



RVS Energy Romania SRL - Oradea, Onestiilor 11

Pompe de căldură industriale
Pompe de căldură rezidențiale
Stocare energie termică
Automatizări

Problema necesarului de frig în clădiri rezidențiale

2024

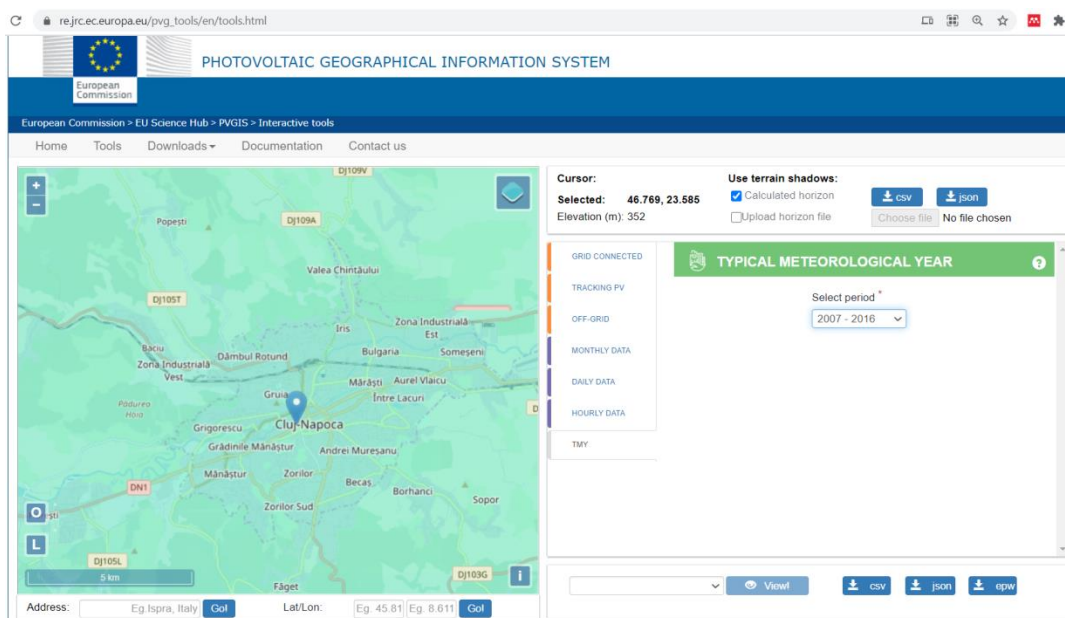
Cuprins

| | |
|--|----|
| Anul climatic tip..... | 3 |
| Considerații generale..... | 5 |
| Temperatura de confort în clădiri rezidențiale..... | 6 |
| Estimarea perioadei cu necesar de frig pentru climatizarea locuințelor rezidențiale..... | 7 |
| Studiu de caz pentru Cluj-Napoca | 8 |
| Studiu de caz pentru Timișoara..... | 12 |
| Sinteza studiilor de caz | 16 |
| Densitatea de căldură și de frig..... | 17 |
| Problema necesarului de frig în rețelele termice de generația a V-a | 18 |
| Concluzii | 19 |
| Referințe bibliografice | 20 |

Anul climatic tip

Condițiile climatice caracteristice de care depinde necesarul de frig pentru climatizarea clădirilor rezidențiale, dar și necesarul de căldură pentru încălzire, pot fi determinate cu ajutorul anului climatic tip – Typical Meteorological Year (TMY), pentru orice locație.

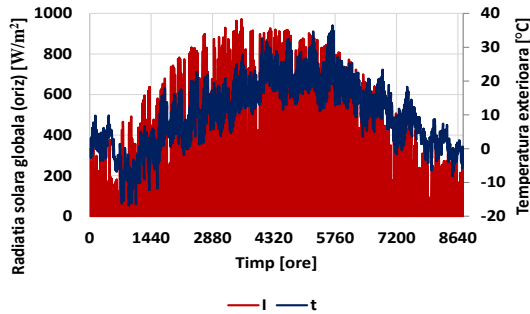
Interfața pentru TMY care a fost utilizată, este disponibilă pe site-ul Uniunii Europene, la adresa: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html și este prezentată în figura alăturată.



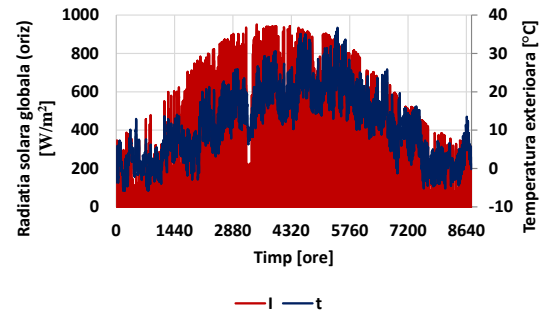
Interfața pentru TMY, pe site-ul Uniunii Europene

Datele climatice pot fi descărcate în format csv, compatibil cu Excel.

În figurile alăturate sunt prezentate curbele de variație anuală a intensității radiației solare în plan orizontal (I [W/m^2]) și curbele de variație anuală a temperaturii ambiante (exterioare) (t [$^{\circ}C$]), pentru localitățile Cluj-Napoca și Timișoara.



Cluj-Napoca



Timișoara

Curbele de variație a intensității radiației solare în plan orizontal (I) și a temperaturii exterioare (t)

Curbele de variație a temperaturii exterioare și a intensității radiației solare globale în plan orizontal, pentru ambele localități, sunt caracteristice unui climat continental, cu veri relativ calde și cu ierni reci.

Considerații generale

Aglomerările urbane, sunt caracterizate printr-un nivel de dezvoltare tehnologică ridicat și printr-un standard de viață de asemenea ridicat. În aceste tipuri de localități există de regulă mai multe tipuri de clădiri:

- Clădiri rezidențiale
- Clădiri publice (școli, grădinițe, cinematografe, clădiri administrative, etc.)
- Spitale
- Clădiri de birouri
- Clădiri cu spații comerciale, etc.

Cele mai multe dintre clădiri sunt rezidențiale. În aceste clădiri, necesarul de frig pentru climatizare, depinde în principal de condițiile climatice, respectiv de temperatură și de intensitatea radiației solare. Arhitectura acestor clădiri este caracterizată prin suprafețe vitrate relativ reduse, iar aceste tipuri de suprafețe pot să contribuie la creșterea necesarului de frig, dacă sunt expuse radiației solare.

În clădirile de birouri și în spațiile comerciale, determinarea necesarului de frig pentru climatizare, depinde în mare măsură de următoarele caracteristici (care nu se regăsesc în clădirile rezidențiale):

- Numărul mare de persoane, care pe de-o parte degajă căldură în timp ce desfășoară diverse activități și pe de altă parte necesită ventilare pentru asigurarea unui nivel de oxigenare corespunzător
- Numărul mare de aparate și dispozitive electronice, care degajă cantități importante de căldură în timpul funcționării (de exemplu calculatoare, copiatoare, etc.)
- Prezența unui sistem de iluminat cu funcționare cvasi-permanentă, care degajă căldură
- Prezența unor sisteme de ventilare cu aport de aer proaspăt, care trebuie răcit dacă are temperatura mai ridicată decât cea interioară
- Suprafețe vitrate importante, expuse radiației solare, care determină pătrunderea unor cantități importante de căldură

Aceste caracteristici ale clădirilor de birouri și ale spațiilor comerciale, determină valori semnificative ale necesarului de frig.

În continuare, *studiul se referă numai la clădiri rezidențiale*, al căror necesar de frig este determinat practic de pătrunderile de căldură prin anvelopă și sunt determinate de diferența dintre temperatura exterioară și cea interioară, respectiv de valorile ridicate ale intensității radiației solare, care pătrund prin suprafețele vitrate.

Temperatura de confort în clădiri rezidențiale

Intervalul recomandat pentru temperatura de confort din spațiile rezidențiale interioare, diferă în literatura științifică, în funcție de caracteristicile regiunilor climatice, de vârsta persoanelor, de sex, de activitățile desfășurate, etc. În continuare sunt prezentate câteva dintre recomandările cele mai relevante pentru temperatura interioară de „confort”, considerate în acest studiu.

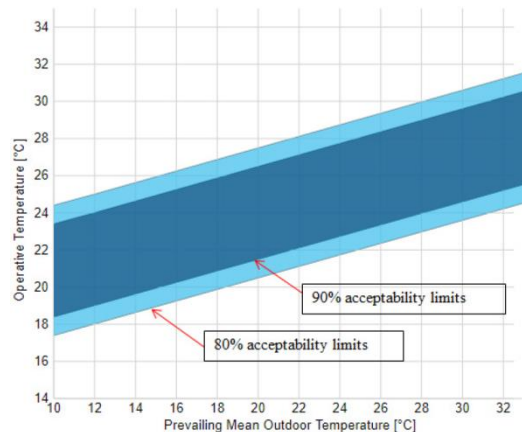
Temperatura din spațiile rezidențiale interioare, este recomandată în intervalul (20-28) °C (ASHRAE, Standard 55-2017) (*The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - ASHRAE*).

Temperatura maximă acceptabilă din dormitoare este 26 °C (acceptată în proporție de 90 %), respectiv de 27.5 °C (acceptată în proporție de 80 %) (Peeters et al., 2009).

Temperatura maximă acceptabilă din birouri și spații de lucru, din locuințe, este 30 °C (acceptată în proporție de 90 %), respectiv de 31 °C (acceptată în proporție de 80 %) (Peeters et al., 2009).

Temperatura interioară peste care persoanele au senzația de cald este de 28 °C (Yu et al., 2017).

În figura alăturată este prezentată o corelație între temperatura exterioară și domeniul de temperaturi interioare de confort, pentru regiuni călduroase (Hailu et al., 2021).



Corelație între temperatura exterioară și domeniul de temperaturi interioare de confort (Hailu et al., 2021)

În regiunile călduroase, la temperatura exterioară medie de 30 °C, temperatura interioară acceptabilă este de (23-29) °C (acceptată în proporție de 90 %), iar la temperatura exterioară medie de 32 °C, temperatura interioară maximă de confort este considerată de 31 °C (acceptată în proporție de 80 %) (Hailu et al., 2021).

Temperatura din spațiile interioare rezidențiale, este recomandată în intervalul (21-27.5) °C (Gong et al., 2021).

Organizația Mondială a Sănătății (OMS) (*World Health Organization* - WHO) menționează că temperaturile interioare situate în intervalul (21-30) °C prezintă riscuri minime pentru sănătate (WHO, 2018).

În contextul informațiilor prezentate anterior, se va considera în continuare că în interiorul clădirilor rezidențiale, domeniul recomandat al temperaturii interioare de confort de (20-28) °C, poate fi depășit dacă temperatura exterioară devine mai mare decât (28-30) °C și în condițiile prezenței radiației solare cu valori semnificative.

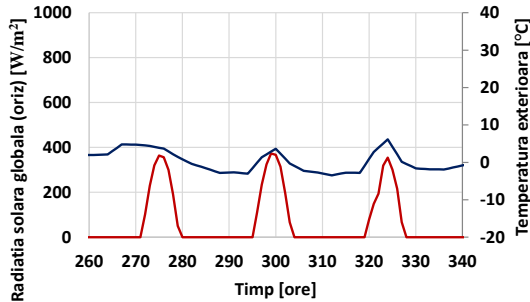
Estimarea perioadei cu necesar de frig pentru climatizarea locuințelor rezidențiale

În continuare a fost estimată perioada din an cu necesar de frig pentru climatizarea locuințelor rezidențiale, și a fost comparată cu perioada din an cu necesar de căldură pentru încălzire.

Pentru locuințe rezidențiale, s-a considerat că perioada din an cu ***necesar de căldură pentru încălzire***, corespunde intervalelor orare cu temperaturi exterioare de cel mult 10 °C, iar perioada din an cu ***necesar de frig pentru climatizare***, corespunde intervalelor orare cu temperaturi exterioare de cel puțin 30 °C, sau cu intervalele orare cu temperaturi exterioare de cel puțin 28 °C, dar cu prezența radiației solare semnificative.

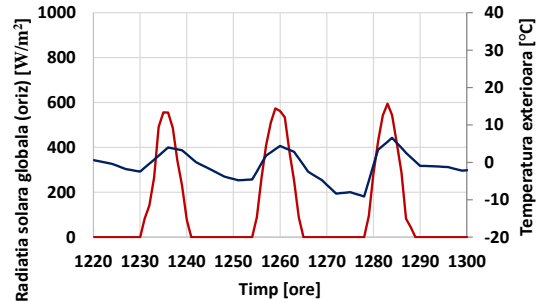
În vederea estimării radiației solare minime care poate fi asociată cu necesitatea climatizării locuințelor rezidențiale, în figurile alăturate sunt prezentate curbele de variație a intensității radiației solare globale în plan orizontal și a temperaturii exterioare, pentru secvențe de zile consecutive dintre care cel puțin trei zile sunt perfect senine (fără nori) (*clear sky*), pentru câteva luni din an, considerate reprezentative. În zilele senine, variația intensității radiației solare este uniformă, fără a fi afectată de prezența norilor, care reflectă radiația solară directă, astfel încât la nivelul solului ajunge numai radiația difuză.

Studiu de caz pentru Cluj-Napoca



— I — t

12-14.01

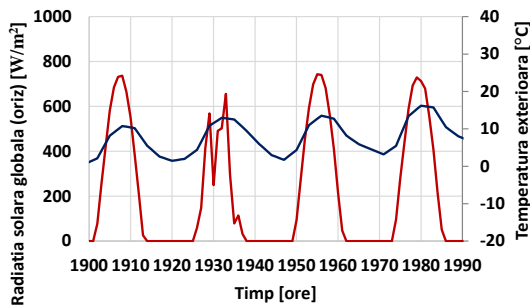


— I — t

21-23.02

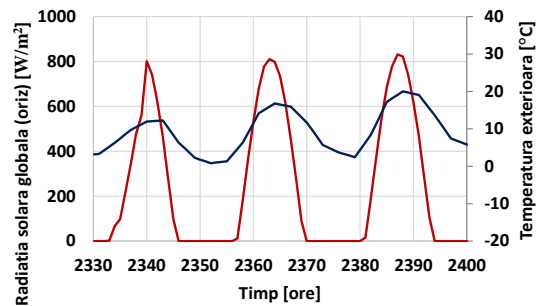
Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Ianuarie - Februarie)

În lunile Ianuarie și Februarie, temperaturile exterioare se situează în jurul valorii de 0 °C, iar intensitatea radiației solare nu depășește 600 W/m². **În aceste condiții nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**



— I — t

21-24.03

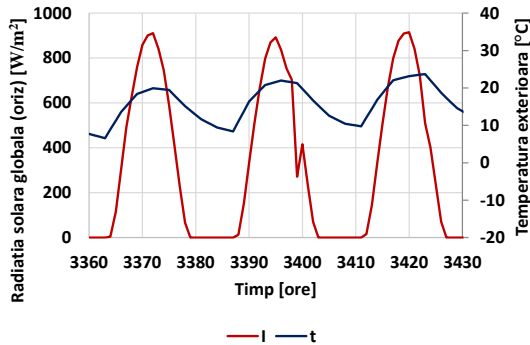


— I — t

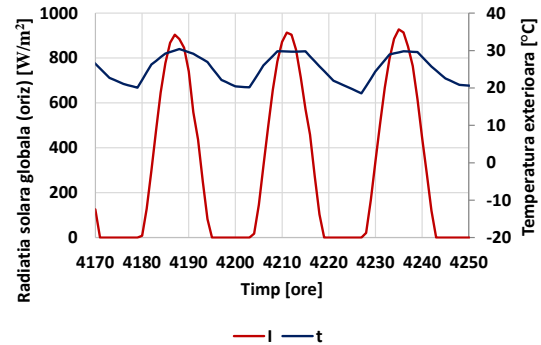
08-11.04

Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Martie - Aprilie)

În lunile Martie și Aprilie, temperaturile exterioare se situează în intervalul(0-20) °C, iar intensitatea radiației solare nu depășește 800 W/m². **În aceste condiții nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**



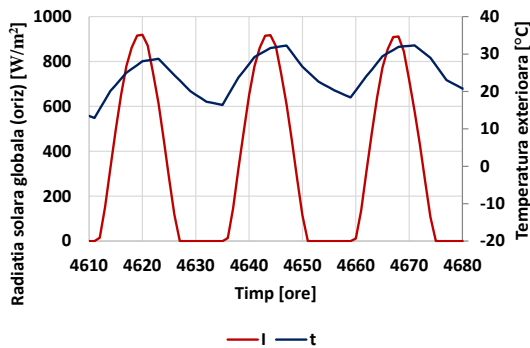
21-23.05



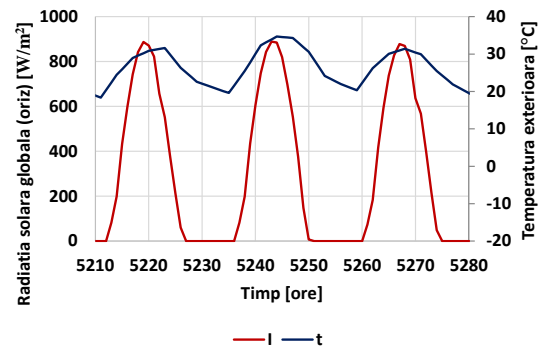
24-26.06

Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii, în zile senine consecutive (Mai - Iunie)

În luna Mai, temperaturile exterioare se situează în intervalul (10-25) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge până la cca. 900 W/m². **În aceste condiții, foarte rar este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.** În luna Iunie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (20-30) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge până la cca. 900 W/m². **În aceste condiții, există perioade în care este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.**



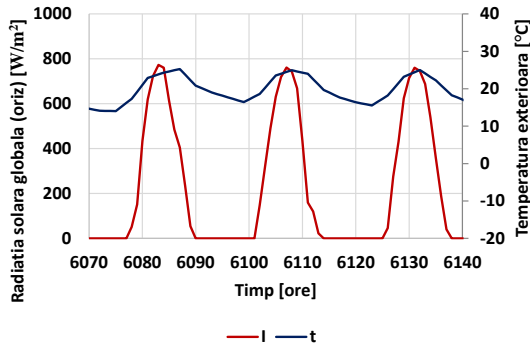
12-14.07



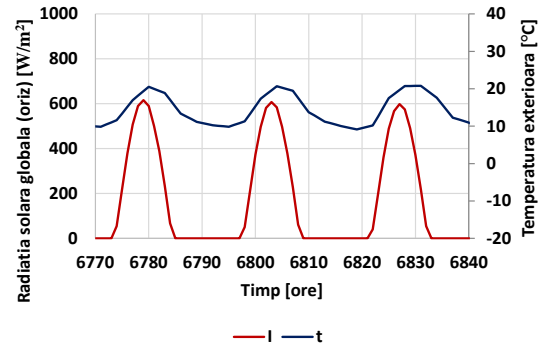
06-08.08

Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii, în zile senine consecutive (Iulie - August)

În lunile Iulie și August, temperaturile exterioare se situează în intervalul (20-35) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge până la cca. 900 W/m². **În aceste condiții, există perioade în care este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.**



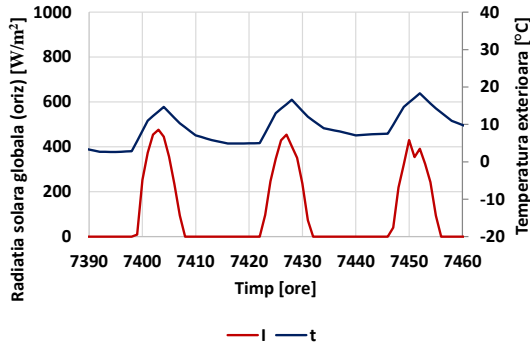
11-13.09



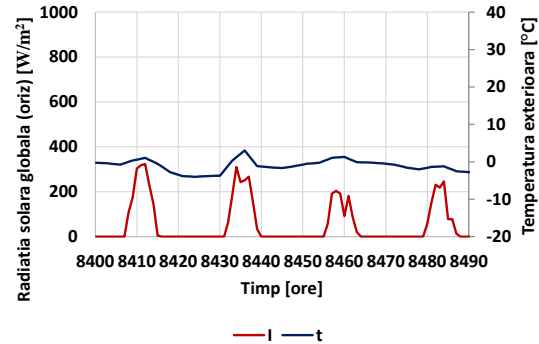
10-12.10

Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Septembrie - Octombrie)

În luna Septembrie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (20-29) °C, iar intensitatea radiației solare se apropie de 800 W/m². **În aceste condiții, există perioade în care este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.** În luna Octombrie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (10-20) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge până la cca. 600 W/m². **În aceste condiții, nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**



05-07.11



17-20.12

Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Noiembrie - Decembrie)

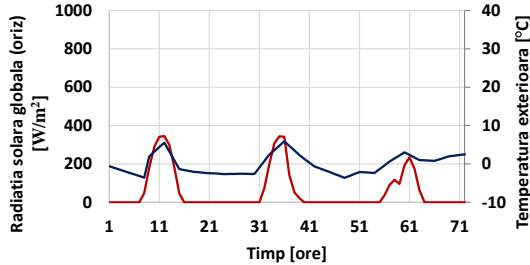
În lunile Noiembrie și Decembrie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (-5-+20) °C, iar intensitatea radiației solare depășește rar valoarea de 400 W/m². **În aceste condiții, nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**

Din figurile prezentate, se observă că **indiferent de valorile intensității radiației solare, temperaturi exterioare peste (28-30) °C, se întâlnesc numai în lunile Iunie, Iulie și August.**

În lunile de iarnă (Ianuarie, Februarie și Decembrie), valorile intensității radiației solare, ajung cel mult în jurul valorii de 600 W/m^2 , dar temperaturile sunt mult prea scăzute, astfel încât nu este necesară răcirea în vederea climatizării.

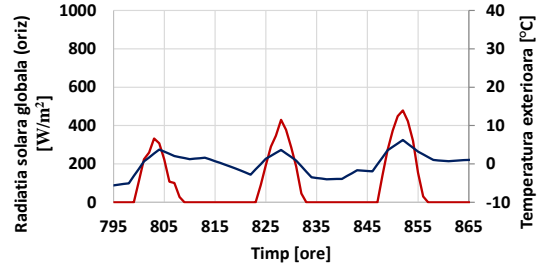
În lunile de primăvară și toamnă (Martie, Aprilie, Mai și Septembrie sau Octombrie), chiar dacă valorile intensității radiației solare ajung să depășească 600 W/m^2 în zilele senine, temperaturile sunt relativ scăzute (sub $28 \text{ }^\circ\text{C}$), iar experiența locuirii în Cluj-Napoca, arată că în aceste perioade nu este necesară climatizarea în clădiri rezidențiale.

Studiu de caz pentru Timișoara



— I — t

01-03.01

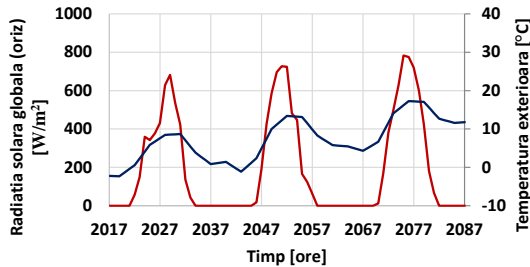


— I — t

03-05.02

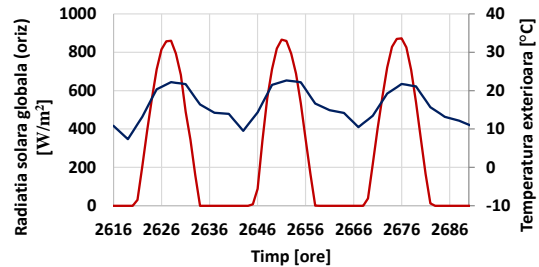
Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Ianuarie - Februarie)

În lunile Ianuarie și Februarie, temperaturile exterioare se situează în jurul valorii de 0 °C, iar intensitatea radiației solare nu depășește 500 W/m². **În aceste condiții nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**



— I — t

26-28.03

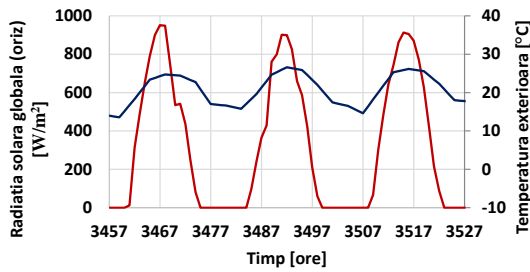


— I — t

20-22.04

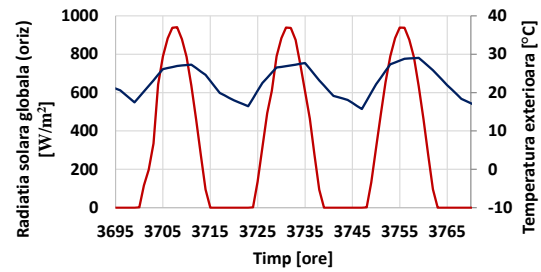
Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Martie - Aprilie)

În lunile Martie și Aprilie, temperaturile exterioare se situează în intervalul(0-20) °C, iar intensitatea radiației solare nu depășește 900 W/m². **În aceste condiții nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**



— I — t

25-27.05

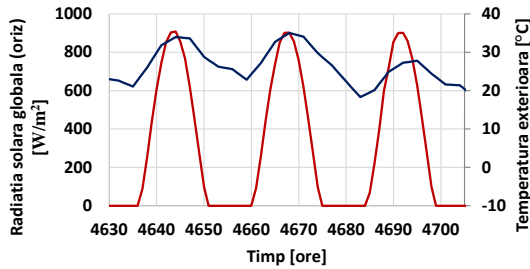


— I — t

04-06.06

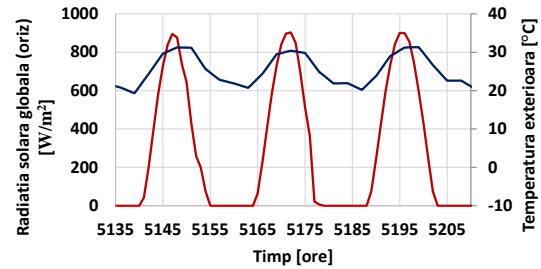
Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Mai - Iunie)

În luna Mai, temperaturile exterioare se situează în intervalul (15-25) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge până la cca. 900 W/m². **În aceste condiții, foarte rar este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.** În luna Iunie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (20-30) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge peste cca. 900 W/m². **În aceste condiții, există perioade în care este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.**



— I — t

13-15.07

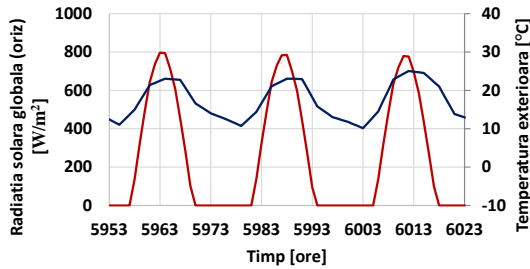


— I — t

03-05.08

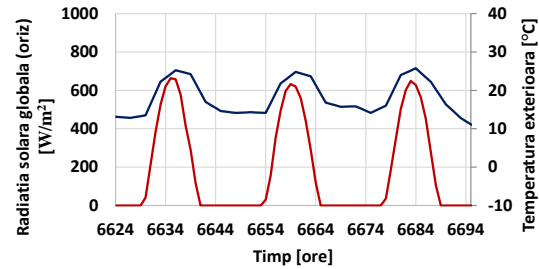
Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Iulie - August)

În lunile Iulie și August, temperaturile exterioare se situează în intervalul (20-35) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge până la cca. 900 W/m². **În aceste condiții, există perioade în care este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.**



— I — t

06-08.09

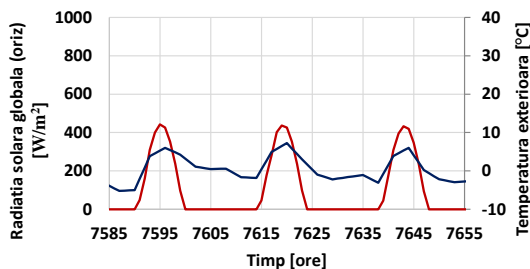


— I — t

04-06.10

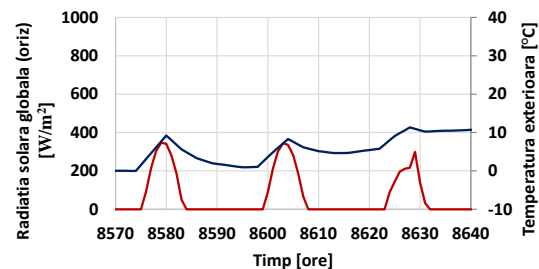
Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Septembrie - Octombrie)

În luna Septembrie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (10-25) °C, iar intensitatea radiației solare se apropie de 800 W/m². **În aceste condiții, există perioade în care este posibil să fie necesară răcirea în vederea climatizării.** În luna Octombrie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (10-25) °C, iar intensitatea radiației solare ajunge rar peste 600 W/m². **În aceste condiții, nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**



— I — t

13-15.11



— I — t

24-26.12

Curbe de variație a intensității radiației solare globale și a temperaturii,
în zile senine consecutive (Noiembrie - Decembrie)

În lunile Noiembrie și Decembrie, temperaturile exterioare se situează în intervalul (-5-+10) °C, iar intensitatea radiației solare depășește rar valoarea de 400 W/m². **În aceste condiții, nu este necesară răcirea în vederea climatizării.**

Din figurile prezentate, se observă că indiferent de valorile intensității radiației solare, temperaturi exterioare peste (28-30) °C, se întâlnesc preponderent în lunile Iunie, Iulie și August și rareori în lunile Mai și Septembrie.

În lunile de iarnă (Ianuarie, Februarie și Decembrie), valorile intensității radiației solare, ajung cel mult în jurul valorii de 600 W/m², dar temperaturile sunt mult prea scăzute, astfel încât nu este necesară răcirea în vederea climatizării.

În lunile de primăvară și toamnă (Martie, Aprilie, Mai și Septembrie sau Octombrie), chiar dacă valorile intensității radiației solare ajung să depășească 600 W/m^2 în zilele senine, temperaturile sunt relativ scăzute (sub $28 \text{ }^\circ\text{C}$), iar experiența locuirii în Timișoara, arată că în aceste perioade nu este necesară climatizarea în clădiri rezidențiale.

Sinteza studiilor de caz

Analizând valorile intensității radiației solare din perioadele de vară (Iunie, Iulie și August) și eventual unele perioade scurte din Mai sau Septembrie, singurele perioade în care se poate fi necesară climatizarea în clădiri rezidențiale, **se consideră că valoarea peste care intensitatea radiației solare poate fi asociată cu necesarul de frig pentru climatizare, este de 600 W/m².**

Se consideră că perioadele în care poate fi necesară climatizarea clădirilor rezidențiale sunt caracterizate prin una din următoarele condiții:

- Temperaturi exterioare ridicate ($t_{ex} \geq 30$ °C), indiferent de valoarea intensității radiației solare
- Temperaturi exterioare mai moderate, dar cu intensitatea radiației solare (I_g [W/m²] semnificativă, ($t_{ex} \geq 28$ °C și $I_g \geq 600$ W/m²))

Perioadele din an în care este necesară încălzirea, au fost considerate perioadele cu temperaturi exterioare (t_{ex}) scăzute ($t_{ex} \leq 10$ °C).

În tabelul alăturat sunt prezentate valorile duratelor de timp (intervale orare) cu necesar de căldură pentru încălzire ($t_{ex} \leq 10$ °C) și valorile duratelor de timp (intervale orare) cu necesar de frig pentru climatizare, în cele două ipoteze considerate anterior.

Sinteza perioadelor cu necesar de căldură și de frig

| Condiții climatice | Locație | Tip necesar | Nr. ore / an | Pondere în durata anului |
|--|-------------|-------------|--------------|--------------------------|
| $t_{ex} \leq 10$ °C | Cluj-Napoca | Căldură | 4257 | 48.6 % |
| | Timișoara | | 3995 | 45.6 % |
| $t_{ex} \geq 30$ °C | Cluj-Napoca | Frig | 122 | 1.4 % |
| | Timișoara | | 187 | 2.1 % |
| $t_{ex} \geq 28$ °C și $I_g \geq 600$ W/m ² | Cluj-Napoca | Frig | 141 | 1.6 % |
| | Timișoara | | 216 | 2.5 % |

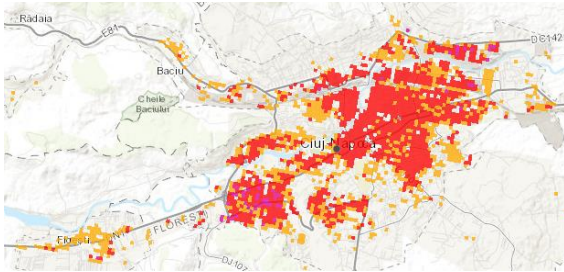
Analizând valorile prezentate în tabel, se observă că spre deosebire de necesarul de căldură pentru încălzire, care se manifestă în aproape 50 % (48.6 % la Cluj-Napoca, respectiv 45.6 %) din durata anului, necesarul de frig pentru climatizare, se manifestă în mai puțin de 3 % (1.4–1.6) % din durata anului pentru Cluj-Napoca, respectiv (2.1–2.5) % din durata anului pentru Timișoara, indiferent de condițiile climatice considerate.

Perioada foarte scurtă din an, cu necesar de frig pentru climatizare, face imposibilă (sau cel puțin dificilă) atingerea condițiilor de fezabilitate a investițiilor pentru climatizare.

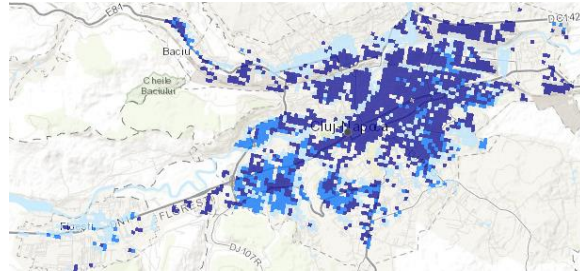
Densitatea de căldură și de frig

Pentru Uniunea Europeană este disponibil pe internet un atlas al hărților cu densitățile anuale de căldură și de frig (*Pan-European Thermal Atlas*), la adresa: <https://heatroadmap.eu/peta4/>. Atlasul a fost realizat în cadrul proiectului European: „Heat Roadmap Europe 4 (HRE4).

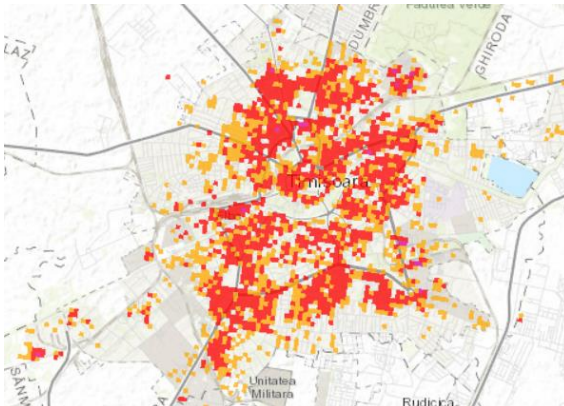
În figurile alăturate, sunt prezentate hărțile densităților anuale de căldură și ale densităților anuale de frig, pentru Municipiile Cluj-Napoca și Timișoara, împreună cu semnificația legendelor.



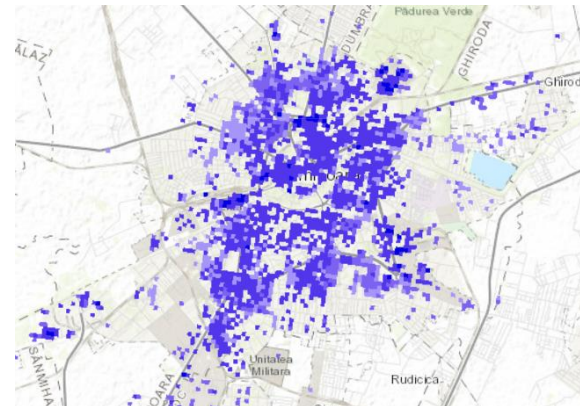
Harta densității de căldură pentru Cluj-N.



Harta densității de frig pentru Cluj-N.



Harta densității de căldură pentru Timișoara



Harta densității de frig pentru Timișoara



Densități de căldură



Densități de frig

Se observă că valorile densităților anuale de frig sunt de cel puțin 30 de ori mai mici decât valorile densităților anuale de căldură (de exemplu 10 TJ/km², față de 300 TJ/km²), ceea ce confirmă încă odată valorile mult mai reduse ale necesarului de frig, decât cele ale necesarului de căldură. În plus, valorile necesarului de frig reprezentate pe hărți, includ nu numai necesarul de frig rezidențial, ci și pe cel al clădirilor de birouri, respectiv al clădirilor comerciale, iar aceste tipuri de clădiri prezintă necesar de frig mult mai mare decât clădirile rezidențiale.

Problema necesarului de frig în rețelele termice de generația a V-a

În condițiile în care în viitor, se vor construi clădiri eficiente energetic, cel puțin la nivel nZEB, dacă aceste clădiri vor fi echipate cu pompe de căldură reversibile (capabile să producă atât căldură cât și frig), aceste echipamente vor putea fi racordate la sisteme de încălzire și răcire centralizată, de generația a V-a, caracterizate prin *temperaturi ale agentului termic din rețea, apropiate de temperatura mediului ambiant*.

Aceste tipuri de sisteme prezintă două caracteristici importante:

- Sistemele de încălzire din clădiri pot fi selectate astfel încât să permită atât încălzirea cât și răcirea (de exemplu ventiloconvectoare)
- Aceleași echipamente vor produce atât încălzirea cât și răcirea (pompe de căldură reversibile)

Avantajul datorat celor două caracteristici ale rețelelor termice de generația a V-a, este că atât pentru sistemele de încălzire și răcire din clădiri (ventiloconvectoare), cât și pentru sursa de energie (pompele de căldură reversibile), durata de funcționare a acestor echipamente crește cu durata perioadei de răcire și pentru răcire nu sunt necesare investiții suplimentare, față de cele pentru asigurarea încălzirii și a apei calde.

În aceste tipuri de sisteme, răcirea determină creșterea fezabilității și prezintă numai avantaje.

Chiar și în cazul sistemelor de încălzire și răcire centralizată, de generația a V-a, necesarul de frig pentru climatizare va rămâne redus, deci ponderea funcționării sistemului în regim de răcire, rămâne redusă. Singurul element care determină creșterea ponderii sistemului de răcire, este reprezentat de posibila prezență în clădirile de tip nZEB, a unui sistem de ventilare, iar ventilarea reprezintă o componentă care determină creșterea necesarului de frig.

În prezent, în Municipiile Cluj-Napoca și Timișoara, nu există nici un sistem de încălzire și răcire centralizată de generația a V-a, care să justifice abordarea mai extinsă a acestei teme.

Sisteme de încălzire și răcire centralizată, deservite de rețele termice din generația a V-a, pot fi implementate în zone rezidențiale noi, cu clădiri de tip nZEB, sau în zone rezidențiale existente, dar numai dacă toate clădirile sunt renovate aprofundat la nivel nZEB.

Concluzii

Analiza necesarului de frig în clădiri rezidențiale în Municipiile Cluj-Napoca și Timișoara, a fost realizată pe baza recomandărilor din literatura științifică și tehnică, pentru domeniul temperaturilor de confort din aceste tipuri de clădiri și pe baza condițiilor climatice care pot determina valori ale temperaturilor interioare în afara acestui domeniu.

ASHRAE recomandă temperatura din spațiile interioare rezidențiale, în intervalul (20-28) °C, dar există studii care arată că în anumite tipuri de spații (de exemplu birouri și spații de lucru din locuințe), sau în regiuni climatice calde, temperatura maximă acceptabilă, poate să atingă sau chiar să depășească 30 °C.

S-a arătat că în interiorul clădirilor rezidențiale, domeniul recomandat al temperaturii interioare de confort, poate fi depășit în două tipuri de situații:

- dacă temperatura exterioară devine mai mare de 30 °C
- în condițiile unor temperaturi exterioare mai moderate (peste 28 °C), dar în prezența radiației solare (peste 600 W/m²)

Studiul a arătat că spre deosebire de perioadele caracterizate prin necesar de căldură pentru încălzirea clădirilor rezidențiale (pentru temperaturi exterioare sub 10 °C), care cumulează aproape 50 % din durata anului, perioadele caracterizate prin necesar de frig pentru climatizarea clădirilor rezidențiale, cumulează sub 3% din durata anului (≈11 zile).

Perioadele foarte scurtă din an cu temperaturi peste 30 °C, respectiv cu temperaturi peste 28 °C și cu intensitatea radiației solare peste 600 W/m², pot fi neglijate și nu justifică abordarea sistematică a problemei răcirii clădirilor rezidențiale, estimându-se că și în viitor, ca și în prezent, climatizarea clădirilor rezidențiale va fi întâlnită mai degrabă în situații izolate și nu se va generaliza.

Numărul mic de ore de funcționare dintr-un an, al sistemelor de răcire rezidențiale, face imposibilă (sau cel puțin foarte dificilă) atingerea condițiilor de fezabilitate a investițiilor pentru climatizare.

Singura situație în care prezența sistemelor de climatizare, poate să crească fezabilitatea, este reprezentată de sistemele de încălzire și răcire centralizată de generația a V-a, care deservesc clădiri nZEB, în care aceleași echipamente utilizate pentru încălzire și preparare apă caldă de consum (pompe de căldură reversibile și ventiloconvectoare), sunt utilizate și pentru răcire, mărind astfel durata anuală de funcționare a acestor echipamente.

Referințe bibliografice

1. ASHRAE, *Standard 55, Thermal environmental conditions for human occupancy*, ASHRAE, 2017
2. Peeters L., de Dear R., Hensen J, D'haeseleer W., *Thermal comfort in residential buildings: Comfort values and scales for building energy simulation*, Applied Energy, 2009, 86, 5, 772-780, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.07.011>
3. Yu W, Li B, Yao R, Wang D, Li K., *A study of thermal comfort in residential buildings on the Tibetan Plateau, China*, Building and Environment, 2017, 119, 71-86, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.04.009>
4. Hailu H, Gelan E, Girma Y., *Indoor Thermal Comfort Analysis: A Case Study of Modern and Traditional Buildings in Hot-Arid Climatic Region of Ethiopia*, Urban Science, 2021, 5, 53, <https://doi.org/10.3390/urbansci5030053>
5. Gong, X.; Meng, Q.; Yu, Y., *A Field Study on Thermal Comfort in Multi-Storey Residential Buildings in the Karst Area of Guilin*. Sustainability 2021, 13, 12764. <https://doi.org/10.3390/su132212764>
6. WHO, *Housing and health guidelines*. World Health Organization. 2018. pp. 34, 47–48. ISBN 978-92-4-155037-6

RVS: mai 2024