

CLĂDIRI EICIENȚE ENERGETIC

NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS

BIBLIOGRAFIE PRINCIPALĂ:

HORIZON 2020, H2020-LC-SC3-2018-2019-2020 - "NZEB READY, ENHANCING
MARKET READINESS FOR NZEB IMPLEMENTATION"

URBANWISE - *URBAN REGENERATION AND ADMINISTRATIVE CAPACITY BUILDING FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND EMISSIONS REDUCTION*

MC001:2022

CONTEXT

**SCĂDEREA
CONSUMULUI DE
ENERGIE**

**REDUCEREA
EMISIILOR DE GAZE
CU EFECT DE SERĂ**

**UTILIZAREA SURSELOR
REGENERABILE DE ENERGIE ÎN
TOATE SECTOARELE DE
ACTIVITATE**

Confortul în interiorul unei clădiri

- temperatura aerului interior
- temperatura medie de radiație a suprafețelor cu care corpul uman schimbă căldură prin radiație
 - umiditatea relativă a aerului
 - viteza curenților de aer din interior
 - gradul de izolare termică a îmbrăcăminții
- activitatea ocupanților care determină căldura degajată de corp (metabolismul)

LEGEA nr. 10 din 18 ianuarie 1995 (*republicată*)

privind calitatea în construcții, Publicată în MONITORUL OFICIAL nr. 765 din 30 septembrie 2016

- a) rezistență mecanică și stabilitate;
- b) securitate la incendiu;
- c) igienă, sănătate și mediu înconjurător;
- d) siguranță și accesibilitate în exploatare;
- e) protecție împotriva zgomotului;
- f) economie de energie și izolare termică;
- g) utilizare sustenabilă a resurselor naturale.

LEGISLAȚIE

**METODOLOGIE DE CALCUL AL
PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRILOR,
INDICATIV Mc 001-2022**

LEGE nr. 372 din 13 decembrie 2005 (*republicată*)
privind performanța energetică a clădirilor*)

LEGE nr. 101 din 1 iulie 2020
pentru modificarea și completarea Legii nr. 372/2005



MONITORUL OFICIAL AL ROMÂNIEI

Anul 191 (XXXV) — Nr. 46 bis

PARTEA I
LEGI, DECRETE, HOTĂRĂRI ȘI ALTE ACTE

Marti, 17 ianuarie 2023

CADRUL LEGISLATIV EUROPEAN

Directiva EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) – 2024

- toate clădirile noi – NZEB
- Statele Membre - politici și strategii pentru creșterea eficienței energetice a clădirilor existente.

CE ÎNSEAMNĂ NZEB?

- o clădire nZEB este o clădire cu un nivel de performanță energetică foarte ridicat
- 30% din necesarul de energie este acoperit din surse regenerabile
(inclusiv energie produsă la fața locului)
- avantajul principal pentru ocupanți = CONFORTUL INTERIOR

DE CE AVEM NEVOIE DE NZEB?

Clădirile - responsabile pentru:

- 40% din consumul total de energie al UE
- 36% din emisiile de gaze cu efect de seră

MOTIVUL: *consumul ridicat pentru încălzire, răcire, iluminat și utilizarea echipamentelor electrice*

ÎN PREZENT:

- aproximativ 75% din clădirile existente în UE sunt ineficiente energetic
 - rata de renovare a acestora este de doar 1% anual

Energie primară

- Conținută în resursele naturale înainte de a fi transformată prin procese industriale sau tehnologice.
- Include energia stocată în combustibilii fosili (cărbune, petrol, gaze naturale), energia regenerabilă (solar, eolian, hidroelectric), și energia nucleară.

Energie finală

- Disponibilă pentru consumatori după ce a fost transformată și transportată prin rețele de distribuție.
- Energia electrică furnizată la prizele locuințelor, combustibilii distribuiți la benzinării sau căldura furnizată de un sistem de termoficare reprezintă forme de energie finală

Formula generală este:

$$E_p = Q_f \times fP_{tot}$$

unde:

- E_p = energia primară,
- Q_f = energia finală consumată,
- fP_{tot} = factorul total de conversie din energie finală în energie primară.

Combustibil/Sursa de Energie	Factor conversie energie primară neregenerabilă (fPnren)	Regenerabilă (fPren)	Totală (fPtot)
Lignit	1.30	0.00	1.30
Huilă	1.20	0.00	1.20
Păcură	1.10	0.00	1.10
Motorină	1.23	0.00	1.23
Gaz natural	1.17	0.00	1.17
GNL (gaz natural lichefiat)	1.17	0.00	1.17
GPL	1.15	0.00	1.15
Deșeuri	0.05	1.00	1.05
Biomasă - lemne de foc	0.18	0.90	1.08
Biomasă - brichete/pelete	0.28	0.80	1.08
Biogaz	0.40	1.00	1.40
Biocombustibil lichid	0.50	1.00	1.50
Termoficare (cogenerare la distanță)	0.92	0.00	0.92
Energie electrică consumată din SEN	2.00	0.50	2.50
Energie electrică produsă cu panouri fotovoltaice/eoliene (consumată direct)	0.00	1.00	1.00
Energie electrică produsă cu panouri fotovoltaice/eoliene și exportată în SEN	2.00	0.50	2.50

$$E_{CO2} = E_p \times fCO2$$

unde:

- E_{CO2} = emisiile de CO₂ [kg CO₂],
- E_p = energia primară consumată [kWh],
- $fCO2$ = factorul de conversie al emisiilor CO₂ pentru fiecare combustibil

Combustibil/Sursa de Energie	Factor de conversie CO ₂ (kg CO ₂ /kWh)
Lignit	0.365
Huilă	0.348
Antracit	0.356
Turbă	0.383
Păcură	0.268
Motorină	0.263
Gaz natural	0.202
GNL	0.232
GPL	0.227
Energie electrică din SEN	0.107
Termoficare (cogenerare la distanță)	0.220
Lemne de foc (nesustenabile)	0.390
Biomasă certificată	0.019
Deșeuri lemnoase, rumeguș	0.016
Peleți/bio-brichete	0.039
Biomasă agricolă	0.016
Biogaz	0.000
Energie solară, eoliană, geotermală	0.000

OBIECTIV 2050 – ZEB
(ZERO EMISSIONS
BUILDINGS)

Se ține cont de emisiile de
dioxid de carbon pe toată
durata de viață a clădirii

“CRADLE TO GRAVE”



PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

Performanța energetică = cantitatea de energie consumată pentru:

- încălzire
- răcire
- iluminat
- ventilație
- producerea apei calde menajere

pe unitatea de suprafață, exprimată în kWh/m² și an.

Aceasta valoare trebuie să fie cât mai scăzută pentru a se încadra în cerințele NZEB.

Performanța energetică include emisiile de CO₂ asociate consumului de energie, în kgCO₂/m² și an, *indicator esențial* pentru evaluarea impactului asupra mediului.

MODUL 2: PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

Elemente incluse in calcul:

- ▶ Transferul de căldură prin pereți, acoperiș, sol și ferestre.
- ▶ Pierderile de energie prin ventilație și infiltrații.
- ▶ Contribuția energiei solare pasive și active la reducerea consumului energetic.
- ▶ Eficiența sistemelor de încălzire și răcire utilizate în clădire.

PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

Sistem tehnic al clădirii

1. Confort termic și aer interior:

- Încălzirea și răcirea spațiilor
- Ventilație și calitatea aerului interior
- Apă caldă menajeră

2. Iluminat și automatizare:

- Iluminat
- Automatizarea și controlul clădirii
- Protecție solară

3. Infrastructură electrică:

- Instalații electrice
- Monitorizarea instalațiilor electrice
- Stații de încărcare bidirecțională pentru vehicule electrice
(dacă este fezabil economic)

4. Energie regenerabilă:

- Producție locală de energie (ex. panouri solare pe acoperiș)
- Stocare de energie
- Energie regenerabilă produsă în apropiere (*prin conexiune dedicată*)

5. Eficiență energetică:

- Sisteme de recuperare a căldurii reziduale
- Sisteme hibride care utilizează surse regenerabile

PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

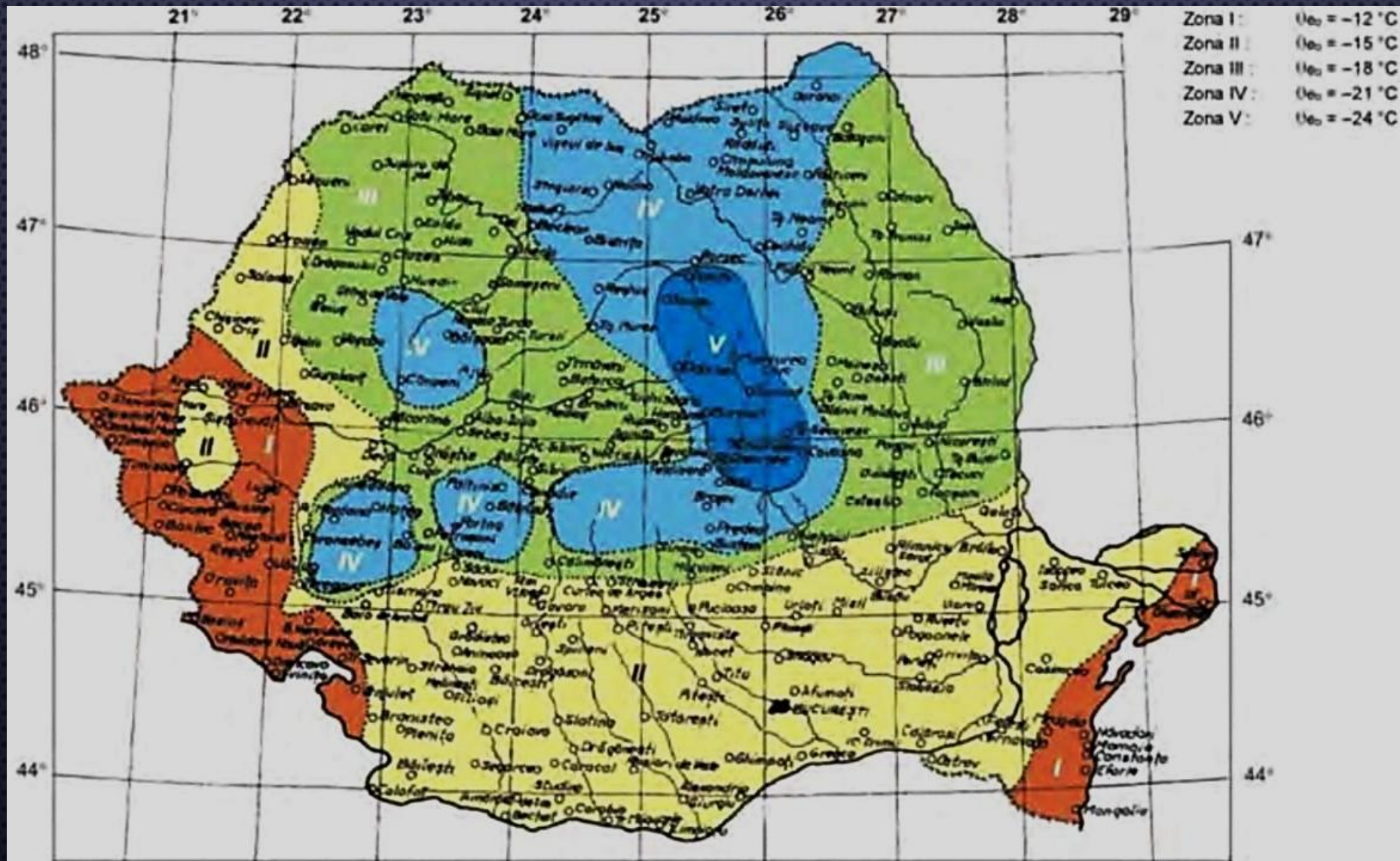


Figura A.1 – Zonarea climatică – iarnă de calcul

PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

Tabel 2.10a. Valorile limită maxim admise ale consumului total de energie primară (din surse regenerabile și neregenerabile) și ale emisiilor echivalente de CO₂ pentru clădirile NZEB

Zona climatică	Începând cu	Clădiri de birouri		Clădiri destinate învățământului		Clădiri de locuit colective		Clădiri de locuit individuale	
		Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]
I	2022	94,7	10,1	61,6	7,3	99,1	12,0	120,1	14,7
II	2022	98,4	10,9	66,8	8,1	103,7	12,8	127,9	16,0
III	2022	98,9	11,5	71,0	8,8	105,9	13,5	133,3	17,1
IV	2022	100,6	12,2	76,5	9,7	109,5	14,3	140,6	18,5
V	2022	102,6	13,0	82,0	10,6	113,1	15,1	147,9	19,9

Zona climatică	Începând cu	Clădiri destinate sistemului sanitar		Clădiri destinate turismului		Spații comerciale		Clădiri destinate activităților sportive	
		Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]
I	2022	162,5	19,0	96,5	11,7	95,5	11,0	93,4	10,4
II	2022	168,8	20,2	101,0	12,5	102,9	12,2	98,2	11,3
III	2022	170,9	21,1	103,7	13,1	107,7	13,3	100,3	12,0
IV	2022	174,8	22,3	107,4	13,9	114,5	14,6	103,8	12,9
V	2022	179,3	23,5	111,6	14,7	121,4	16,0	107,5	13,7

Nota 1 – În România este legal stabilit că energia primară totală consumată de clădirile NZEB să fie produsă în proporție de minimum 30%, din surse regenerabile, inclusiv din cele la fața locului sau în apropiere (maxim 30 km față de coordonatele GPS ale clădirii).

Nota 2 – Clădirile multizonale-multiserviciu cu mai multe destinații se vor încadra într-o categorie sau alta, după destinația principală / a zonei cu ponderea cea mai mare în consumul total de energie primară al clădirii.

PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

Tabel 2.10b. Valorile limită maxim admise ale consumului total de energie primară (din surse regenerabile și neregenerabile) și ale emisiilor echivalente de CO₂ pentru renovarea majoră a clădirilor existente

Zona climatică	Orizont	Clădiri de birouri		Clădiri destinate învățământului		Clădiri de locuit colective		Clădiri de locuit individuale	
		Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]
I	2022	113,5	15,4	72,5	10,9	116,4	17,9	143,2	22,1
II	2022	117,3	16,5	78,2	12,0	121,2	19,1	149,1	26,3
III	2022	116,9	17,2	82,7	13,1	123,1	19,9	156,8	25,5
IV	2022	117,7	18,2	88,6	14,4	126,4	21,1	164,1	27,5
V	2022	119,3	19,2	94,4	15,6	130,0	22,3	171,6	29,5

Zona climatică	Orizont	Clădiri destinate sistemului sanitar		Clădiri destinate turismului		Spații comerciale		Clădiri destinate activităților sportive	
		Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]	Energie prim. TOTALĂ [kWh/m ² ,an]	Emisii echiv CO ₂ [kg/m ² ,an]
I	2022	191,9	28,4	113,0	17,4	113,1	16,5	111,2	15,7
II	2022	198,4	30,1	117,8	18,5	121,1	18,3	116,2	16,9
III	2022	199,6	31,3	120,4	19,4	125,8	19,7	117,9	17,9
IV	2022	202,9	32,9	124,3	20,6	132,7	21,6	121,3	19,1
V	2022	206,8	34,5	128,4	21,7	139,8	23,5	124,6	20,3

Nota 1 – Conform actualei metodologii, din energia primară totală consumată de clădirile existente renovate major, minim 10% trebuie să fie produsă din surse regenerabile, inclusiv din cele la fața locului sau în apropiere (maxim 30 km față de coordonatele GPS ale clădirii), dacă este fezabil tehnic și economic

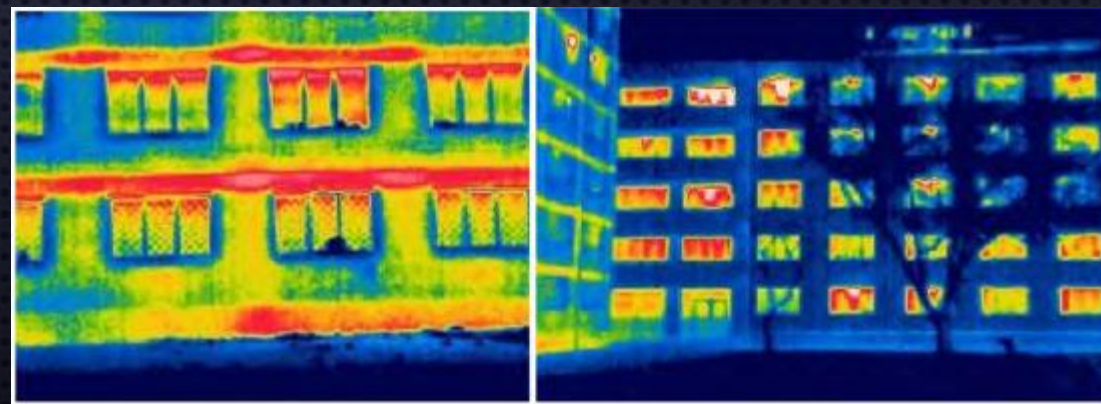
Nota 2 – Clădirile multizonale-multiserviciu existente, cu mai multe destinații, se vor încadra într-o categorie sau alta după destinația principală / a zonei cu ponderea cea mai mare în consumul total de energie primară al clădirii.

Nota 3 – În cazul clădirilor existente care se renovează și se extind, noua clădire rezultată trebuie să îndeplinească cerințele de conformare NZEB doar dacă extinderea majorează suprafața clădirii existente cu mai mult de 100%. În cazul extinderilor simple (fără renovarea clădirii existente), unitatea de clădire nou rezultată trebuie să respecte cerințele de conformare NZEB.

STRATEGII DE CREȘTERE A EFICIENȚEI

1. Izolarea termică a anvelopei clădirii: aplicarea unor materiale izolante performante pentru pereți, acoperiș și pardoseală pentru a minimiza transferul de căldură.

2. Eliminarea punților termice: asigurarea continuității stratului de izolație și utilizarea unor detalii constructive care să minimizeze pierderile.



STRATEGII DE CREȘTERE A EFICIENȚEI

- 3. Ferestre și uși performante:** instalarea unor ferestre cu geam triplu și profile eficiente energetic pentru reducerea pierderilor prin suprafețele vitrate.
- 4. Ventilație controlată cu recuperare de căldură:** utilizarea sistemelor de ventilație mecanică echipate cu schimbătoare de căldură pentru a recupera energia din aerul evacuat.
- 5. Etanșeitatea la aer:** utilizarea de membrane și materiale speciale pentru reducerea infiltrațiilor necontrolate de aer rece din exterior.
- 6. Iluminat eficient:** utilizarea sistemelor eficiente energetic.

STRATEGII DE CREȘTERE A EFICIENȚEI

1. IZOLAREA TERMICĂ A ANVELOPEI CLĂDIRII

Material pentru izolație termică

- Alegerea materialelor cu **coeficient de conductivitate termică (λ)** cât mai mic
- Un coeficient mai mic asigură o **protecție termică mai bună**


$$\frac{W}{m \times K}$$

Alți factori de alegere a materialelor izolatoare:

- permeabilitatea la vapori
- rezistența la foc
- impactul ecologic
- posibilitatea de reciclare

STRATEGII DE CREȘTERE A EFICIENȚEI

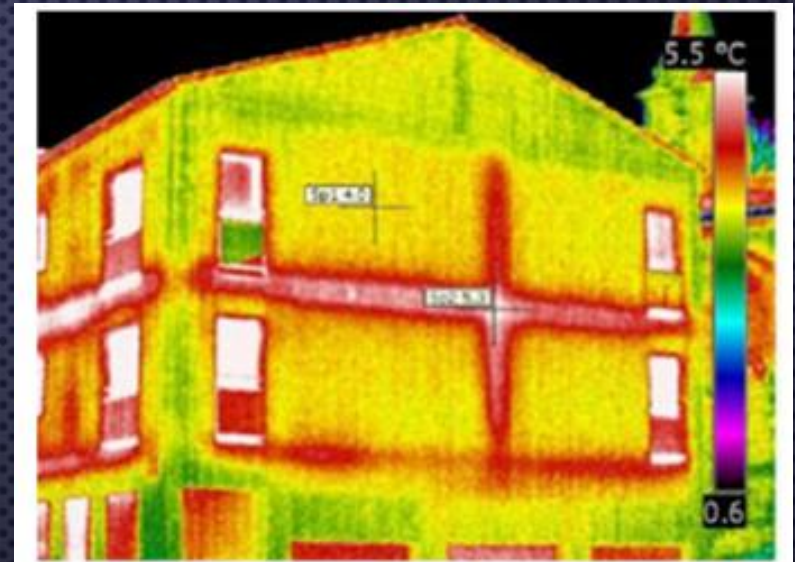
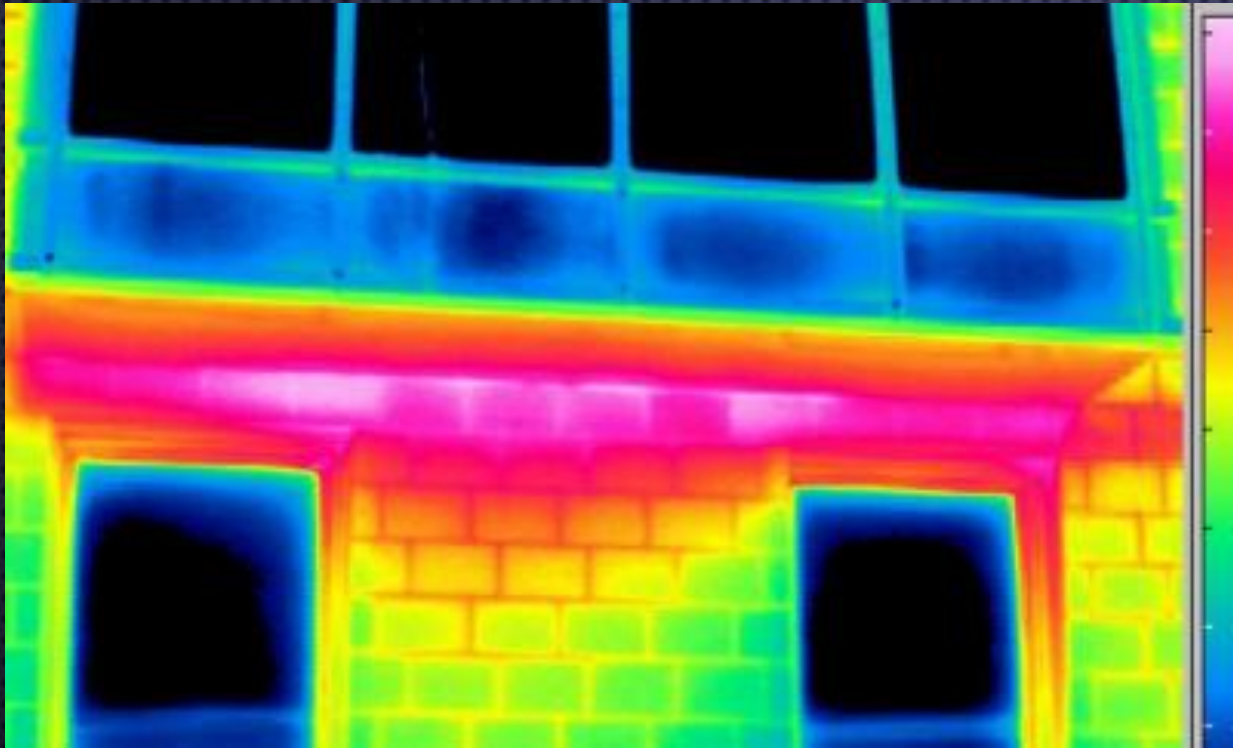
2. ELIMINAREA PUNTELOR TERMICE:

Asigurarea continuității stratului de izolație și utilizarea unor detalii constructive care să minimizeze pierderile.



STRATEGII DE CREȘTERE A EFICIENȚEI

source: <https://www.appliedbuildingtech.com/>



source: <https://ijsrce.com/paper/IJSRCE182517.pdf>

STRATEGII DE CREȘTERE A EFICIENȚEI

3. FERESTRE SI USI PERFORMANTE

Se recomandă:

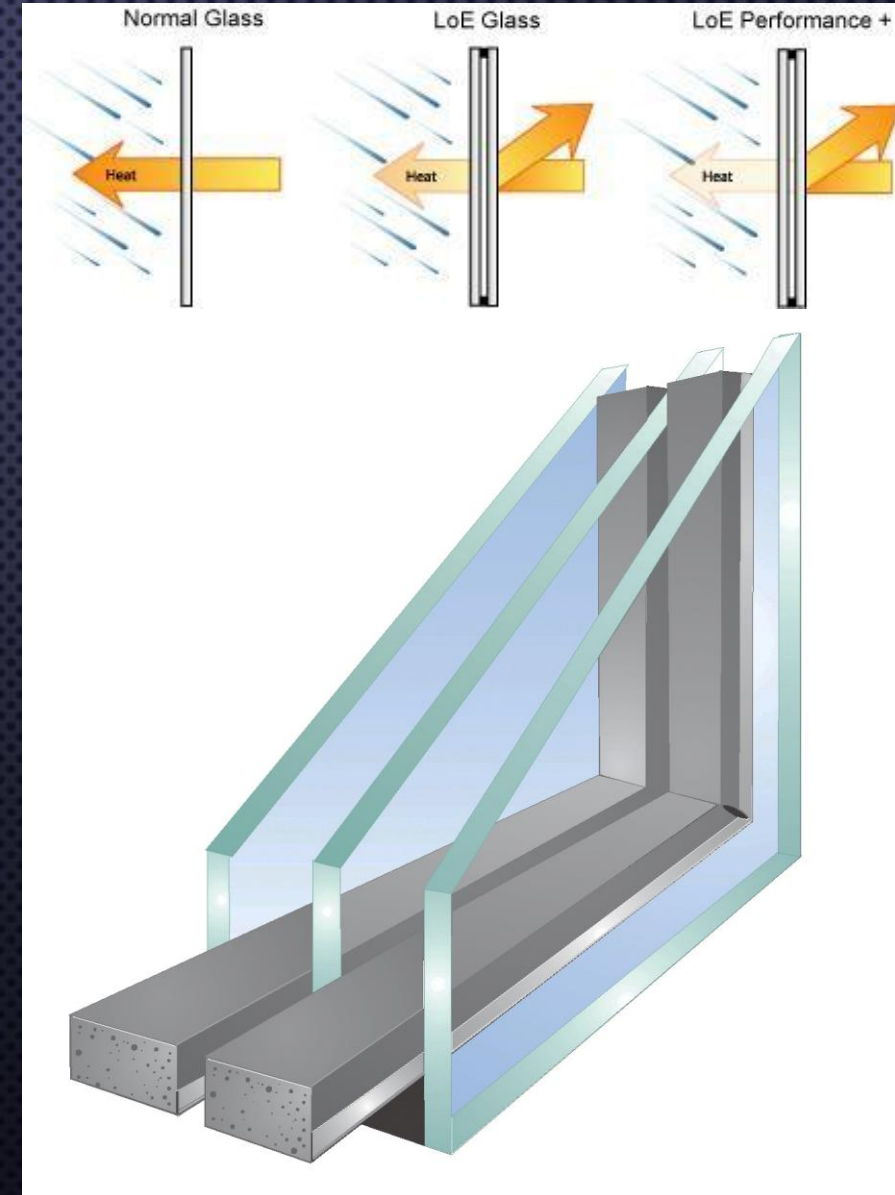
- **Geam triplu stratificat** cu gaz inert (argon, krypton) pentru reducerea pierderilor termice.
- **Straturi Low-E** pentru minimizarea transmisiei radiației infrarosii și îmbunătățirea eficienței termice.
- **Profile de tamplarie din PVC**, aluminiu cu barieră termică sau lemn stratificat.

Comparație performanță:

Ferestre simple (geam clar) – coeficient $U \approx 5.0 - 6.0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ferestre duble standard – coeficient $U \approx 2.5 - 3.0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ferestre triple Low-E – coeficient $U \approx 0.6 - 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$



STRATEGII DE CREȘTERE A EFICIENȚEI

4. VENTILATIE CONTROLATĂ CU RECUPERARE DE CĂLDURĂ

Principiul de funcționare:

Aerul viciat din încăperi este extras printr-un **schimbător de căldură**.

Aerul proaspăt exterior este încălzit prin **căldura recuperată în schimbător**.

Pierderile de căldură sunt reduse cu **60-90%**, în funcție de eficiența echipamentului.

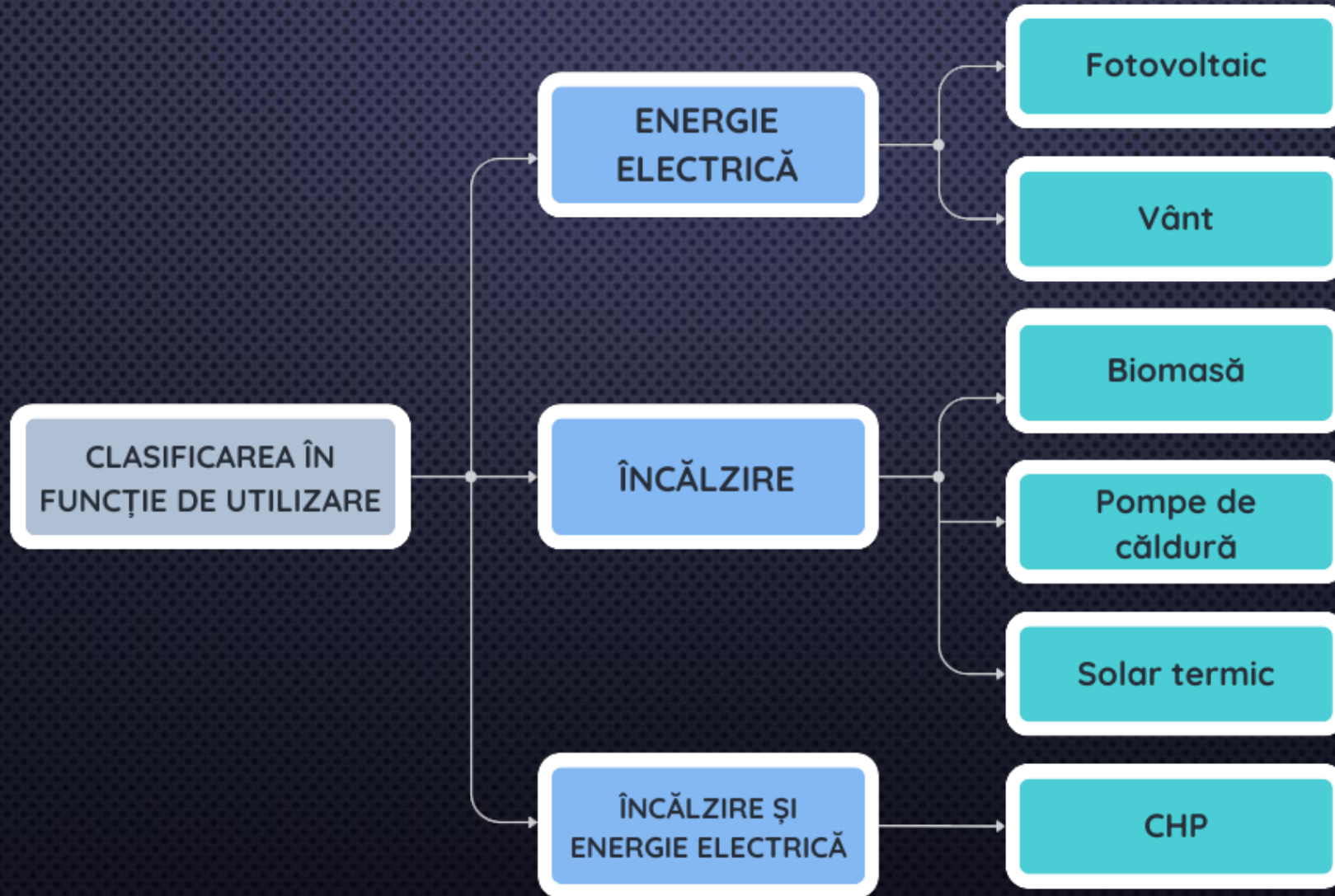
Beneficii:

Îmbunătățirea calității aerului interior (eliminarea CO₂, umidității și poluanților).

Reducerea costurilor de încălzire prin recuperarea căldurii aerului evacuat.

Confort sporit prin menținerea unei temperaturi constante în interior.

SURSE REGENERABILE



SURSE REGENERABILE

1. PANOURILE FOTOVOLTAICE

- **transformă energia solară în energie electrică** prin intermediul celulelor solare
- pot fi instalate pe acoperișuri sau pe sol
- sunt utilizate pentru a alimenta clădirea cu energie electrică
- reduc dependența de rețeaua națională de electricitate

Kilowattul de vârf (kWp) reprezintă puterea panoului în lumina directă a soarelui la un unghi și o orientare optime, fără umbră.

Intervalul standard de vârf: **0,030 până la 0,120 kWp/m² panou.**



SURSE REGENERABILE

2. PANOURILE SOLAR TERMICE

- utilizează energia solară pentru încălzirea apei menajere sau pentru sistemul de încălzire
- sunt disponibile în două tipuri:
 - **Panouri solare cu tuburi vidate**
 - ▶ mai eficiente
 - ▶ funcționează chiar și în condiții de radiație solară scăzută (vid între tuburi)
 - **Panouri solare plane:**
 - ▶ mai accesibile ca preț
 - ▶ performanțe optime în zonele cu radiație solară puternică
 - ▶ randamente mai scăzute în sezonul rece.



SURSE REGENERABILE

2. PANOURILE SOLAR TERMICE

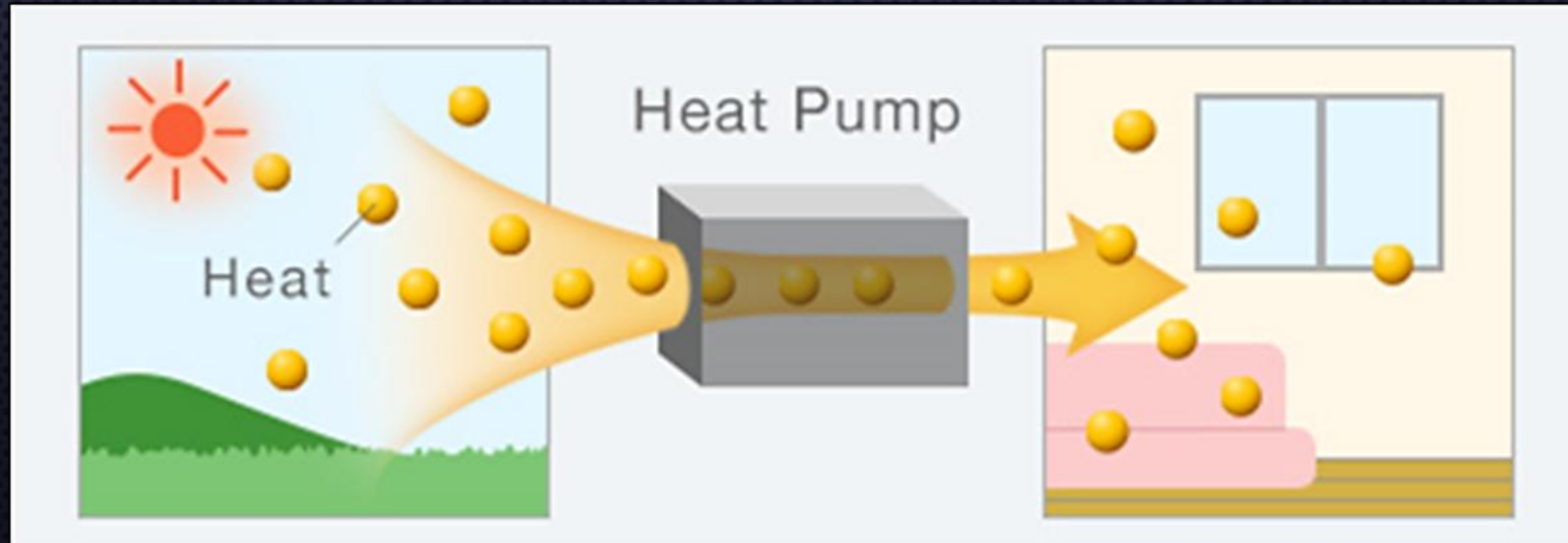
- Orientarea panourilor are un rol esențial în optimizarea performanțelor.
- Orientarea directă spre sud este cea mai bună, dar orice orientare de la SE la SW este corespunzătoare.
- Unghiul de înclinare al panourilor are impact asupra performanței.
- Unghiul optim al panourilor orientate spre sud este cuprins între 30° și 45°.

<http://solarelectricityhandbook.com/solar-angle-calculator.html>

SURSE REGENERABILE

3. POMPELE DE CĂLDURĂ

- sisteme de încălzire și răcire
- extrag energie termică din aer, sol sau apă pentru a o transfera în interiorul clădirii.
- au o eficiență ridicată
- coeficient de performanță (COP) superior altor sisteme tradiționale de încălzire



SURSE REGENERABILE

4. BIOMASA - o sursă regenerabilă de energie formată din materii organice care pot fi utilizate pentru producerea de energie termică și electrică

Aceasta include **lemnul și deșeurile din industria lemnului, reziduurile agricole, biogazul, algele și chiar deșeurile menajere biodegradabile.**



COMUNITĂȚI ENERGETICE

1. Ce sunt?

- Grupuri de consumatori care își **produc, gestionează și utilizează energia** în mod colaborativ
- Se bazează în principal pe **surse regenerabile**
- Scopul principal este de a oferi beneficii de mediu, economice sau sociale membrilor săi sau zonei locale, mai degrabă decât de a acorda prioritate profiturilor financiare.

$$\begin{aligned} &\text{Producție} \\ &\text{regenerabilă} \\ &- \\ &\text{Consumul clădirii} \\ &= \\ &\text{Surplus de} \\ &\text{energie} \end{aligned}$$

2. Cine poate participa?

- Persoane fizice
- Întreprinderi
- Instituții publice
- Cooperative energetice



COMUNITĂȚI DE ENERGIE REGENERABILĂ (RED III 2023)

3. Beneficii și obiective:

- Reducerea dependenței de furnizorii tradiționali de energie
- Eficiență crescută a consumului energetic - Dezvoltarea sistemelor energetice descentralizate care îmbunătățesc fiabilitatea și stabilitatea aprovizionării locale cu energie.
- Reducerea emisiilor de CO₂ și a amprentei de carbon

4. Cadrul legislativ UE:

- Pachetul "Energie curată pentru toți europenii" (2019)
- Introduce conceptele de:
 - **Comunități energetice ale cetățenilor**
 - **Comunități de energie regenerabilă**
- Reglementat prin **Directiva (UE) 2019/944 privind normele comune pentru piața internă de energie electrică**