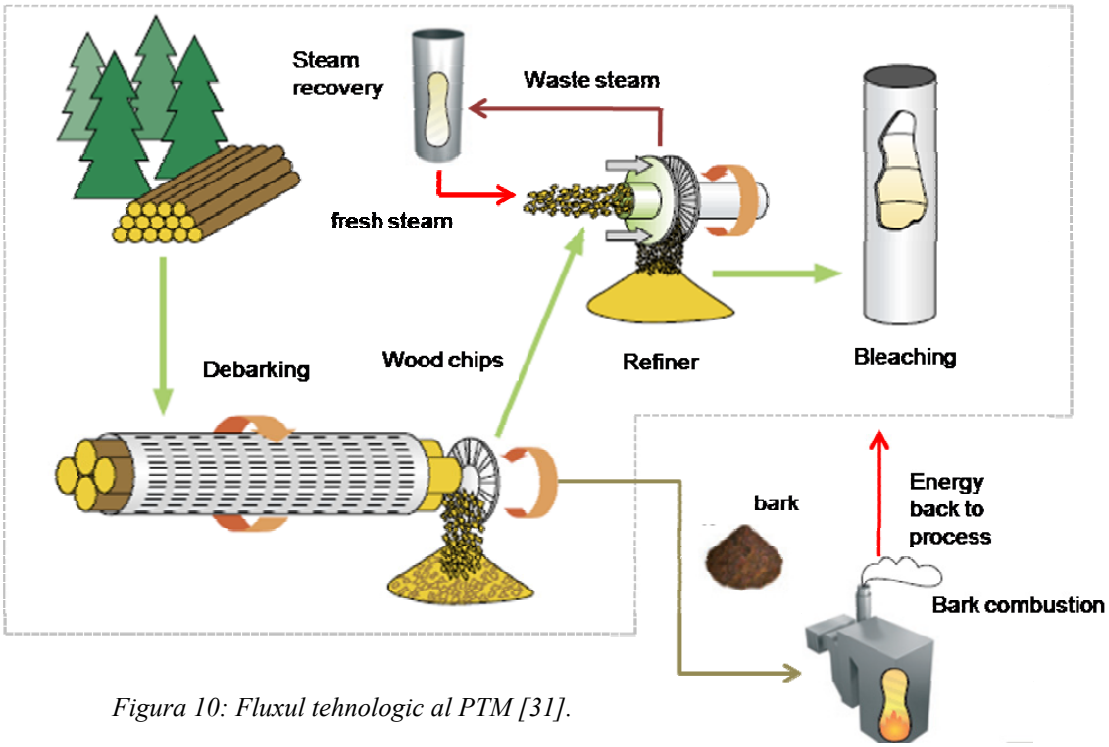



*Figura 10: Fluxul tehnologic al PTM [31].*

- Sistemul de recuperare a energiei

Aburul care este direcționat spre sistemul de recuperare a energiei conține o mulțime de impurități (de ex.: terebentină, uleiuri organice volatile) şi nu poate fi utilizat direct la ardere. De aceea aburul fierbinte este utilizat în boilerul de recuperare a căldurii, pentru a încălzi apa curată şi pentru a produce abur nou pentru impregnarea aşchiilor lemnoase. În urma acestui proces, aburul PTM condensează (Figura 11) şi este transportat către sistemul de epurare a apelor uzate. Prin utilizarea boilerului de recuperare, 60–70% din energia necesară pentru funcționarea utilajului de rafinare, poate fi recuperată sub formă abur curat [12].

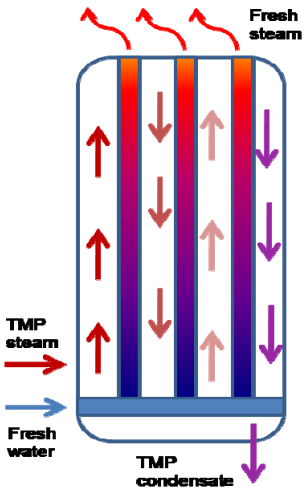



*Figura 11: Schimbul de căldură între abur şi apa proaspătă în PTM [12].*

- Celuloză obținută din reciclarea hârtiei

Pentru a economisi materii prime şi energie, hârtia poate fi reciclată prin reutilizarea fibrelor hârtiei în loc de fibre lemnoase noi. În acest scop, se prepară diferite clase de hârtie recuperată care sunt apoi folosite de maşina de fabricare a hârtiei [3]. *Figura 12* prezintă un exemplu de flux tehnologic pentru procesarea hârtiei reciclate.

Suspensia fibroasă este produsă într-un recipient plin cu apă şi hârtie reciclată. Acest aşa numit „defibrator" descompune hârtia reciclată în fibrele sale prin dizolvarea acesteia în apă [3]. Particulele de cerneală şi impuritățile (folii, textile, pungi de plastic, pietre, sau bucăți de lemn) sunt separate de suspensie înainte ca aceasta să ajungă la maşina de fabricare a hârtiei [18].

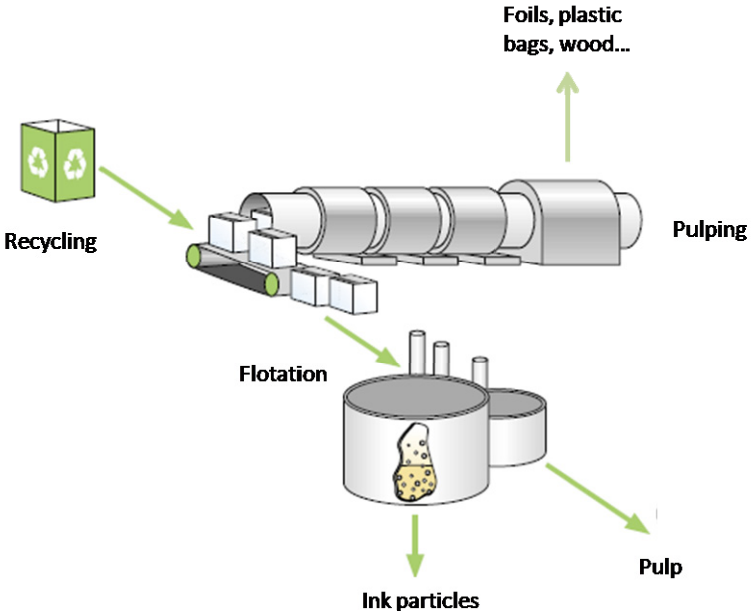



*Figura 12: Fabricarea hârtiei din fibre reciclate [31].*

Impuritățile care sunt îndepărtate în procesul de reciclare, pot fi arse în vederea producerii de energie [19].

⇒ Reciclare vs. incinerare

Reciclarea hârtiei contribuie la durabilitatea procesului de producție a hârtiei; însă este mereu necesar să se aducă noi fibre din pădure în ciclul hârtiei. Maculatura conține multe fibre rupte sau distruse care nu mai pot fi reprocesate [7]. La fiecare ciclu de reprocesare, 10–20 % dintre fibre devin prea mici pentru a fi reutilizate şi trebuie să fie înlocuite [17].

Hârtia care nu mai poate fi reprocesată, poate fi arsă împreună cu alte deşeuri casnice în incineratoare municipale. Hârtia influențează pozitiv procesul de incinerare deoarece arde foarte uşor şi reduce cererea de combustibili fosili suplimentari [17]. Combusta unei tone de maculatură substituie aproximativ 600 de litri de petrol [22].

Deoarece incineratoarele municipale generează de obicei energie, de exemplu aburi pentru sistemul de termoficare şi energie electrică pentru rețeaua de dsitribuție (*Figura 14*), incinerarea maculaturii care nu mai poate fi reciclată sau utilizată în alte materiale, este un mod de recuperare a energiei.

*Figura 13: Macara pentru manipularea deşeurilor [25].*

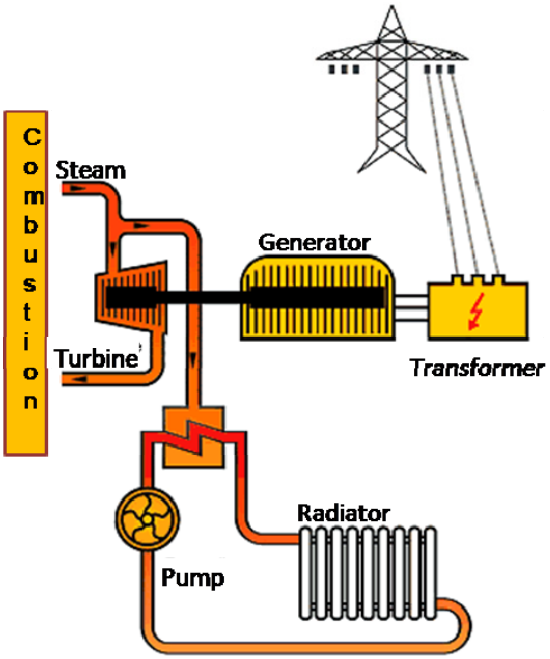



*Figura 14: Energia obținută la incinerarea deşeurilor [26].*

## *Reciclarea hârtiei vs. utilizarea de noi fibre lemnoase*

Producerea hârtiei are numeroase efecte asupra mediului; acest capitol va prezenta influențele cele mai cunoscute asupra mediului ale producerii de celuloză şi hârtie.

Deşi există multe tipuri de hârtie şi variate procese de producere a celulozei şi hârtiei, diferiți experți europeni şi americani susțin că hârtia fabricată din fibre reciclate este mai puțin nocivă pentru natură decât hârtia produsă din fibre noi. [9, 10, 19, 25, 26]

Tabelul 1 ilustrează diferitele efecte asupra mediului ale procesului de producere a unei tone de hârtie din fibre primare (noi) (Scenariul A) în comparație cu producerea unei tone de hârtie din fibre secundare (reciclate) (Scenariul B). Efectele cele mai grave asupra mediului le au:

- Gazele cu efect de seră, cum ar fi dioxidul de carbon ($CO_2$) şi metanul ($CH_4$), contribuie la schimbările climatice prin captarea energiei solare în atmosferă [24]
- Micile particule (< 10 µm) care sunt împrăştiate în atmosferă în timpul combustiei, pot ptovoca astmuri şi alte afecțiuni respiratorii sau chiar cancer, când sunt inhalate [24]

- Dioxidul de sulf: $SO_2$ rezultă din arderea în boilere a combustibililor care conțin sulf (cărbune, petrol), şi duce la probleme legate de poluarea aerului, cum ar fi ploile acide sau smogul (amestec de ceață şi fum) [24]
- COD: Valoarea Cererii Chimice de Oxigen (Chemical Oxygen Demand - COD) arată cantitatea de compuşi organici persistenți (poluanți organici) din apa reziduală [24]
- BOD: Cererea Biochimică de Oxigen (Biochemical Oxygen Demand – BOD) arată cantitatea de oxigen consumată de microorganisme în timpul descompunerii materiei organice din apa reziduală. Deversarea de ape reziduale cu un conținut BOD ridicat, poate duce la reducerea oxigenului diyolvat in apa şi la efecte nedorite asupra peştilor şi altor organisme [18]
- AOX: Halogenii organici absorbabili, sunt o măsură indirectă a compuşilor organici clorurați, o parte dintre aceştia fiind toxici [24]
-

*Tabelul 1: Comparația efectelor asupra mediului între hârtia produsă din fibre proaspete (noi) şi hârtia produsă din fibre reciclate [8, 9, 24].*

| | **A: fibre 100% noi** | **B: fibre 100% reciclate** |
|---|---|---|
| ***Materii prime*** | - | - |
| Lemn | 2.200 kg | - |
| Hârtie utilizată (reciclată) | - | 1.100–1.300 kg |
| Minerale (de ex. calcar) | 100 kg | 25 kg |
| Substanțe chimice (pigmenți, filere etc.) | 230 kg | 130 kg |
| Apă | 30.000-100.000 l | 10.000-20.000 l |
| ***Consum energetic*** | - | - |
| La combustia reziduurilor lemnoase | 3-4 MWh | |
| La combustia deşeurilor din proces | | 0,5-1 MWh |
| Suplimentar (de ex.: combustibili fosili) | 0,5-1 MWh | 1-2 MWh |
| Total | 3,5-5 MWh | 1,5-3 MWh |
| ***Emisii în apă*** | - | - |
| COD | 5-50 kg | 2-10 kg |
| BOD | 1,8-2,1 kg | 1,6-2 kg |
| AOX | <0,5 kg | <0,5 kg |
| ***Emisii în aer*** | - | - |
| Gaze cu efect de seră (echivalenți $CO_2$) | 1.200-2.500 kg | 900-1.400 kg |
| Particule | 4-5 kg | 2,5-3 kg |
| Dioxid de sulf | 10-12 kg | 9-11 kg |

În ceea ce priveşte eficiența energetică a ciclului hârtiei, recuperarea fibrelor consumă mai puțină energie decât producerea de hârtie din fibre noi. Cu toate acestea, este posibil ca procesele de reciclare să presupună un consum mai mare de energie provenită din combustibili fosili, deoarece procesul de fabricație din fibre noi foloseşte mult combustibil lemnos. O tonă de hârtie produsă din fibre reciclate consumă aproximativ 2 MWh, adică 40% mai puțină energie decât hârtia produsă din fibre noi [23]. Aceasta este cantitatea de energie pe care o consumă o familie Europeană obişnuită într-o lună jumate[5].

Dacă studiem mai atent emisiile de $CO_2$, economia medie posibilă este de 700 kg la tona de hârtie reciclată în comparație cu cea din fibre noi. Considerând că o maşină emite, pe străzile din Europa, în medie 160 g de $CO_2$ per kilometru, aceasta ar trebui să parcurgă aproximativ 4.400

[5] ***Sursa: www.aee.or.at; Consumul mediu anual de energie (incluzând toți consumatorii electrici şi sistemul de încălzire) este de aproximativ 20.000 kWh.***

de kilometri pentru a emite aceaşi cantitate de dioxid de carbon.

⇒ Combustia deşeurilor din procesul de fabricaţie

Datele din industria hârtiei din Germania arată că în 2001 deşeurile solide (coji şi reziduri lemnoase) au fost folosite în proporţie de 35% pentru generarea de energie, 18% au fost folosite drept fertilizator organic sau epurate biologic, 41% au fost reutilizate ca materie primă în alte sectoare de industrie şi doar 6% erau trimise la gropile de gunoi. Importanţa combustiei deşeurilor din procesul de fabricare, creşte datorită costurilor mari la combustibili fosili, legislaţiei mai stricte în domeniul protecţiei mediului şi costurilor ridicate pentru depozitarea în gropile de gunoi [3]. Industria celulozei şi hârtiei este cel mai mare producător şi consumator de combustibili alternativi cum ar fi rumeguşul, cojile şi alte reziduri lemnoase [19].

### *Generarea de aburi şi electricitate*

În producerea de celuloză şi hârtie, mai multe faze ale procesului tehnologic, cum ar fi secţiunea de uscare, utilizează aburul pentru încălzire. Aburul este generat de schimbul de căldură dintre gazele reziduale fierbinţi ale proceselor de combustie (ale combustibililor fosili sau alternativi) şi de recuperare chimică, şi apa proaspătă [12]. *Figura 15* prezintă principiul de generare a aburului.

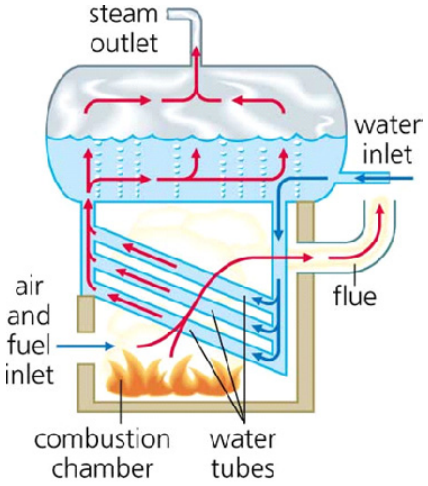



*Figura 15: Principiul simplificat de generare a aburului [15].*

Aburul pune în mişcare o turbină; energia sa termică este transformată în energie de rotaţie mecanică. Arborele turbinei este conectat la un generator care transformă această energie în electricitate. Aburul care iese din turbină este reutilizat pentru încălzire în cadrul procesului.

În punctele de consum de abur, acesta cedează energie prin condensare. Iar condensul este pompat înapoi în boiler pentru a fi vaporizat din nou. Acest proces se numeşte ciclu de cogenerare a aburului (combinat cu producerea de căldură şi electricitate) şi este ilustrat în *Figura 16* [11].

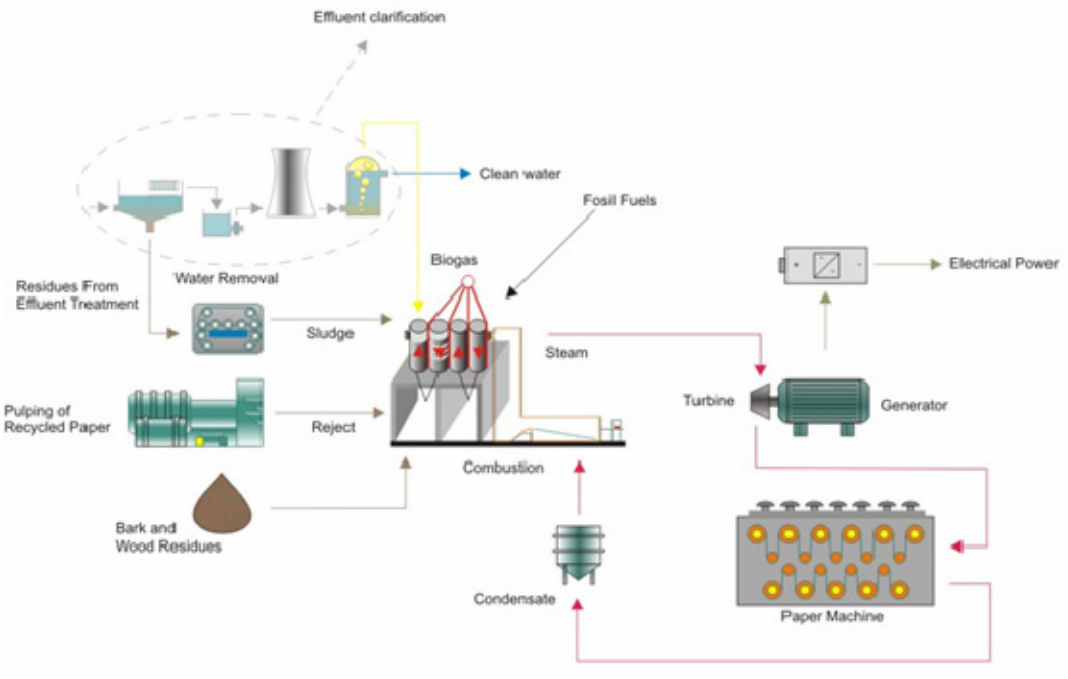



*Figura 16: Fluxul tehnologic al combustiei deşeurilor pentru generarea de aburi şi electricitate [10].*

Rezidurile lichide şi biogazul[6] de la tratarea apelor uzate şi rebuturile din procesul de fabricare a celulozei, sunt arse împreună cu alte reziduri lemnoase şi combustibili fosili [10]. Epurarea biologică locală sau în unităţi municipale de epurare, este o procedură standard pentru apele reziduale din fabricile de hârtie. Cantitatea obişnuită de ape reziduale în fabricile de hârtie moderne este în jur de 10 – 12 L/kg de hârtie [3].

Utilizarea sistemelor de cogenerare pentru îmbunătăţirea eficienţei energetice

Cogenerarea reprezintă generarea simultană a energiei electrice şi a căldurii într-un singur sistem integrat. Căldura risipită în generarea de energie electrică este utilizată pentru uscare sau încălzire în următoarele etape ale procesului tehnologic. Astfel, cantitatea de energie disipată este redusă şi se pot economisi combustibili. Asta înseamnă că eficienţa totală a procesului de cogenerare este mai mare în comparaţie cu generarea tradiţional separată a aburilor şi a energiei electrice [29].

Eficienţa, randamentul (ŋ) unui proces se poate calcula ca raportul dintre puterea de ieşire a sistemului (energie utilă adică: energie termică utilă, energia electrică netă) şi cantitatea de energie adusă în sistem (energia de intrare, adica valoare calorifică inferioară[7]) [13].

$\eta = P_{util}/P_{intrare}$; $P_{util}$ = energie utilă (adică putere, căldură); $P_{intrare}$ = Energia de intrare

Cogenerarea este considerată a fi o tehnologie cheie în economisirea de energie şi în acest fel în reducerea emisiilor de dioxid de carbon. Instalaţiile de cogenerare pot aduce o economie de energie de până la 25% [19]. *Figura 17* prezintă diferenţa de eficienţă energetică dintre instalaţiile de cogenerare, şi operarea separată a generatorului de electricitate şi a boilerului de aburi [29].

***[6]Biogazul este un amestec de metan (55 vol-%), dioxid de carbon (44 vol-%) şi alte componente gazoase (1 vol-%) care este produs de microorganisme, care digeră materie organic în condiţii anaerobe (cu deficienţă de oxigen). Biogazul este creat de exemplu în mlaştini, gropi de gunoi (ecologice), şi în procesul de purificare a apelor reziduale [32].***

***[7]Valoarea calorifică inferioară: Cantitatea de căldură degajată prin combustia completă a unei unităţi de combustibil atunci cand se presupune că apa produced ramâne ca vapor. [30]***

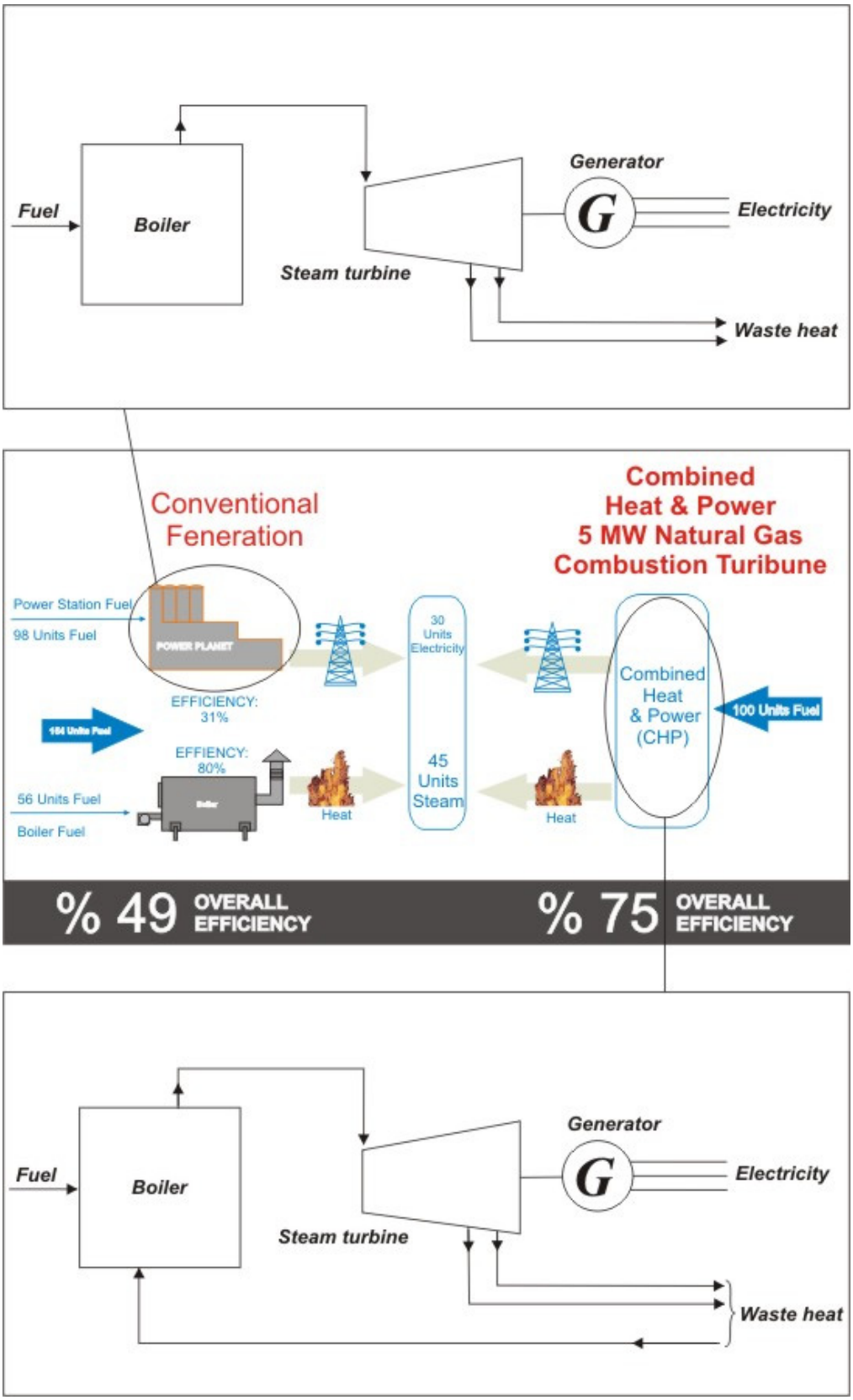



*Figura 17: Eficiența totală a cogenerării (dedesubt) în comparație cu cea a generării separate a aburilor și a electricității (deasupra) [13, 29].*

Când se folosește generarea separată a electricității, aproximativ 31% din energia combustibilului poate fi transformată în energie electrică netă, restul energiei de intrare fiind

pierdut sub formă de „căldură evacuată”. Boilerele tipice pentru producerea de abur transformă 80% din energia combustibilului în energie termică utilă. Dacă, de exemplu, o fabrică de hârtie necesită pentru funcționare 30 de unități de electricitate şi 45 unități de abur, sunt necesare 154 unități de combustibil. Randamentul total al liniei de fabricație va fi: [29]

$\eta = P_{util}/P_{intrare} = (30+45)/154 = 0,49$

**$\eta$ = 49%**

Procesul de cogenerare reutilizează căldura pierdută în faza de generare a electricității şi de aceea necesită mai puțină energie. Într-o fabrică de hârtie, este nevoie de doar 100 de unități de combustibil, pentru a furniza 30 de unități de electricitate şi 45 unități de abur, eficiența fiind mult mai mare [29].

$\eta = P_{util}/P_{intrare} = (30+45)/100 = 0,75$

**$\eta$ = 75%**

## *Formarea colilor pe maşina de fabricare a hârtiei*

Aceasta este etapa finală a procesului de fabricare a hârtiei. *Figura 18* prezintă componentele de bază ale unei maşini de fabricare a hârtiei. Există cinci secțiuni principale: secțiunea de intrare (unde se introduc pasta de celuloză, apa şi celelalte chimicale), secțiunea sitei (care asigură formarea benzii umede), secțiunea de presare, secțiunea de uscare şi grupul final [3].

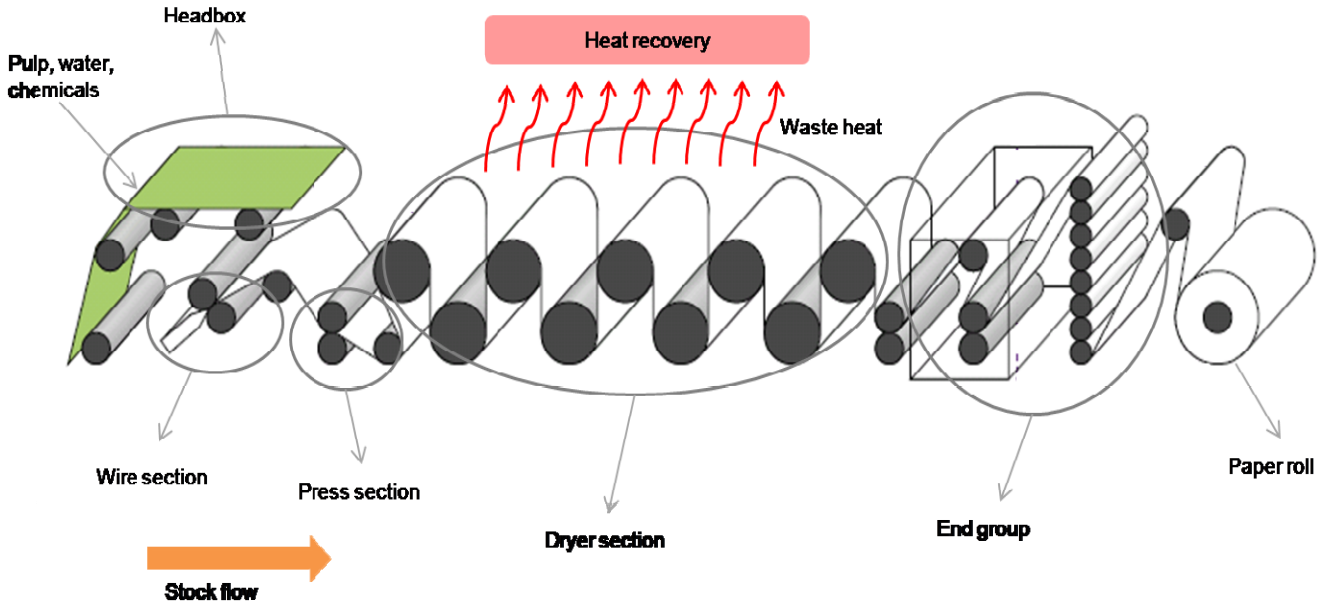



*Figura 18: Principiul de funcționare al maşinii de producere a hârtiei [31, 2].*

La intrare, suspensia fibroasă (pastă mai vâscoasă) formată din pasta de celuloză, apă şi chimicale (materiale de adaos, pigmenți) este distribuită în întreaga maşină. Conținutul de apă al suspensiei este de 99% [2].

În secțiunea sitei, apa este îndepărtată din suspensie prin diferiți cilindri şi cutii vidate, crescându-se astfel conținutul solid la 20% [3].

Eliminarea apei din suspensia fibroasa este continuată în secțiunea de presare prin compresia bandei de hârtie între cilindri metalici. Conținutul solid creşte la 50% [3].

Cilindrii încălziți cu abur din secțiunea de uscare evaporă apa care a mai rămas în amestec [3]. Se formează legături chimice între fibre şi astfel se creează coala de hârtie [18] *Figura 19* ilustrează principiul simplificat de funcționare al secțiunii de uscare.



Intelligent Energy Europe

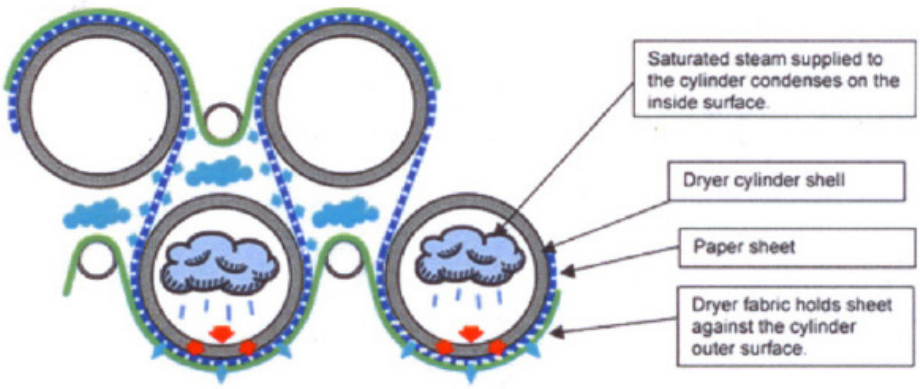



*Figura 19: Principiul secţiunii de uscare [20].*

Pentru operarea eficientă din punct de vedere energetic a maşinilor de fabricare a hârtiei, se instalează sisteme de recuperare a căldurii deasupra secţiunii de uscare. Aerul evacuat din această secţiune, care este fierbinte şi conţine aburi, este colectat şi reutilizat pentru încălzirea diferitelor sectoare ale maşinii de producere a hârtiei [2].
„Grupul final" adaugă la coală, dacă este enevoie, pigmenţi suplimentari sau alte chimicale. Se aplică culoare învelişului şi se netezeşte suprafaţa hârtiei [3]. Hârtia obţinută este înfăşurată pe cilindri mari care pot ajunge la 10 m lungime şi care pot cântări 25 tone. [21]

*Figura 20: Rolă de hârtie [23]*

**Nota:** Sfaturi pentru economia de hârtie
Nu uitaţi niciodată că aveţi o responsabilitate faţă de planetă şi de mediul în care trăim. Folosind resursele şi produsele într-un mod mai responsabil, toată lumea poate contribui la îmbunătăţirea condiţiilor de viaţă pe Pământ.

⇒ Reduceţi consumul de hârtie
- Printaţi e-mailurile şi documentele doar dacă este strict necesar
- Printaţi documentele faţă-verso
- Nu aruncaţi documentele printate pe o singură parte de care nu mai aveţi nevoie – utilizaţi-le pe post de ciorne
- Utilizaţi hârtie subţire oricând este posibil

⇒ Utilizaţi produse făcute din hârtie reciclată

⇒ Selectaţi maculatura şi resturile celulozice, şi aruncaţi-le în cutiile de colectare adecvate

**Studiu de caz:** Calcul:
Fabrica de hârtie are un consum net de energie de 2,4 MWh pe tona de hârtie produsă.

a. Ce cantitate de energie primară (de intrare) este necesară pentru a conduce procesul de producție când este utilizată generarea separată a căldurii şi electricității, cu o eficiență totală de 49%?

$\eta = Q_{util}/Q_{intrare}$

$Q_{intrare} = Q_{util} / \eta = 2{,}4$ MWh/0,49

$Q_{intrare} = 4{,}9$ MWh

b. Ce cantitate de energie primară (de intrare) este necesara când se utilizează cogenerarea căldurii şi electricității, cu o eficiență de 75%?

$\eta = Q_{util}/Q_{intrare}$

$Q_{intrare} = Q_{util} / \eta = 2{,}4$ MWh/0,75

$Q_{intrare} = 3{,}2$ MWh

c. Dacă în cazurile a) şi b) toată energia ar fi generată prin combustia de gaze naturale, cât de multe gaze naturale pot fi economisite prin cogenerare în comparație cu generarea separată a căldurii şi electricității? Valoarea calorifică inferioară a gazului natural este aproximativ 10 kWh/m³.

Diferența dintre cogenerare generarea separată a căldurii şi electricității:

4,9 MWh – 3,2 MWh = 1.7 MWh

1.700 kWh/10 kWh/m³ = 170 m³

170m³ de gaz natural pot fi economisiți la tona de hârtie atunci când se utilizează cogenerarea.

d. Completați ecuația reacției chimice de combustie a gazului natural

$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

e. Considerând că gazul natural ar conține doar $CH_4$, câte grame de $CO_2$ ar putea fi economisite pentru o tonă de hârtie dacă s-ar folosi cogenerarea? Combustia unui m³ de $CH_4$ emite 1 m³ de $CO_2$ în atmosferă. Masa molară a $CO_2$ este 44 g/mol.

1 mol = 22,414 l

1 m³ = 1.000 l/22,414 l/mol = 44,6 mol

44,6 mol/m³ * 44 g/mol = 1.962,4 g/m³

170 m³ * 1.962,4 g/m³ = 333.608 g

**Experiment:** Produceți propria voastră hârtie!

De pe Internet: http://www.flickr.com/photos/bzedan/sets/967347/; 14.12.2008

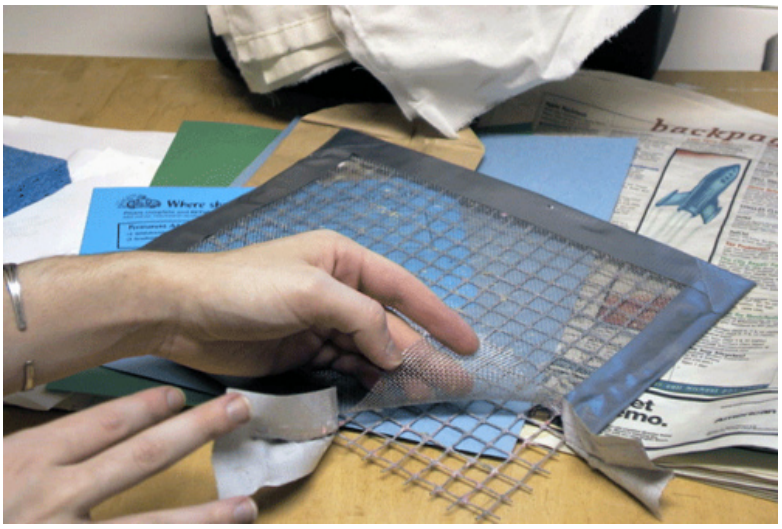
Aveți nevoie de: hârtie, un blender, o cuvă (de xemplu o cutie pentru pisoii noi născuți), câteva ziare vechi, un ventilator, apă, un burete, o pânză (un cearşaf vechi), bandă adezivă, o plasă de muşte (40x30cm), plasă facută din sârmă (40x30cm) cu găuri de mărime: 2x2cm, un multimetru

Faceți "postavurile": tăiați pânza (cearşaful) în bucăți de 50x40cm.

Faceți plasa: Acesta este versiunea cea mai simplă şi mai ieftină pe care o puteți face. Ambele tipuri de plase pot fi găsite în orice magazin de bricolaj (de exemplu Praktiker sau Bricostore).



Intelligent Energy Europe



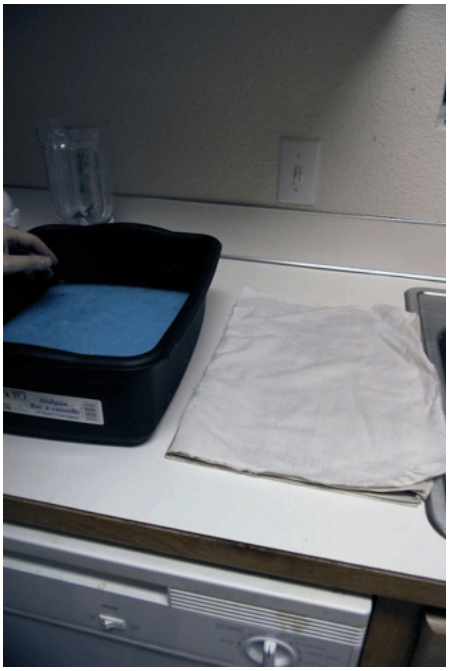
Umpleți blenderul cu două treimi apă. Temperatura apei utilizate trebuie să fie între călduț şi temperatura apei calde pe care o folosiți când faceți baie.

Începeți să rupeți sau să tăiați hârtia. Ideal, bucățile de hârtie ruptă ar trebui să fie pătrate în jur de 2x2 cm.

Puneţi hârtia în blender şi amestecaţi bine (cel puţin trei minute). Puteţi calcula energia necesară pentru amestecare: **Q=P*t.** P poate fi măsurat cu ajutorul multimetrului.

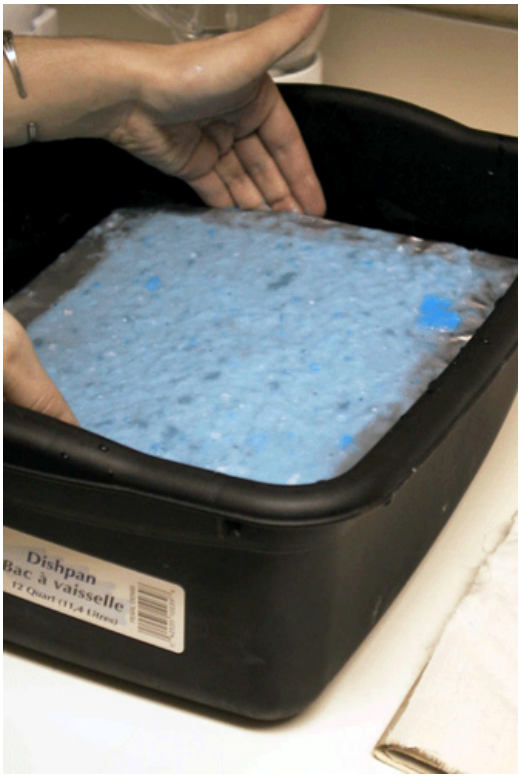
Puneţi pasta celulozică obţinută în cuvă. Adaugaţi alte două blendere de pastă (obţinută în acelaşi mod) şi un blender de apă. Astfel, veţi obţine o „supă bună”, nici prea groasă, nici prea diluată.

Pregătiţi spaţiul. Lângă cuvă, aşezaţi câteva ziare. Apoi aşezaţi un ‚postav’ deasupra ziarului. Ţineţi restul de ziare şi ‚postavuri’ prin apropriere.



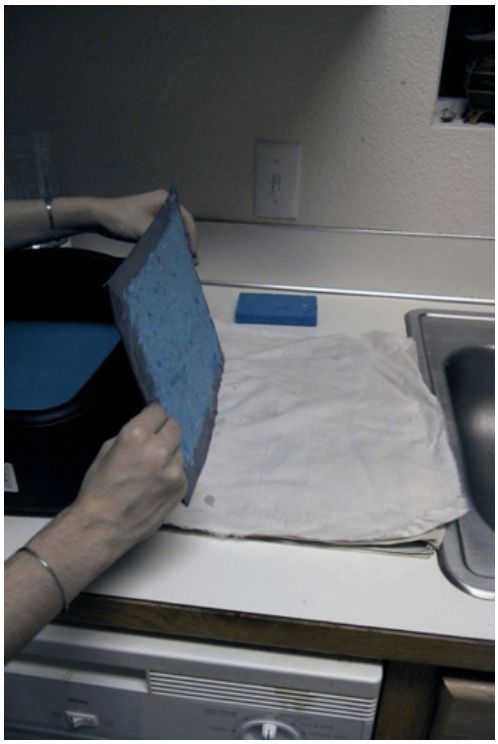
Amestecaţi bine cu mâna conţinutul cuvei.

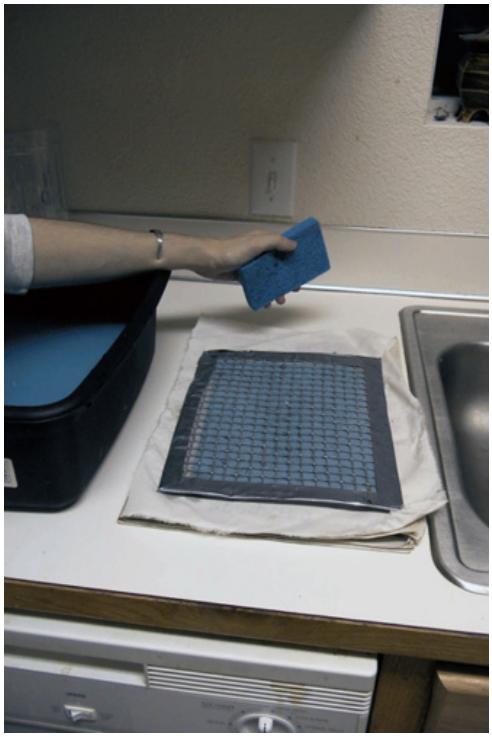
Introduceţi acum plasa creată de dvs. în acest nou amestec din cuvă. Balansaţi puţin plasa înainte şi înapoi, depunând şi netezind amestecul celulozic de-a lungul plasei. Continuaţi mişcarea de balans în timp ce scoateţi plasa din cuvă. Dacă nu iese aşa cum ar trebui, întoarceţi plasa şi bateţi uşor cu palma către amestecul din cuvă, iar celuloza depusă va cădea înapoi în cuvă. Astfel veţi putea relua acest pas.



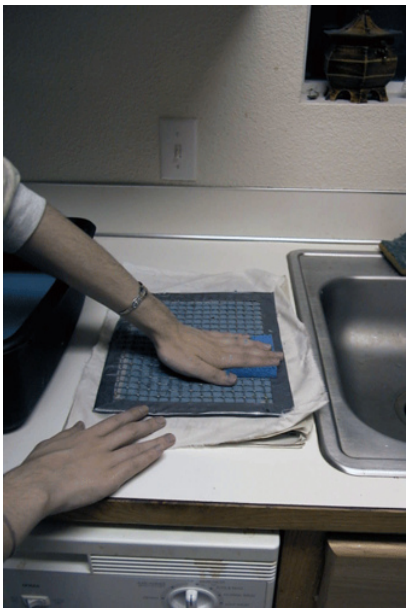

Odată coala formată, înclinaţi plasa pentru a scurge excesul de apă. Când va picura doar intermitent, o veţi putea culca.

Aceasta este "culcarea". Aliniați plasa dvs. pe ‚postavuri' şi întoarceți-l. Apa din plasă ar trebui să mențină suficient timp hârtia lipită pe plasă pentru ca dvs. să efectuați această operațiune.

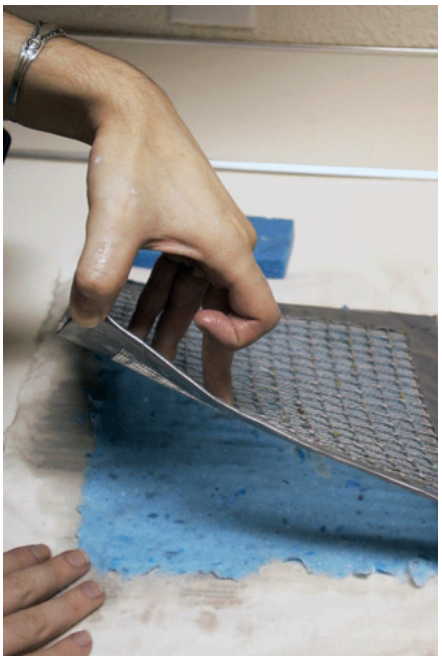




Absorbiți mai multă apă utilizând buretele. Deplasați-l pe spatele plasei dvs. fără a deteriora marginile acesteia.



Pornind de la un colţ, separaţi plasa de hârtie. Dacă aceasta nu se desprinde, lăsaţi-o din nou jos şi absorbiţi încă şi mai multă apă cu buretele. Apoi reveniţi la acest pas.



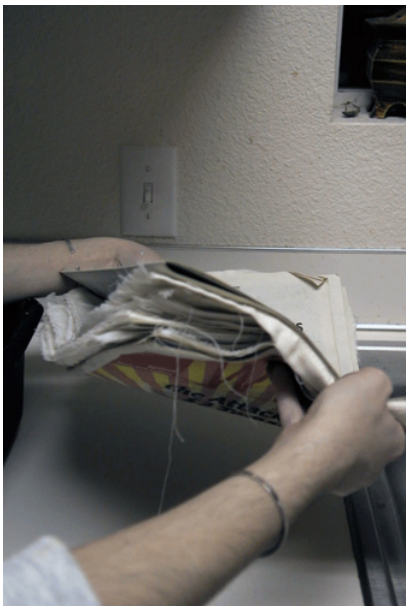
Acoperiţi hârtia dvs. cu un alt ‚postav'. Apoi adaugaţi un alt ziar, şi deasupra încă un postav şi puteţi relua procedura cu plasa.

După realizarea a 3-5 coli, veți observa că hîrtia dvs. se subțiază. E momentul să adăugați mai multă pastă celulozică preparată în blender.

După ce ați terminat de făcut colile, puneți un alt ‚postav' şi ziar deasupra stivei create. Rezultatul este numit „post".



Intelligent Energy Europe



A sosit momentul presării. Pe o podea care se poate şterge uşor sau de care nu vă pasă, aşezaţi ‚postul' dvs. şi puneţi o placă deasupra.

Staţi pe el, poziţionându-vă chiar pe ‚post'. Staţi aşa câteva minute.

Acum puteți să scoateți colile de hârtie umede, și să le lăsați să se usuce într-un spațiu bine ventilat, sau o puteți păstra pe postav. ATENȚIE: trageți întotdeauna ușor și de la colțuri. Atârnați ‚postavurile' să se usuce, și reciclați ziarul. Hârtia este rezistentă, dar fiți delicat(ă) cu ea atunci când o desprindeți de ‚postavuri'.

Dacă uscați hârtia cu un ventilator, puteți calcula energia de uscare după cum urmează: **Q=P*t.** P poate fi măsurat cu multimetrul.

## Bibliografie


1. The paper making process - From wood to coated paper: Sappi idea exchange; de pe Internet: www.ideaexchange.sappi.com, 06.octombrie 2008
2. European Commission: Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. December 2001; de pe Internet: www.bmwa.gv.at., 06.octombrie 2008
3. Herbert Holik (Ed.): Handbook of paper and board; Wiley – VCH Verlag GmbH & Co, KgaA, Weinheim (Germany), 2006
4. [Herbert Sixta (Ed.): Handbook of pulp, Volume 2, Wiley – VCH Verlag GmbH & Co, KgaA, Weinheim (Germany), 2006
5. Anders Thoren (Ed.) Paper in the Ecocyle, Media Express Fallköping 1995, ISBN: 9188198-21-9
6. Herbert Sixta (Ed.): Handbook of pulp, Volume 1, Wiley – VCH Verlag GmbH & Co, KgaA, Weinheim (Germany), 2006
7. European Enviroment Agency: Paper and Cardboard – recovery or disposal? Review of life cycle assesment and cost – benefit analyses on the recovery and disposal of paper and cardboard, EEA Technical Report 5/2006; Copenhagen 2006; ISBN: 92-9167-783-3
8. Initiative 2000 plus; Kritischer Papierbericht 2004; Essen, 2004; de pe Internet: www.unmweltdaten.de/publikationen/fpdf-k/papierb_kurz.pdf, 10.octombrie 2008
9. De pe Internet: http://www.infonetz-owl.de, 16.octombrie 2008
10. Siemens: Press release; Generating electrical power instead of disposal to landfill: Sipaper Reject Power extracts electrical energy and process heat from residues from p a p e r production, Wiesbaden-June 27, 2006, de pe Internet: www.industry.siemens.com/press, 16.octombrie 2008
11. Johann Gullichsen (Ed.), Carl-Johan Fogelholm(Ed.): Chemical Pulping; Book 6B of "Papermaking Science and Technology" – a series of 19 books; published in cooperation with the Finnish Paper Engineer`s Association and TAPPI
12. Jan Sundholm (Ed.): Mechanical Pulping; Book 5 of "Papermaking Science and Technology" – a series of 19 books; published in cooperation with the Finnish Paper Engineer`s Association and TAPPI
13. EDUCOGEN – the European Educational tool on cogeneration, second edition,september 2001; de pe Internet: www.cogen.org, 05. noiembrie 2008
14. UPM Steyrermühl; Umwelterklärung 2004 – 2006
15. De pe Internet: www.Energyefficiencyasia.org, 05.noiembrie 2008
16. De pe Internet: http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_49_papier.pdf, 05.noiembrie 2008
17. International Institute for Environment and Development: Towards a Sustainable p a p e r cycle, An independent study on the sustainability of the pulp and paper industry; London, 1996; de pe Internet: www.wbcsd.org/web/publications/paper-future.pdf, 05.noiembrie 2008
18. De pe Internet: http://www.edf.org, 10.noiembrie 2008
19. De pe Internet: www.paperonline.org, 10.noiembrie 2008
20. De pe Internet: www.pita.co.uk, 13.noiembrie 2008
21. De pe Internet: www.earth911.com 13.noiembrie 2008
22. Confederation Of European Paper Industries, Environmental Report 2000; Brussels November 2000; de pe Internet: www.cepi.org, 11.noiembrie 2008
23. Jennifer Roberts (Ed.); The State of the Paper Industry, Monitoring the Indicators of Environmental Performance, A collaborative report by the Steering Committee of the

Environmental Paper Network; de pe Internet: www.environmentalpaper.org/stateofthepaperindustry, 12.noiembrie 2008
24. De pe Internet: www.papercalculator.org, 12. noiembrie 2008
25. De pe Internet: www.waste-management-world.com, 14. noiembrie 2008
26. De pe Internet: www.gte.at, 14. noiembrie 2008
27. De pe Internet: www.reports.andritz.com, 28.noiembrie 2008
28. De pe Internet: www.reports.eea.europa.eu, 29.noiembrie 2008
29. U.S. Environmental Protection Agency, Combined Heat and Power Partnership: Catalog of CHP Technologies; December 2008; de pe Internet: www.epa.gov; 05.decembrie 2008
30. De pe Internet: www.iea.org; 03.decembrie 2008
31. UPM – Kymmene Corporation; So entsteht Qualitätspapier; de pe Internet: www.upm-kymmene.com; 05.decembrie 2008
32. Austrian Energy Agency: Technologie Portrait Biogas; de pe Internet: www.energytech.at; 08.decembrie 2008
33. De pe Internet: www.eoearth.org; 10.decembrie 2008
34. De pe Internet: www.stfi-packforsk.se; 11.decembrie 2008

***Figuri***

Figura 1: Produse din hârtie. 52
Figura 2: Aportul surselor primare de energie [22]. 53
Figura 3: Producţia anuală de electricitate în UE-27, după sursă/combustibil [28]. 54
Figura 4: Ciclul de viaţă al hârtiei [31]. 55
Figura 5: Principiul simplificat al compoziţiei celulare a lemnului [16]. 56
Figura 6: Fluxul energetic al fabricii de hârtie UPM din Steyrermühl, Austria [14].57
Figura 7: Celuloză înălbită [34]. 59
Figura 8: Fluxul tehnologic al producerii chimice de celuloză [31]. 59
Figura 9: Fluxul tehnologic al sistemului de recuperare [4]. 60
Figura 10: Fluxul tehnologic al PTM [31]. 61
Figura 11: Schimbul de căldură între abur şi apa proaspătă în PTM [12]. 61
Figura 12: Fabricarea hârtiei din fibre reciclate [31]. 62
Figura 13: Macara pentru manipularea deşeurilor [25]. 63
Figura 14: Energia obţinută la incinerarea deşeurilor [26]. 63
Figura 15: Principiul simplificat de generare a aburului [15]. 66
Figura 16: Fluxul tehnologic al combustiei deşeurilor pentru generarea de aburi şi electricitate [10] 67
Figura 17: Eficienţa totală a cogenerării (dedesubt) în comparaţie cu cea a generării separate a aburilor şi a electricităţii (deasupra) [15, 35]. 68
Figura 18: Principiul de funcţionare al maşinii de producere a hârtiei [37, 2].69
Figura 19: Principiul secţiunii de uscare [20]. 70
Figura 20: Rolă de hârtie [23] 70