

## Prezent și perspective în domeniul energiei clădirilor

Present and perspectives in the field of building energy

**Prof. Ioan Boian, PhD, Romania**

**Rezumat.** Încălzirea globală, asociată cu creșterea concentrațiilor de gaze cu efect de seră din atmosferă, în principal de dioxid de carbon, a condus la necesitatea reducerii consumului de combustibili fosili, ca principali generatori ai schimbărilor climatice, la scară planetară. Ca urmare, au fost elaborate programe de măsuri de economisire a energiei și la nivelul Uniunii Europene, care vizează reducerea consumului de energie în sectorul clădirilor și al transporturilor. Eficiența îmbunătățită a clădirilor și înlocuirea progresivă a surselor tradiționale de energie bazate pe combustibili fosili cu energia din surse regenerabile reprezintă vectorii principali în această acțiune. Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu aproximativ 90% până în 2050 este o țintă foarte ambițioasă, ceea ce ridică întrebări cu privire la posibilitatea de atingere a acesteia. Fezabilitatea acestui obiectiv, complet verosimilă, este demonstrată prin exemple practice și sunt prezentate câteva concluzii despre posibilele consecințe care ar trebui evitate, sau tratate cu grijă.

**Abstract.** Global warming, associated with the increasing of greenhouse gas concentrations in the atmosphere, mainly the carbon dioxide, has led to the need of using less fossil fuels, as major generators of climate change, on a planetary scale. As a result, programs of energy saving measures have been developed at the level of the European Union too, aiming at reducing energy consumption in the buildings, and transport sector. The improved efficiency of buildings and the progressive replacement of traditional energy sources based on fossil fuels with renewable energy ones are main vectors in this action. Reducing greenhouse gas emissions by about 90% by 2050, is a very ambitious target, which raises questions regarding the possibility of reaching it. The feasibility of this target, completely verisimilous, is demonstrated through practical examples, and some conclusions about possible consequences that should be avoided or treated with care are presented.

### **Încălzirea globală și emisia de gaze cu efect de seră (GES)**

Tendința de modificare a climatului, care se manifestată prin efecte uneori dezastruoase, este pusă clar în evidență prin măsurătorile statistice ale temperaturii atmosferice capătând relevanță sub forma numărului de grade-zile: înregistrările efectuate la scara UE indică o reducere a numărului de grade-zile de încălzire cu

aproximativ 13% după 1980, precum și o majorare cu peste 50% a celor de răcire, așa cum se poate vedea în Figura 1. Reducerea numărului de grade-zile de încălzire semnifică un necesar de căldură mai scăzut, iar majorarea celui de răcire conduce la un necesar de frig de confort mai mare.

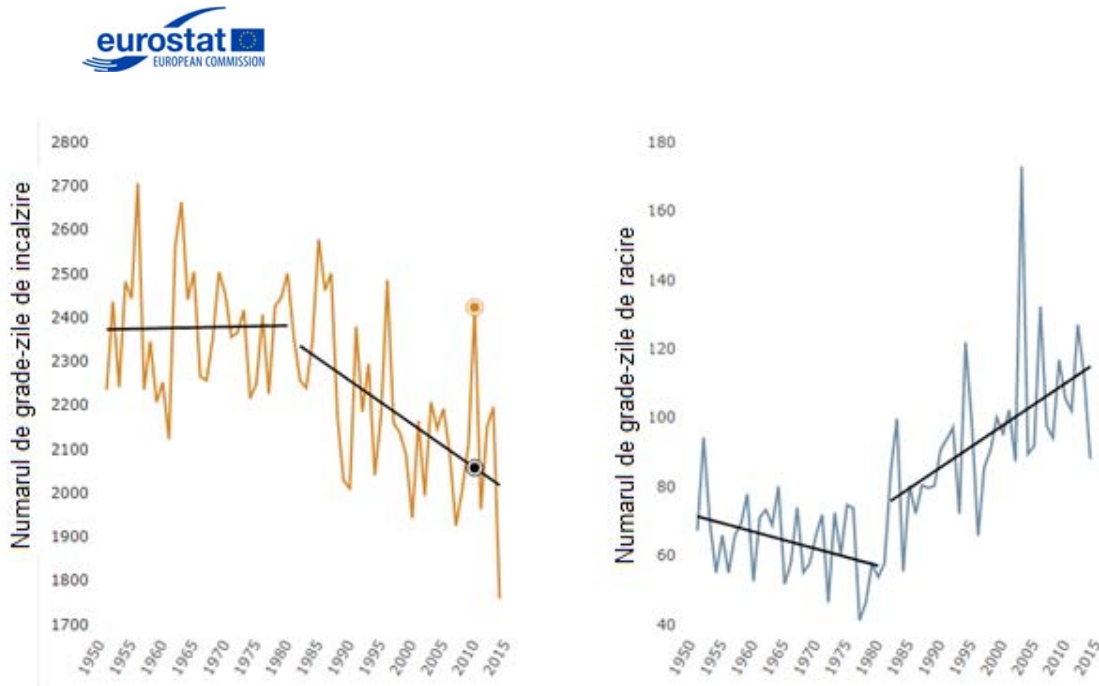


Fig.1. Evoluția numărului de grade-zile de încălzire, respectiv de răcire și tendința acestora (valori medii pentru UE).

Institute de cercetări din lumea întreagă și organisme de monitorizare internațională asociază aceste modificări climatice cu creșterea continuă a concentrației de GES din atmosferă, dintre care dioxidul de carbon, CO<sub>2</sub> este principalul responsabil pentru efectul de seră. Eforturile de limitare a acestor emisii vizând reducerea lor au ca scop limitarea creșterii temperaturii medii atmosferice la cel mult 2 °C pentru orizontul anului 2050 în vederea evitării dezastrelor. Monitorizarea acestor emisii a permis observarea reducerilor, așa cum reiese din Figura 2, remarcându-se accelerarea tendinței de scădere a emisiilor de GES după 2007, ca efect al introducerii Directivei referitoare la Performanța Energetică a Clădirilor (Energy Performance of Building Directive, EPBD) în special în cazul sectorului rezidențial.

Rezultatul eforturilor de reducere a emisiilor de GES s-a concretizat în procentul de 10%, adică dela 2,22 t CO<sub>2</sub>/locuință la 1,98 t CO<sub>2</sub>/locuință, ca medie la nivelul UE [1].

Ținta stabilită pentru 2050 comparativ cu anul 1990 referitoare la reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> cu 88...91% implică o îmbunătățire a performanței energetice a clădirilor cu minimum 80...95%.[2].

## Prezent și perspective în domeniul energiei clădirilor

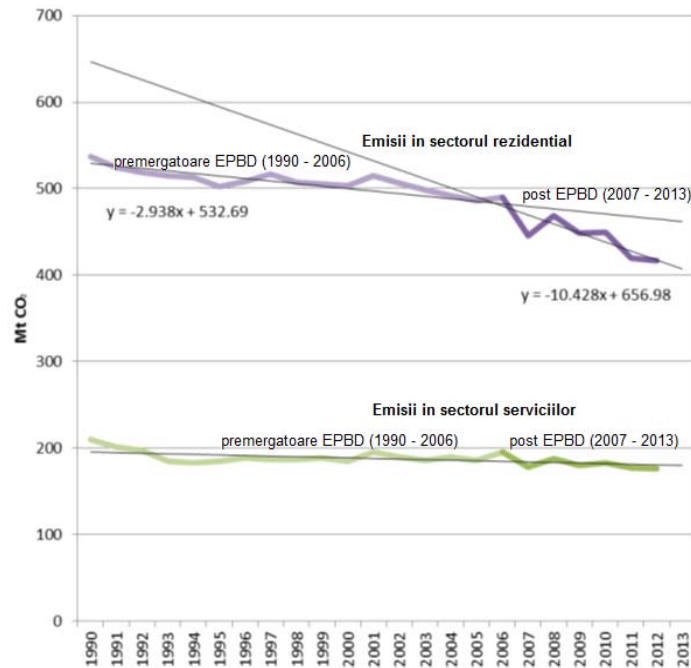


Fig.2. Emisiile totale de GES din sectorul rezidențial, respectiv din cel al serviciilor (corectate în funcție de climat).

(European Commission, based on data from Odyssee database, <http://www.odyssee-mure.eu/>)

### Realizări și prevederi referitoare la consumul de energie

Emisiile de GES sunt rezultatul arderii combustibililor fosili ca sursă principală de energie în procesul de dezvoltare economică a oricărei societăți. Consumul de energie aferent asigurării confortului termic acoperă o pondere relativ importantă în majoritatea țărilor, iar cel destinat încălzirii spațiilor joacă rolul principal în toate regiunile globului care nu sunt caracterizate de climă caldă.

Consumul de energie pentru asigurarea confortului termic în mediul construit este influențat direct de condițiile de climat, iar severitatea iernii este prima răspunzătoare pentru quantumul energiei utilizate pentru încălzire; din acest motiv o analiză a evoluțiilor consumului de energie implică o "normalizare" a condițiilor de calcul a energiei primare, respectiv a celei finale sub forma unei corecții în funcție de climat.

Analiza efectuată asupra consumului final de energie, corectat în funcție de climat, indică o schimbare clară a tendinței de reducere, existente atât în sectorul rezidențial cât și în cel al serviciilor, începând cu anul 2007 și care se menține în continuare. Consumul de energie corectat în funcție de climat a scăzut cu circa 5% ,

adică dela 1,50 toe/locuință (tonnes of oil equivalent, toe; 1toe=11,63MWh) la 1,42 toe/locuință (Source: Odyssee database, <http://www.odyssee-mure.eu/>).

Evaluările referitoare la consumul de energie și la emisiile de GES au la bază ultimele date disponibile și reprezintă tendințele ce s-au manifestat începând cu anul

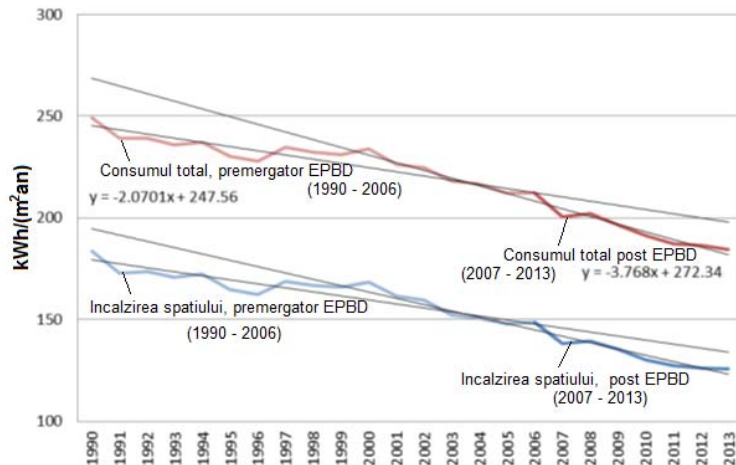


Fig.3. Evoluția consumului final anual total (încălzire + acc) pe metru pătrat și an pentru clădirile rezidențiale, respectiv consumul final anual pentru încălzire (corectate în funcție de climat). (European Commission, based on data from Odyssee database, <http://www.odyssee-mure.eu/>)

kWh/(m<sup>2</sup> an) începând cu 2007, tendința menținându-se în continuare.

Diferența dintre cele două valori menționate mai înainte (2,1- 3,8 = - 1,7 kWh/(m<sup>2</sup> an)) reprezintă o medie la nivelul UE, însă pentru țările UE aceasta a avut intensități diferite, semnul minus reprezentând accelerarea ritmului de reducere a consumului mediu anual de energie. Astfel, țări precum Grecia (-10,5 kWh/(m<sup>2</sup> an)), Ungaria (-7,6 kWh/(m<sup>2</sup> an)), Irlanda (-6 kWh/(m<sup>2</sup> an)) și altele au înregistrat un ritm mai pronunțat de reducere față de media UE; spre deosebire de acestea, țări precum Polonia, Estonia, sau Slovenia și Austria au prezentat o încetinire a acestui ritm de reducere a scăderii consumului final de energie după 2007. În cazul României (+11 kWh/(m<sup>2</sup> an)) se constată o încetinire evidentă a ritmului, chiar și mai mare decât în cazul Poloniei, ceea ce se explică probabil prin faptul că țara noastră nu a mai furnizat date statistice către UE între 2011 și 2013 (pentru 2011 s-a raportat valoarea de 325 kWh/(m<sup>2</sup> an)).

În domeniul rezidențial din UE consumul mediu final de energie totală (încălzirea spațiului și a apei calde de consum, acc) pe metru pătrat este încă foarte ridicat, situându-se la valoarea de 175 kWh/(m<sup>2</sup> an) pentru 2013. Ca urmare a tendinței de scădere a consumului final de energie pe metru pătrat pentru încălzirea spațiului, valoarea medie la nivelul UE s-a situat la 125 kWh/(m<sup>2</sup> an) în 2013, reprezentând aproximativ 72% din

cea caracteristică pentru 1990; consumul final total a urmat o tendință similară de reducere atingând un nivel de 82%.

Prin renovarea majoră a clădirilor existente se urmărește reducerea în continuare a necesarului de energie pentru încălzirea spațiului, prevăzându-se pentru un nivel optim de cost, valori de 50...70 kWh/(m<sup>2</sup> an). În cazul clădirilor cu consum de energie aproape zero (Nearly Zero Energy Buildings, *NZEB*) se consideră că acestea vor necesita, de regulă, 15...30 kWh/(m<sup>2</sup> an). În privința sectorului terțiar/nerezidențial s-a înregistrat o creștere a consumului final corectat după climat, după 1990, anume de la 120...130 Mtoe (1Mtoe=11,63TWh) până la circa 160 Mtoe în 2007 menținându-se aproximativ constant până în 2013. Totuși, apariția EPBD a produs un efect de reducere a consumului final anual de energie pe metru pătrat de la circa 350 kWh/(m<sup>2</sup> an) în 2006, la aprox. 300 kWh/(m<sup>2</sup> an) în 2013: după 2007 s-a constatat o reducere anuală de - 5,2 kWh/(m<sup>2</sup> an), așa cum rezultă din Figura 4.

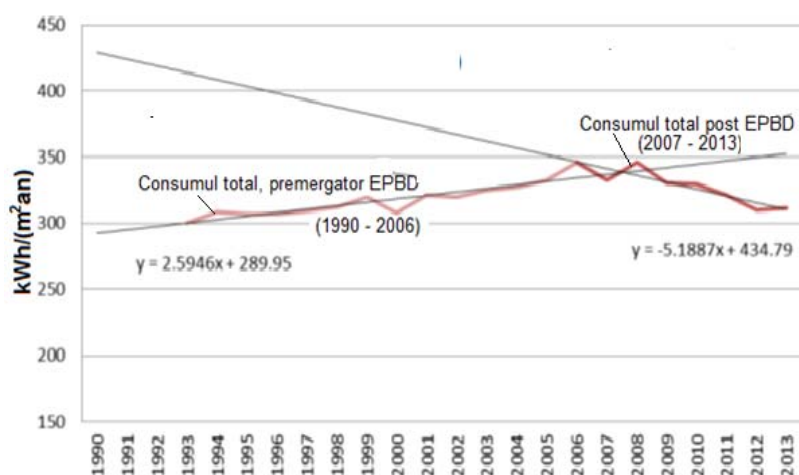


Fig.4. Consumul final anual total pe metru pătrat și an pentru clădirile nerezidențiale (corectat în funcție de climat). **(European Commission, based on data from Odyssee database, <http://www.odyssee-mure.eu/>)**

Scenariul de referință REF2016 prevede o scădere a consumului final de energie cu 56 Mtoe până în 2020 pentru a se ajunge la 485 Mtoe. Acest scenariu confirmă faptul că electrificarea este tendința persistentă, atât datorită cererii în creștere de energie electrică, cât și datorită electrificării procesului de încălzire cu ajutorul pompelor de căldură, precum și a electrificării

sectorului transporturilor (într-o măsură limitată). În privința energiei primare scenariul de referință raportează o scădere totală cu 18,4 % comparativ cu anul de referință 2007, această valoare fiind ușor mai scăzută față de indicativul prevăzut pentru 2020 în UE, referitor la ținta ce va trebui atinsă pe seama eficienței energetice și anume de 20%.

### Prevederi referitoare la performanța energetică a clădirilor

Performanța energetică a clădirilor vizează în final reducerea emisiilor de GES tinzând să limiteze consumul de energie primară și fiind rezultatul mai multor acțiuni

alături de îmbunătățirea calității anvelopei. Performanța energetică integrată ia în considerare, pe lângă calitatea izolației clădirii și sistemele tehnice ale clădirii, STC cu diferitele instalații componente (de încălzire, răcire, ventilație, iluminat), precum și poziția, respectiv orientarea clădirii, recuperarea căldurii, aporturile solare active și alte surse regenerabile de energie. Pe această linie se înscriu și tehnologiile integrate de valorificare a energiei regenerabile care au constituit o piață emergentă.

Cerințele minime de performanță energetică care servesc la calculul costului optim suferă periodic un proces de revizuire; altfel spus procesul de revizuire a cerințelor minime este unul iterativ și va duce la o înăsprire periodică a cerințelor minime, inclusiv după 2020. Termenul limită pentru următoarea revizuire este 31 martie 2018 având în vedere prescripțiile existente (5 ani după ultima revizuire). Spre exemplu în Slovacia, cerințele minime de performanță energetică pentru blocurile de locuințe pentru 2013 urmau a fi reduse la jumătate în 2016, datorită rezultatelor calculului nivelurilor optime ale costurilor.

Îmbunătățirea performanței energetice a clădirilor existente se poate realiza în mod optim din punct de vedere al rentabilității în momentul renovării majore a acestora, (de regulă odată la 25 de ani) întrucât în această fază investițiile suplimentare au o pondere mai puțin semnificativă.

Performanța energetică a clădirii în ansamblu, evaluată cu ajutorul certificatului de performanță energetică, CPE, este rezultatul unui proces complex în care designerii și instalatorii au nevoie de proceduri bine stabilite de analiză și evaluare prin calcul, dependente atât de tehnologie cât și de locație.

În ceea ce privește funcționarea clădirilor, noile tehnologii de gestionare a energiei pentru clădiri, cum ar fi sistemele inteligente vizând automatizarea clădirilor, contorizarea inteligentă și întreținerea sistemelor tehnice, pot produce economii pentru încălzirea spațiului în intervalul 2-30%, iar pentru răcire de 37-73%, în funcție de climă și de tipul clădirii. Trebuie remarcat faptul că răcirea spațiilor din clădirile destinate serviciilor consumă cea mai mare parte a energiei în cazul Europei. Exploatarea clădirilor va trebui îmbunătățită printr-o mai bună analiză comparativă a datelor, utilizând tehnologii informaționale inteligente, contorizări (sub-contorizări), informații în timp real și alte tehnologii inovative [4].

Dispozițiile referitoare la *NZEB* conduc în mod firesc către utilizarea surselor regenerabile de energie în special a celor "on-site" (la fața locului), deoarece energia produsă pe clădire reduce energia primară asociată cu energia furnizată (Eurostat, ref. indicator "nrg\_ind\_335a"). Este de așteptat o continuare a schimbărilor în mixul energiei electrice generate în UE în favoarea regenerabilelor. În timp ce mai multe state membre solicită o cotă de energie regenerabilă ca parte din energia primară utilizată, sau o contribuție minimă a energiei regenerabile exprimată în kWh / (m<sup>2</sup>an), altele utilizează

cerințe indirecte, cum ar fi o utilizare redusă a energiei primare neregenerabile și care poate fi îndeplinită numai dacă energia regenerabilă face parte din conceptul clădirii. Această flexibilitate permite adaptarea la condițiile naționale precum și la cele locale (tipul clădirii, climatul, costurile și accesibilitatea tehnologiilor regenerabile comparabile, combinația optimă a măsurilor în condițiile date ale cererii, densitatea clădirilor etc.). Sistemele de energie regenerabilă cel mai frecvent aplicate în NZEB sunt cele solar- termice și cele fotovoltaice amplasate pe clădire. Alte surse regenerabile de energie utilizate în aceste clădiri sunt cele geotermale valorificate cu ajutorul pompelor de căldură având solul ca sursă, și biomasa.

### Fezabilitatea prevederilor și măsurilor de reducere a GES

Tendința statelor europene de înlocuire a cărbunelui cu gazul natural, inclusiv ca modalitate de reducere a GES, a condus la dependența accentuată a acestora de importurile din Orient cu consecințele aferente. Gazul natural este un generator de dioxid de carbon cu emisii mai reduse față de alți combustibili fosili; se consideră adesea că înlocuirea unui cazan cu o pompă de căldură elimină emisiile de GES, fără a se lua în considerare elemente precum coeficientul de performanță *COP*, sau emisiile de GES la producerea energiei electrice utilizate la acționarea pompei de căldură.

#### a) Reducerea emisiilor de GES la înlocuirea unui cazan cu o pompă de căldură acționată electric

Reducerea relativă a emisiilor de GES rezultată la înlocuirea cazanului pe combustibil fosil cu o pompă de căldură acționată electric este exprimată ca raport între reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră ce survine odată cu înlocuirea cazanului pe combustibil fosil cu pompa de căldură acționată electric *REGES CF-PC* și emisia de

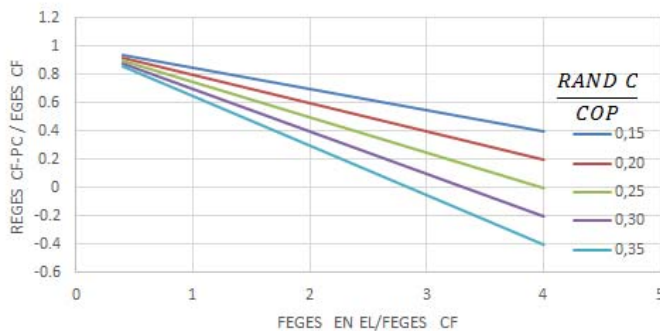


Fig.5. Reducerea relativă a emisiilor GES la înlocuirea cazanului cu o pompă de căldură în funcție de raportul factorilor de emisie specifici producerii energiei electrice, respectiv a celui specific arderii combustibilului fosil.

gaze cu efect de seră corespunzătoare încălzirii unui metru pătrat de spațiu cu ajutorul unui cazan pe combustibil fosil, *EGES CF*. Această reducere relativă a emisiilor de GES depinde de raportul dintre factorul de emisie GES specific producerii energiei electrice, *FEGES EN EL* [kg CO<sub>2</sub>/kWh] și factorul de emisie GES specific

arderii combustibilului fosil,  $FEGES\ CF$  [kg CO<sub>2</sub>/kWh], precum și de raportul dintre randamentul cazanului,  $RAND\ C$  și coeficientul de performanță,  $COP$  al pompei de căldură

$$\frac{REGES\ CF-PC}{EGES\ CF} = 1 - \frac{FEGES\ EN\ EL}{FEGES\ CF} \cdot \frac{RAND\ C}{COP} \quad [1]$$

Reprezentarea grafică a expresiei de mai sus din Figura 5 pune în evidență importanța generării energiei electrice cu un factor de emisie GES specific producerii energiei electrice,  $FEGES\ EN\ EL$  cât mai mic: pe măsură ce acestea se majorează în raport cu factorul de emisie GES specific arderii combustibilului fosil,  $FEGES\ CF$  reducerea relativă  $REGES\ CF-PC/EGES\ CF$  scade; totodată înlocuirea unui cazan cu randament,  $RAND\ C$  mare cu o pompă de căldură având un  $COP$  redus micșorează șansele de de reducere relativă a emisiilor de GES,  $REGES\ CF-PC/EGES\ CF$ .

Concret, prin înlocuirea unui cazan cu condensare alimentat cu combustibil fosil, având un randament  $RAND\ C = 0,9... 1$ , cu o pompă de căldură având un  $COP=2,85$  în cazul în care factorul de emisie GES specific generării energiei electrice  $FEGES\ EN\ EL$  este de 3...4 ori mai mare față de cel specific arderii combustibilului fosil,  $FEGES\ CF$  se va constata o majorare a emisiilor de GES cu până la 40%; efectul obținut prin această înlocuire a cazanului cu pompa de căldură este contrar celui urmărit, anume acela de reducere a emisiilor de GES.

În consecință, pentru a se obține o reducere a GES este necesară atât reducerea factorului de emisie GES specific producerii energiei electrice,  $FEGES\ EN\ EL$  cât și o îmbunătățire a  $COP$  al pompei de căldură. Spre exemplu, dacă factorul de emisie GES specific generării energiei electrice este egal ca valoare cu cel specific arderii combustibilului fosil ( $FEGES\ EN\ EL = FEGES\ CF$ ) atunci va rezulta în majoritatea cazurilor o reducere relativă a emisiilor de GES cu 65...85%. Pe măsură ce se reduce factorul de emisie GES specific generării energiei electrice efectul  $COP$  asupra reducerilor relative de GES este tot mai mic. Spre exemplu, reducerea relativă de emisii GES  $REGES\ CF-PC/EGES\ CF$  se va situa peste 84% putând ajunge la 93% în condițiile în care  $COP$  se află în marja 2,85...6,7 și dacă factorul de emisie GES specific generării energiei electrice  $FEGES\ EN\ EL = 0,09$  kg/kWh (valoarea indicată de Mc001), pentru un factor de emisie GES specific arderii combustibilului fosil (gaz natural)  $FEGES\ CF = 0,205$  kg CO<sub>2</sub>/kWh (ceea ce conduce la  $FEGES\ EN\ EL / FEGES\ CF = 0,439$ ).



Pentru a se obține o reducere a emisiilor relative de GES cu minim 85% odată cu trecerea la tehnologia pompelor de căldură acționate electric (în condițiile specificate de Mc001, anume  $FEGES_{EN EL} = 0,09 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$ ) pornind de la cazanele cu

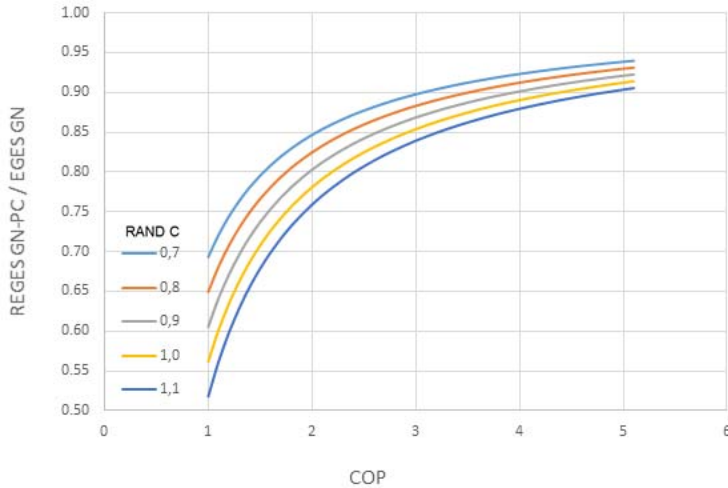


Fig.6. Reducerea relativă a emisiilor de GES la înlocuirea cazanului cu condensare pe gaz natural cu o pompă de căldură acționată electric. ( $FEGES_{EN EL} / FEGES_{CF} = 0,439$ ).

condensare având un randament cuprins între 0,9 și 1,1, pentru situația în care alimentarea lor se face cu gaz natural ( $FEGES_{GN} = 0,205 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$ ) rezultă necesitatea unui  $COP > 2,63 \dots 3,2$ , așa cum rezultă din Figura 6.

Prin izolarea anvelopei unei clădiri consumul inițial de  $175 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ an})$  energie finală pe metru pătrat pentru încălzirea spațiului se reduce la valoarea de  $125 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ an})$ . Indicele de emisie echivalent inițial este în acest caz de  $35,875 \text{ kg CO}_2/(\text{m}^2 \text{ an})$ ; prin înlocuirea cazanului cu o pompă de căldură având un  $COP = 3,6$  o cotă importantă de energie este preluată

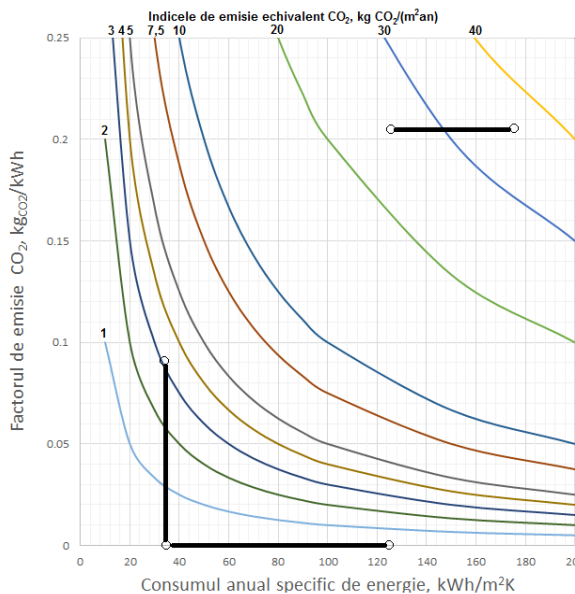


Fig.7. Reducerea indicelui de emisie echivalent  $\text{CO}_2$  ca urmare a izolării anvelopei precum și a înlocuirii cazanului cu o pompă de căldură.

din mediul ambiant și anume  $90,28 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ an})$ , restul fiind acoperit de energia electrică din rețea adică  $34,72 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ an})$ . Considerând un factor de emisie  $\text{CO}_2$  aferent producerii energiei electrice de  $0,09 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$  (conform Mc001) rezultă un indice de emisie echivalent  $\text{CO}_2$  de  $3,125 \text{ kg CO}_2/(\text{m}^2 \text{ an})$ . Reducerea relativă a emisiilor de GES rezultată prin izolarea anvelopei și apoi prin înlocuirea cazanului cu pompa de căldură este  $REGES_{CF-PC}/EGES_{CF} = 91,3\%$ , exemplul fiind prezentat în Figura 7.

Trebuie remarcat că izolarea anvelopei conduce o modificare a raportului dintre energia consumată pentru prepararea acc și cea pentru încălzirea spațiilor. Datele statistice înregistrate la

nivelul UE indică o creștere a ponderii energiei pentru prepararea acc față de cea de încălzire a spațiilor dela 37% în 1990, ajungând aproape de 50% în 2013, Figura 8. Această evoluție se datorește în parte și creșterii numărului de imobile izolate, cu alte cuvinte este de așteptat să se atingă o plafonare în timp a acestei tendințe.

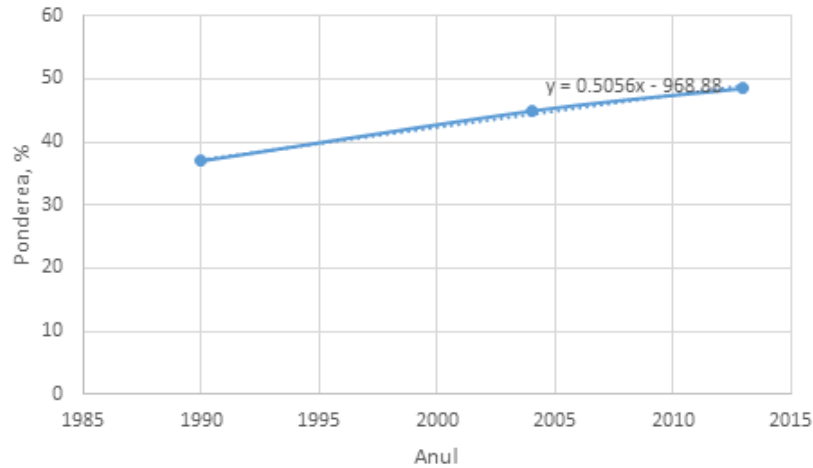


Fig.8. Tendința de creștere a ponderii energiei destinate preparării acc în raport cu cea pentru încălzirea spațiilor odată cu izolarea anvelopei clădirilor.

### ***b) Efectul produs de reducerea consumului de acc asupra emisiei de GES***

În condițiile precizate pentru renovările majore (50...70 kWh/(m<sup>2</sup> an)) este previzibil ca energia pentru prepararea acc să atingă o pondere însemnată în raport cu cea de încălzire a spațiilor și anume peste 50%, posibil chiar 70%. Având în vedere că resursele de apă de pe Tera sunt limitate, devine importantă limitarea consumului de apă, ceea ce se prevede de altfel în Mc001, anume la 50 l/(pers. zi); acest consum specific este însă de 2...4 ori mai mic decât cel înregistrat în mod curent în prezent. Corespunzător acestei reduceri a consumului de apă se va înregistra și o reducere a consumului de energie, aferent procesului de preparare a acc, ceea ce va conduce și la scăderea emisiilor de GES.

Spre exemplificare se va considera o locuință cu un consum de 175 kWh/(m<sup>2</sup> an) pentru încălzirea spațiilor, respectiv de 97 kWh/(m<sup>2</sup> an) pentru prepararea acc (ceea ce ar putea corespunde unui consum de acc de 150 l/(pers. zi)). Indicele de emisie echivalent CO<sub>2</sub> pentru acoperirea consumului total (încălzire și preparare acc) în condițiile utilizării unui cazan cu condensare pe gaz natural (0,205 kg CO<sub>2</sub>/kWh) va fi de 55,76 kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup> an). Prin izolarea anvelopei consumul pentru încălzirea spațiului se va reduce cu circa 28%, iar prin limitarea consumului de acc la valoarea normată de 50 l/(pers. zi) se va ajunge la un consum total de 157 kWh/(m<sup>2</sup> an). Inlocuirea cazanului cu o pompă de căldură antrenată electric va avea ca efect preluarea din mediul ambiant a energiei regenerabile corespunzător *COP*; considerând o ridicare a temperaturii dela

circa 7 °C până la aprox. 50 °C va rezulta o eficiență Carnot  $COP_{Carnot} = 7,5$ . Pentru situațiile frecvente ale unui randament Lorenz de 0,45 ... 0,5 se obține un  $COP_{real} \approx 3,6$ . În aceste condiții energia electrică necesară pentru acționarea pompei va fi de 43,7 kWh/(m<sup>2</sup>an). Dacă această energie electrică este generată cu un factor de emisie GES conform Mc001, adică  $FEGES_{EN EL} = 0,09$  kg CO<sub>2</sub>/kWh, indicele de emisie echivalent CO<sub>2</sub> rezultat va fi de 3,93 kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup> an). Pentru situația analizată și prezentată în Figura 9, reducerea relativă a emisiei GES va fi  $REGES_{GN-PC/EGES_{GN}} = 93\%$  [5].

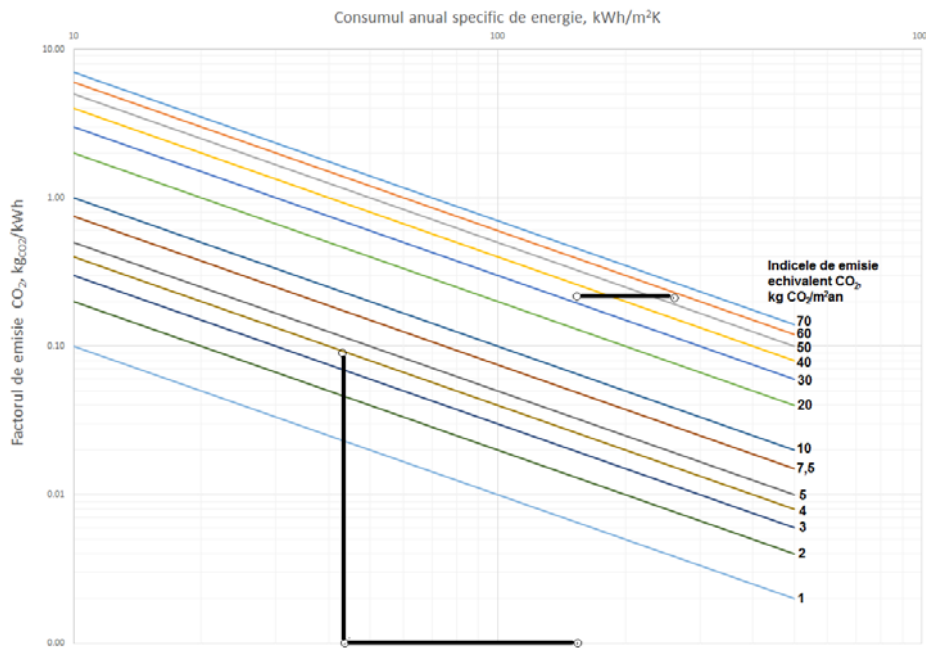


Fig.9. Diminuarea indicelui de emisie echivalent CO<sub>2</sub> ca urmare a reducerii consumului total (încălzire și preparare acc) precum și a înlocuirii cazanului cu o pompă de căldură acționată electric.

Dacă reducerea necesarului de energie pentru încălzirea spațiului va atinge valorile considerate pentru renovarea majoră cu un nivel optim de cost și anume 50...70 kWh/(m<sup>2</sup> an) atunci reducerile relative ale emisiei de GES vor atinge o cotă chiar mai scăzută decât cele prezentate în exemplele de mai sus, posibil de 95%.

### Concluzii

În condițiile în care consumul de energie finală pentru sectorul gospodăresc și pentru cel al serviciilor tinde să se mențină în jurul valorii de 40% pentru deceniile următoare soluția pentru diminuarea dependenței energetice a UE precum și pentru reducerea emisiilor de GES se prefigurează a fi eficientizarea energetică și valorificarea energiei regenerabile în sectorul construcțiilor.

*Decarbonizare, eficientizare energetică și valorificarea regenerabilelor.* Ținta stabilită pentru 2050 comparativ cu anul 1990 referitoare la decarbonizare prevede reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> cu 88...91%. Pentru sectoarele de clădiri, transport și agricultură (sectoarele non-ETS, Emission Trading System). Foaia de parcurs pentru 2050 stabilită în conformitate cu calea rentabilă prevede ca țintă intermediară pentru 2030 o diminuare emisiilor de GES cu 30% comparativ cu 2005. Raportul Agenției Europene pentru Mediu precizează în documentul “Trends and projections in Europe 2015” că emisiile de GES au scăzut cu 4% în 2014 comparativ cu 2013, respectiv cu 23% față de 1990 [6].

Un prim pas spre limitarea emisiilor de GES vizează reducerea consumului de energie primară, soluție fezabilă în condițiile electrificării sectorului de construcții (încălzirea cu ajutorul pompelor de căldură), respectiv a celui de transporturi (vehicule

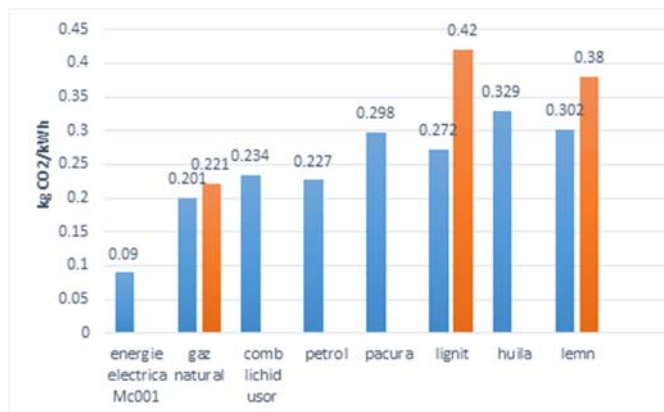


Fig. 10. Factorul de emisie CO<sub>2</sub> pentru diferiți vectori energetici.

electrice). După cum se poate observa din Figura 10 factorul de emisie CO<sub>2</sub> pentru energia electrică cu care este alimentată o pompă de căldură, așa cum este el indicat în Mc001, este de 2...3 ori mai redus față de cel caracteristic pentru combustibilii fosili utilizați în cazul cazanelor. Trebuie precizat că alimentarea pompelor de căldură cu energie electrică, din care o cotă parte a fost produsă la fața locului (on-site), semnifică reducerea consumului de energie

primară, însă înlocuirea cazanelor cu combustibili convenționali cu echipamentele menționate implică creșterea prealabilă a performanței energetice a clădirilor existente și a celor nou construite. În plus, cu toate că tehnologia pompelor de căldură valorifică energia regenerabilă din mediul ambiant, un efect secundar previzibil ca urmare a generalizării acestora va fi amplificarea cererii de vârf pentru energia electrică, în special în cazul unor echipamente de mare capacitate. Pentru tăierea vârfurilor de consum este necesară o flexibilizare a consumului de energie electrică, iar pompele de căldură individuale de mică capacitate instalate în clădiri cu un nivel ridicat de eficiență energetică de tip NZEB se prefigurează a fi soluția adecvată de alimentare cu căldură și acc atât din punct de vedere al costurilor, respectiv al consumului de combustibil cât și al emisiilor de GES. Dacă se ia în considerare și valoarea factorului de emisie CO<sub>2</sub> precizat de Mc001 pentru energia electrică – 0,09 kg CO<sub>2</sub>/kWh – comparativ cu valorile actuale la nivelul UE, dar și al unor State Membre (de ordinul gramelor, sau zecilor de

grame pentru 1 kWh<sub>electric</sub>) devine limpede necesitatea ”injecției” de energie de sorginte regenerabilă– eoliana și fotovoltaică - în rețeaua europeană.

Pentru a facilita pătrunderea energiei din surse regenerabile în sectorul încălzirii și răcirii, fiecare stat membru va depune eforturi pentru a spori ponderea energiei din surse regenerabile furnizate pentru încălzire și răcire cu cel puțin 1 punct procentual (pp) în fiecare an, exprimată ca pondere națională în consumul final de energie și calculată în conformitate cu metodologia stabilită la articolul 7, referitor la calcularea consumului final brut de energie din surse regenerabile de energie al unui stat membru [7].

Ponderea energiei regenerabile în consumul final brut este în continuă evoluție spre ținta stabilită pentru 2020 așa cum reiese din Figura 11: în 2015 aceasta a tins 16,7%

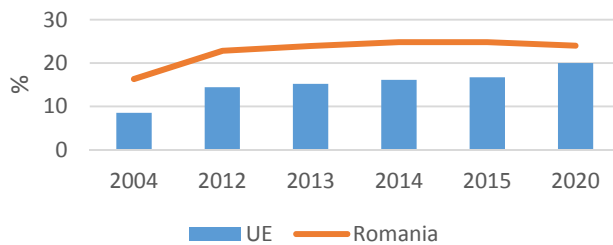


Fig. 11. Ponderea energiei din surse regenerabile în consumul final brut. (Comunicat de presă Eurostat 43/2017 - 14 Martie 2017)

ca medie a UE. România (alături de alte 10 State Membre) a atins ținta pentru 2020 și chiar a depășit-o încă din 2012 [8]. Pentru 2030 s-a convenit o țintă minimă de 27%. Spre deosebire de consumul final brut consumatorii finali includ pe lângă sectorul casnic și pe cel al serviciilor, industria, transporturile, agricultura, silvicultura și piscicultura. Contribuția energiei regenerabile

în consumul final de energie este în continuă creștere, instalațiile mici (small scale) de pe clădiri având o pondere semnificativă. Astfel, contribuția regenerabilelor în consumul final de energie pentru sectorul casnic și cel al serviciilor a fost estimat la nivelul UE pentru 2014 la 20,3% din care 11,0 % este reprezentat de energia electrică regenerabilă

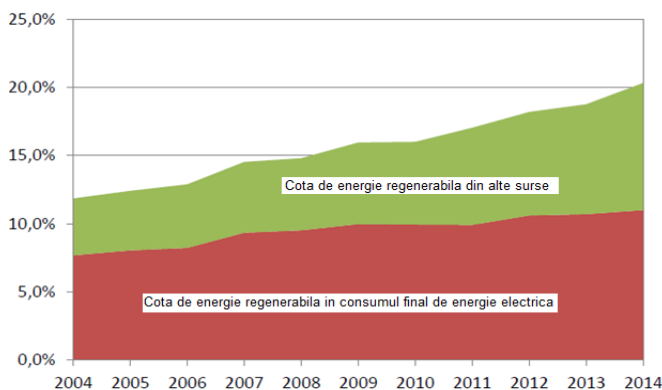


Fig. 12. Cota cumulată de energie regenerabilă în cadrul consumului final total de energie pentru gospodăria și servicii. (Source: Eurostat, ref. indicator "nrg\_ind\_335a")

și 9,3% din alte surse regenerabile, Figura 12. Tehnologiile bazate pe regenerabile, fie că este vorba de căldura din mediul ambiant, sau de conversia fotovoltaică, ori de cea solar-termică se dovedesc capabile de a rezolva problemele legate de reducerea emisiilor de GES, dar aplicarea lor implică schimbări majore din multe puncte de vedere. Pe lângă impunerea energiei electrice ca principal vector în această tranziție și care va conduce la un necesar în concordanță cu

cererea și deci sporit considerabil, dar și la o redimensionare corespunzătoare a rețelelor de transport și distribuție, se pot anticipa și alte consecințe, fără însă a avea pretenția unei evaluări exhaustive. Politica de eficientizare energetică în general și Articolul 7 în particular vor afecta consumul de electricitate, și ca urmare cererea de indemnizații pentru ETS va crește având în vedere faptul că electrocasnicele mai eficiente vor reduce cererea, dar înlocuirea celor bazate pe combustibili fosili cu cele acționate electric (pompele de căldură de ex.) va conduce la creșterea cererii de electricitate [6]. Simulări computerizate complexe au vizat posibilitatea răcirii exagerate a solului chiar și în cazul sondelor de adâncime utilizate în cazul pompelor de căldură din mediul urban. Zonele cu aglomerație intensă de populație cazată în clădiri cu înălțime mare capătă relevanță prin densitatea sporită a forajelor. De aceea, pentru a evita surprize neplăcute, trecerea spre țintele stabilite pentru 2050 este precedată de o serie de etape intermediare vizând menținerea cazanelor, însă alimentate cu biomasă/biocombustibili, precum și combinații între pompele de căldură și sistemele centralizate de încălzire de înaltă eficiență, în special cele cu cogenerare/ trigenerare.

## Bibliografie

1. \*\*\* Odyssee database, <http://www.odyssee-mure.eu/Ioan>
2. \*\*\* A Roadmap for moving to a competitive low-carbon economy in 2050 (COM(2011) 112 final). Brussels, 30.11.2016
3. \*\*\* COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. EVALUATION of Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. SWD(2016) 408 final. Brussels, 30.11.2016
4. \*\*\* Trends and projections in Europe 2015. EEA Report No 4/2015. ISSN 1977-8449
5. Boian Ioan, Fota Stan. Performanța energetică a clădirilor și indicele de emisii echivalent CO<sub>2</sub>. *Instalatorul*. 4-5/2015. Artecno București, S.R.L.
6. C\*\*\* COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. REFIT evaluation of the Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council. Brussels, 30.11.2016
7. \*\*\* Propunere de DIRECTIVĂ A PARLAMENTULUI EUROPEAN ȘI A CONSILIULUI privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile (reformare). Bruxelles, 23.2.2017 COM(2016) 767 final.
8. \*\*\* COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. EVALUATION of Articles 6 and 7 of the Energy Efficiency Directive (2012/27/EU). Brussels, 30.11.2016