

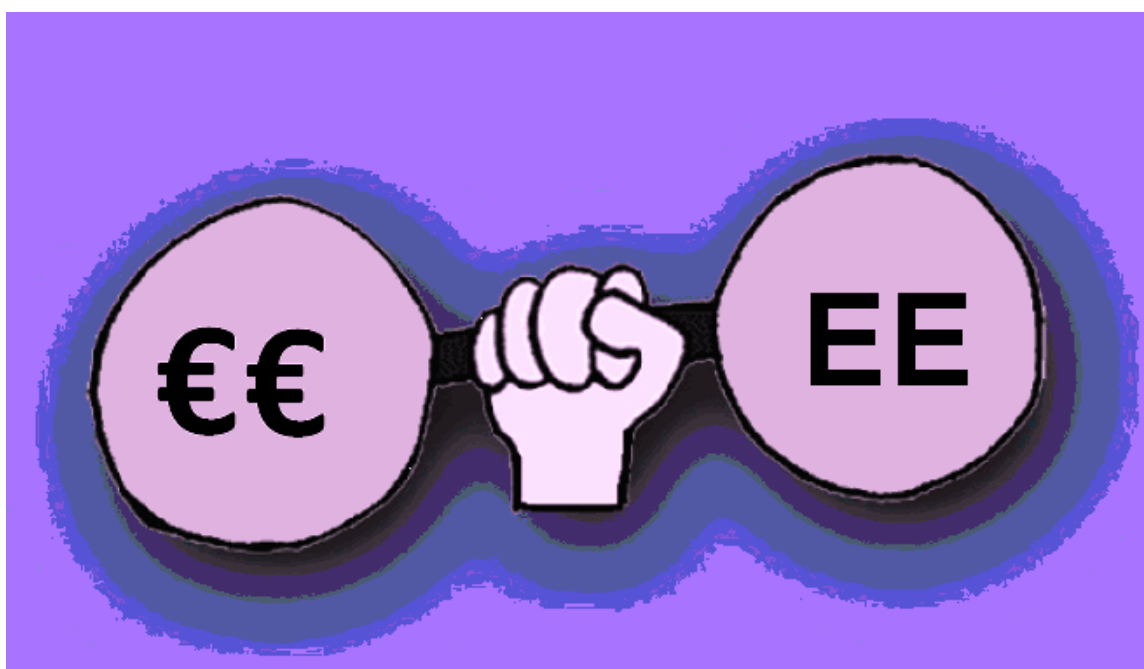
**Ministerul Educației
Universitatea Tehnică a Moldovei**

credo

Creation of third cycle studies - Doctoral Programme
in Renewable Energy and Environmental Technology



EFICIENȚA ENERGETICĂ



Chișinău - 2013

Any path to sustainability begins with improving energy efficiency throughout the global economy.

IEA Work for the G8. Report to the G8 Summit,
Hokkaido, Japan

conf.dr.ing. Aurel Guțu
l.super. Larisa Tcaci

EFICIENTA ENERGETICA

Ciclu de prelegeri

Chișinău – 2013

CZU

Lucrarea este destinată doctoranzilor din cadrul ...

ISBN

CUPRINS

1	EFICIENȚA ENERGETICĂ; NOȚIUNI		
	1.1	Generalități	
	1.2	Bilanțul energetic	
	1.3	Indicii de eficiență energetică	
		1.3.1 Indici generali	
		1.3.2 Eficiența instalațiilor de conversie a energiei	
		1.3.3 Performanța clădirilor	
		1.3.4 Indicii de eficiență energetică a proceselor tehnologice	
		1.3.5 Indicii de eficiență energetică a transportului	
	1.4	Analiza termodinamică a sistemelor energetice	
		1.4.1 Generalități	
		1.4.2 Analiza energetică	
		1.4.3 Analiza exergetică	
		1.4.4 Analiza exergoeconomică	
	1.5	Eficiență energetică în Republica Moldova	
		1.5.1 Stare generală	
		1.5.2 Politici ale Uniunii Europene în domeniul eficienței energetice	
		1.5.3 Politici ale Republicii Moldova în domeniul eficienței energetice	
	REFERINȚE		
2	EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN CLĂDIRI		
	2.1	Conceptul de clădire. Tipuri	
	2.2	Cerințe de calitate a clădirilor	
	2.3	Condiții de confort	
	2.4	Sisteme de încălzire	
		2.4.1 Bilanțul termic al clădirii	
		2.4.2 Calcularea pierderilor de căldură	
		2.4.3 Fluxurile de aer în încăperi	
		2.4.4 Instalații de încălzire	

		2.4.5 Măsurile de reducere a consumului de căldură la încălziri	
	2.5	Condiționarea aerului în clădiri	
		2.5.1 Noțiuni generale	
		2.5.2 Soluții de reducere a consumului de energie în sistemele de climatizare	
	2.6	Ferestre energoeficiente	
	2.7	Apa caldă menajeră	
	2.8	Pregătirea hranei	
	2.9	Iluminatul	
	2.10	Aparate electrocasnice	
	2.11	Certificatul energetic al clădirii	
	2.12	Auditul energetic al clădirii	
	REFERINȚE		
3	EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN INDUSTRIE		
	3.1	Energetica industriei	
	3.2	Metode de sporire a eficienței energetice în industrie	
		3.2.1 Măsurile macroeconomice	
		3.2.2 Raționalizarea sistemelor energetice ale întreprinderilor	
		3.2.3 Eficientizarea utilajelor termotehnologice	
		3.2.4 Eficientizarea utilajului electroenergetic	
		3.2.5 Reducerea pierderilor	
	3.3	Valorificarea resurselor energetice secundare	
	3.4	Auditul energetic al întreprinderii	
	3.5	Sistemul de management energetic al întreprinderii	
	REFERINȚE		
4	EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN AGRICULTURĂ		
	4.1	Energetica agriculturii	
	4.2	Reducerea intensității energetice la cultivarea plantelor	
	4.3	Economisirea energiei în sistemele de irigare	
	4.4	Eficientizarea energetică a serelor	

	4.5	Eficientizarea energetică a fermelor	
	4.6	Reducerea consumului de energie în instalațiile de uscare	
	REFERINȚE		
5	EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN TRANSPORT		
	5.1	Transportul mondial	
	5.2	Transportul în Republica Moldova	
	5.3	Eficientizarea transportului	
	5.4	Transportul urban	
	REFERINȚE		
6	EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN SISTEMELE DE CONVERSIE ȘI TRANSPORT A ENERGIEI		
	6.1	Instalații și sisteme de conversie și transport a energiei	
	6.2	Eficiența sistemelor de alimentare cu energie termică	
		6.2.1 Sisteme termoelectrice	
		6.2.2 Eficiența surselor de energie termică	
		6.2.3 Abc	

1 EFICIENȚA ENERGETICĂ; NOȚIUNI

1.1 Generalități

Eficiența energetică prezintă utilizarea rațională a resurselor energetice, adică economisirea justificată a acestor resurse la nivelul existent al dezvoltării tehnicii și tehnologiei cu respectarea condițiilor de protecție a mediului înconjurător.

Economisirea resurselor energetice a fost întotdeauna o preocupare a omenirii la toate nivelurile: cât a consumatorilor de rând, atât și a savanților. Fondatorul termodinamicii ca știință, savantul francez Sadi Carnot, a avut ca obiectiv al cercetărilor sale crearea unui ciclu al motoarelor de forță cu eficiența energetică maximă: care ar obține lucrul maxim de la sursa disponibilă de căldură.

Problema eficienței energetice s-a acutizat în a doua jumătate a secolului al XX, mai întâi, după criza petrolului din anul 1973 și apoi după manifestările tot mai frecvente către sfârșitul secolului ale schimbărilor climaterice în urma creșterii în atmosferă a concentrației gazelor cu efect de seră.

Măsura luată ca răspuns de către țările dezvoltate a fost conservarea energiei. În conformitate cu terminologia adoptată de Conferința Mondială a Energiei [1], termenul conservarea energiei include un complex de politici și acțiuni întreprinse cu scopul de a asigura creșterea eficienței utilizării resurselor energetice, de exemplu, măsuri îndreptate la economisirea combustibilului și energiei secundare, raționalizarea utilizării resurselor energetice, de exemplu, măsuri îndreptate la economisirea combustibilului și energiei secundare, raționalizarea utilizării lor, substituirea combustibilului și purtătorilor de energie deficitari și costisitori prin alții, mai accesibili (substituirea țițeiurilor prin cărbuni, surse ne convenționale de energie ș.a.).

Conservarea energiei a avut un impact esențial asupra politicii statelor, atât pe plan intern, prin mărirea atenției asupra sectorului energetic, privatizarea lui practic în toate țările, cu excepția Franței, cât și mondial, prin sporirea interesului asupra țărilor bogate în gaz și petrol.

În scopul conservării energiei au fost luate un șir de măsuri, care pot fi grupate în următoarele categorii:

- legislative;
- organizaționale, care constau în instituirea de instituții speciale – ministere, agenții speciale etc. precum și în restructurarea și reorganizarea, atât la nivel macroeconomic, cât și microeconomic;
- economice, care includ pârghiile financiare și creditare de reorganizare a economiei și dirijare a dezvoltării ei în direcția consumului minim de energie;

- tehnice - care includ asigurarea realizării organizate a procesului tehnologic fără pierderi și consumuri ne motivate de energie, elaborarea și introducerea în procesul de producere a tehnologiilor noi energoeconome, utilizarea resurselor energetice secundare, reutilizarea multiplă a energiei în diferite procese etc.;
- de informare, instruire și iluminare, îndreptate spre răspândirea informației despre metodele de conservare, practica aplicării lor și rezultatele obținute, spre pregătirea specialiștilor la nivelul cerințelor contemporane în domeniul energiei, spre răspândirea în masele largi de consumatori a cunoștințelor necesare în domeniul conservării energiei.

Deacum din primul deceniu de aplicare conservarea energiei, bazată în mare măsură pe sporirea eficienței energetice, a dat rezultate semnificative: de la dublarea până în 1973 a consumului de energie fiecare 10-15 ani creșterea acestuia s-a redus la 1,0-1,5 % pe an. După

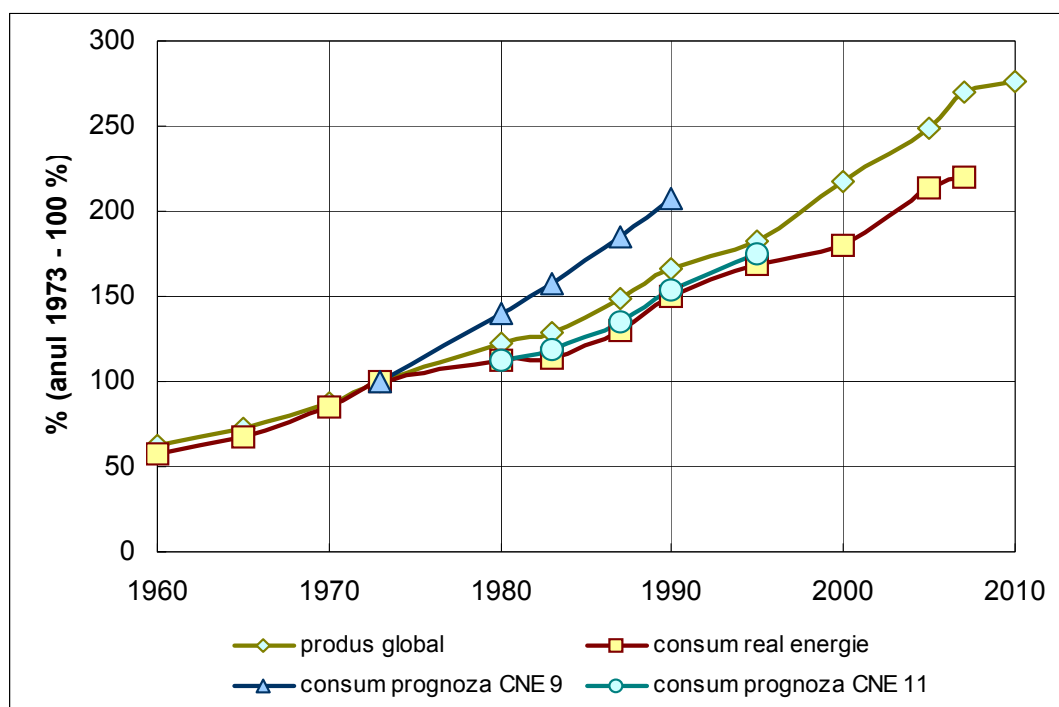


Figura 1.1 Evoluția produsului mondial global și a consumului mondial de energie în ultimii 50 de ani.

cum se vede din fig.1.1, dacă în perioada anticriză curbele produsului global mondial și al consumului de energie aveau același caracter, după criză s-a început decuplarea lor, consumul de energie având o întârziere tot mai pronunțată. Dacă conform pronosticului Congresului al 9 al Consiliului Mondial al Energiei dublarea consumului în raport cu anul 1973 se aștepta către anul 1990, ea a fost atinsă abia către 2004.

Cheltuielile pentru aplicarea măsurilor de sporire a eficienței energetice variază în limite mari de la o măsură la alta. Dar, în linii generale, banii cheltuiți în această direcție aduc o economie de combustibil mai mare decât dacă ei ar fi investiți în valorificarea de noi zăcăminte

de combustibili. De aceea sporirea eficienței energetice mai este numită și o „nouă sursă de energie”.

- ✓ Eficiența energetică prezintă utilizarea rațională a resurselor energetice, adică economisirea justificată a acestor resurse la nivelul existent al dezvoltării tehnicii și tehnologiei cu respectarea condițiilor de protecție a mediului înconjurător.
- ✓ Conservarea energiei include un complex de politici și acțiuni întreprinse cu scopul de a asigura creșterea eficienței utilizării resurselor energetice, de exemplu, măsuri îndreptate la economisirea combustibilului și energiei secundare, raționalizarea utilizării resurselor energetice, de exemplu, măsuri îndreptate la economisirea combustibilului și energiei secundare, raționalizarea utilizării lor, substituirea combustibilului și purtătorilor de energie deficitari și costisitori prin alții, mai accesibili (substituirea țițeiurilor prin cărbuni, surse ne convenționale de energie ș.a.).
- ✓ Banii cheltuiți pentru aplicarea măsurilor de sporire a eficienței energetice aduc o economie de combustibil mai mare decât dacă ei ar fi investiți în valorificarea de noi zăcăminte de combustibili; de aceea sporirea eficienței energetice mai este numită și „o nouă sursă de energie”.

1.2 Bilanțul energetic

Eficiența energetică depinde de tratarea energiei în tot lanțul parcurs de aceasta: de la

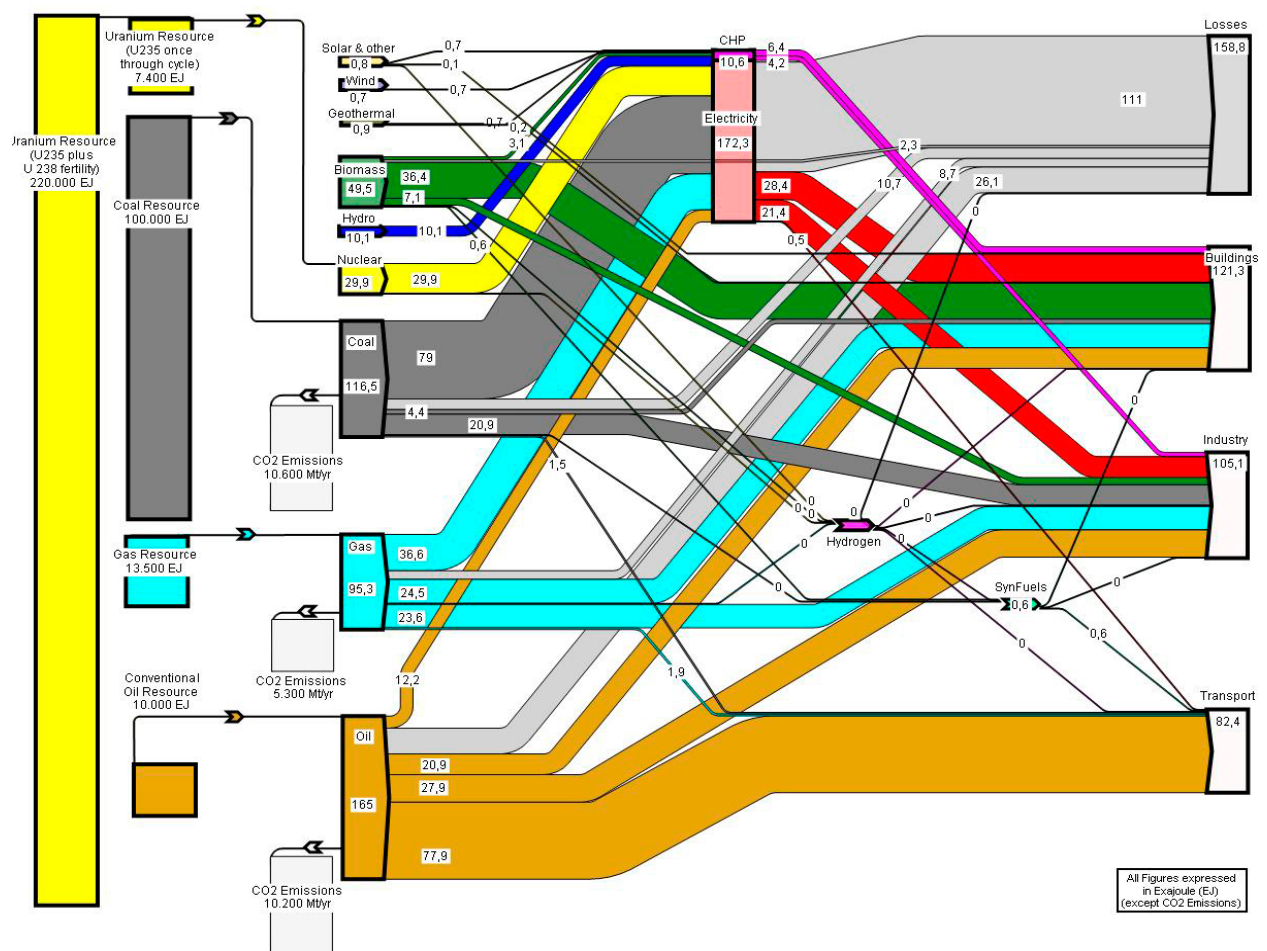


Figura 1.2 Bilanțul energetic mondial pentru anul 2004 [2].

sursa primară până la consumul final. Acest lanț se poate urmări în fig.1.2 și 1.3. El poate fi separat în două componente:

- sectorul energetic, care include instalațiile de conversie și transportul energiei atât primare (combustibil) cât și secundare (electrică și termică);
- consumatori, care după particularitățile lor se împart în: clădiri, industrie, agricultură și transport.

În fig.1.2 este prezentată diagrama fluxurilor de energie în complexul energetic mondial. În diagramă sunt prezentate și rezervele cunoscute de combustibili. Cele mai mici rezerve revin hidrocarburilor. Deoarece în bilanțul consumului lor le revin cca. 56 %, prețurile la combustibili vor crește și problema sporirii eficienței energetice va fi tot mai acută.

După cum se vede din diagramă, din cei 467,7 EJ 26 % se consumă în clădiri, 22 % - în industrie, 18 % - în transport iar 34 % constituie pierderile în sectorul energetic din care peste 2/3 – în instalațiile de conversie.

În fig.1.3 este prezentată diagrama fluxurilor de energie în economia națională a Republicii Moldova pentru anul 2007, alcătuită conform datelor statistice [3]. Aproape 95 % din energia consumată este importată. Pierderile de energie în sectorul energetic constituie 21,8 %.

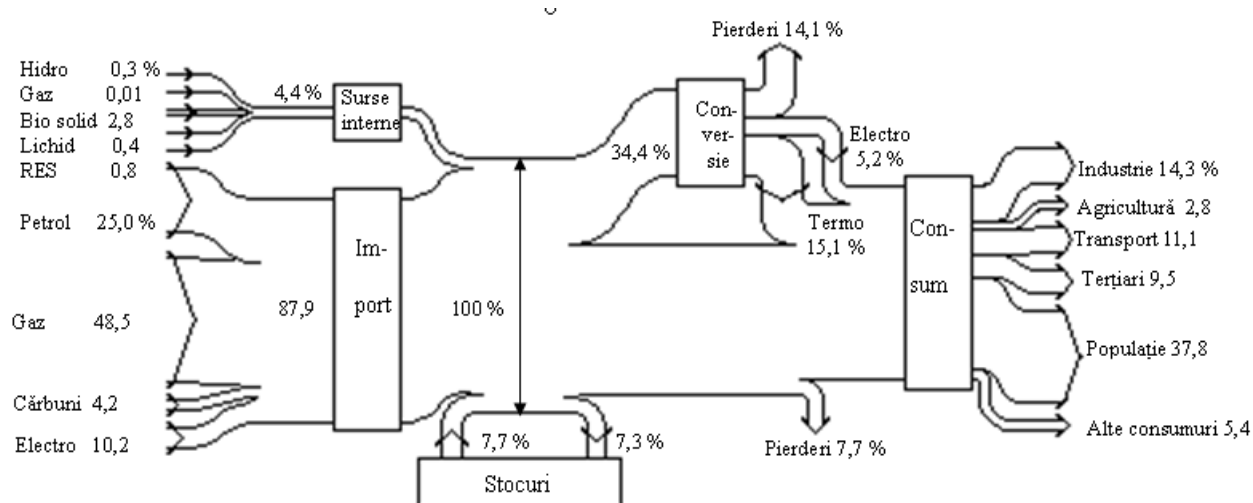


Figura 1.3 Diagrama fluxurilor de energie în economia națională a Republicii Moldova în anul 2007.

Consumului în clădiri îi revine aproape o jumătate din fluxul total de energie, sau cca. 60 % din consumul final, sectorului de producție (industria + agricultură) – 20 %.

Eficiența energetică, indicii ei și posibilitățile de sporire diferă pentru componentele complexului energetic și-i vom analiza urmând structura următoare:

- energetică,

- clădiri,
- industrie,
- agricultură,
- transport.

- ✓ **Eficiența energetică depinde de tratarea energiei în tot lanțul parcurs de ea, care poate fi separat în două componente: sectorul energetic și consumatori.**
- ✓ **Consumatorii de energie, după particularitățile lor, se împart în următoarele categorii: clădiri, industrie, agricultură și transport.**
- ✓ **În Republica Moldova consumului în clădiri îi revine aproape o jumătate din fluxul total de energie, sau cca. 60 % din consumul final, sectorului de producție (industria + agricultura) – 20 %.**

1.3 Indicii de eficiență energetică

1.3.1 Indici generali

În plan general eficiența energetică se caracterizează cu următorii indici:

- consumul anual de energie pe cap de locuitor,
- intensitatea energetică a produsului intern brut,
- intensitatea energetică pe ramuri.

Valorile **consumurilor anuale de energie pe cap de locuitor** (per capita), mondial, pentru Republica Moldova, țările vecine și trei țări dezvoltate sunt prezentate în fig. 1.4. Acest indicator caracterizează eficiența energetică a unei țări într-o măsură întrucâtva relativă, deoarece

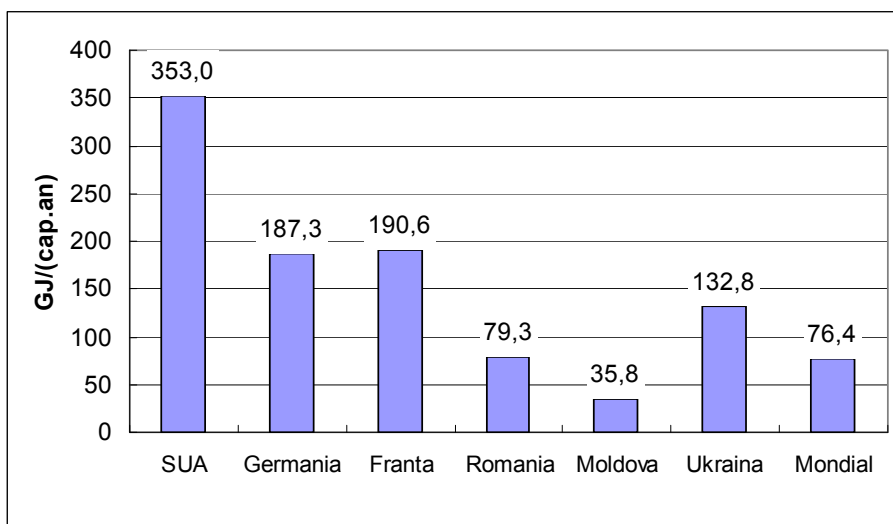


Figura 1.4 Consumurile de energie pe cap de locuitor într-un șir de țări în anul 2006 [4].

solicitățile de energie depind în mare măsură de condițiile climaterice în care se află țara. În mare măsură el caracterizează nivelul de dezvoltare economică a țării. Pentru țările cu același

nivel de dezvoltare economică și tehnică consumul specific mai mare indică o eficiență mai mică (vezi SUA).

Intensitatea energetică a produsului intern brut reprezintă consumul de energie care revine unei unități financiare (leu, dolar, euro) a acestuia. Acest indicator caracterizează mai obiectiv eficiența energetică a țărilor cu același nivel de dezvoltare economică, ceea ce se vede în

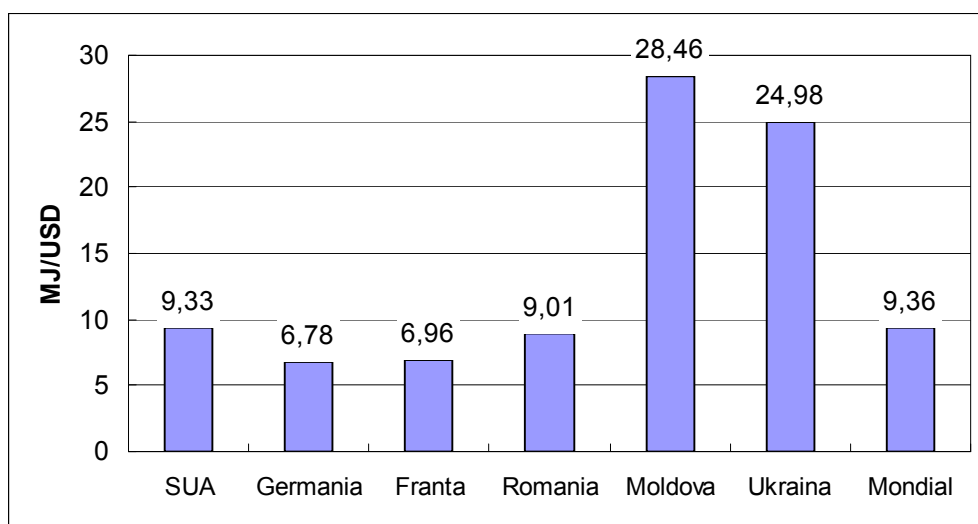


Figura 1.5 Intensitatea energetică într-un șir de țări în anul 2006 [4].

diagrama prezentată în fig. 1.5 unde, din cele trei țări dezvoltate SUA cu consumul de energie per capita mai mare are și intensitatea energetică mai mare iar Germania cu consumul mai mic, are și intensitatea energetică mai mică. Altfel este starea pentru celelalte țări – Republica Moldova cu cel mai mic consum per capita are intensitatea energetică cea mai mare – de 3 ori mai mare decât media mondială și de 4 ori decât țările dezvoltate.

Intensitatea energetică pe ramuri de asemenea este un indicator relativ obiectiv. În

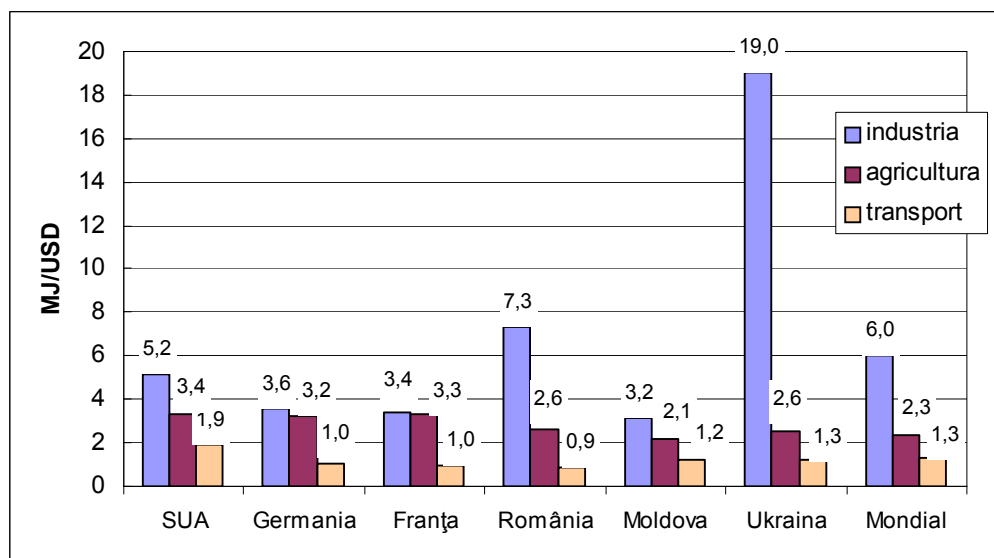


Figura 1.6 Intensitatea energetică pe ramuri într-un șir de țări în anul 2007 [5].

fig.1.6 sunt prezentate valorile intensității energetice în industrie, agricultură și transport pentru țările analizate mai sus. În această diagramă intensitatea foarte mare a industriei Ucrainei se lămurește atât prin ponderea mare în industria acestei țări a ramurilor energofage, cum ar fi siderurgia, metalurgia metalelor neferoase, industria chimică ș.a., cât și nivelul scăzut al eficienței energetice din cauza tehnologiilor învechite ale acestora în particular și a industriei în integral. Valoarea mică a intensității energetice în industria RM se datorează predominării în această ramură a industriei alimentare, cu un consum mic de energie și cu posibilități mai mari (decât siderurgia ș.a.) de schimbare a tehnologiilor și utilajului.

- ✓ **Indicii generali ai eficienței energetice sunt: consumul anual de energie pe cap de locuitor, intensitatea energetică a produsului intern brut, intensitatea energetică pe ramuri.**
- ✓ **Intensitatea energetică a produsului intern brut reprezintă consumul de energie care revine unei unități financiare (leu, dolar, euro) a acestuia.**
- ✓ **Republica Moldova are intensitatea energetică de 3 ori mai mare decât media mondială și de 4 ori - decât țările dezvoltate.**
- ✓ **Valoarea mică a intensității energetice în industria RM se datorează predominării în această ramură a industriei alimentare, cu un consum mic de energie și cu posibilități mai mari (decât siderurgia ș.a.) de schimbare a tehnologiilor și utilajului.**

1.3.2 Eficiența instalațiilor de conversie a energiei

Caracteristica eficienței motoarelor și altor instalații generatoare de energie este **randamentul**. Randamentul prezintă raportul dintre energia secundară produsă $E_{sec.}$ (termică, mecanică, electrică) și energia primară consumată $E_{prim.}$ (combustibil, energii regenerabile):

$$\eta = \frac{E_{sec.}}{E_{prim.}}. \quad (1.1)$$

Altă caracteristică utilizată este consumul specific de combustibil la o unitate de energie produsă:

$$\text{electrică - } b_e = \frac{B}{E_{el.}}, \frac{kg.c.c.}{kWh}, \frac{kg.e.p.}{kWh}; \quad (1.2)$$

$$\text{termică - } b_q = \frac{B}{Q}, \frac{kg.c.c.}{GJ}, \frac{kg.c.c.}{Gcal}, \frac{kg.e.p.}{GJ}, \frac{kg.e.p.}{Gcal}. \quad (1.3)$$

Eficiența instalațiilor frigorifice și a pompelor de căldură se caracterizează cu **coeficientul de performanță** (COP) care prezintă raportul dintre energie produsă (frig, Q_f , în instalațiile frigorifice și căldură, Q_t , în pompele de căldură) și energia consumată $E_{cons.}$ (mecanică sau electrică - în instalațiile cu comprimare de vapori și termică - în cele cu absorbție). Spre deosebire de randament, care are totdeauna valori mai mici ca unu, COP al instalațiilor

frigorifice poate avea valori mai mici sau mai mari ca unu, iar COP al pompelor de căldură – numai mai mari ca unu.

- ✓ **Caracteristica eficienței motoarelor și altor instalații generatoare de energie este randamentul. Randamentul prezintă raportul dintre energia secundară produsă E_{sec} . (termică, mecanică, electrică) și energia primară consumată E_{prim} . (combustibil, energii regenerabile).**
- ✓ **Eficiența instalațiilor frigorifice și a pompelor de căldură se caracterizează cu coeficientul de performanță (COP) care prezintă raportul dintre energie produsă (frig, Q_f , în instalațiile frigorifice și căldură, Q_t , în pompele de căldură) și energia consumată E_{cons} . (mecanică sau electrică - în instalațiile cu comprimare de vapori și termică - în cele cu absorbție).**

1.3.3 Performanța clădirilor

Eficiența energetică a clădirilor se caracterizează cu un șir de indicatori care se referă la tipurile de consum de energie în acestea:

- încălzire,
- climatizare,
- apă caldă menajeră,
- pregătirea hranei,
- instalații electrocasnice și iluminat,
- ventilare mecanică.

Indicele general utilizat al performanței clădirilor este consumul anual specific de energie în kWh/(m²an) (MJ/m²an) [6]. În literatura mondială mai este numit Energy Efficiency Rating (EER) [7]:

$$EER = \frac{E_y}{S}, \quad (1.4)$$

unde: E_y este energia consumată în timpul anului în clădire, în kWh (MJ);

S – suprafața deservită a clădirii, în m².

Această caracteristică se folosește atât pentru fiecare tip de consum separat, cât și pentru clădire în integral (vezi fig.1.7). În paralel cu consumul specific de energie se introduce și indicele de emisii echivalent CO₂.

Dar EER nu reflectă particularitățile constructive ale clădirii. Astfel, două clădiri cu aceleași caracteristici termofizice, aflându-se în zone cu durata diferită a sezonului, vor avea și performanța energetică diferită. La fel va fi și consumul pentru iluminat pentru aceeași clădire amplasată în zone cu durata diferită a zilei. Consumurile în aceeași clădire se vor deosebi de asemenea de la an la an. De asemenea, consumul de apă caldă menajeră va fi diferit în case cu aceleași consumuri specifice dar cu numărul diferit de locuitori.

În Normativele introduse în Republica Moldova [8] pentru încălziri se introduc indici complecși - caracteristici ceva mai obiective: Consumul specific de calcul al căldurii la încălzirea clădirii (Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания) - q_h^{des} , în $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{zi})$ și $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K} \cdot \text{zi})$ (în original - $\text{кДж}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$ ceea ce nu este în concordanță cu Standardul [9]), și consumul specific normat al căldurii la încălzirea clădirii (Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания) - q_h^{req} , în aceleași unități.

Pentru încălzire o caracteristică mai obiectivă a clădirii este indicele termic specific q_0 , în $\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ [10]:

$$q_0 = \frac{Q_i}{V(t_i - t_e)}, \quad (1.5)$$

unde: Q_i este sarcina termică a sistemului de încălzire a clădirii, în W;

V - volumul clădirii conform dimensiunilor exterioare, m^3 ;

t_i - temperatura interioară a spațiului încălzit, în $^\circ\text{C}$;

t_e - temperatura de calcul a aerului exterior în localitatea dată, în $^\circ\text{C}$.

Se întâlnește în calitate de indicator și intensitatea specifică a încălzirii - q_s , în W/m^2 :

$$q_s = Q_i/S,$$

unde S este suprafața încălzită, în m^2 .

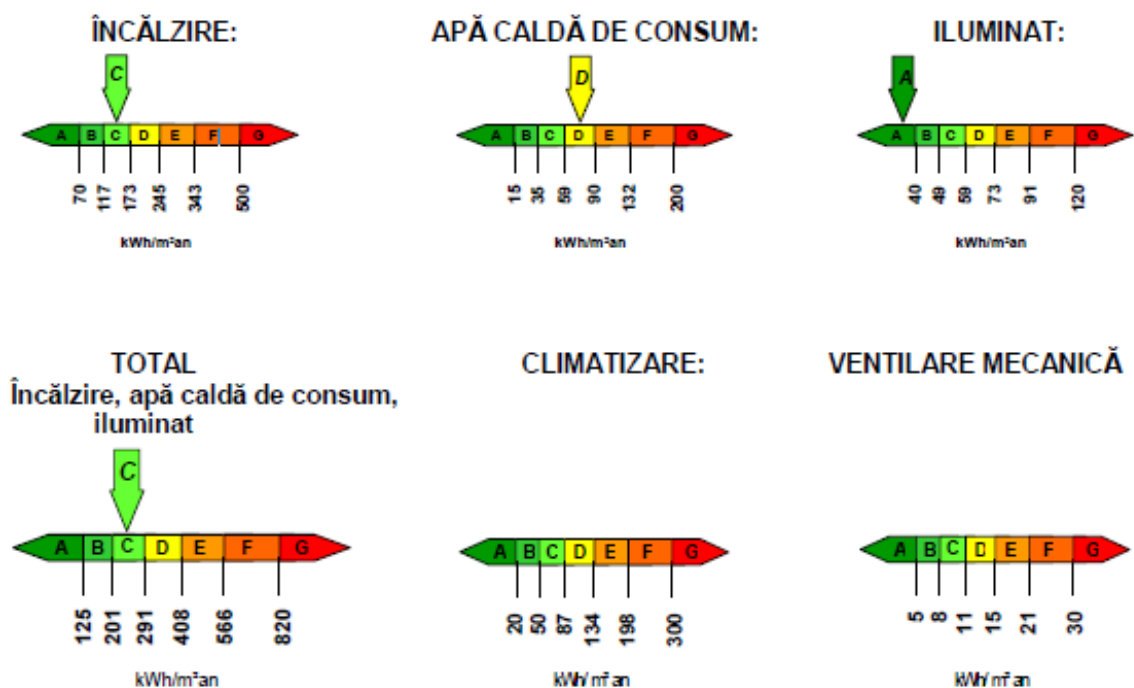


Figura 1.7 Grile de clasificare energetică funcție de consumul specific anual de energie.

În calitate de caracteristică pentru alimentarea cu apă caldă menajeră se folosește consumul zilnic de apă folosit de o persoană, $l/(pers.zi)$, pentru pregătirea hranei – consumul zilnic de energie pentru o persoană, $MJ/(pers.zi)$.

Eficiența energetică a electrocasnicilor, iluminatului, condiționării, se caracterizează cu indicii de performanță ai aparatelor și instalațiilor respective: COP pentru frigidere, condiționere și randament pentru celelalte.

Performanța clădirii pentru aceste consumuri, ca și pentru încălzire, după cum s-a relatat mai sus se caracterizează cu consumul anual specific de energie în $kWh/(m^2an)$ – EER (vezi fig.1.7).

- ✓ **Indicele general utilizat al performanței clădirilor este consumul anual specific de energie în $kWh/(m^2an)$, (MJ/m^2an) , mai numit Energy Efficiency Rating (EER).**
- ✓ **Eficiența energetică a clădirilor se caracterizează cu un șir de indicatori care se referă la tipurile de consum de energie în clădiri: încălzire, climatizare, apă caldă menajeră, pregătirea hranei, iluminat, electrocasnice, ventilare.**
- ✓ **Pentru caracteristica eficienței energetice, în funcție de valoarea EER, au fost introduse grile de clasificare: de la A (eficiență maximă) la E (eficiență minimă).**

1.3.4 Indicii de eficiență energetică a proceselor tehnologice

Performanța proceselor tehnologice se caracterizează, în general, cu consumul de energie la o unitate de producție. Ultima poate fi exprimată în unități naturale (un utilaj, o mașină, o haină, un kilogram sau un litru de producție etc.) sau în unități financiare (leu, dolar, euro etc.). De oarece multe întreprinderi produc mai multe tipuri de producție, se introduc unități convenționale: borcan convențional de conserve, haină convențională etc. În cazul sortamentului mare de producție mai des se folosesc unitățile financiare.

Cantitatea de energie poate fi luată totală, în MJ, kWh, kg.c.c. sau separat – energie electrică, căldură, combustibil.

Eficiența energetică a proceselor tehnologice se mai caracterizează și cu randamentul utilajului folosit în lanțul tehnologic.

- ✓ **Performanța proceselor tehnologice se caracterizează, în general, cu consumul de energie la o unitate de producție.**
- ✓ **Eficiența energetică a utilajului folosit în lanțul tehnologic se caracterizează cu valoarea randamentului acestuia.**

1.3.5 Indicii de eficiență energetică a transportului

Pe lângă intensitatea energetică a ramurii, relatată mai sus, în transport se folosesc indici care caracterizează eficiența întreprinderilor și cea a unităților de transport. Performanța energetică a unităților de transport se caracterizează cu consumul de carburanți (benzină,

motorină etc.) la suta de km. Eficiența energetică a întreprinderilor de transport se prezintă în consum de combustibil (kg c.c., kg e.p., kWh) la tonă-km sau pasajir-km.

1.4 Analiza termodinamică a sistemelor energetice

1.4.1 Generalități

O metodă efectivă de studiu și apreciere a eficienței energetice prezintă analiza termodinamică [10]. Atât instalațiile și obiectele consumatoare de energie cât și cele energogeneratoare se află într-o interacțiune permanentă cu două medii înconjurătoare:

- unul - fizic, caracterizat printr-un set de parametri, care oferă posibilitatea de a determina valorile termodinamice ale fluxurilor de energie ce traversează granițele sistemului;
- altul – economic, caracterizat printr-un set de prețuri care constituie baza de calcul a valorilor economice asociate fluxurilor respective.

Studiul obiectelor se efectuează, ținând cont de valorile cantitative și calitative ale fluxurilor de energie precum și de costurile acestora. Aceasta se obține prin analiza, respectiv, energetică, exergetică și exergoeconomică.

✓ **Aprecierea eficienței energetice se obține prin analiza energetică, exergetică și exergoeconomică.**

La analiza energetică se operează cu fluxurile de energie, care în procese sunt prezente sub diferite forme și pot fi calculate cu diferite formule.

Energia combustibilului se determină cu formula:

$$Q_b = BQ_i', \text{ kW}, \quad (1.6)$$

în care: B este consumul de combustibil, în kg/s pentru combustibilii solid și lichid și în m³/s - pentru combustibilul gazos;

Q_i' - căldura inferioară de ardere a combustibilului la masa de lucru a acestuia, în kJ/kg sau kJ/m³.

Energia agentului termic se calculează cu formula:

$$Q_{a.t.} = D(h_e - h_i), \quad (1.7)$$

în care: D este debitul agentului termic, în kg/s;

h_e și h_i – entalpiile agentului termic la ieșire din cazan și la intrare în acesta, în kJ/kg.

În caz când agentul termic nu este supus transferului de fază – pentru lichide, solide și gaze, formula (1.7) capătă forma:

$$Q_{a.t.} = Dc_p(t_e - t_i), \quad (1.8)$$

în care: c_p este căldura specifică a agentului termic, în kJ/(kg.K);

t_e și t_i – temperaturile agentului termic la ieșire din cazan și la intrare în acesta, în °C.

Pierderile de energie în utilajele termice, în cazul când este cunoscut randamentul (coeficientul de păstrare a căldurii) acestora, η_q , se determină cu formula:

$$\Delta Q = (1 - \eta_q)Q, \quad (1.9)$$

în care Q este productivitatea termică a utilajului, în kW.

Pierderile de energie mecanică și, respectiv, de energie electrică se determină cu valorile randamentelor respective:

$$\Delta A_m = (1 - \eta_m)A_m \quad (1.9)$$

și

$$\Delta P_e = (1 - \eta_e)P_e, \quad (1.10)$$

unde A_m și P_e sunt puterile agregatelor respective, în kW.

Pentru a evidenția bilanțul energetic al unui obiect se folosește prezentarea lui grafică sub formă de diagramă a fluxurilor de energie, mai numită și diagrama Sankey (vezi fig.1.2 și fig.13). Valorile pot fi prezentate în MW (kW) sau % din căldura introdusă în proces.

- ✓ **Analiza energetică operează cu fluxurile de energie sunt prezente sub diferite forme în procese: energia combustibilului, energia agentului termic, pierderi de energie în utilaje etc.**
- ✓ **Pentru a evidenția bilanțul energetic se folosește prezentarea lui grafică sub formă de diagramă a fluxurilor de energie - diagrama Sankey.**

1.4.3 Analiza exergetică

Analiza exergetică efectuează aprecierea fluxurilor de energie din punct de vedere calitativ. *Exergia* reprezintă energia maxima care, pentru o stare data a mediului ambiant, în condiții de reversibilitate totală a proceselor, se poate transforma în orice altă formă de energie, inclusiv și în lucru util. Partea de energie, care chiar în condiții de reversibilitate totală a proceselor nu se poate transforma în exergie, nici măcar parțial, este numită *anergie*.

Din cele relatate mai sus putem concluda că valorile lucrului mecanic și a exergiei acestuia coincid. De asemenea coincid și valorile energiei electrice și a exergiei ei.

Exergia combustibilului poate fi calculată cu relația:

$$E_B = \beta(Q_i^r + r \frac{W^r}{100}) + (e_{chS} - Q_{0S}) \frac{S^r}{100} + e_{chA} \frac{A^r}{100} + e_{chW} \frac{W^r}{100}, \quad (1.11)$$

în care: Q_i^r este căldura inferioară de ardere a combustibilului, în kJ/kg;

r – căldura latentă de vaporizare a apei, se consideră $r = 2400$ kJ/kg;

W^r , S^r și A^r – conținutul în masa de lucru a combustibilului, respectiv, a umidității, sulfurii și cenușii, în %;

$e_{ch.S}$, $e_{ch.cen}$, $e_{ch.W}$ – exergia chimică standard a sulfurii, cenușii și a umidității, în kJ/kg, $(e_{ch.S} - Q_{0S}) = 9683$ kJ/kg;

β – coeficient care se determină în funcție de tipul și compoziția combustibilului cu relațiile:

$$\text{pentru combustibilul gazos} - \beta = 1,0334 + 0,0183 \frac{H}{C} - 0,0694 \frac{1}{N_c};$$

$$\text{pentru combustibilul lichid} - \beta = 1,0406 + 0,0144 \frac{H}{C};$$

$$\text{pentru combustibilul solid} - \beta = 1,0435 + 0,0159 \frac{H}{C},$$

în care $\frac{H}{C}$, $\frac{O}{C}$, $\frac{N}{C}$, $\frac{S}{C}$ prezintă raportul atomic al elementelor, din compoziția combustibilului,

iar N_c – numărul de atomi al carbonului din compoziția combustibilului.

Exergia corespunzătoare unei cantități de căldură Q va fi:

$$E_Q = Q \left(1 - \frac{T_0}{T}\right), \quad (1.12)$$

iar a unei cantități de frig:

$$E_{fr} = Q_{fr} \left(\frac{T_0}{T} - 1\right), \quad (1.13)$$

În (1.12) și (1.13) T_0 și T sunt respectiv temperatura absolută a mediului înconjurător și a agentului termic care înmagazinează cantitatea respectivă de căldură, în K.

Exergia unui flux de agent energoportor se va determina cu relația:

$$E_D = D[(h - h_0) - T_0(s - s_0)], \quad (1.14)$$

în care h , h_0 și s , s_0 sunt entalpiile și, respectiv, entropiile fluidului la parametri dați și la parametrii mediului.

Pentru gazele perfecte în procesele izobare (care sunt caracteristice instalațiilor de ardere și de transfer de căldură), formula (1.14) capătă forma:

$$E_D = Dc_p \left[(T - T_0) - T_0 \ln \frac{T}{T_0} \right], \quad (1.15)$$

unde c_p este căldura specifică izobară a gazului.

Într-o instalație, la pierderile de exergie determinate de pierderile de energie se adaugă distrugerile de exergie cauzate de ireversibilitatea proceselor reale: arderea combustibilului, transferul de căldură de la un agent termic la altul, amestecul a doi agenți sau a două fluxuri de agenți cu diferit potențial.

Distrugerile de exergie ale sistemului și pierderile de exergie determinate de pierderile de energie într-un proces vor prezenta:

$$\Delta E_{1-2} = \sum_i E_{1i} - \sum_j E_{2j} , \quad (1.16)$$

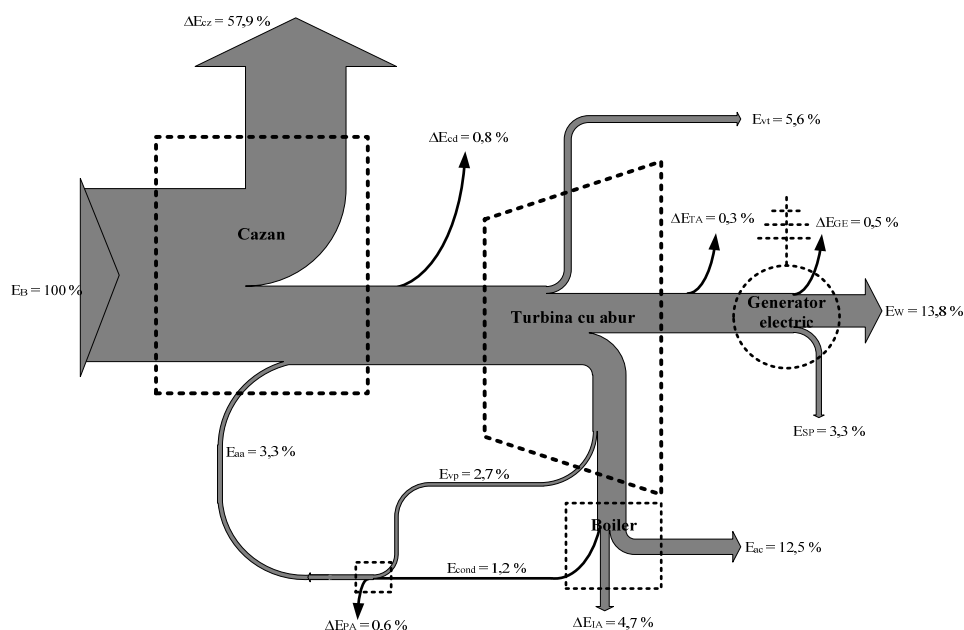


Figura 1.8 Diagrama Grassman pentru CET-1 Chișinău.

unde E_{1i} și E_{2j} sunt exergiile componentelor sistemului la începutul și, respectiv, sfârșitul procesului, care se calculează cu formulele (1.11) - (1.16).

Randamentul exergic al sistemului reprezintă raportul dintre suma exergiilor utile și cea a energiilor consumate.

Bilanțurile fluxurilor de exergie se prezintă grafic sub forma diagramei Grassman. Exemplu de astfel de diagramă, pentru CET-1 Chișinău, este dat în fig.1.8 [11].

- ✓ **Analiza exergică efectuează aprecierea fluxurilor de energie din punct de vedere calitativ.**
- ✓ **Exergia reprezintă energia maxima care, pentru o stare data a mediului ambiant, in conditii de reversibilitate totala a proceselor, se poate transforma in orice alta formă de energie, inclusiv și în lucru util.**
- ✓ **Bilanțurile fluxurilor de exergie se prezintă grafic sub forma diagramei Grassman.**

1.4.4 Analiza exergoeconomică

Metoda exergoeconomică prezintă combinarea metodei exergice cu analiza economică. Analiza exergoeconomică atribuie fiecărui flux exergic un cost, în general practicând costurile specifice exprimate în (*USD* sau *Euro*)/(*kJ* sau *kWh*). Scopul analizei exergoeconomice este minimizarea costului produsului. Studiile de analiză exergoeconomică au în vedere reducerea cât

mai accentuată a costului produsului energetic care, ca regulă, este strâns legat de calitatea acestuia. Analiza exergoeconomică ține cont de interdependența cost-calitate, în sensul că calitatea se consideră prin valori fixe de contract și pentru această calitate fixă se caută minimizarea funcției de cost.

Analiza exergoeconomică este mai eficientă și are o aplicație mai frecventă pentru instalațiile energogeneratoare: centrale termice, centrale electrice cu condensare, centrale electrice cu termoficare.

Costul energiei, în LM, USD, Euro (pentru simplitate în continuare se vor indica USD), se calculează, de obicei, pe o perioadă de un an, constituind cheltuielile totale anuale:

$$C_{an} = C_I + C_B + C_{i.e.}, \quad (1.17)$$

unde C_I reprezintă cota investițiilor,

C_B - costul combustibilului și

$C_{i.e.}$ - cheltuielile anuale pentru întreținerea utilajului și exploatarea lui.

Cota investițiilor în cheltuielile anuale totale se va calcula, luând în considerație valoarea în timp a banilor, bunăoară cu factorul de anuitate a elementelor Centralei:

$$C_I = \sum I_j \psi_j, \quad (1.18)$$

în care I_j prezintă investițiile în obiect;

ψ_j - factorii de anuitate,

$$\psi_j = \frac{i}{1 - (1 + i)^{-T_j}}, \quad (1.19)$$

unde i este rata de actualizare, iar

T_j - perioadele de amortizare a elementelor obiectului, în ani.

Costul combustibilului se determină cunoscând consumul anual al acestuia B_{an} și prețul lui c_B - $C_B = c_B B_{an}$. De remarcat, că la Centralele și instalațiile care consumă în calitate de energie primară sursele regenerabile hidro-, eolo-, helio- și geo- această componentă în cheltuielile anuale totale lipsește.

Cheltuielile de întreținere și exploatare $C_{i.e.}$ includ:

- salariul personalului;
- costul materialelor necesare pentru efectuarea procesului tehnologic și pentru întreținerea utilajului (apă, ulei, reactive pentru tratarea apei etc.);
- costul reparațiilor curente;
- pentru CT - energia electrică achiziționată;
- angajarea întreprinderilor exterioare de servicii;
- impozitele și amenzile legate de poluarea mediului etc.

Pentru întreprinderile energogeneratoare, cunoscând producția anuală de energie termică Q_{an} , în GJ, sau electrică W_{an} , în MWh, se determină costul specific al energiei:

- pentru Centrale Termice: $c_t = C_{an}/Q_{an}$, USD/GJ;
- pentru Centrale Electrice: $c_{el} = C_{an}/W_{an}$, USD/MWh.

La baza analizei exergoeconomice este pusă ecuația (9.13), în care ratele de cost ale energiei se calculează după costurile exergetice specifice exprimate în USD/GJ, sau USD/kWh și USD/kg al agentului termic. Costurile exergetice nu presupun faptul că costurile de producție a fluxurilor materiale sunt determinate numai prin costul exergetic. Costul de producție a fluxului energetic i reprezintă suma costului exergetic C_i^E și nonexergetic C_i^{NE} :

$$C_i^{TOT} = C_i^E + C_i^{NE} \quad (1.20)$$

Analiza exergoeconomică răspunde bine la întrebarea privitoare la costul gratuit al energiei solare, hidraulice sau eoliene. Conform ecuației (1.17) la aceste instalații costul C_B este nul, dar pentru a se obține produsul energetic, trebuie amenajate instalații energetice performante (costul C_I) care necesită cheltuieli sporite de exploatare-întreținere (costul $C_{i.e.}$): câmpuri de panouri solare, baraje pentru lacuri de acumulare și turbine hidraulice, vaste sisteme energetice de turbine eoliene de diametre cât mai mari (20-30 m), susținute de turnuri cât mai înalte (30...50 m).

Scopul analizei exergoeconomice - minimizarea costului produsului, poate fi realizat prin construirea unui model cvazioptim, după care, prin modificarea unor parametri, putem stabili varianta optimă.

În multe cazuri optimizarea termodinamică cere cunoașterea mai multor mărimi, care au caracter variabil, atât în timp cât și ca mărime.

Construirea diagramelor exergoeconomice este un procedeu suplimentar, necesar analizei exergoeconomice, ce permite prezentarea grafică a fluxurilor exergoeconomice. Ca diagramă de bază este luată diagrama *Grassman*, însoțită de diagrama costurilor.

Cum a fost menționat mai sus, o caracteristică exergoeconomică a procesului servește

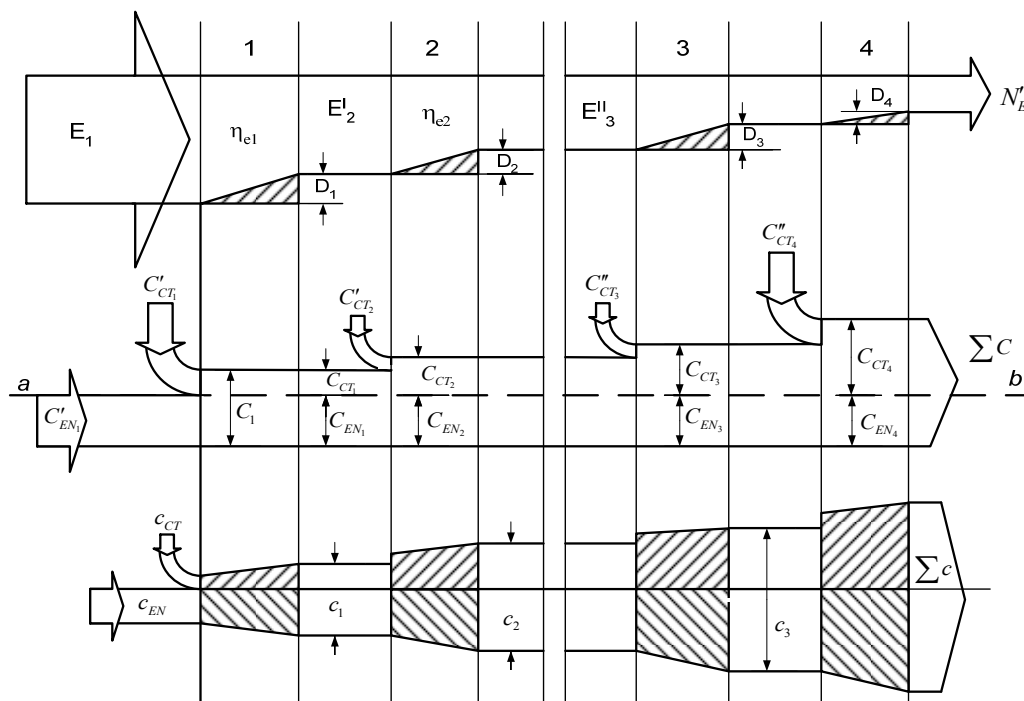


Figura 1.9 Structura costului exergic specific.

valoarea costurilor specifice pe unitatea de exergie. Diagrama fluxurilor exergoeconomice a procesului tehnologic este prezentată în fig. 1.9.

Diagrama *Grassman* arată variația exergiei pe parcursul procesului. Diagrama costurilor specifice se construiește analogic cu diagrama exergică. Costurile specifice exergice sunt prezentate sub linia $a-b$, non-exergice deasupra liniei $a-b$. În fiecare element de transformare a energiei, costurile specifice cresc brusc, în funcție de costul de exploatare și întreținere a utilajului. A treia diagramă combină primele două. Pentru aceasta se determină raportul între costul și exergia în secțiunea respectivă – așa numitul cost exergic specific unitar.

- ✓ Scopul analizei exergoeconomice este minimizarea costului produsului. Analiza exergoeconomică ține cont de interdependența cost-calitate, în sensul că calitatea se consideră prin valori fixe de contract și pentru această calitate fixă se caută minimizarea funcției de cost.
- ✓ Costul energiei se calculează, de obicei, pe o perioadă de un an, constituind cheltuielile totale anuale: cota investițiilor, costul combustibilului și cheltuielile anuale pentru întreținerea și exploatarea utilajului.
- ✓ Diagramelor exergoeconomice au la bază diagrama Grassman însoțită de diagrama costurilor.

1.5 Eficiență energetică în Republica Moldova

1.5.1 Stare generală

După cum s-a relatat în paragraful 1.3.1, eficiența energetică este într-o stare controversată. Dacă intensitatea energetică în raport cu produsul intern brut este de 3...4 ori mai

mare decât în țările dezvoltate, intensitatea pe ramuri este la nivel cu acestea sau chiar

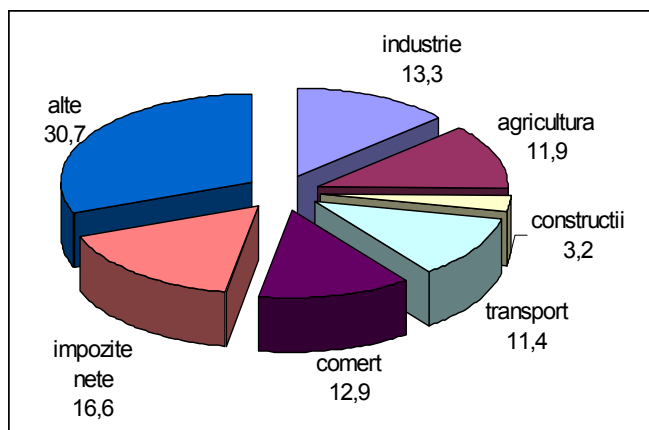


Figura 1.8 Contribuția principalelor activități economice la formarea PIB RM în anul 2010.

Tabelul 1.1 Indici macroeconomici ai RM și țărilor dezvoltate.

Indice	Moldova	Zona Euro	SUA	Japonia
PIB per capita, Euro/cap.	1,23	27,6	37,9	27,3
Cota industriei în PIB, %	13,3	24,5	20	27,1

mai mică. Această controversă se lămurește atât prin valoarea mică a PIB cât și prin cota mică a producției industriale și

agricole în PIB. Structura formării produsului intern brut în anul 2010 este prezentată în fig. 1.8 [13]. Industria contribuie la formarea PIB doar cu 13,3 %, agricultura – cu 11,9 %. În tab. 1.1

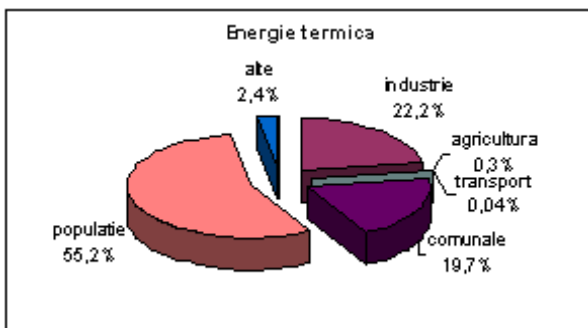
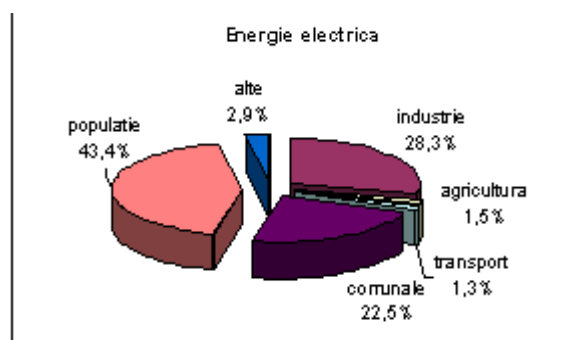
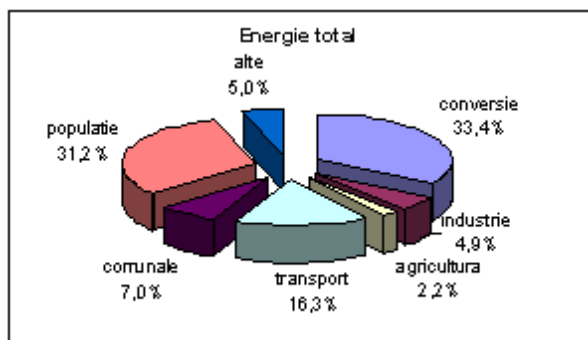


Figura 1.9 Structura consumului de energie în Republica Moldova pe anul 2010.

sunt prezentate valorile produsului intern brut pe cap de locuitor și cota industriei în PIB pentru Republica Moldova și zonele industriale dezvoltate ale lumii: zona Euro, SUA și Japonia [14].

PIB pe cap de locuitor în RM este de 20...30 de ori mai mic decât în țările dezvoltate, iar cota industriei în PIB este de 1,5...2,0 ori mai mică.

În RM partea leului în consumul de energie îi revine sectorului neproductiv: serviciile comunale și comerț și vândut populației. După cum se vede din fig.1.9 [15], în anul 2010 aceste sectoare au consumat 38,2 % din resursele primare, 65,9 % din energia electrică și 74,9 % din energia termică produsă centralizat. Această energie se consumă aproape în întregime în clădiri. Având în vedere pierderile în procesele de conversie, consumul final în clădiri va fi peste 60 %. Structura consumului final mondial [2] și în Republica Moldova sunt prezentate în tab.1.2. Dacă pe plan mondial consumurile în clădiri și în sectoarele de producție sunt practic la același nivel, în RM consumul în clădiri este de 3 ori mai mare decât în cele de producție. Prin urmare, RM trebuie să atragă o atenție deosebită sporirii eficienței energetice în clădiri. Referitor la industrie și agricultură, având în vedere necesitatea extinderii esențiale a volumului producției, atenția principală se va acorda tehnologiilor noi energoeficiente.

Tabelul 1.2 Structura consumului final de energie, în %.

Consumator	RM	Mondial	
	2010	2004	2030
Clădiri	62	39	36
Producție	21	34	36
Transport	17	27	28

- ✓ Valoarea mică a PIB și cota mică în el a producției în Republica Moldova au ca rezultat intensitatea energetică de 3...4 ori mai mare decât în țările dezvoltate de și intensitatea pe ramuri este la nivel cu acestea.
- ✓ În RM partea majoră în consumul de energie îi revine sectorului neproductiv.
- ✓ Consumul final de energie în clădiri în RM constituie peste 60 %.

1.5.2 Politici ale Uniunii Europene în domeniul eficienței energetice

Majoritatea absolută a țărilor aplică măsuri legislative și instituționale privind eficiența energetică. În poziția de lider mondial în promovarea eficienței energetice se află Uniunea Europeană. În ultimii ani de către Consiliul UE au fost adoptate un șir de Directive în domeniu:

- Directiva 2002/91/EC cu privire la caracteristicile energetice ale clădirilor;
- Directiva 2004/8/EC cu privire la promovarea cogenerării;
- Directiva 2006/32/EC cu privire la eficacitatea consumului final de energie și serviciile energetice;
- Directiva 2010/30/EU cu privire la indicarea prin etichetare și informații despre standardul produsului, a consumului de energie și de alte resurse de către produsele cu impact energetic ș.a.

La 8.3.2011 CE a propus Parlamentului European “Planul 2011 pentru eficiență energetică”.

Potențialul de economisire a energiei către anul 2020 pe sectoare este apreciat de CE la nivelul următor:

- clădiri (rezidențiale, comerciale etc.) - 28 %;
- transport - 26 %;
- industrie - 25 %.

Economisirea energiei, conform actelor Comisiei Europene, se bazează pe un șir de măsuri prioritare cum ar fi:

- Perfecționarea utilajului utilizator de energie și a aparatelor în două direcții: standardele aparatelor și sistema de marcaj și apreciere a indicilor energetici orientați la consumator.
- Aprobarea eficienței energetice minime pentru instalațiile energogeneratoare, instalațiile de încălzire și răcire, cu puterea mai mică de 20 MW și, posibil de puteri și mai mari.
- Aplicarea măsurilor care ar atrage investițiile spre sporirea eficienței energetice, în Companiile de prestare a serviciilor energetice (ESCO).
- Utilizarea Fondurilor Structurale și a Fondurilor de Consolidare pentru ajutorarea regiunilor mai sărace, mai ales, țărilor nou intrate în UE.
- Comisia Europeană preconizează să elaboreze „Articolul verde” privind impozitarea indirectă, să revadă Directiva cu privire la producția energetică și să contribuie la impozitarea autovehiculelor particulare în funcție de nivelul de poluare de către acestea a mediului ambiant. De asemenea, se menționează potențialul de utilizare a impozitării pentru stimularea respectivă a companiilor și gospodăriilor.
- Implimentarea unui șir de măsuri cu scopul sporirii informării societății referitor la importanța eficienței energetice, inclusiv și introducerea programelor de studii în domeniul energiei și a schimbării climei.
- Comisia inițiază „Convenția primarilor” menită să unească într-o rețea constantă primarii a 20-30 de orașe mari și inovatoare din Europa cu scopul de schimb de experiență în domeniul eficienței energetice în mediul urban, inclusiv transport, unde rolul esențial îl au hotărârile politice și inițiativele locale.
- Comisia Europeană inițiază o Conferință Internațională cu participarea partenerilor economici ai UE și organizațiile internaționale principale, la care se va analiza posibilitatea aprobării unei Convenții-cadru Internaționale cu privire la eficiența energetică.

- ✓ În ultimii ani Consiliul UE au adoptate un șir de Directive în domeniul promovării eficienței energetice.
- ✓ Potențialul de economisire a energiei către anul 2020 este apreciat de Comisia Europeană în clădiri - 28 %, transport - 26 %, industrie - 25 %.
- ✓ În scopul economisirii energiei Comisia Europeană a elaborat și implementează un șir de măsuri prioritare.

1.5.3 Politici ale Republicii Moldova în domeniul eficienței energetice

Promovarea eficienței energetice în RM se efectuează în baza unui șir de Strategii, Programe, Legi și alte acte normative.

Strategia energetică a Republicii Moldova până în anul 2010 (HG Nr.542 din 11.04.2000) prevedea către anul 2010 micșorarea intensității energetice anual în mediu cu 2-3 %. Printre obiectivele Strategiei au fost vizate unele măsuri cu efect de atenuare:

- finalizarea procesului de privatizare a complexului energetic și formarea pieței energetice;
- promovarea eficienței energetice, conservării energiei;
- implementarea de tehnologii energetice eficiente ce au impact minim asupra mediului.

În obiectivele **Strategiei energetice a Republicii Moldova până în anul 2020** (HG Nr. 958 din 21.08.2007) este inclusă promovarea eficienței energetice, economice și utilizarea resurselor energetice regenerabile. Principiile de bază ale politicii de stat în domeniul conservării energiei sînt:

- armonizarea treptată a legislației naționale cu legislația secundară a UE privind eficiența energetică pînă în anul 2010;
- creșterea conștientizării și asigurarea tehnico-științifică și informațională a activităților de conservare a energiei și a eficienței energetice;
- armonizarea intereselor consumatorilor, furnizorilor și producătorilor în vederea conservării energiei;
- acordarea transparentă a facilităților pentru intervenții legate de eficiența energetică;
- realizarea obligatorie de către toate persoanele juridice a măsurilor privind conservarea energiei;
- monitorizarea de către stat a progreselor în utilizarea eficientă a resurselor energetice.

Strategia Națională de Dezvoltare 2012-2020 (Proiect), în vederea reducerii intensității energetice și sporirii securității energetice, prevede direcționarea efortului asupra creșterii eficienței atît la capitolul cererii, cît și a ofertei resurselor energetice, precum și asupra diversificării surselor de energie tradiționale și alternative.

La capitolul eficienței energetice a ofertei, tarifele constituie stimulentele principale. Până mai recent, tarifele la unele resurse energetice au fost menținute sub nivelul de recuperare a costurilor, majorarea acestora fiind neglijată datorită îngrijorărilor autorităților privind impactul acestora asupra populației. Această situație a cauzat creșterea în lanț a datoriilor în sectorul energetic și a lipsit furnizorii de energie de surse pentru întreținerea și modernizarea infrastructurii. Drept consecință, pierderile au crescut, iar durabilitatea activității furnizorilor a fost compromisă. Prin urmare, eforturile statului vor fi direcționate asupra identificării resurselor pentru modernizarea întreprinderilor din banii publici și atragerea investițiilor private, inclusiv în baza parteneriatelor public-private.

Potențialul cel mai mare de creștere a eficienței energetice la nivelul cererii se regăsește în sectorul construcțiilor, care deține circa 41 % în consumul național de energie. Această componentă va necesita promovarea politicilor în corespundere cu standardele europene, stabilirea cerințelor minime de performanță energetică și creșterea, în consecință a numărului de clădiri performante. Însă eforturile nu se limitează aici, ci vor fi direcționate și asupra identificării resurselor pentru investirea în eficientizarea clădirilor existente, atât din bugetul public, cât și cu participarea investitorilor privați, inclusiv prin intermediul parteneriatelor public-private.

De asemenea, o atenție sporită va fi acordată eficienței energetice în sectorul public, acesta demonstrând rolul exemplar în promovarea eficienței energetice și utilizarea surselor renovabile, cât și sectorului industrial care va fi încurajat să utilizeze tehnologii eficiente.

Un act important în domeniul sporirii eficienței energetice prezintă **Programul național de conservare a energiei pentru anii 2003-2010** (HG N 1078 din 5.09.2003). În Program se relatează că obiectivul strategic în domeniul eficienței consumului energetic, specificat în Strategia de Dezvoltare Economică a Republicii Moldova până în anul 2010, poate fi realizat prin dublarea PIB, cu menținerea consumului de energie și resurse energetice la nivelul anului 2002, sau dublarea PIB, cu creșterea consumului de energie și resurse energetice cu 20 % față de anul 2002.

Domeniile prioritare în conservarea energiei sînt următoarele:

- elaborarea și implementarea tehnologiilor energoeficiente, a materialelor, echipamentului și utilajului cu eficiență energetică sporită;
- reabilitarea tehnică a clădirilor, construcțiilor, conductelor termice și de apă prin majorarea capacităților termoizolante și ermetice pentru reducerea pierderilor de energie termică, a agentului termic și excluderea scurgerilor de apă;
- reabilitarea rețelelor de transport și distribuție a energiei electrice și a echipamentului electroenergetic pentru reducerea pierderilor și sporirea eficienței de funcționare;

- înzestrarea cu sisteme și echipament modern de evidență și reglare a tuturor fluxurilor energetice (energia electrică, energia termică, apa, gazele naturale);
- instruirea tuturor categoriilor de consumatori în vederea conservării energiei și folosirii eficiente a resurselor energetice, precum și asigurării informaționale a activității de conservare a energiei;
- realizarea, în termene proximе, a proiectelor-pilot ramurale și crearea zonelor demonstrative de eficiență energetică.

De menționat că obiectivul strategic al programului parțial s-a realizat.

Obiective:

dublarea PIB, cu creșterea consumului de energie cu 20 % față de anul 2002.

Realizat:

creșterea PIB, prețuri curente - 213 %,

prețuri constante - 43 %;

creșterea consumului de energie - 14 %.

Referitor la Sistemul Republican au fost elaborate și aprobate acte normative speciale.

Concepția privind renovarea sistemului republican de alimentare cu căldură (HG N 189 din 20.02.2003) are următoarele obiective principale sporirea eficienței energetice în sistemul respectiv prin:

- îmbinarea rațională a surselor de alimentare centralizată și descentralizată cu energie termică;
- re tehnologizarea centralelor termice existente, prin implementarea echipamentelor moderne ce vor asigura utilizarea maxim eficientă a combustibilului;
- construirea noilor surse de energie, cu cogenerarea energiei electrice și termice;
- reabilitarea rețelilor termice prin implementarea conductelor preizolate cu control continuu automat al stării izolației;
- reabilitarea termică a clădirilor;
- utilizarea surselor de căldură cu potențial redus cu ajutorul pompelor de căldură ș.a.

În contextul dezvoltării cogenerării prevăzute de Strategii și alte acte respective poate fi privită **Concepția de dezvoltare și Schema de amplasare a centralelor electrice în Republica Moldova pînă în anul 2010** (HG N 830 din 11.07.2003). Ea prevedea extinderea capacității totale de producere a sistemului electroenergetic la finele anului 2010 până la 1500 MW prin extinderea puterilor CET existente și construcția a CET și mini-CET noi.

Principiile Concepției privind renovarea SAC au fost dezvoltate în **Programul Național de Renovare și Descentralizare a Sistemelor de Alimentare cu căldură a localităților din**

Republica Moldova, în care au fost evaluate variantele alternative de alimentare cu căldură a 36 de localități din republică.

Măsurile concrete de economisire a energiei sunt propuse în **Programului Național pentru Eficiență Energetică 2010-2020** (HG 833 din 10.11.2011). În corespundere cu obiectivele de eficiență energetică ale Uniunii Europene și reieșind din angajamentele Republicii Moldova de aliniere la *acquis-ul comunitar*, Programul stabilește ținta națională de economisire a energiei pe termen lung, către anul 2020, în mărime de 20%, ceea ce constituie 14034,51 TJ și va contribui la reducerea emisiilor de CO₂ cu 2 799 743 tone.

Ținta intermediară de economisire a energiei a fi atinsă către anul 2016, se stabilește în mărime de 9%, care echivalează cu 5986,39 TJ și va contribui la reducerea emisiilor de CO₂ cu 1 194 224 tone. Ținta anuală de economisire a energiei este stabilită în mărime de 1,8%, care echivalează cu 1075,73 TJ și va contribui la o reducere anuală de emisii de CO₂ egală cu 214 597 tone.

Cadrul juridic pentru îndeplinirea obiectivelor Programelor și Hotărârilor adoptate a fost asigurat de următoarele legi:

- **Legea Republicii Moldova cu privire la energetică** (HG Nr.1525-XIII din 19.02.98), scopul cărei constă în crearea unui cadru juridic pentru asigurarea eficienței energeticii;
- **Legea Republicii Moldova** privind conservarea energiei (HG Nr.1136-XIV din 13.07.2000), care reglementează monitorizarea și stimularea utilizării eficiente a resurselor energetice, asigurarea financiară și realizarea mecanismului economic de conservare a energiei și formulează principiile de bază ale politicii de stat în domeniul conservării energiei;
- **Legea cu privire la eficiența energetică** (LEGE Nr. 142 din 02.07.2010), obiectivul de bază al căreia este reducerea intensității energetice în economia națională, majorarea ponderii energiei regenerabile în balanța energetică a statului și reducerea impactul asupra mediului.
- **Legea pentru aderarea Republicii Moldova la Tratatul de constituire a Comunității Energetice** (Nr. 117 din 23.12.2009), prin care RM aderă la Tratatul respectiv și se supune tuturor obligațiilor impuse părților de către tratat, de către toate deciziile și actele procedurale adoptate în contextul lui.

În calea sporirii eficienței energetice în RM există mai multe impedimente cu caracter:

- Managerial – lipsa interesului din partea guvernului, ministerelor, conducerii unor întreprinderi;

- Economic - insuficiența de capital, disponibilitatea redusă de credite, clima investițională nesatisfăcătoare etc.
- Psihologic – incertitudinea cauzată de situația instabilă din țară și de criza economică, lipsa de inițiativă la o mare parte de personal de toate nivelurile.

- ✓ **Promovarea eficienței energetice în RM se efectuează în baza unui șir de Strategii, Programe, Legi și alte acte normative.**
- ✓ **Strategia Națională de Dezvoltare 2012-2020 prevede direcționarea efortului asupra creșterii eficienței atât la capitolul cererii, cât și a ofertei resurselor energetice, precum și asupra diversificării surselor de energie tradiționale și alternative.**
- ✓ **În corespundere cu obiectivele de eficiență energetică ale Uniunii Europene și reieșind din angajamentele Republicii Moldova de aliniere la acquis-ul comunitar, Programul Național pentru Eficiență Energetică 2010-2020 stabilește ținta națională de economisire a energiei pe termen lung, către anul 2020, în mărime de 20%.**
- ✓ **În calea sporirii eficienței energetice în RM există mai multe impedimente cu caracter managerial, economic și psihologic.**

REFERINȚE

1. Strategii și programe de conservare a energiei pe plan mondial. // Buletinul Asociației Române de conservare a energiei, nr.1, 1992.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Synthesis Report.
3. Balanța energetică a Republicii Moldova. Culegere statistică 2009. Chișinău. 2010.
4. <http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/>
5. http://www.worldenergy.org/publications/energy_efficiency_policies_around_the_world_review_and_evaluation/1230.asp
6. Metodologie de calcul a performanței energetice a clădirilor. Partea a IV-a – Model Certificat de Performanță Energetică al apartamentului. Indicativ Mc 001 / 5 – 2009.
7. Energy efficiency in British housing.
http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_efficiency_in_British_housing
8. NCME.04.01-2006 (MCH 2.04-02-2004) CERTIFICATUL ENERGETIC AL CLADIRII ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ.
www.meta.md
9. ГОСТ 8.417-2002. Государственная Система обеспечения единства измерений. Единицы величин. Межгосударственный Совет по Стандартизации, Метрологии и Сертификации. М и н с к.
10. V.Musteață. Termodinamica tehnică și procese tehnologice (note de curs). Chișinău, 2006.
11. A.Guțu, I.Gumionîi, L.Belinschi Analiza termodinamică a funcționării S.A. “CET-1” Chișinău. // Lucrările Conferinței Naționale de Energetică. Ed. a II, Vol.2, Chișinău. 2000.
12. P.Vârlan. Instalații de încălzire: manual pentru instituțiile de învățământ superior. Chișinău: Ed. „Tehnica”, 1996.
13. Moldova în cifre. Breviar statistic. Chișinău. 2011.
14. Structure of the euro area economy.
<http://www.ecb.int/mopo/eaec/html/index.en.html>. Accesat 28.01.2012
15. BALANȚA ENERGETICĂ A REPUBLICII MOLDOVA. Culegere statistică. 2010. Chișinău, 2011.

2 EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN CLĂDIRI

2.1 Conceptul de clădire. Tipuri

Clădirea reprezintă o construcție care formează unul sau mai multe spații închise destinate activității umane și/sau proceselor tehnologice. Activitatea umană constă în lucru fizic sau mintal, studii, odihnă activă sau pasivă, somn. Procesele tehnologice pot fi cu prezența constantă a omului sau cu apariția lui periodică (depozite sau încăperi cu utilaj automatizat: stații de pompare, centrale termice, stații de transformatoare etc.).

Clădirea este constituită din anvelopă (pereți cu uși și ferestre, podea, tavan) și instalații care asigură confortul necesar pentru activitatea omului sau pentru funcționarea utilajului.

După destinație deosebesc 2 categorii de clădiri: rezidențiale și terțiare.

La clădirile rezidențiale se referă:

- case individuale unifamilare, cuplate, înșirate;
- clădiri cu mai multe apartamente multietajate tip bloc;
- cămine.

Din categoria celor terțiare fac parte:

- clădirile medicinale: spitale, policlinici, sanatorii;
- clădirile didactice: creșe, școli, universități, academii de studii ș.a.;
- instituții științifice: institute de cercetări științifice, academii de științe;
- edificii administrative: primării, ministere, judecătoria, procuraturi, sedii ale poliției, poștei etc.;
- comerciale: moluri, marketuri, magazine, bănci, hoteluri etc.;
- social-culturale și sportive: cinematografe, teatre, muzee, săli de concerte, săli sportive, bazine etc.;
- industriale.

Clădirile cu altă destinație decât cea de locuire se împart după modul de ocupare în clădiri cu ocupare continuă și cu ocupare discontinuă, iar după clasa de inerție termică în clădiri de clasă de inerție mare, medie sau mică.

- ✓ Clădirea reprezintă o construcție care formează unul sau mai multe spații închise destinate activității umane și/sau proceselor tehnologice.
- ✓ Clădirea este constituită din anvelopă și instalații care asigură confortul necesar pentru activitatea omului sau pentru funcționarea utilajului.
- ✓ După destinație deosebesc clădiri: rezidențiale, sociale, comerciale, industriale.

2.2 Cerințe de calitate a clădirilor

Unei clădiri i se impun următoarele cerințe [14]:

- rezistență și stabilitate,
- siguranță în exploatare,
- siguranță antiincendiară,
- asigurare a condițiilor de igienă și sănătate a oamenilor,
- termoizolație,
- hidroizolație,
- infiltrări de aer reduse,
- fonoizolație.

Aceste cerințe sunt incluse în norme, reguli și standarde după care se efectuează proiectarea și construcția clădirilor.

Rezistența și stabilitatea trebuie asigurate pe toată durata de viață a clădirii cu considerația condițiilor locale climaterice și de sol și a calamităților naturale posibile: grindină, inundații, cutremure. Exemple de neluare în seamă a acestora pot servi turnul „căzător” din Pisa,



Figura 2.1 Bloc construit fără considerarea condițiilor locale.

sau o construcție recentă din China (vezi fig. 2.1). Siguranța antiincendiară a clădirii se asigură prin folosirea materialelor de construcție speciale, prin dotarea clădirii cu sisteme de detectare și stingere a incendiilor. Celelalte cerințe sunt îndreptate spre asigurarea condițiilor de viață și activitate a omului, hidroizolația asigurând totodată

și menținerea clădirii, deoarece umezirea pereților nu numai reduce rezistența lor termică dar și aduce la degradarea și distrugerea lor.

O clădire funcționează ca un sistem, cu multiple fluxuri și componente interconectate. Pentru identificarea strategiilor ce trebuie adoptate pentru reabilitarea energetică a unei clădiri este necesară înțelegerea modului în care funcționează aceasta, atât din punctul de vedere al construcției cât și din punctul de vedere al echipamentelor și instalațiilor care o deservesc.

2.3 Condiții de confort

Deosebesc următoarele condiții de confort:

- higrotermic,
- vizual-luminos,
- acustic,
- olfactiv–respirator.

Confortul higrotermic se traduce în nivele de temperatură și umiditate ușor de suportat.

Confortul termic este definit de totalitatea condițiilor de microclimă dintr-o încăpăre care determină o ambianță plăcută în care omul să se simtă bine, nefiind necesară solicitarea sistemului termoregulator al organismului. Factorii principali ai confortului termic sunt:

- temperatura aerului;
- temperatura medie de radiație;
- viteza aerului;
- umiditatea aerului;
- îmbrăcămintea;
- intensitatea activității fizice.

Temperatura aerului interior este cel mai important parametru de confort termic. Totodată, temperatura aerului interior are o importanță deosebită în energetica întregii clădiri pentru că ea determină consumurile energetice pentru încălzirea, respectiv răcirea, clădirii. Parametrii de confort ai aerului interior din clădiri sunt prezentați în tab.2.1.

Tabelul 2.1 Parametri de confort pentru clădiri pe timp de iarnă [10].

Camera	Temperatura, °C	Diferențe de temperatură, °C	Umiditate relativă, %	Viteza aerului, m/s
Camera de locuit	18 - 20	Pentru pereți < 4,5 Pentru terase, planșee sub pod, planșee pe pământ < 3,5	35 – 70	0,12 – 0,25
Bucătărie	15 - 18			
Baie	25			
WC	16			
Casa scărilor	12			
Birou	20			
Săli de clasă	18			
Magazine	18			

Schimbul de căldură între corpul uman și mediul încăperii se efectuează prin convecție – de la aerul interior, și prin radiație – de la suprafețele interioare ale anvelopei. De aceea în grupa de parametri de confort se include și diferența de temperatură între aerul încăperii și suprafețe.

Pe timp de vară temperatura interioară la care persoanele se simt comod este de ordinea 22...26 °C.

Confortul vizual-luminos se asigură prin iluminatul necesar pentru activitățile efectuate, olfactiv-respirator – prin asigurarea purității aerului, organizând ventilația încăperilor.

Confortul se realizează cu consum de energie, fie pentru încălzirea spațiului utilizat (iarna), fie pentru răcirea lui (vara), prin iluminarea sau ventilarea spațiilor. Din acest motiv, confortul este direct legat de noțiunea de eficiență energetică a clădirii în sensul că se urmărește atingerea lui cu consumuri energetice minime.

Condițiile de confort se asigură cu ajutorul unui complex de sisteme energetice:

- de încălzire,
- de alimentare cu apă caldă menajeră,
- de alimentare cu combustibili,
- de ventilare,
- de condiționare,
- de iluminat.

Performanța energetică a unei clădiri, conform Directivei 2002/91/EC a Parlamentului European și a Consiliului UE se definește ca fiind *eficiența energetică totală a unei clădiri, reflectată în consumul energetic estimat, relativ la consumul energetic propriu-zis pentru realizarea condițiilor de confort.*

- ✓ Deosebesc următoarele condiții de confort: higrotermic, vizual-luminos, acustic, olfactiv–respirator.
- ✓ Confortul higrotermic se traduce în nivele de temperatură și umiditate ușor de suportat.
- ✓ Temperatura aerului interior este cel mai important parametru de confort termic.
- ✓ Confortul vizual-luminos se asigură prin iluminatul necesar pentru activitățile omului.
- ✓ Confortul se realizează cu consum de energie.
- ✓ Performanța energetică a unei clădiri, se definește ca eficiența energetică totală reflectată în consumul energetic estimat, relativ la consumul energetic propriu-zis pentru realizarea condițiilor de confort.

2.4 Sisteme de încălzire

2.4.1 Bilanțul termic al clădirii

Sarcina încălzirii constă în compensarea pierderilor de căldură de către clădire în mediul ambiant. Schema bilanțului termic al unei clădiri este prezentată în fig.2.2. Ecuația bilanțului termic este următoare:

$$Q_{cp} + Q_{cu} + Q_{cf} + Q_{ca} + Q_{cs} + Q_{vu} + Q_{vf} = Q_{inc} + Q_{int} \quad (2.1)$$

În această ecuație:

Q_{cp} , Q_{cu} , Q_{cf} , Q_{ca} și Q_{cs} sunt pierderile de căldură ale clădirii prin conducția, respectiv, a pereților, ușilor, ferestrelor, acoperișului și la sol prin podea;

Q_{vu} și Q_{vf} - pierderile de căldură cu ventilarea (sau infiltrările de aer rece) prin uși și ferestre;

Q_{inc} - căldura introdusă de către instalațiile de încălzire;

Q_{int} - degajările interioare de căldură de către electrocasnice, iluminat, persoanele aflate în încăperi, în clădirile industriale - utilaj tehnologic cu degajări de căldură.

La dimensionarea sistemului de încălzire mărimile se exprimă în W (kW) și degajările interne nu se iau în considerație. La determinarea consumului anual de căldură pentru încălzire bilanțul se întocmește în GJ (MWh). Pentru clădiri tehnologice (industriale și agricole), de obicei, se iau în considerație și degajărilor interne masive.

Repartizarea pierderilor pe componente ale anvelopei clădirilor rezidențiale este următoarea:

- pereți - 30...40 %;
- podea - 5...10 %;
- acoperiș - 10...15 %;
- uși, ferestre - 20...30 %;
- ventilarea - 15...25 %.

Mărimile variază în funcție de construcția clădirii, numărul de nivele, gradul de vitrare, orientarea după punctele cardinale ș.a.

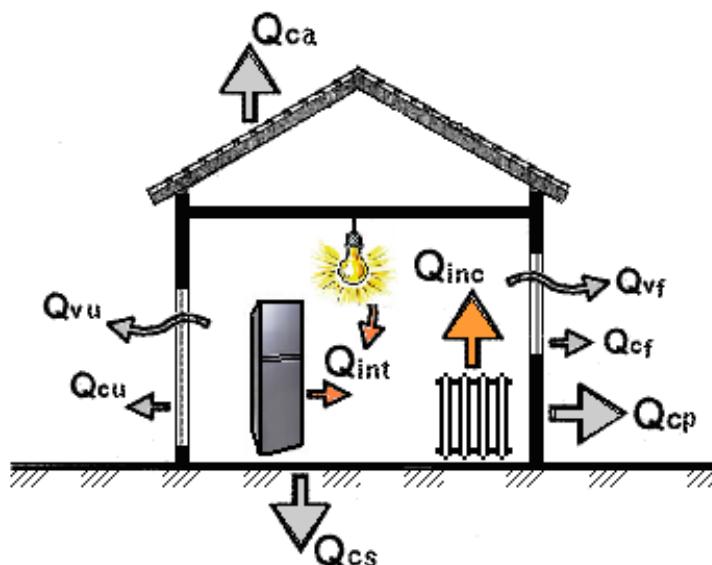


Figura 2.2 Schema bilanțului termic al clădirii rezidențiale în timpul sezonului de încălzire.

- ✓ **Sarcina încălzirii constă în compensarea pierderilor de căldură de către clădire în mediul ambiant.**
- ✓ **Căldura livrată de sistemul de încălzire și cea degajată în interiorul clădirii se pierde în mediul înconjurător prin: pereți, uși, ferestre, acoperiș, podea și cu aerul de ventilare.**

2.4.2 Calcularea pierderilor de căldură

Pierderile de căldură prin conducție se determină cu formula:

$$Q_c = k F (t_i - t_c^i), \text{ W}, \quad (2.2)$$

în care:

k este coeficientul de transfer global de căldură,

în $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$;

F - aria suprafeței de transfer de căldură, în m^2 ;

t_i - temperatura interioară în încăperea încălzită, în $^{\circ}\text{C}$, valorile vezi tab. 2.1;

t_c^i - temperatura de calcul a mediului înconjurător, valorile pentru diferite localități ale Republicii Moldova sunt prezentate în tab.2.1.

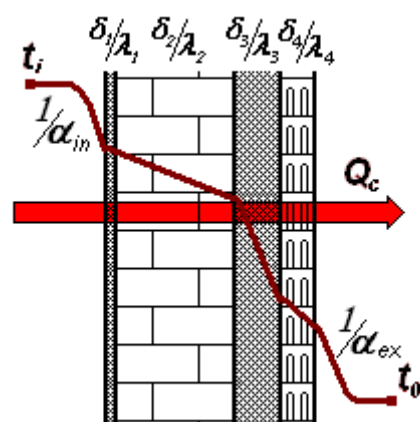


Figura 2.3 Schema transferului de căldură prin perete.

Tabelul 2.1 Date climatice de bază ale sezonului de încălzire pentru un șir de localități ale Republicii Moldova.

Localitatea	Temperatura de calcul, $^{\circ}\text{C}$		Temperatura medie a aerului înconjurător în sezonul de încălzire, $^{\circ}\text{C}$							T-ra medie a sezonului de încălzire, $^{\circ}\text{C}$	Durata sezonului de încălzire, zile
	Încăl-zire	Venti-lație	I	II	III	IV	X	XI	XII		
Chișinău	-16	-7	-3,5	-2,5	2,6	9,5	10,1	3,9	-0,9	+0,6	166
Anenii Noi	-16	-7	-3,7	-2,6	2,4	9,4	10,1	3,8	-1,0	+0,7	166
Bălți	-18	-8	-4,4	-3,3	2,0	9,0	9,4	3,2	-1,6	+0,2	172
Briceni	-17	-8	-5,2	-4,0	1,0	8,0	8,3	2,2	-2,7	-0,4	181
Cahul	-15	-6	-3,0	-1,8	3,6	10,0	10,8	4,7	-0,3	+0,1	158
Călăraș	-15	-7	-3,5	-2,5	2,6	9,5	10,1	3,9	-0,9	+0,6	166
Cantemir	-15	-7	-3,2	-2,0	2,9	9,6	10,5	4,3	-0,6	+0,8	163
Căușeni	-15	-7	-3,2	-2,3	2,6	9,7	10,3	4,2	-0,6	+0,7	163
Ciadăr-Lunga	-15	-7	-3,2	-2,0	2,9	9,6	10,5	4,3	-0,6	+0,8	163
Criuleni	-16	-7	-3,9	-2,8	2,3	9,3	10,0	3,7	-1,2	+0,6	167
Comrat	-15	-7	-3,2	-2,0	2,9	9,6	10,5	4,3	-0,6	+0,8	163
Cornești	-17	-8	-4,3	-3,7	1,4	8,6	9,0	2,6	-2,0	-0,1	175
Drochia	-17	-8	-4,3	-3,7	1,4	8,6	9,0	2,6	-2,0	-0,1	175
Edineț	-17	-8	-4,6	-3,5	1,4	8,2	8,5	2,5	-2,2	-0,4	177
Fălești	-16	-8	-4,4	-3,3	2,0	9,0	9,4	3,2	-1,6	+0,2	172
Florești	-16	-8	-4,4	-3,3	2,0	9,0	9,4	3,2	-1,6	+0,2	172
Glodeni	-17	-8	-4,3	-3,7	1,4	8,6	9,0	2,6	-2,0	-0,1	175
Hâncești	-16	-7	-3,7	-2,6	2,4	9,4	10,1	3,8	-1,0	+0,7	166
Ocnita	-18	-8	-5,6	-4,4	0,8	7,8	8,1	1,9	-3,1	-0,4	181
Orhei	-16	-8	-4,4	-3,3	2,0	9,0	9,4	3,2	-1,6	+0,2	172
Otaci	-18	-9	-5,6	-4,4	0,8	7,8	8,1	1,9	-3,1	-0,4	181
Leova	-15	-7	-3,2	-2,0	2,9	9,6	10,5	4,3	-0,6	+0,8	163
Nisporeni	-15	-7	-3,5	-2,5	2,6	9,5	10,1	3,9	-0,9	+0,6	166
Soroca	-17	-8	-4,3	-3,7	1,4	8,6	9,0	2,6	-2,0	-0,1	175
Taraclia	-15	-7	-3,2	-2,0	2,9	9,6	10,5	4,3	-0,6	+0,8	163
Telenești	-16	-8	-4,4	-3,3	2,0	9,0	9,4	3,2	-1,6	+0,2	172
Tighina	-15	-7	-3,2	-2,3	2,6	9,7	10,3	4,2	-0,6	+0,7	163
Ungheni	-16	-8	-4,4	-3,3	2,0	9,0	9,4	3,2	-1,6	+0,2	172
Vulcănești	-15	-6	-3,0	-1,8	3,6	10	10,8	4,7	-0,3	+1,0	158

Coeficientul de transfer global de căldură se calculează cu formula:

$$k = \frac{1}{1/\alpha_{in} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + 1/\alpha_{ex}}, \frac{W}{m^2 K}, \quad (2.3)$$

în care:

α_{in} este coeficientul de transfer de căldură prin convecție de la aerul încăperii către suprafața interioară a peretelui, în $W/(m^2K)$, se consideră $\alpha_{in} = 8,7 W/(m^2K)$;

δ_i - grosimea stratului peretelui, în m;

λ_i - conductibilitatea materialului stratului peretelui, în $W/(m K)$;

α_{ex} - coeficientul de transfer de căldură prin convecție de la suprafața exterioară a peretelui mediului exterior, în $W/(m^2K)$, se consideră $\alpha_{in} = 23 W/(m^2K)$.

Valorile minime admisibile ale k pentru elementele anvelopelor diferitor clădiri, conform normativelor existente în Republica Moldova până la 01.01.1999 (nivelul 1) și după (nivelul 2) [10], sunt prezentate în tab. 2.2.

Tabelul 2.2 Valorile minime ale coeficienților globali de transfer de căldură, în $W/(m^2K)$, pentru elemente ale anvelopelor clădirilor.

Destinația clădirilor	Temperatura exterioară de calcul, °C	Pereți		Acoperișuri și planșee de pod		Planșee peste subsoluri		Ferestre și uși de balcon	
		nivelul 1	nivelul 2	nivelul 1	nivelul 2	nivelul 1	nivelul 2	nivelul 1	nivelul 2
1. Clădiri de locuit, clădiri pentru unități curative, creșe și grădinițe, școli și internate	-16	0,59	0,40	0,30	0,30	0,37	0,27	2,56	2,56
	-18	0,56	0,37	0,29	0,29	0,35	0,25	2,56	2,56
2. Clădiri publice, cu excepția celor din p.1, administrative și auxiliare la întreprinderile industriale, cu regim uscat și normal	-16	0,67	0,45	0,40	0,40	0,45	0,34	2,56	2,56
	-18	0,63	0,42	0,38	0,37	0,43	0,31	2,56	2,56
3. Clădiri industriale cu regim uscat și normal	-16	1,11	0,77	0,67	0,67	0,45	0,37	3,23	3,23
	-18	1,00	0,71	0,63	0,59	0,42	0,33	3,23	3,23
4. Clădiri industriale cu regim umed și foarte umed	-16	0,77	0,53	0,48	0,40	0,45	0,34	3,23	3,23
	-18	0,83	0,48	0,45	0,37	0,43	0,31	3,23	3,23

La pierderile calculate cu formula 2.2 se acordă unele adaosuri, în primul rând, legate de orientarea pereților după punctele cardinale. Pentru direcțiile NV, N, NE și E adaosurile constituie 10 %, pentru V și SE – 5 %. Se recomandă un adaos de 5...10 % pentru suprafețele amplasate în direcția vânturilor dominante, pentru RM – NV. Pentru încăperile cu doi și mai mulți pereți exteriori se adaogă 5...13 %. Se recomandă adaosuri pentru ușile exterioare în funcție de înălțimea încăperii ș.a.

Cheltuielile de căldură pentru încălzirea aerului infiltrat în încăpere se calculează cu formula:

$$Q_{\text{inf.}} = \sum_i G_i c_p (t_i - t_c^v) K, W, \quad (2.4)$$

unde: $\sum_i G_i$ este debitul de aer infiltrat prin îngrădirile de producție, în kg/s, valorile G , în kg/h,

pentru diferite elemente ale clădirilor sunt prezentate în tab.2.4;

c_p – capacitatea termică specifică masică a aerului, $c_p = 1000 \text{ J/(kg.K)}$;

t_c^v – temperatura de calcul a mediului înconjurător pentru ventilație, valorile vezi tab.2.1;

K – coeficientul care ține cont de influența fluxului termic contracurent în elementele constructive cu valorile:

0,7 – pentru joncțiunile panourilor de perete, ferestre cu cercevele triple;

0,8 – pentru ferestre și uși cu cercevele duble separate;

1,0 – pentru ferestre cu o cercevea, ferestre și uși de balcon cu cercevele duble cuplate și goluri deschise.

Tabelul 2.3 Permeabilitatea normată la aer a elementelor de închidere.

Elemente de închidere	Permeabilitatea de aer, maximă, kg/(m ² ·h)
1. Pereți exteriori ai clădirilor și încăperilor de locuit, sociale, administrative și casnice	0,5
2. Pereți exteriori ai clădirilor și încăperilor de producere	1,0
3. Rosturi între panouri de pereți exteriori:	
a) a clădirilor de locuit	0,5*
b) a clădirilor de producere	1,0*
4. Uși de intrare în apartamente	1,5
5. Uși de intrare în clădirile de locuit, sociale și casnice	7,0
6. Ferestre și uși de balcon a clădirilor de locuit, sociale și casnice, precum și cu cercevele din lemn; ferestre și goluri ale clădirilor de producere cu sisteme de climatizare a aerului	6,0
7. Ferestre și uși de balcon ale clădirilor de locuit, sociale și casnice, precum și cu cercevele din masă plastică sau aluminiu	5,0
8. Ferestre, uși și porți ale clădirilor de producere	8,0
9. Goluri în clădiri de producere	10,0

* în kg/(m.h).

Consumul de căldură în timpul sezonului Q_{sez} se determină cu formula:

$$Q_{\text{sez}} = (Q_c + Q_{\text{inf}}) \tau \frac{t_i - t_m}{t_i - t_0} 10^{-9}, GJ \quad (2.5)$$

în care: τ este durata sezonului de încălzire, în s;

t_m – temperatura medie a aerului atmosferic în sezonul de încălzire, în °C.

Valorile τ și t_m sunt date în tab.2.1.

- ✓ **Pierderile de căldură ale încăperii se compun din pierderile prin conducție și consumul pentru încălzirea aerului infiltrat.**
- ✓ **Pentru efectuarea calculelor există normative privind datele climaterice, condițiile de confort și caracteristicile de construcție.**

2.4.3 Fluxurile de aer în încăperi

Pentru reducerea pierderilor de căldură cu infiltrările de aer și ventilarea încăperilor aceste fluxuri trebuie micșorate însă, în funcție de caz, până la o limită anumită. Aerul proaspăt din exterior în încăperile rezidențiale și sociale este necesar pentru a asigura persoanelor aflate în interior concentrația necesară de oxigen, pentru a menține procesul de ardere în plite, sobe, șemineuri etc. În locuințe se recomandă o capacitate de ventilare de $\frac{1}{2}$ schimburi de aer pe oră. În săli de clasă, spitale, cinematografe etc. schimbul de aer trebuie să asigure $20 \text{ m}^3/\text{h}$ de persoană. În încăperile industriale și agricole, cu degajări tehnologice de substanțe nocive, praf, vapori de apă și bioxid de carbon în cantități excesive schimbul de aer se calculează reieșind din cantitatea degajărilor.

Ventilația unei case poate fi naturală sau controlată. Ventilația naturală reprezintă o mișcare necontrolată între aerul exterior și interior prin mici fisuri din pereți, ferestre și uși (infiltrație) sau prin canale speciale și este modalitatea clasică de a împrospăta aerul ambiant. Drept metodă de ventilare naturală, dar controlată este deschiderea ușilor, ferestrelor sau oberlihturilor pentru așa numitul proces de aerisire a odăilor. Totodată acest tip de ventilare presupune și unele incomodități: dacă aerul de afară este umed în locuință va pătrunde și mai multă umiditate, plus că nu este un proces continuu, ci unul ocazional.

Ventilația controlată sau centralizată a întregii case se realizează printr-o instalație comercială care permite circulația aerului prin toate încăperile. O ventilare controlată poate fi realizată în trei moduri:

- numai evacuare (prin aspirație) - aceasta este metoda cea mai utilizată datorită simplității și economiei sale. Aerul poluat este evacuat în exterior și înlocuit cu aer mai proaspăt preluat întotdeauna din exterior. Dezavantajul constă în faptul că în aceeași măsură ca și aerul pot fi introduse în casă substanțe poluante, noxe de la șemineu și centrale termice, praf din spații închise ca uscătoare, garaje, poduri.
- numai introducere (prin refulare) - metodă opusă celei de evacuare. Aerul proaspăt din exterior se introduce în încăperea prin intermediul unui sau mai multor ventilatoare sau canale. Spațiul este în suprapresiune în acest mod și aerul iese prin deschiderile existente. Este indicat în zonele cu climă caldă și medie. Dezavantajul este că iarna

aerul cald din casa se poate pierde și dacă este umed, poate apărea condens în pereți, pod sau alte zone reci ale casei.

- sistem combinat: introducere/evacuare - nu modifică presiunea din interiorul casei, ci face schimburi egale de aer între interior și exterior. Este formată din 2 ventilatoare și 2 instalații (de aprovizionare pentru spațiile locuite mai mult timp ca dormitoare, sufragerii și de evacuare pentru băi și bucătării).

- ✓ **Fluxurile de aer în încăperi trebuie micșorate însă până la o limită anumită, deoarece aerul proaspăt din exterior este necesar pentru a asigura persoanelor aflate în interior concentrația necesară de oxigen, pentru a menține procesul de ardere în plite, sobe, șemineuri etc.**
- ✓ **Ventilația unei case poate fi naturală sau controlată.**
- ✓ **Ventilația naturală reprezintă o mișcare necontrolată între aerul exterior și interior prin mici fisuri din pereți, ferestre și uși (infiltrație) sau prin canale speciale.**
- ✓ **Ventilația controlată sau centralizată a întregii clădiri se realizează printr-o instalație comercială care permite circulația aerului prin toate încăperile.**

2.4.4 Instalații de încălzire

Pentru încălzire se folosește o gamă largă de instalații care pot fi divizate în două clase:

- locale și
- centrale.

Instalațiile locale pot avea ca sursă primară:

- combustibilul (sobe, șemineuri, cămine și radiatoare cu gaz);
- curentul electric (cămine și radiatoare electrice, aeroterme, panouri de podea sau perete etc.);
- radiația solară în instalații solare pasive.

Instalațiile centrale pot fi:

- de apartament,
- de bloc,
- de cartier,
- de oraș sau o parte a acestuia.

Introducerea căldurii în apartament se efectuează preponderent cu agentul termic apa prin corpuri de încălzire, mai rar, prin podea. Se folosește de asemenea, ca agent termic aerul încălzit cu apă, abur, agent frigorific (în pompe de căldură), curent electric.

Ca sursă de producere a căldurii servesc:

- centrale termice (CT),
- centrale electrice cu termoficare (CET),

- pompe de căldură (PC),
- ape geotermale,
- sisteme solare active.

Fiecare sistem are avantajele și dezavantajele sale economice, de confort, de siguranță. Sobele și șemineurile asigură o independență și siguranță totală dar au o eficiență scăzută și prezintă incomodități prin confortul scăzut, necesitatea deservirii și producerea de emisii. Căminele și radiatoarele cu gaz de balon sau motorină au eficiența mai mare dar costul

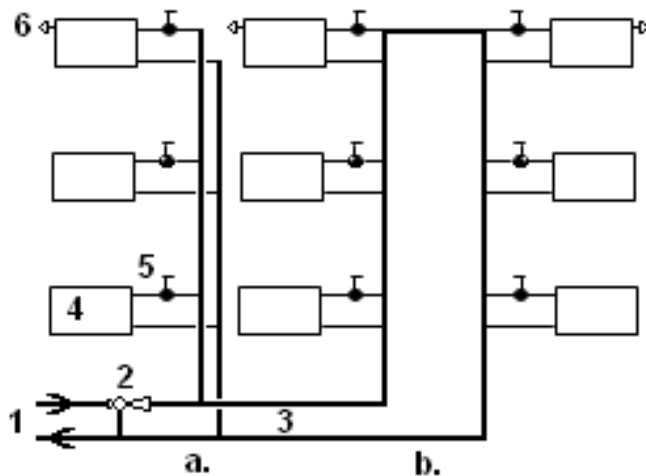


Figura 2.4 Schema verticală a sistemului de încălzire:
a.- bitubular, b.- monotubular;
1 – rețele termice exterioare, 2 – elevator, 3 – rețele interioare de distribuție, 4 – corpuri de încălzire, 5 – ventil de reglare, 6 – dispozitiv de evacuare automată a aerului.

combustibilului este mai mare, de asemenea prezintă incomodități și în mai multe cazuri nu pot fi folosite. Instalațiile de încălzire electrice sunt comode, eficiente, dar costul energiei este cu mult superior celorlalte surse.

Instalațiile sistemelor de încălzire centralizate cu apă caldă se întâlnesc cu distribuție verticală (vezi fig.2.4) și orizontală. (fig.2.5). Sistemele verticale asigură o circulație mai stabilă, dar în blocurile locative nu permit contorizarea

consumului de energie termică pe apartamente. Sistemele monotubulare se motivau prin economisirea țevelor.

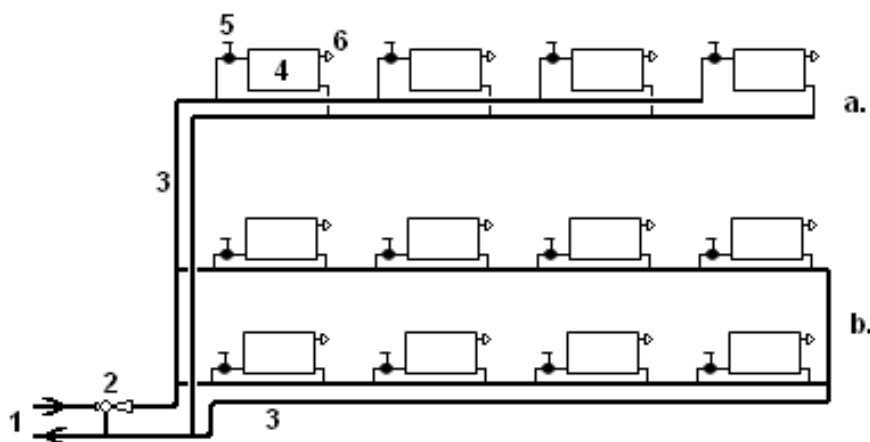


Figura 2.5 Schema orizontală a sistemului de încălzire;
legenda – vezi fig.2.4.

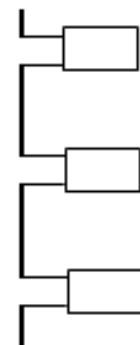


Figura 2.6 Sistem cu unirea în serie a corpurilor de încălzire.

Un exemplu de astfel de „economie”, ajunsă la absurd, prezintă sistemele monotubulare cu unirea în serie a corpurilor de încălzire (vezi fig.2.6). În aceste sisteme este imposibilă nu numai contorizarea dar și reglarea consumului de căldură pe încăperi sau apartamente.

- ✓ **Instalațiile de încălzire pot fi locale și centrale.**
- ✓ **Instalațiile locale pot avea ca sursă primară combustibilul, energia electrică, radiația solară în instalații solare pasive.**
- ✓ **Instalațiile centrale pot fi de apartament, de bloc, de cartier, de oraș sau o parte a acestuia.**
- ✓ **Ca sursă de producere a căldurii servesc centrale termice, centrale electrice cu termoficare, pompe de căldură, ape geotermale, sisteme solare active.**

2.4.5 Măsurile de reducere a consumului de căldură la încălziri

Construite în majoritatea lor în anii sovietici după proiecte tip, în condițiile prețurilor mici la combustibil, clădirile de toate tipurile (rezidențiale, sociale, într-o măsură și mai mare cele industriale) din Republica Moldova se caracterizează prin rezistența termică redusă și neglijența totală a altor măsuri pasive de conservare a energiei în construcții, cum ar fi:

- orientarea clădirii după punctele cardinale;
- luarea în considerație a direcției vântului la amplasarea clădirilor pe teritoriu, a reliefului, a existenței altor construcții;
- amplasarea efectivă a încăperilor cu temperaturi diferite în interiorul clădirilor;
- măsuri pasive de utilizare a radiației solare și a.

La sistemele de încălzire practic lipsesc posibilitățile reglării locale a temperaturii. Ventilele de reglare, care se instalau la fiecare baterie până în anii 70, din cauza garniturii de etanșare de calitate proastă, nu se foloseau și în anii 80 au încetat de a se mai instala.

În plus, clădirilor din fondul locativ existent al Republicii Moldova le mai sunt specifice un șir de laturi slabe din punct de vedere energetic, cum ar fi:

1. hidroizolația insuficientă a acoperișurilor;
2. termoizolația și hidroizolația insuficientă a punților la panouri în casele din panouri mari;
3. suprafața exagerată a geamurilor;
4. neetanșeitatea mare a geamurilor și a ușilor la balcoane și lojii.

La aceste neajunsuri se mai adaugă:

1. gradul scăzut de cultură în atitudinea locatarilor față de părțile comune ale clădirilor;
2. cultura joasă de executare și deservire a clădirilor și, mai ales, a instalațiilor sanitare interioare.

Din cauza hidroizolației insuficiente a acoperișurilor acestea, precum și pereții etajelor superioare, pe timp de toamnă și iarnă sunt umede ceea ce reduce esențial rezistența lor termică. La casele din panouri mari din cauza executării neglijente a îmbinărilor dintre panouri în timpul ploilor acestea se umezesc, micșorând rezistența termică a pereților practic la toate etajele.

Starea deplorabilă a instalațiilor sanitare de toate felurile (apă potabilă, apă caldă, canalizare) rezultă scurgeri mari de apă, mai ales în subsolurile clădirilor, la umezirea solului și a pereților fundației și parterului, măbind pierderile de căldură prin aceștia.

Geamurile și ușile exterioare (la balcoane și lojii) ocupă 20...40 % din suprafața pereților respectivi, fiecărui metru cub de încăpere revenindu-i 0,09...0,14 m² de geam. În plus, acestea au o calitate proastă de confecționare și n-au fost schimbate de la construcția clădirilor. În afară de sporirea esențială a pierderilor de căldură, acest factor aduce la creșterea sensibilității clădirii față de vânt. De oarece direcția acestuia pe timp de iarnă este aproape în permanență N-W, iar particularitățile termice ale punctelor cardinale nu-s luate în considerație privind aria geamurilor și amplasarea interioară a încăperilor, ne cătând la corecțiile normative la pierderile de căldură, temperatura în încăperile orientate în această direcție este în permanență cu 3...7 °C mai mică. La viteze mai mari ale vântului această diferență ajunge la 10...15 °C, temperatura fiind în camerele din părțile S, S-E fiind 25...28 °C, iar în cele de la N, N-W - 13...15 °C. Lipsa posibilității de reglare locală a temperaturii nu permite corectarea acestei diferențe. De obicei, în aceste cazuri reglarea temperaturii în încăperile cu valoarea ei ridicată se efectuează prin deschiderea oberlihturilor, sau chiar geamurilor, ceea ce aduce la sporirea consumului de căldură la încălzire cu până la 20 % [15].

Particularitățile relatate mai sus sunt comune pentru toate țările cu fostă economie socialistă. În domeniul măsurilor tehnice de sporire a eficienței utilizării energiei termice pentru încălziri, Comisia Economică Europeană a O.N.U. dă următoarele recomandări pentru țările Europei de Est, inclusiv și cele din ex-U.R.S.S.[16]:

1. programarea,
2. reglarea,
3. izolația,
4. recuperarea căldurii utilizate,
5. schimbări în sistemul de încălzire.

O atenție deosebită se atrage izolației, indicându-se că prin îmbunătățirea izolației pereților și acoperișului pierderile de căldură ale clădirii se pot reduce cu 40...50 %, iar prin îmbunătățirea izolației geamurilor pierderile de căldură ale acestora pot fi reduse cu 30...65 %.

Mărirea rezistenței termice a pereților exteriori se recomandă de efectuat prin două metode [16, 17]:

- izolația exterioară și
- izolația interioară.

Izolația exterioară posedă următoarele avantaje:

- ameliorarea regimului termic și de umiditate al construcției;
- la clădirile din panouri se lichidează influența negativă a punților de legătură;
- posibilitatea mecanizării lucrărilor;
- efectuarea lucrărilor fără a crea disconfort locatarilor;
- nu se reduce spațiul locativ.

Dezavantajele ei:

- necesitatea izolării integrale a peretelui;
- executarea sezonieră a lucrărilor;
- schimbarea exteriorului clădirii;
- necesitatea aplicării materialelor rezistente la impactul atmosferei, acestea fiind mai costisitoare.

Avantajele izolației interioare sunt:

- aplicarea pe sectoare separate ale peretelui;
- posibilitatea de efectuare a lucrărilor pe toată perioada anului;
- cerințe mai reduse față de materialele aplicate.

Dezavantajele:

- reducerea (de și neînsemnată) a spațiului locativ;
- disconfortul locatarilor pe durata lucrărilor;
- nu lichidează deteriorările hidroizolației punților între panouri.

Încălzirea acoperișurilor la casele fără pod se poate organiza formând podul prin construcția unui acoperiș lejer care, micșorând pierderile de căldură, va proteja totodată etajul superior de umiditatea atmosferică. În cazul hidroizolației normale a acoperișului și a caselor cu cerdac încălzirea se poate efectua prin adăugarea unui strat termoizolant suplimentar.

La suplimentarea izolației termice a elementelor de construcție care compun anvelopa clădirilor existente și la îmbunătățirea detaliilor de noduri caracteristice ale acestora, se recomandă să se dea importanță următoarelor aspecte:

- prevederea unor materiale adecvate pentru izolații termice suplimentare (cu caracteristici higro-termice corespunzătoare: λ , ρ etc.), având o grosime suficientă, evitând materialele care ar necesita dimensiuni excesive; se recomandă termoizolații eficiente, cu $\lambda < 0,06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$: polistiren expandat, polistiren extrudat, plăci rigide din vată minerală sau din sticlă, spumă poliuretanică ș.a.;

- realizarea unei continuități a izolației termice, atât fizic cât și ca valoare a rezistenței termice (pe cât posibil, aceleași rezistențe termice pentru zone cu alcătuirii diferite);
- corectarea în cât mai mare măsură a punților termice, ținându-se seama și de zona de influență a acestora. Izolarea termică suplimentară în dreptul punților termice are drept consecință diminuarea efectului negativ al acestora atât asupra pierderilor de căldură cât și asupra câmpului de temperatură de pe suprafețele interioare ale elementelor care compun anvelopa clădirii, evitând în acest fel posibilitatea apariției condensului superficial la nodurile care reprezintă punți termice geometrice: colțuri ieșinde, intersecția pereților exteriori cu terasa etc.;
- amplasarea judicioasă a izolației termice suplimentare, evitând poziționarea defectuoasă sub aspectul difuziei vaporilor de apă și al stabilității termice; poziționarea izolației termice; suplimentare se va face de preferință spre exteriorul elementelor de construcție. În cazurile în care poziționarea spre interior a stratului termoizolant este temeinic justificată, se va analiza cu deosebită atenție comportarea la difuzia vaporilor de apă, în vederea limitării condensului interior în sezonul de iarnă și asigurării evaporării acestuia în sezonul cald și se vor prevedea, în mod adecvat, bariere contra vaporilor;
- asigurarea unei stabilități termice corespunzătoare, atât pentru condițiile de iarnă, cât și pentru cele de vară. În cazul elementelor de construcție ușoare, prin suplimentarea corespunzătoare a izolației termice se va urmări realizarea unor soluții de elemente de construcție cu rezistențe termice sporite;
- prevederea unor tencuieli adecvate la interior și la exterior care să asigure impermeabilitate la apă și permeabilitate la vaporii de apă;
- adoptarea unor soluții optime din punct de vedere economic, evitând consumurile de materiale și costurile excesive.

Încălzirea ușilor și a geamurilor de asemenea poate fi efectuată prin mai multe măsuri, începând cu reparația părților deteriorate, astuparea fisurilor între rame și pervaz și terminând cu adăugarea unui rând de sticlă sau, cel mai eficient, schimbarea geamurilor și ușilor vechi cu altele noi, contemporane, performante.

Reabilitarea energetică a clădirilor se va efectua, având la bază date complexe despre starea acestora. Aceste date este rațional de colectat, luându-se în considerație particularitățile energetice ale fondului locativ din Republică. În fiecare caz din seria de variante este necesar de ales cea optimă, care ar permite reducerea pierderilor de energie cu cheltuieli minime de finanțe și eforturi. Din acest punct de vedere, o atenție deosebită se va acorda investigării clădirilor și,

mai ales, termografiei, care va permite depistarea zonelor cu modificări față de proiect sau cu defecțiuni mai puțin evidente la examinarea vizuală.

Termografia de asemenea poate indica sectoarele defectate de acoperiș în clădirile fără cerdac, precum și starea fundațiilor, permițând astfel de a determina precis lucrările necesare pentru reabilitare și evitând cheltuielile supra necesarului.

- ✓ **Clădirile din Republica Moldova construite în anii sovietici se caracterizează prin rezistența termică redusă și neglijența totală a măsurilor pasive de conservare a energiei în construcții.**
- ✓ **În domeniul măsurilor tehnice de sporire a eficienței utilizării energiei termice pentru încălziri, Comisia Economică Europeană a O.N.U. dă următoarele recomandări: programarea, reglarea, izolația, recuperarea căldurii utilizate, schimbări în sistemul de încălzire.**
- ✓ **O atenție deosebită se atrage izolației, indicându-se că prin îmbunătățirea izolației pereților și acoperișului pierderile de căldură ale clădirii se pot reduce cu 40...50 %, iar prin îmbunătățirea izolației geamurilor pierderile de căldură ale acestora pot fi reduse cu 30...65 %.**
- ✓ **Reabilitarea energetică a clădirilor se va efectua, având la bază date complexe despre starea lor colectate prin investigarea clădirilor, utilizând metode eficiente, inclusiv termografia.**

2.5 Condiționarea aerului în clădiri

2.5.1 Noțiuni generale

Sistemele de climatizare sunt destinate creării și menținerii automate a parametrilor necesari ai aerului în încăperi, independent de condițiile meteorologice și degajările interne, variabile ale căldurii și umidității.

Parametrii de bază sunt temperatura, umiditatea relativă și viteza aerului în încăperi. Pot fi impuse și cerințe suplimentare: curățarea aerului de praf, de impurități bacteriologice etc.

În componența sistemului de climatizare intră complexul de instalații care asigură:

- prelucrarea necesară a aerului (filtrare, răcire, încălzire, uscare, umezire);
- transportarea și distribuirea aerului în încăperile deservite;
- surse de frig și de căldură;
- dispozitive de reglare automată și de control;
- utilaje auxiliare.

În funcție de locul amplasării climatizoarelor, se deosebesc sisteme centralizate, folosite pentru clădirea întreagă, și locale, pentru una sau câteva camere – sisteme multisplit.

Calcularea necesarului de aer exterior se efectuează, luând în considerație necesitatea reducerii consumului de căldură și frig în sistemele de climatizare ale aerului. Aceasta se atinge

prin reducerea aspirației aerului exterior și prin folosirea recirculării parțiale a aerului. Debitul minimal al aerului exterior se admite după valorile maxime, care asigură următoarele cerințe:

- refularea normei sanitare de aer pentru o persoană;
- evacuarea nocivităților gazoase și de praf;
- compensarea aerului evacuat prin sistemul de aspirație locală;
- crearea presiunii în exces în încăpere, care împiedică intrarea aerului din exterior și din încăperile vecine.

- ✓ **Sistemele de climatizare sunt destinate creării și menținerii automate a parametrilor necesari ai aerului în încăperi, independent de condițiile meteorologice și degajările interne, variabile ale căldurii și umidității.**
- ✓ **Deosebesc sisteme centralizate, folosite pentru clădirea întreagă, și locale, pentru una sau câteva camere – sisteme multisplit.**

2.5.2 Soluții de reducere a consumului de energie în sistemele de climatizare

Consumul de energie în sistemele de condiționare depind de un șir de factori interni, exteriori și constructivi, care pot fi repartizați în următoarele grupe:

- Soluții constructive (orientarea suprafețelor după punctele cardinale, amplasarea clădirii luând în considerație direcția vântului, soluții raționale de amplasare a încăperilor de diferită destinație din interiorul clădirii, caracteristici constructive ale îngrădirilor, mai cu seamă a ferestrelor, caracteristici termofizice ale materialelor de construcție, variația caracteristicilor termice în funcție de perioada anului, instalarea sistemelor de protecție contra razelor solare în perioada caldă).
- Climatul interior și exterior (utilizarea potențialului termic exterior pentru răcirea apei, utilizarea surselor regenerabile de energie pentru răcire, proiectarea corectă a sistemelor de climatizare cu excluderea unei suprapuneri în funcționarea sistemelor de climatizare și de încălzire).
- Schema de circulație și repartizare a aerului în încăpere.
- Schema sistemului multizonal (de exemplu, pentru clădiri cu mai multe birouri sistemul de climatizare apă-aer este cel mai eficient; în cazul cinematografelelor mai rațională este schema de climatizare cu debit variabil de aer), soluționarea complexă a problemelor de alimentare cu energie a edificiilor, instalarea utilajelor cu funcționare în paralel la variații mari de sarcină, împărțirea încăperilor în mai multe zone după aer introdus.

- Parametrii și debite de lichid în sisteme de răcire.
- Pierderile de presiune în conducte de transport și distribuție a agentului termic.
- Pierderile de presiune în canale de circulație a aerului.
- Puterea electrică consumată de ventilatoare depinde de debitul de aer și de pierderile de presiune în sistemul de ventilare. Pentru reducerea consumului de energie electrică trebuie de redus rezistența aerodinamică a elementelor sistemului, ceea ce duce la mărirea dimensiunilor și costului lui, reducerea vitezei duce la micșorarea eficienței proceselor de transfer de căldură în preîncălzitoarele de aer.
- Randamentul ventilatoarelor și pompelor.
- COP și eficiența frigorifică a pompelor de căldură și a instalațiilor frigorifice.
- Randamentele schimbătoarelor de căldură pentru regenerare, preîncălzire.
- Diferite regimuri de variație între căldura (frig) produse și consumate.

Reducerea consumului de energie în sistemele de condiționare se poate efectua prin influența asupra acestor factori în două direcții:

- reducerea intrărilor de căldură din exterior și a degajărilor interioare,
- sporirea eficienței utilajului și reducerea pierderilor de energie la funcționarea sistemelor.

Reducerea intrărilor de căldură (pierderilor de frig) se obține prin aceleași metode ca și reducerea pierderilor de căldură în perioada de încălzire:

- termoizolarea pereților,
- repararea sau înlocuirea geamurilor și ușilor,
- instalarea streșinilor și jaluzelelor care reduc considerabil pătrunderea razelor solare în interiorul încăperilor,
- reducerea sau excluderea intrărilor de aer din exterior ș.a.

Pentru reducerea degajărilor interioare trebuie de evitat sursele de căldură care nu sunt necesare, ca de exemplu iluminatul excesiv (becuri aprinse fără ca să fie necesare), de asemenea aparate și instalații care produc căldură, de întrerupt aceste aparate atunci când nu sunt folosite etc.

Majorarea eficienței sistemului de climatizare poate fi atinsă prin:

- procurarea utilajului performant (nu mai jos de clasa A),

- proiectarea și instalarea corectă a echipamentului și elementelor sistemului (montarea condensatorului în afară pe un perete ventilat natural și ferit de radiația solară),
- deservirea calitativă și întreținerea permanentă a utilajului (curățirea și verificarea aparatului de aer condiționat la câteva luni va permite economisirea energiei între 3 % și 10%; filtrele și bobinele murdare pot bloca circulația aerului și capacitatea de absorbție a căldurii de către evaporator, reducând astfel eficiența sistemului),
- dirijarea (reglarea) automată și programarea sistemelor (temperatura se va programa la un nivel acceptabil de confort - 23...25 °C; pentru fiecare grad în minus consumul de energie constituie cca. 8 %).

Și, în sfârșit, se va avea în vedere că înainte de a instala un aparat de aer condiționat trebuie să ne asigurăm că într-adevăr acesta este necesar. În mai multe cazuri, un ventilator, care este cu mult mai ieftin, poate asigura aproape același confort ca și un aparat de aer condiționat. Acesta poate scădea temperatura din interiorul unei camere cu 3 °C, până la 5 °C și are un consum scăzut de electricitate (de regulă, cam 10% din consumul pentru aerul condiționat).

- ✓ **Consumul de energie în sistemele de condiționare depinde de un șir de factori interni, exteriori și constructivi.**
- ✓ **Reducerea consumului de energie în sistemele de condiționare se poate efectua prin reducerea intrărilor de căldură din exterior și a degajărilor interioare, sporirea eficienței utilajului și reducerea pierderilor de energie la funcționarea sistemelor.**

2.6 Ferestre energoeficiente

Pe timp de iarnă prin ferestre se pierde 20...30 % din căldură, iar în unele clădiri, mai ales cele comerciale cu pereți-vitrine, și până la 40...50 %.

Pierderile au loc prin:

- conducția vitrajului,
- convecție de la suprafața sticlei
- radiația infraroșie,
- infiltrările de aer exterior prin rosturi.

De asemenea foarte mari sunt pe timp de vară

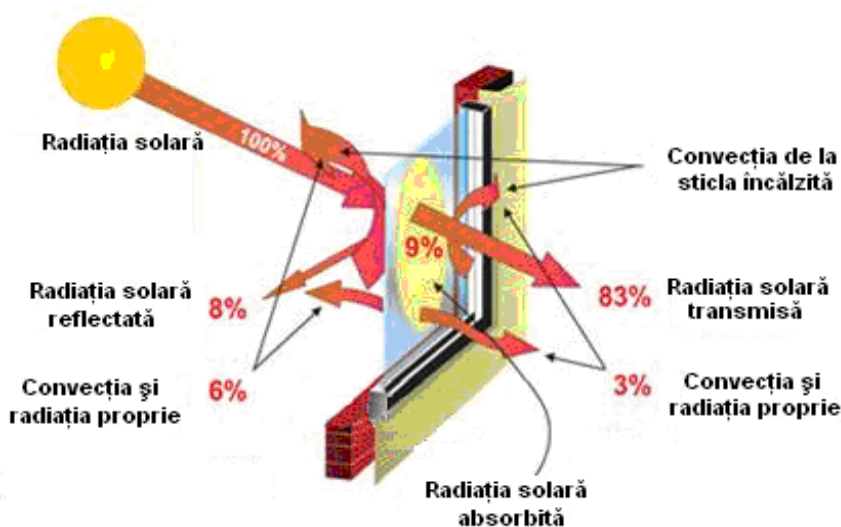


Figura 2.7 Schema transferului de căldură printr-o fereastră obișnuită.

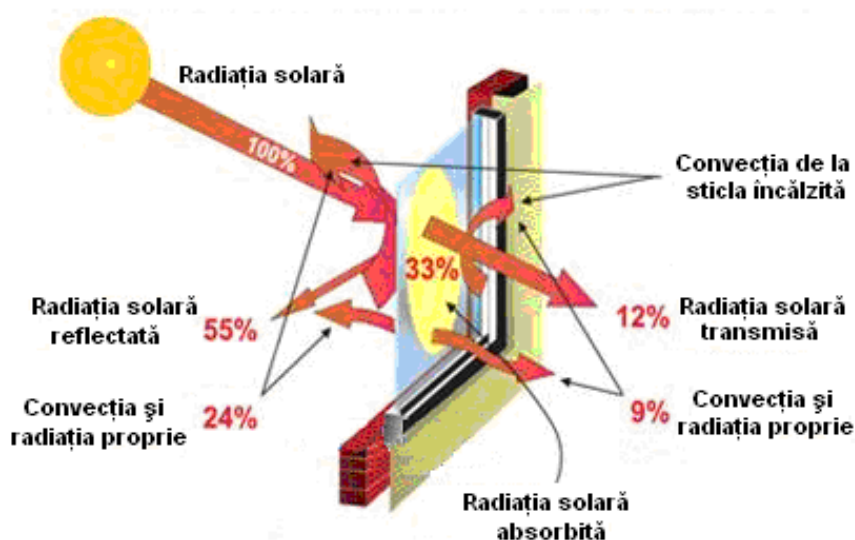


Figura 2.8 Schema transferului de căldură printr-o fereastră helioprotejată.

cedată de aceasta mediului exterior (6 %) și celui interior (3 %). Astfel în încăpere nimeresc 86 % din energia solară incidentă, care trebuie eliminată de către sistemul de condiționare. În fig. 2.8 este prezentată aceeași schemă referitor la o fereastră helioprotejată. După cum se vede din schemă, fluxul de căldură intrat are valoarea de 21 %, adică se reduce de peste 4 ori.

În geamurile helioprotejate se utilizează sticla tonată, sau sticla cu emisii reduse (Low-E) care se obține prin imprimarea pe o suprafață a sticlei obișnuite a unui microstrat de oxizi de metale (*k*-sticlă) sau a câtorva microstraturi alternante de argint și dielectrici (*i*-sticlă) [18].

Alt tip de sticlă utilizată în ferestrele energor eficiente este cea cu protecție solara reflectorizantă. Cele mai importante tipuri de sticla cu protecție solara sunt:

- sticle colorate în masă,
- sticle reflexive.

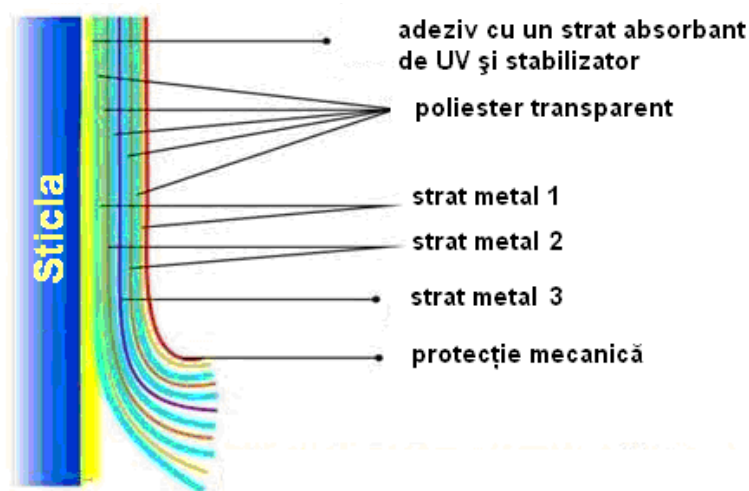


Figura 2.9 Structura peliculei helioprotectoare.

intrările de căldură, care influențează respectiv consumul de energie în sistemele de ventilare și cele de condiționare. În fig.2.7 este prezentată schema transferului de căldură printr-o fereastră obișnuită. 8 % din energia incidentă sunt reflectate de sticlă, 9 % - absorbite. Energia absorbită încălzește sticla și este

O răspândire largă capătă și peliculele helioprotectoare energoeficiente [19]. Peliculele helioprotectoare (vezi fig. 2.9) reprezintă un compozit din mai multe straturi separate între ele de microstraturi metalice (1-aur, 2-argint, 3-aliaj nichel-crom) care servesc la reflecția internă multiplă a razelor solare. Pelicula poate fi imprimată pe sticlă sau lipite pe

sticla geamului existent.

Eficiența energetică a ferestrelor este influențată nu numai de sticlă da și de toată construcția. Conductivitatea ferestrei se reduce, folosind vitraj dublu sau triplu cu formarea straturilor izolante de aer între ele. Un efect suplimentar se obține înlocuind aerul (conductibilitatea $\lambda=0,025 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) cu gaze inerte: argon ($\lambda=0,018 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) sau kripton ($\lambda=0,009 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Un rol însemnat îl are și asigurarea etanșeității practic absolute, ceea ce elimină intrările necontrolate de aer (rece - iarna și cald – vara).

Ferestrele energoeficiente rețin razele solare ultraviolete la 95...99 %. Având rezistența termică $0,55...0,67 \text{ m}^2\text{K/W}$, reduc pierderile de căldură pe timp de iarnă cu 40...60 % și intrările de căldură pe timp de vară cu 40...80 %.

- ✓ Pe timp de iarnă prin ferestrele clădirilor se pierde 20...30 % din căldură; de asemenea foarte mari sunt intrările de căldură pe timp de vară.
- ✓ În geamurile helioprotejate se utilizează sticla cu emisii reduse (Low-E) sau peliculele helioprotectoare.
- ✓ Conductivitatea ferestrei se reduce, folosind vitraj dublu sau triplu cu formarea între ele a straturilor izolante de aer sau gaze inerte.
- ✓ Ferestrele energoeficiente rețin razele solare ultraviolete la 95...99 %. Având rezistența termică $0,55...0,67 \text{ m}^2\text{K/W}$, reduc pierderile de căldură pe timp de iarnă cu 40...60 % și intrările de căldură pe timp de vară cu 40...80 %.

2.7 Apa caldă menajeră

Consumul specific de căldură la prepararea apei calde menajere se determină cu relația:

$$Q_{ACM} = a c_p (t_c - t_r), \text{ kJ/(pers.zi)}, \quad (2.4)$$

în care: a este cantitatea normativă de apă consumată de o persoană într-o zi, în kg/(pers.zi);

c_p – capacitatea termică specifică a apei, $c_p = 4,19 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$;

t_c – temperatura apei încălzite, conform normativelor în vigoare la noi $t_c = 65 \text{ }^\circ\text{C}$;

t_r – temperatura apei reci, conform normativelor în vigoare valoarea medie anuală este de $10 \text{ }^\circ\text{C}$, valoarea de iarnă - $5 \text{ }^\circ\text{C}$, de vară - $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Normele pentru cantitatea de apă pentru unele categorii de consumatori, conform [20], și cantitatea de căldură respectivă sunt prezentate în tab 2.4.

Tabelul 2.4 Consumurile normative de apă caldă menajeră.

Obiecte de consum	Consum pentru o persoană pe zi	
	l	MJ
Case de locuit	85-115	19,59-26,50
Hoteluri	70-180	16,13-41,48
Spitale	75-110	17,28-25,35
Școli	3-6	0,69-1,38

Tabelul 2.5 Consumurile raționale de apă în case de locuit.

Destinația consumului	Consum de apă, l/(pers.zi)	Temperatura apei, °C	Consum de căldură, MJ/(pers.zi)
Spălat manual	3-6	37	0,34-0,68
Bucătărie	9-12	60	1,89-2,51
Duș	30-50	37	3,39-5,66
Baie	150-180	35	15,71-18,86
Total	42-198		5,62-22,05

În tab.2.5 sunt prezentate consumurile raționale pentru case de locuit, conform [21]. Volumul foarte mare de apă în comparație cu celelalte consumuri se observă la băile cu cadă. Dar și pentru acestea normativele în vigoare la noi sunt cam mari.

Sursele de căldură pentru prepararea apei calde menajere pot fi centralizate sau locale. În sistemele centralizate apa din rețeaua de apă potabilă se încălzește în centrala termică de bloc sau cartier, sau în punctele termice ale sistemelor mari, cu apa de rețea și se vehiculează printr-un circuit închis la consumatori. Ca surse locale pot servi boilere electrice, cazanele pe gaz sau alți combustibili, de asemenea – pompele de căldură și colectoarele solare. Instalațiile electrice și cele pe combustibili pot fi de stocare sau instantanee. Instalațiile instantanee sunt mai simple în construcție și deservire, dar au o putere instalată mare și, ca regulă, consumul de energie mai mare. Instalațiile de stocare, având puterea mică, necesită ceva timp pentru încălzirea apei și trebuiesc pornite din timp. Aparatele electrice cu stocare, în cazul sistemelor bitarifare, pot fi folosite în timpul tarifului redus. Aceste instalații pot fi combinate cu colectoarele solare, cu sistemele locale de încălzire.

Economisirea energiei se poate obține având trasee cât mai scurte, în unele cazuri conductele pot fi termoizolate. Însă economia considerabilă se obține prin economisirea apei calde și prin reducerea cheltuielii fără necesitate – a irosirii ei. Cum se vede din tab.2.5, folosirea dușului în locul căzii reduce consumul de apă de 3...6 ori. Economii însemnate vom obține, închizând apa în duș când ne săpunim, în robinet – când periem dinții ș.a. Armatura neetanșă de asemenea aduce pierderi mari: picurarea a 10 picături pe minut înseamnă pierderea a 150...200 litri de apă pe lună. Reduceri considerabile permit robinetele manuale poziționale. Ele pot fi poziționate înainte de deschidere în poziția potrivită, deschise și închise practic instantaneu.

- ✓ **Normativele în vigoare a consumului de apă caldă la noi sunt mari în comparație cu țările Uniunii Europene.**
- ✓ **Sursele de căldură pentru prepararea apei calde menajere pot fi centralizate sau locale.**
- ✓ **Ca surse locale pot servi boilere electrice, cazanele pe gaz sau alți combustibili, de asemenea – pompele de căldură și colectoarele solare.**
- ✓ **Economia considerabilă a căldurii se obține prin economisirea apei calde și prin reducerea cheltuielii fără necesitate – a irosirii ei.**

2.8 Pregătirea hranei

Consumul specific de căldură la prepararea hranei, în funcție de sector (urban, rural), anotimp, preferințele personale ș.a., constituie între 5 și 15 MJ/(pers.zi). Structura actuală a consumului de căldură în gospodăriile din Republica Moldova este prezentată în fig.2.10. Pentru

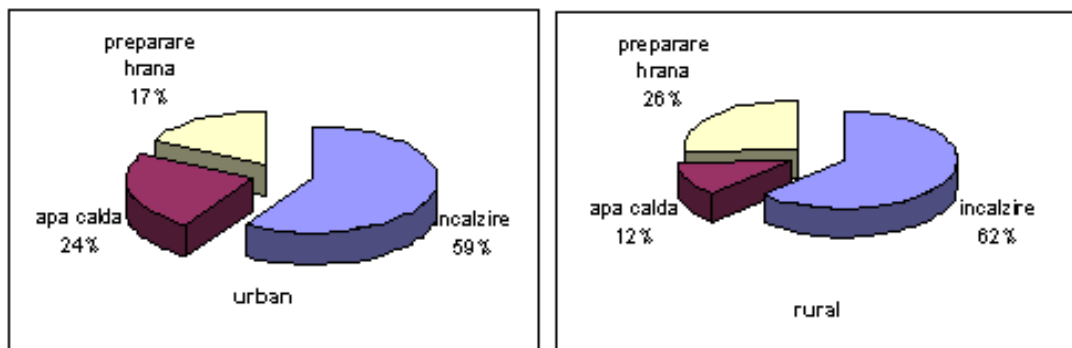


Figura 2.10 Structura consumului de căldură în clădiri.

pregătirea hranei în orașe se consumă 17 % din cantitatea totală de energie termică, la sate acest consum se ridică la 26 %, prin urmare, acest sector merită atenție.

De și posibilitățile de reducere a consumului sunt mai mici decât la încălziri, careva economii de energie sunt posibile și în acest domeniu. Măsurile posibile sunt:

- dozarea porțiilor pregătite – deseori apa pentru o ceașcă de cafea se fierbe într-un ceainic de 2 – 3 litri;
- utilizarea cât mai pe larg a semifabricatelor;
- folosirea în bucătărie a utilajului cât mai performant din punct de vedere energetic;
- combinarea preparării hranei cu încălzirea (aceasta-i posibil, mai ales, în sectorul rural) ș.a.

- ✓ Pentru pregătirea hranei în orașe se consumă 17 % din cantitatea totală de energie termică, la sate acest consum se ridică la 26 %.
- ✓ Reducerea consumului de energie pentru prepararea hranei se poate obține prin folosirea în bucătărie a utilajului cât mai performant din punct de vedere energetic, utilizarea cât mai pe larg a semifabricatelor ș.a.

2.9 Iluminatul

Iluminatul include sursele artificiale de iluminat cum ar fi lămpile (becurile) și iluminatul natural al interioarelor cu lumina de afară. Lumina naturală este foarte importantă pentru om: fără stimularea zilnică de către lumina naturală viziunea umană ar putea degenera. În concluzie, iluminatul natural (prin ferestre, lucarne, etc.) este folosit ca sursa principală de lumină pe durata zilei în clădirile în care oamenii locuiesc și muncesc. Sursa pentru lumina naturală este reprezentată de razele directe de la soare sau de dispersia luminii solare pe cer. Intensitatea și culoarea luminii naturale variază pe durata zilei și a anului și depinde de latitudine și condițiile

de vreme. Lumina naturală face parte din factorii principali de mediu și are un impact enorm asupra condițiilor fizice și psihice ale oamenilor. Criteriul cantitativ este reprezentat de nivelul intensității lumini, calitatea este generată de fluxul luminos și direcția luminii, echilibrarea luminozității și a strălucirii și orbirii. Orbirea este cauzată de strălucirea intensă sau de contrastul foarte mare cum ar fi, de exemplu, acoperiș din ferestre orientat spre cer. Deci este necesar de a regla razele directe de lumină în spațiile interioare. Sunt mai multe căi de reglare a luminii naturale.

Iluminatul artificial este realizat cu surse de iluminat pe perioada de timp în care lumina naturală nu este posibilă. Sursele moderne de iluminat artificial creează în locurile de lucru condiții similare cu cele ale luminii naturale. Iluminatul artificial este asigurat prin cel mai comun tip de iluminat din prezent și anume iluminatul electric, dar și prin iluminat cu gaz, lumânări sau lămpi cu petrol, utilizate în trecut, și care mai sunt folosite încă pentru situații de siguranță. Iluminatul adecvat poate îmbunătăți cerințele de performanță și estetică; în timp ce economia incorectă de energie pentru iluminat poate avea efecte negative asupra sănătății umane. Iluminatul interior implică anumite accesorii și mobilier și reprezintă o parte importantă a proiectării interioarelor. Iluminatul artificial este realizat cu surse de iluminat pe perioada de timp în care lumina naturală nu este posibilă. Sursele moderne de iluminat artificial creează în locurile de lucru condiții similare cu cele ale luminii naturale. Intensitatea luminii (luminozitatea) influențează efortul vizual. El este mic în cazul activităților curente și intens pentru activități deosebite. De asemenea, iluminatul are rolul de a crea un mediu plăcut și adecvat de trai.

Iluminatul se împarte de regula în iluminat central și iluminat local. Modul în care cade lumina este foarte important. Acesta poate fi direct, semi-direct și indirect.

Caracteristic pentru iluminarea directă este că ea cade în jos (perpendicular) pe suprafața locului de lucru și pe podea. Iluminarea directă utilizează lumina totală emisă, fiind foarte economică, dar în contrast cu zonele întunecate din încăpere, generează o lumină orbitoare pe margini.

Iluminarea semi-directă se caracterizează prin faptul că sursele de lumină emit lumina nu numai în jos, ci și pe tavan sau perete. În acest caz, condițiile din încăpere sunt mult mai confortabile. Lumina reflectată de pe tavan generează mici umbriri și strălucirea este mult mai acceptabilă. Iluminarea semi-directă este cea mai optimă și este de obicei cea mai folosită.

Iluminarea mixtă înseamnă emiterea luminii din toate direcțiile, deci iluminarea tuturor suprafețelor (podea, pereți, tavan) la fel.

Iluminarea indirectă se caracterizează prin aceea că toată lumina este proiectată pe tavan și pe partea superioară a pereților. Tavanul luminat apare ca o sursă cu intensitate mică, deci

încăperea este iluminată uniform și fără zone de orbire. Dezavantajul acestui sistem de iluminat este acela că pierderile mari de lumină sunt cauzate de reflecție.

Sunt două grupuri principale de surse – surse termice și luminiscente. În cazul surselor termice (de exemplu, Soarele, becurile) lumina este emisă prin încălzire la temperatura foarte înaltă. În cazul surselor luminiscente (becuri fluorescente) lumina este dată de luminozitate.

Caracteristicile tehnice principale pentru lămpile de iluminat care influențează cantitatea și calitatea luminii sunt:

- tensiunea, în V;
- puterea, în W;
- fluxul luminos, în lumen – lm;
- eficiența luminoasă, în lm/W;
- temperatura, în °C.

Becurile sunt cele mai utilizate și neeconomice surse. Numai în jur de 3-4 % din energia de intrare este transformată în lumină, restul fiind risipită sub formă de căldură. Avantajul lor este prețul mic și utilizarea ușoară fără a fi nevoie pentru instalare de cerințe speciale. Lumina este plăcută și apropiată de lumina naturală. Durata de viață este scurtă, în jur de 1000 de ore. Puterea variază de la 15 până la 200 W și eficacitatea luminoasă - de la 6 până la 16 lm/W.




Becurile cu halogen sunt sursele noi cele mai utilizate. Acestea sunt preferat mai ales pentru iluminatul spațiilor decorative și intime. Eficacitatea luminoasă este mare, cu valori cuprinse între 11 și 25 lm/W, iar durata de viață este lungă, în jur de 2000 -3000 ore. Aceste becuri sunt de două tipuri:

- a) becuri pentru tensiune joasă (12 V) cu putere nominală de la 5 până la 75 W și
- b) becuri pentru tensiunea de rețea (220 V) cu putere nominală de la 60 până la 2000 W.

La utilizarea acestor tipuri de becuri nu trebuie să uite ca ele sunt adecvate pentru tensiune joasă și ca temperatura acestor surse este mare și zona din împrejurul lor este caldă.

În prezent cele mai comune sunt lămpile fluorescente standard. Lumina este emisă sub formă de lumină în ultraviolet pe un strat luminofor care acoperă partea interioară a lămpii fluorescente. Lămpile sunt fabricate în mai multe tonuri de culori, de la roz până la lumină naturală. Eficacitatea luminoasă este mare, cu valori cuprinse între 35 până la 60 lm/W. Durata de viață este destul de lungă, de la 5000 până la 8000 ore. Dar numărul mare de întreruperi (conectare /deconectare) micșorează această durată. Caracteristicile lămpilor incandescente și fluorescente sunt prezentate în tab.2.6.

Tabelul 2.6 Caracteristicile energetice ale lămpilor.

Tip de lampă	Flux de lumină, lm	Putere, W	Eficiență, lm/W
Incandescentă 	715	60	11,9
	1.350	100	13,5
Tub fluorescent 	1.150	18	63,9
	2.850	36	79,1
	4.600	58	79,3
Lampă fluorescentă 	575	11	52,0
	855	15	57,0
	1.140	20	57,0
	1.450	23	63,0

Sunt și câteva aspecte negative legate de influența utilizării acestor tipuri de lămpi asupra organismului uman (dureri de cap, oboseala ochilor, căderea părului), dar cercetările au arătat că aceste temeri sunt totuși nejustificate.

Sunt recunoscute două tipuri de becuri fluorescente și anume: lineare și compacte. Sursele lineare sunt fabricate cu lungimi de 60, 120 și 150 cm și cu stabilizator inductiv (SIN) și starter pentru 230 V, sau fără starter cu stabilizator electric (SEL). Aceste surse au o durată de viață de 10 ori și puterea de 5 ori mai mare decât becurile clasice.

Becurile fluorescente compacte aparțin celui mai modern grup de surse. Cele mai multe tipuri din aceste surse sunt fabricate la fel ca becurile clasice, și operațiunea de înlocuire este foarte ușoară. Durata de viață este de 8 ori mai mare și puterea de 6 ori mai mare decât în cazul becurilor clasice.

Tabelul 2.7 Economisirea energiei prin înlocuirea becurilor incandescente.

Tipul sursei ce înlocuiește becul	Economie, %
Bec fluorescent linear de Ø 38 mm cu SIN	62
Bec fluorescent linear de Ø 26 mm cu SIN	72
Bec fluorescent compact cu SIN	76
Bec fluorescent cu SEL	79
Bec fluorescent linear de Ø 26 mm cu SEL	82
Bec fluorescent linear de Ø 16 mm cu SEL	88

Iluminatul artificial reprezintă o parte importantă în cadrul consumului total de electricitate mondial. Pentru locuințe și birouri consumul pentru iluminat este în jur de 20...50 % din consumul total de energie. Înlocuirea becurilor incandescente cu lămpi fluorescente va reduce acest consum la 5...15 % (vezi tab.2.7).

Astfel, iluminatul reprezintă o componentă importantă în cadrul consumului de energie zilnic, în mod special pentru clădirile mari unde sunt mai multe alternative pentru asigurarea iluminatului necesar.

Există câteva strategii utilizabile pentru micșorarea cerinței de energie în orice clădire și anume:

- Specificarea cerințelor de iluminat pentru fiecare zonă din clădire;
- Analiza calității iluminatului pentru a ne asigura ca iluminatul nu are și părți care deranjează (de exemplu, senzația de orbire sau spectrul incorect de culoare) ce nu au fost luate în calcul la dimensionare;
- Integrarea spațiului planificat și a arhitecturii interioare (incluzând destinația suprafețelor interioare și geometria camerelor) la dimensionarea iluminatului;
- Timpul de utilizare zilnic dimensionat nu trebuie să depășească necesarul de energie;
- Selectarea tipului de instalare și lămpi care să corespundă celor mai bune tehnologii de conservare a energiei;
- Instruirea ocupanților din clădire pentru a utiliza iluminatul într-o manieră cât mai eficientă;
- Intreținerea sistemelor de iluminat pentru a micșora risipa de energie;
- Utilizarea pe cât e posibil a iluminatului natural.

- ✓ **Iluminatul include sursele artificiale de iluminat și iluminatul natural al interioarelor.**
- ✓ **Iluminatul artificial este realizat cu surse de iluminat pe perioada de timp în care lumina naturală nu este posibilă.**
- ✓ **În locuințe și birouri consumul pentru iluminat este în jur de 20...50 % din consumul total de energie electrică.**
- ✓ **Deosebesc iluminare directă, semi-directă și indirectă.**
- ✓ **Se folosesc două grupuri principale de surse – surse termice și luminescente.**
- ✓ **Înlocuirea becurilor incandescente cu lămpi fluorescente va reduce consumul de energie cu 60...80 %.**

2.10 Aparatură electrocasnică

Aparatura folosită include, în principal, următoarele consumuri:

1. frigider și congelator,
2. iluminat,

3. încălzirea apei și spațiului,
4. electronice, audiovizuale,
5. mașini de spălat rufe,
6. cuptoare electrice și cu microunde,
7. mașini de spălat vase,
8. alte dispozitive.

Structura consumului pe aceste categorii este prezentată în fig. 2.11.

Conform cerințelor UE, majoritatea aparatelor consumatoare de energie electrică, și în primul rând cele cu consum mare, se etichetează.

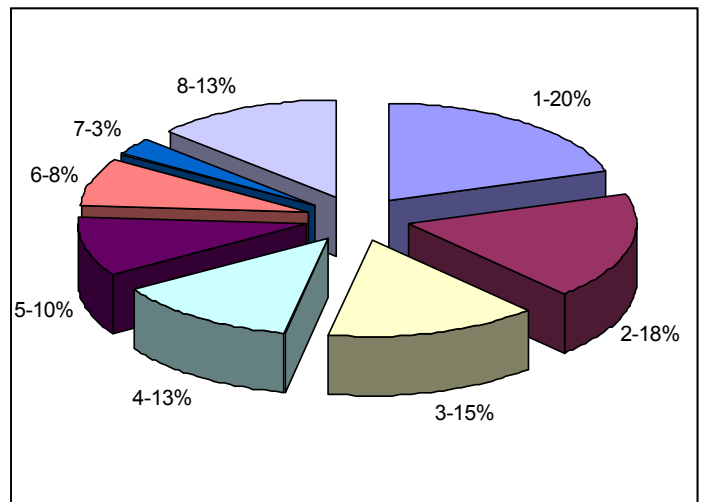


Figura 2.11 Structura consumului de energie electrică în clădiri locative.

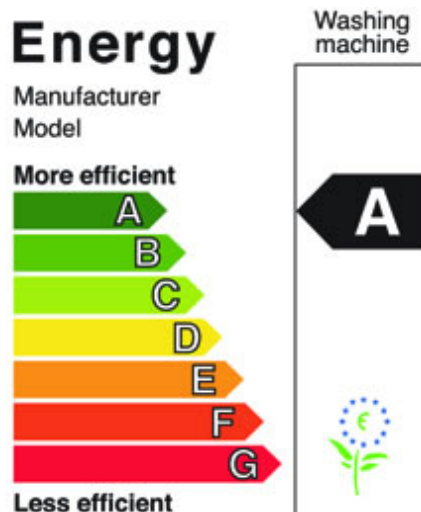


Figura 2.12 Scara de eficiență energetică a electrocasnicelor.

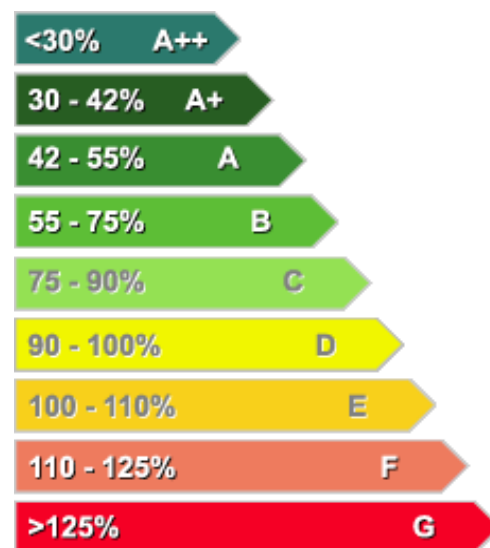


Figura 2.13 Compararea consumurilor de energie după scara de eficiență.

Etichetarea energetică constă în lipirea unei etichete pe produs într-un loc vizibil pentru cumpărător, care oferă informații concludente despre performanțele și consumul de energie al acestuia. O parte importantă a etichetării energetice o reprezintă scala de eficiență energetică, care este un simplu index de litere și culori, începând de la litera A corespunzătoare randamentului cel mai bun și până la litera G corespunzătoare randamentului cel mai scăzut (vezi fig.2.12). Fiecare inscripție de pe eticheta, începând de la litera A, arată o creștere a consumului de energie cu aproximativ 12 -15% față de inscripția precedentă (vezi fig.2.13). În cazul aparatelor de răcire (frigidere, congelatoare, etc) au trebuit adăugate două rânduri la început, care să includă clasele A+ și A++, expresie a unui consum relativ scăzut.

În afara achiziționării aparatelor de clasă energetică înaltă trebuie de atras atenție la funcționarea eficientă a acestora: deconectarea aparatelor care nu sunt necesare și întreruperea

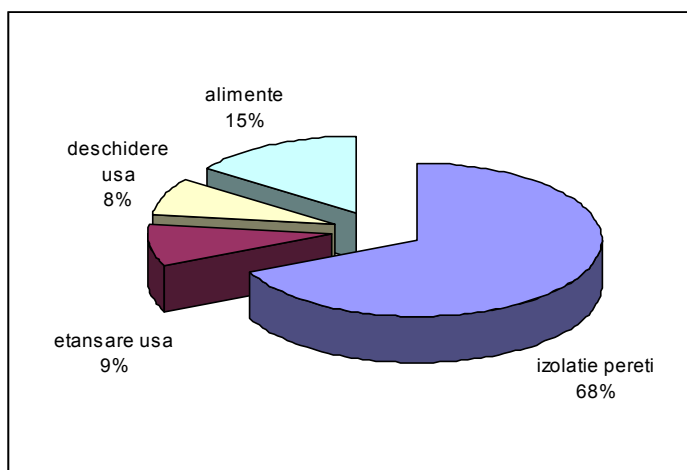


Figura 2.14 Structura pierderilor de frig ale unui frigider casnic.

totală a alimentării lor atunci când nu sunt folosite, deoarece consumul acestora în „stand-by” poate fi între 10 și 15 % din consumul specific condițiilor normale.

Din fig. 2.11 se vede că frigiderul are cea mai mare cota în consumul casnic de energie electrică, deci lor trebuie de acordată o atenție deosebită. În fig.2.14 este prezentată structura pierderilor de frig ale unui

frigider casnic. În cazul frigiderelor și congelatoarelor reducerea consumului de energie poate fi atinsă prin:

- cumpărarea frigiderului de clasa energetică A+ ori A++, indicată pe etichetă energetică;
- alegerea unui frigider cu capacitatea care să corespundă nevoilor din gospodărie: un frigider mare înseamnă mai multă energie consumată;
- evitarea depozitării alimentelor în stare caldă;
- etanșarea ușii; asigurarea închiderii bune a ușii frigiderului; aceasta poate fi testată prin închiderea ușii peste o foaie de hârtie - dacă foaia poate fi trasă ușor în afară, frigiderul trebuie schimbat;
- deschiderea ușii cât mai puțin posibil;
- evitarea amplasării frigiderului lângă surse de căldură și în locuri cu ventilație scăzută;
- dezghețarea manuală periodică a frigiderului ori procurarea acestuia cu funcția No frost: gheață scade eficiența energetică a frigiderului; trebuie urmărit ca stratul de gheață din congelator să nu fie mai mare de 3 mm.

Recomandări privind utilizarea mașinilor de spălat:

- folosirea mașinii la capacitatea maximă. Dacă trebuie de spălat rufe mai puține, se setează un program scurt de spălare, sau se așteaptă până când se strânge cantitatea de rufe necesară pentru un ciclu de spălare;
- spălarea cu apă rece sau cu apă la o temperatură cât mai scăzută;
- preîntâmpinarea folosirii funcției de uscare – mai ales atunci când este soare.

Sunt câțiva pași de urmat prin care se poate micșora consumul de energie pentru aparatura electronică de acasă:

- scoaterea din priză a acestora când sunt oprite; dacă trebuie de încărcat un telefon mobil, se scoate de asemenea încărcătorul din priză după ce telefonul a fost încărcat;
- utilizarea unui prelungitor cu mai multe prize; aparatura electronică și echipamentele de birou sunt alimentate printr-un singur punct de alimentare cu mai multe prize (priză multiplă) prevăzut și cu un întrerupător “pornit/oprit” (“on/off”); acesta permite, atunci când este necesară, deconectarea simultană a tuturor aparatelor, printr-o singură manevră.

În mod special, pentru computere:

- când nu se folosește computerul, chiar și pentru perioade scurte, trebuie de întrerupt ecranul;
- utilizarea ecranului în “screensaver” negru, înseamnă un consum redus de energie;
- trebuie să fie asigurată o bună gestionare a consumului de energie pentru computer (putere mică în regimul “sleep mode”).

- ✓ **În clădirile locative aparatele electrocasnice le revine peste 80 % din consumul total de energie electrică.**
- ✓ **Conform cerințelor UE, majoritatea aparatelor consumatoare de energie electrică, și în primul rând cele cu consum mare, se etichetează după o scară de la A (eficiență maximă) la G (eficiență minimă).**
- ✓ **Frigiderele au cota cea mai mare în consumul casnic de energie electrică.**

2.11 Certificatul energetic al clădirii

Certificatul de Performanță Energetică se prezintă drept un document scris prin care se declară și se certifică, într-o formă sintetică unitară, performanța energetică a clădirii, detaliindu-se principalele caracteristici termice și energetice ale construcției și instalațiilor aferente acesteia, rezultate din analiza termică și energetică.

Pornind de la caracteristicile reale ale sistemului construcție - instalații aferente, Certificatul Energetic încadrează clădirea în clase de performanță energetică și de mediu și acordă totodată locuinței o notă energetică care oferă locatarului, chiriașului, cumpărătorului informații privind consumul real de energie, deci la cât se ridică cheltuielile lunare de întreținere și câți bani va avea de cheltuit pentru a aduce casa la "parametri optimi".

Certificatul energetic trebuie completat în cadrul elaborării proiectelor pentru clădirile noi, cele reconstruite sau reparate capital, în cadrul recepționării în exploatare și în procesul de exploatare a clădirilor construite.

Certificatele energetice pentru apartamentele care vor fi folosite separat în clădirile de tip bloc, pot fi obținute în baza pașaportului energetic general al clădirii cu sistem comun de încălzire.

Certificatul energetic al clădirii nu poate servi pentru calcularea plăților pentru serviciile comunale ce sunt prestate chiriașilor, proprietarilor de locuințe sau proprietarilor clădirilor.

Certificatul energetic al clădirii trebuie completat:

- a) la etapa elaborării proiectului și la etapa adaptării lui la condițiile terenului concret (de către instituția de proiectare);
- b) la etapa de dare în exploatare a obiectivului – de către instituția de proiectare în baza analizei abaterilor de la proiect admise în timpul construirii clădirii. În acest caz se adoptă în considerație:
 - datele din documentația tehnică (desenele de execuție, actele de lucrări ascunse, certificatul tehnic, informațiile obținute de comisiile de recepție etc);
 - modificările introduse în proiect și abaterile de la proiect aprobate (coordonate) în cadrul executării clădirii;
 - rezultatele verificărilor de respectare a caracteristicilor termotehnice ale obiectului și a sistemelor ingineresti de către inspectoratul tehnic și controlul de autor.

În caz de necesitate (abateri neaprobat de la proiect, lipsa documentației tehnice necesare, rebut) beneficiarul și inspecția în construcții sunt în drept să ceară executarea unor încercări a elementelor de închidere;

c) la etapa de exploatare a obiectului construit - selectiv și după un an de exploatare a clădirii. Includerea clădirii în lista pentru completarea certificatului tehnic, analiza certificatului completat și adoptarea deciziei privind măsurile necesare, se efectuează în ordinea stabilită prin decizia administrației subiectului.

Certificatul energetic al clădirii trebuie să conțină:

- informații generale referitoare la proiect;
- condițiile de calcul;
- informații privind destinația funcțională și tipul clădirii;
- indicii de sistematizare spațială și de alcătuire a clădirii;
- indicii energetici de calcul ai clădirii, inclusiv indicii de eficiență energetică și cei termotehnici;
- date privind comparația cu indicii normați;
- recomandările privind îmbunătățirea eficienței energetice a clădirii;

- rezultatele măsurărilor eficienței energetice și a nivelului de protecție termică a clădirii după un an de exploatare;
- clasa de eficiență energetică a clădirii.

Controlul privind corespunderea clădirilor exploatare cu normativele în vigoare se realizează prin determinarea experimentală a principalilor indici de eficiență energetică și a indicilor termotehnici în conformitate cu condițiile standardelor de stat și cu alte norme aprobate în modul stabilit pentru metodele de încercare a materialelor și elementelor de construcție și a obiectivelor în întregime.

Cod postal
localitateNr. înregistrare la
Consiliul LocalData
Înregistrării

z z l l a a

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

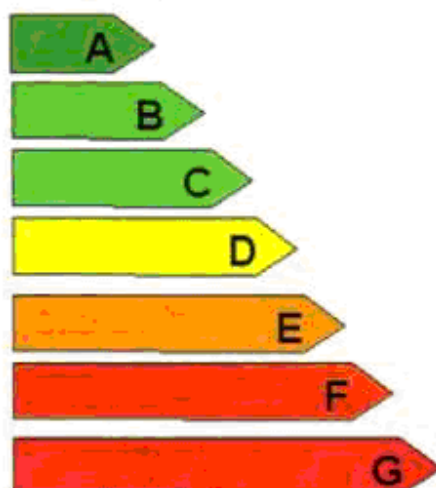
--	--	--	--	--	--

Certificat de performanță energetică

Performanța energetică a clădirii

Notare
energetică: 92Sistemul de certificare: Metodologia de calcul al
Performanței Energetice a Clădirilor elaborată în
aplicarea Legii 372/2005Clădirea
certificatăClădirea de
referință

Eficiență energetică ridicată



Eficiență energetică scăzută

C

C

Consum anual specific de energie [kWh/m²an]

204.84

225.57

Indice de emisii echivalent CO₂ [kgCO₂/m²an]

62.54

68.76

Consum anual specific de energie
[kWh/m²an] pentru:

Clasă energetică

Clădirea
certificatăClădirea de
referință

Încălzire:

190.34

D

D

Apă caldă de consum:

8.46

A

A

Climatizare:

-

-

-

Ventilare mecanică:

-

-

-

Iluminat artificial:

6.04

A

A

Consum anual specific de energie din surse regenerabile [kWh/m²an]: 0

Date privind clădirea certificată

Adresa clădirii: ..

Aria utilă: 1560,7 m²

Categorii clădirii: SCOLARA

Aria construită desfășurată: 1560,7m²

Regim înaltim: P+1E

Volumul interior al clădirii: 6132,24m³

Anul construirii: 1964,1971

Scopul elaborării certificatului energetic: Informativ

Programul de calcul utilizat: AllEnergy , versiunea: 3.1

Date privind identificarea auditorului energetic pentru clădiri:

Specialitatea
(c, i, ci)

Numele și prenumele

Seria și
Nr. certificat
de atestareNr. și data înregistrării
certificatului în registrul
auditoruluiSemnatura
și stampila
auditorului

ci

Clasificarea energetică a clădirii este făcută funcție de consumul total de energie al clădirii, estimat prin analiză termică
și energetică a construcției și instalațiilor aferente.

Notarea energetică a clădirii ține seama de penalizările datorate utilizării neraționale a energiei.

Perioada de valabilitate a prezentului Certificat Energetic este de 10 ani de la data eliberării acestuia

Figura 2.15.

Pentru clădirile care nu dispun de documentația de executare a construcției, certificatul energetic al clădirii se alcătuiește în baza materialelor de la biroul de inventariere tehnică, a cercetărilor și măsurătorilor tehnice la fața locului, executate de specialiști calificați care dispun de licență pentru executarea lucrărilor respective.

Răspunderea pentru veridicitatea datelor din certificatul energetic al clădirii o poartă instituția care a completat certificatul.

- ✓ **Certificatul de Performanță Energetică se prezintă drept un document scris prin care se declara și se certifica, într-o formă sintetică unitară, performanța energetică a clădirii, detaliindu-se principalele caracteristici termice și energetice ale construcției și instalațiilor aferente acesteia, rezultate din analiza termică și energetică.**
- ✓ **Certificatul Energetic încadrează clădirea în clase de performanță energetică și de mediu și acordă totodată locuinței o notă energetică care oferă locatarului, chiriașului, cumpărătorului informații privind consumul real de energie.**
- ✓ **Certificatul energetic al clădirii trebuie să conțină: indicii de sistematizare spațială, indicii energetici și comparația lor cu indicii normati, clasa de eficiență energetică a clădirii, rezultatele măsurătorilor eficienței energetice și a nivelului de protecție termică a clădirii după un an de exploatare, recomandările privind îmbunătățirea eficienței energetice a clădirii.**

2.12 Auditul energetic al clădirii

Auditul energetic al unei clădiri urmărește identificarea principalelor caracteristici termice și energetice ale construcției și ale instalațiilor aferente acesteia și stabilirea, din punct de vedere tehnic și economic a soluțiilor de reabilitare sau modernizare termică și energetică a construcției și a instalațiilor aferente acesteia, pe baza rezultatelor obținute din activitatea de analiză termică și energetică a clădirii. El este precedat de elaborarea certificatului de performanță energetică.

Auditul energetic al unei clădiri este operațiunea prin care se identifica principalele caracteristici termice ale construcției și ale instalațiilor aferente acesteia. În cadrul unui audit energetic se analizează rezultatele obținute prin analiza termică a clădirii și stabilesc soluții tehnico-financiare de reabilitare și/sau modernizare termică a construcției și a instalațiilor aferente acesteia. Elementele necesare alegerii soluțiilor de reabilitare și/sau modernizarea clădirii sunt prezentate în cadrul unui **raport de audit energetic**.

Element esențial al procedurii de efectuare a auditului este raportul de audit energetic care prezintă:

- modul în care a fost efectuat auditul,
- caracteristicile energetice principale ale clădirii,
- propunerea măsurilor de modernizare a clădirii și instalațiilor aferente acesteia,

- concluziile referitoare la măsurile eficiente din punct de vedere economic.

Forma de prezentare a raportului trebuie adaptată în funcție de beneficiarul acestuia, deoarece acesta va fi cel care va decide în privința modernizării termice a clădirii. Prezentarea raportului de audit energetic, forma, modul de redactare, claritatea și ușurința de interpretare a conținutului acestuia sunt esențiale pentru beneficiarul raportului.

Auditul energetic se efectuează de auditori licențiați. Un auditor energetic este o persoană fizică certificată pentru a putea inspecta și evalua nivelul de eficiență a răspândirii energiei dintr-un imobil. Ca parte a acestei inspecții auditorul energetic va măsura consumul de energie, va urmări pierderile de căldură, și va verifica operațiunile și eficiența încălzirii, ventilației și a sistemelor de aer condiționat.

- ✓ **Auditul energetic al unei clădiri este operațiunea prin care se identifică principalele caracteristici termice ale construcției și ale instalațiilor aferente acesteia. În cadrul unui audit energetic se analizează rezultatele obținute prin analiza termică a clădirii și stabilesc soluții tehnico-financiare de reabilitare și/sau modernizare termică a construcției și a instalațiilor aferente acesteia.**
- ✓ **Auditul energetic se efectuează de auditori licențiați.**
- ✓ **Un auditor energetic este o persoană fizică certificată pentru a putea inspecta și evalua nivelul de eficiență a răspândirii energiei dintr-un imobil.**

REFERINȚE

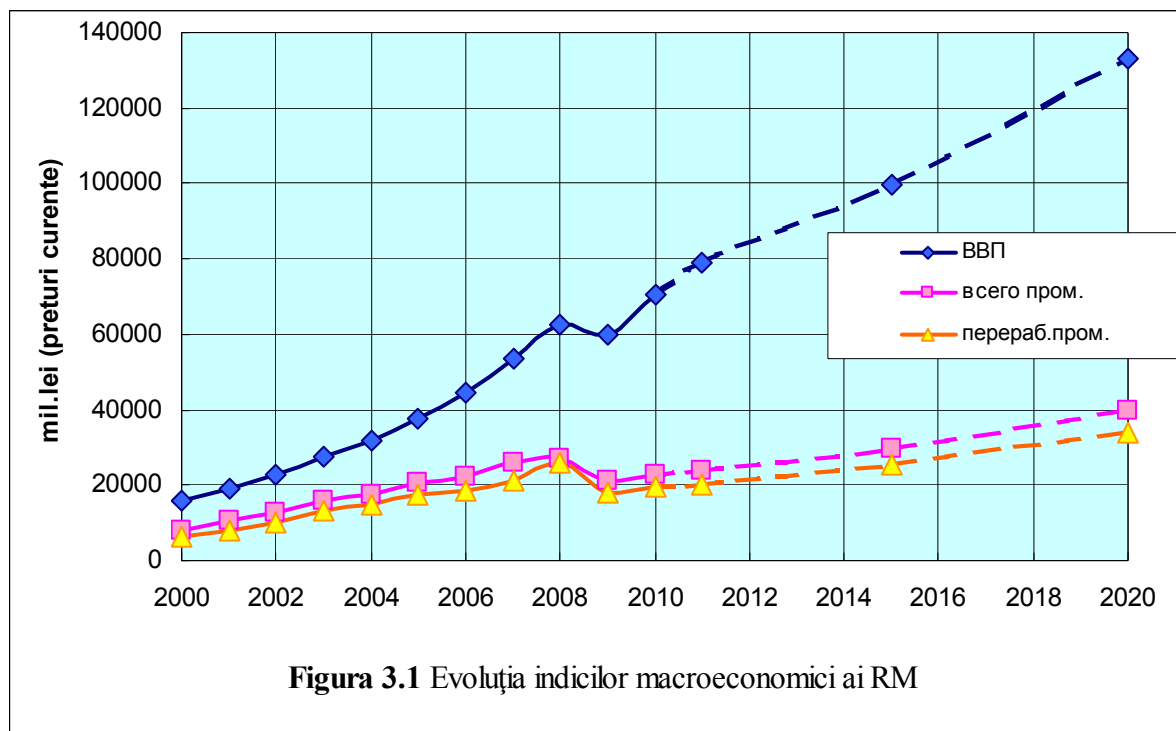
16. Strategii și programe de conservare a energiei pe plan mondial. // Buletinul Asociației Române de conservare a energiei, nr.1, 1992.
17. Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Synthesis Report.
18. Balanța energetică a Republicii Moldova. Culegere statistică 2009. Chișinău. 2010.
19. <http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/>
20. http://www.worldenergy.org/publications/energy_efficiency_policies_around_the_world_review_and_evaluation/1230.asp
21. METODOLOGIE DE CALCUL AL PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRILOR. PARTEA A IV-A – MODEL CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ AL APARTAMENTULUI. Indicativ Mc 001 / 5 – 2009.
22. Energy efficiency in British housing.
http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_efficiency_in_British_housing
23. NCME.04.01-2006 (MCH 2.04-02-2004) CERTIFICATUL ENERGETIC AL CLĂDIRII ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ.
www.meta.md
24. ГОСТ 8.417-2002. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ. ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИН. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ. МИНСК.
25. P.Vârlan. Instalații de încălzire: manual pentru instituțiile de învățământ superior. Chișinău: Ed. „Tehnica”, 1996.
26. Moldova în cifre. Breviar statistic. Chișinău. 2011.
27. Structure of the euro area economy.

- <http://www.ecb.int/mopo/eaec/html/index.en.html> Accesat 28.01.2012.
28. BALANȚA ENERGETICĂ A REPUBLICII MOLDOVA. Culegere statistică. 2010. Chișinău, 2011.
 29. INDRUMAR de EFICIENȚĂ ENERGETICĂ pentru CLĂDIRI – I.
<http://www.ipconsult.ro/IndrumardeEficientaEnergeticapentruCladiriI.htm> Accesat 10.11.2011
 30. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Справочное пособие. Под.ред. проф. Л.Д.Богуславского и к.т.н.В.И.Ливчака. Москва, Стройиздат. 1990.
 31. Восток-Запад: эффективное использование энергии. Серия публикаций ЕЕК по энергетике Nr.10. ООН. Нью Йорк, 1992.
 32. В.С. Беляев, Л.П. Хохлова. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. Москва, Стройиздат. 1991.
 33. Олеся Гапон. Энергосберегающие окна.
http://www.okna.net.ua/artic/ru_31 Accesat 22.07.12.
 34. Энергосберегающие пленки.
<http://etalon-dnepr.com/energy.html>. accesat 27.07.2011
 35. ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД И КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ. СНиП 2.04.01-85* ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ. Москва 1996.
 36. Sergio Garcia Beltran (CIRCE), Lucie Kochova (Enviros s.r.o.), Giuseppe Pugliese (CIRCE), Petr Sopoliga (Enviros s.r.o.). Eficiența energetică în clădiri. Manualul elevului. IUSES. EN 1.0 - Septembrie 2010.

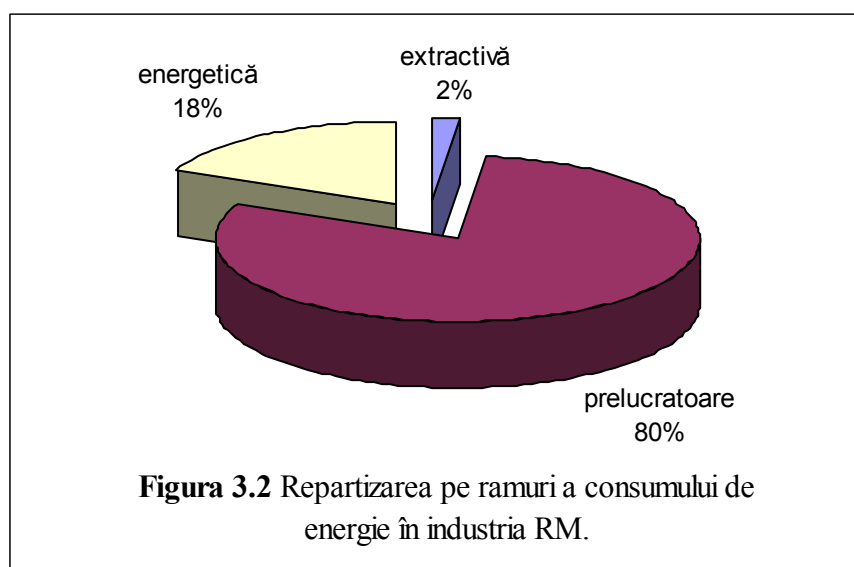
3 EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN INDUSTRIE

3.1 Energetica industriei

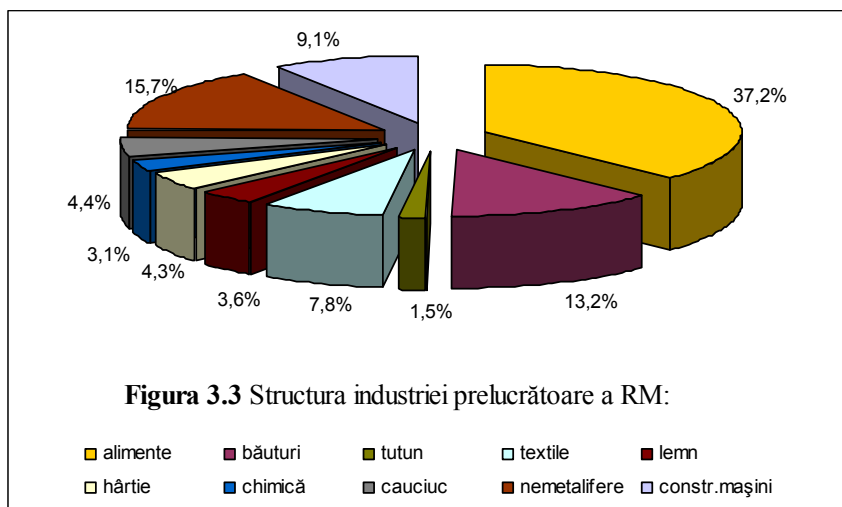
După cum s-a relatat mai sus, în Republica Moldova industria, ca și sfera de producere în general, este cu mult sub nivelul cuvenit. Dacă în țările dezvoltate cota industriei în produsul intern brut constituie 20...30 %, în RM – 13 % (vezi tab. 1.1 și fig.3.1). Trendul indicilor macroeconomici ai RM ne arată că pe viitor situația nu se va îmbunătăți. Acest factor, precum și



faptul că în industria republicii predomină ramurile neenergointensive (vezi fig. 3.2 și 3.3), lămuresc cota redusă a consumului de energie în industrie (vezi fig.1.9). În economia țării 80 %

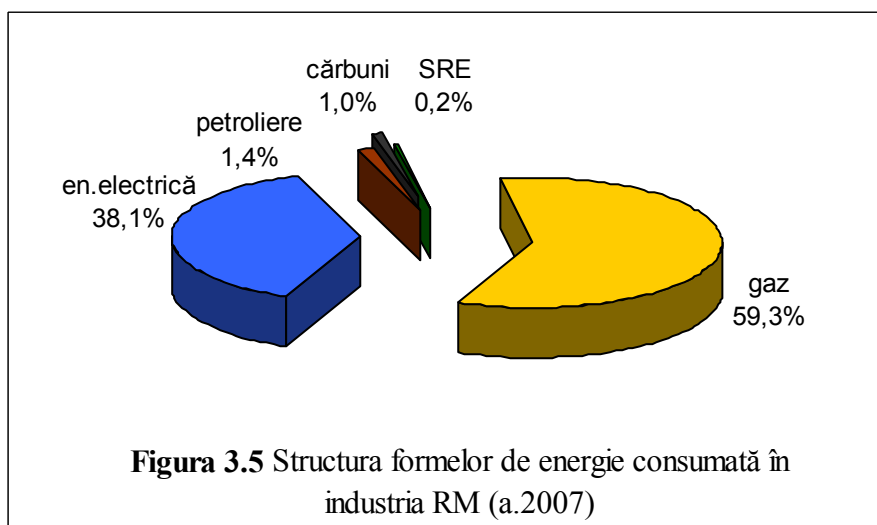
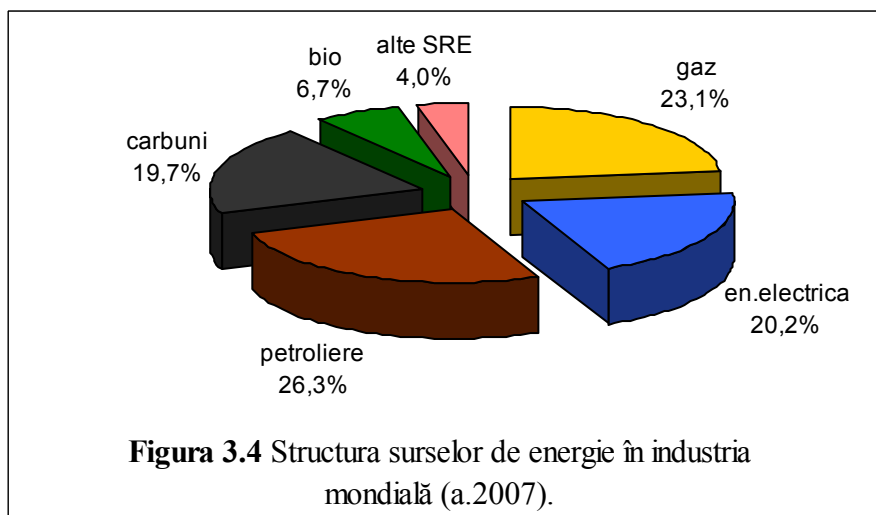


din producție sunt obținute în industria prelucrătoare, în care ramurii cu consum mare de energie – produse din minerale nemetalifere (predominant materiale de construcție), îi revin 15,7 %.

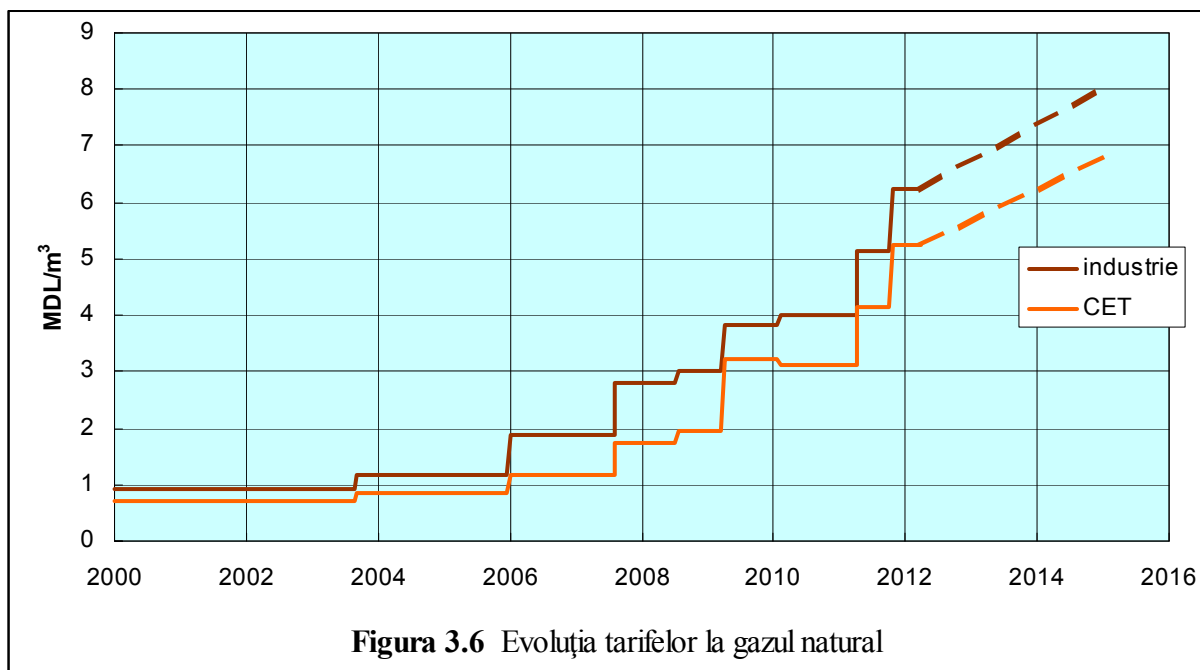


Structura formelor de energie consumată în industria republicii și cea mondială sunt prezentate în fig.3.4 și, respectiv, fig.3.5. Dacă pe plan mondial surselor regenerabile le revin peste 10 % din consumul total, iar celorlalte surse le revin

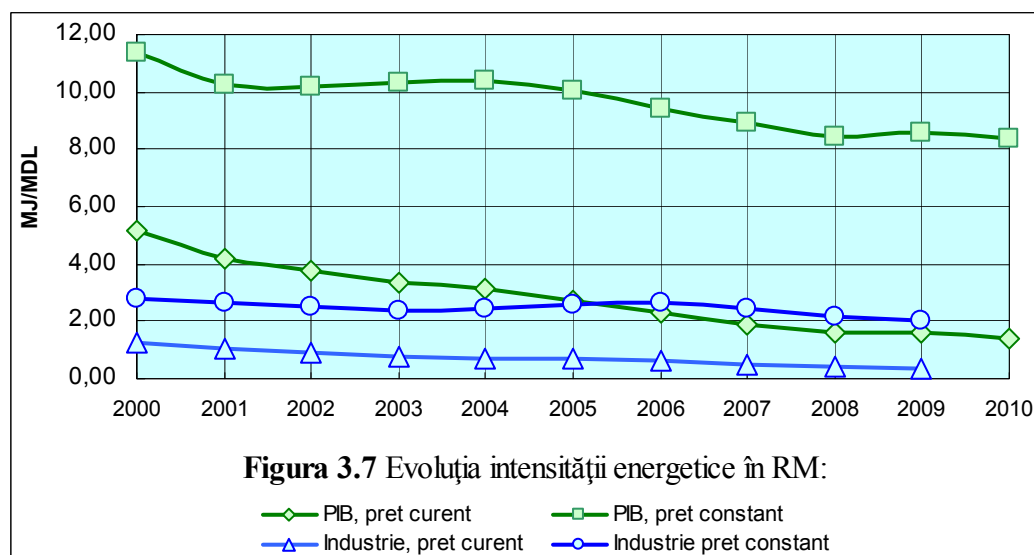
cote-părți aproape egale, în RM SRE ocupă 0,2 %, gazului revenind 59,3 % și energiei electrice – peste 38 %. Având în vedere creșterea continuă a tarifelor la gazul natural (vezi fig. 3.6), această structură trebuie



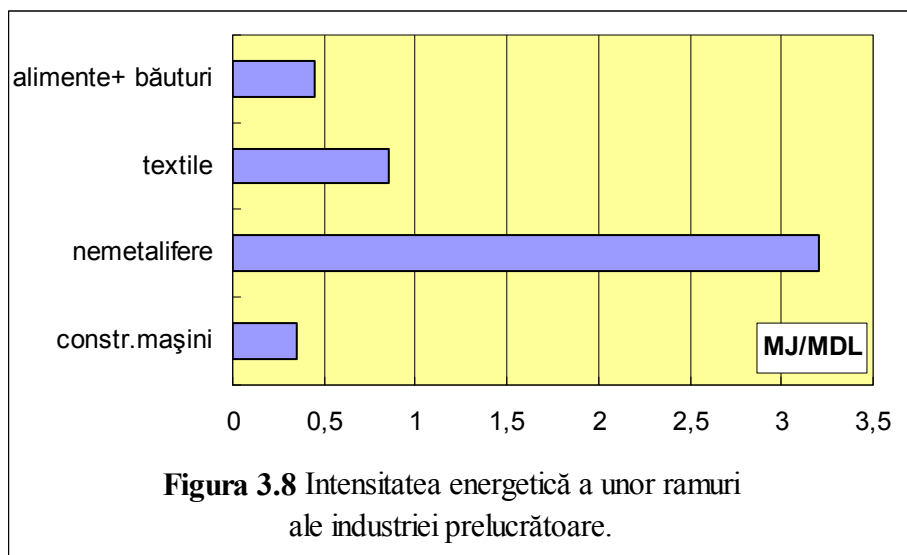
schimbată. O atenție deosebită trebuie de atras în acest caz biomasei, care la întreprinderile industriei alimentare se află în calitate de deșeuri de producție (coji, semințe, borhot etc.) și deseori prezintă probleme evacuarea și depozitarea ei.



În fig.3.7 este prezentată evoluția intensității energetice în prețuri curente și constante în integral pe economie (în raport cu PIB) și separat pe industrie. Se observă o tendință evidentă de scădere a intensității energetice, atât pe economie cât și pe industrie. În prețuri curente în perioada 2000 – 2009 intensitățile s-au redus cu cca.70 %, în prețuri constante: pe economie – cu 24 %, pe industrie – cu 27 %.



Intensitatea energetică a ramurilor preponderente din industria prelucrătoare este prezentată în fig.3.8. După cum se vede din diagramă, majoritatea produselor au intensitatea de 4...9 ori mai mică decât cea a industriei produselor nemetalifere, produsele alimentare și băuturile, care în sumă constituie peste 50 % din producție, având intensitatea energetică de peste 7 ori mai mică.



- ✓ Cota-parte a industriei în economia națională a Republicii Moldova este sub nivelul convenit: 13 % comparativ cu 20...30 % în țările dezvoltate.
- ✓ Ramurile predominante în industria republicii sunt producerea alimentelor și a băuturilor cărora le revin peste 50 % din producția industrială totală.
- ✓ În mixul de energie al industriei RM gazului natural, care devine tot mai costisitor, îi revine o cotă foarte mare – cca. 60 %, pe când sursele regenerabile, care la multe întreprinderi reprezintă deșeuri de producție, constituie doar 0,2 %.
- ✓ Intensitatea energetică cea mai mare în industria republicii (de peste 7 ori mai mare decât media celorlalte) o are ramura produselor nemetalefiere, căreia îi revine cca. 16 % din producția totală.

3.2 Metode de sporire a eficienței energetice în industrie

3.2.1 Măsurile macroeconomice

Reducerea intensității energetice în industrie, pe lângă măsurile legislative, instituționale și financiare, se obține prin măsuri cu caracter macroeconomic de raționalizare a structurii ramurale a industriei. Preferință se atribuie ramurilor cu intensitatea energetică mică, cele energointensive fiind dezvoltate pe măsura necesității locale. La ramurile ne energointensive din Republica Moldova se referă:

- producerea alimentelor și a băuturilor;
- producerea de echipamente și aparate de radio, televiziune și comunicații;
- producerea de aparatură și instrumente medicale, de precizie și optice;
- prelucrarea lemnului și producerea mobilei;
- fabricarea produselor textile, a încălțăminte și a.

În ramura fabricării de mașini și echipamente se aplică operațiile de asamblare, evitându-se cele de prelucrare termică a metalelor.

De menționat, că în Republica Moldova acest principiu până în prezent, în linii generale, se realizează. Cu atât mai mult că majoritatea ramurilor se bazează pe materia primă locală – producția agricolă, iar producția de mașini și echipamente se limitează la cerințele locale. La consumul local este orientată și producerea cea mai energofagă – a sticlei și materialelor de construcție.

3.2.2 Raționalizarea sistemelor energetice ale întreprinderilor

Gospodăriile energetice ale majorității întreprinderilor industriale din Republica Moldova au fost proiectate și executate după conceptele din secolul trecut, când eficiența utilajului energogenerator depindea în mare măsură de puterea lui unitară, sistemele de automatizare erau complicate și dificil de aplicat la instalațiile mici, majoritatea utilajului necesita prezența continuă a personalului de deservire ș.a. Din această cauză gospodăriile energetice ale întreprinderilor erau centralizate. Dacă pentru sistemele de alimentare cu gaz și cele cu energie electrică acest concept nu provoacă careva incomodități, pentru un șir de alte sisteme prezintă un șir de dezavantaje. La ultimele se referă:

- sistemele de alimentare cu energie termică,
- sistemele de aer comprimat,
- sistemele frigorifice,
- sistemele de ventilare și de condiționare.

În aceste sisteme centralizate energoportorii se produc de către o sursă centrală (Centrală Termică, Stație de compresoare etc.) cu valoarea cea mai mare a parametrilor solicitați, indiferent de ponderea consumatorului cu acești parametri în productivitatea totală a sursei. Astfel, dacă peste 90 % din consumul întreprinderii se referă la apa caldă cu temperatura 60...90 °C iar unul din consumatori necesită 3...5 % din energie termică totală sub formă de abur cu temperatura 250 °C, întreprinderea este dotată cu o Centrală Termică cu cazane de abur cu presiunea de 1,4...2,4 MPa și supraîncălzitoare de abur, care mai apoi se folosește la încălzirea apei. La fel și în sistemele de refrigerare: aceeași instalație frigorifică centrală se folosește pentru deservirea concomitentă a unei camere frigorifice mici cu temperatura de -30 °C și a câtorva camere mari cu temperatura de 0...+4 °C, care ar putea fi deservite de instalații individuale cu un coeficient frigorific de 2 ori mai mare.

O altă latură dezavantajoasă a sistemelor centralizate este legată de existența rețelelor de transport și distribuție a energoporturilor. Aceste rețele, pe lângă consumul de energie electrică în pompe, compresoare sau ventilatoare pentru transport și pierderile suplimentare de energie, necesită cheltuieli de întreținere și deservire, cum ar fi restabilirea izolației, înlocuirea țevelor corodate ș.a. La multe întreprinderi acestui factor nu i se atribuie atenția cuvenită ceea ce aduce

la pierderi mari de căldură sau frig. Acest dezavantaj se manifestă mai accentuat în sistemele de aprovizionare cu abur, unde pierderile de căldură aduc și la încălcarea regimului tehnologic, când din conductă împreună cu aburul curge condensat. De menționat, că la majoritatea întreprinderilor din republică în sistemele de alimentare cu abur lipsesc conductele de returnare a condensatului, ceea ce, nu numai că mărește considerabil pierderile de căldură dar și produce cheltuieli suplimentare cu apa și tratarea ei.

Un alt factor negativ al sistemelor centralizate se manifestă la întreprinderile cu consum periodic de căldură. Inerția mare a cazanelor de abur necesită pornirea lor cu mult timp înaintea necesarului de sarcină a utilajului deservit și funcționarea lor în gol până la atingerea parametrilor ceruți de procesul tehnologic ceea ce este urmat de pierderi mari de energie.

Consumuri neraționale de energie se observă și în sistemele de aer comprimat, unde aerul produs de Stația de compresoare cu presiunea de 0,7 MPa se folosește și la consumatorii care necesită 0,1...0,3 MPa. Sistemele centralizate de ventilare și cele de condiționare a aerului, în afară de cheltuielile suplimentare de energie la transportul aerului prin rețele ample de canale, lucrează cu eficiența scăzută când este necesară deservirea numai a unei părți din consumatori.

Utilajul energetic contemporan cu eficiența sporită pentru o gamă largă de productivități, cu caracteristici tehnologice variate și cu funcționarea complet automatizată, permite descentralizarea totală a sistemelor susrelatate, ceea ce nu numai reduce considerabil consumul de combustibil și energie electrică, dar și prezintă unele avantaje tehnologice datorită calității înalte a energiei oferite cu precizia mare a parametrilor și cu excluderea abaterilor în alimentare.

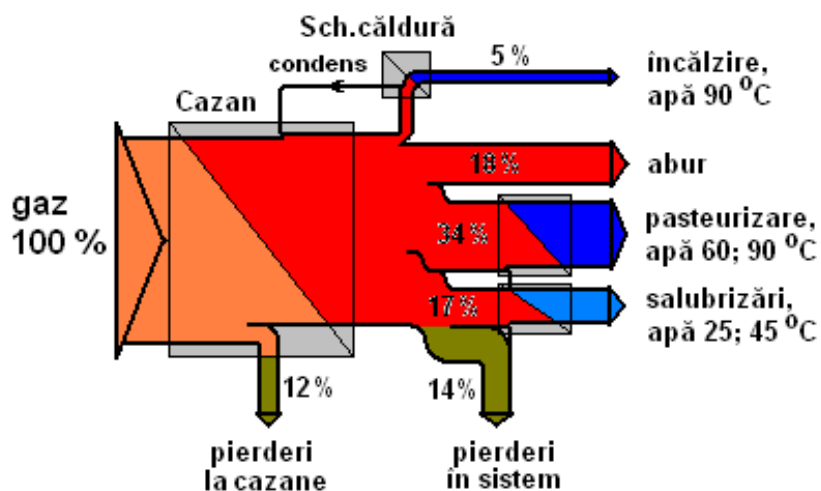


Figura 3.9 Diagrama fluxurilor de energie la o fabrică de prelucrare a laptelui.

În fig. 3.9 este prezentată diagrama fluxurilor de energie termică la o fabrică de prelucrare a laptelui cu sistem centralizat de alimentare cu căldură. Solicitățile totale maxime de căldură constituie 2,4 MW ceea ce corespunde unui consum de 3,3 t/h de abur. Pentru asigurarea lor fabrica este dotată cu o Centrală Termică cu un cazan DKVR-4/13 și două cazane E-1/9. Fabrica funcționează într-un schimb. În anul 2011 au fost consumați 392,2 mii m³ de gaz natural. S-au produs cca. 3000 t de abur, din care la consumatorii de abur au ajuns 18 %. Restul aburului

s-a consumat pentru încălzirea apei. Condensatul se returnează numai de la schimbătoarele de căldură care prepară apa pentru sistemul de încălzire. Se mai folosește o parte din condensat pentru încălzirea prin amestec a apei de salubritate. O cantitate însemnată de apă se încălzește până la 25...45 °C. Pierderile totale au constituit 26 %.

Înlocuirea cazanului DKVR-4/13 și a unui cazan E-1/9 cu cazane de apă fierbinte, amplasate în apropierea consumatorilor, ar permite reducerea pierderilor cu cel puțin 15 % absolute. Pentru producerea apei cu temperatura de 25...45 °C se pot folosi cazane cu condensare care au randamentul cu 10 % mai mare decât cele simple.

De menționat, că descentralizarea sistemelor de alimentare cu căldură facilitează utilizarea surselor regenerabile de energie și, mai ales, a resurselor energetice secundare, care la majoritatea întreprinderilor se întâlnesc în cantități considerabile.

Sursele regenerabile disponibile la întreprinderi sunt: radiația solară, care poate fi utilizată pentru încălzirea apei, și biomasa reprezentată de deșeurile de producție, care pot fi arse nemijlocit, sau utilizate pentru producerea biogazului sau singazului.

3.2.3 Eficientizarea utilajelor termotehnologice

Rezerve mari de eficientizare posedă instalațiile energotehnologice de înaltă temperatură – cuptoarele industriale. În industria Republicii Moldova astfel de instalații se utilizează la prelucrarea materialelor nemetalifere (fabricarea sticlei, a cărămizilor, cheramzitului, producerea cimentului, arderea varului ș.a.) și în industria constructoare de mașini (cubilouri, prelucrarea termică a pieselor de mașini ș.a.).

Instalațiile termotehnologice de temperatură joasă (sub 250 °C) sunt cu mult mai răspândite și se întâlnesc practic în toate ramurile industriei. Acestea sunt instalațiile: de uscare, coacere, vaporizare, pasteurizare, rectificare, cristalizare ș.a.).

Măsuri comune practic pentru toate tipurile de instalații pot fi numite:

- optimizarea regimului de funcționare;
- încărcarea maximă a volumului de lucru;
- alegerea rațională a sursei de căldură;
- întreținerea termoizolației;
- recuperarea căldurii.

Optimizarea regimului se efectuează prin alegerea și menținerea parametrilor optimi și, mai ales, a duratei procesului. La instalații cu regim ciclic de lucru trebuie de redus la maxim procesele de descărcare și încărcare a camerei de tratare pentru a reduce pierderile de căldură în perioada neproductivă. Reducerea consumului de energie se poate obține prin încălzirea preventivă a șargei, folosind căldura evacuată din instalație sau pur și simplu din încăperea în

care se află instalația. Economia se va obține nu numai prin reducerea consumului de energie la încălzirea șargei în instalație, dar și prin reducerea duratei ciclului.

La multe instalațiilor pierderile principale de căldură sunt cele în mediul ambiant prin pereți și cele cu agentul termic evacuat (gazele de ardere, aerul fierbinte ș.a.) care puțin depind de cantitatea șargei. La aceste instalații gradul de încărcare a spațiului de lucru este un factor esențial în eficiența lor energetică.

Sursa de căldură are o influență foarte mare atât la instalațiile de înaltă temperatură cât și la cele de temperatură joasă.

Multe cuptoare industriale cu flacără de prelucrare a metalelor au randamentul termic sub 20 %. Înlocuirea lor cu instalații electrotermotehnologice sporește esențial eficiența lor energetică și economică în general. Având în vedere că randamentul lor, de regulă, este nu mai mic de 70 % iar eficiența obținerii și transportului energiei electrice este peste 35 %, consumul de combustibil la proces în cazul electrotermiei va fi mai mic și acest combustibil poate fi mai ieftin deoarece în instalațiile industriale se utilizează, de regulă, combustibili calitativi și deci scumpi. În plus, calitățile tehnologice ale instalațiilor electrotermice sunt mai înalte: încălzirea uniformă, cantitatea de metal oxidat mai mică ș.a.

În instalațiile de joasă temperatură deseori agentul termic aburul poate fi înlocuit cu apa fierbinte. În multe tehnologii ale industriei alimentare în aceeași instalație se produce și încălzirea și răcirea produsului (pasteurizarea, rectificarea ș.a.). În așa cazuri foarte eficiente sunt pompele de căldură care asigură ambele aceste forme de energie.

Pierderile de căldură prin anvelopele instalațiilor sunt destul de considerabile atât în instalațiile de înaltă temperatură cât și cele de temperatură joasă. În procesul de exploatare a instalațiilor termoizolația se deteriorează, se tasează, în unele instalații se arde, în altele se umezește. Personalul de deservire deseori nu atrage atenția cuvenită acestui fapt. Restabilirea termoizolației și întreținerea ei va permite economii esențiale de energie. La restabilirea termoizolației trebuie de luat în considerație că rezistența termică a acesteia la proiectarea instalației a fost calculată la prețuri cu mult mai mici ale combustibililor și deci este necesară recalcularea ei pentru prețurile medii prognozate ale combustibilului în perioada de viață preconizată a instalației.

La ieșire din instalațiile tehnologice în majoritatea cazurilor agenții termici (gazele de ardere, agenții de uscare, condensatul etc.) și însăși producția conțin o cantitate mare de căldură. În majoritatea cazurilor această căldură poate fi utilizată pentru încălzirea șargei, a materiei prime, a aerului pentru ardere ș.a.

3.2.4 Eficientizarea utilajului electroenergetic

În perioada sovietică era o tendință generală de a crea rezerve în productivitate, mai ales, la utilajul de forță, cu perspectiva dezvoltării ulterioare a întreprinderii. Cu trecerea la economia de piață consumurile de energie la întreprinderi, de regulă, s-au redus, utilajul sistemului electroenergetic urmând să funcționeze cu puteri mult mai mici decât cele nominale. Puterea solicitată la unele întreprinderi a ajuns la nivelul pierderilor cu mersul în gol al stației de transformatoare. Erau supradimensionate și puterea motoarelor electrice. Spre exemplu, se poate întâlni la un compresor de 50 kW un motor cu puterea de 75 kW. Deseori se pot întâlni supradimensionări sau scheme tehnologice neraționale de utilizare a utilajului acționat. Astfel la Centralele Termice se instala o pompă de alimentare la 4-5 cazane de abur, din care acum funcționează unul cu sarcina redusă. Prin urmare motorul pompei funcționează cu sarcina în jur de 10...20 %. De și utilajul respectiv este costisitor, el trebuie schimbat neîntârziat. Investițiile se vor răscumpăra în perioada apropiată.

Majoritatea utilajului industrial acționat de motoare electrice funcționează în regim variabil. Cele mai des întâlnite astfel de agregate sunt pompele și ventilatoarele. Reglarea productivității acestora se efectuează prin laminarea fluxului de fluid, mărindu-se astfel presiunea creată de agregat

la scăderea debitului, produsul acestora și deci puterea solicitată de la motor rămânând neschimbată. Acest neajuns poate fi evitat, utilizând convertizoarele de frecvență, care reglează productivitatea agregatului acționat prin variația frecvenței turației lui,

puterea motorului fiind proporțională cu cubul turației. Instalarea la motoare a convertizoarelor (variatoarelor) de frecvență poate da o economie de energie electrică de 20...60 %. În figura 3.10 este prezentată variația puterii motorului unei pompe la funcționarea fără variator de frecvență și după instalarea acestuia. Pompa a funcționat în regimuri în regimuri practic echivalente. Consumul de energie în 12 ore s-a redus cu 47 %. Pe lângă economisirea energiei variatoarele de frecvență au și un șir de alte avantaje:

- precizie înaltă a reglării;

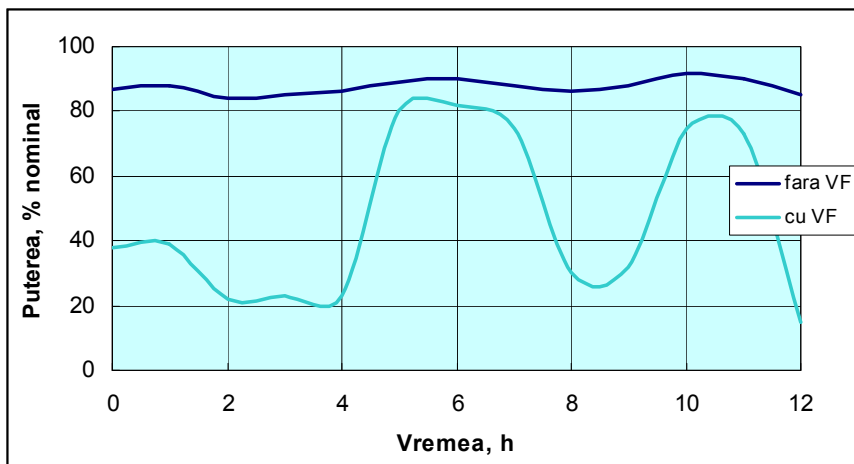


Figura 3.10 Variația puterii motorului unei pompe la funcționarea în regimuri similare până și după instalarea variatorului de frecvență.

- pornire lină, ce reduce considerabil uzarea;
- resursă sporită a utilajului;
- frânare controlată și repornire automată la dispariția tensiunii în rețea;
- accelerare, decelerare controlată;
- protejează motorul comandat;
- schimbarea sensului de rotație
- mentenanță redusă
- condiții de lucru îmbunătățite ș.a.

Economisirea energiei electrice se poate obține și prin compensarea puterii reactive. Una din cauzele existenței puterii reactive mari la întreprinderi constă în supradimensionarea transformatoarelor și motoarelor electrice, despre care s-a relatat mai sus. Reducerea deci se poate obține prin schimbarea acestora. La utilajul normal reduceri se pot obține prin evitarea mersului în gol a motoarelor și transformatoarelor, deconectarea motoarelor subîncărcate, aplicarea acelorași convertizoare de frecvență ș.a. De asemenea se aplică un șir de metode specializate de compensare a puterii reactive. Aceste metode se aplică numai dacă după calcule tehnico-economice rezultă că fezabilitatea lor. La aceste metode se referă:

- utilizarea metodelor sincrone în locul motoarelor asincrone;
- utilizarea compensatoarelor sincrone;
- utilizarea motoarelor asincrone sincronizate;
- utilizarea compensatoarelor statice(baterii de condensatoare în derivație).

De și ponderea iluminatului în consumul de energie este cu mult inferioară celei din clădiri, și aici sunt necesare măsuri de economisire. În unele cazuri la întreprinderi iluminatul excesiv are efect negativ dublu. Spre exemplu, în camerele frigorifice, în afară de excesul de consum de energie în lămpi, avem și consum excesiv de energie în instalația frigorifică, deoarece energia cheltuită în lămpi se transformă în căldură care trebuie eliminată. Metoda principală de economisire constă în deconectarea iluminatului în locul și timpul în care nu este necesar.

3.2.5 Reducerea pierderilor

Pierderile în utilajele de bază s-au analizat mai sus, dar considerăm necesară o analiză mai amplă a pierderilor în general a tuturor formelor de energie și energoportori în sisteme în general. Ne vom referi la pierderile de: căldură, frig, energie electrică, fluizi (apă, abur, aer comprimat, refrigerenți), pierderi de presiune.

Pierderile de căldură și cele de frig au loc prin izolația termică. La întreprinderile din republică principal material termoizolant utilizat până în prezent este vata minerală. Acest material relativ ieftin și accesibil are două dezavantaje serioase: se umezește și cu timpul se tasează. Umezirea care reduce considerabil rezistența termică a materialului se întâlnește mai des la conductele subterane, tasarea – la cele aeriene și la unele utilaje. Starea termoizolației trebuie ținută sub control și la timp restabilită. La restabilire trebuie de verificat rezistența termică optimă la moment și în perspectivă. Ritmul de creștere a prețului combustibililor întrece cu mult cel al materialelor termoizolante și, prin urmare, valoarea rezistenței termice optime poate fi mai mare decât cea proiectată la construcția rețelilor sau utilajului dat. De asemenea, la restabilire se va alege materialul termoizolant contemporan.

O categorie specifică constituie pierderile de căldură și frig prin porțile și ușile halelor de producere și a camerelor frigorifice. Pierderile prin uși pot fi reduse, folosind uși duble sau tambure, prin uși mari și porți – organizând perdele de aer cald, la ușile camerelor frigorifice, instalând perdele flexibile din fâșii de peliculă.

Pierderile de fluizi au loc des în armatură din cauza uzurii organelor de închidere (supapa și scaunul ventilului, sertarul vanei etc.), și din cauza stării insuficiente a garniturii de etanșare. Pierderile de abur au caracter dublu: pe lângă faptul că aburul conține o cantitate mare de căldură, pentru substituirea pierderilor va fi necesară apa cu cheltuieli mari pentru tratarea chimică. Un caracter deosebit de negativ îl au scurgerile de freoni: pe lângă faptul că acești fluizi sunt costisitori, ei acționează distructiv asupra stratului de ozon din atmosferă. Armatura trebuie îngrijită și restabilită la timp.

În sistemele cu abur, după utilajul în care are loc condensarea aburului, se instalează oale de condensat, un utilaj capricios, care cere o îngrijire deosebită. Aburul trecut prin ele în mare parte se pierde din rezervoarele de colectare a condensatului care de obicei au contact cu atmosfera.

În multe procese tehnologice se solicită închiderea și deschiderea deasă a agentului. Aceste procese trebuie automatizate în majoritatea posibilă a cazurilor. Unde automatizarea nu-i eficientă se va atrage atenția deosebită a personalului care efectuează manual aceste operații, cât de neînsemnat ar părea debitul scurgerii.

Deosebit de costisitoare sunt pierderile de aer comprimat.

Pierderile de apă și condensat deseori au loc în conductele subterane care sunt supuse coroziunii interioare și exterioare. Conductele vechi deseori sunt înfundate cu arsură (metal oxidat), nămol de săruri, zgură de sudură ș.a. aceasta aduce la creșterea rezistenței lor hidraulice și deci a consumului de energie electrică în pompe.

Pierderile de energie electrică sunt cauzate de secțiunile mici ale conductelor. De și în majoritatea cazurilor la întreprinderile din republică secțiunile cablurilor sunt supradimensionate din cauzele indicate mai sus, la instalarea utilajului nou trebuie de controlat conductivitatea disponibilă a cablului la care se preconizează conectarea.

- ✓ **Reducerea intensității energetice în industrie se poate obține prin raționalizarea structurii ramurale a industriei, atribuind preferință ramurilor cu intensitatea energetică mică, cele energointensive fiind dezvoltate pe măsura necesității locale.**
- ✓ **Raționalizarea sistemelor energetice ale întreprinderilor se poate obține prin descentralizarea lor.**
- ✓ **Efficientizarea utilajelor termotehnologice se poate obține prin următoarele măsuri:**
 - optimizarea regimului de funcționare,
 - încărcarea maximă a volumului de lucru,
 - alegerea rațională a sursei de căldură,
 - întreținerea termoizolației,
 - recuperarea căldurii.
- ✓ **Efficientizarea sistemelor electroenergetice se poate obține prin următoarele măsuri:**
 - excluderea supradimensionării utilajelor,
 - implementarea convertizoarelor de frecvență la motoare,
 - compensarea puterii reactive.
- ✓ **Pentru reducerea pierderilor de energie și fluizi este necesară monitorizarea continuă, întreținerea calitativă și restabilirea în termen a utilajului, rețelelor de distribuție, armaturii, dispozitivelor de control și comutare etc.**

3.3 Valorificarea resurselor energetice secundare

Resursele energetice secundare (RES) reprezintă diverse forme de energie evacuată din procesul tehnologic sau instalație, utilizarea de mai departe a căreia în acest proces nu este obligatorie sau necesară. Din punct de vedere economic ele pot fi privite ca producție secundară sau deșeu al procesului tehnologic principal. Deosebesc trei tipuri de RES:

- mecanice,
- combustibile și
- termice.

RES mecanice prezintă curenți de fluizi cu presiune mare care pot fi folosiți pentru producerea energiei mecanice și electrice. Rezerve mari de RES mecanice în RM se întâlnesc la stațiile și punctele de reducere a presiunii gazului natural, unde presiunea gazului se reduce de la 40...50 bar la 3...4 bar și, respectiv, de la 3 bar la 0,3 bar. Instalarea în aceste cazuri a turbinelor cu gaze permite producerea energiei electrice în cantități considerabile. Altă sursă de RES mecanice reprezintă Centralele Termice ale întreprinderilor industriale care produc abur cu presiunea de 14 bar pentru majoritatea consumatorilor a aburului cu presiunea nu mai mare de

4...6 bar. Reducerea presiunii se efectuează în instalații speciale IRR (Instalații de Reducere și Răcire). Înlocuirea acestora cu turbine cu contrapresiune ar permite de asemenea producerea unei cantități considerabile de energie electrică.

RES combustibile prezintă diferite deșeuri de producere care pot fi utilizate în calitate de combustibil sau pot fi folosite la producerea combustibililor. Ele pot fi în stare gazoasă, solidă sau lichidă.

La RES combustibile gazoase se atribuie gazele de cocserie, de furnal, de cubilou ș.a. Ultimul se întâlnește și la unele întreprinderi din Moldova, fiind un combustibil de calitate inferioară și în cantități neînsemnate, el poate fi utilizat numai pe loc în cazane sau în focarele unor cuptoare sau uscătorii.

RES combustibile lichide se întâlnesc de două categorii: uleiurile uzate, care pot fi arse în focare nemijlocit, și apele uzate, cu impurități mecanice și coloidale de substanțe organice, precum și unele suspensii cum ar fi, bunăoară, zerul de la producerea brânzeturilor ș.a. Ultimele, având o concentrație a substanțelor solide în jur de 5 %, prezintă, practic, substrat pentru producerea biogazului care, fiind un combustibil calitativ, poate fi utilizat nu numai în focare dar și în motoare cu ardere internă sau livrat consumătorilor externi.

O categorie vastă reprezintă deșeurile combustibile solide:

- rămășițele de la prelucrarea lemnului - la fabricile respective și la cele de mobilă,
- rămășițele de țesături ale industriei textile,
- rămășițele de piele, plastic, cauciuc ș.a. - la fabricile de încălțăminte,
- cojile și semințele fructelor și legumelor - la fabricile de prelucrare a acestora,
- tescovina – la fabricile de vin,
- borhotul la fabricile de zahăr ș.a.

Până în prezent la majoritatea întreprinderilor aceste deșeuri creează probleme, fiind necesară depozitarea lor, cheltuieli cu transportul la gunoiști ș.a., pe când unele din ele pot fi arse nemijlocit, altele transformate în brichete sau peleți, iar unele cu umiditatea mare, cum ar fi borhotul, folosite la producerea biogazului.

RES combustibile solide la multe întreprinderi sunt în cantități suficiente pentru producerea competitivă a energiei electrice. Pot fi utilizate instalații cu motoare cu piston sau turbine cu gaze gazificarea integrată a biomasei sau instalații cu ciclul Rankine cu agenți motori organici.

RES termice sunt reprezentate de entalpia diferitor agenți termici sau a producției finite. Printre agenții termici pot fi numiți:

- gazele evacuate din cuptoare sau eșapate de motoare,
- agenții de uscare eliminați din instalațiile respective,

- aerul eliminat de instalațiile de ventilare,
- aburul uzat,
- fluidele de răcire a diferitor instalații și utilaje,
- condensatul ș.a.

Exemple de producție finită pot fi numite unele lichide care după prelucrarea termică se răcesc precum și unele produse solide (pâinea coaptă, materiale de construcție ș.a.) căldura de la care poate fi luată de aer și folosită mai apoi.

Gazele evacuate din unele cuptoare industriale au un potențial destul de mare pentru a fi utilizate la producerea energiei electrice. Astfel la o fabrică de sticlă cu 3 cuptoare potențialul termic al gazelor evacuate cu temperatura până la 700°C a fost apreciată la 20 MW, care ar fi suficientă pentru o instalație de cogenerare cu puterea electrică de 5 MW și termică de 10 MW. La productivități mai mici entalpia gazelor de ardere poate fi folosită în instalații relativ simple și ieftine pentru încălzirea apei cu diferite destinații: tehnologice, menajere pentru încălzire ș.a.

Căldura agenților din instalațiile de uscare este rațional de recuperat pentru încălzirea porțiilor proaspete de agenți (în majoritatea absolută a cazurilor – aerul atmosferic). În multe instalații recuperarea este foarte eficient de efectuat utilizând pompele de căldură. În instalațiile cu flacără poate fi folosită la încălzirea aerului pentru arderea combustibilului. În cazuri separate se poate utiliza pentru încălzirea apei tehnologice sau menajere.

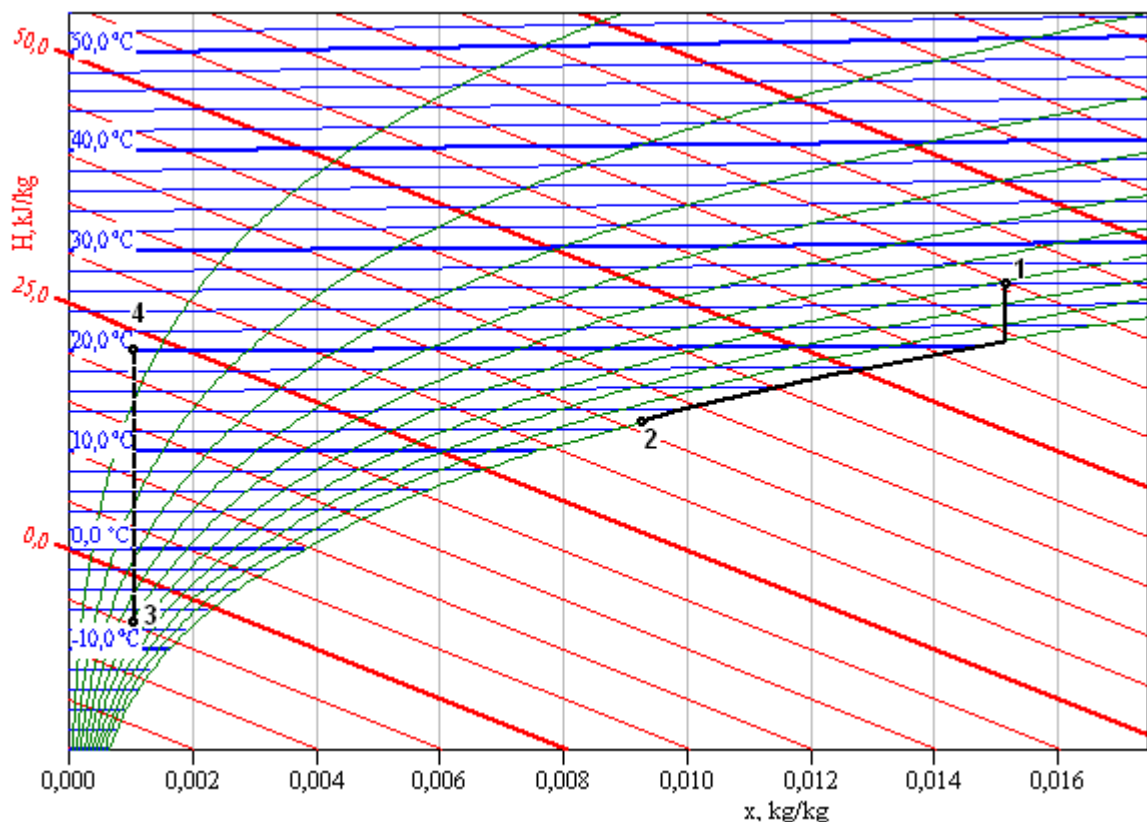


Figura 3.11 Procesul de recuperare a căldurii aerului de ventilare în diagrama Hx :
1-2 – răcirea aerului evacuat; 3-4 – încălzirea aerului proaspăt.

Căldura aerului din instalațiile de ventilare, ca și cea a agenților de uscare în majoritatea cazurilor se recuperează. Eficiența recuperării este considerabilă în încăperile cu degajări de umiditate, deoarece în acestea se poate de folosit și căldura latentă de condensare a vaporilor din aerul umed. În fig.3.11 este prezentat procesul de recuperare a căldurii aerului uzat (punctul 1), evacuat din încăpere cu temperatura $t_1 = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ și umiditatea relativă $\varphi_1 = 70\%$ și înlocuit cu aerul exterior (punctul 3) cu parametrii $t_3 = -7\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $\varphi_3 = 50\%$. Pentru a încălzi aerul rece până la temperatura $t_4 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (punctul 4) este necesară cantitatea de căldură:

$$q = H_4 - H_3 = 23 - (-5) = 28 \text{ kJ/kg.}$$

Această căldură se degajă la răcirea aerului evacuat până la temperatura $t_2 = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ (punctul 2). Încălzirea se efectuează în schimbătoare de căldură de diverse construcții: recuperative sau regenerative, tubulare sau cu plăci, dar în toate cazurile trebuie de avut în vedere pericolul coroziunii suprafețelor, iar în unele cazuri și înfundarea cu impurități ale aerului evacuat.

Recuperatorul poate fi utilizat și la răcirea parțială a aerului pe timp de vară (vezi fig.3.12).

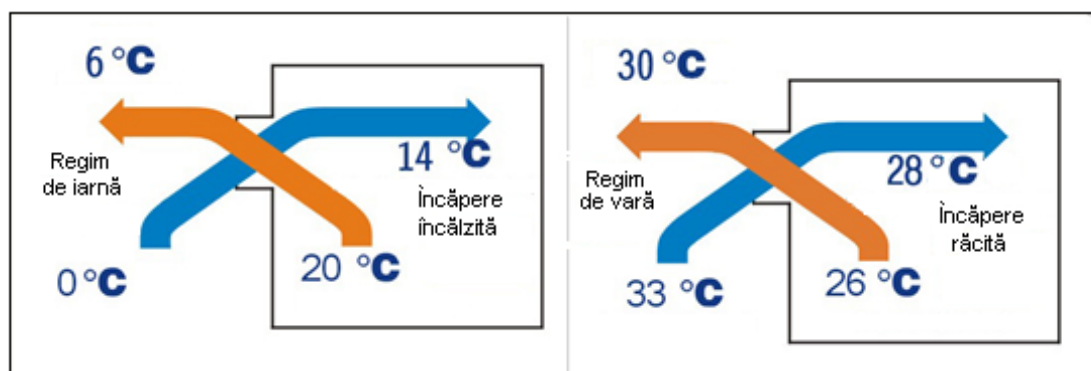


Figura 3.12 Schema funcționării unui recuperator de căldură în sistemul de ventilare.

Utilizând pompele de căldură, entalpia aerului evacuat poate fi folosită pentru încălzirea apei tehnologice, menajere iar pe timp de iarnă și pentru sistemele de încălzire.

Entalpia aburului uzat, a condensatului, fluidelor de răcire a instalațiilor și utilajelor poate fi utilizată pentru încălzirea aerului în sisteme de ventilare, pentru prepararea apei calde, pentru încălzirea încăperilor.

- ✓ **Resursele energetice secundare (RES) reprezintă diverse forme de energie evacuată din procesul sau instalația tehnologică, utilizarea de mai departe a căreia în acest proces nu este obligatorie sau necesară.**
- ✓ **Deosebesc trei tipuri de RES: mecanice, combustibile și termice.**
- ✓ **RES mecanice prezintă curenți de fluizi cu presiune mare care pot fi folosiți pentru producerea energiei mecanice și electrice. Exemple: reducerea presiunii gazului natural la stațiile și punctele de reducere, reducerea presiunii aburului în IRR la Centralele Termice industriale.**
- ✓ **RES combustibile prezintă diferite deșeuri de producere care pot fi utilizate în calitate de combustibil sau pot fi folosite la producerea combustibililor. Ele pot fi arse nemijlocit în diferite instalații sau folosite la producerea peleților sau biogazului.**
- ✓ **RES termice sunt reprezentate de entalpia diferitor agenți termici sau a producției finite. Ele pot fi folosite pentru încălzirea apei cu diferite destinații, a materiei**

3.4 Auditul energetic al întreprinderii

Auditul energetic al întreprinderii reprezintă o analiză tehnico-științifică a regimurilor de funcționare a întreprinderii efectuată cu scopul elucidării rezervelor de economisire a energiei, precum și elaborarea recomandărilor concrete de raționalizare a consumului de energie.

Obiectivul principal al auditului energetic este de a stabili modalități de reduce a consumului de energie pe unitate de produs sau de a reduce costurile de operare. Auditul energetic oferă un "reper" (punct de referință) pentru gestionarea energiei la întreprindere și , de asemenea, oferă baza pentru planificarea unei utilizări mai eficiente a energiei. Tipul auditului energetic care urmează să fie efectuat depinde de:

- funcțiile întreprinderii și ramura industrială de care aceasta aparține;
- profunzimea solicitată și
- potențialul și limitele de reducere a costurilor dorite.

Astfel, auditurile energetice pot fi clasificate în următoarele două tipuri [3.1]:

- I. audit preliminar,
- II. audit detaliat.

Auditul energetic preliminar este un exercițiu relativ în care se efectuează următoarele operații:

- stabilirea consumului de energie în cadrul organizației;
- estimarea domeniului de aplicare pentru economisire;
- identificarea cel mai verosimile și cele mai simple zone de atenție;
- identificarea unor acțiuni imediate (în special low-cost) de economisire a energiei;
- setarea unui "punct de referință";

– identificarea domeniilor pentru un studiu mai detaliat.

Auditul energetic preliminar utilizează date existente la întreprindere, sau ușor de obținut.

Auditul energetic detaliat oferă o analiză cuprinzătoare a tuturor sistemelor energetice ale întreprinderii și efectuează o apreciere mai exactă a economiilor de energie și costurilor acestora, include calcule detaliate cost de economisire a energiei și a costurilor de proiect. Auditul energetic detaliat se realizează în trei faze:

Faza I - pre audit.

Etapa II - audit.

Etapa III - post audit.

În [3.1] se propun 10 pași pentru efectuarea unui audit detaliat (vezi tab.3.1):

Tabelul 3.1 Zece pași ai metodologiei auditului energetic detaliat.

Fază	Pas	Plan de acțiuni	Obiective / rezultate
1	2	3	4
Preaudit	1	<ul style="list-style-type: none">○ Planificarea și organizarea○ Schițarea planului auditului○ Interviu ne formal cu conducerea întreprinderii, energeticianul șef tehnologul șef etc.	<ul style="list-style-type: none">○ Planificarea resurselor, stabilirea/formarea echipei de audit energetic○ Stabilirea instrumentelor și cadrului de timp○ Colectare a macrodatelor (potrivite pentru ramură)○ Familiarizarea de proces / activitatea întreprinderii○ Constatări primare manuală și evaluare a nivelului actual de activitate a întreprinderii
	2	<ul style="list-style-type: none">○ Întâlnire scurtă de inițiere în program cu toți conducătorii subdiviziunilor și cu persoanelor în cauză (2-3 ore)	<ul style="list-style-type: none">○ Construirea cooperării.○ Eliberarea chestionarului pentru fiecare subdiviziune○ Orientarea, conștientizarea.
Audit	3	<ul style="list-style-type: none">○ Colectarea datelor primare, Diagrama fluxurilor procesului și Diagrama fluxurilor de energie	<ul style="list-style-type: none">○ Analiză a datelor Istorie, colectarea datelor liniei de bază○ Pregătirea diagramelor fluxurilor procesului tehnologic○ Întocmirea diagramelor tuturor serviciilor de utilități (energie electrică, abur, apă, aer comprimat etc.)○ Proiecte, date operative și program de funcționare○ Consumul anual de energie și modelul de înregistrare
	4	<ul style="list-style-type: none">○ Desfășurarea și monitorizarea cercetărilor	<ul style="list-style-type: none">○ Măsurători: Colectare cu instrumente portabile a cât mai multe și mai precise date referitor la motoare, izolații, iluminat. Confirmarea și compara datelor operative cu datele de proiectare.

Tab. 3.1 Continuare

1	2	3	4
Audit	5	<ul style="list-style-type: none"> Realizarea de studii detaliate/ experimente la consumatorii de energie selectați 	<ul style="list-style-type: none"> Încercări / experimente: monitorizarea timp de 24 de ore a puterilor; tendințe de variație a sarcinii; pompelor, ventilatoarelor, compresoarelor etc.; studiul eficienței cazanelor (4 - 8 ore); studiul eficienței cuptoarelor; studiul performanței echipamentelor etc.
	6	<ul style="list-style-type: none"> Analiza consumului de energie 	<ul style="list-style-type: none"> Analiza bilanțului material și energetic și a pierderilor / deșeurilor de energie
	7	<ul style="list-style-type: none"> Identificarea și dezvoltarea oportunităților de Conservare a Energiei (ENCON). 	<ul style="list-style-type: none"> Identificarea și consolidarea măsurilor de ENCON Conceperea, dezvoltarea, și rafinarea ideilor Revizuirea ideilor anterioare sugerate de către personalul unității Revizuirea ideile anterioare propuse de auditul energetic, dacă este cazul Folosirea tehnici de brainstorming și de analiză a valorii Contactarea furnizorilor de tehnologii noi/eficiente
	8	<ul style="list-style-type: none"> Analiza cost-beneficiu 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluarea fezabilității tehnice, viabilității economice și prioritizarea opțiunilor de ENCON pentru aplicare Selectarea proiectelor mai promițătoare Prioritizarea măsurilor de termen scurt, mediu și lung
	9	<ul style="list-style-type: none"> Prezentarea raportului conducerii de vârf a întreprinderii 	<ul style="list-style-type: none"> Documentare, Prezentarea raportului conducerii de vârf
Postaudit	10	<ul style="list-style-type: none"> Punerea în aplicare și controlul implementării (Follow-up) 	Asistarea și Punerea în aplicare a măsurilor de ENCON recomandate și monitorizarea succeselor <ul style="list-style-type: none"> Plan de acțiune, program de aplicare Controlul implementării și revizuirea periodică

Auditul detaliat se efectuează de către auditori externi. Auditul preliminar, care de obicei nu include experimente complicate și nu necesită aparataj sofisticat, poate fi executat de auditorii interni. Dacă auditul detaliat se efectuează o dată în câțiva ani, auditul preliminar trebuie efectuat cel puțin odată pe an, el fiind o parte componentă a unui sistem de management

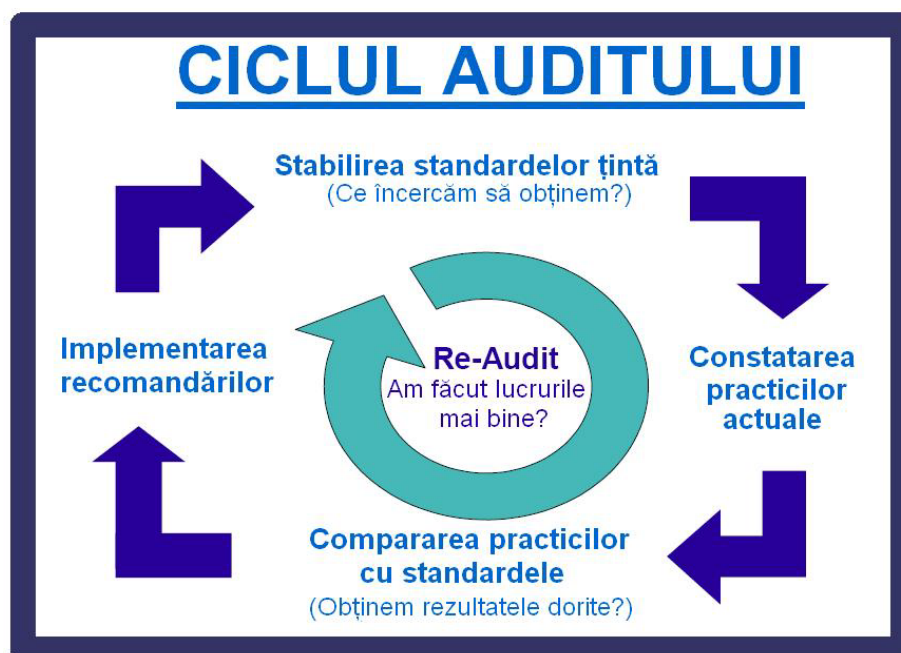


Figura 3.13 Ciclul auditului [3.2].

energetic. Auditurile interne implică o inspecție sistematică, ciclică, controlul îndeplinirii țăntelor puse și comparare a metodelor actuale de lucru cu procedurile specificate (vezi fig. 3.13), scopul final fiind sporirea continuă a eficienței energetice.

- ✓ **Auditul energetic al întreprinderii reprezintă o analiză tehnico-științifică a regimurilor de funcționare a întreprinderii efectuată cu scopul elucidării rezervelor de economisire a energiei, precum și elaborarea recomandărilor concrete de raționalizare a consumului de energie.**
- ✓ **Auditurile energetice pot fi clasificate în următoarele două tipuri: audit preliminar și audit detaliat.**
- ✓ **Auditul energetic preliminar utilizează date existente la întreprindere, sau ușor de obținut.**
- ✓ **Auditul energetic detaliat oferă o analiză cuprinzătoare a tuturor sistemelor energetice ale întreprinderii și efectuează o apreciere mai exactă a economiilor de energie și costurilor acestora.**
- ✓ **Auditul energetic detaliat se realizează în trei faze: preaudit, audit propriu zis și postaudit, care în ansamblu conțin 10 pași.**
- ✓ **Auditurile interne implică o inspecție sistematică, ciclică, controlul îndeplinirii țăntelor puse și comparare a metodelor actuale de lucru cu procedurile specificate, scopul final fiind sporirea continuă a eficienței energetice.**

3.5 Sistemul de management energetic al întreprinderii

Managementul energetic reprezintă un complex de măsuri manageriale (organizaționale, administrative) de majorare a eficienței energetice, deosebite de cele tehnice și tehnologice. Trebuie însă de menționat, că măsurile manageriale vor da rezultatul optim numai fiind aplicate

în comun cu cele ingineresti. Aplicarea numai soluțiilor ingineresti vor da un efect pozitiv în sporirea eficienței energetice, însă acest efect va fi mult mai mare și mai stabil într-un sistem

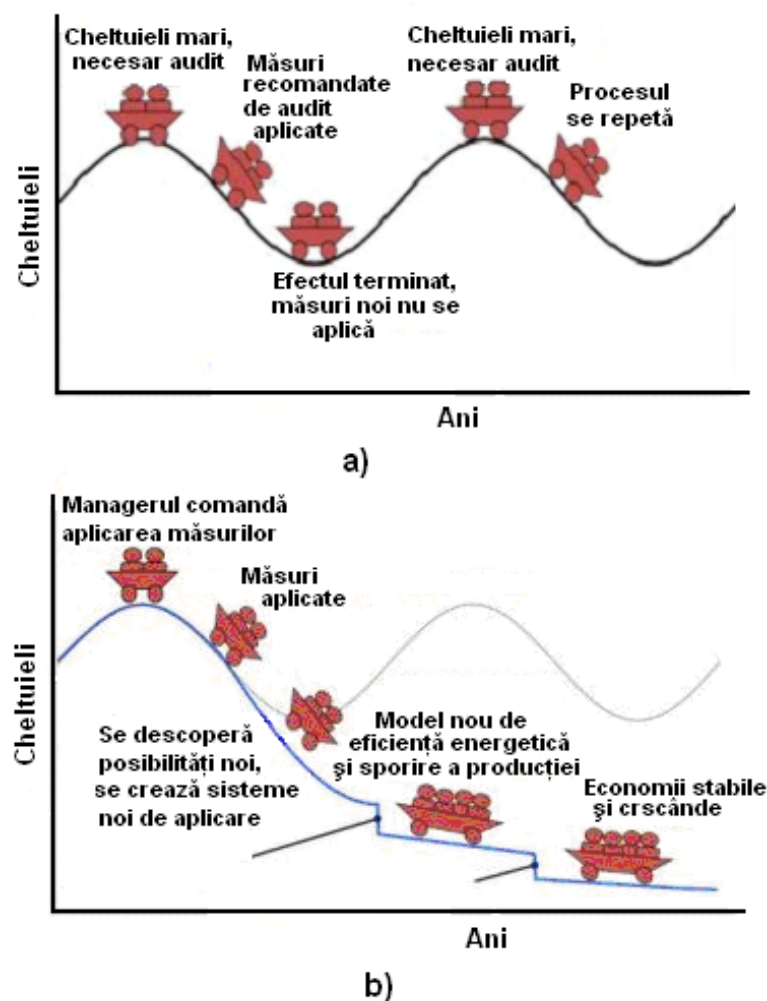


Figura 3.14 Rezultate ale managementului energetic [3.5]:
a) – abordări ad-hoc, b) – proces sistematic.

ciclu inclus apare în rezultatul verificărilor când, în urma auditelor interne, analizei implementării și operării măsurilor, se ivește necesitatea unor acțiuni preventive, corecții ș.a.

Structura organizațională a EnMS este reprezentată de: managementul de vârf, echipa energetică și personalul de producție. Rolurile și responsabilitățile lor sunt [3]:

Managementului de vârf:

- stabilește Politica Energetică,
- desemnează Reprezentantul Managementului Energetic,
- asigură ca resursele adecvate să fie disponibile pentru implementarea și întreținerea EnMS,
- comunică către restul organizației importanța implementării EnMS.

Reprezentantul Managementului Energetic și Echipa Energetică:

administrativ bine încheiat al întreprinderii, când procesul de sporire a eficienței energetice are un caracter continuu și nu sporadic (vezi fig. 3.14). În cazul când întreprinderile implementează ocazional acțiuni de economisire a energiei cheltuielile pentru energie variază. Când se pune accentul pe îmbunătățirea continuă, cu ajutorul unui sistem de management energetic (EnMS), îmbunătățirea performanței energetice poate fi menținută și cheltuielile pot să scadă continuu în timp.

Procesul de organizare a EnMS prevede elaborarea unui șir de măsuri în mai multe direcții (vezi fig. 3.15). Aceste măsuri formează un ciclu continuu. Un

- identifică resursele necesare pentru implementarea EnMS,
- asigură implementarea și întreținerea EnMS,
- raportează performanțele sistemului pentru examinare către management,
- oferă recomandări pentru îmbunătățire managementului pentru examinare.

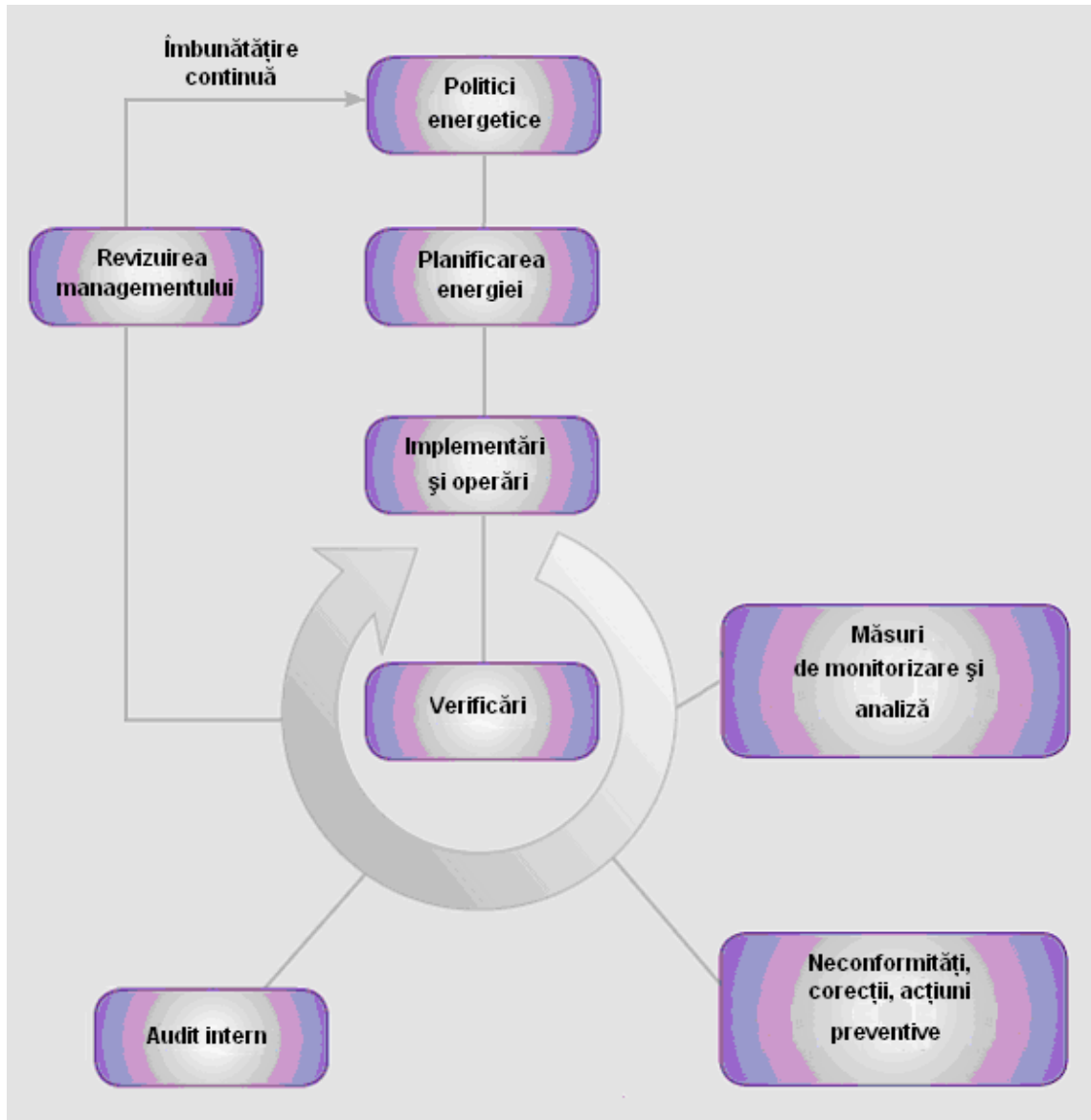


Figura 3.15 Modelul Sistemului de management energetic [3.4].

Personalul de Producție:

- participă la implementarea Planurilor de Acțiuni,
- participă la instruirile disponibile pentru îmbunătățirea abilităților de management energetic,
- aduce la bun sfârșit modificările rezultate în operare și proceduri pentru a îmbunătăți performanța energetică,
- formulează recomandări pentru îmbunătățirea în continuare a EnMS.

Politica energetică formează baza EnMS. Ea se prezintă într-un document oficial cu care managementul de top demonstrează angajamentul și suportul acordat sistemului de management energetic pentru atingerea continuă a îmbunătățirii performanței energetice a întreprinderii.

- ✓ **Managementul energetic reprezintă un complex de măsuri manageriale (organizaționale, administrative) de majorare a eficienței energetice, deosebite de cele tehnice și tehnologice dar care vor da rezultatul optim numai fiind aplicate în comun cu cele ingineresti.**
- ✓ **Procesul de organizare a sistemului de management energetic (EnMS) prevede elaborarea unui șir de măsuri care formează un ciclu continuu de îmbunătățire a performanței energetice a întreprinderii.**
- ✓ **Structura organizațională a EnMS este reprezentată de:**
 - **managementul de vârf, care stabilește politica energetică și disponibilitatea resurselor adecvate pentru implementarea și întreținerea EnMS;**
 - **echipa energetică, care asigură implementarea și întreținerea EnMS;**
 - **personalul de producție, care aduce la bun sfârșit modificările rezultate în operare și proceduri pentru a îmbunătăți performanța energetică.**

REFERINȚE

1. **Guide Book for National Certification for Energy Managers and Energy Auditors.**
Book 1 – General aspects of Energy Management and Energy Audit.
www.emt-india.net/book1.htm
2. IUSES – **Eficiența energetică în industrie.** Editia RO 1.1 - Octombrie 2010.
www.iuses.eu
3. UNIDO. Ghid practic pentru Implementarea Sistemului de Management Energetic.
Manualul Studentului EnMS.
4. Win the energy challenge with ISO 50001. ISBN 978-92-67-10552-9.
www.ISO.org
5. Бегалов В.А. **Энергетический менеджмент – основа для реализации энергосервисных контрактов.**
<http://portal-energo.ru/articles/details/id/400>

4 EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN AGRICULTURĂ

4.1 Energetica agriculturii

Direcțiile de consum de resurse energetice și energie în agricultură sunt:

- prelucrarea solului și colectarea recoltei,
- irigare,
- încălzirea și ventilarea serelor,
- încălzirea și ventilarea încăperilor pentru păsări și animale, deservirea utilajului tehnologic ale acestora,
- uscarea produselor agricole,
- păstrarea la frig a produselor agricole.

Ponderea agriculturii în consumul total de energie este relativ mică. Pe plan mondial cota agriculturii constituie 1,3 % [4.1], în SUA 1,1 % din consumul total de energie [4.2]. În Republica Moldova în anul 2010 această cotă a fost de 2 % [4.3]. În fig. 4.1 și fig.4.2 sunt prezentate structurile consumului de energie pe surse în economia mondială și în Republica Moldova. Atrage atenția volumul foarte mic al surselor regenerabile de energie (helio și bio) în

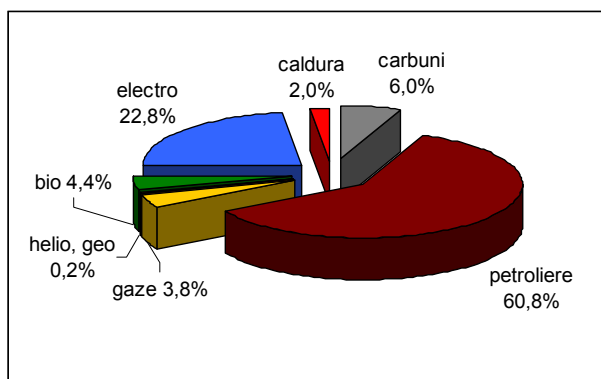


Figura 4.1 Structura consumului de energie în agricultura mondială (anul 2009).

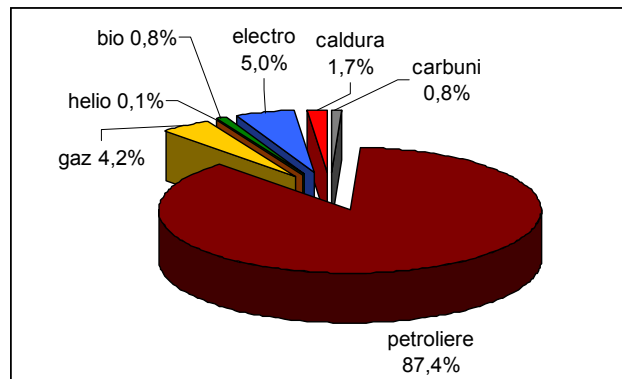


Figura 4.2 Structura consumului de energie în agricultura Republicii Moldova (anul 2010).

bilanțul RM precum și cota mică a energiei electrice, care indică nivelul tehnologic scăzut al agriculturii noastre. Majoritatea absolută și cota de 1,5 ori mai mare decât cea din bilanțul mondial revine produselor petoliere: motorinei și benzinei, adică carburanților utilizați de mașinile agricole. Prelucrarea preventivă, păstrarea producției, gospodăriile de sere, uscătoriile, care folosesc energie electrică, biomasă, radiația solară, în RM sunt dezvoltate insuficient.

În figura 4.3 este prezentată intensitatea energetică în agricultura mai multor țări ale lumii pe anul 2010. Valoarea ei variază în limite destul de mari: de la 0,84 MJ/USD în România până la 3,90 MJ/USD în Statele Unite. Ea depinde de condițiile climaterice, de culturile agricole tradiționale din țara respectivă, dar și de gradul de înzestrare tehnică a agriculturii în fiecare țară.

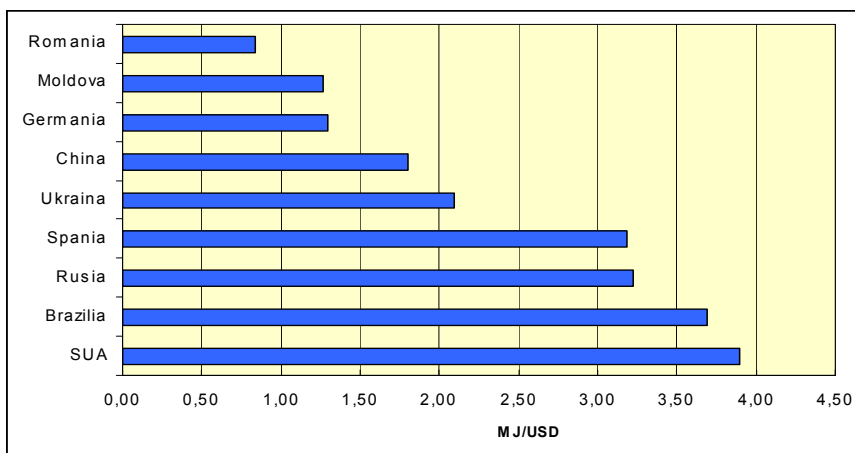


Figura 4.3 Intensitatea energetică a agriculturii unor țări în anul 2010.

Moldova se află la nivelul Germaniei după valoarea intensității energetice în agricultură datorită cotei mari a lucrului manual în această ramură, care în bilanțul de energie nu este inclus.

Creșterea accelerată în ultimul timp a prețului la hidrocarburi (produsele

petroliere și gazele naturale), care împreună constituie peste 90 % din consumul total de energie, au un impact dezastruos asupra agriculturii țării – producția agricolă locală devine necompetitivă cu cea de import, ramura degradează, populația sătească emigrează în căutarea locurilor de lucru în alte țări cu toate urmările dezastruoase.

O oarecare atenuare a acestui proces poate aduce sporirea eficienței energetice.

Eficiența energetică în agricultură poate fi majorată prin următorul set de măsuri:

- utilizarea pe larg a tehnologiilor noi energoefective de prelucrare a solului;
- optimizarea structurii culturilor agricole cu reducerea la minimum admisibil a culturilor energointensive;
- folosirea parcului de mașini agricole contemporane, cu consum redus de carburanți și deservirea tehnică calitativă a acestora;
- utilizarea sistemelor efective de irigare a plantațiilor cu consum mic de apă și energie;
- majorarea eficienței energetice a sereilor;
- reducerea consumului de căldură în ferme;
- reducerea consumului de energie electrică la iluminarea încăperilor și teritoriilor agricole;
- utilizarea cât mai pe larg a deșeurilor agricole în calitate de combustibil;
- utilizarea cât mai pe larg a radiației solare ș.a.

- ✓ În agricultură energie se consumă la prelucrarea solului, prelucrarea și păstrarea recoltei, în ferme, în sere.
- ✓ În mixul de energie utilizat în agricultura Republicii Moldova cota surselor regenerabile de energie este de 10 ori mai mică iar a produselor petroliere – de 1,5 ori mai mare decât cea mondială.
- ✓ Eficiența energetică în agricultură poate fi majorată printr-un set de măsuri aplicate în tehnologia prelucrării solului, parcul de mașini, ferme, sere, uscătorii, frigidere și prin folosirea surselor regenerabile de energie.

4.2 Reducerea intensității energetice la cultivarea plantelor

În agricultura țărilor dezvoltate la prelucrarea solului se consumă 40...60 % din consumul total de energie. În Republica Moldova acest consum ajunge la 70 %.

Intensitatea energetică în această ramură poate fi micșorată atât prin reducerea consumului de energie cât și prin sporirea volumului recoltei prin irigare, introducerea îngrășămintelor et.. Ultima metodă însă solicită cheltuieli suplimentare, dar care de obicei se răscumpără. Măsurile prin care se poate obține micșorarea consumului de carburanți se reduc la îmbunătățirea metodelor de prelucrare a solului și la selectarea, întreținerea și exploatarea parcului de mașini agricole.

În ultimii decenii, la nivel internațional, s-au făcut pași rapizi pentru dezvoltarea și răspândirea tehnologiilor de conservare a resurselor naturale. O astfel de tehnologie este și agricultura conservativă [4.5, 4.6]. Agricultura conservativa este o tehnologie complexă, care implica schimbări în întregul sistem de producție, începând cu mașinile folosite pentru semănat și recoltat, metoda de semănat, managementul resturilor vegetale, administrarea fertilizanților, combaterea buruienilor, patogenilor și dăunătorilor, rotația culturilor etc. Agricultura conservativă se sprijină pe trei principii de bază:

- perturbarea minimă a solului (printr-un sistem redus de lucrări ale solului sau prin semănatul direct în miriște (*zero tillage*) pentru a conserva structura, fauna și materia organică a solului;
- acoperirea permanentă a solului (culturi de acoperire, reziduuri și mulci) pentru a proteja solul și pentru a contribui la eliminarea buruienilor (vezi fig. 4.1);
- diverse rotații și combinații ale culturii care stimulează microorganismele din sol și elimină dăunătorii plantelor, buruienele și bolile.

Tehnologia de conservare a resurselor naturale *zero tillage* reduce consumul de combustibili și îmbunătățește eficiența utilizării apei. Lucrarea mecanizată este înlocuită de amestecarea biologică a solului, microorganismele din sol, rădăcinile și fauna solului preluând funcția de lucrare și de echilibrare a substanțelor nutritive din acesta. Cum se vede din fig. 4.1,



Figura 4.1 Cultivarea porumbului cu tehnologia *zero tillage*.

reziduurile culturii precedente sunt încă vizibile sub noua cultură care acoperă solul, ceea ce reduce eroziunea solului, înlesnește păstrarea umezelii în sol, împiedică creșterea buruienilor, mărește cantitatea substanțelor organice în sol ș.a.



Figura 4.2 Posibilitățile de economisire a energiei la tractoare.

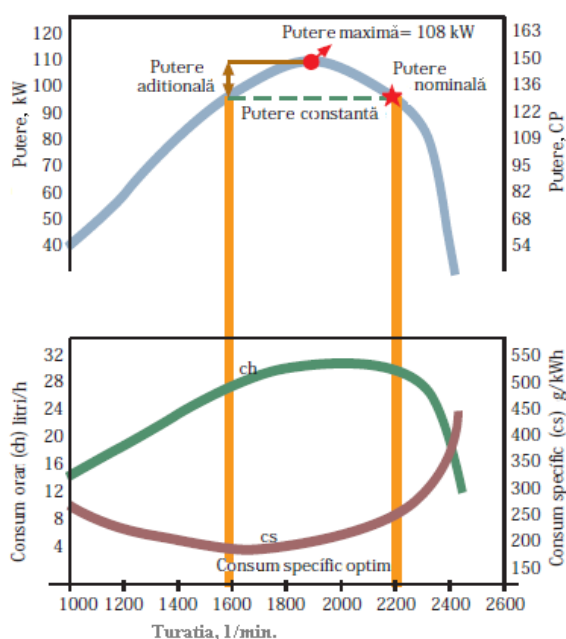


Figura 4.3 Curbele de putere ale unui motor.

După cum s-a relatat mai sus parcul de mașini trebuie să fie compus din mașini energoeficiente. Numărul și puterea lor trebuie să fie adecvate gospodăriei deservite. Din mașinile agricole partea leului le revine tractoarelor. În fig. 4.2 sunt arătate posibilitățile de economisire a carburanților la funcționarea unui tractor. Până la 20 % de combustibil se poate economisi păstrând turația în zona optimă (vezi fig.4.3). Majorarea consumului de combustibil poate fi cauzată de alegerea neadecvată a agregatelor și mecanismelor tracționate, precum și la îngrijirea neglijentă a acestora. Reduceri considerabile a consumului de carburanți se poate obține prin concordarea presiunii în pneuri,

blocarea diferențialului și folosirea tracțiunii duble, care poate da o economie până la 20 % [4.7]. Tractorul trebuie îngrijit și întreținut în stare bună.

Pentru fiecare operație trebuie ales tractorul cu puterea respectivă. Regimul de lucru al mașinii trebuie menținut, după posibilitate, în zona cu eficiența maximă. Trebuie de evitat efectuarea lucrărilor în condiții defavorabile de sol.

- ✓ **Reducerea consumului de carburanți se poate obține prin îmbunătățirea metodelor de prelucrare a solului și la selectarea, întreținerea și exploatarea parcului de mașini agricole.**
- ✓ **Agricultura conservativa este o tehnologie complexă, care implică schimbări în întregul sistem de producție, începând cu mașinile folosite pentru semănat și recoltat, metoda de semănat, managementul resturilor vegetale, administrarea fertilizanților, combaterea buruienilor, patogenilor și dăunătorilor, rotația culturilor etc.**
- ✓ **Economisirea carburanților la funcționarea unui tractor este posibil de obținut prin menținerea turației optime a motorului, alegerea adecvată a mecanismelor tracționate, menținerea motorului în stare bună, reducerea mersului în gol, evitarea derapajului, evitarea efectuării lucrărilor în condiții defavorabile de sol.**

4.3 Economisirea energiei în sistemele de irigare

Irigația rațională creează condiții favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor asigurând recolte bogate și stabile de culturi agricole, independent de cantitatea de precipitații atmosferice. Un hectar de teren irigate produce, în medie, de circa 6 ori mai mult și generează un venit de patru ori mai mare [4.8].

Ca surse de apă pentru irigație pot fi folosite râurile, lacurile, apele subterane și alte surse de apă naturale. Apa este adusă pe teritoriul de irigat cu ajutorul unui sistem de irigație constituit din stația de pompare, conductele de aducțiune și rețeaua de distribuție. Exista mai multe tipuri de astfel de sisteme:

- sisteme de irigație de suprafață,
- sisteme de irigație îngropate,
- sisteme de irigație prin dispersie aeriană,
- sisteme de irigație prin picurare.

Sistemele de irigație pot fi automatizate, pornirea și oprirea lor, cantitatea de apă utilizată, durata de funcționare putând fi stabilite printr-un programator electronic.



Figura 4.4 Irigarea de suprafață.

În sistemele de suprafață udarea se efectuează prin canale - vaduri (vezi fig. 4.4), apa inundând practic suprafața cultivată. Se aplică de regulă în legumicultură.

În sisteme de irigație îngropate (subterane) udarea se realizează printr-o rețea de conducte din ceramica, azbociment, material plastic etc., îngropată la adâncimi de 0,4 - 0,6 m prin care apa, circulând, pătrunde pe la rosturi sau prin fante, în masa solului.



Figura 4.5 Irigare prin dispersare aeriană.

Udarea prin aspersiune consta în pulverizarea apei în atmosfera sub presiune, cu ajutorul unor dispozitive denumite aspersoare și revenirea acesteia, pe suprafața solului sau a plantelor sub formă de picături.

Udarea prin picurare - constă în trecerea apei de la presiunea de regim din rețeaua de transport la presiunea de distribuție cu ajutorul unor dispozitive speciale denumite picurătoare, care realizează o administrare lentă a apei (vezi fig. 4.6).

Alegerea sistemului de irigare depinde de mai mulți factori, cum ar fi: relieful terenului, condițiile climatice, condițiile de sol și, nu în mică măsură, de cele sociale - puterea economică a gospodăriilor agricole din teritoriul considerat, forța de muncă existentă și în perspectivă.

Scăderea consumului de energie se poate face prin două aspecte:



Figura 4.6 Irigare prin picurare.

- A. Prin reducerea consumului de apă prin o mai bună înțelegere a necesarului strict în urma consultanței cu servicii speciale de irigare și prin restructurarea și modernizare sistemului de irigare. Prin schimbarea sistemului de irigare se poate trece eficiența de la 0,40 la 0,75.
- B. Prin aplicarea unui sistem adecvat de pompare, atât la proiectarea sistemelor noi cât și la modernizarea celor existente. Conceptele aplicate sunt:
 - introducerea variatoarelor de frecvență la pompele care funcționează cu sarcină variabilă.
 - utilizarea echipamentului cu randamentul mai mare,
 - aplicarea sistemelor automate de control și dirijare,
 - construirea în caz de posibilitate a rezervoarelor de operare,
 - optimizarea energetică a rețelei,
 - îmbunătățirea factorului de putere.

- ✓ Irigația rațională creează condiții favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor asigurând recolte bogate și stabile de culturi agricole, independent de cantitatea de precipitații atmosferice.
- ✓ Există următoarele tipuri de sisteme de irigație: de suprafață, îngropate, prin dispersie aeriană, prin picurare.
- ✓ Scăderea consumului de energie se poate face prin reducerea consumului de apă și prin aplicarea unui sistem adecvat de pompare.
- ✓ Eficientizarea sistemelor de pompare se poate obține prin optimizarea funcționării pompelor, optimizarea rețelelor de aducție și distribuție, automatizarea sistemelor ș.a.

4.4 Eficientizarea energetică a sereilor

Serele sunt construcții destinate producției de legume sau flori, având posibilitatea de a se realiza un microclimat interior necesar acestui scop. Ele au acoperișul și pereții realizați din materiale transparente, spațiul interior fiind organizat pentru producerea legumelor sau florilor. Acoperișul protejează spațiul interior de răcire prin convecție și, în perioada zilei, servește pentru încălzirea solului și plantelor din acesta prin intermediul efectului de seră.

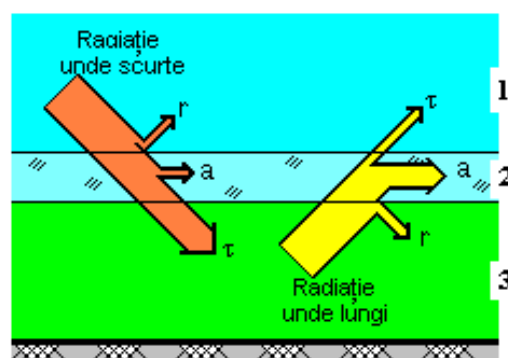


Figura 4.7 Schema efectului de seră:
1 – mediul ambiant, 2 – suprafața transparentă, 3 – mediul serei;
 r – reflectanța, a – absorbția, τ – transparența.

Tabelul 4.1 Transparențele materialelor utilizate la acoperirea sereilor.

Material	Grosime, mm	Transparență	
		Unde scurte	Unde lungi
Sticlă	4	0,86	0,02
Policarbonat	4	0,82	0,2
Polietilenă	0,2	0,92	0,8

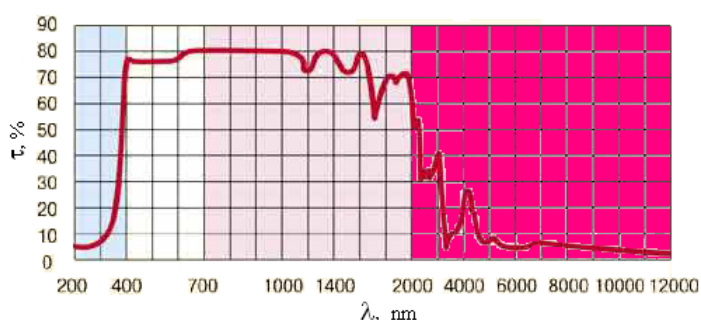


Figura 4.8 Variația transparenței polycarbonatului τ în funcție de lungimea de undă a radiației λ .

Principiul efectului de seră este prezentat în fig. 4.7. Radiația termică ascendentă pe o suprafață transparentă este parțial reflectată (cota-parte r), parțial absorbită (a), iar cota-parte τ traversează suprafața respectivă. Raportul acestor cote este diferit pentru radiația solară de unde scurte și radiația de unde lungi emisă de plantele și solul din interiorul serei. În fig. 4.8 este dată dependența transparenței de lungimea de undă a radiației pentru polycarbonat. Dacă la lungimea de undă între 400 nm și

2000 nm τ are valoarea între 70 % și 82 %, la valorile lui λ mai mari de 4500 nm τ coboară sub 10 %. În tab. 4.1 sunt prezentate transparențele materialelor mai des folosite pentru acoperirea sereilor: sticlă, polycarbonat și peliculă de polietilenă. Caracteristicile mai bune le are sticla, mai rele – polietilena, la care transparența la unde lungi este aproape de cea de la unde scurte. Caracteristica optică a polycarbonatului este puțin inferioară celei a sticlei dar conductibilitatea lui termică este de 3,6 ori mai mică și el nu este atât de fragil ca sticla.



a.

b.

Figura 4.9 Sere: *a.* - cu anvelopa din sticlă, *b.* - cu anvelopa din peliculă de polietilenă.

Totuși serele acoperite cu polietilenă (vezi fig.4,9 *b.*) sunt destul de răspândite, pelicula de polietilenă fiind cu mult mai ieftină. În afară de peliculă, și carcasa fiind mai lejeră, este mai puțin costisitoare.

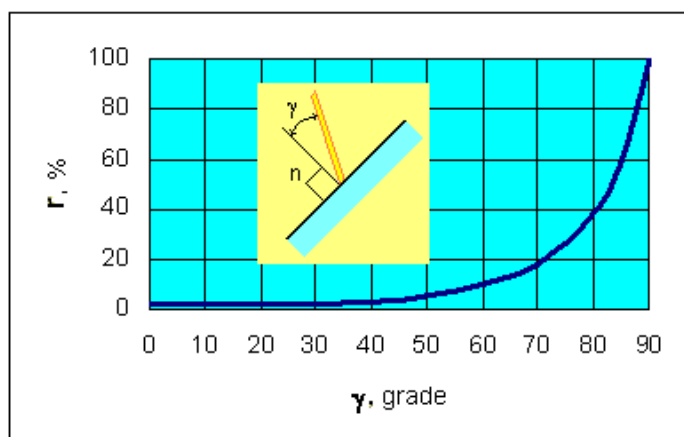


Figura 4.10 Dependența reflectanței suprafeței transparente de unghiul de incidență.

Reflectanța, în afară de material, depinde în mare măsură de unghiul de incidență a razei la suprafață. După cum se vede din fig. 4.10, la mărirea unghiului de incidență supra 50 grade cota energiei reflectate crește semnificativ. În serele amplasate în direcția Nord-Sud cantitatea energiei solare captată în orele de dimineață și seară va fi mai mare.

În fig. 4.11 este prezentată schema bilanțului termic al unei sere. Energia obținută din radiația solară și de la sursa de încălzire se consumă pentru substituirea pierderilor de căldură în mediul ambiant prin anvelopa serei și sol și cheltuită pentru încălzirea aerului de ventilare și a infiltrărilor precum și la evaporarea apei din sol și de la plante.

Sistemele de încălzire pot fi cu aer încălzit, cu gaze de ardere sau cu apă caldă. Corpurile de încălzire pot fi amplasate pe pereții laterali și în spațiul serei, pe sol, cum este arătat pe schema din fig. 4.10, sau chiar în sol. În cazul ultimilor amplasări pierderile de căldură sunt mai

mici, deoarece căldura se degajă în zona plantelor și în apropierea acoperișului temperatura este cu câteva grade mai mică, dar crește întrucâtva evaporarea apei din sol.

Temperatura aerului sub suprafața de acoperire are valorile:

- la încălzirea serei cu gaze de ardere sau cu aer cald - 25...28 °C;
- cu corpuri de încălzire amplasate în spațiul serei - 22...26 °C;
- la încălzirea serei cu corpuri de încălzire amplasate în sol sau la suprafața solului - 14...18 °C.

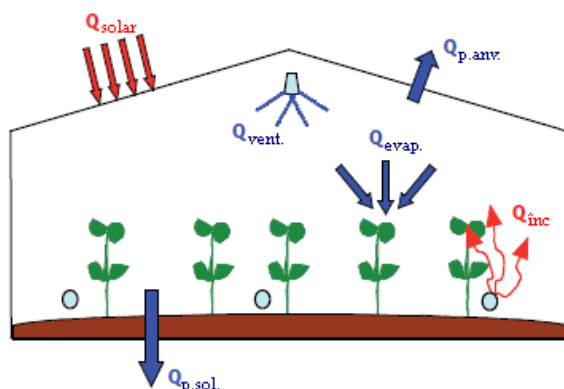


Figura 4.11 Bilanțul termic al unei sere:
 $Q_{p.anv.}$ și $Q_{p.sol.}$ – pierderile de căldură prin anvelopă și, respectiv, sol; $Q_{vent.}$ - consumul de căldură pentru încălzirea aerului de ventilare; $Q_{evap.}$ - pierderi de căldură la evaporarea apei; Q_{solar} - căldura obținută de la radiația solară; $Q_{inc.}$ - căldura introdusă prin sistemul de încălzire.

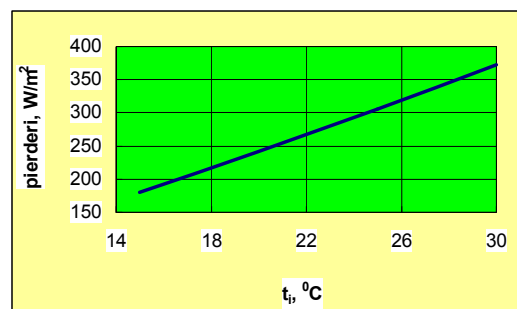


Figura 4.12 Variația intensității pierderilor de căldură prin peretele de sticlă a seriei în funcție de temperatura interioară la temperatura exterioră de -2 °C și viteza vântului 4 m/s.

Din fig. 4.12, în care este prezentată influența temperaturii interioare a seriei asupra intensității fluxului de căldură prin acoperișul de sticlă, se vede că la amplasarea corpurilor de încălzire în sol sau la suprafața lui pierderile de căldură sunt de cca. 2 ori mai mici.

Reducerea pierderilor de căldură prin acoperiș se poate obține și prin amplasarea în partea de sus a serei a ecranelor termice fără culoare, închise sau aluminizate [4.9] (vezi fig.4.13). Ecranele sunt de obicei realizate din polietilena sau poliester, cu una sau două fețe aluminizată. Ecranele de obicei se întind seara și se strâng dimineața, dar pot fi folosite și pe timpul zilei pentru protejarea de insolația excesivă. Utilizarea de ecrane mobile aluminizate produce o creștere a randamentului, care poate ajunge la 40 % [9].



Figura 4.13 Seră cu ecrane termice.

Căldura excesivă din timpul

zilei poate fi acumulată pentru a fi folosită pe timp de noapte. În fig.4.14 este prezentată schema unui sistem de acumulare a căldurii în solul de sub seră. Aerul supraîncălzit din spațiul serei ziua se vehiculează în acumulatorul de căldură. Noaptea același ventilator vehiculează aerul rece din seră prin acumulator unde el se încălzește, nimerind apoi în spațiul serei. Acumulatorul de asemenea poate reprezenta un volum de apă, o înzidire sau piatră concasată. Acumulatorii de căldură pot da o economie de energie pentru încălzire până la 10 – 15 % pe sezon.

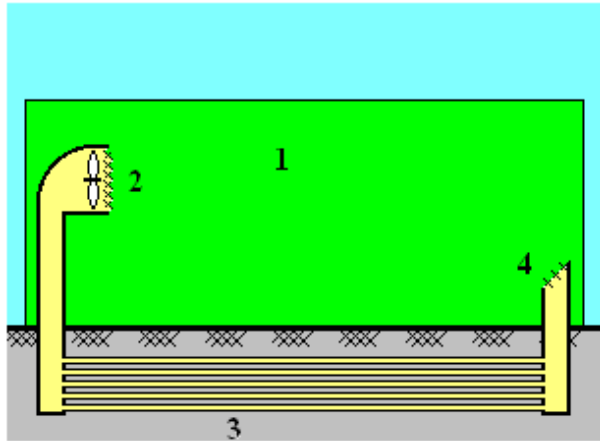


Figura 4.14 Schema stocării căldurii în seră:

1 – spațiul serei, 2 – gură de aspirație cu ventilator,
3 – acumulatorul de căldură, 4 – gură de evacuare.

O economie de energie până la 5 % pe an poate fi obținută prin reducerea infiltrărilor de aer în sere. La serele vechi această economie poate fi și mai mare. Trebuie astupate fisurile care apar cu timpul. Pe timp de iarnă pot fi etanșate suplimentar ferestrele de ventilație ș.a.

Ventilarea sereilor în caz de surplus de radiație solară de obicei se aplică naturală.

Pentru a crește și a se dezvolta plantele utilizează lumina ca sursă de energie. Pentru intensificarea procesului de fotosinteză în unele cazuri folosesc lămpi incandescente cu o intensitate de 15 – 25 W/m². Spectrul de emisie al lămpilor incandescente este cuprins între 400 și 4.500 nm, lumina vizibilă este în limitele 400 – 700 nm (vezi fig.4.8) restul revenind radiației infraroșii, care cauzează încălzirea excesivă a atmosferei și a plantelor. Utilizarea lămpilor cu halogen, cu vapori de sodiu ș.a. vor permite o economie de energie electrică până la 10 %.

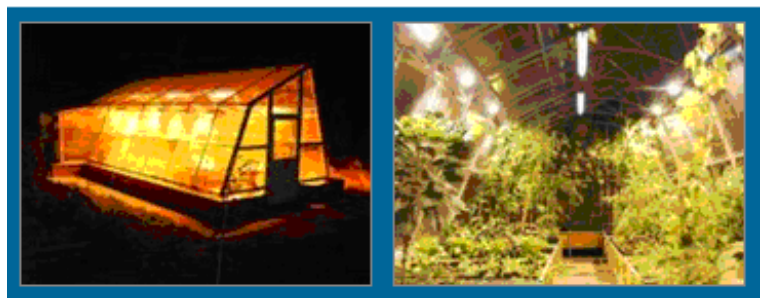


Figura 4.15 Seră cu iluminat suplimentar.

- ✓ **Eficiența captării radiației solare este mai mare în serele amplasate în direcția Nord-Sud.**
- ✓ **Pierderile de căldură ale serelor sunt mai mici în cazul amplasării corpurilor de încălzire pe sol sau sub sol.**
- ✓ **Reducerea pierderilor de căldură prin acoperiș se poate obține și prin amplasarea în partea de sus a serei a ecranelor termice.**
- ✓ **Căldura excesivă din timpul zilei poate fi acumulată pentru a fi folosită pe timp de noapte.**
- ✓ **Economia de energie până la 5 % pe an poate fi obținută prin reducerea infiltrărilor de aer în sere.**
- ✓ **În serele cu intensificarea procesului de fotosinteză cu lămpi o economie de energie electrică până la 10 % se poate obține înlocuind lămpile incandescente cu lămpilor cu**

4.5 Eficientizarea energetică a fermelor

În ferme se consumă următoarele forme de energie:

- căldura pentru încălzirea spațiilor, încălzirea apei, în scopuri tehnologice (prepararea hranei pentru animale, spălarea unor utilaje, prelucrarea preliminară a unor tipuri de producție);
- energie electrică pentru iluminat, în sistemele de ventilare, la acționarea utilajului tehnologic (aparate de muls, conveiere etc.);
- frig pentru prelucrarea unor tipuri de producție (răcirea și păstrarea laptelui, răcirea și înghețarea cărnii) ș.a.

Consumul mai mare de căldură în ferme este pentru încălzirea încăperilor. În același timp, animalele și păsările degajă o cantitate mare de căldură, prin urmare, izolarea bună a anvelopei clădirii fermei va reduce pierderile și va păstra căldura degajată de animale, reducând considerabil consumul de căldură. O atenție deosebită se va atrage acoperișului, pierderile de căldură prin care, datorită particularității construcției clădirilor respective, constituie cca. 70 % din total. Izolarea anvelopei în perioada caldă a anului va reduce de asemenea consumul de energie în sistemele de condiționare.

În unele cazuri, în încăperi separate ale fermelor apare necesitatea de încălzire mai intensivă în anumite etape de producție: perioada de natalitate la porcine, creșterea intensivă a puilor ș.a. Se recomandă instalarea sistemelor locale prin pardoseală sau cu panouri radiante.

Animalele și gunoiul de grajd degajă un șir de gaze: amoniac, vapori de apă, dioxid de carbon, hidrogen sulfurat, etc. Pentru eliminarea lor fermele sunt dotate cu sisteme de ventilare naturală sau artificială.

Ventilarea naturală se efectuează prin ferestre speciale manual sau automat. Avantajul său principal este economisirea de energie și investițiile reduse în echipamente, dar este mai puțin eficientă și complicat de gestionat.

Ventilarea artificială, efectuată cu ventilatoare, necesită investiții și consumuri de energie esențiale. Ea trebuie automatizată și controlată permanent deoarece poate aduce la subrăcirea încăperilor cu urmări neplăcute pentru animale.

Pentru funcționarea eficientă a sistemelor este esențial de evitat infiltrările necontrolate de aer rece care pot deregla procesul de ventilare.

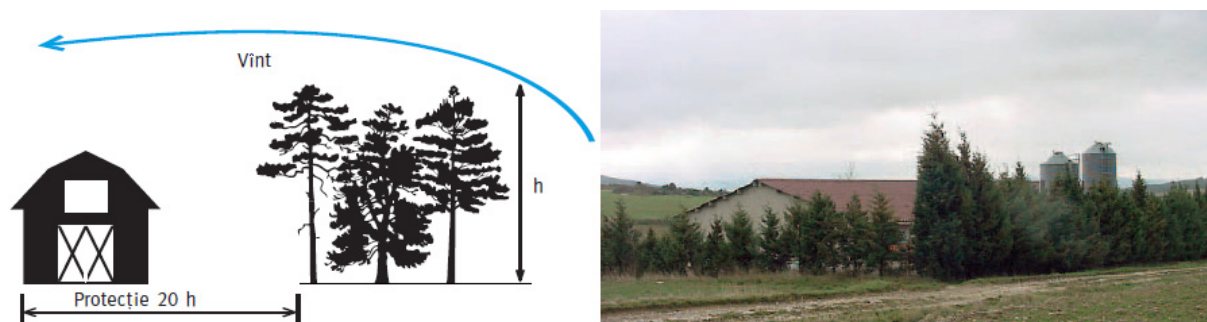


Figura 4.16 Bariere vegetale paravânt.

Pentru reducerea infiltrărilor necontrolate și a pierderilor de căldură se recomandă implantarea de bariere vegetale paravânt (vezi fig.4.16). O plantație cu permeabilitatea la aer estimată la 50% oferă protecție la vant la o distanță aproximativ egală cu 20 de înălțimi ale sale [4.10].

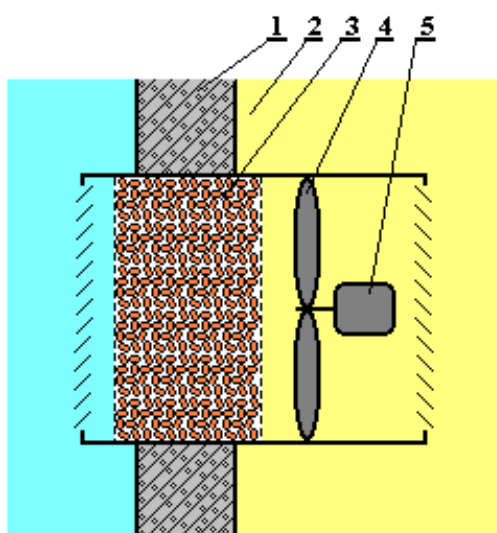


Figura 4.17 Recuperator de căldură:
1 – perete, 2- spațiul ventilat, 3 –
umplutura recuperatorului, 4- ventilator, 5-
motor electric reversibil.

Degajările de căldură și umiditate de către animale face destul de efectivă recuperarea căldurii în sistemele de ventilare. Metodele și instalațiile de recuperare a căldurii la ventilare au fost descrise în paragrafele 2. și 3.3. Schema unui recuperator simplu, care se instalează în opoziție pe pereții fermelor, este prezentată în fig. 4.17. recuperatorul este constituit dintr-un strat de granule de cheramzit prin care ventilatorul acționat de un motor reversibil vehiculează aerul. Recuperatoarele amplasate în opoziție funcționează în regim opus. La refularea aerului intern uzat umplutura se încălzește și o parte de umezeală se condensează pe granule, umezeala păstrându-se în porii acestora.

La aspirație aerul rece din exterior, trecând prin stratul de granule, se încălzește și se umezește.

Pentru reducerea consumului de energie la iluminat trebuie, mai întâi, de folosit la maxim lumina zilei. Pentru aceasta fermele trebuie dotate cu ferestre conform normativelor, și ferestrele curățite în permanență. Pereții încăperilor se recomandă a fi vopșiți în alb. Lămpile incandescente trebuie înlocuite cu lămpi fluorescente de mic consum. Lămpile trebuie, ca și ferestrele, întreținute în stare curată, trebuie evitate stări ca în fig.4.18.



Figura 4.18 Lampă într-o fermă.

Un efect considerabil dă automatizarea procesului de iluminat:

- instalarea variatoarelor de lumină care regulează intensitatea luminii în funcție de cerințele de iluminat;
- instalarea programatorilor de iluminat pentru conectarea și deconectarea luminii în timp;
- instalarea detectoarelor de mișcare în locurile care nu necesită iluminare permanentă.

Rezerve mari de reducere a consumului de energie posedă instalațiile tehnologice de preparare a hranei pentru animale, de muls, de prelucrare și păstrare a producției (laptelui, ouălor, cărnii de pasăre etc.). Utilajul trebuie selectat contemporan, efectiv, de evitat supradimensionarea. Revizuirea periodică, schimbarea agregatelor învechite sunt acțiuni care par a fi neprofitabile, și deseori provoacă un sentiment de pierdere de timp, dar atunci când echipamentele încep să cauzeze probleme, produc întotdeauna întreruperi de producție și solicită reparații mult mai costisitoare. Pentru a evita astfel de probleme este necesar de a pune în aplicare un program de întreținere a echipamentelor necesare care să includă:

- calendarul de revizii recomandat de către producător,
- lubrifierea și înlocuirea pieselor,
- curățarea de praf și alte impurități care se acumulează în elemente,
- protejarea motoarelor atunci când nu sunt utilizate perioade lungi de timp.

Economie de energie electrică, căldură, apă, la prepararea hranei pentru animale se poate obține mărind ponderea în rația zilnică a furajelor vegetale.

Economii considerabile de energie electrică se pot obține prin utilizarea frigului natural la răcire și păstrarea laptelui proaspăt muls [4.11].

- ✓ Economisirea căldurii în încăperile fermelor se poate obține prin consolidarea izolației termice a anvelopei și reducerea infiltrărilor de aer.
- ✓ O măsură eficientă în de reducere a pierderilor de căldură constituie bariere vegetale paravânt.
- ✓ Reducerea consumului de căldură la ventilarea fermelor se poate obține prin recuperarea căldurii aerului refulat.
- ✓ Economia de energie electrică pentru iluminat se poate obține prin utilizarea la maxim a luminii zilei, folosirea lămpilor fluorescente și păstrarea în stare curată a ferestrelor și lămpilor.
- ✓ Pentru economisirea de energie în instalațiile tehnologice este necesar de a pune în aplicare un program de revizie și întreținere a echipamentelor.
- ✓ O măsură de economisire a energie la întreținerea animalelor este mărirea ponderei în rația zilnică a furajelor vegetale.

4.6 Reducerea consumului de energie în instalațiile de uscare

Uscarea este cel mai sănătos și eficient mod de conservare pe termen lung a produselor agricole cunoscut până în prezent. Pentru păstrare îndelungată se usucă fânul, grăunțurile, fructele și legumele. Uscarea nu numai permite păstrarea calităților nutritive a produselor, dar și schimbă calitățile lor tehnologice și biologice. Astfel, la măcinarea grâului uscat se mărește cantitatea de făină produsă și se reduce consumul de energie la proces.

Materialele vegetale proaspete conțin 60...80 % de umiditate. În procesul de uscare această cantitate se reduce până la 12...20 %. Pentru evaporarea unui kilogram de umiditate sunt necesari 2,4 MJ de căldură. Considerând randamentul instalației egal cu 50 %, determinăm consumul specific de căldură la obținerea unui kilogram de producție uscată între 5 MJ și 16 MJ.

Reducerea considerabilă a consumului de combustibil la procesele de uscare se poate efectua prin utilizarea la maxim a energiei solare. Aceasta-i posibil deoarece produsele agricole se obțin pe timp de vară. Uscarea utilizând căldura solară se poate efectua în instalații de radiație

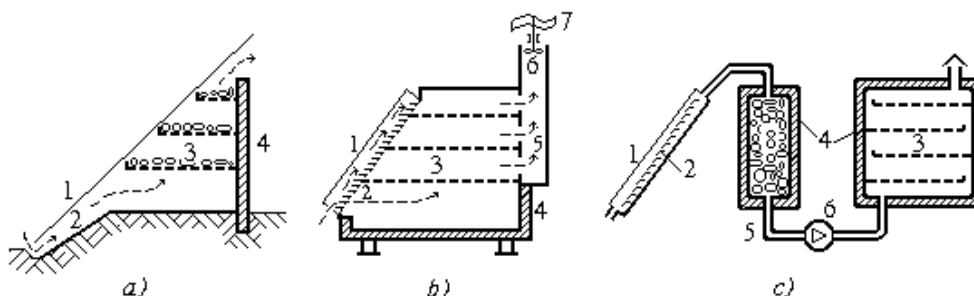


Figura 4.19 Uscătorii pentru fructe și legume:

a) - cu proces de uscare combinat; b) - cu uscare convectivă;

c) - cu uscare convectivă și termoacumulator;

1- suprafața transparentă; 2- suprafața absorbantă; 3- grătare pentru produse; 4- pereți termoizolați; 5- canale pentru circulația aerului; 6- ventilator; 7- aeromotor pentru acționarea ventilatorului; 8- termoacumulator.

cât și convective. La uscarea convectivă se păstrează mai bine calitățile nutritive ale producției. În fig.4.19 sunt prezentate câteva construcții de uscătorii solare pentru fructe și legume. Acumulatorul de căldură din construcția 2.18 c) face mai uniform regimul de temperatură și prelungește durata procesului.

În fig. 4.20 este prezentată o uscătorie-depozit de fân anexă la o fermă de vite de 40...60 capete. Depozitul este anexat la peretele de nord a fermei. Captatorul solar este format din acoperiș, deasupra lui amplasându-se suprafața transparentă (mai des – polycarbonat). Ventilatorul vehiculează aerul încălzit sub podeaua perforată a depozitului. De menționat, că depozitul anexat la peretele cu cele mai mari pierderi de căldură și acoperișul dublu reduc esențial pierderile de căldură ale fermei, făcând deseori ca încălzirea artificială să nu fie necesară.

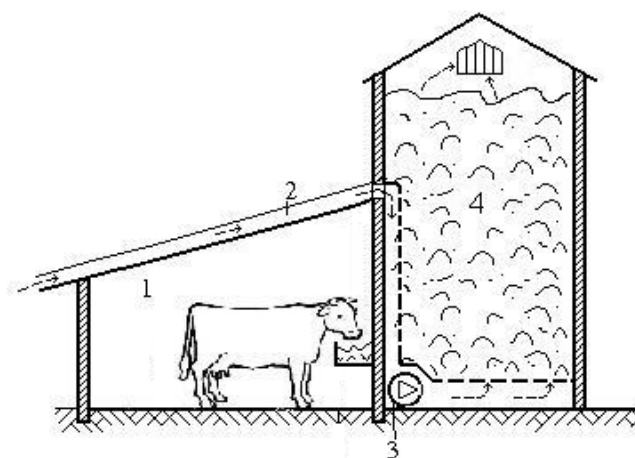


Figura 4.20 Uscătorie-depozit de fân anexă la o fermă de vite:

1 – încăperea fermei, 2 – captatorul solar,
3 – ventilator, 4 – stratul de fân.

O problemă serioasă în agricultură constituie uscarea cerealelor. Conform datelor specialiștilor francezi, pierderile anuale de cereale din cauza umidității excesive constituie cca. 100 milioane tone [12]. Uscarea trebuie începută pe fațare prin transferarea grăunțoaselor dintr-o grămadă în alta prin vânturare. Uscarea ulterioară, la necesitate, se efectuează în silozuri unde poate să fie necesară ventilarea și cu aer cald.

În uscătoriile cu încălzire artificială (utilizând combustibili) reducerea consumului de energie se poate obține prin recircularea agentului de uscare și prin metode tradiționale pentru obiectele termotehnice:

- consolidarea izolației termice,
- reducerea scurgerilor de agent de uscare sau a infiltrărilor de aer rece,
- scurtarea perioadei de descărcare-încărcare,
- încălzirea prealabilă a șargei ș.a.

O măsură eficientă de economisire a energiei, mai ales la procesele cu temperatura și umiditatea mare a agentului evacuat, este recuperarea sau utilizarea căldurii evidente și a celei latente de condensare a vaporilor. Un kilogram de agent termic evacuat cu temperatura de 60 °C și umiditatea relativă 80 % poate ceda 250...270 kJ căldură, ceea ce-i suficient pentru a încălzi 2 kg de apă până la 45 °C. Pentru utilizarea căldurii se folosesc schimbătoare de căldură de contact sau recuperative, cu țevi orizontale sau verticale.

În ultimul timp o răspândire tot mai largă în instalațiile de uscare capătă pompele de

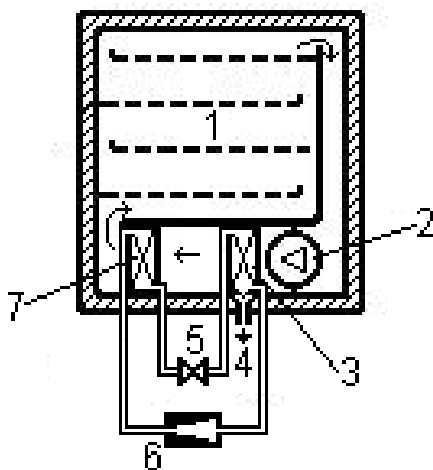


Figura 4.21 Uscătorie cu pompă de căldură:

- 1 – camera uscătoriei, 2 – ventilator,
- 3- vaporizator, 4 – drenaj de condensat,
- 5 – ventila de laminare, 6 – compresor,
- 7 - condensator.

se răcește în vaporizator până la $t_2 = 54^\circ\text{C}$, cedând 8,3 g/kg de umiditate. În condensator aerul uscat se încălzește până la $t_3 = 80^\circ\text{C}$ și $\phi_3 = 32\%$, după ce, participând la procesul de uscare a produselor, revine la starea inițială. Pentru această limită de temperaturi o pompă de căldură cu agentul frigorific R600a (C_4H_{10}) va avea coeficientul de performanță (COP) mai mare de 6, iar cu R718 (H_2O) – mai mare de 7, ceea ce de 2 ori întrece performanțele PC folosite în sistemele de încălzire din clădiri. În aceste cazuri căldura produsă de PC va fi cu peste 16 % și, respectiv, 14 % mai mare decât necesarul pentru încălzire. Surplusul de căldură se va cheltui parțial pentru compensarea pierderilor de căldură ale instalației, dar poate fi folosit și la încălzirea apei de consum pentru spălarea prealabilă a fructelor și legumelor, precum și în scopuri menajere.

căldură (PC). Prima dată PC a fost folosită la uscarea cerealelor în anul 1950 în SUA. În prezent în Anglia anual se evaporă cu PC în instalații de uscare 20...30 t de apă [4.13]. Schema unei instalații de uscare cu PC este prezentată în fig.4.21. Aerul umed este aspirat din camera de uscare cu ventilatorul și refulat prin vaporizatorul pompei de căldură, unde la răcire din el se degajă condensatul. Aerul uscat după vaporizator nimereste în condensatorul PC unde se încălzește și apoi este îndreptat înapoi în cameră. Diagrama Hx a proceselor care au loc într-o astfel de instalație este prezentată în Fig. 4.22. Aerul cu parametrii $t_1 = 60^\circ\text{C}$ și $\phi_1 = 80\%$

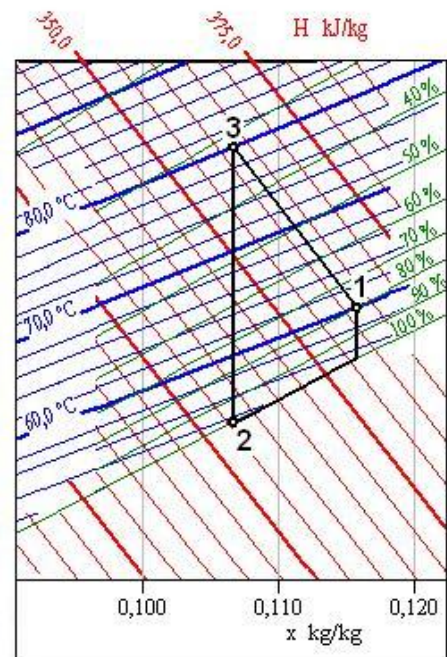


Figura 4.22 Diagrama Hx a proceselor în uscătorie cu PC:

- 1-2 – răcirea aerului în vaporizator,
- 2-3 – încălzirea aerului în condensator,
- 3-1 – evaporarea umidității în cameră.

- ✓ Uscarea este un mod sănătos și eficient de conservare pe termen lung a produselor agricole.
- ✓ Materialele vegetale proaspete conțin 60...80 % de umiditate; pentru a reduce această cantitate până la necesarul de 12...20 % se consumă între 5 și 16 MJ de energie termică.
- ✓ Reducerea considerabilă a consumului de combustibil la procesele de uscare se poate efectua prin utilizarea la maxim a energiei solare.
- ✓ În uscătoriile cu încălzirea utilizând combustibili reducerea consumului de energie se poate obține prin recircularea agentului de uscare și prin metode tradiționale pentru obiectele termotehnice:
 - consolidarea izolației termice,
 - reducerea scurgerilor de agent de uscare sau a infiltrărilor de aer rece,
 - scurtarea perioadei de descărcare-încărcare,
 - încălzirea prealabilă a șargei ș.a.
- ✓ O măsură eficientă de economisire a energiei, mai ales la procesele cu temperatura și umiditatea mare a agentului evacuat, este recuperarea sau utilizarea căldurii evidente și a celei latente de condensare a vaporilor; un kilogram de agent termic evacuat cu temperatura de 60 °C și umiditatea relativă 80 % poate ceda 250...270 kJ căldură.
- ✓ O răspândire tot mai largă în instalațiile de uscare capătă pompele de căldură, performanța lor în acestea fiind de 2 ori mai mare decât la utilizarea în clădiri.

REFERINȚE

1. 2009 Energy Balance for World.
http://www.iea.org/stats/balancetable.asp?country_code=29
2. http://www.usda.gov/oce/climate_change/AFGG_Inventory/5_AgriculturalEnergyUse.pdf
3. BALANȚA ENERGETICĂ A REPUBLICII MOLDOVA. Culegere statistică. 2010.
4. Energy Efficiency Indicators.
<http://wec-indicators.enerdata.eu/>
5. Agricultura conservativă. Comisia Europeană Agricultură și Dezvoltare rurală.
<http://soco.jrc.ec.europa.eu>
6. Paraschivu M., Paunescu G., Paraschivu A M. Agricultura conservativă, o alternativă pentru o agricultură sustenabilă.
<http://www.incda-fundulea.ro/anale/77/77.26.pdf>
7. Consumos Energéticos en las Operaciones Agrícolas en España. 2005.
<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/relcategoria.1034/id.93/relmenu.55>
8. Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Regadío. 2005.
<http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga/file.10330/Agricultura/de/regadio>
9. Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos. 2005.
http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga/file=_10995_Agr07
10. Ahorro y Eficiencia Energetica en Instalaciones Ganaderas.
http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga/file=_documentos_1033_Instalaciones_ganaderas
11. Volconovici L., Crețu V. Avantajele utilizării frigului natural pentru răcirea laptelui și păstrarea fructelor și legumelor. – Chișinău: UASM, 2002.
12. Драганов Б.Х., Кузнецов А.В., Рудобашта С.П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990.
13. Тепловые насосы - теплоснабжение будущего. Сушка и обезвоживание.
<http://www.teplonasosu.ru/sushka-i-obezvozhivanie>

5 EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN TRANSPORT

5.1 Transportul mondial

Sectorul transportului ocupă un loc considerabil în energetica mondială. La începutul secolului actual transportului îi reveneau 26 % din consumul final de energie, sau peste 18 % din resursele energetice primare, el fiind responsabil de emisia a 23 % din volumul mondial de GES [1]. De menționat că cca. 95 % din combustibilul utilizat constituie produsele petroliere, cel mai scump tip de combustibil [2].

Sectorul de transport cuprinde două principale sub-sectoare, de pasageri și de mărfuri.

Tipurile de transport sunt: rutier (auto), feroviar, naval (maritim și fluvial), aerian. Poate fi prezentat ca o categorie separată transportul electric urban: tramvaiul și troleibuzul.

Transportul *rutier* are un șir de avantaje: este flexibil, rapid, are un grad de confort sporit, are posibilitatea de a ajunge în regiuni mai puțin accesibile cu alte mijloace de transport, răspunde unui trafic variabil și divers. În același timp, are consumul mare de energie, nivelul ridicat de emisii poluante, creează ambuteiaje, provoacă un număr mare de accidente de circulație și necesită infrastructura rutieră costisitoare, ușor degradabilă și greu de întreținut.

Transportului rutier îi revin 85 % din consumul total de energia revenită ramurii [3].

Se deosebesc esențial după un șir de caracteristici două categorii de transport rutier: mașini ușoare - LDV (light-duty vehicles) și mașini grele - HDV (heavy-duty vehicles.).

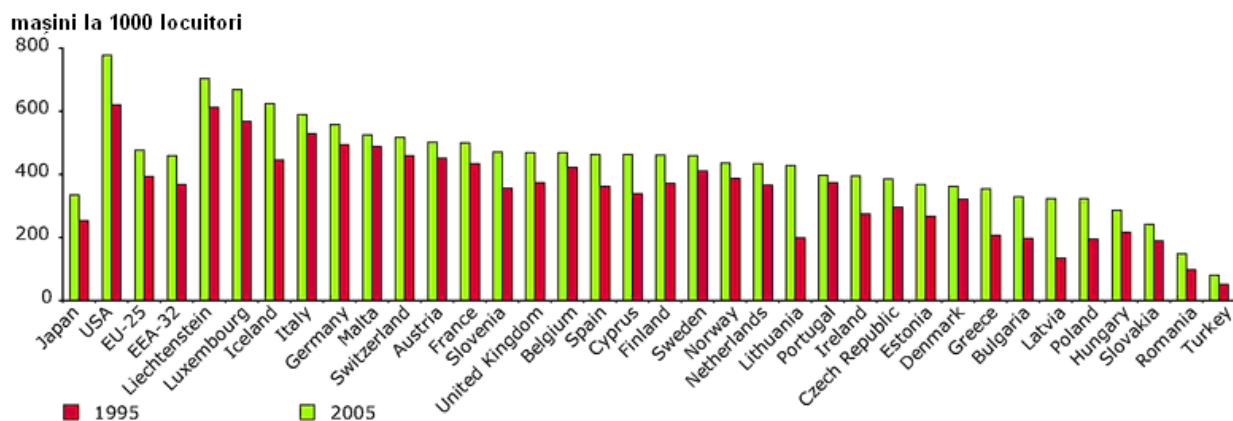


Figura 5.1 Repartizarea numărului de automobile pe țări.

Transportul *feroviar* oferă siguranță mai mare comparativ cu alte mijloace de transport, este mai ieftin și oferă posibilitatea transportului unei cantități mai mari, generează o poluare a mediului mai scăzută, cantitatea de emisii poluante ale aerului fiind doar de 10% față de celelalte moduri de transport, are eficiența energetică mai mare: consumul de energie pe unitate transportată este de 6 ori mai mic decât în transportul rutier și de 3 ori mai mic decât în cel naval,

căile ferate înregistrează un număr mai redus de accidente pe pasager-km și respectiv tonă-km față de celelalte moduri de transport. Dezavantajul principal constă în accesul la o serie limitată de localități.

Transportul *naval* oferă posibilitatea de a realiza și facilita legături ieftine (de regulă cost minim) între diverse regiuni, mai ales la transportul de mărfuri voluminoase la distanțe mari, este mai puțin poluant, dar din cauza vitezelor reduse timpul de transport este mare.

Transportul *aerian* este cel mai rapid, oferă confort sporit, favorizează legătura cu exteriorul a unor regiuni lipsite de alte mijloace de transport, dar este costisitor și produce numeroase efecte asupra mediului, atât la nivel local, prin poluare fonică și a aerului, cât și la nivel mondial, prin emisii foarte mari de gaze cu efect de seră și alți poluanți.

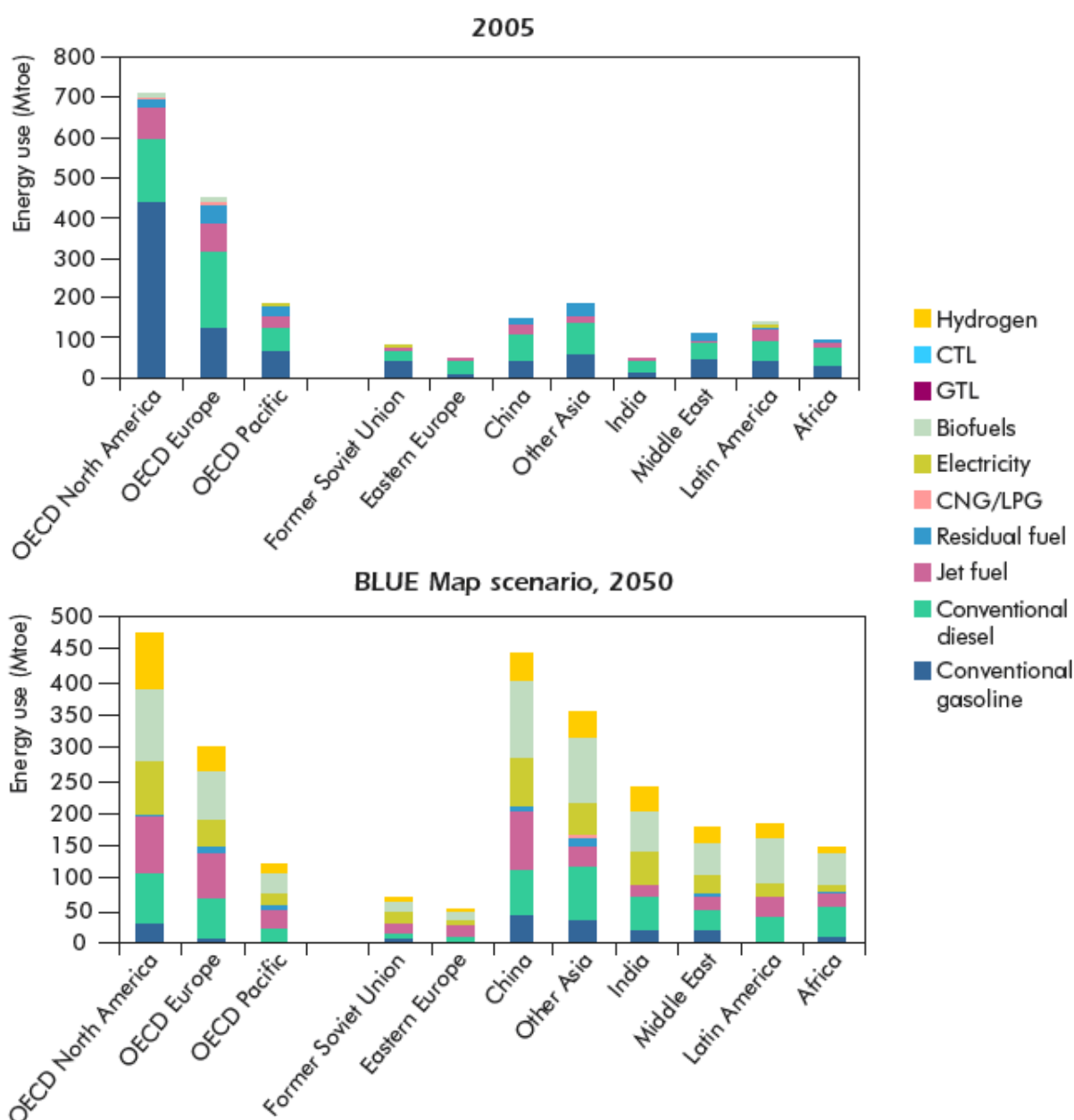


Figura 5.2 Structura consumului de combustibil în transport pe diferite regiuni.

Geografic consumul este repartizat foarte neuniform: dacă în America de Nord consumul anual este de 1200...5000 kgoe/cap., în Europa de Vest – 600...1200 kgoe/cap., în Europa de Est – 150...600 kgoe/cap., în unele țări din Africa și Asia el nu trece de 50 kgoe/cap. [4]. În fig.5.1 este prezentată repartizarea automobilelor într-un șir de țări cu economiile mai mult sau mai puțin dezvoltate [5]. Dacă în SUA la 1000 locuitori revin aproape 800 mașini, în Turcia acest număr nu ajunge la 80. Din diagramă, de asemenea, se vede că în toate țările prezentate numărul automobilelor este în creștere.

Structura consumului de asemenea diferă pe țări și regiuni ale lumii (vezi fig.5.2) [4]. În America de Nord 60 % din combustibil revin benzinei, pe când în Europa benzina constituie 25% iar cca. Jumătate din consum revine motorinei. Atrage atenția și consumul total foarte mare din țările OECD America de Nord – el aproape că egalează celelalte țări, cu excepția OECD Europa de Est. Conform unuia din scenariile optimiste BLUE Map, către anul 2050 tabloul general o să se schimbe cardinal. Consumurile din America de Nord și Europa de Est se preconizează că se vor reduce, dar vor crește esențial consumurile în țările Asiei. Consumurile de benzină și motorină vor scădea în toate regiunile. Aproape că vor dispărea carburanții lichizi produși din gaz (GTL) și din cărbune (CTL). Se preconizează că va crește esențial cota energiei electrice, a biocarburanților și a hidrogenului.

Impactul negativ a transportului asupra mediului e ca și a celorlalți consumatori de energie: poluarea aerului, poluarea solului, poluarea apei, zgomot, vibrații, dar efectul este agravat de faptul că emisiile poluante, mai ales cele de gaze nocive – NO_x , CO, SO_x , au loc nemijlocit în zona vitală a omului. Cota mare a combustibililor organici evidențiază emisiile de gaze cu efect de seră – emisiile de CO_2 de către transport constituie cca. 256 % din emisiile de GES pe plan mondial [4].

Având în vedere creșterea volumului transportului (transporturile rutier și cel aerian, sunt preconizate că vor crește cu 36 %, respectiv 105 % între 2000 și 2020 în statele UE) și, prin

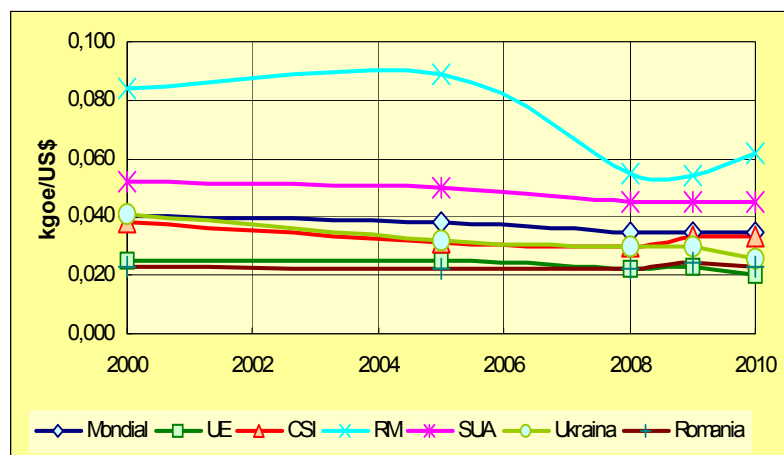


Figura 5.3 Evoluția intensității energetice a transportului într-un șir de țări.

urmare, a impactului lui economic și ecologic asupra societății, organizațiile mondiale, guvernele, acordă o atenție deosebită creșterii eficienței transportului, schimbării structurii mixului de energii utilizate în favoarea carburanților nepoluanti, energiei electrice ș.a.

Intensitatea energetică a transportului în raport cu PIB în majoritatea țărilor este (vezi fig.5.3) între 0,02 kgoe/\$ și 0,05 kgoe/\$ [6], cu excepția RM în care ea este de câteva ori mai mare – între 0,05 kgoe/\$ și 0,09 kgoe/\$ [7]. Tendința generală, după cum se vede din grafic, este în scădere continuă.

Obiectivul general al politicii europene de transport este stabilirea unui echilibru între dezvoltarea economică pe de o parte și cerințele de calitate și siguranță ale societății pe de cealaltă parte, pentru a dezvolta un sistem de transport modern, durabil.

Comisia Europeană a propus circa 60 de măsuri pentru dezvoltarea unui sistem de transport capabil să modifice ponderea modurilor de transport, să revitalizeze transportul feroviar, să promoveze transportul maritim și fluvial și să controleze creșterea transportului aerian.

Un șir de măsuri concrete au fost propuse de Agenția Internațională a Energiei (IEA) Summit-ului G8 de la Hokkaido [8].

- ✓ **Sectorului transport îi revin cca. 26 % din consumul final de energie sau peste 18 % din resursele energetice primare, el fiind responsabil de emisia a 23 % din volumul mondial de GES.**
- ✓ **Tipurile de transport: rutier (auto), feroviar, naval (maritim și fluvial), aerian.**
- ✓ **Intensitatea energetică a transportului în raport cu PIB în majoritatea țărilor este între 0,02 kgoe/\$ și 0,05 kgoe/\$ [6], în RM în care ea este între 0,05 kgoe/\$ și 0,09 kgoe/\$.**
- ✓ **Obiectivul general al politicii europene de transport este stabilirea unui echilibru între dezvoltarea economică pe de o parte și cerințele de calitate și siguranță ale societății pe de cealaltă parte, pentru a dezvolta un sistem de transport modern, durabil.**

5.2 Transportul în Republica Moldova

Transportul prezintă o ramură de bază a economiei naționale a republicii. Aportul lui în PIB constituie 13...15 % [7]. Cota-parte a consumului de energie de către transport în Republica Moldova este mai mică de 17 %, pe când în consumul mondial ea întrece 27 % (vezi subparagraful 1.5.1). Însă trebuie să menționăm că transportul consumă carburanți cu mult mai costisitori decât celelalte ramuri ale economiei naționale. Astfel, la nivelul tarifelor verii anului 2012, dacă la consumator costul energiei gazului natural este de 0,15...0,20 MDL/MJ, cărbunilor

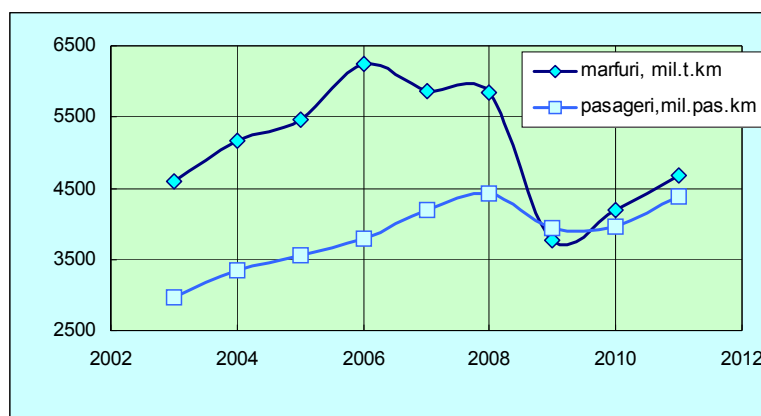


Figura 5.4 Evoluția transportului în Republica Moldova.

– 0,10...0,13 MDL/MJ, atunci pentru benzină și motorină aceste costuri sunt de 0,40...0,45 MDL/MJ. De aceea atenția acordată eficienței energetice în transport nu trebuie să fie mai mică decât în celelalte ramuri.

Tipurile de transport în RM sunt: feroviar, auto, naval și aerian.

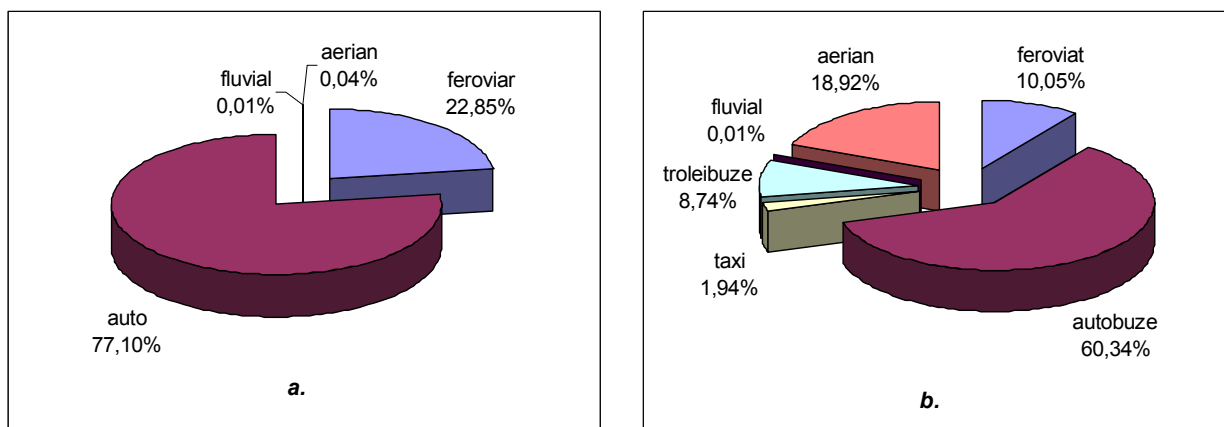


Figura 5.5 Structura transportului în Republica Moldova pe anul 2010:
a.- mărfuri, b.- pasageri.

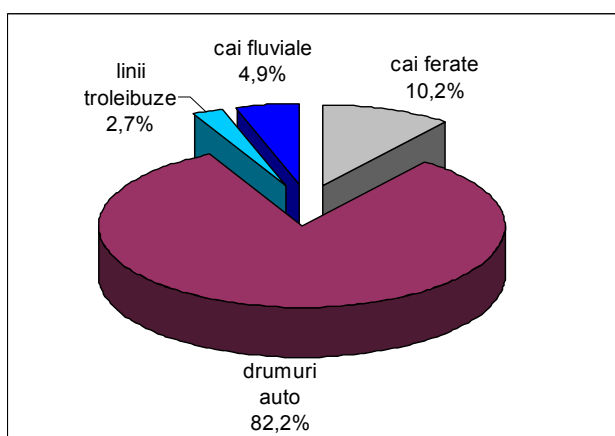


Figura 5.6 Structura căilor de comunicare în RM în anul 2010.

leului în ambele diagrame îi revine transportului auto. Transportul fluvial este pur simbolic – 0,1 %. Transportul aerian de pasageri ocupă locul doi după cel auto cu o cotă de cca. 19 %. Transportul feroviar ocupă un loc considerabil, mai ales, în transportul de mărfuri. Este destul de semnificativă și participția troleibuzelor – cca. 9 %.

După serviciile prestate deosebesc transportul de marfă și transportul de pasageri. Evoluția transportului în ultimii ani este prezentată în fig. 5.4 [7]. Criza economică a afectat considerabil ramura, mai ales transportul de mărfuri, dar începând cu anul 2010 ea își revine, transportul de pasageri, atingând în anul 2011 nivelul anului 2008.

Structura serviciilor pe tipuri de transport este prezentată în fig.5.5. Cota

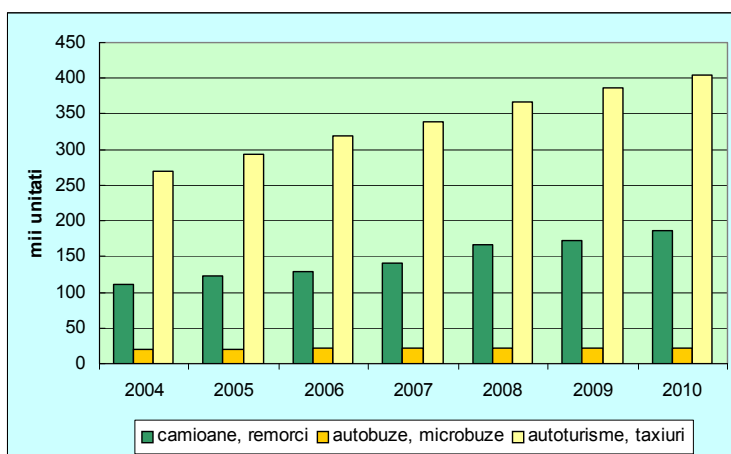


Figura 5.7 Evoluția parcului de automobile din RM.

În fig. 5.6 este prezentată structura căilor de comunicare în republică. Se observă o neconcordanță cu structura transportului, mai ales, la transportul fluvial. După toți indicatorii



Figura 5.8 Rețelele transportului terestru din RM [9].

transportul auto este principalul în RM. Lungimea drumurilor auto este de 9344 km. Anual cu automobilele se transportă peste 3000 mil. tone-km mărfuri și peste 2800 mil. pasageri-km.

Dinamica dezvoltării parcului de automobile este prezentată în fig.5.7. În tendința de creștere a numărului de mașini camioanele au întâietate cu peste 9 % pe an în perioada analizată, pe lângă 7 % pentru autoturisme și ceva peste 1 % autobuze. Harta rețelelor terestre vezi fig.5.8.

Transportul feroviar activează în Republica Moldova peste 140 ani și este o ramură principală din Ministerul transporturilor. Lungimea căii ferate în total este de peste 1800 km, dintre care 1157 km fiind principale. În transportul feroviar sunt implicați circa 15 mii de lucrători. . În anul 2010 au fost transportate peste 3,85 mil. tone de mărfuri și 4,96 mil. de călători. În conformitate cu cerințele europene în transportului feroviar al republicii vor fi efectuate modificări importante.

Transportul naval în Republica Moldova este în curs de dezvoltare și majorare atât a numărului de nave, cât și a numărului de porturi. În prezent sunt înregistrate în registrul de stat a navelor 74 unități de transport, care plutesc sub drapelul Republicii Moldova. Se majorează și numărul unităților de porturi cu infrastructura respectivă. Din anul 2000 a fost reluat procesul de transportare a mărfurilor pe râul Nistru, care fusese stopate mai bine de 10 ani.

În anul 2010 de către întreprinderile de stat din transportul naval au fost transportate 127 mii tone de mărfuri și 119 mii pasageri. Odată cu darea în exploatare a portului comercial Giurgiulești se prevede o dezvoltare mai intensivă a domeniului dat. Portul cuprinde terminale pentru combustibili, mărfuri și călători.

Transportul aerian. În Republica Moldova sunt 4 aeroporturi: în mun. Chișinău, Bălți, Cahul și Mărculești. Din acestea efectuează rute regulate de călători doar aeroportul din Chișinău. Aeroportul de în Bălți deservește doar rute neregulate. În Registrul de stat sunt înregistrate 202 unități de transport (inclusiv 8 avioane ușoare, 12 motodeltoplane și 50 paraplane, sunt 60 de elicoptere).

Lider pe piața autohtonă a transporturilor aeriene. este compania aeriană de stat "Air Moldova". La momentul actual companiei "Air Moldova" îi revine circa 50 % din fluxul aerian de pasageri înregistrat pe piața moldovenească. Flota companiei este compusă din 3 avioane clasa Airbus A320 și câte unul Embraer 120, Embraer 190 și Як-40 [10].

- ✓ **Cota-parte a consumului de energie de către transport în republica Moldova este sub 17 %, pe când în consumul mondial ea întrece 27 %.**
- ✓ **Transportul de mărfuri în RM se efectuează practic cu automobilele -77 % și pe calea ferată – cca. 23 %. În transportul de pasageri aportul lor scade la 81 %, cca. 19 % revenind transportului aerian.**
- ✓ **Parcul de automobile în republică este în tendința de creștere continuă.**

5.3 Eficientizarea transportului

Reducerea consumului de combustibili fosil din transporturi poate fi realizată prin îmbunătățirea eficienței energetice și prin direcționarea cererii din transporturi către modalități mai puțin consumatoare de energie.

Obiectivul general al politicii europene de transport este stabilirea unui echilibru între dezvoltarea economică pe de o parte și cerințele de calitate și siguranță ale societății pe de cealaltă parte, pentru a dezvolta un sistem de transport modern, durabil pentru 2010.

Comisia Europeană a propus circa 60 de măsuri pentru dezvoltarea unui sistem de transport capabil să modifice ponderea modurilor de transport, să revitalizeze transportul feroviar, să promoveze transportul maritim și fluvial și să controleze creșterea transportului aerian.

Măsurile pot fi:

- administrative, introduse de guvernele țărilor, administrațiile locale, administrațiile întreprinderilor;
- de construcție, aplicate motoarelor, vehiculelor;
- de întreținere și deservire.

Măsurile administrative care se aplică în mai multe țări:

- dezvoltarea și modernizarea infrastructurii de transport;
- eficientizarea serviciilor de transport;
- implementarea tehnologiilor informaționale în domeniul transporturilor;
- dezvoltarea transportului feroviar, transportului electric;
- crearea unui sistem de transport public durabil: sigur, accesibil, economic, fiabil și ecologic;
- introducerea programelor de încurajare a transportului public în detrimentul mijloacele de transport individual;
- constrângerea importului de autovehicule și alte unități de transport vechi;
- constrângerea scoaterii din uz a autovehiculelor vechi;
- impunerea controlului tehnic periodic a transportului;
- limitarea vitezelor.

Infrastructura, mai ales drumurile, în Moldova este într-o stare deplorabilă. Studiul vizual detaliat al drumurilor, efectuat la finele anului 2006, demonstrează că doar 7 % din rețeaua rutieră se află în stare bună sau satisfăcătoare, iar 93% - în stare rea sau extrem de rea [9]. Reabilitarea și perfecționarea infrastructurii este problema cheie a Guvernului în domeniul transportului.

Deosebiri mari cantitative există în consumul specific de combustibil la diferite tipuri de transport și diferite tipuri de mașini (vezi fig.5.9 [3]). Astfel, intensitatea energetică la transportul mărfurilor cu mașini ușoare este de câteva ori mai mare decât cu cele grele și de zeci de ori mai mare decât la transportul feroviar. Cam aceeași este deosebirea dintre intensitatea energetică a transportului pasagerilor cu autobusul și circulația cu autoturismele private. De menționat că în transportul de pasageri calea ferată concurează cu succes nu numai cu transportul rutier, dar și cu cel aerian. Trenurile de viteză mare din Europa de Vest oferă călătorii cu mult mai confortabile

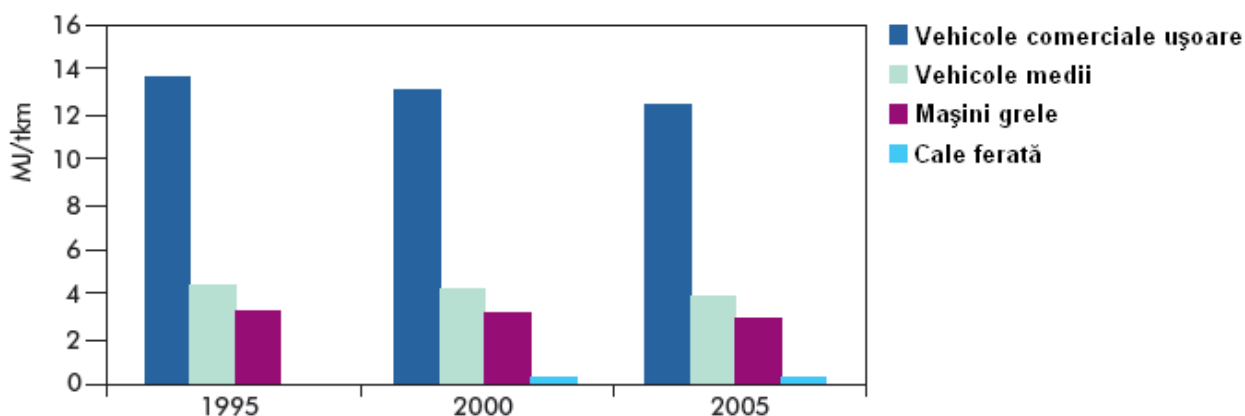


Figura 5.9 Intensitatea energetică medie globală a transportului de mărfuri.

și, luând în considerație vremea de deplasare spre și de la aeroporturi și cea a operațiilor din aeroporturi, deseori mai rapide decât cele cu avionul.

Reducerea consumului specific de combustibil se poate obține și prin selectarea sursei primare de energie. Motoarele Diesel, care funcționează pe motorină, au randamentul cu mai mult de 10 % mai mare decât cele cu aprindere prin scânteie, care consumă benzină. Vehiculele cu motor electric au consumul de energie cu 5...10 % mai mic decât cele cu motor termic. În plus, ele pot fi alimentate de la baterii solare.

Măsuri constructive aplicate la proiectarea și construcția mijloacelor de transport. În recomandările IEA Summitului G8 din Hokkaido [8] se relatează că, chiar și în vehiculele utilitare ușoare (autoturisme, mașini sportive și camionete mici) consumul specific de combustibil poate fi redus cu 50 % față de nivelurile din 2005 prin mobilizarea tuturor tehnologiilor dirijate spre eficiența energetică: referitor la motoare, tren de rulare, îmbunătățiri aerodinamice, reducerea greutateii, cauciucuri cu rezistența joasă etc.

Măsuri de întreținere și deservire. O atenție tot mai mare se acordă controlului stării și funcționării utilajului rulant. În ultimul timp, la recomandarea IEA, modelele noi de automobile produse sunt dotate cu dispozitive („gadget-uri”) de economisire a combustibilului în trafic (asigurarea „eco-driving”) - „in-car feedback instruments” [11]. Există mai multe gadget-uri diferite, care se încadrează în acest termen, toate care au variații ușoare, dar în esență pretinde de a face lucruri similare. Printre cele mai frecvente sunt:

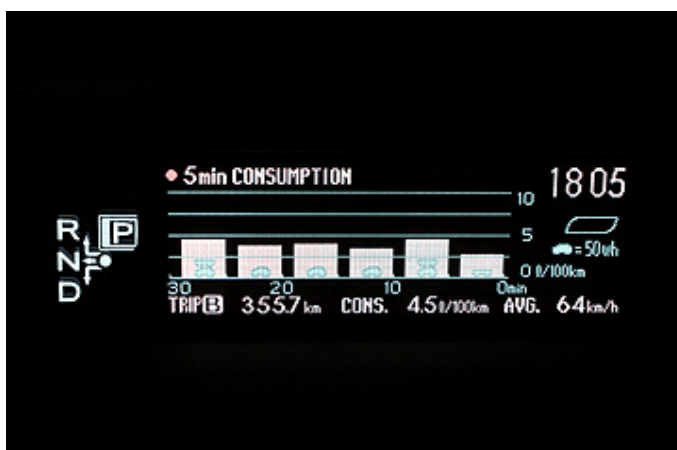


Figura 5.10 Panoul „in-car feedback instruments”.

1. Indicator de schimbare de viteze pentru automobile cu transmisie manuală, care solicită conducătorului auto de a schimba viteza cu o treaptă în sus sau în jos, la momentul oportun, astfel încât să se asigure consumul de combustibil optim;
2. Indicator al consumului de combustibil. Acest dispozitiv, care se actualizează la fiecare câteva secunde, oferă șoferului informații privind atât consumul instantaneu cât și consumul mediu de carburant pe o durată de timp;
3. Eco-indicator, care se aprinde atunci când mașina este condusă eficient.

Cercetările efectuate de AIE au constatat ca condusul ecologic poate realiza o economie de combustibil estimată la 10 % din consumul curent.

Statele Unite ale Americii au mandatat introducerea sistemelor de monitorizare a presiunii în pneuri (TPMS) pe toate autoturismele, vehiculele multifuncționale, camioane și autobuze din 2007. În Japonia în ianuarie 2010 a fost implementată o pneu-etichetare voluntară cu informații privind eficiența consumului de combustibil și aderența la terenul umed [12].

În Strategia propusă de Banca Mondială pentru sectorul transportului din Republica

- ✓ **Măsurile de eficientizare a transportului pot fi administrative, de construcție, de mentenanță.**
- ✓ **Reabilitarea și perfecționarea infrastructurii rutiere este problema cheie a Guvernului republicii în domeniul transportului.**
- ✓ **Intensitatea energetică la transportul mărfurilor cu mașini ușoare este de câteva ori mai mare decât cu cele grele și de zeci de ori mai mare decât la transportul feroviar.**
- ✓ **Reducerea consumului specific de combustibil se poate obține și prin utilizarea mașinilor cu motor Diesel în loc de cele cu carburator, a mașinilor cu motor electric.**
- ✓ **Măsurile constructive aplicate la proiectarea și construcția mijloacelor de transport pot reduce consumul de combustibil cu 50 %.**

Moldova [13] se relatează: „Dacă s-ar cere trei recomandări pentru sectorul

transporturilor, acestea ar fi: (i) mentenanță; (ii) mentenanță; și (iii) mentenanță”. Aceasta se referă atât la parcul rulant cât și la drumuri.

5.4 Transportul urban

Transportul urban, din cauza unor particularități cum ar fi: densitatea mare a traficului, necesitatea opririlor dese, necesitatea parcărilor, existența orelor de vârf etc. se confruntă cu mai multe probleme care-i reduc eficiența energetică comparativ cu cel interurban.

Lucrul normal, eficient al transportului urban nu poate exista fără un sistem adecvat de drumuri (străzi, prospecte, bulevarde) cu o infrastructură aferentă respectivă: stații, parări, treceri subterane etc.

Creșterea vertiginoasă a numărului automobilelor în ultimii 50...60 de ani a mărit sarcina asupra infrastructurii rutiere, mai ales, asupra străzilor din orașele vechi, menite pentru pietoni și transport cu tracțiune animală. Soluția principală a acestei probleme este limitarea pe cât posibil a numărului de mașini care circulă prin oraș. Căile de reducere:

- șosele de centură pentru a evita tranzitul mașinilor străine prin oraș;
- dezvoltarea transportului public, mai ales a celui electric: troleibuz, tramvai, metrou;
- restricționarea transportului privat;
- promovarea bicicletelor și a mersului pe jos.

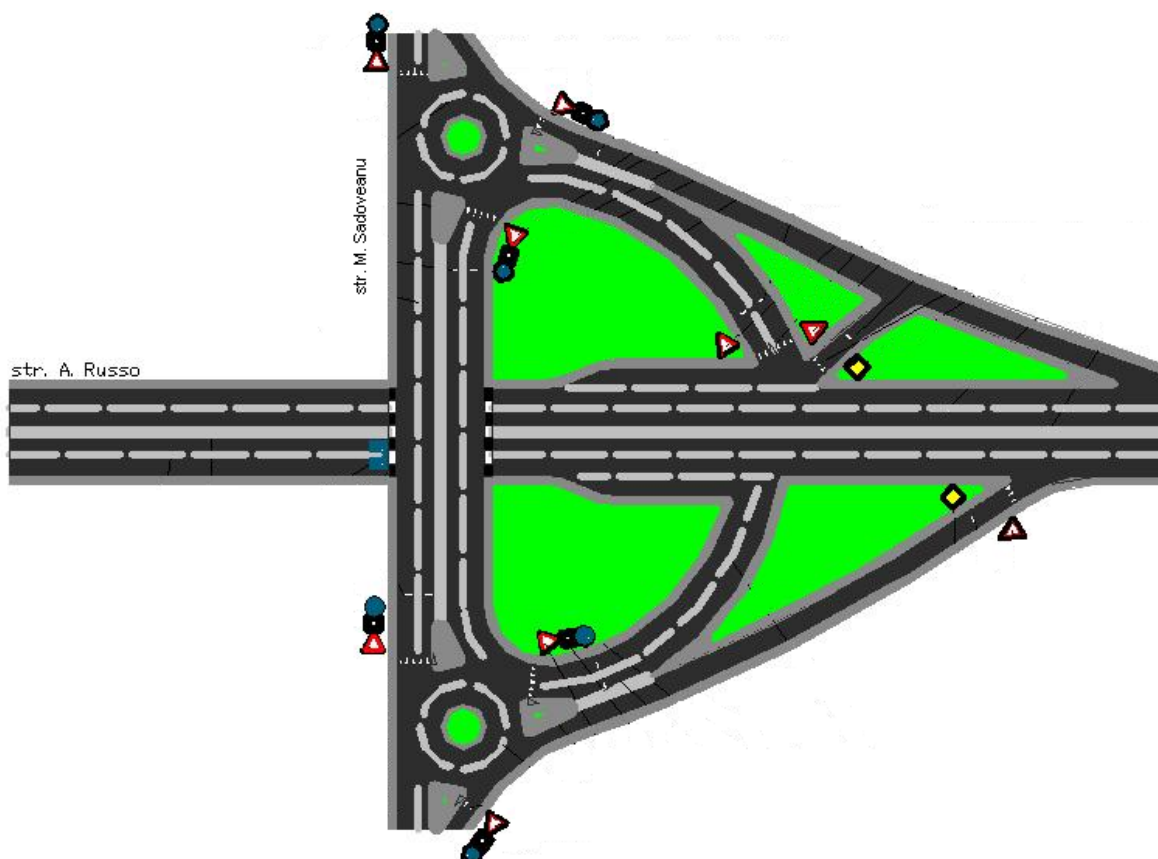


Figura 5.11 Intersecție cu trafic în 2 niveluri.

Fluidizarea traficului și evitarea/reducerea ambuteiajelor de asemenea se poate obține prin:

- limitarea accesului unor categorii de transport în zonele de aglomerare;
- construcția în intersecțiile aglomerate a podurilor pentru circulația în două niveluri (vezi fig.5.11);
- construcția de străzi și magistrale cu flux continuu;
- implementarea sistemelor performante de dirijare a circulației rutiere; instalarea sistemelor electronice de gestionare a tranzitului, cum ar fi sistemele de comunicare, tehnologii informaționale și semafoare electronice;
- sporirea vitezei de circulație prin instalarea indicatoarelor de limită a vitezelor minimă și maximă;
- eliminarea impedimentelor curente din trafic prin analiza minuțioasă și permanentă a traficului urban care ar scoate la iveală, alături de problemele existente, și tendințele negative, fapt ce va permite luarea măsurilor preventive.

Pentru dezvoltarea și diversificarea transportului public municipal trebuie de promovat transportul auto de persoane, indiferent de forma de proprietate. Însă se recomandă ca transportul public de stat să fie concentrat la deservirea fluxurilor de pasageri în masă (la serviciu, studii), care sunt destul de importante în plan social și cer investiții semnificative pentru procurarea parcului rulant de capacitate mare cât și pentru asigurarea exploatării eficiente a acestuia.

- ✓ **Transportul urban, din cauza unor particularități cum ar fi: densitatea mare a traficului, necesitatea opririlor dese, necesitatea parcărilor, influența orelor de vârf etc. se confruntă cu mai multe probleme care-i reduc eficiența energetică. enanță.**
- ✓ **Reducerea sarcina asupra infrastructurii rutiere necesită limitarea pe cât posibil a numărului de mașini care circulă prin oraș.**
- ✓ **Una din căile de reducere a traficului urban este dezvoltarea transportului public, mai ales a celui electric.**

REFERINȚE

37. http://www.worldenergy.org/publications/energy_efficiency_policies_around_the_world_review_and_evaluation/1230.asp
38. Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Synthesis Report.
39. Sustainable transport & mobility. Student handbook. IUSES. EN 1.0 - October 2010.
40. Transport, energy and CO₂. Moving Toward Sustainability. IEA/OECD, 2009.
41. http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_1?b_start:int=12
42. World Energy Efficiency indicators. WEC energy efficiency. <http://www.worldenergy.org>
43. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. ANUARUL STATISTIC AL REPUBLICII MOLDOVA 2011. Chișinău, 2011.

44. IEA Work for the G8. Report to the G8 Summit Hokkaido, Japan.
45. STRATEGIA infrastructurii transportului terestru pe anii 2008-2017. Monitorul Oficial al RM. Nr. 30-31, 2008
46. www.airmoldova.md
47. <http://www.iea.org/topics/energyefficiency/>
48. TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY. Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps. OECD/IEA, 2010.
www.iea.org/about/copyright.asp
49. Moldova: Transport Strategy Update With Emphasis on the Road Sector. World Bank. Europe and Central Asia Region, Energy and Infrastructure Unit, Transport Sector. December 2002.

6.1 EFICIENȚA ENERGETICĂ ÎN SISTEMELE DE CONVERSIE ȘI TRANSPORT A ENERGIEI

6.1 Instalații și sisteme de conversie și transport a energiei

Formele de energie solicitate de către consumatori sunt: electrică, termică și frig. Ele se produc (se generează) în instalațiile de generare, în care are loc conversia lor din resursele de energie primară: combustibili și energii regenerabile. Astfel, aceste trei forme de energie se prezintă ca energii secundare. Schema acestor procese este prezentată în fig.6.1.

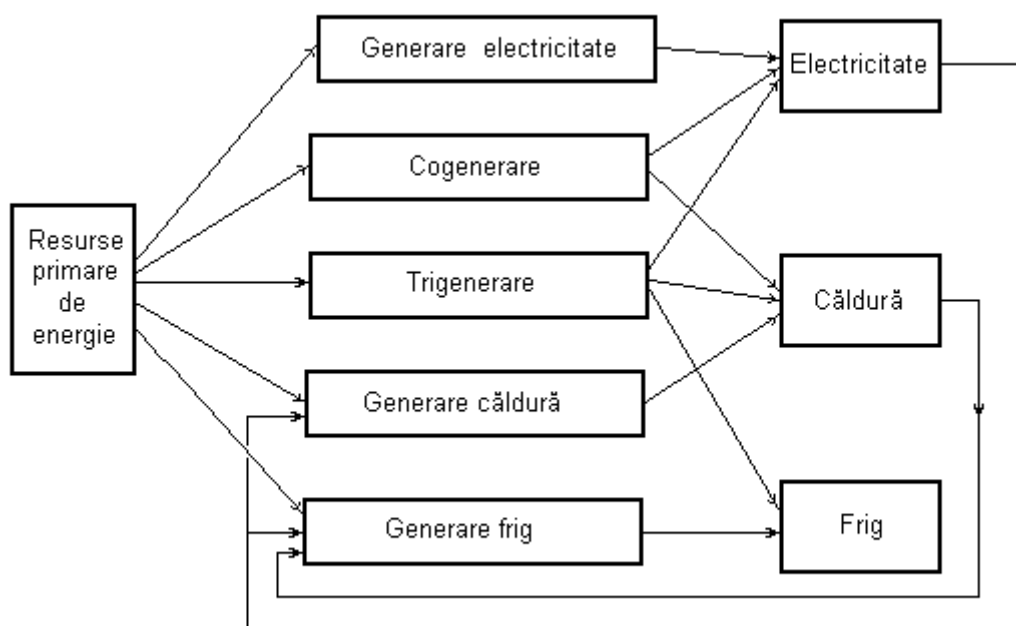


Figura 6.1 Schema proceselor de conversie a energiei primare în energii secundare.

În **energie electrică** recent se transformă cca. 14 % din consumul mondial total de resurse energetice, iar către anul 2050 se preconizează să se ajungă la 24 % [1]. Tipurile de instalații și centrale electrogeneratoare sunt prezentate în fig. 6.2. Energiile primare ale apelor și vântului având caracter mecanic se transformă direct în energie electrică prin intermediul generatoarelor electrice. Energiile primare, legate chimic – combustibilii, biomasa, energia nucleară, trec un șir de transformări mai complicate inclusiv și conversia în energie termică. Tipurile de instalații și centrale electrogeneratoare termomecanice sunt prezentate în fig. 6.2. Combustibilii organici se utilizează în motoarele cu ardere internă, care antrenează generatoare electrice sau în generatoarele electrochimice (pile de combustie) care produc direct energia electrică. Energia combustibililor, energia geotermală și cea solară se folosesc în instalațiile de turbine cu abur, turbine cu gaze și în motoare cu ardere externă în care energia termică este transformată în energie mecanică și apoi în electrică.

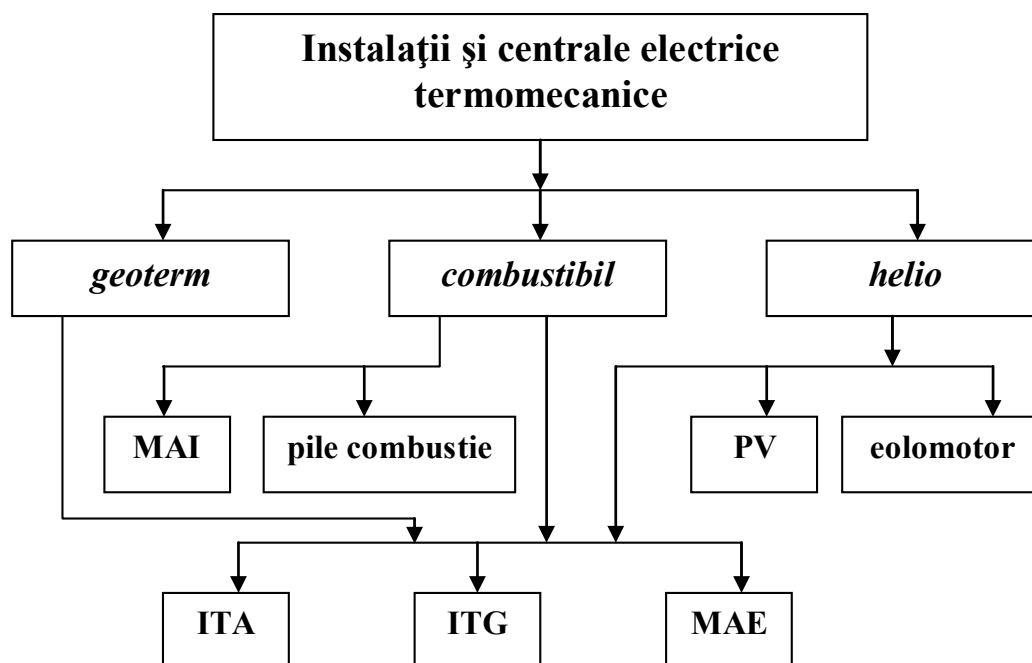


Figura 6.2. Tipurile de instalații și centrale de producere a energiei electrice în baza energiei termice în funcție de motorul termic:

MAI – motor cu ardere internă, PV – pile fotovoltaice, ITA – instalație de turbină cu abur, ITG – instalație de turbină cu gaze, MAE – motor cu ardere externă.

În prezent peste o treime din energia electrică se produce din cărbuni. Către anul 2050 se preconizează creșterea producției de 2...3 ori în raport cu anul 2005 (vezi fig.6.3) [1]. După unul din scenariile Consiliului Mondial al Energiei (CME), de și volumul cărbunilor utilizați se va

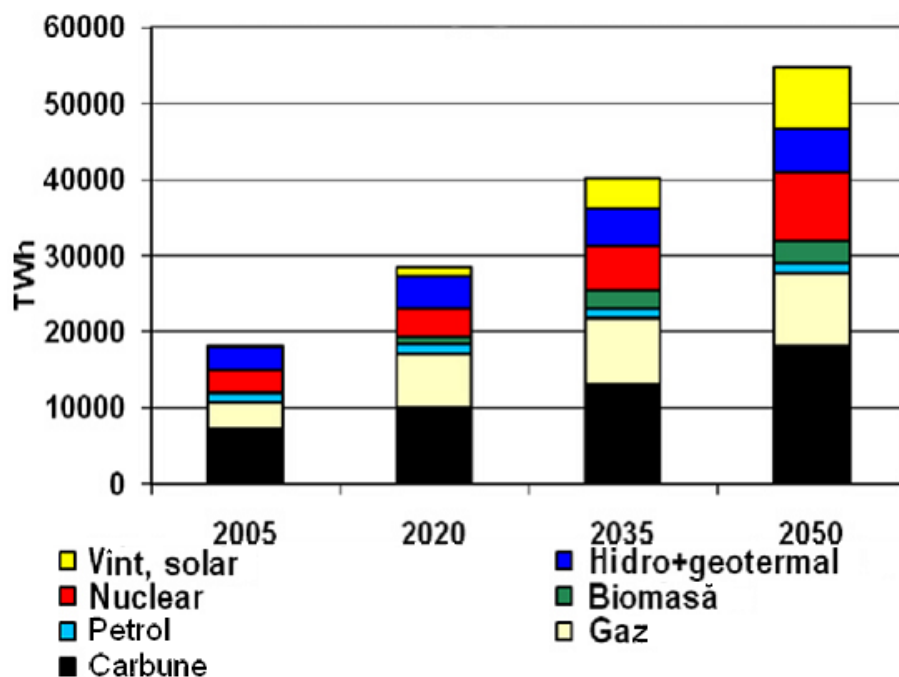


Figura 6.3 Structura surselor primare de producere a energiei electrice.

dubla, cota lor se va reduce întrucâtva. În schimb va crește considerabil cota surselor regenerabile: eoliană, solară, biomasă.

În Republica Moldova energia electrică alcătuiește de asemenea 14 % din consumul total de energie, din care 75 % sunt importate [2].

Energia termică se folosește atât în viața cotidiană (încălzirea spațiilor, încălzirea apei, prepararea hranei), cât și în procesele tehnologice. Resursele primare sunt aceleași ca și pentru energia electrică cu excepția energiei hidraulice. În schimb ca resursă primară pentru căldură servește și energia electrică. Pentru fiecare sursă există un șir de instalații diferite (vezi schema din fig.6.4).

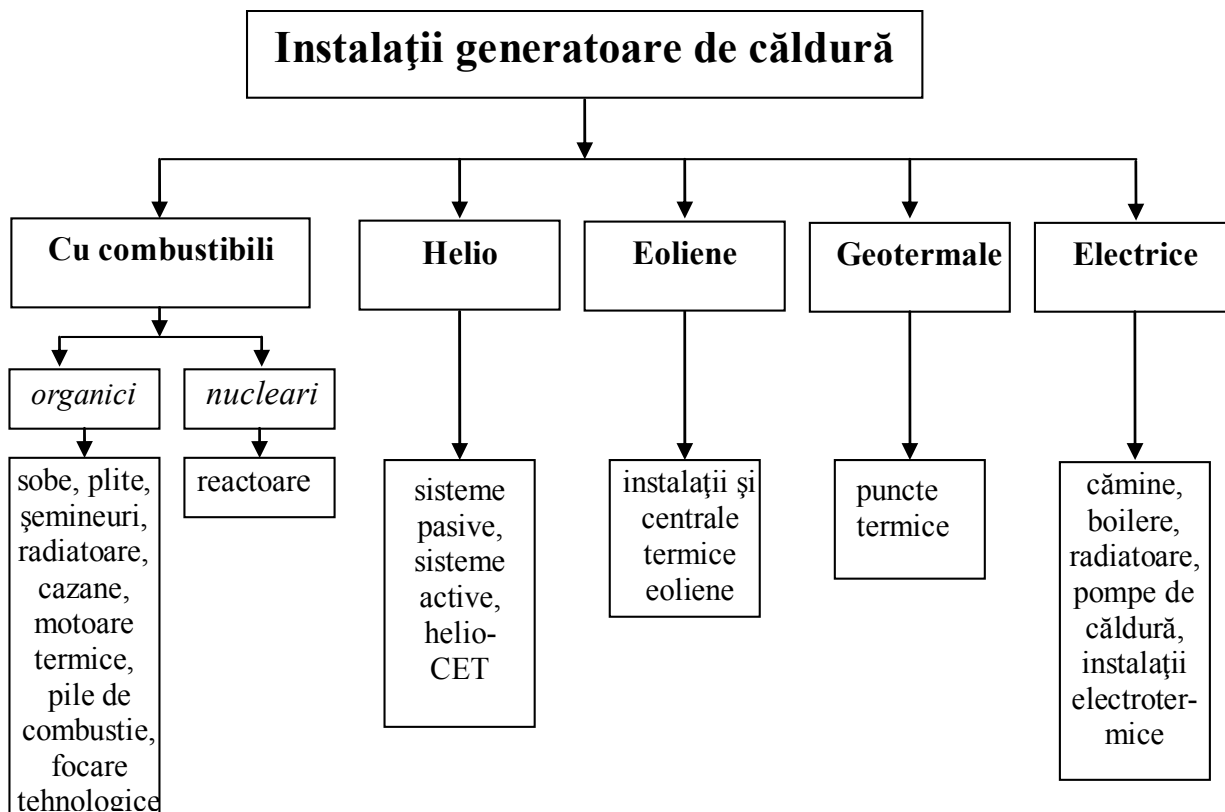


Figura 6.4 Tipurile instalațiilor generatoare de căldură.

Sobe, căminele, se folosesc în case relativ mici din sectorul rural și suburbii. În calitate de instalații individuale se folosesc radiatoarele pe gaz sau motorină, termogeneratoarele etc. Sursa cea mai răspândită de căldură o reprezintă cazanele. Cazanele de apă fierbinte, cu productivitatea termică de la câțiva kW până la sute de MW, sunt predestinate pentru producerea apei calde în scop de încălzire, menaj, tehnologie. Cazanele de vapor, cu productivitatea de la câteva zeci de kg/h până la câteva mii de t/h, se utilizează pentru producerea aburului tehnologic la întreprinderi sau a aburului energetic la Centralele Termoelectrice (CTE) și Centralele Electrice cu Termoficare (CET). La CET cu motoare termice (motoare cu ardere internă sau externă, turbine cu gaze) căldura se obține la răcirea gazelor de ardere eșapate, a uleiului și apei de răcire. În instalațiile tehnologice (uscătorii, cuptoare industriale) căldura se produce în focarele acestora.

În instalațiile solare pasive căldura obținută de la radiația solară se utilizează la locul captării – sere, uscătorii, încălzirea caselor prin vitralii ș.a. Instalațiile active captează radiația

solară în dispozitive speciale (colectoare solare, heliostate, cazane solare), o transformă în căldură și o transportă la consumator.

Termogeneratoarele eoliene funcționează după principiul mecanic sau electromecanic. În cele mecanice motorul eolian rotește un malaxor într-un volum de lichid în care pe contul frecării energia mecanică se transformă în căldură. În termogeneratoarele electromecanice rotația unui inductor în interiorul indusului - un cilindru masiv din oțel feromagnetic, induce în ultimul curenți turbionari care îl încălzesc. Căldura este asimilată de lichidul caloportor care circulă prin spațiul dintre cilindru și cămașa din jurul lui.

Energia geotermală este transmisă consumatorilor nemijlocit de către apa de sondă, sau este preluată de la aceasta de alți caloportori în schimbătoare de căldură. Cei mai răspândiți consumatori de căldură geotermală sunt balneoterapia, serele, sistemele de încălzire a clădirilor.

Utilizarea directă a energiei electrice pentru producerea căldurii, din punct de vedere termodinamic, este inefficientă, dar în multe cazuri ea devine oportună: în utilizări casnice – datorită comodității, pentru înlesnirea reglării curbei electrice diurne de sarcină, în zonele geografice cu rezerve mari de energie hidroenergetică, în unele procese termotehnologice cum ar fi încălzirea inductivă a metalelor ș.a. Instalații eficiente termodinamic de producere a căldurii în baza curentului electric reprezintă pompele de căldură.

De menționat, că sporirea eficienței energetice a sistemelor în baza surselor regenerabile are efect direct numai economic: reducerea costurilor, pe când sistemele în baza combustibililor – economic și ecologic: reducerea degajărilor nocive și a emisiilor cu efect de seră.

- ✓ **Formele de energie solicitate de către consumatori sunt: electrică, termică și frig.**
- ✓ **În energie electrică recent se transformă cca. 14 % din consumul mondial total de resurse energetice, din care peste o treime o constituie cărbunii.**
- ✓ **Sursa cea mai răspândită de energie termică o reprezintă cazanele.**
- ✓ **Utilizarea directă a energiei electrice pentru producerea căldurii, din punct de vedere termodinamic, este inefficientă.**
- ✓ **Sporirea eficienței energetice a sistemelor în baza surselor regenerabile are efect direct numai economic: reducerea costurilor, pe când sistemele în baza combustibililor – economic și ecologic: reducerea degajărilor nocive și a emisiilor cu efect de seră.**

6.2 Eficiența sistemelor de alimentare cu energie termică

6.2.1 Sisteme termoenergetice

Sistemul termoenergetic, în genere, este compus din sursa (sursele) de căldură, rețelele termice de transport (magistrale), punctele termice, rețelele de distribuție și consumatori. În sistemele locale și de cartier rețelele de transport rețelele magistrale lipsesc. Consumatorii de

căldură au fost analizați în capitolele precedente. Vom analiza sursele de căldură și rețelele termice. Accentul trebuie pus pe surse, care au cele mai mari pierderi și, prin urmare, cele mai mari posibilități de economisire a energiei.

6.2.2 Eficiența surselor de energie termică

În prezent sursa primară principală de producere a energiei termice o prezintă combustibilii. În republica Moldova în prezent cca. 99 % din căldură se obține din combustibili (vezi fig. 6.5).

Bilanțul termic al instalațiilor termogeneratoare care au la bază combustibilul întocmit în raport cu o unitate de combustibil (kg sau m^3) are forma:

$$Q_d = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7, \text{ kJ/kg (kJ/m}^3\text{)} \quad (6.1)$$

în care: Q_d este căldura disponibilă,

Q_1 - căldura utilă,

Q_2 - pierderea de căldură cu entalpia gazelor la coș,

Q_3 - pierderea cu arderea chimic incompletă,

Q_4 - pierderea cu arderea mecanic incompletă,

Q_5 - pierderea în mediul ambiant,

Q_6 - pierderea cu entalpia zgurii evacuată din focar,

Q_7 - pierderea de căldură legată cu pornirea și oprirea instalației.

Căldura disponibilă include: căldura inferioară de ardere a combustibilului (Q_i'), entalpia combustibilului, entalpia aerului introdus și, în cazul injectării aburului în focar, entalpia acestuia.

În practică mărimile din (6.1) se folosesc de obicei în valori procentuale:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 = 100 \%, \quad (6.2)$$

în care

$$q_i = \frac{Q_i}{Q_d} 100 \%. \quad (6.3)$$

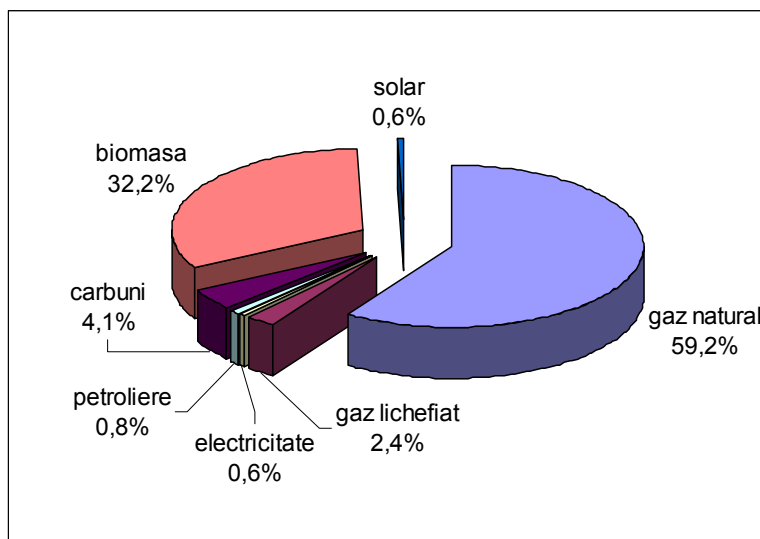


Figura 6.5 Structura consumului de resurse primare de energie în sistemul termoelectric al RM în anul 2010.

Mărima q_1 reprezintă randamentul brut ($\eta_{br.}$) al instalației în raport cu căldura inferioară de ardere a combustibilului.

Pierderea de căldură cu entalpia gazelor la coș în majoritatea instalațiilor are valoarea cea mai mare dintre pierderi: de la 3...4 % până la 50...80 %. Ea se determină cu formula:

$$Q_2 = H_{g.ev} - H_{a.r.}, \text{ kJ/kg}, \quad (6.4)$$

în care $H_{g.ev}$ și $H_{a.r.}$ sunt respectiv entalpia gazelor evacuate și a aerului rece.

$$H_{g.ev.} = t_{g.ev} [V_{RO_2} c_{CO_2} + V_{N_2} c_{N_2} + V_{H_2O} c_{H_2O} + (\alpha_{g.ev} - 1) V_a^0 c_a] \quad (6.5)$$

$$H_{a.r.} = \alpha_{g.ev} V_a^0 t_{a.r.} \quad (6.6)$$

În (6.5) $t_{g.ev}$ este temperatura gazelor la coș;

$\alpha_{g.ev}$ – coeficientul de exces de aer în gazele evacuate;

V_{CO_2} , V_{N_2} , V_{H_2O} - volumele gazelor respective;

V_a^0 - volumul stoichiometric de aer necesar arderii;

c_{CO_2} , c_{N_2} , c_{H_2O} și c_a - căldurile specifice volumetrice ale gazelor respective.

Din formulele (6.2)...(6.5) se vede că reducerea pierderii de căldură cu entalpia gazelor la coș poate fi obținută prin:

- micșorarea temperaturii gazelor evacuate,
- micșorarea excesului de aer,
- mărirea temperaturii aerului rece.

Valorile pierderilor cauzate de arderea chimic și mecanic incompletă, în funcție de combustibil, modul de ardere și mărirea focarului (productivitatea instalației), au valorile:

$$q_3 = 0...5,0 \% \text{ și}$$

$$q_4 = 0,5...17 \%.$$

Pierderea în mediul ambiant poate avea valoarea de la 0,2 % la 5...10 %. Ea depinde de productivitatea instalației, starea înzidirii, termoizolației și de gradul de încărcare. Astfel, pentru cazane valoarea reală este invers proporțională cu productivitatea:

$$q_5^r = q_5^n \frac{D_n}{D_r}. \quad (6.7)$$

Aici: q_5^r este pierderea de căldură la sarcina reală,

q_5^n – pierderea de căldură la sarcina nominală,

D^n – sarcina nominală a cazanului,

D^r – sarcina reală a cazanului.

De menționat, că la amplasarea instalației de încălzire în incinta încălzită q_5 de fapt nu reprezintă o pierdere.

Pierderea de căldură cu entalpia zgurii are o valoare relativ mică, sub 1 %, și de obicei nu poate fi influențată.

Pierderile legate de pornirea și oprirea instalației depind de frecvența și durata acestora în perioada lor de lucru.

Tabelul 6.1 Eficiența instalațiilor de generare a energiei termice în raport cu căldura inferioară de ardere a combustibilului.

Nr.	Instalația	Randament, %
1	Șemineuri	10...15
2	Plite pe combustibili	30...50
3	Sobe	40...70
4	Cazane obișnuite	70...90
5	Cazane cu condensare	95...105
6	Aparate electrice	30...40
7	Pompe de căldură	110...200

Valorile randamentului pentru diferite instalații sunt prezentate în tab.6.1. Cea mai mică eficiență o au șemineurile(vezi fig.6.6) la care majoritatea căldurii se pierde cu entalpia gazelor evacuate prin coșul de fum situat nemijlocit deasupra focarului. Șemineurile reprezintă o instalație mai mult decorativă și la ele problema ridicării eficienței, practic, nu se pune.

La plitele pentru pregătirea hranei pierderea cu gazele evacuate este mai mică decât la șemineuri, valoarea mai mare o are pierderea în mediul ambiant, care pe timp de iarnă folosește la încălzirea încăperii, astfel randamentul în această perioadă crește cu 15..20 %. Pierderea de căldură cu entalpia gazelor evacuate poate fi redusă prin instalarea în canalul de gaze a unui schimbător de căldură pentru încălzirea apei de consum.



Figura 6.6 Șemineu.

REFERINȚE

1. Energy Scenario Development Analysis: WEC Policy to 2050. World Energy Council. 2007.
2. Balanța Energetică a Republicii Moldova. Culegere statistică. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. Chișinău, 2011.