



## Interreg-IPA Cross-border Cooperation Romania-Serbia Programme

# Eficiența energetică în clădiri

Viorel UNGUREANU



Smart And Sustainable  
Energy Consumption  
SASEC

Annual Conference

Timisoara  
23.02.2021



ICER™



CIA.CLIM  
Clădiri Inteligente adaptabile la  
efectele schimbărilor climatice



- Începând cu sfârșitul secolului XX suntem martorii unor modificări ale tiparelor climatice ce au grave consecințe asupra mediului natural și al celui antropic.

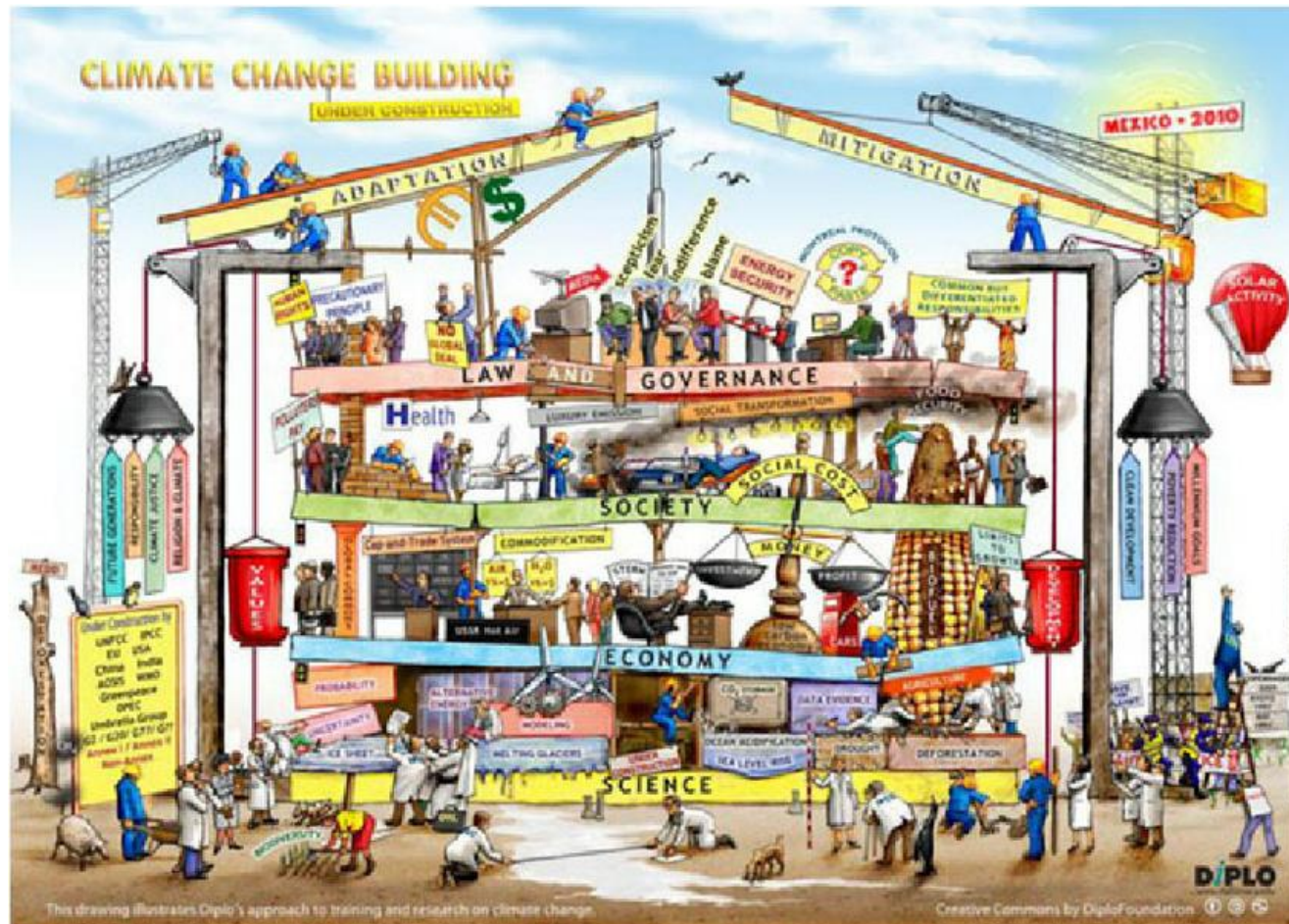


- Este general acceptată ideea că principala cauză a schimbărilor climatice este emisia nelimitată a **gazelor cu efect de seră** (CO<sub>2</sub>, metan, ozon etc.) în atmosferă, iar arderea combustibililor fosili este cea mai importantă sursă. De asemenea, **emisia de CO<sub>2</sub>** este principala cauză a creșterii temperaturii atmosferei Pământului și că eșecul în a controla aceste emisii ar putea avea efecte dezastruoase pentru omenire.





- În ceea ce privește relația dintre clădiri și schimbările climatice, se poate afirma că aceasta este una complexă, cu o caracteristică puternic sinergică.





## Impactul datorat construcțiilor:

*“În Europa, sectorul construcțiilor este responsabil pentru: cca. **50%** din utilizarea resurselor, **40%** din totalul consumului de energie, **25%** din deșeurile produse și pentru **36%** din emisiile de CO<sub>2</sub>”*

Vision 2030 & Strategic Research Agenda - Focus Area Cities and Buildings“



*“Mai mult de **50%** din totalul materialelor extrase din pământ sunt transformate in materiale si produse pentru construcții”*

Report of the taskforce on sustainable construction, Lead Market Initiative

*“Aproximativ **45%** din energia mondială generată este folosită pentru a permite funcționarea și întreținerea clădirilor și **5%** pentru construcția acestora”*

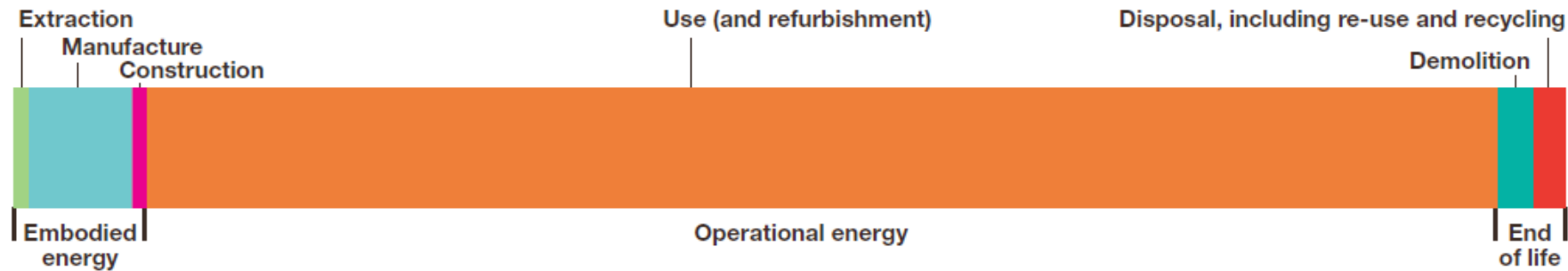
The Chartered Institute of Building, UK





Aproape **80%** din timp îl petrecem în clădiri, fie că suntem la serviciu, acasă, la cumpărături sau instituții publice, siguranța și sănătatea clădirilor având un foarte mare impact asupra populației.

**80%** din costurile pe întreaga durată de viață a unei clădiri sunt în perioada de utilizare.



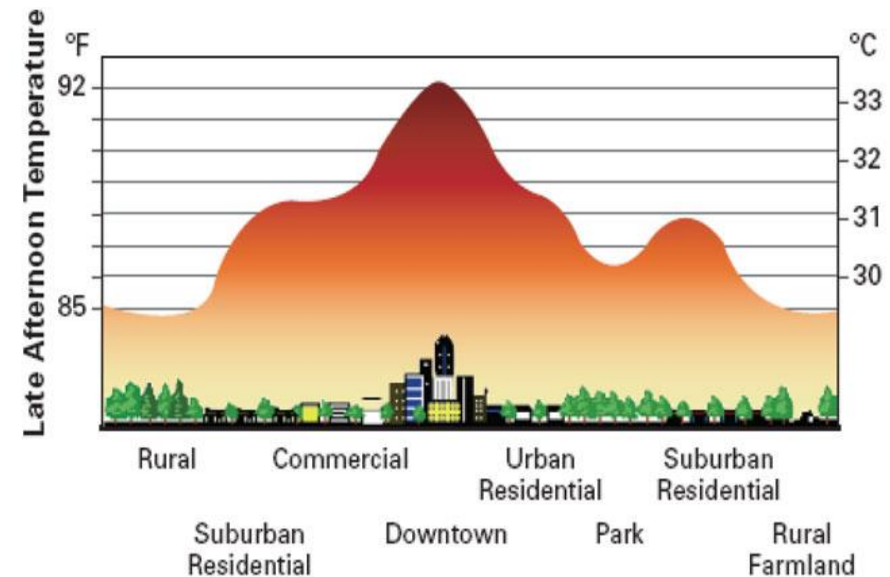
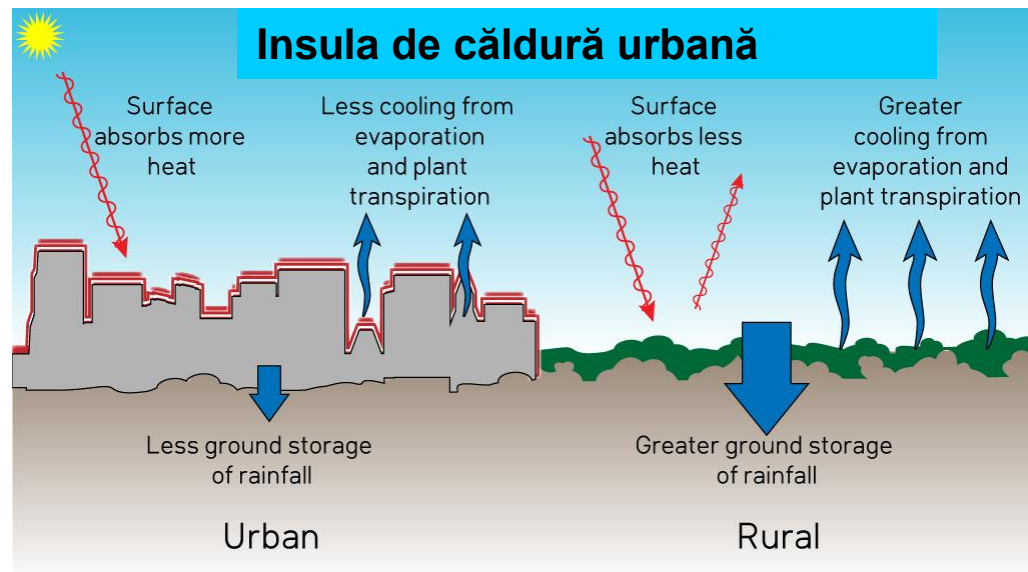
Distribuția consumului de energie pentru o clădire de birouri pe o durată de viață de 60 de ani  
*Sustainable steel construction, Corus 2006*

⇒ Clădirile sunt unul dintre cei mai mari poluatori atât în faza de construcție, dar mai ales în cea de utilizare

În cadrul Conferinței Părților de la Paris (COP21 - Acordul de la Paris), s-a stabilit că trebuie să se depună eforturi de limitare a încălzirii globale la 2°C până la finalul secolului!



- ⇒ impactul schimbărilor climatice asupra clădirilor nu poate fi ignorat, manifestându-se atât la nivel structural, cât și direct, afectând comportamentul utilizatorilor, prin asigurarea unei calități corespunzătoare a mediului interior (calitatea aerului, confort termic, confort acustic ...);
- ⇒ impactul schimbărilor climatice asupra comportamentului utilizatorilor clădirilor se manifestă în special prin creșterea temperaturilor pe timp de vară și, prin urmare, dificultatea realizării condițiilor de confort fără consum suplimentar de energie;



- ⇒ în cele mai multe cazuri, măsurile de reducere a consumului de energie, gestionate în mod corespunzător, contribuie în mod pozitiv la răspunsul clădirilor în ceea ce privește schimbările climatice.

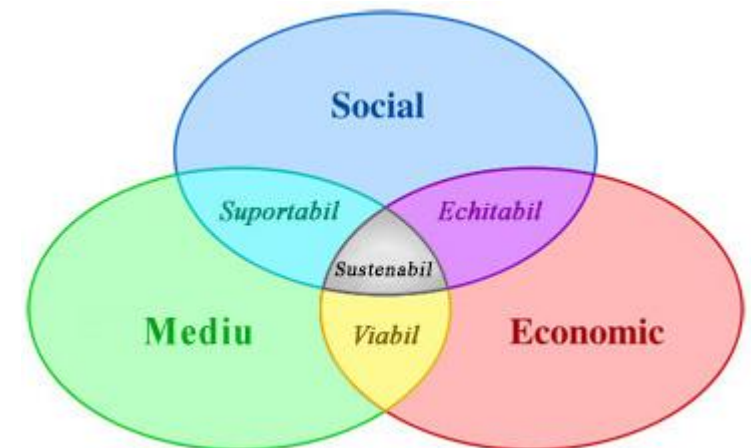


*Dezvoltarea durabilă* – definită ca “dezvoltarea care satisface toate necesitățile prezentului fără a pune în pericol capacitatea generațiilor viitoare de a și le satisface pe ale lor.”

*Brundtland report (1987)*

Conceptul de dezvoltare durabilă implică următoarele principii:

- Utilizarea eficientă și limitată a resurselor neregenerabile, combustibili fosili și materii prime;
- Extinderea utilizării resurselor regenerabile de energie, în special cele de energie curată;
- Minimizarea efectelor nocive la limita capacității de rezistență a mediului natural, precum și a riscurilor privind sănătatea umană și a biodiversității, crearea unei economii sănătoase, care oferă o calitate a vieții, protejând în aceleași timp oamenii și mediul înconjurător.



Cei trei piloni ai dezvoltării durabile



## Contextul sectorului de construcții

- Metodologia tradițională de construcție conduce la o dispută care include două condiții oarecum în contradicție:
  - Îndeplinirea cerințelor de proiectare referitoare la siguranță și funcționalitate;
  - Realizarea unei structuri economice.
  
- În spiritul acestui raționament, criteriul care guvernează proiectarea obiectivului devine **pur economic**.





Construcția lucrează ca un tot unitar și trebuie să îndeplinească cerințele destinației alese, ținând cont de sănătatea și siguranța oamenilor care iau parte la întreg ciclul său de viața.

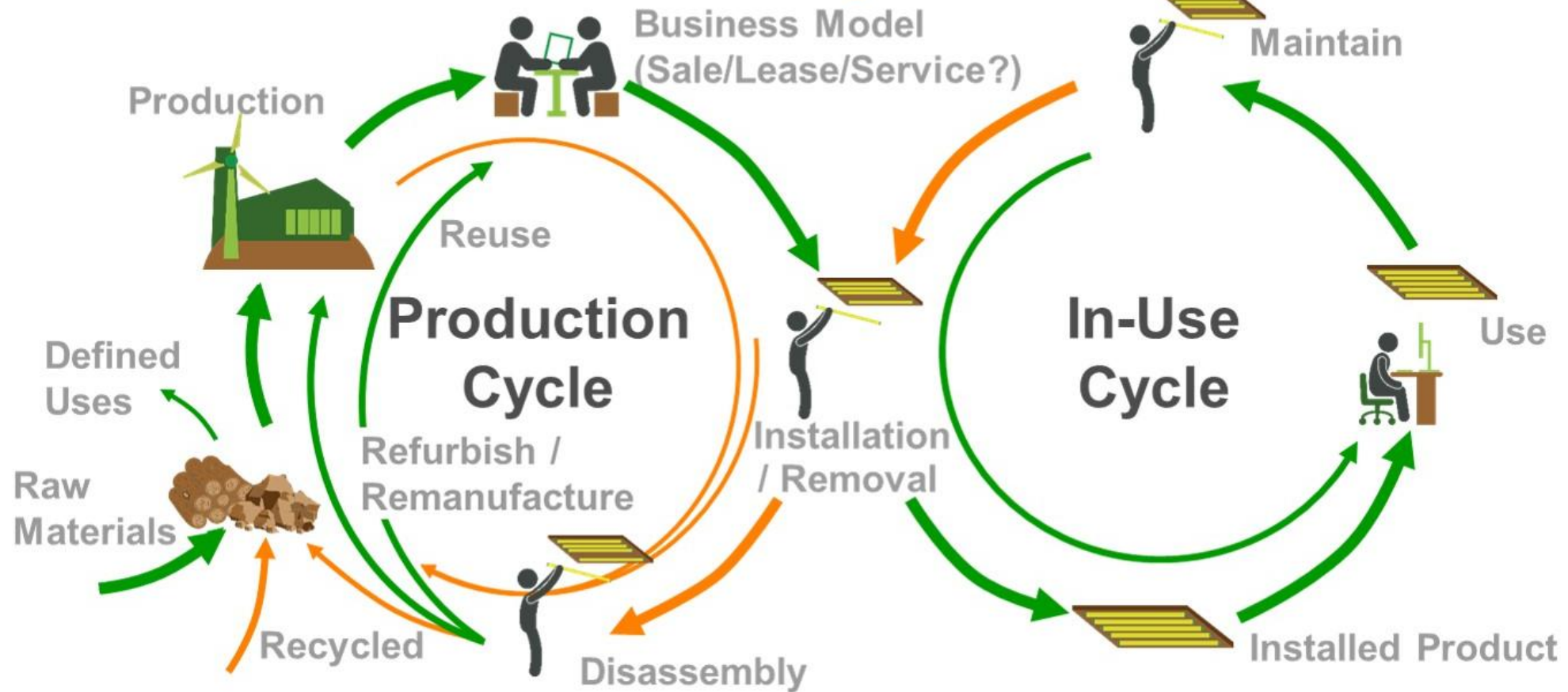
Principiile proiectării durabile a clădirilor implică:

- Siguranță structurală – *rezistență, stabilitate, robustețe*
- Siguranță la foc
- Estetică și funcționalitate
- Igienă, sănătate și mediul înconjurător
- Siguranță și accesibilitate în perioada de utilizare
- Protecție împotriva zgomotului
- **Reducerea consumului de energie – eficiența energetică**
- Utilizarea eficientă a resurselor naturale (materiale non-toxice, dar și produse durabile, materiale reciclate sau reciclabile care necesită consum mic de energie în prelucrare)
- Reutilizare și reciclare
- Aplicarea managementului resurselor regenerabile.





## Construction Circular Economy Model





## Eficiența energetică în clădiri

Clădirile eficiente din punct de vedere energetic (construcții noi sau clădiri existente renovate) pot fi definite ca și clădiri proiectate care să asigure o reducere semnificativă a necesităților energetice pentru încălzire și răcire, independent de energie și de echipamentele care vor fi alese pentru încălzirea sau răcirea clădirii.

adică pentru a **răspunde necesităților de utilizare normală** a clădirii (în principal: încălzirea, preparare ACM, răcirea, ventilarea și iluminatul).

Conform *Centrul Național pentru Tehnologii în Construcții și Managementul Energiei din SUA*, o clădire într-adevăr de înaltă performanță îmbină armonios eficiența energetică și confortul ocupanților.



## Eficiența energetică în clădiri

Acest lucru poate fi realizat prin:

1. arhitectură bioclimatică: forma și orientarea clădirii, protecții solare, sisteme solare pasive;
2. utilizarea unei învelitori de înaltă performanță: izolare corespunzătoare, geamuri și uși performante, construcție etanșă, evitarea punților termice;
3. ventilație controlată de înaltă performanță: mecanică, recuperare de căldură, cu flux dublu...

**!!! Numai atunci când clădirea a fost proiectată pentru a minimiza pierderile de energie, este logic să se discute despre surse de energie regenerabilă și echipamentele de încălzire și răcire!!!**



## Confortul interior

...se reflectă în calitatea:

- ✓ Aerului
- ✓ Termică
- ✓ Acustică
- ✓ Apei
- ✓ Iluminatului natural și artificial

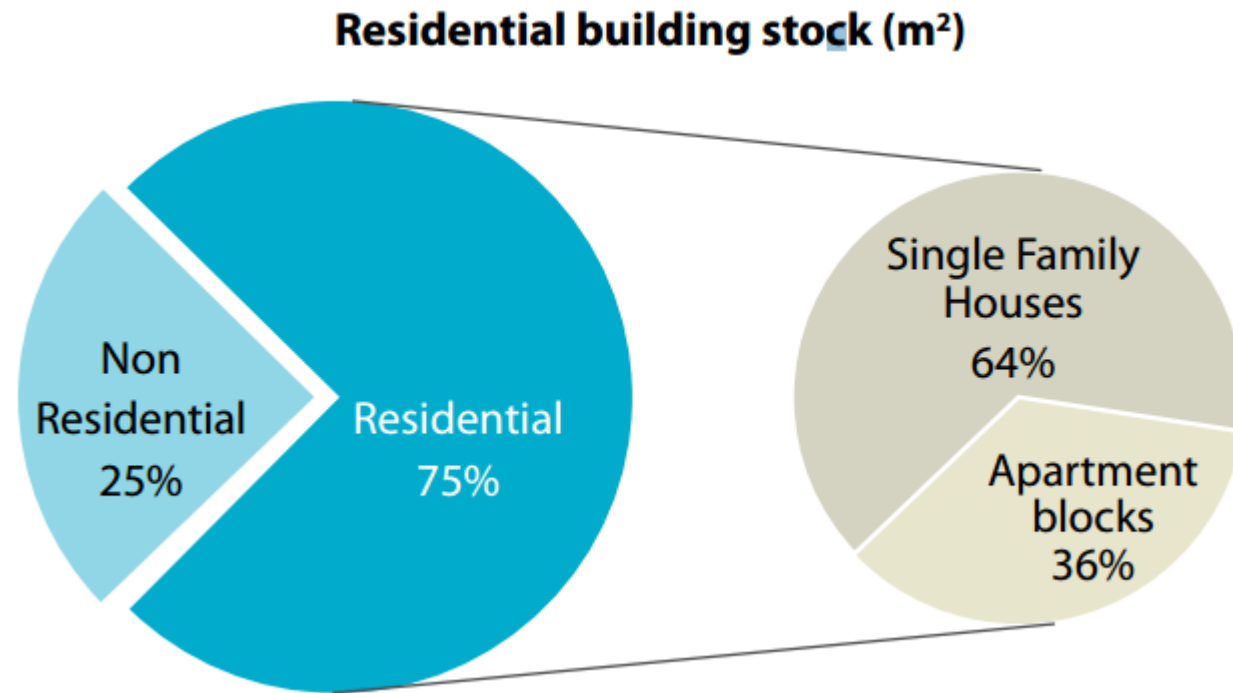
## Influența parametrilor asupra eficienței energetice

- ✓  $\Delta\theta = 1^\circ\text{C}$  poate mări consumul de energie cu aproximativ 7%.
- ✓ 100m<sup>3</sup>/h în plus la o încăpere de 100m<sup>2</sup> poate mări consumul cu aproximativ 27%.

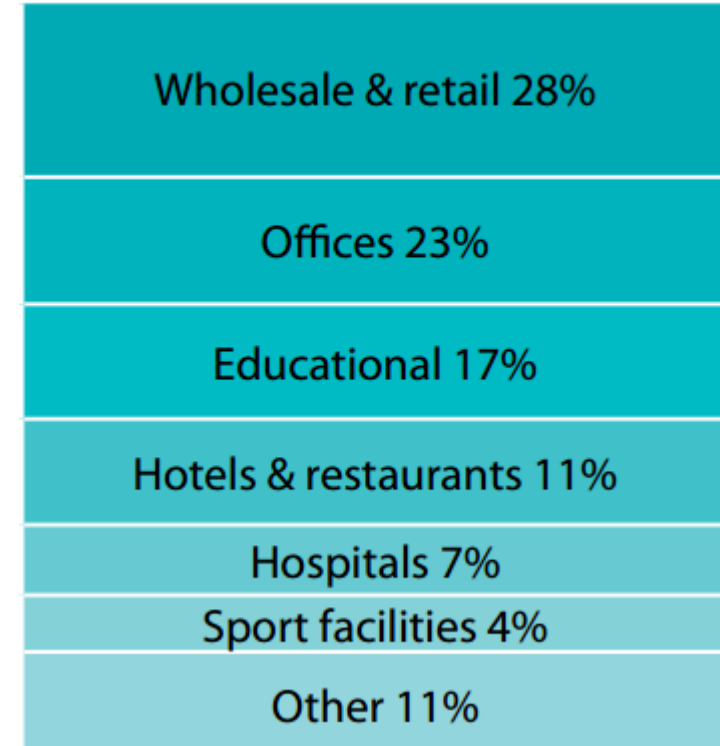




## Stocul clădirilor în Europa



### Non-residential building stock (m<sup>2</sup>)

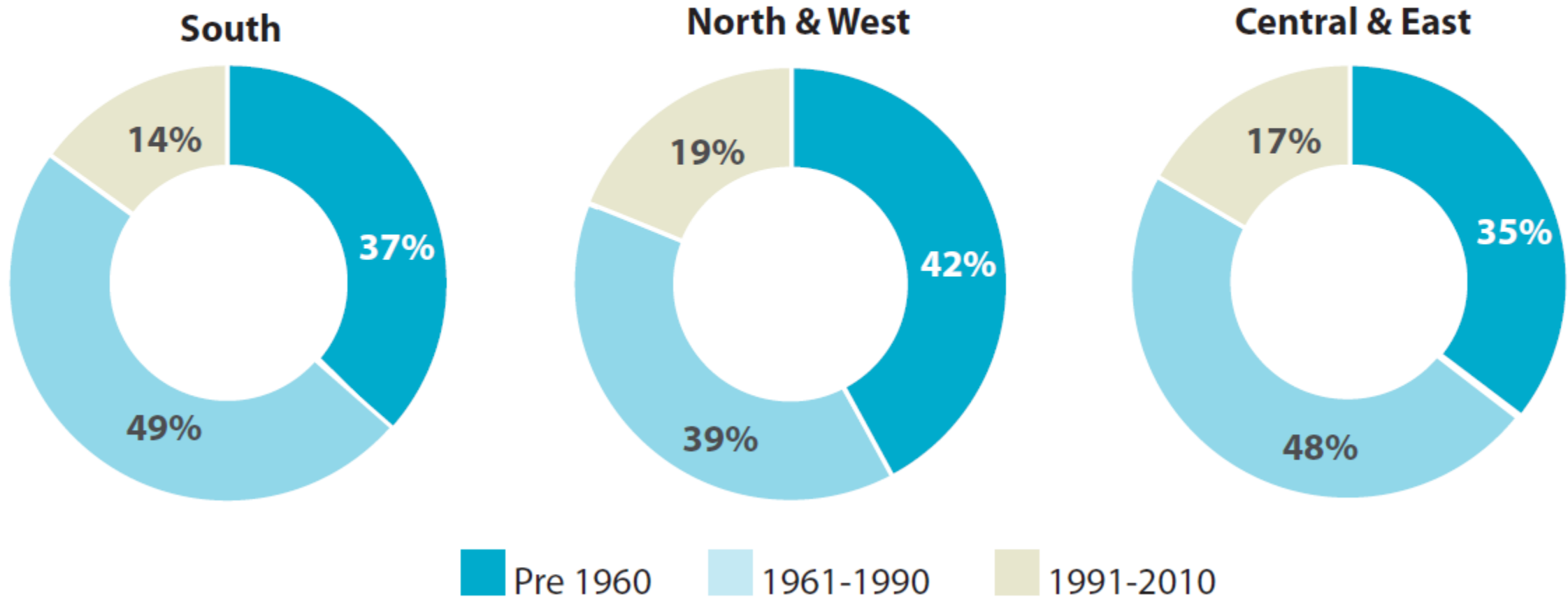


Europe's Buildings Under The Microscope published by the Buildings Performance Institute Europe (BPIE), 2011



## Stocul clădirilor în Europa – funcție de perioada de construcție

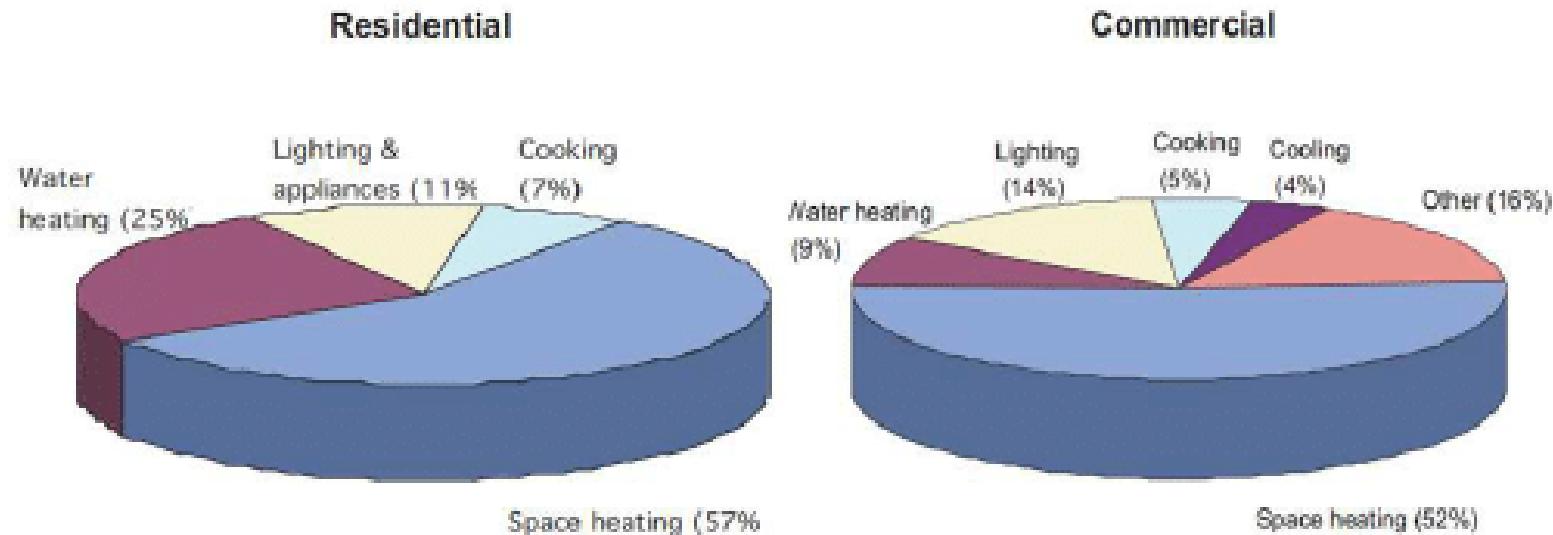
Source: BPIE survey





## Consumul de energie în Europa

Pe perioada duratei de exploatare a unei clădiri se consuma diverse forme de energie pentru a asigura: încălzirea pe timpul iernii, răcirea pe timpul verii (aer condiționat, climatizare), iluminatul, ventilarea artificială, funcționarea diverselor aparate.



*The influence of heat transfer and storage in structural precast building components on indoor environments, Magdalena Hajdukiewicz, Jamie Goggins, CERi 2014*

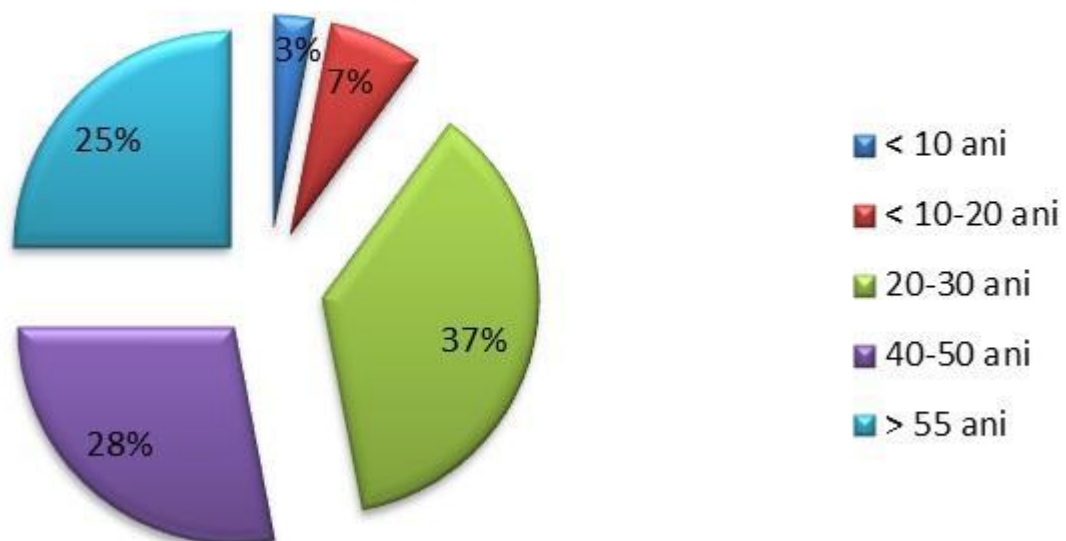
**In Europa, in jur de 60% - 70% din consumul casnic de energie are ca scop asigurarea confortului termic!**



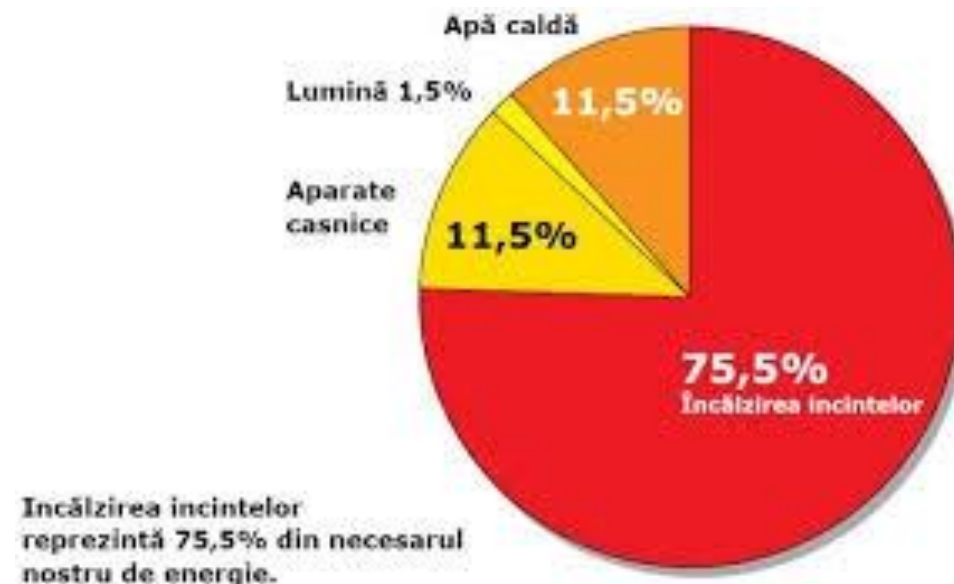
## Vechimea clădirilor în România

Fondul de clădiri: 70% rezidențial; 30% terțiar.

### Structura fondului construit



Sursă: statistică Asociația Inginerilor de Instalații din România (AIIR)

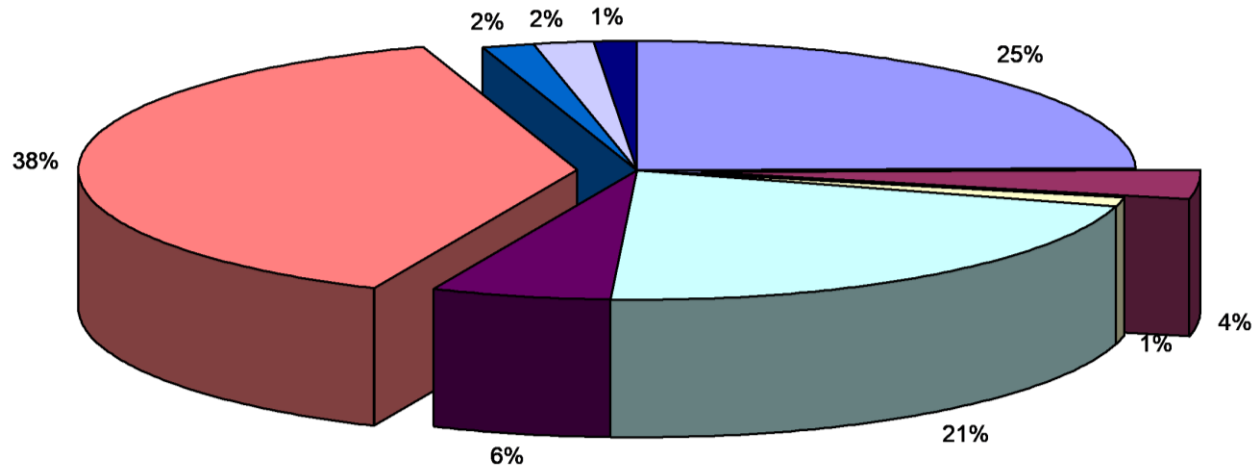


*Ponderile consumurilor de energie pentru o clădire rezidențială situată în România*

[www.isover.ro](http://www.isover.ro)



## Câți bani aruncăm pe fereastră pentru ca nu stim gestiona pierderile de energie?



<https://energy-center.ro/>

- Pereti exteriori
- Perete exterior-Grinda
- Acoperis mansarda
- Ferestre exterioare
- Usi exterioare
- Placa peste subsol neincalzit
- Plafon rigips
- Plafon exterior
- Placa terasa

## Pierderile de energie pe parcursul unui an exprimat in lei







Consumul de energie pentru încălzire este cel mai important din punct de vedere cantitativ și, în condițiile de alimentare cu căldură cele mai utilizate în România, cel mai poluant.

Din acest motiv, reducerea consumului de energie pentru încălzire este cea mai eficientă acțiune care poate fi întreprinsă într-o clădire în scopul diminuării cheltuielilor cu energia. La fel, pentru reducerea impactului asupra mediului, una dintre primele etape care trebuia avute în vedere este cea de minimizare a consumului de energie pentru încălzire.

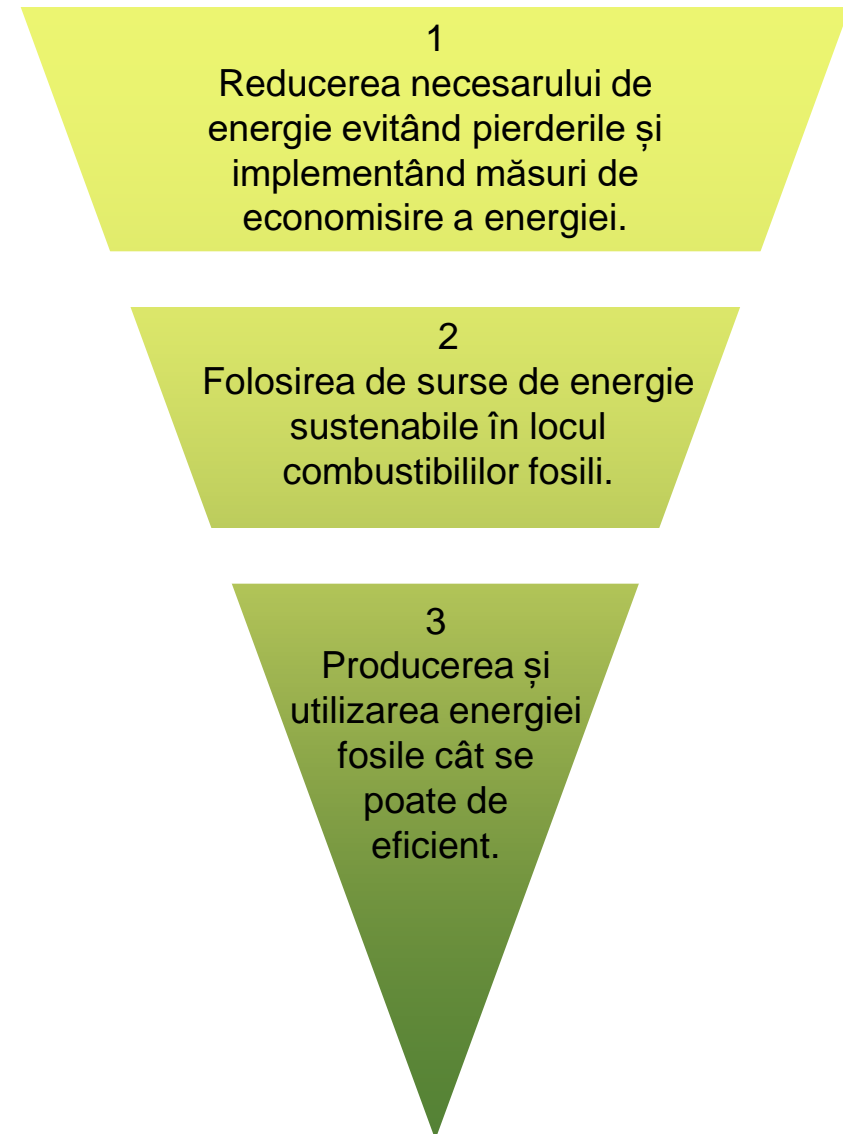
Atunci când se folosesc forme de energie diferite (de exemplu electricitate și gaz) fiecare dintre cantitățile respective trebuie convertite în consum de energie primară, mărime care ține cont de randamentele de producere, transport, distribuție.



Reducerea cea mai eficientă a consumului total de energie este realizată prin respectarea principiului **Trias Energetica**.

Acest principiu arată cum trebuie prioritizate acțiunile de eficientizare:

- mai întâi trebuie reduse consumurile de energie;
- apoi, trebuie asigurate cantitățile de energie necesare pe cât posibil din surse regenerabile;
- la urmă se completează necesarul de energie rămas din sursele fosile cele mai puțin poluante (de exemplu, prin cogenerare).





## Anveloparea clădirii este primul pas pentru îmbunătățirea eficienței energetice

Optim << Bioclimat >> proiectare

1 Efectuarea soluției de izolare



2 Etanșeitate la aer



3



Ventilația



4 Echipamente

5 Energii regenerabile

Beneficii maxime datorate radiațiilor solare

Performanța învelitorii

- prin reducerea pierderilor de căldură
- prin asigurarea confortului în timpul verii

Calitatea aerului

- aer proaspăt și sănătos
- managementul umidității

Echipament optimizat cu un reglaj și control bun

Adaptat la condițiile locale

- Forma și orientarea clădirii
- Orientarea și dimensiunea vitrajelor
- Protecție prin umbră / vânt

Buna izolare a învelitorii :

- pardoseală
- pereți
- acoperiș
- ferestre și uși

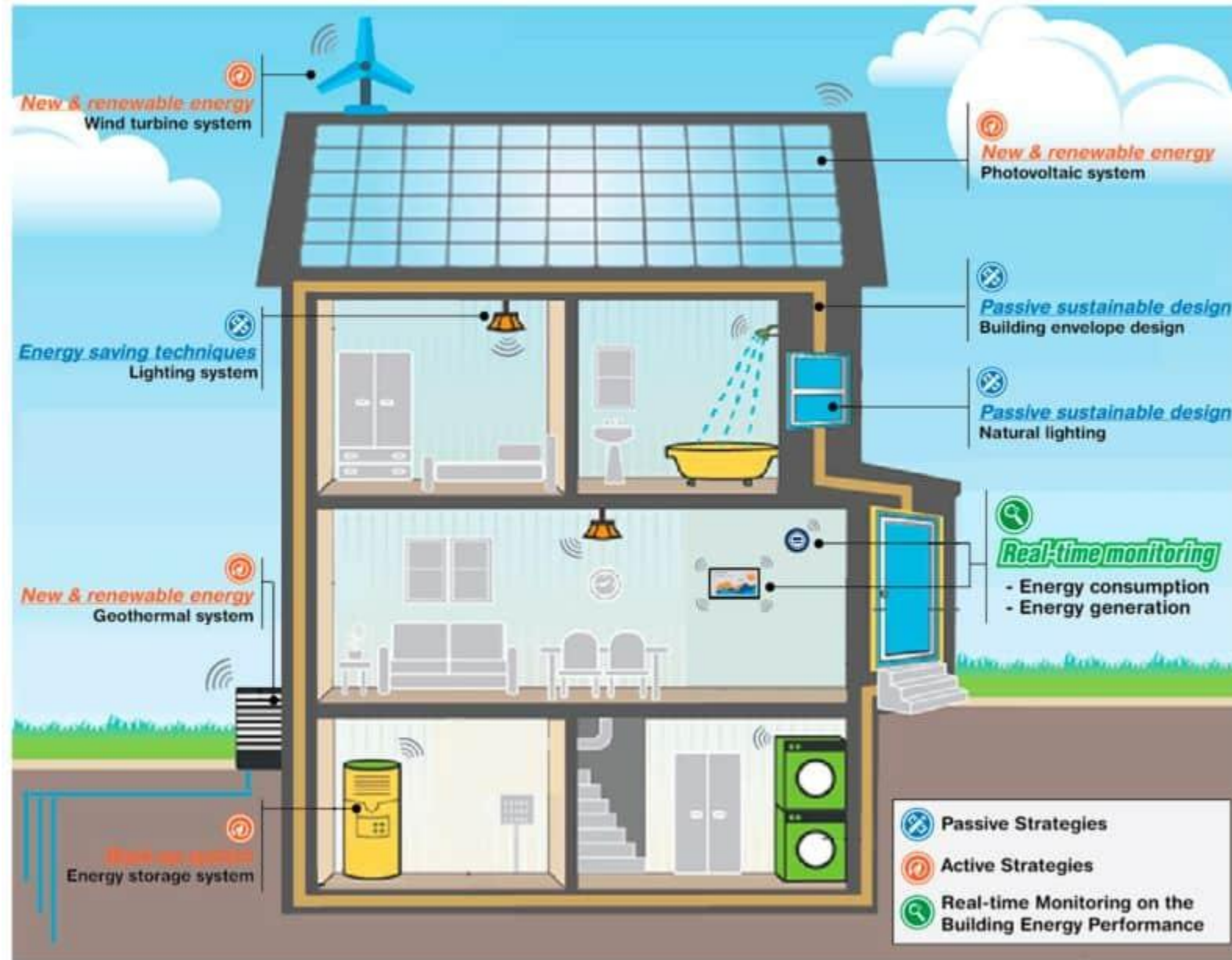
Rezolvarea punților termice

Etanșeitatea la aer (acoperiș, ramele ferestrelor, ușilor ...)

Ventilație (variabilă cu flux dublu ...)  
Schimbător de căldură

Boiler pe gaz cu eficiență ridicată, pompă de căldură, panouri solare pentru apă caldă ...

Panouri fotovoltaice, turbină eoliană, biomasă ...





## **Toate clădirile ce vor fi construite din 2021 trebuie să aibă consum energetic aproape de zero**

În România, la fel ca în toate celelalte state membre ale Uniunii Europene, clădirile pentru care recepția la terminarea lucrărilor se efectuează în baza unei autorizații de construire emise începând cu 31 decembrie 2020 trebuie să respecte standardul nZEB („nearly zero energy building”) - Energy Policy Group (EPG). Adică, trebuie să aibă un consum de energie aproape egal cu zero, asigurat în mare parte din surse regenerabile de energie, dar și printr-un grad ridicat de eficiență energetică.

Prevederile sunt incluse în Legea nr. 101/2020, ce modifică Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor și care transpune Directiva 2018/844/UE din 30 mai 2018 de modificare a Directivei 2010/31/UE privind performanța energetică a clădirilor și a Directivei 2012/27/UE privind eficiența energetică - Energy Policy Group (EPG)





# Clădiri inteligente adaptabile la efectele schimbărilor climatice

*Smart buildings adaptable to the climate change effects*

**CIA\_CLIM**  
**30PCCDI/2018**



*UE fiscați*

Unitatea Executivă pentru  
Finanțarea Învățământului Superior,  
a Cercetării, Dezvoltării și Inovării



# Proiectul CIA\_CLIM

- Domeniul de cercetare: Eficientizarea energetică a clădirilor
- Direcții principale de cercetare:
  - utilizarea fațadelor inteligente, cu transfer termic scăzut și prin eficientizarea energetică inteligentă prin sisteme automatizate și colectoare de energie.
- Obiectiv: clădire inteligentă cu o performanță energetică ridicată și un consum redus de energie.



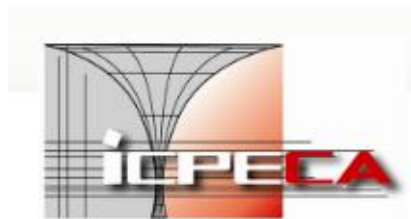
Laboratorul modular mobil  
EXPERIMENTARIUM – randare 3D



## Instituții participante în proiect



Partener 1 – Universitatea  
Tehnică de Construcții  
București



Partener 3 – Institutul Național de  
Cercetare-Dezvoltare pentru  
Inginerie Electrică ICPE-CA București



Coordonator proiect complex  
Universitatea Politehnică Timișoara



**UNIVERSITATEA  
TEHNICĂ**  
DIN CLUJ-NAPOCA

Partener 2 –  
Universitatea Tehnică  
din Cluj-Napoca



Partener 4 - Institutul Național de  
Cercetare-Dezvoltare pentru  
Electrochimie și Materie  
Condensată – INCEMC Timișoara



## Structură proiect CIA\_CLIM

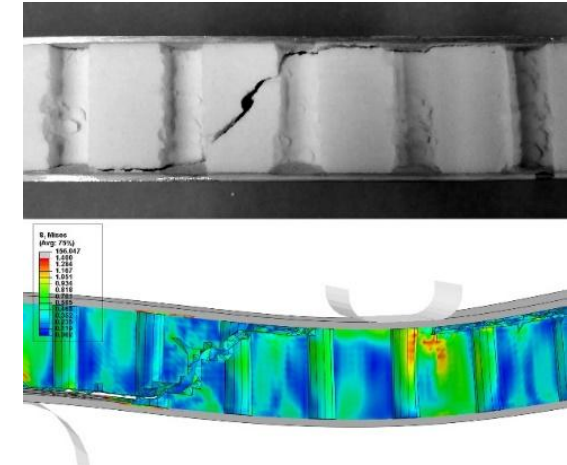
### 4 proiecte componente

Proiectul nr. 1 - Caracterizarea mecanică a materialelor celulare și a structurilor sandwich cu miez din materiale celulare folosite la fațade inteligente:

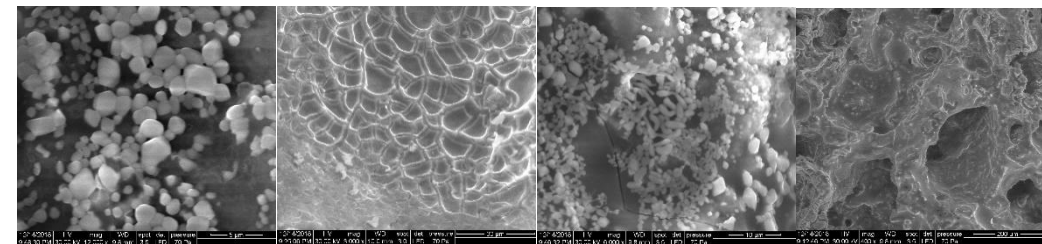
- determinarea proprietăților mecanice și comportarea materialelor celulare folosite ca izolații termice în fațadele inteligente, prin încercări mecanice de compresiune, încovoiere, tenacitate a materialelor celulare.

Proiectul nr. 2 - Materiale utilizate pentru degradarea substanțelor poluante din aer și absorbția redusă/reflexia radiației UV-VIS-IR:

- obținerea, caracterizarea și testarea unor materiale utilizate la fațadele inteligente:
  - sticla celulară obținută din deșeuri de sticlă
  - materiale compozite cu fibre naturale și sintetice cu rezistență mecanică ridicată, caracter ignifug, o bună izolație termică, rezistență la cicluri îngheț/dezghet și expunere la radiația solară
  - materiale cu proprietăți fotocatalitice utilizate pentru degradarea compușilor poluanți din aerul Ambiental
  - materiale cu absorbție redusă/reflexie a radiației UV-VIS-IR.



Cedarea prin forfecare a miezului a unei structuri tip sandwich

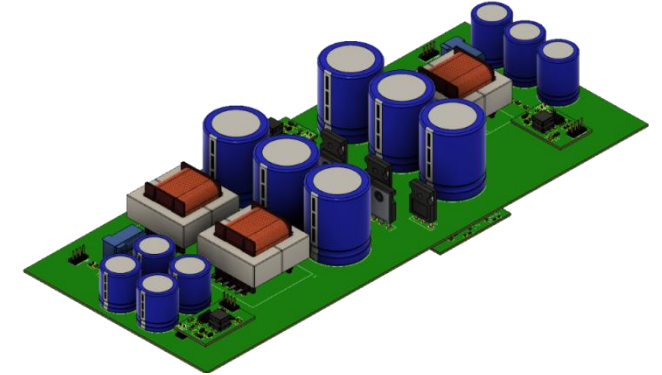


Imagini obținute prin scanare microscopică a sticlei celulare activată cu  $\text{WO}_3$  (primele două imagini) și  $\text{TiO}_2$  (ultimele două imagini)



Proiectul nr. 3 - Managementul conversiei și stocării energiei folosind tehnologii de tip „smart grid”:

- implementare a distribuției energiei electrice în curent continuu, la nivel unor consumatori casnici sau în comunitatea apropiată (smart-grid), cu integrarea unor surse regenerabile de energie, cu finalizare pe o platformă experimentală.



Prototip al Condensatorului hibrid cu conversie bidirecțională

Proiectul nr. 4 - Fațade inteligente în contextul schimbărilor climatice:

- implementează rezultatele acumulate în proiectele 1-3 printr-o aplicație demonstrativă de tip laborator modular mobil – EXPERIMENTARIUM, într-o abordare holistică ce implică diverse strategii și criterii în ceea ce privește dezvoltarea durabilă precum eficiența resurselor, eficiența costurilor, eficiența materialelor, proiectarea conștientă de mediu, folosirea elementelor reutilizabile / reciclabile.



Laboratorul modular mobil în timpul fazei de construcție





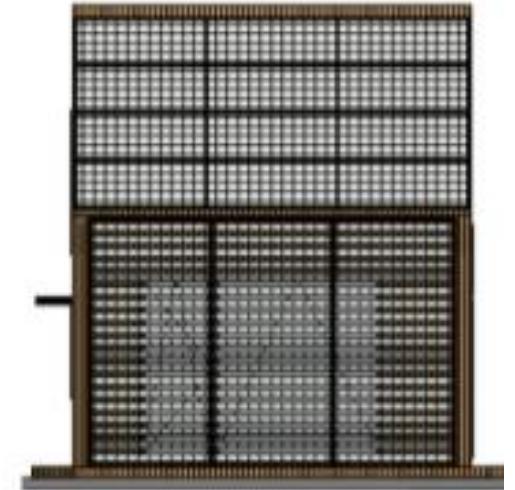
# Laboratorul modular EXPERIMENTARIUM

Dimensiuni:

- Lungime: 5m
- Lățime: 5m
- Înălțime: la coamă 6.95 m, la streășină: 3.80 m (fațada sudică), 6.10 m (fațada nordică)

Structură: profile metalice ușoare formate la rece

- două niveluri
- suprafețe vitrate pe fațadele cu expunere estică, sudică și vestică
- acoperiș înclinat, capabil să beneficieze și să folosească în mod optim soarele atât pentru lumina naturală, cât și pentru panourile fotovoltaice.



Laboratorul modular mobil  
EXPERIMENTARIUM – randare 3D  
a fațadei sudice



Etape în construcția structurii de rezistență cu profile metalice formate la rece





# Laboratorul modular EXPERIMENTARIUM

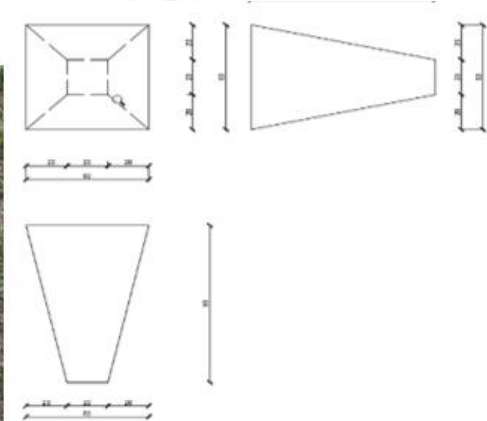
- Fundații prefabricate cu instalare rapidă (100% recuperabile);
- Termoizolație produsă din fibre de poliester obținute din reciclarea și prelucrarea sticlelor PET utilizate;
- Perete cortină de sticlă 3.56x2.73 m (sticlă triplustratificată, coeficient de transfer termic 0,74 W/m<sup>2</sup>K);
- Surse de iluminat LED
- Sistem lamelar fotovoltaic de umbrire exterioară (orientat dinamic, după soare) care asigură răcirea pasivă pentru primul nivel al laboratorului – urmează să fie instalat în lunile următoare

- Panouri fotovoltaice policristaline (12 buc.) de 250 W  
(1269 kWh/an – estimat)

- Turbină eoliană 1 kWh  
– urmează să fie instalată în lunile următoare



Fundații prefabricate cu instalare rapidă





## Laboratorul modular EXPERIMENTARIUM

Experimentarium include un sistem de monitorizare și de management al energiei (distribuția de energie electrică implementată este o rețea de curent continuu (DC) și este similară cu o „nano-rețea inteligentă” = „smart nano-grid” (SN):

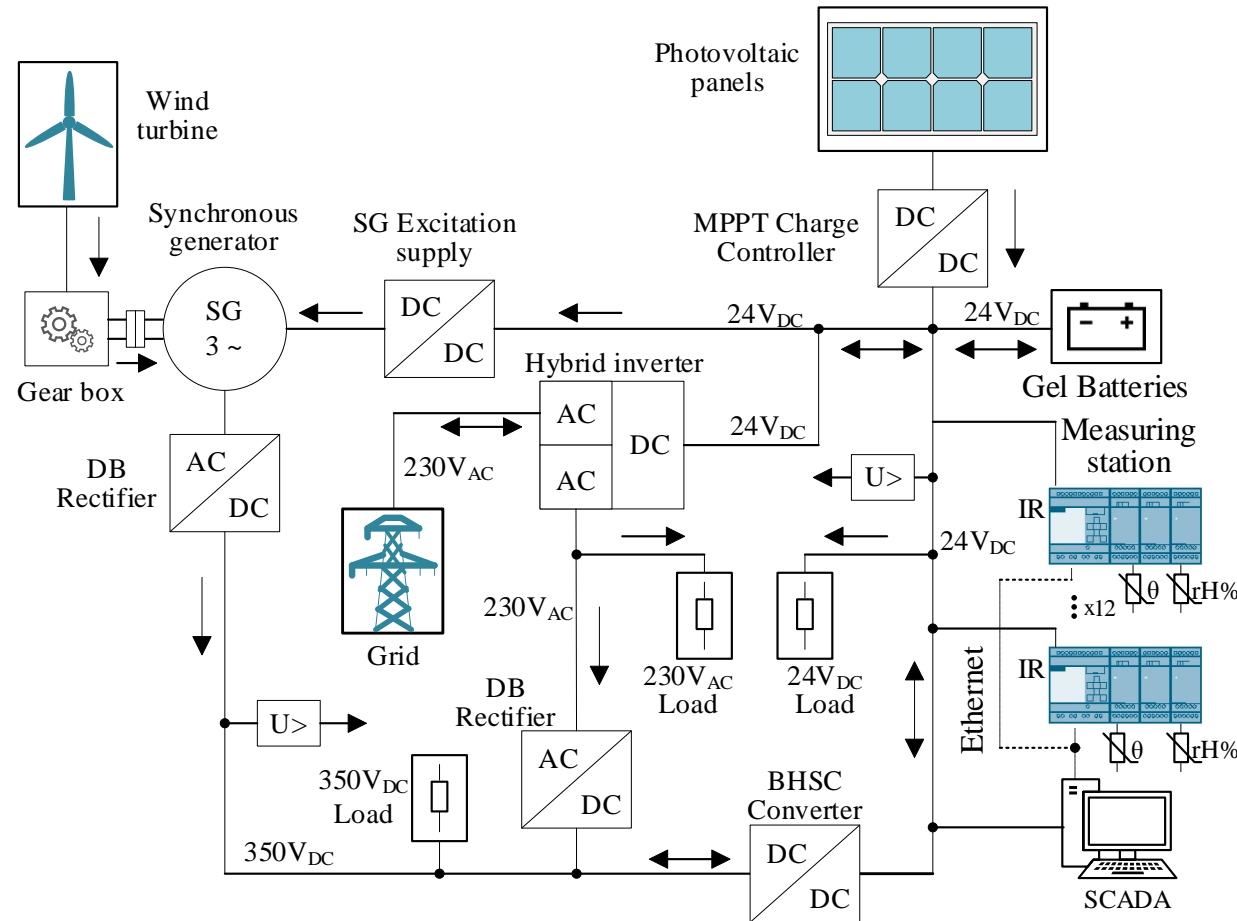
- ✓ Două tipuri de surse de energie regenerabilă (solară și eoliană)
- ✓ Elemente pentru conversia și stocarea energiei electrice
- ✓ Controlul distribuției și managementul energiei printr-un sistem SCADA.



Laboratorul modular mobil în timpul fazei de construcție

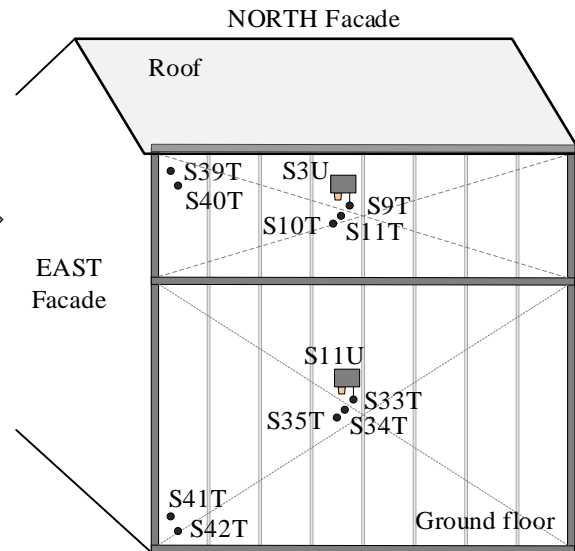
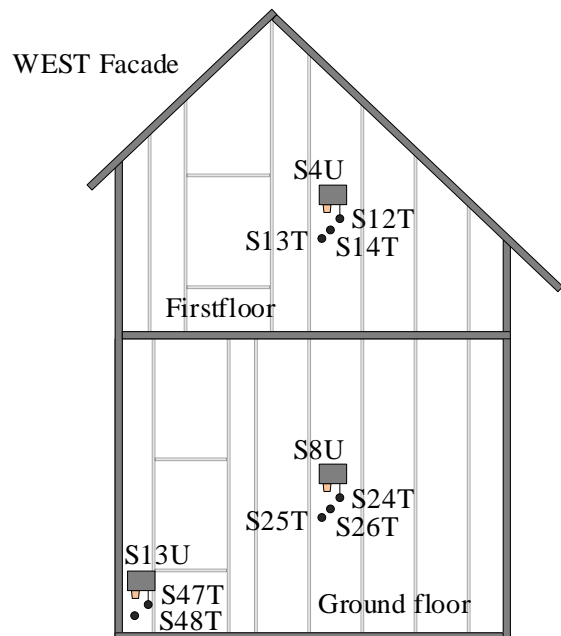
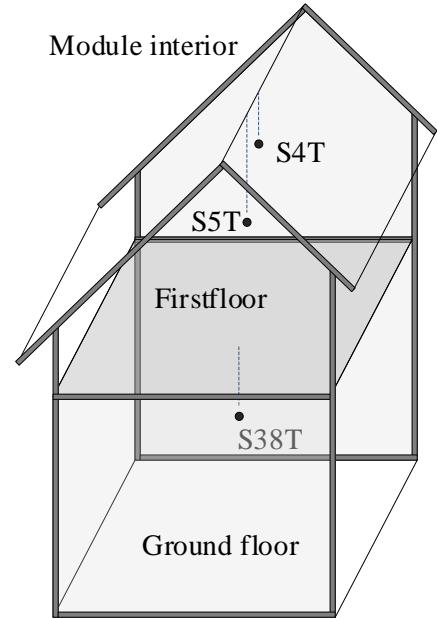
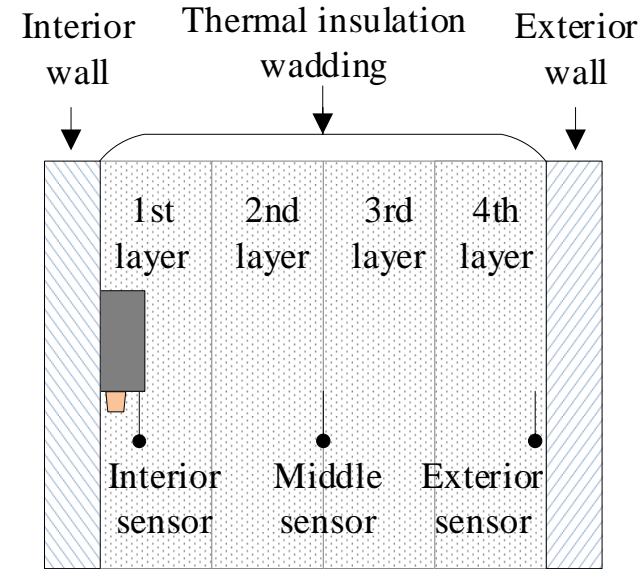
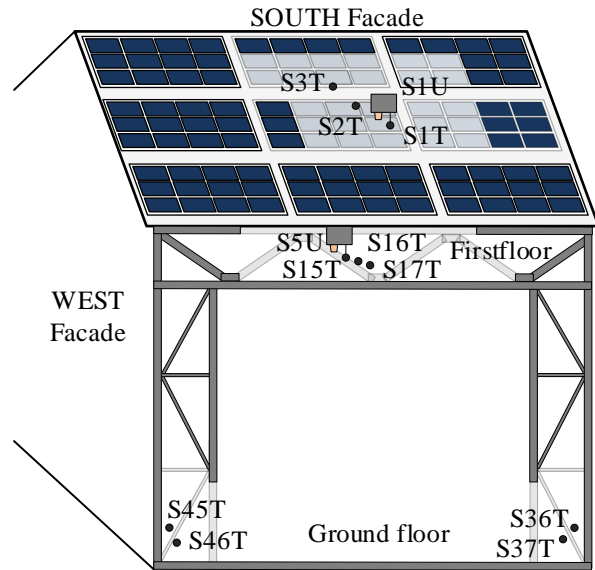
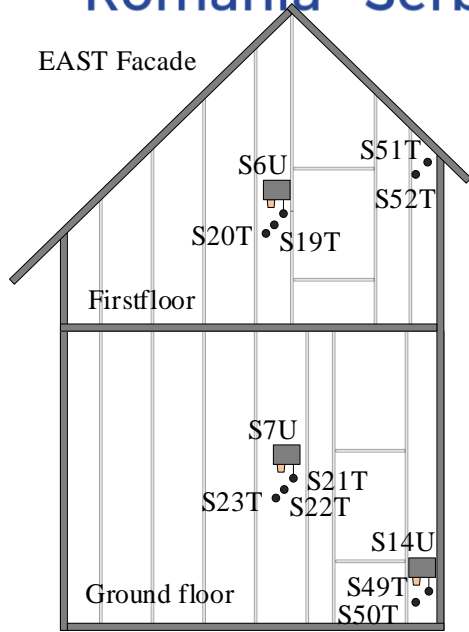


## Modelul „nano-rețelei inteligente”

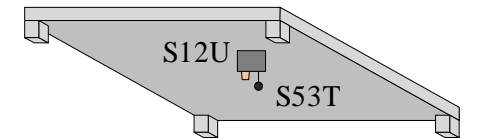
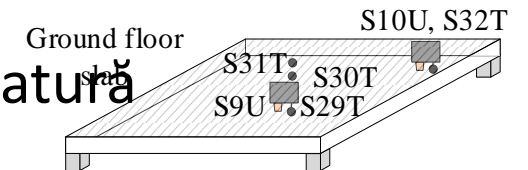
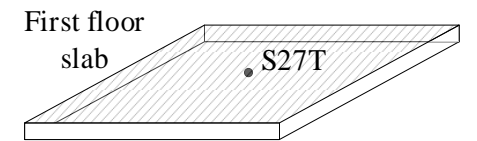


Energia solară provenită din panourile fotovoltaice și lamele de umbrire fotovoltaice este transformată în energie electrică și stocată cu ajutorul sistemului de management al energiei cu care a fost dotat laboratorul experimental. Curentul continuu este extins la nivelul zonal prin controlul și gestionarea energiei, posibile datorită sistemului „smart-grid”.

# Zone de amplasare ale senzorilor

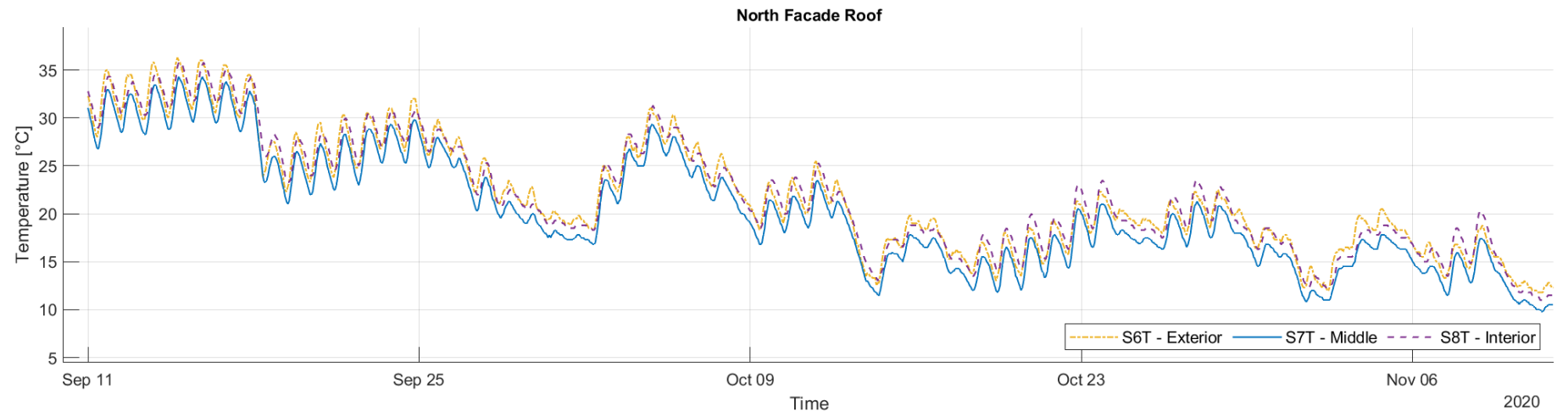
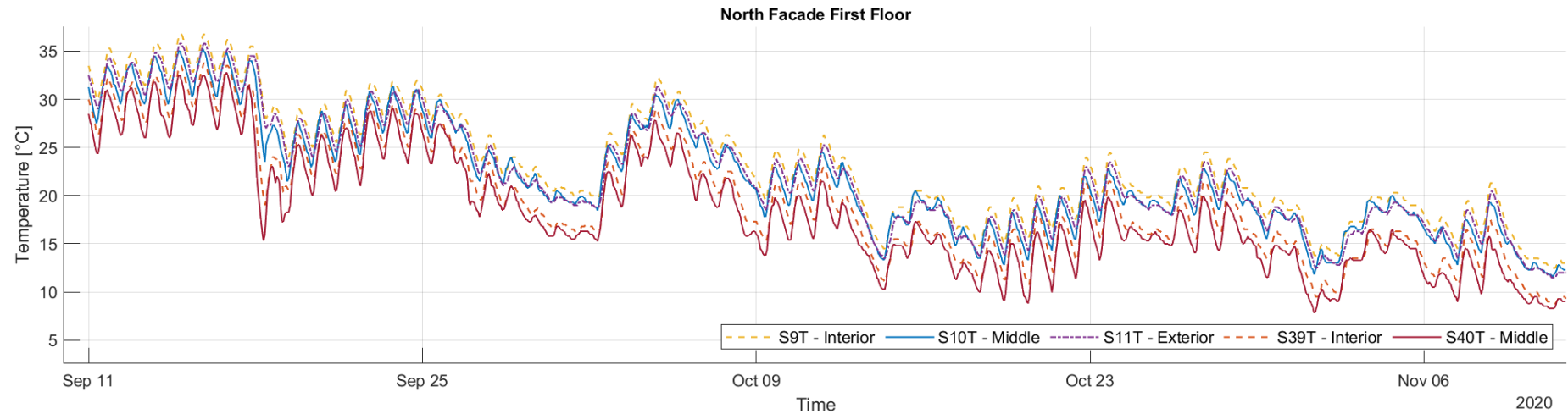


- **Senzori:**
  - 53 de senzori de temperatura
  - 14 senzori de umiditate
  - trei senzori CO2





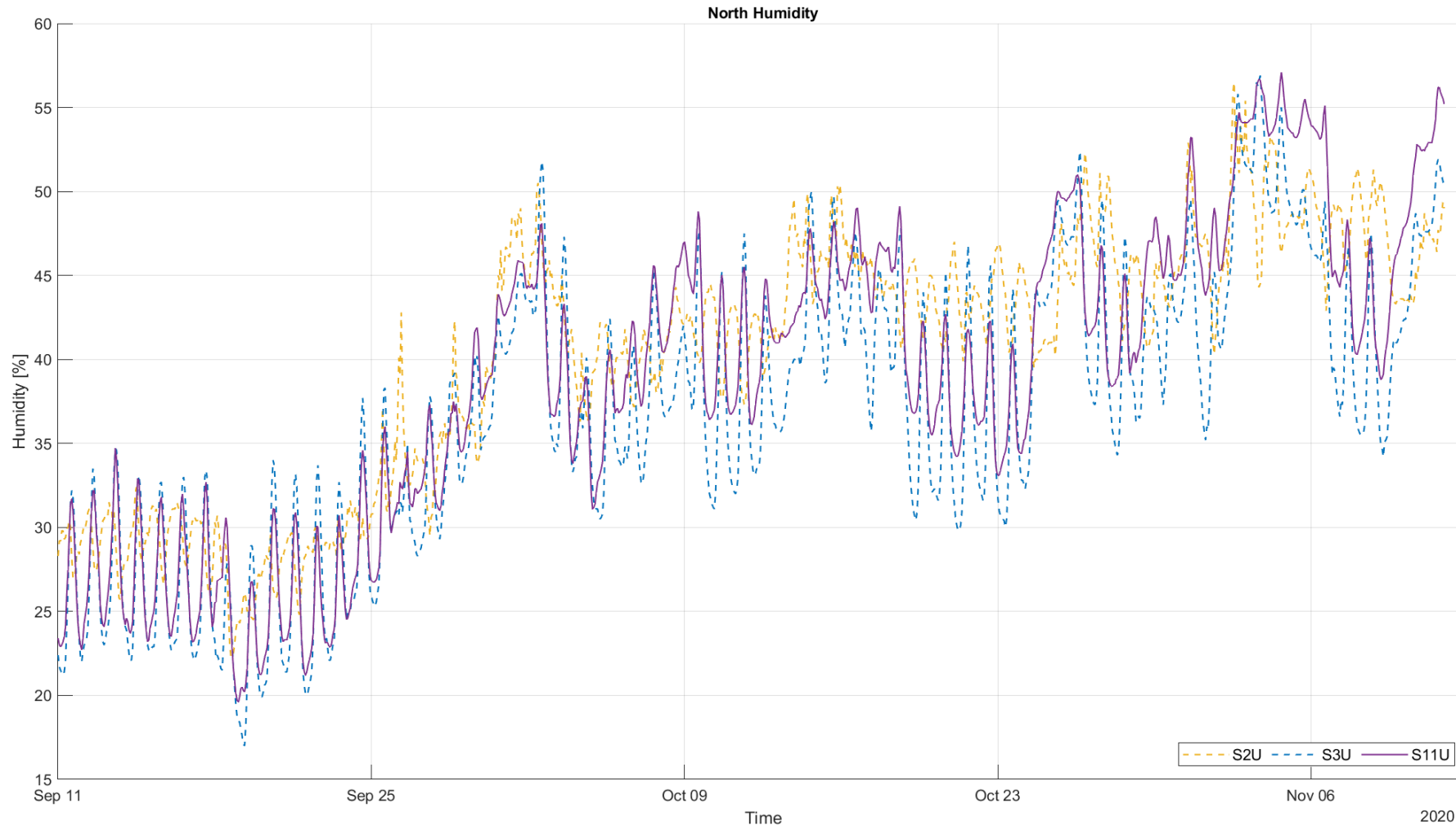
# Date preluate de la senzorii







# Date preluate de la senzorii







## ACKNOWLEDGEMENT

„This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research and Innovation, CCCDI – UEFISCDI, project number PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0391 / CIA\_CLIM - *Smart buildings adaptable to the climate change effects, within PNCDI III*”.

