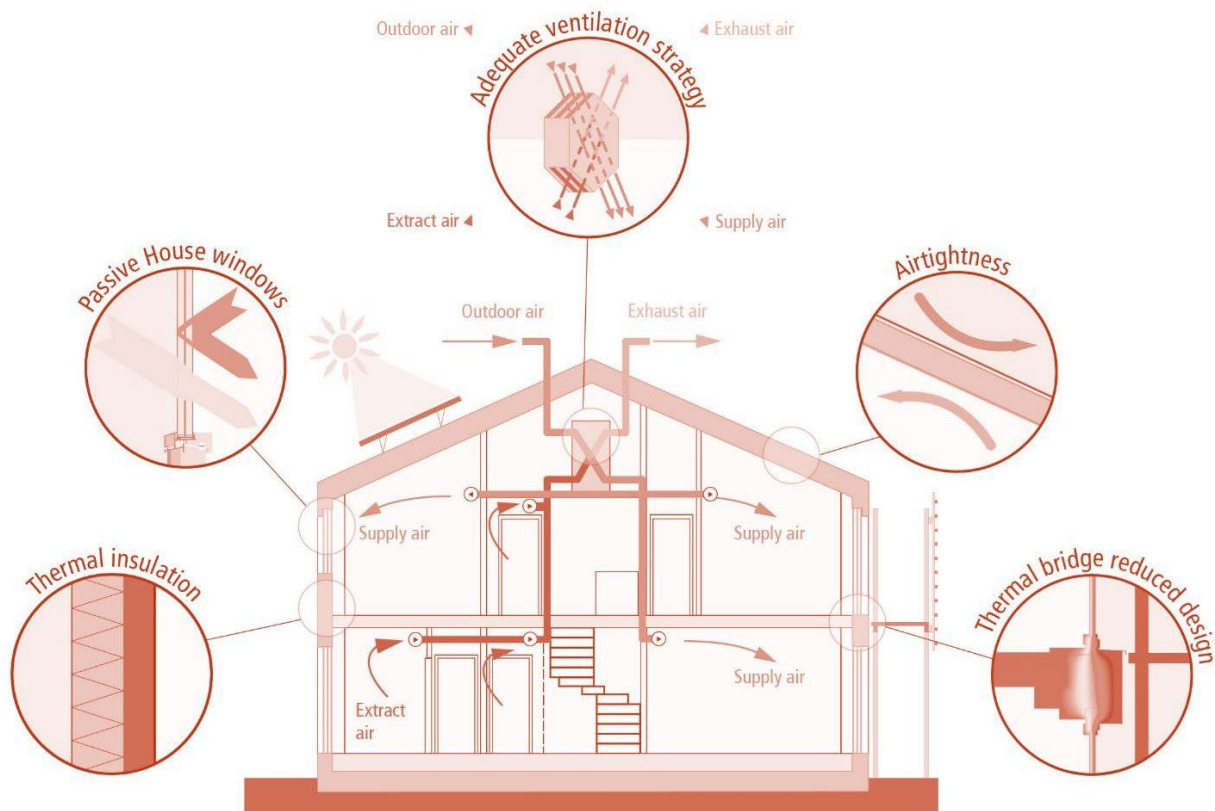


**Proiect Erasmus+ ID: 2023-1-ES01-KA220-HED-000156652**

Acest proiect Erasmus+ a fost finanțat cu sprijinul Comisiei Europene. Această publicație reflectă numai punctul de vedere al autorilor, iar Comisia Europeană și agențiile naționale Erasmus+ nu pot fi considerate responsabile pentru orice utilizare care ar putea fi făcută informațiilor conținute în aceasta.

**Proiectul BIM4Energy**

**Titlul: Case pasive**



## 1 - Scop

Obiectivele acestui tutorial de casă pasivă sunt următoarele:

1. Înțelegerea principiilor casei pasive - cunoașterea principiilor fundamentale de proiectare și funcționare a casei pasive, a impactului acestora asupra eficienței energetice și confortului ocupanților.
2. Identificarea componentelor cheie - învățați să recunoașteți și să înțelegeți elementele esențiale ale unei case pasive, cum ar fi izolarea termică, etanșeitatea la aer, ventilația cu recuperare de căldură, utilizarea energiei solare și prevenirea punților termice.
3. Recunoașteți oportunitățile de economisire a energiei - analizați modul în care tehnologiile Passive House contribuie la reducerea costurilor de încălzire, răcire și electricitate și evaluați beneficiile economice ale acestora.
4. Promovarea construcțiilor durabile - pentru a introduce tehnologii de construcție ecologice și soluții de energie regenerabilă pentru a reduce impactul clădirilor asupra climei.
5. Aplicație practică - pentru a dezvolta capacitatea de a evalua performanța energetică a clădirilor, de a selecta materialele și tehnologiile adecvate și de a aplica principiile casei pasive la proiecte de construcții reale.

## 2 - Metodologia de învățare

Profesorul va da o explicație despre casele pasive timp de aproximativ 1 oră.

Studentii vor citi acest tutorial și vor urma pașii prezentați în tutorial, și anume:

- Introducere în casele pasive
  - Conceptul de casă pasivă
  - Contextul istoric al caselor pasive
- De ce să construiți o casă pasivă?
  - Economii de energie
  - Confort
  - Sustenabilitate pe termen lung
  - Reducerea impactului schimbărilor climatice
- Principiile casei pasive
  - Izolație termică
    - Importanța conservării căldurii
    - Tipuri de materiale de izolare
    - Importanța coeficientului de transfer termic (valoarea U)
  - Etanșeitatea la aer
    - Etanșeitatea la aer a clădirii
    - Testarea etanșeității la aer
    - Măsurile practice pentru asigurarea etanșeității la aer
    - Ventilație eficientă cu recuperare de căldură
    - Importanța calității aerului pentru sănătate și confort
    - Eficiența recuperării energiei

- Ferestre și uși
  - Geam triplu
  - Energia solară prin orientarea corectă a clădirii
- Eliminarea punților termice
  - Impactul punților termice asupra pierderilor de energie
  - Soluții structurale

Pentru a evalua succesul aplicației, se sugerează un chestionar pentru studenți.

### 3 - Durata tutorialului.

Implementarea acestui tutorial va fi realizată prin intermediul site-ului web al proiectului BIM4ENERGY [www.bim4energy.eu](http://www.bim4energy.eu) prin autoînvățare.

Tutorialul este structurat pentru a fi livrat pe:

Durata totală: 3 ore.

### 4 - Resurse didactice necesare.

Sală de calculatoare cu PC-uri cu acces la internet.

Software necesar: Microsoft Office.

### 5 - Conținut și tutorial.

#### 5.1 - Introducere în casele pasive.

##### 5.1.1. Conceptul de casă pasivă.

În ultimele decenii, lumea a vorbit și a discutat despre conservarea naturii, iar în ultimii ani, s-au depus multe eforturi pentru a reduce utilizarea resurselor energetice, ceea ce a dus la creșterea popularității caselor eficiente din punct de vedere energetic.

O casă pasivă este o clădire eficientă din punct de vedere energetic, proiectată pentru a oferi cel mai înalt nivel de confort, folosind o cantitate minimă de energie pentru încălzire și răcire și utilizând tehnologii eficiente de izolare, etanșeitate și ventilație. O casă pasivă se bazează pe principiul conform căruia cea mai mare parte a cererii de energie este acoperită de surse pasive, cum ar fi energia solară și căldura umană, în timp ce partea lipsă a deficitului de energie este acoperită de surse regenerabile, rezultând costuri de funcționare extrem de scăzute.

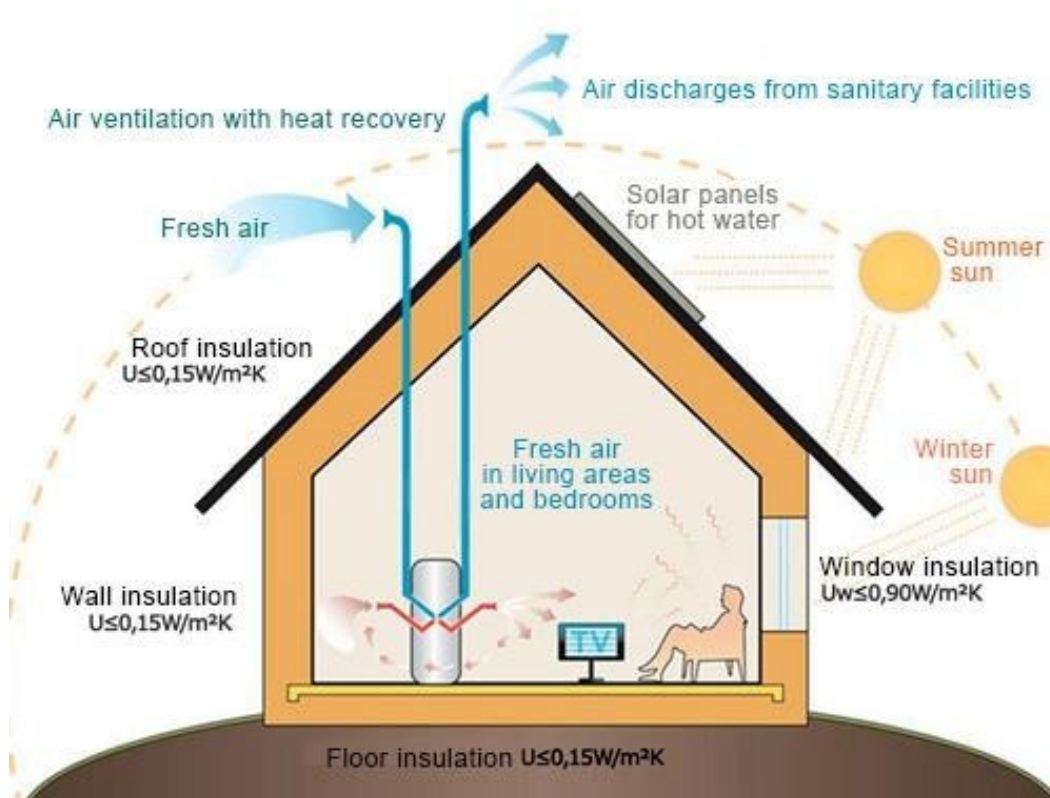


Figura 1. Cele cinci principii cheie ale Casei Pasive.

### 5.1.2. Contextul istoric al caselor pasive

Conceptul Passivhaus a fost dezvoltat în Germania în 1990, în colaborare între profesorul Wolfgang Feist (fondatorul Institutului Passivhaus) și cercetătorul suedez Bo Adamson. Scopul celor doi experți a fost de a dezvolta un standard de construcție care să minimizeze consumul de energie, asigurând în același timp un confort maxim. Prima casă pasivă a fost construită în Darmstadt, Germania, în 1990, cu toate principiile de bază: izolație termică eficientă, ferestre eficiente, majoritatea orientate spre sud, ventilație mecanică cu recuperare de căldură și etanșeitate. Clădirea funcționează în continuare ca proiect demonstrativ și probă de concept pentru o casă pasivă. 1996 - Wolfgang Feist înființează Institutul Passivhaus, care își propune să standardizeze și să promoveze principiul casei pasive. Institutul a elaborat criterii tehnice clare pentru casele pasive și a început să ofere formare pentru arhitecți, ingineri și profesioniști din domeniul construcțiilor. Din 2000, conceptul de casă pasivă s-a răspândit în Europa și, ulterior, în întreaga lume. Au fost dezvoltate numeroase modele de clădiri pasive, inclusiv școli, birouri și blocuri de apartamente. Passivhaus Institut a dezvoltat PHPP, un software pentru modelarea și planificarea nevoilor energetice ale caselor pasive. Standardul casei pasive a devenit una dintre cele mai importante metode de construcție eficiente din punct de vedere energetic din lume. În multe țări, acesta este utilizat ca bază pentru elaborarea standardelor naționale de eficiență energetică. În lumea de astăzi, Passive House nu este doar un standard pentru clădirile rezidențiale. Acesta este aplicat acum la multe tipuri diferite de clădiri, inclusiv școli, birouri și chiar instalații industriale. Institutul Passivhaus continuă să cerceteze și să dezvolte noi tehnologii care contribuie la creșterea eficienței energetice și la reducerea impactului schimbărilor climatice.

## 5.2. - De ce să construiești o casă pasivă?

### 5.2.1. Economii de energie

Casele pasive sunt concepute pentru a utiliza foarte puțină energie pentru încălzire, răcire și alte nevoi zilnice. Iată care sunt principalele beneficii în materie de economisire a energiei:

- ✓ **Consum minim de energie:** o casă pasivă utilizează cu până la 90% mai puțină energie pentru încălzire și răcire decât o clădire convențională. Consumul mediu de energie pentru încălzire este de doar 15 kWh/m<sup>2</sup> pe an, ceea ce poate fi realizat doar cu o mică sursă suplimentară de încălzire sau răcire.
- ✓ **Costuri de întreținere mai mici:** reducerea cererii de energie reduce facturile lunare pentru electricitate, gaz sau alți combustibili pentru încălzire. Pe termen lung, o casă pasivă se amortizează singură prin reducerea costurilor.
- ✓ **Utilizarea surselor de energie regenerabilă:** este mai ușor să se integreze sistemele de energie regenerabilă, cum ar fi panourile solare sau încălzirea geotermală, în casele pasive, deoarece cererea de energie este foarte scăzută.
- ✓ **Eficiență energetică:** datorită izolației eficiente, etanșeității la aer și sistemului de recuperare a căldurii, casa pasivă menține o temperatură internă constantă fără costuri energetice ridicate, chiar și în condiții meteorologice extreme.
- ✓ **Securitate energetică:** cererea redusă de energie reduce dependența de furnizorii externi de energie și fluctuațiile prețurilor combustibililor fosili.
- ✓ **Durabilitate:** economisirea energiei contribuie la reducerea emisiilor de carbon și la atenuarea efectelor schimbărilor climatice. Este alegerea perfectă pentru cei care doresc un stil de viață mai ecologic.

Casa pasivă nu este doar o soluție pentru reducerea costurilor, ci și un pas către durabilitatea energetică și confortul pe termen lung.

### 5.2.2. Confort

Casa pasivă oferă un confort de locuit excepțional, fiind proiectată pentru a menține o temperatură constantă, o calitate excelentă a aerului și un sentiment maxim de bunăstare. Principalele aspecte ale confortului sunt:

- ✓ **Temperatură interioară constantă:** o casă pasivă menține aceeași temperatură în toate camerele, fără fluctuații mari, indiferent de anotimp. Datorită izolației eficiente, recuperării căldurii și etanșeității, temperatura interioară rămâne peste 21 de grade Celsius chiar și în sezonul rece și rămâne răcoroasă vara, fără a crește peste 24 de grade Celsius.
- ✓ **Calitate excelentă a aerului:** sistemul de ventilație cu recuperare de căldură asigură un aport constant de aer proaspăt, eliminând excesul de CO<sub>2</sub> și umiditate. În camere nu există curenți de aer sau mișcări de aer care ar putea provoca disconfort.

- ✓ **Izolarea fonică:** un strat gros de izolație și ferestre de calitate oferă o protecție excelentă împotriva zgomotului exterior, creând o atmosferă de liniște.
- ✓ **Lumina naturală:** ferestrele sunt în mare parte orientate spre sud pentru a maximiza utilizarea luminii solare, făcând spațiul de locuit dintr-o casă pasivă luminos și confortabil.
- ✓ **Echilibru plăcut al umidității:** etanșarea și ventilația ajută la menținerea unei umidități optime (40-60%), care este sănătoasă pentru piele, sistemul respirator și sănătatea generală.
- ✓ **Confortul suprafeței pereților:** componentele de construcție bine izolate asigură faptul că pereții, podelele și tavanele sunt la fel de calde ca aerul, astfel încât să nu existe "puncte reci" sau disconfort.
- ✓ **Fără sisteme de încălzire sau răcire zgomotoase:** datorită echipamentelor mecanice minime, casele pasive nu au cazane de încălzire sau aparate de aer condiționat zgomotoase, ceea ce contribuie și mai mult la confort.

Casa pasivă nu numai că economisește energie, dar oferă și cel mai înalt nivel de confort, permițându-vă să trăiți într-un mediu mai sănătos, mai calm și mai plăcut. Este o investiție nu numai în eficiența energetică, ci și în calitatea vieții de zi cu zi.

### 5.2.3. Sustenabilitate pe termen lung

Casele pasive sunt proiectate să fie nu numai eficiente din punct de vedere energetic, ci și durabile, sustenabile și ecologice. Acest standard garantează că locuințele contribuie la protecția mediului și rămân viabile din punct de vedere economic timp de mulți ani.

#### Reducerea emisiilor

- Reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>: o casă pasivă consumă cu până la 90% mai puțină energie decât o clădire convențională, contribuind astfel mai puțin la schimbările climatice.
- Nevoia redusă de combustibili fosili: cererea redusă de energie facilitează trecerea unei case pasive la surse de energie regenerabile, cum ar fi panourile solare sau încălzirea geotermală.

#### Longevitate

- Materiale de calitate: Casele pasive utilizează materiale izolante de înaltă calitate, ferestre, uși și soluții de construcție eficiente care rezistă zeci de ani.
- Design durabil: structurile fără punți termice asigură faptul că clădirea rămâne rezistentă la umiditate, mușcări și fluctuații de temperatură și, prin urmare, necesită mai puțină întreținere.

### Sustenabilitate economica

- Costuri de funcționare reduse: consumul redus de energie pentru încălzire, răcire și alte utilizări înseamnă costuri reduse pe termen lung.
- Valoare pe termen lung: Casele pasive păstrează o valoare imobiliară mai mare deoarece sunt atractive pentru eficiența lor energetică și confort.

### Adaptarea la cerințele viitoare

- Reziliența la fluctuațiile prețurilor la energie: cererea foarte scăzută de energie îi face pe proprietarii de case pasive mai puțin vulnerabili la creșterea prețurilor la energie.
- Reziliența la schimbările climatice: Casele pasive sunt concepute pentru a menține confortul în condiții meteorologice extreme, de la iernile reci la verile fierbinți.

### Promovarea soluțiilor durabile

- Casa pasivă este un exemplu de filosofie de viață durabilă pe termen lung, care asigură un impact redus asupra mediului, o mai mare durabilitate și stabilitate financiară. Este o investiție nu numai în prezent, ci și în viitorul planetei noastre.

#### 5.2.4. Reducerea impactului schimbărilor climatice

Casele pasive aduc o contribuție semnificativă la reducerea impactului schimbărilor climatice, deoarece sunt proiectate pentru a reduce la minimum consumul de energie și emisiile de CO<sub>2</sub> asociate.

**Aspecte cheie ale modului în care o casă pasivă contribuie la combaterea schimbărilor climatice**

### Reducerea cererii de energie

- Consum de energie redus cu până la 90%: o casă pasivă consumă foarte puțină energie pentru încălzire și răcire (doar 15 kWh/m<sup>2</sup> pe an), reducând necesitatea de a utiliza combustibili fosili, care reprezintă o sursă majoră de gaze cu efect de seră (GES).
- Eficiență energetică în toate domeniile: se utilizează tehnologii moderne precum recuperarea căldurii pentru a ajuta la păstrarea căldurii și răcirii, reducând în același timp pierderile de căldură.
- Utilizarea energiei regenerabile: în casele pasive, cererea de energie este atât de scăzută încât poate fi acoperită integral de surse regenerabile, cum ar fi panourile solare, încălzirea geotermală sau energia eoliană. Energia regenerabilă nu numai că reduce emisiile de gaze cu efect de seră, dar asigură și autosuficiența energetică.

### Reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>

- Emisii minime de CO<sub>2</sub>: cererea redusă de energie și reziliența la pierderile de energie înseamnă că o casă pasivă are emisii de carbon semnificativ mai mici decât clădirile convenționale.
- Impact pe termen lung: Pe parcursul duratei sale de viață, o casă pasivă reduce semnificativ emisiile globale, contribuind la atenuarea schimbărilor climatice.

### Utilizarea de materiale durabile

- Materiale ecologice și reciclabile: casele pasive sunt adesea construite cu materiale al căror proces de producție emite mai puțin CO<sub>2</sub>.
- Durabilitate: Structurile caselor pasive sunt rezistente și durabile, necesitând mai puțină întreținere și renovare, ceea ce reduce nevoia de resurse suplimentare.

### Un model pentru ceilalți

- Promovarea conștientizării schimbărilor climatice: casele pasive devin un model de viață responsabilă, de utilizare durabilă a resurselor naturale și de reducere a impactului schimbărilor climatice.
- Ridicarea standardelor: Casa pasivă servește drept punct de referință pentru alte standarde de construcție, promovând integrarea tehnologiilor eficiente din punct de vedere energetic și a soluțiilor durabile.

Casa pasivă este o alegere responsabilă care reduce impactul activității umane asupra mediului. Contribuie la atenuarea efectelor schimbărilor climatice prin reducerea cererii de energie, a emisiilor de gaze cu efect de seră și prin promovarea utilizării de soluții durabile. Este un pas important către atenuarea schimbărilor climatice și un viitor mai curat.

## 5.3 - Principiile casei pasive

### 5.3.1. Izolație termică

#### 5.3.1.1. Importanța conservării căldurii

Conservarea căldurii este un principiu cheie al proiectării caselor pasive, asigurând un consum redus de energie, confort și durabilitate. Acest lucru se realizează prin minimizarea pierderilor de căldură prin structura clădirii și prin utilizarea eficientă a surselor naturale de căldură.

Conservarea căldurii într-o casă pasivă este esențială pentru eficiența energetică, confort și durabilitate. Aceasta asigură maximizarea energiei termice și reducerea la minimum a pierderilor de căldură, creând beneficii pe termen lung atât pentru ocupanți, cât și pentru mediu.

#### 5.3.1.2. Tipuri de materiale de izolare

Materialele izolante sunt o parte esențială a construcției unei case pasive, deoarece ajută la reducerea pierderilor de căldură și la menținerea unei temperaturi interne constante. Materialele alese trebuie să fie foarte eficiente și să îndeplinească cerințele privind transferul de căldură (valoarea U) ale unei case pasive.

## Materiale izolante minerale

### Vată minerală (Fig. 2)

Fabricat din piatră sau fibră de sticlă.

Avantaje: izolare termică și acustică bună, rezistentă la foc, ecologică.

Utilizare: Pentru izolarea pereților, tavanelor și podelelor.

### Vată de sticlă

Ușoară și elastică, potrivită pentru structuri cu forme complexe. Rezistent la umiditate, dar necesită un sistem adecvat de barieră de vapor.



Figura 2 Izolație cu materiale izolante din vată minerală.

## Materiale izolante polimerice

### Spumă poliuretanică (PUR) (Fig. 3) Utilizată sub formă de spray sau de panouri.

Avantaje: izolare acustică ridicată, conductivitate termică extrem de scăzută. Creează un strat etanș fără punți termice.

Utilizare: pentru izolarea podelelor, acoperișurilor și a structurilor complexe.



Figura 3 Panouri din spumă poliuretanică (PUR).

#### Spumă de polistiren (EPS și XPS) (Fig. 4) EPS (polistiren expandat)

Foarte ușoară, utilizată pentru izolarea pereților și tavanelor.

Avantaje: greutate redusă, rentabilitate, rezistență termică bună.

#### XPS (polistiren extrudat)

Mai puternic, rezistent la umiditate, potrivit pentru fundații și podele.

Avantaje: rezistent la umiditate și stres mecanic, durabilitate sporită, potrivit pentru diverse aplicații. Izolator termic eficient.



**Figura 4 Izolarea pereților unei clădiri cu panouri din polistiren expandat (Neopor).**

### Materiale izolante naturale

#### Placă de fibre (Fig. 5)

Avantaje: ecologic, ușor de reciclat. Izolare fonică bună. Utilizări: izolarea acoperișurilor, pereților, podelelor.

#### Paie

Folosit în construcțiile ecologice ca material de izolare a pereților.

Avantaj: costuri reduse și reciclabilitate.

#### Pâslă și lână de oaie

Folosit pentru izolarea internă, control bun al umidității.

### Plută (material din plută)

Avantaje: Material natural, izolator excelent. Rezistent la umiditate și mucegai.

Utilizare: Pentru izolarea podelei și a pereților.



Figura 5 Plăci din fibre.

## Materiale izolante inovatoare

### Aerogel

Material extrem de eficient, ușor și subțire.

Avantaje: conductivitate termică scăzută chiar și în straturi subțiri.

Izolare termică redusă cu izolare termică redusă.

Panouri de izolare în vid (VIP) (Fig. 6) Avantaje:

Extrem de subțire, dar foarte eficient.

Utilizare: pentru proiecte speciale în care economisirea spațiului este importantă.



Figura 6 Izolarea pardoselilor cu panouri de izolare în vid.

## Materiale în vrac și pulverizabile

### Ekowool

Fabricat din hârtie reciclată.

Avantaje: ecologic, ușor de umplut cavități.

Utilizare: pentru umplerea cavităților din pereți

și acoperișuri. Spumă pulverizată (poliuretan)

Asigură etanșeitatea la aer și elimină punțile termice.

## Criterii de selecție a izolației

### CONDUCTIVITATE TERMICĂ COEFICIENT

- Cu cât valoarea este mai mică, cu atât materialul izolează mai bine.

### REZISTENȚĂ LA UMIDITATE

- Important pentru podea și fundație izolație.

### REZISTENȚĂ LA FOC

- deosebit de relevante pentru izolarea clădirilor rezidențiale

### ECO-FRIENDLY

- Dacă materialul este ecologic și reciclabil

### UȘURINȚĂ DE INSTALARE

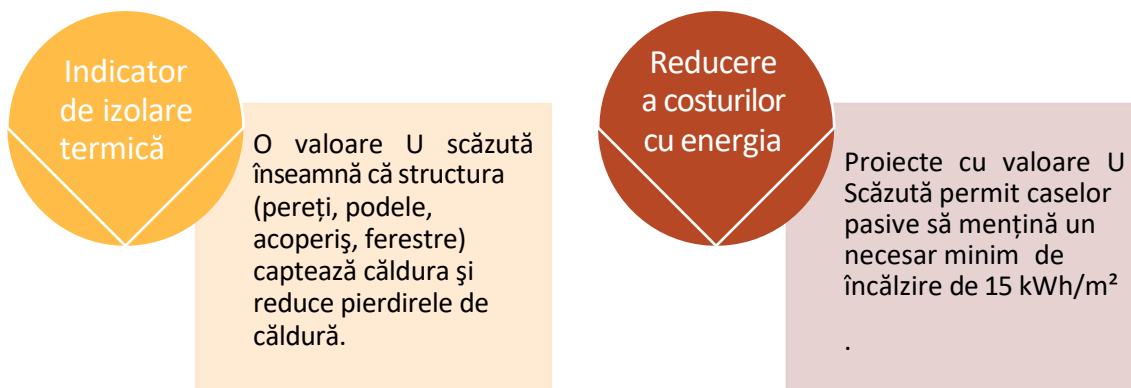
- Este materialul ușor de instalat.

Combinăția corectă de materiale izolante asigură eficiența energetică, confortul și durabilitatea unei case pasive.

### 5.3.1.4. Importanța coeficientului de transfer termic (valoarea U)

Coeficientul de transfer termic (valoarea U) este o proprietate a structurii unei clădiri care descrie cantitatea de căldură pierdută per metru pătrat de suprafață per unitate de timp atunci când diferența de temperatură dintre interiorul și exteriorul clădirii este de 1 Kelvin ( $W/m^2K$ ). Această valoare este foarte importantă în casele pasive, deoarece determină în mod direct consumul de energie, confortul și durabilitatea.

### Valoarea U în casele pasive



### Cerințe privind valoarea U într-o casă pasivă

O casă pasivă trebuie să îndeplinească standarde stricte privind valoarea U pentru a asigura eficiența energetică:

| Construcții               | Valoare U necesară (W/m <sup>2</sup> K) |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| Pereți exteriori          | ≤ 0,15                                  |
| Acoperiș                  | ≤ 0,15                                  |
| Podele (contact cu solul) | ≤ 0,15                                  |

#### Avantajele valorii U scăzute

- Reducerea pierderilor de căldură: un transfer mai redus de căldură înseamnă că în timpul iernii se păstrează mai multă căldură în interiorul clădirii.
- Confort: suprafețele precum pereții, podelele și ferestrele rămân calde și plăcute la atingere, în timp ce temperaturile interioare sunt uniforme.
- Reducerea costurilor de funcționare: o mai bună izolare termică economisește energie pentru încălzire și răcire.

#### Efectul valorii U asupra structurilor

- Pereții exteriori: o mare parte din căldură se pierde prin pereți, astfel încât trebuie acordată o atenție deosebită izolării acestora.
- Ferestre: ferestrele sunt unul dintre cele mai slabe puncte în ceea ce privește pierderea de căldură, astfel încât în casele pasive se utilizează geamuri triple cu izolație termică eficientă.
- Pardoseli și fundații: căldura se poate pierde prin pardoseli dacă nu există o izolare corespunzătoare. Materialele izolante trebuie să asigure păstrarea căldurii în interiorul clădirii.

#### Aspectul durabilității

- Consum redus de energie: modelele cu valoare U scăzută reduc utilizarea combustibililor fosili și emisiile de CO<sub>2</sub>.
- Longevitate: clădirile izolate corespunzător durează mai mult și necesită mai puțină întreținere.

## Exemplu de calcul al valorii U

Dacă structura este alcătuită din mai multe straturi (de exemplu, izolație, cărămizi, tencuială), valoarea U se calculează ca sumă a rezistențelor termice ale straturilor:

$$U = \frac{1}{R_{\text{insolation}} + R_{\text{structure}} + R_{\text{other}}}$$

Cu cât este mai mare rezistența termică (R), cu atât este mai mică valoarea U.

Coeficientul de transfer termic (valoarea U) este un indicator important pentru evaluarea eficienței energetice a unei clădiri. O valoare U scăzută asigură pierderi reduse de căldură, confort și costuri reduse de încălzire și răcire și, prin urmare, este una dintre principalele cerințe ale standardelor Casei Pasive.

### 5.3.2. Etanșeitatea la aer

Etanșeitatea la aer a unei clădiri este capacitatea de a preveni mișcarea necontrolată a aerului prin structurile, îmbinările și joncțiunile clădirii. Este unul dintre principiile cheie ale Casei Pasive, deoarece afectează în mod direct economiile de energie, confortul și longevitatea clădirii.

#### 5.3.2.1 Etanșeitatea clădirii la aer

Etanșeitatea la aer garantează că aerul nu intră sau nu iese prin scurgeri (de exemplu, crăpături, îmbinări cu scurgeri, uși sau ferestre). Scopul este de a reduce scurgerile de aer, care pot duce la pierderi de căldură și la creșterea cererii de energie.

De ce este importantă etanșeitatea clădirii?

#### Eficiența energetică

- Scurgerile de aer necontrolate duc la pierderi de căldură iarna și la pătrunderea căldurii vara. Etanșeitatea la aer reduce nevoia de încălzire și răcire.

#### Confort

- Previne curenții de aer, astfel încât temperatura internă rămâne uniformă și plăcută.

#### Calitatea aerului

- Clădirea etanșă, combinată cu un sistem de ventilație eficient, asigură că aerul este curat și umidificat corespunzător

#### Durabilitate

- Etanșeitatea la aer protejează structurile de umiditate și mușgai, care pot fi cauzate de mișcarea aerului și condens.

## Cum se măsoară etanșeitatea la aer?

### Testul ușii suflante

Aceasta este o metodă standard utilizată pentru a evalua etanșeitatea la aer a unei clădiri. Testul utilizează un ventilator special pentru a crea o diferență de presiune (50 Pa) în interiorul clădirii și măsoară cât de mult aer intră sau iese prin zonele cu scurgeri.

Cerința pentru o casă pasivă este o rată de scurgere a aerului ( $n_{50}$ )  $\leq 0,6$  schimburi de aer pe oră.

## Cum se asigură etanșeitatea la aer a unei clădiri?

### Soluții structurale

- etanșarea corespunzătoare a rosturilor pereților, tavanelor și podelelor. Sigilarea ușilor și ferestrelor cu garnituri de înaltă calitate.

### Utilizarea materialelor

- folii barieră de vapori, benzi de etanșare, spume poliuretanic.

### Calitatea instalării

- asigurarea faptului că materialele sunt instalate corect și că toate conexiunile sunt etanșe.

## Etanșeitatea la aer și echilibrul ventilației

### Ventilare eficientă

- clădirile sigilate utilizează un sistem de ventilație mecanică cu recuperare de căldură pentru a furniza aer proaspăt fără pierderi de căldură.

### Schimb de aer controlat

- etanșeitatea la aer vă permite să controlați cât aer intră în clădire și cum intră, spre deosebire de scurgerile de aer necontrolate.

### Probleme atunci când o clădire nu este suficient de etanșă la aer

- Pierderi mai mari de căldură, ceea ce duce la costuri energetice mai mari.
- Curenți de aer care reduc confortul.
- Umiditate, mușcări și condens care pot deteriora structurile.
- Transmiterea zgomotului, deoarece scurgerile pot permite pătrunderea sunetelor externe.

Etanșeitatea clădirii este o caracteristică esențială a unei case pasive, asigurând pierderi reduse de căldură, confort interior și durabilitate structurală. O soluție de etanșeitate implementată corespunzător, combinată cu un sistem de ventilație, permite caselor pasive să fie un model de eficiență energetică și confort.

#### 5.3.2.2. Testarea etanșeității la aer

Un test de etanșeitate la aer este o metodă standardizată utilizată pentru a evalua etanșeitatea la aer a unei clădiri prin determinarea cantității de aer care intră sau iese necontrolat prin zonele cu scurgeri. Acesta este un pas esențial în certificarea unei case pasive pentru a se asigura că clădirea îndeplinește cerințele de eficiență energetică și confort.



Figura 7 Tipuri de echipamente de testare Blower Door în funcție de puterea necesară.

#### Scop: verificarea etanșeității structurii clădirii (pereți, ferestre, uși, îmbinări).

Testul de etanșeitate la aer se efectuează cu ajutorul unui dispozitiv special - sistemul Blower Door. Se creează o diferență de presiune (50 Pa) între interiorul și exteriorul clădirii și se măsoară cât de repede intră sau iese aerul din clădire.

- ✓ Instalarea ventilatorului: un ventilator cu un cadru etanș reglabil este instalat în ușă sau fereastră.
- ✓ Generarea presiunii: ventilatorul reduce sau crește presiunea aerului din interiorul clădirii pentru a crea o diferență de presiune de 50 Pa.
- ✓ Măsurarea scurgerilor de aer: echipamentul de măsurare înregistrează cantitatea de aer care trece prin zonele cu scurgeri.
- ✓ Detectarea scurgerilor: sunt utilizate instrumente suplimentare, cum ar fi imagistica termică, generatoare de fum sau detectoare cu ultrasunete, pentru a identifica zonele cu scurgeri.

### Cerințe privind etanșeitatea la aer pentru casa pasivă

Indicatorul n50 (numărul de schimburi de aer) arată numărul de ori pe oră în care volumul total de aer al clădirii este schimbat din cauza scurgerilor.

Standardul casei pasive:  $n50 \leq 0,6$  schimburi de aer pe oră (50 Pa diferență de presiune). Valoarea cerută: o valoare mai mică înseamnă o mai bună etanșeitate la aer, pierderi mai mici de căldură și o eficiență energetică mai mare.

### Avantajele testelor de etanșeitate la aer

#### Economisirea energiei

- Scurgerile sunt identificate și pierderile de căldură sunt reduse.

#### Confort

- Acesta asigură distribuirea uniformă a temperaturii și elimină curenții de aer.

#### Protecția structurilor

- O clădire etanșă protejează structurile de umiditate, mușcări și condens.

#### Certificare

- Testul de etanșeitate la aer este o etapă necesară în procesul de certificare a caselor pasive.

### Metode de testare suplimentare

#### Test de fum

Fumul este utilizat pentru identificarea vizuală a locurilor de scurgere.

#### Imagistică termică

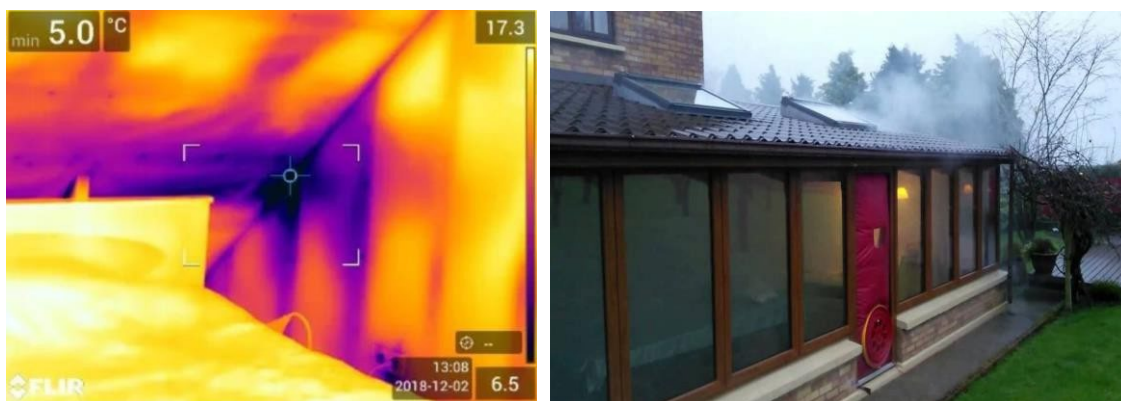
Camerele de termoviziune sunt utilizate pentru a vedea zonele cu pierderi de căldură.

#### Test cu ultrasunete

Detectoarele cu ultrasunete identifică mișcarea aerului în zonele cu scurgeri.

### Când se efectuează testarea etanșeității la aer?

- **În timpul construcției:** testul este efectuat înainte ca structurile să fie acoperite pentru a permite repararea scurgerilor.
- **După construcție:** testul final asigură că clădirea îndeplinește standardele Passive House.



**Figura 8** Imagini termice în timpul unui test de scurgere și o imagine care utilizează un generator de fum pentru a localiza zonele cu scurgeri.

Testarea etanșeității la aer este un proces necesar pentru a se asigura că o clădire îndeplinește cerințele de eficiență energetică, confort și durabilitate. Acestea vă permit să identificați și să eliminați punctele slabe din structură care ar putea duce la pierderi de căldură sau alte deficiențe.

### 5.3.2.3. Măsuri practice pentru asigurarea etanșeității la aer.

Utilizarea materialelor și soluțiilor potrivite și instalarea atentă sunt esențiale pentru a asigura etanșeitatea clădirii și pentru a minimiza scurgerile de aer. Acest lucru este deosebit de important într-o casă pasivă, deoarece etanșeitatea la aer determină în mod direct eficiența energetică, confortul și longevitatea clădirii.

#### Materiale pentru asigurarea etanșeității la aer

- Benzi de etanșare rezistente la fluctuațiile de temperatură și umiditate, folii barieră de vapori necesare pentru a preveni mișcarea necontrolată a aerului, spume poliuretane, materiale de etanșare și masticuri, spume speciale.

#### Conexiuni etanșate

- Asigurați-vă că toate îmbinările din pereți, pardoseli și tavane sunt etanșe.
- Se vor utiliza sisteme de etanșare a rosturilor pentru a elimina fisurile și puncte.

#### Instalarea de ferestre și uși

- Se utilizează benzi de etanșare speciale și spume de instalare adaptate corespunzător.
- Cadrele trebuie montate astfel încât să se evite punțile termice.

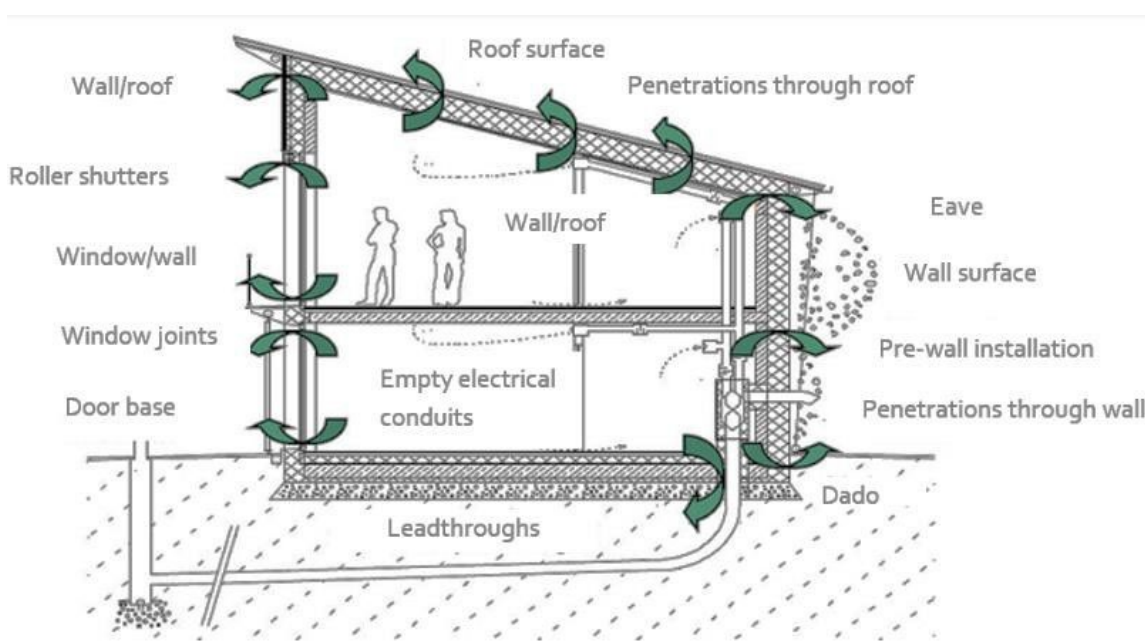
#### Etanșarea rețelilor tehnice

- Pasaaje pentru țevi, cabluri și conducte de ventilație prin pereți sau acoperișurile trebuie să fie bine etanșate.

### Calitatea instalării

- Lucrare atentă: asigurarea etanșeității depinde nu numai de materiale, ci și de precizia lucrărilor. Chiar și cele mai mici scurgeri pot duce la pierderi semnificative de căldură.
- Combinația corectă de materiale: barierele de vapori, foliile, spumele și benzile trebuie să fie potrivite pentru a evita condensul sau alte probleme.
- Controlul în timpul construcției: testele de etanșeitate pot fi efectuate între fazele de construcție pentru a corecta deficiențele la timp.

### Cele mai frecvente puncte de scurgere a aerului și soluțiile lor



**Figura 9** Cele mai frecvente puncte de scurgere a aerului găsite în timpul testului de etanșeitate.

Alegerea materialelor potrivite, soluțiile de construcție de calitate și manopera sârguincioasă asigură o etanșare etanșă. O clădire etanșă nu numai că reduce pierderile de energie, dar îmbunătățește și confortul și durabilitatea.

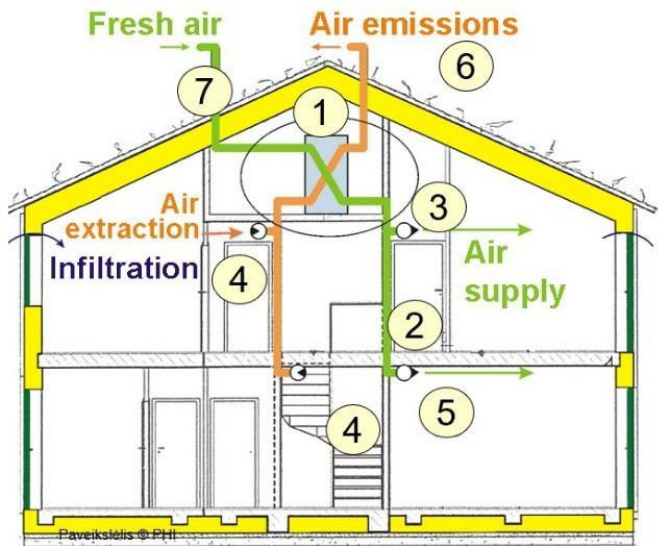
#### 5.3.2.4. Ventilație eficientă cu recuperare de căldură

##### Principiul de funcționare al recuperatorului

- Un ventilator cu recuperare de căldură este un sistem mecanic de ventilație conceput pentru a furniza aer proaspăt unei clădiri, reținând în același timp cea mai mare parte a căldurii din aerul evacuat. Acest proces reduce costurile de încălzire și răcire și asigură un microclimat interior sănătos.

### Funcționarea unui recuperator

- Recuperarea căldurii: căldura este transferată din clădirea aerul evacuat la alimentarea cu aer proaspăt.
- Ventilare eficientă: se asigură un aport constant de aer proaspăt, prevenind acumularea de dioxid de carbon, umiditate sau alte substanțe nocive.



### Characteristics

Centrally installed ventilation unit with fan and heat recovery.

Air supply and extract through separate ducts.

### Main components

1. Ventilation unit with fan, control, heat recovery, filter.
2. Ductwork with sound attenuator.
3. Air supply valve
4. Air extraction valve
5. Air transfer
6. Air exhaust device.
7. Air intake device.

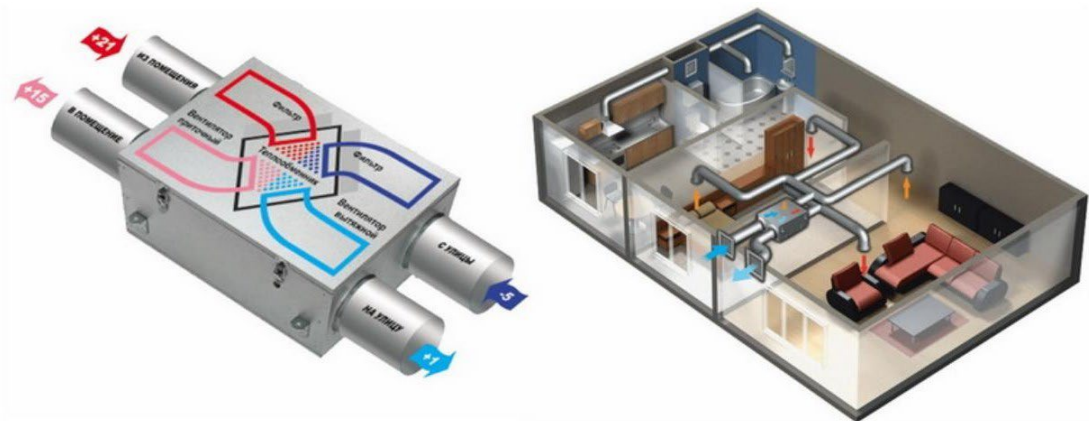


Figura 10 Schema de principiu și vizualizarea 3D a sistemului de recuperare a căldurii.

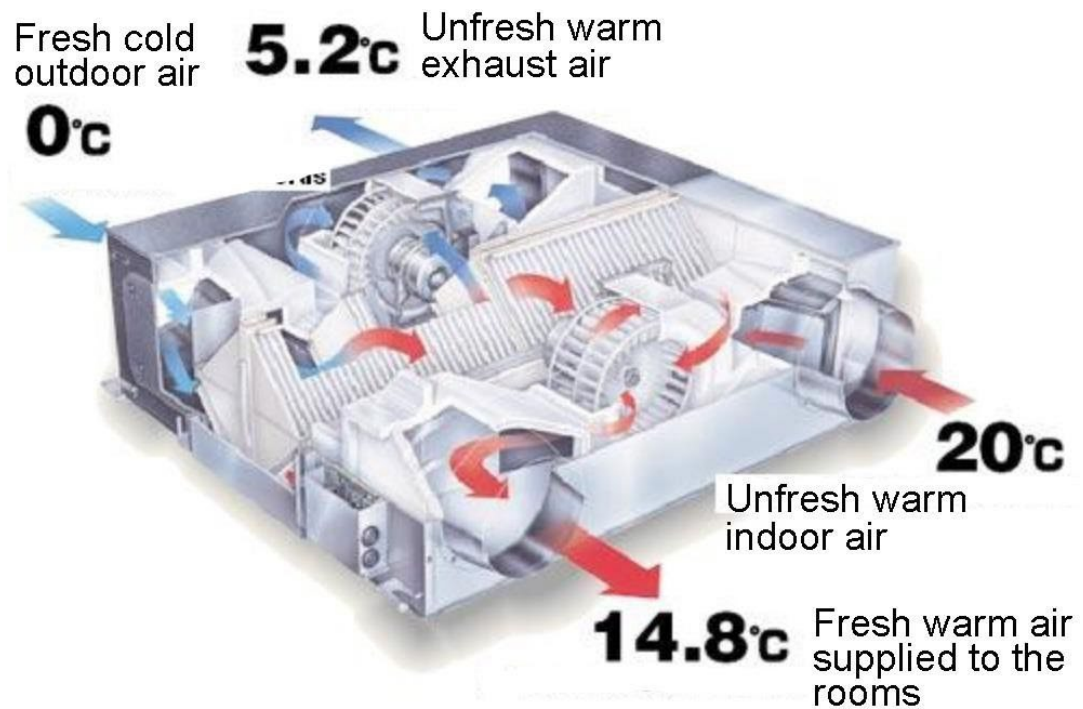


Figura 11 Principiul de funcționare al recuperatorului.

#### Colectarea aerului evacuat

- Aerul cald și umed este extras din încăperi (de exemplu, băi, bucătării, camere de zi).

#### Schimb de căldură

- Aerul evacuat trece printr-un schimbător de căldură, unde căldura sa este transferată aerului exterior rece, împiedicând amestecarea directă a acestor fluxuri de aer.

#### Alimentarea cu aer proaspăt

- Aerul exterior care a obținut căldură din aerul evacuat este furnizat spațiilor de locuit ale clădirii (de exemplu, dormitoare, camera de zi).

#### Gestionarea fluxului de aer

- Recuperatorul asigură circulația separată a aerului de evacuare și a celui de alimentare, evitând astfel transferul de poluanți sau mirosuri.

## Părțile principale ale recuperatorului

### Schimbător de căldură

- Componenta principală în care are loc schimbul de căldură. Poate fi cu plăci, rotativ sau cu contracurent.

### Ventilatoare

- Un ventilator atrage aerul evacuat, iar celălalt furnizează aer proaspăt.

### Filtre

- Curățați atât aerul de alimentare, cât și cel de evacuare pentru a asigura un climat interior sănătos.

### Sisteme de control

- Permite controlul fluxului de aer, temperatura și umiditatea.

## Tipuri de recuperator

Schimbător de căldură cu plăci: aerul de evacuare și cel de alimentare trec prin plăci unde se face schimb de căldură.

Avantaje: Simplu, eficient, fără piese în mișcare.

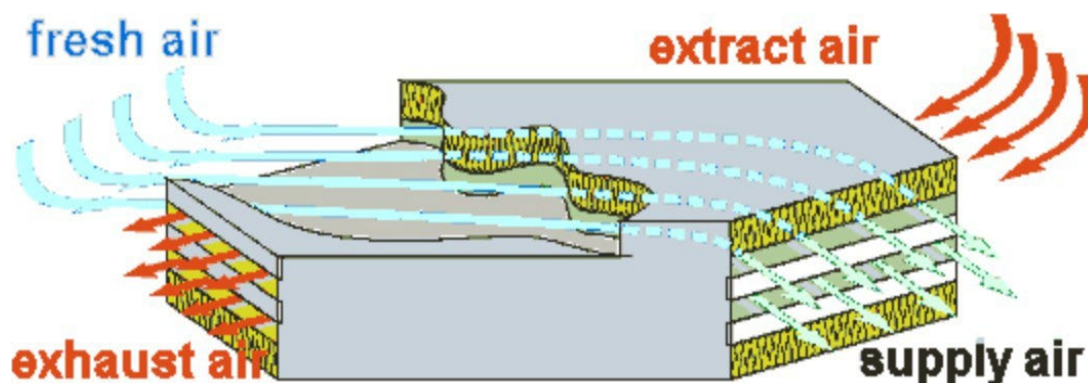


Figura 12 Schema de principiu a unui schimbător de căldură cu plăci.

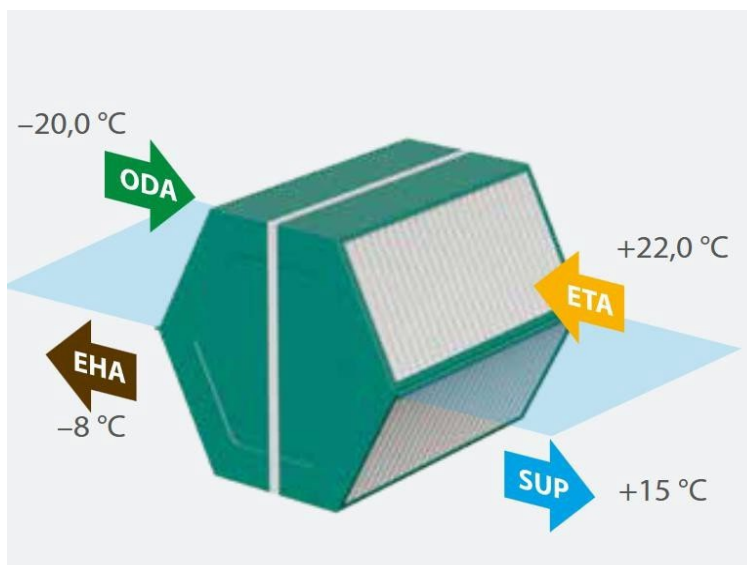


Figura 13 Schema de principiu a unui schimbător de căldură cu flux transversal.

Schimbător de căldură rotativ: un disc rotativ colectează căldura din aerul evacuat și o transferă în aerul de alimentare.

Avantaje: retenție mai eficientă a umidității.

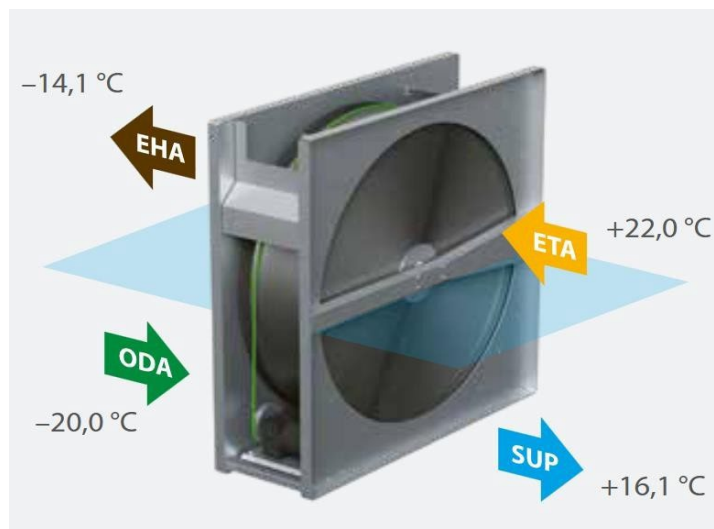


Figura 14 Schema de principiu a unui schimbător de căldură rotativ.

Schimbător de căldură cu contracurent: fluxurile de aer se deplasează în direcții opuse pentru o eficiență maximă a transferului de căldură.

Avantaje: eficiență ridicată de recuperare a căldurii.

Recuperatorul poate recupera până la 90% din căldura din aerul evacuat. Acest lucru reduce costurile de încălzire și cererea de energie. Unele ventilatoare recuperatoare de căldură pot, de asemenea, să transfere o parte din umiditate, asigurând un climat interior confortabil. În timpul verii, recuperatorul poate utiliza răcoarea aerului evacuat pentru a reduce temperatura aerului de alimentare.

Principiul unui ventilator recuperator de căldură se bazează pe schimbul eficient de căldură, care reduce consumul de energie, asigurând în același timp un microclimat interior sănătos și confortabil. Acesta este o parte esențială a unei case pasive, contribuind la obținerea unei eficiențe energetice și a unui confort ridicate.

### 5.3.2.5. Importanța calității aerului pentru sănătate și confort

O bună calitate a aerului interior este esențială atât pentru sănătatea fizică, cât și pentru cea emoțională, deoarece aerul pe care îl respirăm în interior are un impact direct asupra sistemului nostru respirator, asupra nivelului nostru de energie și asupra confortului nostru general. Într-o casă pasivă, se acordă o atenție deosebită asigurării calității aerului prin sisteme de ventilație eficiente, cum ar fi ventilatoarele cu recuperare de căldură.

#### Principalii factori determinanți ai calității aerului

- Nivelul de oxigen - Oxigenul este esențial pentru un sistem respirator sănătos și pentru producerea de energie. Încăperile insuficient ventilate pot avea concentrații reduse de oxigen.
- Dioxid de carbon (CO<sub>2</sub>) - Excesul de CO<sub>2</sub> provoacă somnolență, dureri de cap și reducerea capacității de muncă.
- Poluanți - Particulele de praf, mușgaiul, bacteriile și alți poluanți din aer pot provoca boli respiratorii, alergii și alte probleme de sănătate.
- Niveluri de umezeală - O umiditate prea ridicată încurajează dezvoltarea mușgaiului și a acarienilor, în timp ce o umiditate prea scăzută usucă pielea și tractul respirator și provoacă disconfort.

#### Importanța calității aerului pentru sănătate

- Prevenirea bolilor respiratorii - Aerul curat reduce riscul de boli infecțioase, cum ar fi răceala și gripa, prin eliminarea particulelor nocive și a germenilor.
- Controlul alergiilor și al astmului - Aerul curat și filtrat corespunzător reduce expunerea la alergeni (de exemplu, praf, polen), ceea ce este important pentru persoanele alergice sau care suferă de astm.
- Senzația de bunăstare - O calitate adecvată a aerului îmbunătățește somnul, nivelul de energie și concentrarea.
- Sănătatea cardiovasculară - Încăperile bine ventilate reduc poluanții nocivi din aer care pot avea un impact negativ asupra tensiunii arteriale și asupra sănătății generale a inimii. O calitate adecvată a aerului îmbunătățește somnul, nivelul de energie și concentrarea.

### Importanța calității aerului pentru confort

- Echilibrul temperaturii - O ventilație eficientă asigură temperatura potrivită a aerului, fără disconfortul căldurii sau al frigului.
- Echilibrul umidității - O umiditate optimă de 40-60% este menținută pentru a asigura confortul și sănătatea.
- Prospețime - Alimentarea cu aer proaspăt elimină mirosurile de aer stagnant și asigură un mediu de viață plăcut.
- Reducerea zgomotului - Sistemele de recuperare a căldurii permit ventilarea încăperilor fără a deschide ferestrele, ceea ce reduce expunerea la zgomotul exterior.

### Asigurarea unei bune calități a aerului într-o casă pasivă

- Sisteme de ventilație cu recuperare a căldurii - Un aport constant de aer proaspăt și eliminarea aerului poluat asigură o calitate ridicată a aerului.
- Filtrarea aerului - Filtre de înaltă calitate (de exemplu, HEPA) sunt utilizate pentru a îndepărta praful, alergenii și alți poluanți.
- Etanșeitatea la aer - Casele pasive sunt etanșe, astfel încât calitatea aerului poate fi controlată pe deplin de sistemele de ventilație.
- Controlul umidității - Recuperatoarele mențin umiditatea optimă, prevenind uscarea excesivă sau dezvoltarea mușgaiului.

O bună calitate a aerului este o parte integrantă a unei vieți sănătoase și confortabile. În casele pasive, alimentarea cu aer proaspăt și filtrarea corespunzătoare asigură că ocupanții respiră aer curat și sănătos și mențin un microclimat interior plăcut. Acest lucru contribuie nu numai la sănătate, ci și la îmbunătățirea calității vieții.

#### 5.3.2.6. Eficiența recuperării energiei

Eficiența recuperării energiei (sau eficiența recuperării căldurii) este un indicator al cantității de căldură din aerul evacuat care este recuperată de recuperator și transferată în aerul proaspăt furnizat. Acest principiu este o parte esențială a sistemului de ventilație mecanică în casele pasive, permițând reducerea consumului de energie și asigurarea confortului.

## Ce este eficiența recuperării energiei?

### Definiție:

Eficiența recuperării energiei se referă la procentul de căldură din aerul evacuat care este recuperat de recuperator și transferat în aerul de alimentare.

### Înțeles:

Eficiența determină în mod direct câtă energie suplimentară de încălzire sau răcire este necesară pentru a menține spațiul la temperatura dorită.

### Eficiența recuperării de energie a recuperatorului

- Domeniu de eficiență: unitățile moderne de recuperare a căldurii ating o eficiență de recuperare a căldurii de 75-95%. Aceasta înseamnă că doar 5-25% din căldură se pierde în aerul evacuat.
- Exemplu: dacă temperatura camerei este de 22 °C și temperatura aerului exterior este de 0 °C, un recuperator cu un randament de 90% va încălzi aerul de alimentare la aproximativ 20 °C folosind doar căldura din aerul evacuat.

### Factorii care determină eficiența

- Placă: Eficiență de aproximativ 75-85%. Fluxurile de aer nu sunt amestecate, căldura este transferată prin plăci.
- Rotativ: Eficiență de aproximativ 80-90 %. Poate fi transferată și puțină umiditate.
- Contracurent: Eficiență de până la 95%. Fluxurile de aer se deplasează în direcții opuse, maximizând transferul de căldură.
- Izolație: conductele și unitatea bine izolate reduc pierderile de căldură.
- Filtrarea aerului: filtrele adecvate nu numai că curăță aerul, dar reduc și pierderile de energie datorate rezistenței fluxului de aer.
- Întreținere adecvată: schimbarea regulată a filtrelor și curățarea sistemului de ventilație asigură performanțe optime.

### Beneficiile eficienței recuperării energiei

- Economii de energie: cea mai mare parte a căldurii este returnată clădirii, reducând cererea de energie pentru încălzire și răcire.
- Confort: aerul furnizat este deja la o temperatură aproape adecvată, astfel încât camerele nu îngheață și nu există fluctuații bruște de temperatură.
- Protecția mediului: utilizarea eficientă a energiei reduce emisiile de CO<sub>2</sub>, contribuind la reducerea efectelor schimbărilor climatice.
- Costuri de funcționare mai mici: se utilizează mai puțină energie pentru încălzire și răcire, ceea ce reduce facturile la electricitate sau combustibil pentru încălzire.

### Calcularea eficienței recuperării energiei

Eficiența este exprimată ca procent și se calculează conform formulei:

$$\eta = \frac{T_{\text{supplied air}} - T_{\text{outdoor air}}}{T_{\text{air emissions}} - T_{\text{outdoor air}}} \times 100$$

$\eta$  – energy recovery efficiency

$T_{\text{supplied air}}$  – temperature of the preheated fresh air

$T_{\text{outdoor air}}$  – temperature of outdoor air entering the recuperator

$T_{\text{air emissions}}$  – temperature of the exhaust air from the room

#### Importanța eficienței recuperării energiei în casele pasive

Un ventilator de recuperare a căldurii de înaltă eficiență este o componentă esențială a unei case pasive, asigurând pierderi minime de căldură și cerere de energie.

Acesta permite caselor pasive să îndeplinească cerința de energie termică de 15 kWh/m<sup>2</sup> pe an.

Eficiența recuperării energiei este un indicator cheie de performanță pentru atingerea obiectivelor de eficiență energetică, confort și sustenabilitate ale unei case pasive. O eficiență ridicată a recuperării căldurii duce la un consum mai mic de energie, un microclimat mai bun și un impact mai redus asupra mediului.

### 5.3.3. Ferestre și uși

#### 5.3.3.1. Geam triplu

Geamul triplu este o componentă esențială a unei case pasive, deoarece asigură o izolare termică ridicată, economii de energie și confort. Astfel de ferestre și uși îndeplinesc standardele stricte ale casei pasive și ajută la reducerea pierderilor de căldură prin deschiderile clădirii.

#### Ce este geamul triplu?

**Structura:** un geam triplu este format din trei straturi de sticlă între care se află două straturi de aer sau un gaz inert (de exemplu, argon, kripton). Spațiile libere sunt umplute cu acest gaz pentru a crește izolarea termică.

**Acoperiri:** suprafețele de sticlă sunt acoperite cu un strat cu emisivitate scăzută (Low-E), care reflectă căldura înapoi în cameră și reduce pierderea de căldură.

### Proprietăți de izolare termică

- Valoare U scăzută: geamurile triple au un coeficient de transfer termic (valoare U) foarte scăzut, adesea  $\leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,
- Valoarea U totală a întregii ferestre cu cadru este  $\leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , ceea ce îndeplinește cerințele unei case pasive.
- Eficiență: sunt de două ori mai eficiente decât geamurile duble, cu scurgeri minime de căldură.

### Economisirea energiei

- Reținerea căldurii: geamurile triple ajută la reținerea căldurii în interior, reducând nevoia de încălzire pe timp de iarnă.
- Protecție împotriva pătrunderii căldurii: în timpul verii, ferestrele împiedică pătrunderea excesivă a căldurii de la soare să intre în cameră, reducând astfel nevoia de răcire.
- Transmitanță solară: ferestrele cu alegerea corectă a sticlei utilizează în mod optim lumina naturală a soarelui și căldura.

### Asigurarea confortului

- Temperatură uniformă: geamul triplu elimină senzația de zone reci la ferestre, deoarece sticla rămâne caldă chiar și iarna.
- Izolare fonică: datorită stratului suplimentar de sticlă și umpluturii cu gaz, ferestrele au un nivel ridicat de izolare fonică, reducând zgomotul din exterior.
- Anti-condens: suprafața interioară caldă a geamului reduce riscul formării condensului pe ferestre.

### Sustenabilitate

- Economie de energie: reducerea cererii de încălzire și răcire contribuie la reducerea emisiilor de  $\text{CO}_2$  și contribuie la protecția mediului.
- Durabilitate: geamul triplu este durabil și rezistent la fluctuațiile de temperatură, astfel încât își păstrează proprietățile în timp.

### Caracteristici suplimentare

- Securitate: ferestrele pot fi întărite cu sticlă securizată sau laminată pentru a oferi rezistență la impact.
- Estetică: sunt disponibile diferite tipuri de rame (lemn, aluminiu, plastic) și nuanțe de sticlă pentru a se potrivi cu designul clădirii.

Geamul triplu este alegerea ideală pentru casele pasive datorită proprietăților sale de izolare termică, potențialului de economisire a energiei și confortului. Acestea sunt indispensabile pentru clădirile moderne durabile și eficiente din punct de vedere energetic.

### 5.3.3.2. Energia solară prin orientarea corectă a clădirii.

Orientarea corectă a clădirii este unul dintre principiile cheie de proiectare pentru casele pasive. Acesta permite utilizarea eficientă a energiei naturale a soarelui pentru încălzire, iluminat și economii generale de energie. Prin optimizarea poziției clădirii în funcție de mișcarea soarelui, nevoile de încălzire, răcire și iluminat pot fi reduse.

#### Principii esențiale

##### Fereastră orientare

- majoritatea ferestrelor trebuie să fie orientate spre la sud, pentru a maximiza absorbția căldurii solare și a luminii în timpul iernii. Un minim de ferestre pe latura de nord pentru a minimiza pierderile de căldură.

##### Forma clădire

- o formă de clădire compactă și simplă reduce pierderile de

##### Umbră management

- copertinele, perdelele sau structurile proeminente împiedică căldură solară excesivă în timpul verii, dar permit luminii solare de iarnă să ajungă în interiorul

#### Beneficiile energiei solare prin orientarea corectă

- Reducerea cererii de încălzire: ferestrele orientate spre sud permit căldurii soarelui să încălzească încăperile în timpul sezonului rece, reducând nevoia de energie suplimentară pentru încălzire.
- Lumina naturală: orientarea asigură o pătrundere maximă a luminii naturale, reducând nevoia de iluminat artificial.
- Economisirea energiei în timpul verii: gestionarea adecvată a umbrelor previne supraîncălzirea, reducând nevoia de aer condiționat.

#### Soluții practice de orientare

- Orientare spre sud - Absorbția maximă a energiei solare și a luminii în timpul iernii. Ferestrele ar trebui să fie suficient de mari pentru a profita de căldura soarelui, dar, în același timp, să protejeze împotriva supraîncălzirii în timpul verii.
- Orientarea spre nord - Număr redus de ferestre pentru a evita pierderile de căldură. Potrivit pentru camere auxiliare sau mai puțin utilizate.
- Orientare est și vest - Ferestrele estice lasă să intre soarele de dimineață, oferind căldură și lumină dimineața devreme. Pe latura de vest, este necesară protecția împotriva supraîncălzirii de după-amiază, de exemplu, jaluzele sau plante.

#### Optimizarea captării energiei solare

- Acoperișuri și panouri solare: acoperișurile cu pantă sudică sunt locații ideale pentru panouri solare sau panouri fotovoltaice, permițând producerea de energie suplimentară.
- Stocarea căldurii solare: structurile interne masive (de exemplu, pereții din beton sau zidărie) pot stoca căldura solară în timpul zilei și o pot elibera lent noaptea.

#### Aspecte privind durabilitatea

- Reducerea CO<sub>2</sub>: utilizarea eficientă a energiei solare reduce dependența de combustibilii fosili.
- Rentabilitate: costuri mai mici de încălzire și răcire datorită orientării optime și utilizării energiei solare naturale.

#### Exemplu

- Într-o casă pasivă cu ferestre pe partea sudică, razele soarelui încălzesc podelele și pereții în timpul iernii, în timp ce vara, copertinele sau copacii blochează razele directe pentru a preveni supraîncălzirea. Acest lucru asigură un confort constant în toate anotimpurile.

Orientarea corectă a clădirii este unul dintre factorii cheie în economiile de energie ale unei case pasive. Utilizarea optimă a energiei solare reduce cererea de încălzire și răcire, asigură confortul și contribuie la realizarea obiectivelor de construcție durabilă.

### 5.3.4. Eliminarea punților termice

#### 5.3.4.1. Impactul punților termice asupra pierderilor de energie

Punțile termice sunt unul dintre principalele motive pentru care o casă pasivă poate pierde căldură și reduce eficiența energetică. Punțile termice sunt zone ale unei clădiri în care izolația este mai slabă din cauza caracteristicilor de proiectare sau a materialelor și în care căldura se scurge mai repede.

#### Ce sunt punțile termice?

Acestea sunt părți ale unei structuri care transferă căldura mai rapid decât restul clădirii datorită:

- Conexiuni între diferite materiale cu conductivități termice diferite.
- Scurgeri în instalare sau proiectare.
- straturi de izolație proiectate necorespunzător.

### Principalele locații ale punților termice

Ferestre și uși:

- Îmbinările dintre ramele ferestrelor și ușilor și perete.
- Materiale de etanșare instalate

necorespunzător. Fundații și pereți:

- Zone de tranziție între pereți și fundații. Îmbinări

între acoperiș și perete:

- Terminație slabă a izolației la îmbinări.

Balcoane:

- Structurile care se extind din interior spre exterior transferă căldura.

Conducte și cabluri:

- Pasaje prin pereți și tavane fără etanșare corespunzătoare.

### Efectul punților termice asupra pierderilor de energie

Creșterea pierderilor de căldură:

- Punțile termice acționează ca "căi de scurgere" a căldurii, crescând consumul global de energie al clădirii.

Creșterea cererii de încălzire:

- Chiar și punțile termice mici pot duce la creșteri semnificative ale costurilor cu energia, în special iarna.

Confort redus:

- Punțile termice creează zone cu suprafețe reci care pot provoca disconfort și curenți de aer în încăperi.

Probleme de mucegai și umiditate:

- Suprafețele reci au tendința de a condensa umezeala, care poate duce la formarea mucegaiului și, în cele din urmă, la deteriorarea structurii.

### Cât de semnificativ poate fi efectul punților termice?

Deși punțile termice reprezintă doar o mică parte din suprafața unei clădiri, ele pot fi responsabile pentru 20-30% din totalul pierderilor de căldură.

Standardele Casei Pasive acordă o atenție deosebită punților termice pentru a minimiza pierderile de energie.

### Cum să reducem efectele punților termice?

#### Soluții de proiectare

- Evitați structurile exterioare care se extind din interior spre exterior (de exemplu, balcoane).
- Utilizați straturi continue de izolație, fără goluri.

#### Selectarea materialelor

- Utilizați materiale cu conductivitate termică redusă (de exemplu, polistiren, vată minerală).
- Continuați stratul de izolație prin toate rosturile structurii.

#### Soluții structurale

- Izolați fundațiile și pereții fără întrerupere.
- Instalați ramele ușilor și ferestrelor astfel încât izolația să acopere părțile laterale ale ramei.

#### Calitatea instalării

- Asigurați-vă că lucrările de instalare sunt atente pentru a evita scurgerile.
- Folosiți benzi de etanșare și mastic la îmbinări.

### Cerințe Passive House privind punțile termice

În standardul Passive House, influența punților termice trebuie redusă la minimum:

Coeficientul punții termice ( $\psi$ ) trebuie să fie cât mai aproape de zero.

Proiectarea caselor pasive utilizează simulări și calcule specifice pentru a identifica și elimina potențialele surse de punți termice.

Reducerea punților termice este un aspect esențial al proiectării caselor pasive. Evitarea acestora nu numai că reduce costurile cu energia, dar crește și confortul, protejează structurile de umiditate și prelungeste durata de viață a clădirii. Soluțiile corecte de proiectare, materiale și instalare sunt esențiale pentru succes.

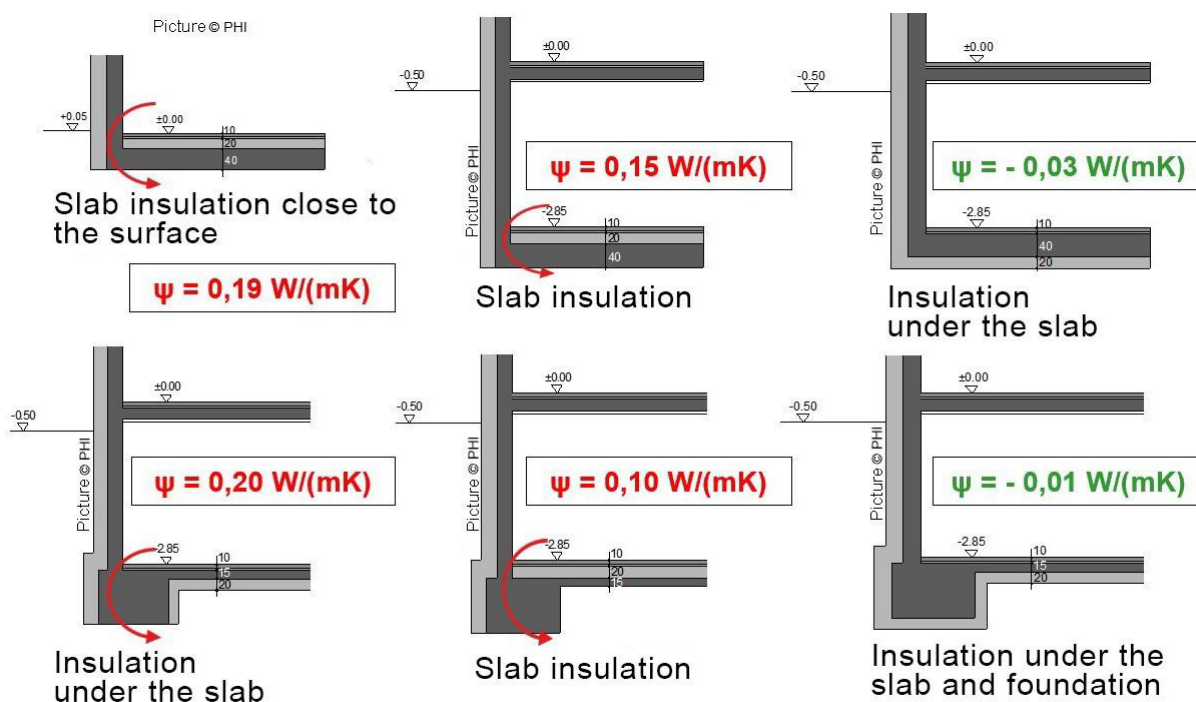
#### 5.3.4.2. Soluții structurale

Prevenirea punților termice este o parte esențială a proiectării și construcției eficiente a clădirilor, în special în cazul caselor pasive. Soluțiile de proiectare selectate corespunzător pot reduce

pierdere de căldură, îmbunătățirea eficienței energetice, prevenirea acumulării de umiditate și creșterea confortului general al locuinței.

### Fundații și podele

- Izolație sub pardoseli: utilizați plăci izolante de înaltă densitate (de exemplu, XPS sau PIR) sub planșeele de pardoseală și fundații pentru a preveni transferul de căldură prin sol.
- Blocuri termoizolante pentru fundații: instalați blocuri termoizolante în zonele de tranziție dintre fundații și pereți pentru a reduce transferul de căldură.
- Continuitatea izolației este esențială: izolația trebuie să acopere fundația și marginile podelei pentru a evita întreruperile între straturile de izolație.



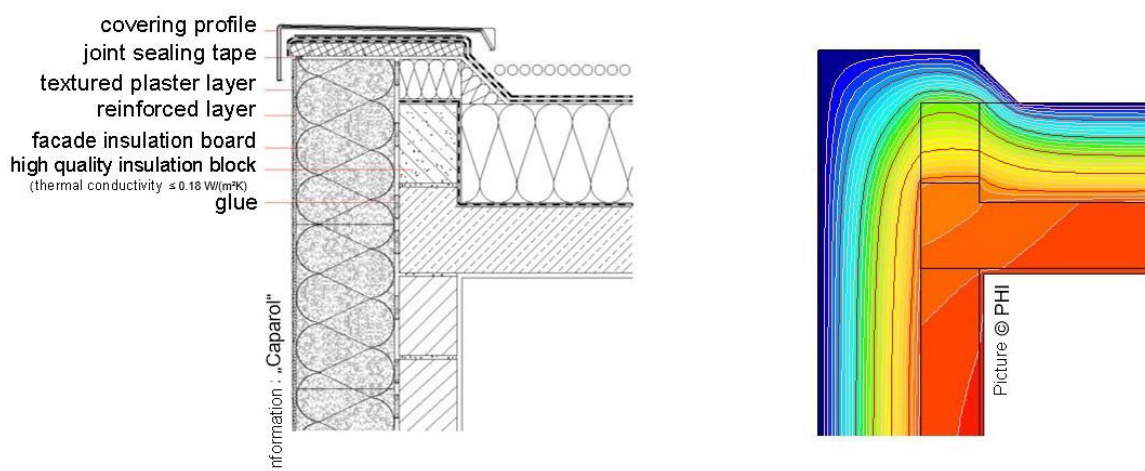
**Construction without thermal bridges:  $\psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$**

Figura 15 Soluții structurale cu și fără punți termice.

### Pereții și conexiunile lor

- Un singur strat de izolație: asigurați-vă că izolația acoperă întreaga suprafață exterioară a clădirii, inclusiv colțurile și rosturile, fără întrerupere.
- Izolarea rosturilor pereților și tavanelor: evitați colțurile deschise ale structurilor; utilizați straturi de izolație exterioară care se întind pe toate rosturile.
- Structuri cu mai multe straturi: utilizați straturi de izolație exterioară cu membrane de difuzie adecvate pentru a asigura reducerea conductivității termice și eliminarea umidității.

## Solid construction - roof parapet with insulation block



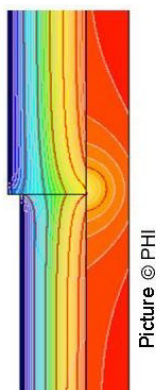
$$\Psi = -0,007 \text{ W/(mK)}$$

Fig. nr. 16 Ansamblu parapet de acoperiș fără punte termică.

### Ferestre și uși

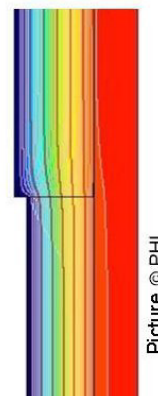
- Instalarea ferestrelor în stratul izolator: ferestrele trebuie instalate în stratul izolator exterior pentru a preveni pierderile de căldură prin cadrele ferestrelor.
- Utilizarea benzilor de etanșare: instalați benzi de etanșare speciale între cadrele ferestrelor/ușilor și pereți pentru a preveni scurgerile de aer și căldură.
- Ferestre cu valoare U scăzută: utilizați geamuri triple cu rame cu conductivitate termică scăzută.

aluminium  
profile at the  
ground floor



$$\psi = 0,23 \text{ W/(mK)}$$

plastic profile  
at the ground  
floor



$$\psi = 0,001 \text{ W/(mK)}$$

Figura 17 Punte termică cu diferite materiale.

#### Balcoane și alte structuri exterioare

- Îmbinări termoizolante: panourile de balcon ar trebui să fie separate de clădire prin îmbinări termoizolante care reduc pierderile de căldură.
- Elemente structurale separate: acolo unde este posibil, balcoanele ar trebui să fie construite separat de clădire pentru a evita transferul de căldură.

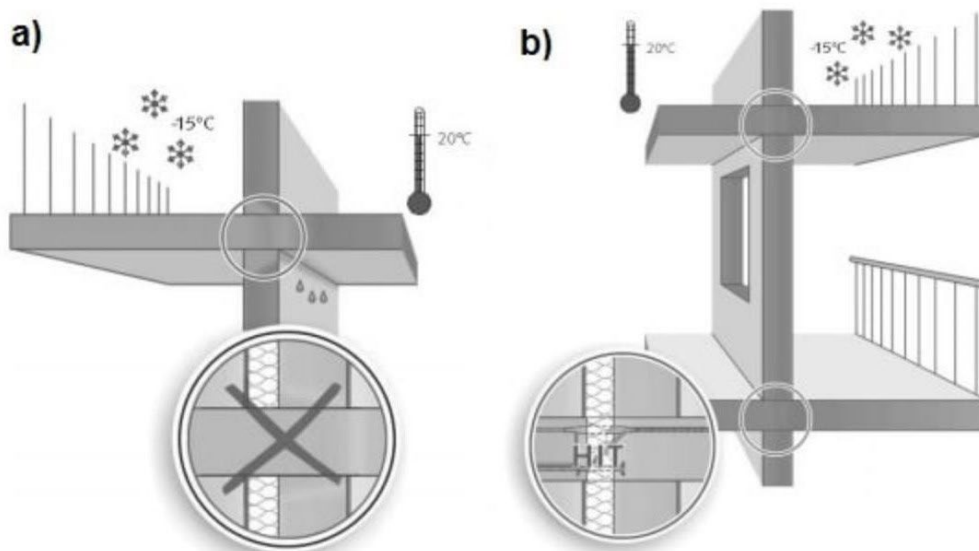


Figura 18 Soluție de instalare a panourilor de balcon fără punte termică.

### Acoperișuri și suprapuneri

- Izolație termică la îmbinările acoperișului: izolația acoperișului trebuie să fie continuă și să acopere întreaga îmbinare dintre pereți și acoperiș.
- Evitarea pierderilor de căldură prin coamă: coamele acoperișului trebuie să fie izolate în mod corespunzător cu ajutorul plăcilor izolante sigilate sau al izolației prin pulverizare.

### Tranziții pentru conducte și sisteme de instalații

- Penetrări etanșate: utilizați dispozitive speciale de etanșare pentru penetrarea conductelor și cablurilor prin pereți, pardoseli sau acoperișuri.
- Izolarea conductelor: conductele de încălzire și răcire trebuie să fie izolate chiar și în structurile interne pentru a reduce pierderile de căldură.

### Materiale utilizate

- Materiale izolante: utilizați materiale cu conductivitate termică scăzută, cum ar fi poliuretanul (PUR), polistirenul extrudat (XPS) sau vata minerală.
- Blocuri termoizolante: încorporați blocuri termoizolante în îmbinările structurale pentru a reduce transferul de căldură.
- Membrane de difuzie: membranele protejează împotriva umidității, dar permit vaporilor să iasă.

### Asigurarea etanșeității la aer

- Folii de barieră de vapor: instalarea corectă a barierelor de vapor pentru a asigura etanșeitățile la aer și controlul umidității.
- Benzi de etanșare și masticuri: utilizați materiale de etanșare la toate îmbinările pentru a elimina fisurile și scurgerile de aer.

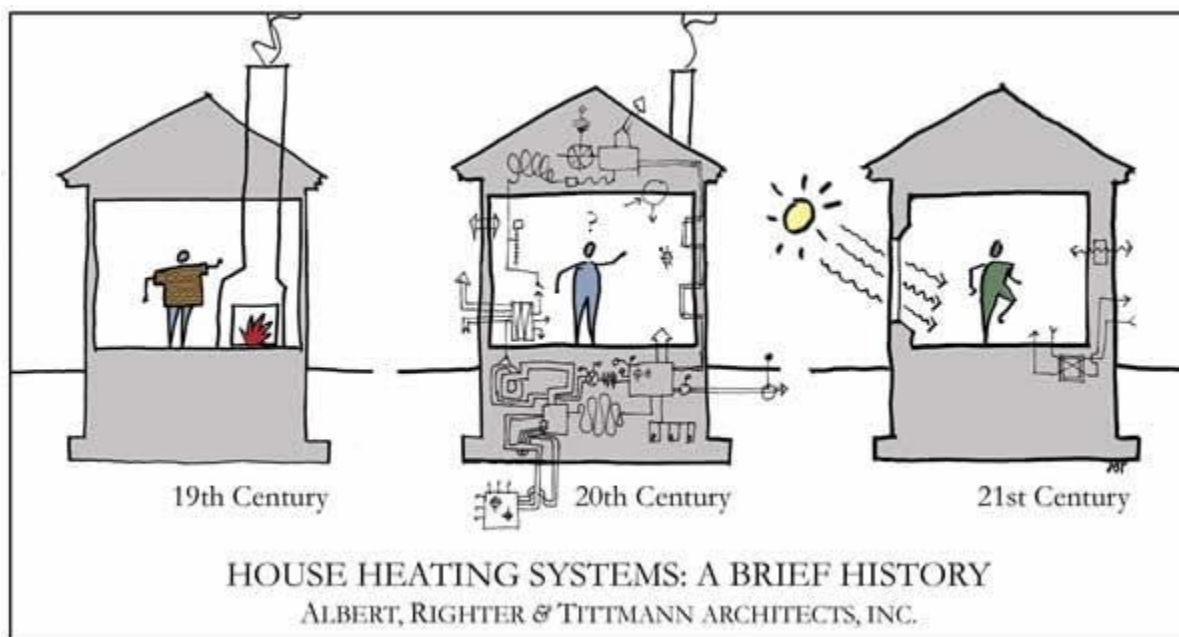
Soluțiile structurale de prevenire a punților termice sunt o parte esențială a construcției de case pasive. Materialele corect selectate, metodele de proiectare și instalarea atentă pot minimiza pierderile de energie, pot îmbunătăți confortul și pot asigura longevitatea clădirii.

### Rezumarea beneficiilor casei pasive

O casă eficientă din punct de vedere energetic are numeroase beneficii de mediu, economice și sociale. De asemenea, există, fără îndoială, o serie de beneficii pentru ocupanții casei pasive în sine.

- Comparativ cu alte tipuri similare de clădiri eficiente energetic, o casă pasivă este mult mai durabilă și necesită mai puțină întreținere.

- Calitate de viață și confort sporite.
- Reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> - O casă de dimensiuni medii emite până la 6.000 kg de CO<sub>2</sub> pe an. Locuința într-o casă pasivă de aceleași dimensiuni reduce poluarea atmosferică cu până la 2.100 kg CO<sub>2</sub> pe an.
- Reducerea zgomotului - Învelișurile mai groase și bine izolate oferă o protecție mai bună împotriva zgomotului exterior, ceea ce înseamnă pur și simplu camere mai liniștite și o relaxare mai bună în zonele apropiate de zonele cu zgomot.
- Confort termic (inclusiv vara).
- O mai bună calitate a aerului interior. Aer proaspăt, curat.
- umiditate și temperatură constante.
- Întreținere mai ușoară.
- Costuri reduse de încălzire - O casă pasivă economisește cel puțin 75% din energia necesară pentru încălzire pe an.
- Costuri de funcționare reduse.
- Valoare de construcție mai mare și stabilă - Prețul de vânzare al unei case eficiente din punct de vedere energetic va fi cu până la 30% mai mare decât cel al unei case convenționale.
- Libertatea de proiectare.
- Mai puține echipamente tehnice.
- Mai puțină dependență de resursele energetice importate.



## Referințe

Figura imagine prima pagina [https://passiv.de/en/02\\_informations/02\\_passive-house-requirements/02\\_passive-house-requirements.htm](https://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm)

Figura 8 <https://i1.wp.com/www.aterma.lt/wp-content/uploads/2019/05/dumai.jpg>

Figura 10 <https://smartair.lt/rekuperatoriaus-balansavimas>

Figura 11 <http://www.manevras.lt/index.php?id=39&print=1>

Figura 13 <https://www.komfovent.lt/lt/atsisiuntimai>

Figura 14 <https://www.komfovent.lt/lt/atsisiuntimai>

Figura 18 <https://denia.lt/balkonai-be-salcio-tiltelio-halfen-konstrukciniai-sprendiniai/>

### Lectură recomandată:

"Casa pasivă: Fundamente, proiectare, construcție" (Jürgen Schnieders).

"Passive House Design" (Emma Walshaw).

### Linkuri utile:

*Institutul Passivhaus:* [www.passiv.de](http://www.passiv.de)

*Asociația internațională a caselor pasive:* [www.passivehouse-international.org](http://www.passivehouse-international.org)

<https://smartair.lt/rekuperatoriaus-balansavimas>

<https://i1.wp.com/www.aterma.lt/wp-content/uploads/2019/05/dumai.jpg>

<http://www.manevras.lt/index.php?id=39&print=1>

<https://www.komfovent.lt/lt/atsisiuntimai>

### Instrumente utile:

PHPP (Passive House Planning Package) - software de calcul energetic pentru case pasive.

## 6 - Livrabile

Pentru a evalua succesul aplicației, se recomandă ca studenții să răspundă la un chestionar online.

## 7- Ce am învățat

Cunoștințe de bază despre casele pasive.

Diverse soluții pasive și active aplicate în clădire pentru a atinge standardele casei pasive.