Rettig SRL, Consultanță comercială și tehnică
031257 București, str. Brândușelor nr. 66, et. 2
Tel: 021.326.41.08, Fax: 021.326.41.09
email: purmo@purmo.ro

Acest document este proprietatea Rettig ICC. Reproducerea sub orice formă, în întregime sau parțială, a conținutului acestui document este interzisă fără acordul direct, expres și scris al Rettig ICC. Rettig ICC nu este răspunzător pentru nicio inadvertență sau consecință ce poate să apară ca urmare a folosirii sau interpretării eronate a informațiilor conținute în acest document.

°CLEVER
RADIATOARE DE JOASĂ TEMPERATURĂ

PURMO
clever heating solutions

GHIDUL DE ÎNCĂLZIRE CU RADIATOARE ÎN SISTEME DE **JOASĂ TEMPERATURĂ**

GHIDUL DE ÎNCĂLZIRE CU RADIATOARE ÎN SISTEME DE **JOASĂ TEMPERATURĂ**

°CLEVER
RADIATOARE DE JOASĂ TEMPERATURĂ

PURMO
clever heating solutions

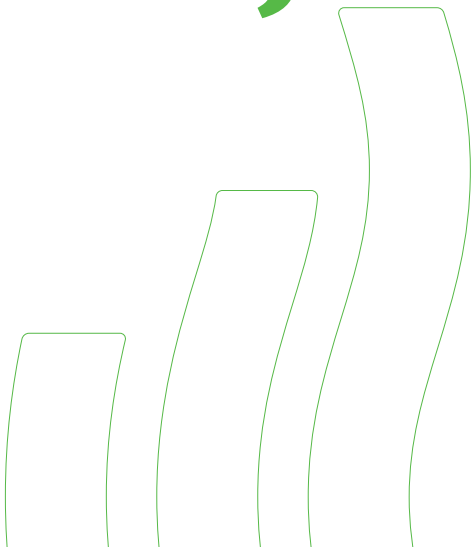
Scopul acestui ghid

Acest Ghid își propune să ofere o vedere de ansamblu asupra sistemelor de încălzire de joasă temperatură, asupra beneficiilor acestora, utilizarea și mai ales contribuția la reducerea consumului de energie în Europa.

Ghidul conține opinii ale mai multor figuri academice și lideri de opinie din industrie și include, de asemenea, concluziile cercetărilor privind folosirea radiatoarelor în sisteme eficiente de încălzire.

Ghidul este creat pentru a fi util atât vânzătorilor, cât și instalatorilor și proiectanților, pentru a-i sprijini în luarea unor decizii privind alegerea emițătoarelor de încălzire în locuințe noi sau renovate.

TRANSFORMÂND ENERGIA ÎN **EFICIENȚĂ**



	Scopul acestui ghid	3
	Cuprins	5
A	Interviu cu Mikko Iivonen	6
1	E timpul să ne schimbăm modul de gândire	10
2	Cum influențează izolația eficiența termică	20
B	Interviu cu Prof. Christer Harrysson	34
3	Creșterea utilizării sistemelor de încălzire de joasă temperatură	38
C	Interviu cu Prof. Dr. Jarek Karnitski	54
4	Dovadă importantă	58
5	Alegerea unei surse de încălzire	72
D	Interviu cu Elo Dhaene	78
6	Beneficii pentru consumatorul final	82

M. Sc. (Tech) Mikko Iivonen,
Director de Cercetare și Dezvoltare în cadrul companiei Rettig ICC

TRANSFORM CIFRELE ÎN **REZULTATE**

În calitate de Director de Cercetare și Dezvoltare în cadrul companiei Rettig ICC, este responsabilitatea mea să ofer pentru fiecare piață noi răspunsuri, previziuni, inovații, produse și rezultate. Toate eforturile noastre se bazează pe studii obiective și independente realizate în colaborare cu personalități marcante în domeniu și lideri academici. Printre aceștia se numără Prof. Dr. Jarek Kurnitski (Universitatea Tehnică - Helsinki, Finlanda), Prof. Christer Harrysson (Universitatea din Bruxelles, Belgia), Prof. Dr. Dietrich Schmidt (Institutul de cercetare Frauenhofer, Germania) și mulți alții. Cu sprijinul lor, prin studii și prognoze, **transform cifrele în rezultate**.

Soluții inteligente de încălzire

Investind puternic în cercetare și dezvoltare, reușim să ne ținem promisiunea de a vă oferi soluții inteligente de încălzire. Soluții care fac cu adevărat diferența când vine vorba de costuri, confort, climat interior și consum de energie. Soluții care fac posibil să economisești peste 15% din energie. Având în vedere aceste aspecte, vă rog să îmi permiteți să vă împărtășesc rezultatele unui studiu realizat timp de un an de Prof. Harrysson. Studiul a inclus 130 de locuințe multifamiliale din Suedia și a arătat că alte sisteme de încălzire consumă cu peste 15-25% mai multă energie față de radiatoare. Ceea ce poate nu este surprinzător, dar studiul a demonstrat totodată că sistemele de încălzire de joasă temperatură sunt cele mai potrivite pentru eficiență energetică ridicată în clădirile moderne.

Poți să economiseşti peste 15% din energie

Așa cum se poate observa în **Fig. A.1 și A.2**, temperatura agentului termic a scăzut în ultimii ani oferind însă același confort termic. Pe măsură ce regulile privind construcția și izolația clădirilor au devenit mai stricte la nivelul Europei și încălzirea clădirilor a devenit mult mai ușoară, pentru că pierderile de căldură sunt minime. Iar răspunsul excelent al sistemelor de încălzire cu radiatoare face să fie și mai simplu să obții confort maxim acasă și la birou.

Datorită cerințelor mai stricte, elementele de structură ale unei clădiri pot fi încălzite mai uşor

Statele membre UE și-au stabilit deja termenul limită pentru crearea și implementarea normelor necesare pentru îndeplinirea Planului de Eficiență Energetică 2020 (Directiva

20/20/20

20/20/20). Acest document stabilește strategia UE de a economisi, până în 2020, 20% din consumul de energie primară raportat la nivelul anului 2007; ceea ce presupune reducerea emisiilor de seră cu 20% și creșterea cotei de resurse de energie regenerabilă cu 20%. Și în condițiile în care proprietarilor de locuințe li se solicită Certificate de Performanță Energetică cât mai complexe, este un motiv în plus să alegi un sistem de încălzire care oferă îmbunătățiri dovedite ale eficienței energetice - radiatoarele de joasă temperatură. Aceste obiective se referă în special la clădiri, care consumă 40% din totalul de energie folosită în Europa.

Economie de 20% din consumul de energie primară, reducerea emisiilor de seră cu 20% și creșterea cotei de resurse de energie regenerabilă cu 20%

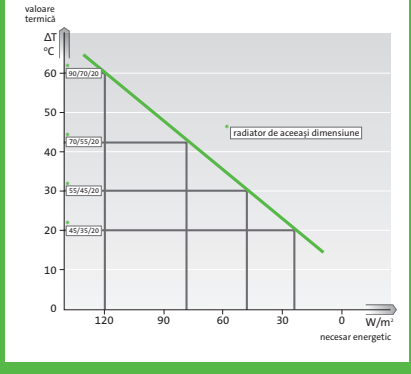
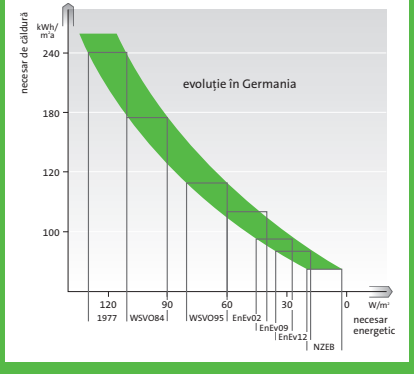


Fig. A.1
Temperaturile proiectate ale radiatoarelor au scăzut în concordanță cu necesarul energetic al clădirilor.



Consumul energetic al clădirilor continuă să scadă.

Fig. A.2
Raport estimativ între necesarul de căldură din interior și necesarul energetic aferent.

CAPITOLUL 1

E TIMPUL SĂ NE **SCHIMBĂM** MODUL DE GÂNDIRE

- **Reglementări în domeniul energetic >** Există diferite normative legislative naționale în Europa privind îmbunătățirea performanței energetice.
- **Obiective pentru energia regenerabilă >** Obiective stricte au pus o presiune foarte mare asupra proprietarilor de imobile pentru a reduce consumul de energie
- **Inovația radiatoarelor >** Prin reducerea volumului de apă şi sudarea convectorilor pe canalele de curgere a agentului termic a crescut randamentul termic. Cu modelele de astăzi, eficiența radiatoarelor este cu 87% mai mare decât în cazul modelelor tradiționale.

Reglementări în domeniul energetic

Reglementările din domeniul energetic ne preocupă pe toți, mai ales când vine vorba de construcția de imobile. Locuințele și birourile din Europa sunt supuse unor reglementări stricte privind performanța energetică, prin directivele EPBD 2002/91/CE și EPBD republicată 2010/91/EC care impun proprietarilor și chiriașilor certificarea consumului energetic. Totodată, statele membre UE și-au stabilit deja termenul limită pentru crearea și implementarea normelor necesare pentru îndeplinirea Planului de Eficiență Energetică 2020 (Directiva 20/20/20).

Există diferite normative legislative naționale în Europa privind îmbunătățirea performanței energetice

Există diferite normative legislative naționale în Europa, cu obiective specifice aprobate de UE pentru fiecare stat membru privind îmbunătățirea performanței energetice.

Exemple de obiective privind energia regenerabilă

Așa cum se poate observa mai jos, precum și în paginile care urmează, unele obiective sunt foarte stricte, subliniindu-se faptul că folosirea energiei regenerabile și reducerea emisiilor de seră sunt priorități esențiale.

Finlanda:	de la 28.5% - până la 39%
Franța:	de la 10.3% - până la 23%
Germania:	de la 9.3% - până la 18%
Marea Britanie:	de la 1.3% - până la 15%
Suedia:	de la 39% - până la 49%

Obiective stricte au pus o presiune foarte mare asupra proprietarilor de imobile pentru a reduce consumul de energie

Acest lucru a pus o presiune foarte mare asupra proprietarilor de imobile pentru a găsi soluții reale de reducere a consumului de energie, nu doar de respectare a normelor guvernamentale **(fig. 1.1)**. În Europa, interesul pentru eficiență este determinat de o serie de motive. Prețurile la combustibil este în continuă creștere în timp ce resursele în scădere de țiței, cărbuni și gaze devin din ce în ce mai valoroase. Interesul public pentru mediu este în creștere și

consumatorii preferă tot mai mult produsele și procesele care protejează mediul. Este prin urmare evident că a venit timpul să reevaluăm industria sistemelor de încălzire, așa cum este prevăzut și în directiva 2009/125/EC Ecodesign. Avem responsabilitatea față de consumatorii finali de a le oferi soluțiile cele mai eficiente energetic și cu cele mai reduse costuri pentru a crea un climat interior confortabil. Deși există o gamă largă de soluții de încălzire, în continuare este la fel de greu să alegi.

Pentru ca instalatorii, proiectanții și consumatorii finali să poată face o alegere în cunoștință de cauză, este important ca aceștia să aibă la dispoziție informații corecte despre soluțiile de încălzire. Și în contextul creșterii folosirii sistemelor centralizate de încălzire de joasă temperatură, Purmo a realizat acest ghid pentru a arăta rolul din ce în ce mai important pe care radiatoarele îl au în prezent în industria tehnologiei sistemelor de încălzire.

Exemple de obiective privind reducerile

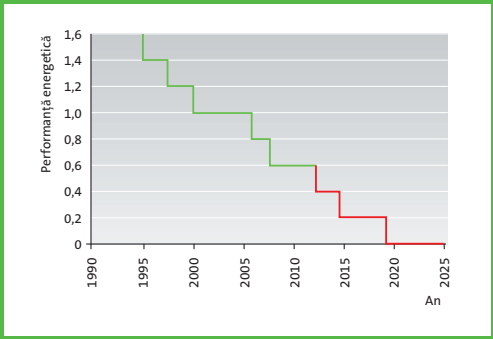
Responsabilitatea noastră este aceea de a oferi soluțiile cele mai eficiente energetic şi la cele mai bune costuri pentru crearea unui climat interior confortabil

Fig. 1.1

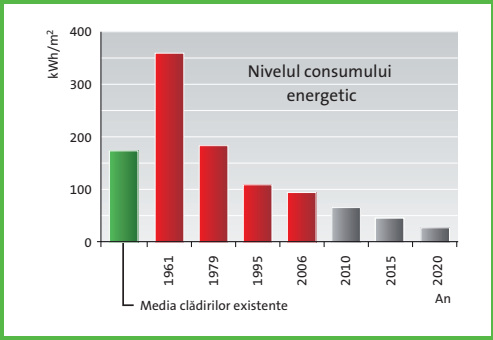
Planul de acțiune al unor țări pentru îmbunătățirea performanței energetice a clădirilor noi prin construcția de clădiri cu consum de energie aproape zero.

REHVA Journal 3/2011

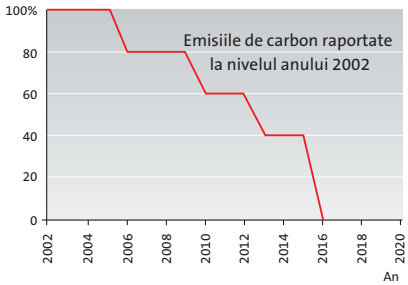
Olanda



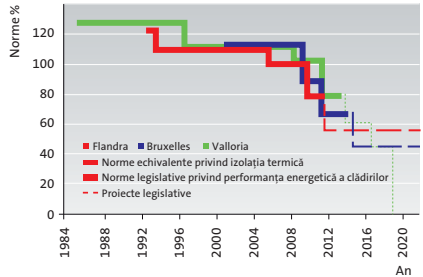
Danemarca



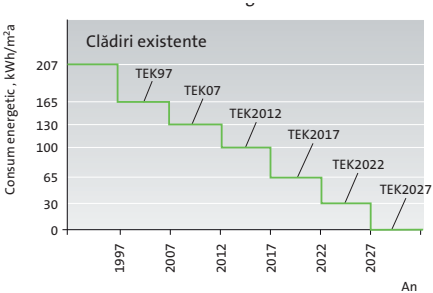
Marea Britanie



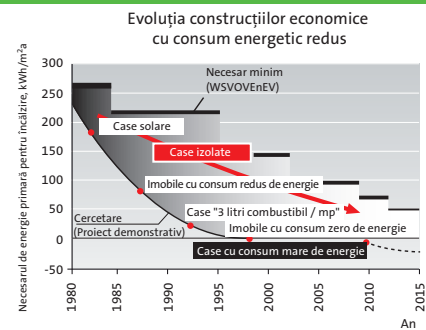
Belgia



Norvegia



Germania



Inovație

Radiatoarele au evoluat mult de la modelul coloanelor voluminoase de acum 40 de ani (**Fig. 1.2 - 1.3**). Primele modele tip panou din oțel aveau structura unui panou plan cu un mare volum de apă (**A**). A urmat apoi introducerea convectorilor între canalele de apă, crescând astfel randamentul radiatoarelor (**B**). În următorii ani s-a descoperit că randamentul termic poate fi sporit prin reducerea volumului de apă și conectarea convectorilor la canalele de curgere a agentului termic (**C**). Abia când aceste canalele au fost aplatizate, în forma hexagonală prezentată, suprafața de contact a fost maximizată iar randamentul termic complet optimizat (**D**).

Prin reducerea volumului de apă si conectarea convectorilor la canalele de curgere a agentului termic a crescut randamentul termic

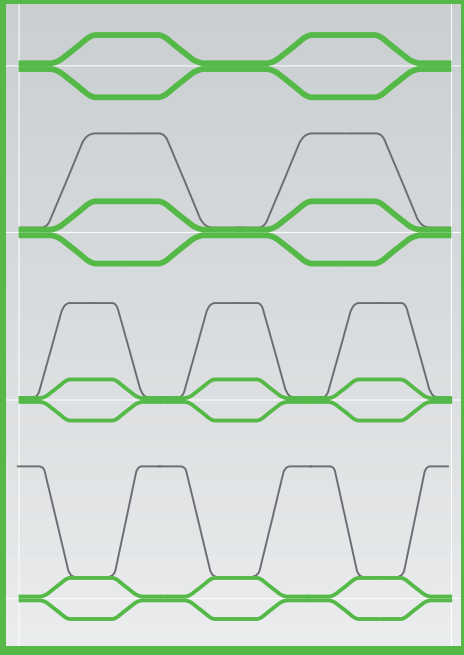
Fig. 1.2:
Inovație în radiatoarele panou din oțel

A
structură panou plan cu volum mare de apă

B
convectori între canalele de apă, sporind randamentul termic

C
randamentul termic a fost sporit prin reducerea volumului de apă și conectarea convectorilor la canalele de curgere a agentului termic

D
canale înguste, hexagonale care au maximizat suprafața de contact și au optimizat complet randamentul termic



Anii ’70

Capacitatea volumetrică a scăzut de-a lungul anilor, ceea ce a însemnat mai puțină apă și mai puțină energie și o reacție mai rapidă la schimbările energiei termice.

Prezent

Mai bine cu până la 87%

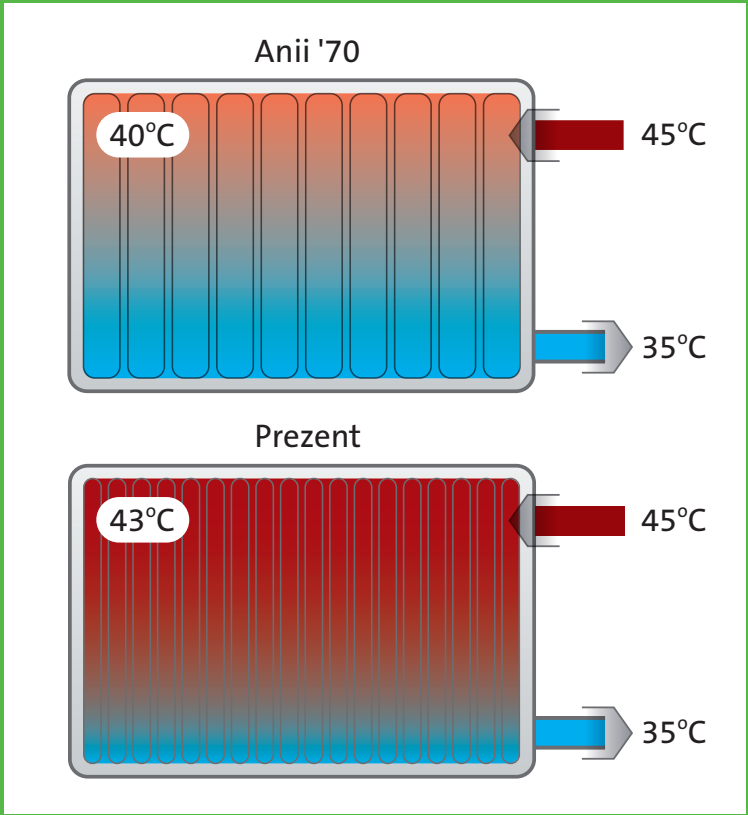
Cu modelele de astăzi, eficiența este cu 87% mai mare decât în cazul modelelor tradiționale

Simulările pe calculator au ajutat de asemenea la îmbunătățirea eficienței energetice în ultimii ani: optimizând fluxul de apă caldă în radiator și transmisia căldurii către convectori și calculând radiația și convecția optimă pentru încălzirea unei încăperi. Cu modelele actuale, eficiența este cu 87% mai mare față de modelele tradiționale; totuși încă sunt mulți oameni ținuți în loc de imaginea radiatoarelor de tipul celor vechi de câteva decenii. (**Fig. 1.3**)

Fig. 1.3:
Inovație în radiatoare panou de oțel

Mai multe canale, mai multe convectoare și mai puțină energie termică - radiatoarele moderne sporesc randamentul termic folosind mai puțină apă la aceleași temperaturi cu modelele tradiționale

Mai mult, eficiența s-a îmbunătățit cu 87% în termeni de W/kg de oțel.



CAPITOLUL 2

CUM INFLUENȚEAZĂ **IZOLAȚIA** EFICIENȚA TERMICĂ

- **Izolația >** Izolația a jucat întotdeauna un rol important în menținerea unui climat interior cât mai plăcut
- **Impact pozitiv al schimbării izolației >** Pe lângă economisirea de energie şi reducerea costurilor, beneficiul imediat al unei mai bune izolații a fost un climat interior mai confortabil
- **Aporturi şi pierderi de căldură în clădirile moderne >** Energia efectivă poate fi determinată când sunt luate în considerare toate pierderile şi aporturile de căldură
- Este important ca sistemul de încălzire să reacționeze rapid la aporturile ocazionale de căldură.
- Cu cât este mai mică masa termică a emițătorului de încălzire, cu atât poate fi controlată mai bine temperatura din cameră

Izolația

Căldura din încăperi se pierde în două moduri: pierderi prin structura de rezistență a clădirii, prin ferestre, pereți, tavan etc către exterior (pierderi prin transmisie). Pe de altă parte, prin curenții de aer către exterior: pierderi prin ventilație și canale de scurgere. Îmbunătățirea izolației are ca scop minimizarea pierderilor prin transmisie în cel mai eficient mod.

Corpul uman emite în jur de 20 l/h CO_2 și circa 50 g/h de vapori de apă. În plus, activitățile casnice și dușul adaugă câțiva litri de vapori de apă în aerul din cameră în fiecare zi. Din această cauză ventilația fluxului de aer este esențială; fără ventilație oamenii s-ar îmbolnăvi și clădirea ar fi contaminată (cu mucegai etc).

O problemă în îmbunătățirea izolării clădirii este etanșeizarea acesteia. O ventilație proastă, umiditate crescută în încăperi, nivel ridicat de CO_2, condensația clădirii, toate pot fi un rezultat al etanșeizării. De aceea, o clădire izolată corect trebuie să fie echipată și cu ventilație mecanică. Din fericire, căldura recuperată prin evacuarea aerului din sistemul de ventilație constituie o importantă sursă de salvare a energiei.

Izolația a jucat întotdeauna un rol important în menținerea caselor calde și uscate

Izolația a jucat întotdeauna un rol important în menținerea caselor calde și uscate, de la primele materiale utilizate - paie, rumeguș și plută. Alternativele moderne de astăzi, cum sunt vata de sticlă, vata minerală, plăcile și spuma din polistiren și poliuretan, au contribuit la schimbarea practicilor în construcții, încurajând astfel renunțarea la proprietățile termice ale pereților groși și radiatoarelor de temperatură ridicată.

86.000 de euro economisiți după 20 de ani

Bineînțeles că o casă bine izolată poate fi încălzită mai ușor decât una similară fără izolație. Pierde mai puțină căldură, deci folosește mai puțină energie. **Fig. 2.1** compară costurile estimative de încălzire a două case familiale - una renovată corect, iar cealaltă fără izolație. Diferența majoră dintre cele două case devine și mai pregnantă cu trecerea anilor, cu o uimitoare economie de 86.000 de euro în 20 de ani.

Fig. 2.1:
Cost estimativ de încălzire pentru o casă unifamilială: casă izolată vs. casă neizolată

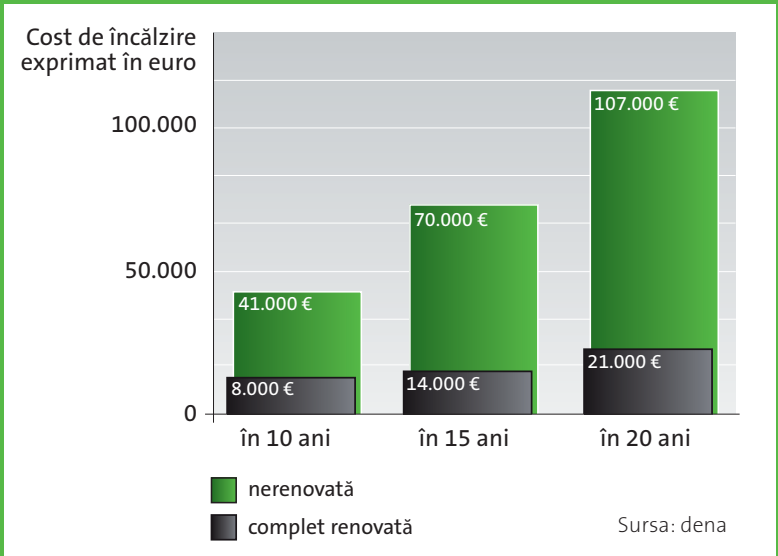
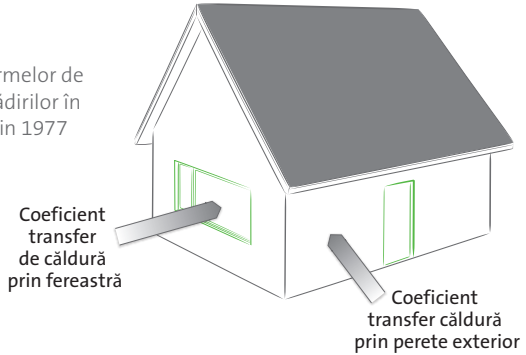


Fig. 2.2:
Evoluția normelor de izolație a clădirilor în Germania din 1977



		Înainte de 1977	1977	WSVO 1984	WSVO1995	ENEV 2002	ENEV 2009
Coeficient transfer căldură prin fereastră	W/m²K	5	3,50	3,10	1,80	1,70	1,30
Coeficient transfer căldură prin perete exterior	W/m²K	2	1,00	0,60	0,50	0,35	0,24
Necesar de consum energetic	W/m²	200	130	100	70	50	35
Temperatură agent termic tur/retur	°C	90/70	90/70	90/70 & 70/55	70/55	55/45	45/35

În concordanță cu noile metode de izolație termică și eficiența acestora, legislația a fost adaptată pentru a asigura construcția de noi locuințe și renovarea celor vechi în conformitate cu reglementările din ce în ce mai stricte. Din 1977 aceste reglementări au stabilit pentru Germania niveluri în continuă scădere ale pierderilor de căldură acceptate spre exterior.

Pentru locuințele a căror încălzire este asigurată prin sisteme centralizate de încălzire bazate pe agent termic apă caldă, una dintre cele mai importante îmbunătățiri se observă la nivelul temperaturilor de tur şi retur a agentului termic. În 1977, normele stabileau o temperatură de 90/70 (tur/retur), aproape dublu față de nivelul prevăzut de EnEV 2009. Bineînțeles, această schimbare către sistemele de încălzire de joasă temperatură este posibilă datorită creșterii eficienței energetice prin renovarea clădirilor.

În 1977, normele stabileau o temperatură de 90/70 (tur/retur), aproape dublă față de nivelul prevăzut de EnEV 2009

Impactul pozitiv al schimbării legislației

Economisirea energiei și reducerea costurilor nu au fost singurele efecte ale reglementărilor tot mai stricte. Beneficiul imediat al unei izolații mai bune a fost crearea unui climat interior mult mai confortabil. **Fig. 2.3 - 2.5** (pe partea cealaltă a paginii) arată climatul interior al unei încăperi pe măsura schimbărilor legislative privind izolația. Așa cum se poate observa, singura valoare constantă în toate exemplele este temperatura exterioară, de -14°C. Temperatura de la nivelul ferestrei din **Fig. 2.3**. este 0°C, fereastra având un singur rând de geam. Pentru a avea o temperatură optimă de 20°C în încăpere, casele izolate conform standardelor WSVO 1977 trebuiau să folosească sisteme de încălzire cu radiatoare și având agent termic la o temperatură de 80°C. Chiar și cu această temperatură foarte ridicată, pereții ar ajunge abia la 12°C, creând o mare diferență de temperatură și astfel multe locuri foarte reci.

Pe lângă economisirea de energie și reducerea costurilor, beneficiul imediat al unei mai bune izolații a fost un climat interior mai confortabil

Climat interior

De-a lungul timpului, pe măsură ce reglementările privind construcțiile s-au schimbat, climatul interior a devenit considerabil mai plăcut, așa cum se observă în **Fig. 2.4**. Prin folosirea extinsă a ferestrelor duble, au dispărut geamurile extrem de reci și s-a creat o protecție în calea temperaturilor sub 0°C. Pentru a atinge o temperatură ideală în încăpere, acum radiatoarele trebuiau să primească agent termic de numai 50°C (temperatura medie), pereții ajungând acum la 18°C, un nivel mai apropiat de media dintre temperatura de 14°C a ferestrelor și temperatura aerului din încăpere de 20°C. Situația continuă să se îmbunătățească în cazul clădirilor izolate conform normei EnEV 2009 către standardele EnEV 2012.

Fig. 2.3: Temperatura într-o casă standard înainte de 1977 (90/70/20 °C)

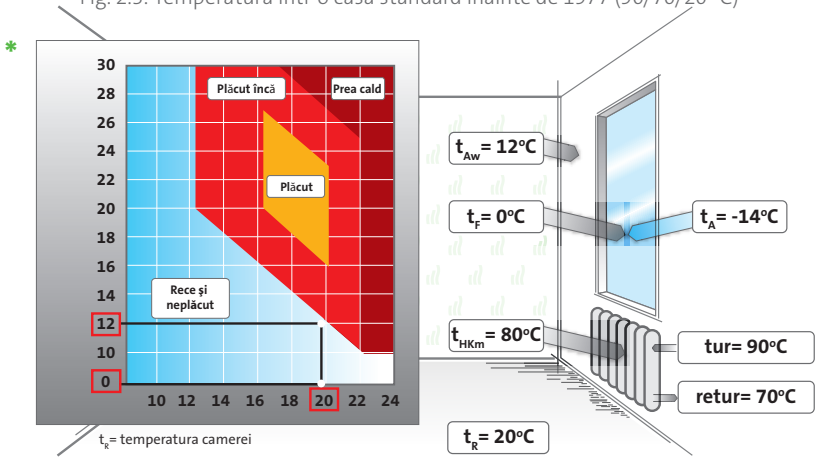


Fig. 2.4. EnEV2002 (55/45/20 °C)

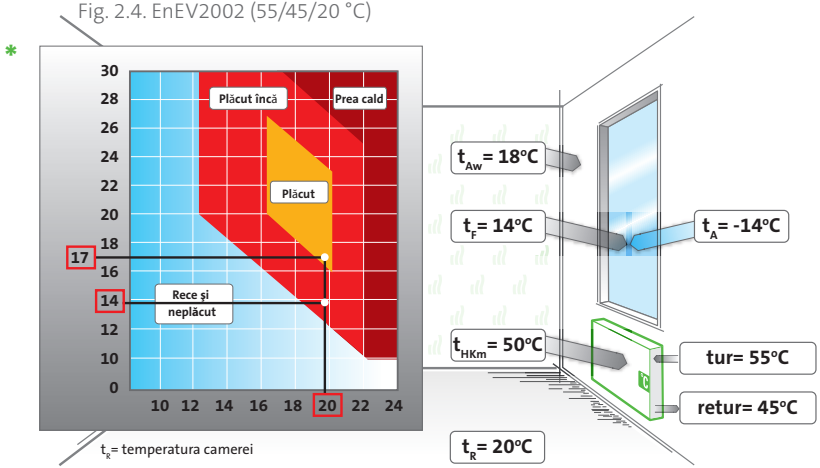
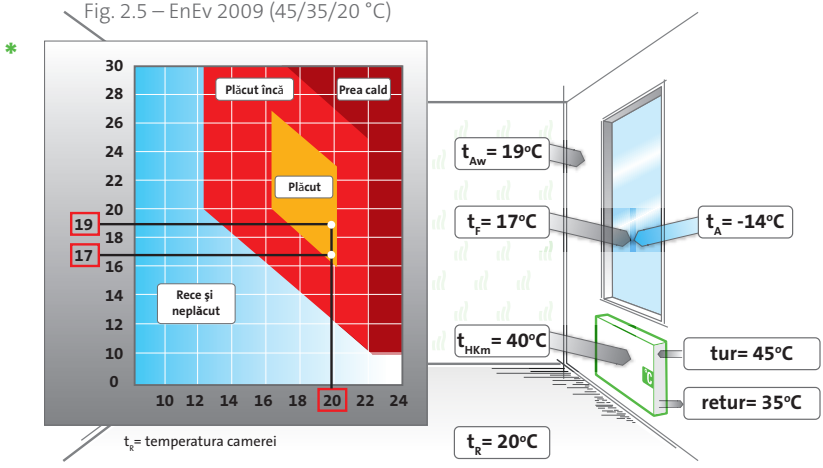


Fig. 2.5 – EnEv 2009 (45/35/20 °C)



În **Fig. 2.5** pereții sunt aproape la aceeași temperatură cu aerul din cameră și chiar și ferestrele sunt calde, în ciuda gerului de afară. Se observă că agentul termic din instalația de încălzire cu radiatoare trebuie să atingă numai 40°C pentru a obține această situație ideală - 100% mai puțin decât aceeași clădire izolată conform standardelor din **Fig. 2.3**.

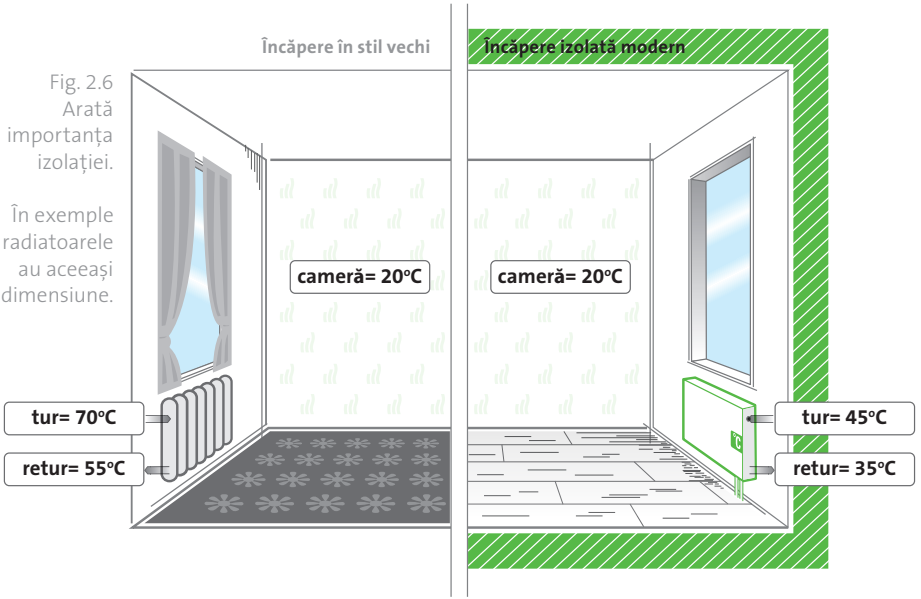
Diferența de temperatură dintre suprafața de mijloc a încăperii și colțurile opuse nu depășește 5°C

* Confort termic: Sunt câteva criterii standard, printre care:

- Valoarea medie a temperaturii aerului și cea din suprafața de mijloc a încăperii este de circa 21°C.
- Diferența de temperatură între aerul din încăpere și suprafața de mijloc a încăperii nu depășește 3°C.
- Diferența de temperatură dintre suprafața de mijloc a încăperii și colțurile opuse nu depășește 5°C.
- Diferența medie dintre temperatura la nivelul capului și cea de la nivelul genunchilor nu depășește 3°C.
- Viteza aerului în încăpere este mai mică de 0,15m/s.

Fig. 2.6 Arată importanța izolației.

În exemple radiatoarele au aceeași dimensiune.



Necesar energetic: **100 W/m²**
suprafață living **x** necesar energetic:
11 m² x 100 W/m²= **1100 W**
temperatura agentului termic din instalație:
70/55/20°C
Dimensiunile radiatorului:
Înălțime 580mm, Lățime 1200mm, Adâncime 110mm
n*= **1,25** Energia termică= **1100 W**

Dezavantajele vechilor modele de radiatoare din oțel:

- volum mare de apă (pompă mare, costuri ridicate de electricitate)
- greu de întreținut (greutate mare, volum mare de apă)
- timp îndelungat de încălzire și răcire (nepotrivite pentru sistemele moderne de joasă temperatură)
- aspect învechit

Necesar energetic: **50 W/m²**
suprafață living **x** necesar energetic:
11 m² x 50 W/m²= **550 W**
temperatura agentului termic din instalație:
45/35/20°C
Dimensiunile radiatorului:
Înălțime 600mm, Lățime 1200mm, Adâncime 102mm (Type 22)
n*= **1,34** Energia termică= **589 W**

Avantajele radiatoarelor panou actuale:

- volum mai mic de apă
- greutate mică
- optimizate pentru randament termic ridicat
- control excelent
- timp redus de încălzire și răcire
- aspect modern, modele diferite, culori și modele pentru toate nevoile și pe toate gusturile
- 10 ani garanție

* ***n*** este exponentul care indică randamentul termic când temperatura apei și camerei diferă de valoarea folosită pentru calcularea θ_0. Exponentul ***n*** este responsabil de relația dintre radiația și convecția unui radiator (depinde de model). Cu cât este mai mică temperatura de tur, cu atât este mai mică și convecția.

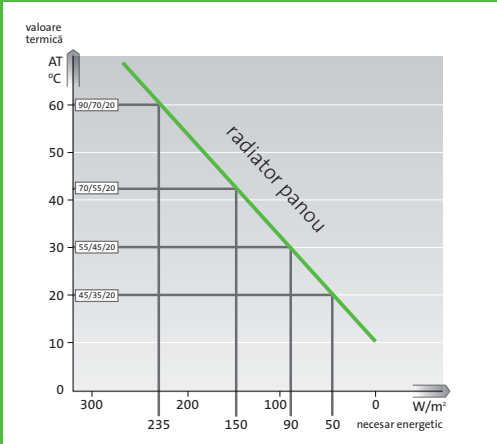
Eficiența energetică sporită a clădirilor din ultimele decenii a făcut posibilă scăderea temperaturii termice proiectate a agentului termic. În imaginea alăturată, ambele radiatoare au dimensiuni aproape egale. Temperatura ideală în încăpere este în ambele cazuri aceeași. Așa cum se poate observa, într-o casă neizolată pentru a obține temperatura interioară dorită, temperatura de tur și retur a agentului termic din instalație trebuie să fie mult mai mare decât în cazul unei case bine izolate. Avantajul este că radiatorul din camera modernă poate avea aceeași dimensiune ca în vechea încăpere întrucât necesarul termic este mai mic după izolație.

Mărimea radiatoarelor

Diferența de temperatură dintre suprafața de mijloc a încăperii şi colțurile opuse nu depăşeşte 5°C

Fig. 2.7
Radiatoare de aceeași dimensiune adaptate la schimbările normelor privind performanța energetică a clădirilor.

Parametrii indicați sunt randamentul termic / necesar energetic și valoare termică ΔT.



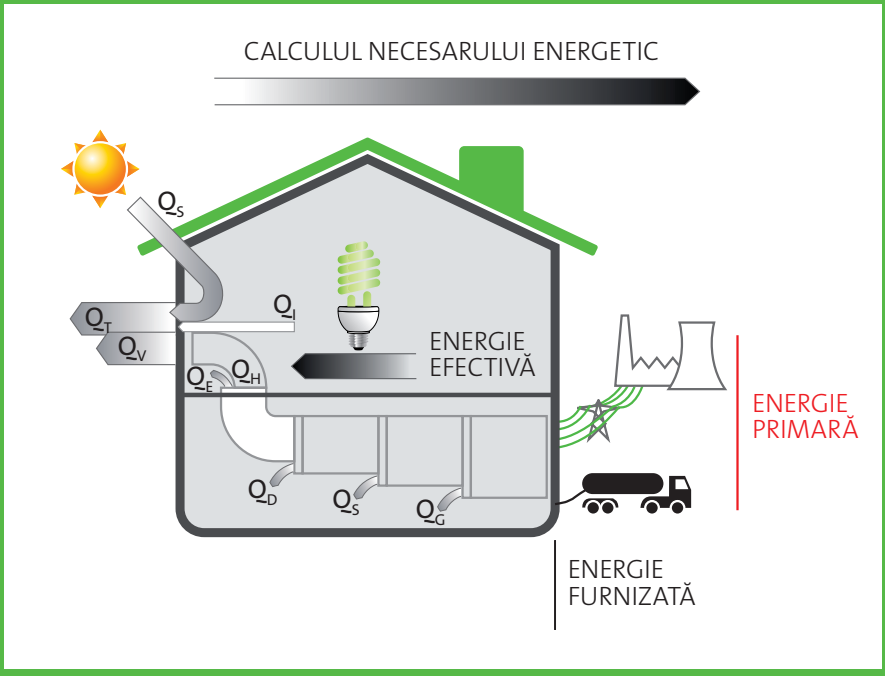
Aport de căldură și pierderi de căldură

Necesarul energetic al oamenilor dintr-o locuință include și cererile sistemului de încălzire. **Fig. 2.8**. arată întregul traseu prin care energia ajunge în case de la punctul de pornire, după care este generată ca energie primară.

Energia folosită de o clădire depinde de cerințele oamenilor din clădire. Pentru a răspunde nevoilor acestora și a crea un climat interior confortabil, sistemul lor de încălzire trebuie să genereze căldură din energia furnizată clădirii. Când sunt luate în considerare și aportul și pierderile de căldură, poate fi calculată energia folosită efectiv. Modul în care energia este folosită depinde de eficiența sistemului de încălzire și, așa cum am văzut, de nivelul de izolație al clădirii.

Când sunt luate în considerare toate pierderile și aporturile de căldură, poate fi calculată energia folosită efectiv.

Fig. 2.8



Qt – Pierderi de căldură de transmisie
Qv – Pierderi de căldură prin ventilație
Qs – Aport de energie solară
Qi – Aport de căldură din interior
Qe, d, s, g – Pierderi prin emisie, distribuție, depozitare și generare
Qh – Necesar energetic

Influența aportului de căldură în clădirile moderne

Aporturile de căldură sunt de multe ori trecute cu vederea când se discută despre energie eficientă. Când aparatele electrice sunt pornite, când alți oameni intră în imobil, când razele soarelui pătrund în încăpere, toate acestea ridică temperatura din interior.

Eficiența energetică depinde foarte mult de două lucruri: cât de bine poate sistemul de încălzire să folosească aportul de căldură și prin urmare să reducă consumul de energie și cât de mici sunt pierderile de căldură din sistem.

Este important ca sistemul de încălzire să reacționeze rapid la aporturile de căldură neprevăzute

Întrucât clădirile moderne sunt mai sensibile termic, este important ca sistemul de încălzire să reacționeze rapid la aporturile de căldură neprevăzute. Altfel, climatul interior poate deveni inconfortabil pentru ocupanți (ceea ce poate afecta negativ productivitatea dintr-un birou).

Fig. 2.9

Necesarul de energie termică pentru o încăpere de 30 m².
Standard în construcții EnEv 2009, EFH, imobil localizat în Hanovra.

necesar termic la -14 °C = 35 W/m² = 1050 W
necesar termic la 0 °C = 21 W/m² = 617 W
necesar termic la +3 °C = 18 W/m² = 525 W

Aportul termic mediu din interior

Media în concordanță cu DIN 4108-10	= 5 W/m²	= 150 W
Persoană, stând culcat	= 83 W/persoană	
Persoană, stând pe scaun	= 102 W/persoană	
Bec, 60 W		
Calculator cu monitor TFT	= 150 W/unit (pornit), 5 W/unit (standby)	
Televizor (plasmă)	= 130 W/unit (pornit), 10 W/unit (standby)	
Exemplu: 2 persoane, lumină, TV etc.	**= aprox. 360 - 460 W**	

Un sistem de încălzire de top trebuie să se poată adapta rapid la diferite aporturi termice din interior!

Prof. Dr. Christer Harrysson predă la Universitatea Örebro (Suedia)
și este Director al Bygg & Energiteknik AB

CUM SĂ TRANSFORMI ENERGIA ÎN **EFICIENȚĂ**

Prof. Dr. Chirster Harrysson este un cercetător renumit care predă Tehnica Energetică la Universitatea Örebro din Suedia. El a coordonat numeroase cercetări comparative privind consumul de energie pentru diferite sisteme, surse și emițătoare de încălzire.

Prof. Dr.
Christer Harrysson

Cercetarea este cea mai importantă metodă pentru sporirea cunoașterii și obținerea de informații clare și independente privind funcționarea mai multor sisteme de încălzire.
De asemenea, poate contribui la creșterea performanței diferitelor soluții de încălzire. Cercetarea realizată timp de un an privind mediul și consumul de energie în Suedia a inclus 130 de locuințe din Kristianstad. Studiul a monitorizat consumul sistemelor de încălzire, consumul de electricitate și apă caldă. Toate casele implicate în cercetare au fost construite de la mijlocul anilor '80 până în 1990 și au fost grupate în 6 zone, cu diferențe în construcții, ventilație și sisteme de încălzire. Rezultatele au fost elocvente. Au fost constatate diferențe de consum de energie de până la 25% între mai multe tipuri de echipamente tehnice folosite.

Unul dintre principalele obiective a fost acela de a determina diferența dintre eficiența energetică a mai multor tipuri de sisteme de încălzire și confortul termic oferit de acestea.
Am comparat rezultatele înregistrate pentru încălzirea prin pardoseală și radiatoare, realizând și interviuri cu proprietarii. Am descoperit că locuințele încălzite cu radiatoare consumă mult mai puțină energie. În total - incluzând energia pentru sistemul de încălzire, apă caldă și electricitate - consumul mediu de energie a fost de 115 kWh/m^{2}a.

Aceasta comparativ cu un consum mediu de energie de 134 kWh/m²a în casele cu încălzire prin pardoseală. Pe scurt, datele arată că radiatoarele sunt cu 15 - 25 % mai eficiente decât încălzirea prin pardoseală. Date care arată că 15% din diferențe sunt strâns legate de izolația caselor cu încălzire prin pardoseală cu plăci de polistiren expandat de 200 mm sub podeaua de beton.

Concluzii

O altă concluzie importantă a acestui studiu este aceea că proiectanții, furnizorii și instalatorii trebuie să furnizeze proprietarilor informații clare și complete. În plus, recomandăm ca nivelul de confort să fie la fel de important ca estimarea performanței energetice și consumului de energie pentru clădirile noi sau renovate. Fapt ce trebuie avut în vedere atât de proiectanți și constructori, cât și de proprietari și furnizori de servicii de mentenanță tehnică în clădirile noi.

Observații: *Locuințele incluse în acest studiu pot fi comparate cu locuințele izolate conform reglementărilor EnEV 2009 din Germania.*

Un rezumat complet al studiului coordonat de Prof. Harrysson poate fi consultat accesând ***www.purmo.ro/clever***

CAPITOLUL 3

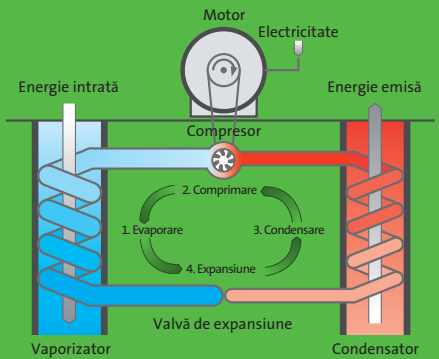
CREȘTEREA UTILIZĂRII SISTEMELOR DE ÎNCĂLZIRE DE **JOASĂ TEMPERATURĂ**

- **Pompă de căldură şi centrală în condensaţie >** Ambele surse de încălzire sunt soluții eficiente pentru sistemele de încălzire de joasă temperatură în clădirile moderne şi bine izolate
- **Eficiență în generare de căldură >** Ambele surse de încălzire sunt potrivite şi pentru radiatoarele de joasă temperatură
- **Modernizarea energetică a clădirilor >** Clădirile încălzite cu sisteme de radiatoare de joasă temperatură consumă energie totală mai puțină decât clădirile cu încălzire prin pardoseală
- Îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor vechi reprezintă o soluție eficientă de economisire a energiei

Pompă de căldură

Datorită necesarului termic scăzut de încălzire, confortul din case și birouri poate fi menținut astăzi cu mai puțină energie. Ceea ce face ca pompa de căldură să fie un element ideal într-un sistem modern de încălzire. Temperatura la câțiva metri sub pământ este relativ constantă de-a lungul anului, în jur de 10°C. Pompele de căldură geotermale profită de acest aspect, cu ajutorul unui circuit de conducte - circuit vertical în pământ - îngropat la 100-150 m sub pământ sau circuit orizontal mai aproape de suprafață. În general, un mix de apă - etanol este pompat în acest circuit, unde are loc schimbul de căldură înainte ca lichidul încălzit să se întoarcă în pompă și de aici în sistemul de încălzire. Pompele de căldură aer-apă pot fi de asemenea o bună alternativă. Acestea pot folosi aerul din exterior și/sau aerul evacuat din sistemele de ventilație ca sursă de energie.

Fig.3.1
Structura unei pompe de căldură



Sursa:
Pro Radiator Programme

Centrală în condensație

Cele mai multe centrale au o singură cameră de combustie inclusă în circuitul din schimbătorul de căldură pe unde trece gazul fierbinte. Acest gaz va fi evacuat prin conducta din partea superioară a centralei, având o temperatură de 200°C. Centralele în condensație, pe de altă parte, permit mai întâi ridicarea căldurii prin primul schimbător de căldură, unde în partea superioară gazul este redirecționat către un al doilea schimbător de căldură.

În centralele în condensație, combustibilul (ulei sau gaz) este încins pentru a încălzi apa într-un circuit de țevi, care poate include și radiatoarele din imobil. Când combustibilul este încins, aburul este un produs secundar al procesului de combustie și acest abur este condensat obținându-se apa caldă. Din acest circuit al apei se obține agent termic și căldură, înainte de întoarcerea apei în circuit (**Fig. 3.2**). Deși poate fi folosit atât ulei cât și gaz, gazul este mai eficient pentru că evacuarea apei calde într-un sistem pe gaz se realizează la 57°C, în timp ce într-un sistem pe ulei apa nu este evacuată decât la 47°C. Un alt avantaj al sistemului pe gaz este reprezentat de volumul mai mare de apă.

Toate centralele în condensație economisesc o cantitate importantă de combustibil consumat: gazul evacuat are în jur de 50°C, în comparație cu centralele tradiționale unde gazul nefolosit este evacuat la 200°C.

Ambele surse de încălzire în clădiri moderne și izolate sunt metode eficiente pentru sistemele de încălzire de joasă temperatură, fiind ideale pentru radiatoare, care pot fi folosite cu orice sursă de încălzire, inclusiv energie regenerabilă.

Ambele surse de încălzire sunt soluții eficiente pentru sistemele de încălzire de joasă temperatură

Fig.3.2
Structura unei centrale în condensație

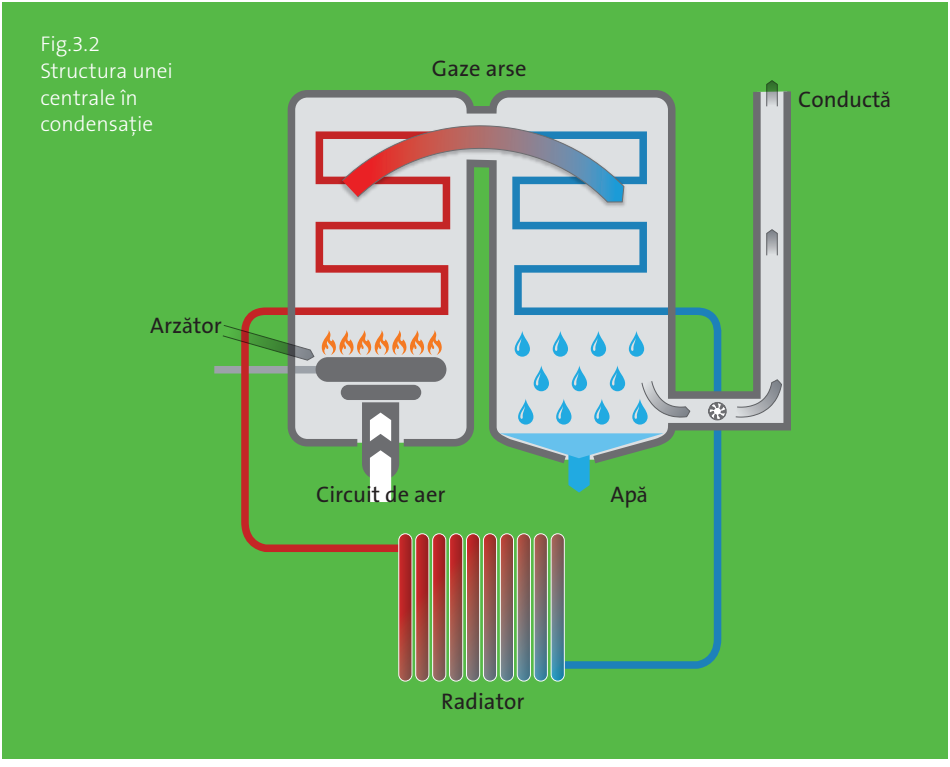
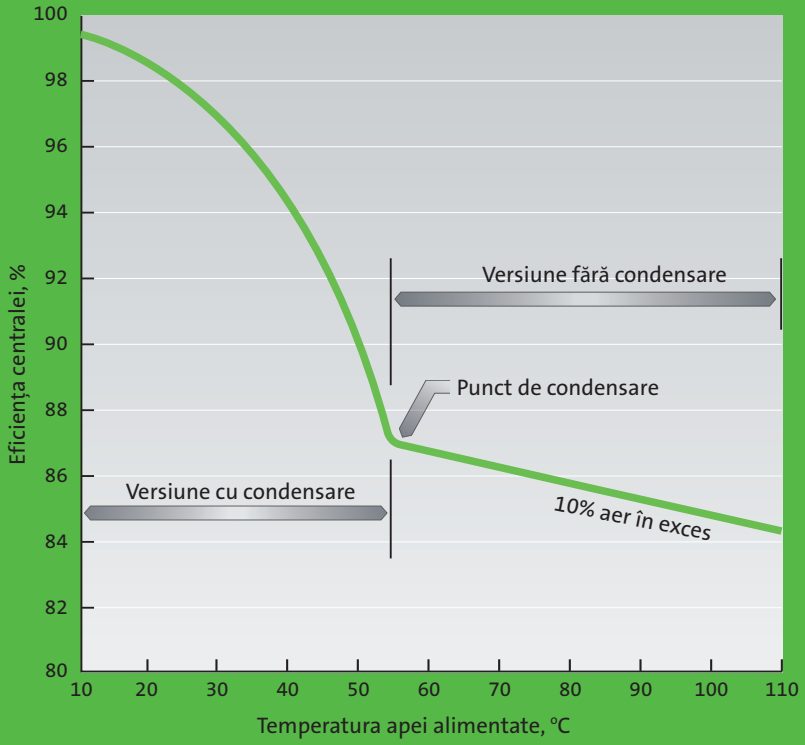


Fig. 3.3
Efectul temperaturii apei alimentate asupra eficienței centralelor în condensație



Sursă: ASHRAE Handbook 2008

Eficiență în generare de căldură

Centralele în condensație pot funcționa în versiune cu condensare când temperatura apei alimentate către rețeaua de încălzire rămâne sub 55°C. Creșterea eficienței, comparativ cu centrala standard, este de aproximativ 6% pentru ulei și de circa 11% pentru gaz. (Sursa: ASUE 2006). Acesta este un motiv temeinic pentru proiectarea radiatoarelor pentru sistemele de încălzire de joasă temperatură. Pompele de căldură sunt de cele mai multe ori folosite pentru încălzirea prin pardoseală, dar ele funcționează perfect și cu radiatoare de joasă temperatură. Norma EN 14511-2 prezintă o metodă simplă de calculare a factorului de performanță sezonieră, SPF, luând în considerare doar temperatura apei alimentate pentru sistemul de încălzire. Acest sistem de calcul oferă valori destul de corecte ale SPF pentru încălzirea prin pardoseală, unde diferențele de temperatură între apa alimentată și apa emisă sunt de regulă mici, mai puțin de 5K. Această metodă simplificată nu se aplică și sistemelor de încălzire cu radiatoare, unde diferența de temperatură dintre apa alimentată și cea emisă este mai mare. Pentru acest calcul, norma EN 14511-2 indică o altă metodă care ia în considerare și temperatura apei emise. Strâns legat de factorul de performanță sezonieră este coeficientul anual de performanță, care descrie eficiența unei pompe de căldură, perioada sezonieră fiind în acest caz perioada unui an.

Pompele de căldură funcționează perfect şi cu radiatoare de joasă temperatură

Observații: *Energia primară necesară unei centrale în condensație folosind energie solară pentru încălzire este similară cu cea a unei singure pompe de încălzire cu apă.*
Sursa: *ZVSHK, Wasser Wärme, Luft, Ausgabe 2009/2010*

Fig. 3.4 Tabel de valori al coeficientului de performanță anuală pentru diferite temperaturi ale apei, pentru producerea de apă caldă menajeră plus încălzire, apă caldă menajeră și doar încălzire. Sunt prezentate și temperaturile rezultate prin condensare. Imobilul de referință este o casă unifamilială modernă din Munchen, echipată cu pompă de căldură electrică. Valorile coeficientului de performanță sunt verificate în laborator (Bosch 2009).

Fig. 3.4

Coeficient de performanță anuală

Coeficient de performanță anuală = cantitatea de căldură furnizată de pompa de căldură împărțită la energia necesară pentru acest proces pe o perioadă de un an

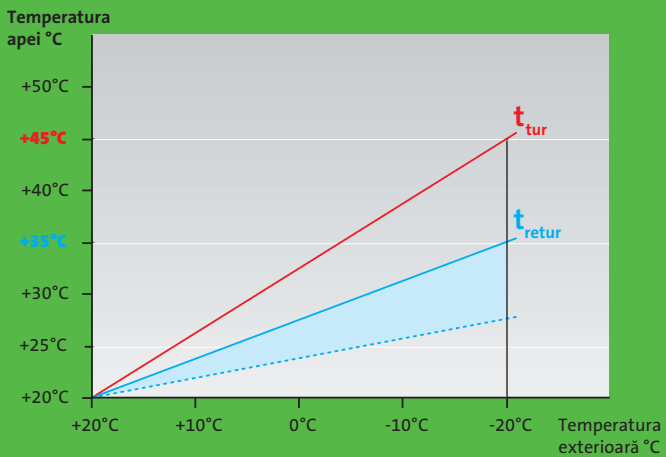
Temperaturi proiectate	Temperatura de condensare	Coeficient de performanță anuală pentru apă caldă menajeră și încălzire	Coeficient de performanță anuală doar pentru încălzire
70/55/20	62,4	2,8	3,0
55/45/20	49,2	3,2	3,6
60/40/20	49,0	3,2	3,6
50/40/20	44,0	3,3	3,8
45/35/20	38,8	3,5	4,1
50/30/20	38,7	3,5	4,1
40/30/20	33,7	3,6	4,4
35/28/20	30,2	3,8	4,6

Pompă de căldură electrică. Valori calculate pentru imobilul de referință

Rezultatele arată că este foarte avantajos să folosești radiatoare de joasă temperatură, atunci când generatorul de încălzire este o pompă de căldură. Pentru casele mici, pompele de căldură sunt folosite pentru producerea de apă caldă menajeră. Comparând valorile coeficientului de performanță anuală pentru producerea apei menajere în combinație cu încălzirea, se poate observa că temperatura apei într-un sistem de joasă temperatură (45/35) determină o eficiență a pompei de căldură cu 10% mai mare decât într-un sistem de 55/45. Diferența dintre sistemul de 45/35 și sistemul de 40/30 pentru încălzirea prin pardoseală este de circa 3% și 9% în comparație cu sistemul de 35/28.

Este mult mai eficient să folosești temperaturi joase pentru radiatoare atunci când sursa de încălzire este reprezentată de pompa de căldură

Fig. 3.5
Temperatura de retur a radiatorului, folosind supapă termostatică, este mai mică datorită aporturilor de căldură și funcțiilor corespunzătoare ale termostatului



Modernizarea energetică a clădirilor

Clădirile încălzite cu sisteme de radiatoare de joasă temperatură consumă energie totală mai puțină decât clădirile cu încălzire prin pardoseală

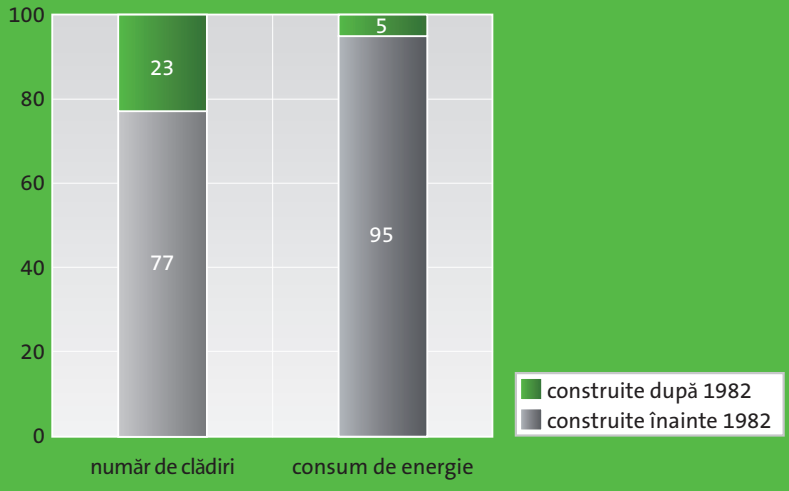
Pe scurt, clădirile încălzite cu sisteme de radiatoare de joasă temperatură consumă energie totală mai puțină decât clădirile încălzite cu sisteme de încălzire prin pardoseală, chiar și folosind pompa de căldură ca generator de energie. Diferențele dintre valorile coeficientului de performanță anuală sunt compensate de eficiența energetică mai mare a radiatoarelor de joasă temperatură.

Îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor vechi este o soluție mai eficientă de economisire a energiei

Clădirile, în special cele rezidențiale, se află în prezent într-o spirală a consumului de energie. Energia folosită de clădiri reprezintă cel mai mare segment consumator de energie din Europa. În mod normal activitatea de economisire a energiei ar trebui să se concentreze pe reducerea energiei folosite în clădiri. Interesant totuși, clădirile moderne (noi sau complet renovate) nu constituie adevărata problemă în materie de consum de energie. Dacă luăm totalul clădirilor existente în Germania, spre exemplu, numărul clădirilor noi construite după 1982 reprezintă 23% din total, la nivelul țării, dar consumă numai 5% din energia pentru încălzire. Cu alte cuvinte, îmbunătățirea eficienței energetice pentru clădirile vechi ar fi o metodă mai eficientă pentru a economisi mai multă energie.

Fig.3.6
Concentrare pe clădiri vechi: Clădiri prezentate în cifre și consum de energie, Fraunhofer 2011

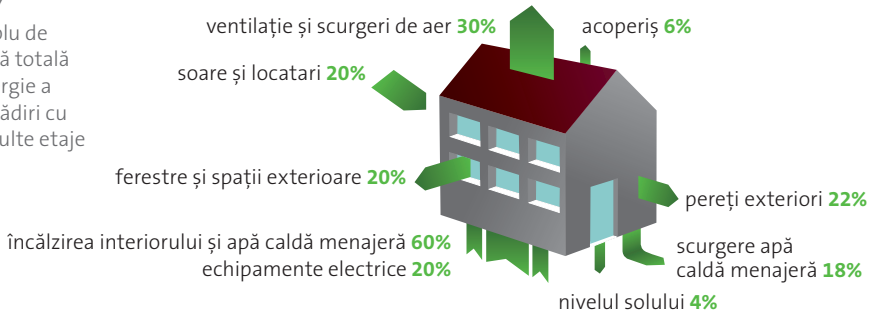
77% din clădirile din Germania construite înainte de 1982 folosesc 95% din energia pentru încălzire



Balanța totală de energie a unei clădiri este reprezentată de fluxurile înspre interior și spre exterior ale clădirii

Balanța totală de energie a unei clădiri este reprezentată de fluxurile înspre interior și spre exterior ale clădirii. Eventuala energie folosită pentru răcire nu este inclusă în aceste cifre. Fluxurile de energie ale clădirii din exemplu pot fi definite așa cum urmează:

Fig. 3.7
Exemplu de balanță totală de energie a unei clădiri cu mai multe etaje



Spre exteriorul clădirii/emisii și pierderi

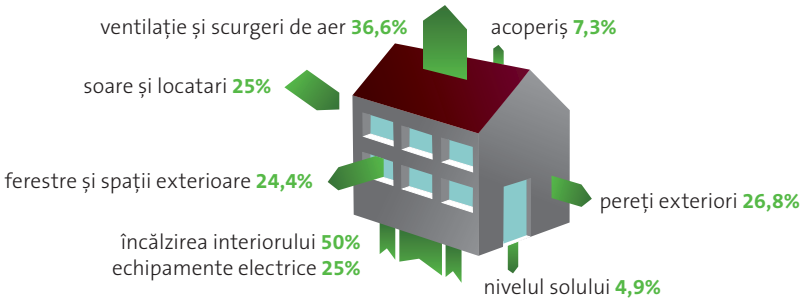
- ventilație și scurgeri de aer	30 %	- Medie de schimbare a aerului = 0,5 1/h
- scurgere apă caldă menajeră	18 %	- 35 kWh/m²a
- pereți exteriori	22 %	- U = 1,0 W/m²K
- ferestre și spații exterioare	20 %	- U = 3,5 W/m²K
- acoperiș	6 %	- U = 0,7 W/m²K
- nivelul solului	4 %	- U = 1,0 W/m²K
	total 100 %	**- Uw. = 1,3 W/m²K**

Înspre interiorul clădirii/intrări

- încălzirea interiorului și apă caldă menajeră	60 %
- echipamente electrice	20 %
- soare și locatari	20 %
	total 100 %

Dacă excludem pierderile prin scurgerea apei calde menajere, care poate fi de fapt o sursă importantă de economisire a energiei, putem vedea cifrele unde ar trebui să fie concentrate activitățile de renovare și modernizare energetică.

Fig. 3.8
Exemplu de balanță a energiei pentru încălzirea interiorului într-o clădire cu mai multe etaje

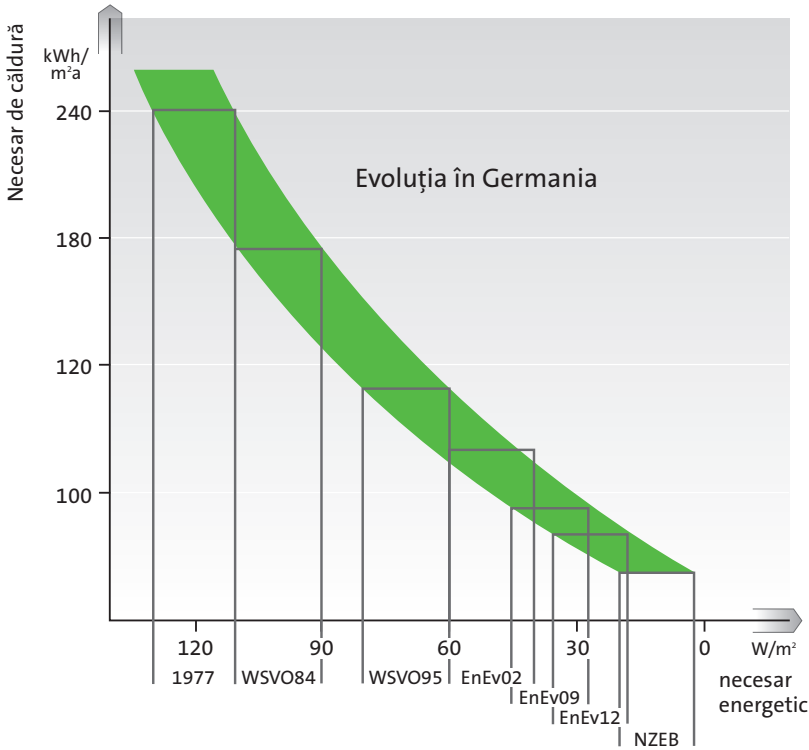


Spre exteriorul clădirii/emisii și pierderi	
- ventilație și scurgeri de aer	36,6 %
- pereți exteriori	26,8 %
- ferestre și spații exterioare	24,4 %
- acoperiș	7,3 %
- nivelul solului	4,9 %
	total 100 %

Înspre interiorul clădirii/intrări	
- încălzirea interiorului	50 %
- echipamente electrice	25 %
- soare și locatari	25 %
	total 100 %

Aceste cifre sunt exemple ale valorilor pentru clădirile cu mai multe etaje, unde necesarul de energie pentru încălzirea interiorului, inclusiv pierderi de transmisie și ventilație, se situează în jurul valorii de 240 KWh/m^{2}a. Pentru a face o aproximare pentru alte tipuri de imobile, ar trebui să luăm în considerare următorii factori: dimensiunea suprafețelor, coeficientul de transfer termic și media fluxului aerului prin ventilație. Spre exemplu, o casă cu un singur etaj are mai multe pierderi prin acoperiș și la nivelul solului decât o clădire cu mai multe etaje.

Fig. 3.9
Estimarea raportului dintre necesarul de căldură din interior și necesarul energetic aferent



Evoluția necesarului de căldură și necesarului energetic în clădirile din Germania.

Necesarul de căldură din interior și necesarul energetic aferent

Putem face o corelație între necesarul de căldură din interior, kWh/m²a, și necesarul energetic aferent, W/m², în baza cifrelor statistice existente pentru cerințele energetice pentru diferite perioade de timp.

Să considerăm ca referință o clădire cu mai multe etaje renovată și să recalculăm. Necesarul energetic inițial poate fi calculat conform graficului din **Fig. 3.9** la un necesar de căldură în interior de 240 kWh/m²a. Necesarul energetic este de aproximativ 120 W/m². Structura de rezistență a clădirii și izolația vor fi îmbunătățite. Noile valori ale coeficientului de transfer termic ale elementelor clădirii vor fi:

- Pereți exteriori	U = 0.24 W/m²K
- Ferestre și spații exterioare	U = 1.3 W/m²K
- Acoperiș	U = 0.16 W/m²K
- Nivelul solului	U = 0.5 W/m²K
	Uw =0.40 W/m²K

Dacă suprafețele din clădire nu se schimbă și fluxul de aer prin ventilație rămâne de asemenea la fel, putem determina influența pe care o are izolația îmbunătățită. Pierderile de transmisie vor fi reduse cu 31%, unde aria de calcul pentru coeficientul de transfer termic de Uw=1.3 W/m^{2}K scade la Uw=0.40W/m^{2}K. Prin urmare, ventilația rămâne neschimbată și reducerea totală a pierderilor de căldură va fi de 44.3%.

Observații: *Acest tip de proiect de îmbunătățire a izolației pe suprafețe mari este determinat mai ales de necesitatea unor ferestre mai bune și a unei fațade mai atractive sau de dorința unui confort termic sporit și unui climat interior mai plăcut.*

Noile valori ale pierderilor de căldură vor fi:

- Ventilație și infiltrație	65.1 %
- Pereți exteriori	11.4 %
- Ferestre și spații exterioare	16.1 %
- Acoperiș	3.6 %
- Nivelul solului	4.4 %
	total 100 %

Necesarul energetic va fi cu 44,3% mai mic decât inițial. Noul necesar energetic este de circa 67 W/m^2, și așa cum se vede în **Fig. 3.9** necesarul de căldură aferent este de aproximativ 100 kWh/m^{2}a.

°C 45 35
MAI EFICIENT LA TEMPERATURI JOASE
ADAPTAT PENTRU ORICE TEMPERATURĂ
COSTURI REDUSE LA ENERGIE
CONFORT SPORIT
COMPATIBIL CU ÎNCĂLZIREA PRIN PARDOSEALĂ
CONTROL ÎMBUNĂTĂȚIT AL CLIMATULUI INTERIOR
IDEAL PENTRU SURSE DE ENERGIE REGENERABILE
100% RECICLABIL
CONDIȚII SĂNĂTOASE DE VIAȚĂ
°CLEVER
RADIATOARE DE JOASĂ TEMPERATURĂ

Prof. D.Sc. Jarek Kurnitski
Universitatea Tehnică Helsinki

TRANSFORM ȘTIINȚA ÎN PRACTICĂ

Prof. Dr. Jarek Kurnitski, unul dintre cei mai mari oameni de știință în domeniul sistemelor de încălzire, ventilație și aer condiționat, este în prezent unul dintre experții de top în domeniul energetic din cadrul Sitra, Fondul finlandez pentru inovații. Ca om de știință premiat de Federația Europeană a Asociațiilor de Încălzire, Ventilație și Aer Condiționat, Prof. Kurnitski a publicat aproape 300 de lucrări.

Mai mare nu este cu siguranță mai bun

În industria sistemelor de încălzire există încă mitul potrivit căruia pentru sistemele de joasă temperatură sunt necesare radiatoare mai mari. Oricum, mai mare nu înseamnă neapărat mai bun. În urma studiului comparativ privind emițătoarele de încălzire, am descoperit că inclusiv în zilele cele mai reci de iarnă este necesar un răspuns rapid la schimbările de temperatură pentru a menține un confort optim într-o încăpere. În momentul în care temperatura din interior crește chiar și cu numai 0,5°C, sistemul de radiatoare reacționează imediat menținând temperatura din încăpere la nivelul celei presetate.

În același timp, în cazul încălzirii prin pardoseală reacția la aportul de căldură a fost mai lentă. Ceea ce înseamnă că sistemul de încălzire prin pardoseală a continuat să emită căldură, ridicând temperatura peste cea optimă și determinând fluctuații inconfortabile de temperatură. Pentru a menține temperatura din interior aproape de cea optimă de 21°C, studiile arată că singura soluție pentru sistemele de încălzire prin pardoseală este aceea de a seta temperatura la 21,5°C.

Pentru mulți oameni 0,5°C poate însemna foarte puțin. Dar când această cifră se aplică pe oră, pe zi, la nivelul întregului sezon rece, numerele se multiplică și speranțele la eficiență energetică scad. Diferența de un grad a temperaturii dintr-o încăpere echivalează cu aproximativ 6% consum energetic. Răspunsul rapid la aportul de căldură și pierderile minime de energie constituie elementele cheie ale unui sistem de încălzire eficient energetic. Un sistem de încălzire cu control centralizat determină supraîncălzire în anumite încăperi echivalând cu consum ineficient de energie; de aceea cercetările mele recomandă folosirea sistemelor de joasă temperatură pentru reducerea pierderilor, precum și folosirea acelor emițătoare de încălzire care pot fi controlate individual. Ceea ce face ca radiatoarele să fie alegerea perfectă.

CAPITOLUL 4

DOVADĂ IMPORTANTĂ

- **Prof. Dr. Jarek Kurnitski >** concluziile generale al cercetării mele arată că radiatoarele sunt cu aprox. 15% mai eficiente în casele unifamiliale şi cu până la 10% mai eficiente în casele multifamiliale.
- **Prof. Dr. Christer Harrysson >** în condițiile date, suprafețele cu încălzire prin pardoseală consumă, în medie, cu 15 - 25% mai multă energie (excluzând alți consumatori de electricitate existenți) decât suprafețele similare încălzite cu sisteme cu radiatoare.

Mikko Iivonen,
Director de Cercetare
şi Dezvoltare,
Rettig ICC

În 2008, Departamentul de Cercetare și Dezvoltare din cadrul companiei Rettig ICC a demarat un nou proiect. Obiectivul său: clarificarea afirmațiilor incorecte care persistă în industria sistemelor de încălzire. Pro Radiator Programme - cum este intitulat proiectul - a durat doi ani. În acești doi ani am adunat trei tipuri de argumente: "în favoarea încălzirii cu radiatoare", "împotriva încălzirii cu radiatoare" și "în favoarea competiției / altor sisteme de încălzire".

În total am identificat 140 de argumente și contra-argumente. După ce am clasificat și grupat toate aceste argumente, am rămas cu 41 de situații concrete de analizat, testat și tras concluzii. Pentru a ajunge la rezultate de cercetare imparțială și independentă, am cerut sprijinul unor experți externi pentru acest studiu amplu. Mai mulți experți renumiți la nivel internațional, universități și institute de cercetare au colaborat cu noi. Rezultatul îl constituie un număr impresionant de informații, recomandări și concluzii.

Am descoperit de asemenea că industria este plină de mituri și iluzii. Deși acestea dominau argumentările din piață, ele se dovedesc a fi irelevante până la neadevărate. Cea mai mare noutate pentru noi a fost totuși aceea că toate rezultatele cercetării arată cât de util și eficient funcționează radiatoarele în clădirile moderne bine izolate.

Am selectat prin urmare trei rezultate și am demarat în cadrul cercetării noastre un nou program pentru a examina mai multe sisteme de încălzire în colaborare cu Laboratorul de Încălzire, Ventilație și Aer Condiționat din cadrul Universității Tehnice din Helsinki. Simulările precise și comparațiile operaționale ale acestor sisteme diferite de încălzire au arătat și verificat că rezultatele și concluziile anterioare despre radiatoare erau corecte.

Date concrete

Am făcut deja referire în acest Ghid la rezultatele cercetărilor noastre. Pentru tine este important totuși să înțelegi că aceste concluzii nu se bazează doar pe teorii științifice, ci și pe date concrete culese din clădirile cu consum mic de energie, nou construite în regiunea nordică. În contextul în care țări precum Suedia, Finlanda, Norvegia și Danemarca s-au concentrat pe reducerea consumului de energie și izolație îmbunătățită de mai mulți ani. Acest aspect, alături de colaborarea cu personalități academice precum Prof. Leen Peeters (Universitatea din Bruxelles, Belgia) și Prof. Dr. Schmidt (Institutul Fraunhofer din Germania), ne permite să spunem cu încredere că rezultatele și concluziile noastre se aplică pentru marea majoritate a țărilor din Europa.

Pe lângă economisirea teoretică prezentată în capitolele anterioare, mai multe studii realizate în aceeași perioadă au

măsurat eficiența sistemelor moderne de încălzire și au comparat energia folosită de mai multe tipuri de emițătoare de încălzire. Atât Prof. Jarek Kurnitski, cât și Prof. Christer Harrysson dezvăluie cele mai importante descoperiri ale acestor studii în acest capitol.

Toate aceste studii la care am făcut referire în acest Ghid arată că eficiența energetică poate fi sporită cu cel puțin 15% în cazul folosirii sistemelor de radiatoare de joasă temperatură. Aceasta este o cifră ponderată - unele studii arată un procent mai mare. Motivul cel mai frecvent este reprezentat de comportamentul locatarilor, temperaturi mai mari în încăpere, perioade mai mari de folosire a sistemelor de încălzire etc.

Cooperare academică

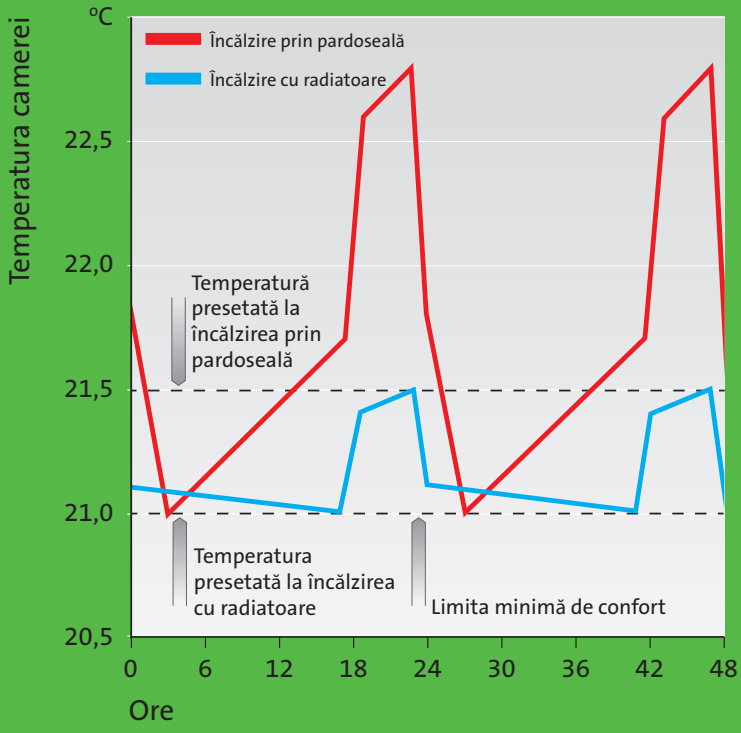
Prof. Jarek Kurnitski: Masa termică și încălzirea eficientă energetic

Cercetarea Profesorului Jarek Kurnitski arată că masa termică a emițătoarelor de încălzire are o influență puternică asupra performanței sistemelor de încălzire. Chiar și în zilele cele mai reci de iarnă este necesar un răspuns rapid la schimbările de temperatură pentru a menține un confort optim într-o încăpere.

În cazul sistemelor de încălzire cu reacție rapidă prin folosirea radiatoarelor cu masă termică redusă, aporturile de căldură cresc temperatura camerei cu mai puțin de 0,5°C

Principiul răspunsului temperaturii camerei la aporturile sau pierderile de căldură este prezentat în **Fig. 4.1**, unde sunt comparate două sisteme de încălzire. În cazul sistemului de încălzire cu reacție rapidă prin folosirea radiatoarelor cu masă termică redusă, aporturile de căldură cresc temperatura camerei cu mai puțin de 0,5°C, menținând temperatura din încăpere aproape de cea presetată la 21°C. Sistemul tradițional de încălzire prin pardoseală cu masă termică mare nu reușește să mențină o temperatură constantă în încăpere. Cercetările arată că temperatura presetată pentru interior a trebuit să fie ridicată la 21.5°C pentru a menține temperatura camerei peste limita minimă de confort de 21°C. Randamentul aferent dimensiunii corecte a emițătorului de încălzire a rămas în urma necesarului de căldură din încăpere, determinând fluctuații mari de temperatură în interior și consum inutil de energie.

Fig. 4.1. Răspunsul temperaturii din încăpere la masa termică a emițătorului de încălzire în timpul iernii când aporturile de căldură nu depășesc în mod normal 1/3 din necesarul de căldură.



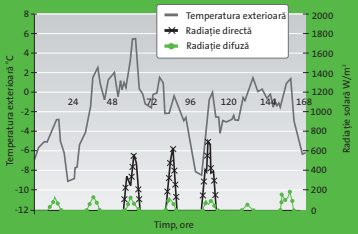
Maximizarea aporturilor de căldură în imobile moderne

Situația prezentată în **Fig. 4.1** se bazează pe simularea detaliată și dinamică a unei case moderne din Germania. Temperaturile interioare rezultate în prima săptămână din luna ianuarie sunt prezentate în **Fig. 4.2**. Din cauza aporturilor neprevăzute de căldură interioară și solară, performanța încălzirii prin pardoseală nu poate fi îmbunătățită prin strategii de predicție și control. Aporturile de căldură opresc încălzirea prin pardoseală dar continuă să emită căldură în zonele exterioare cu suprafețe mai reci, așa cum sunt ferestrele și pereții exteriori, pentru o perioadă de timp considerabilă. Ceea ce duce la supraîncălzirea camerei.

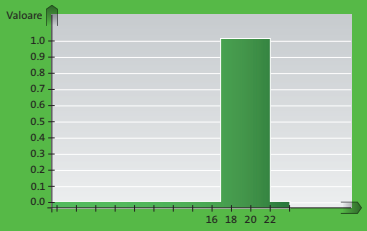
În timpul nopții, când temperatura din cameră scade sub temperatura presetată de 21.5°C, este nevoie de mai multe ore pentru ca temperatura să înceapă să crească, chiar dacă sistemul de încălzire prin pardoseală este pornit. De fapt, cercetările au arătat că temperatura camerei continuă să scadă, ceea ce înseamnă că este nevoie de ridicarea valorii temperaturii presetate în sistem.

Programul avansat de simulare a clădirilor, numit IDA-ICE, a fost folosit pentru a obține rezultatele descrise mai sus. Acest program a fost atent verificat și s-a dovedit că oferă informații foarte precise de calcul comparativ între sisteme.

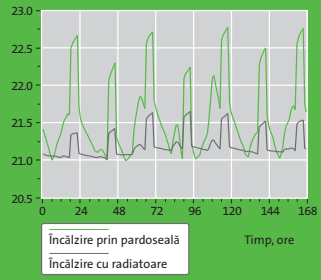
Fig. 4.2
Simularea temperaturilor din încăpere în prima săptămână a lunii ianuarie. Temperatura exterioară, aporturile de căldură solară, interioare şi exterioare sunt prezentate în partea stângă.



Aport de căldură exterioară în prima săptămână din ianuarie - Date meteo.



Aport de căldură interioară pe zi.



Temperaturi ale aerului rezultate.

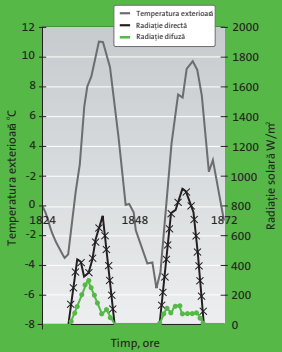
Primăvara și toamna, aporturile de căldură sunt apropiate de necesarul de căldură, ceea ce îngreunează controlul temperaturii din încăpere. **Fig. 4.3** arată performanța timp de două zile în luna martie. Aporturile de căldură solară sunt semnificative și temperatura exterioară înregistrează fluctuații mari. Încă o dată, încălzirea cu radiatoare a determinat o temperatură interioară mai stabilă și o utilizare mai bună a aporturilor de căldură.

Concluzii

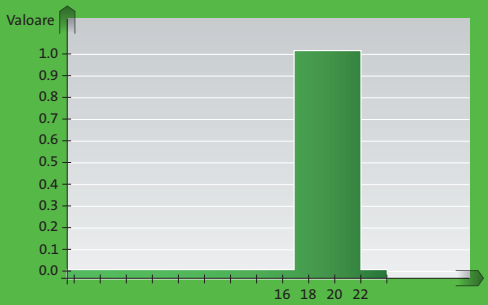
Răspunsul rapid la aporturile de căldură și pierderile reduse din sistem sunt elementele cheie ale unui sistem de încălzire eficient energetic. Controlul individual în fiecare cameră este la fel de important, pentru că necesarul de căldură este foarte diferit de la o încăpere la alta. Controlul centralizat poate duce la supraîncălzirea unor camere și folosirea inutilă a unor surse de energie. De aceea, cercetările mele recomandă folosirea sistemelor de joasă temperatură pentru reducerea pierderilor din sistem și emițătoare de încălzire cu răspuns rapid și cu control individual pe fiecare cameră.

Din această perspectivă, putem spune că încălzirea prin pardoseală este mai puțin practică și mai puțin eficientă energetic, în comparație cu rezultatele măsurate în sistemele cu radiatoare. De fapt concluziile generale ale cercetărilor mele arată că **radiatoarele sunt cu aproximativ 15% mai eficiente într-o casă cu un singur etaj** și cu până la 10% mai eficiente în clădirile cu mai multe etaje.

Fig. 4.3
Zilele însorite în martie vor crește fluctuațiile de temperatură din încăpere.



Aporturi de căldură exterioară 17 - 18 martie - date meteo.



Aporturi de căldură interioară pe zi.

Temperaturi ale aerului rezultate.

Prof. Dr. Christer Harrysson, Construction and Energy Ltd, Falkenberg și Universitatea Örebro

Obiectivul principal al cercetării mele a fost acela de a crește nivelul de cunoștințe despre diferitele soluții de încălzire. Au fost comparate în special sistemele de încălzire prin pardoseală și sistemele cu radiatoare. Proiectul, care a fost inițiat de AB Kristianstadsbzggen and Peab, a fost finanțat de Delegația pentru Furnizarea Energiei din Sudul Suediei și Fondul de Dezvoltare a Industriei Construcțiilor din Suedia.

Diferențele între obiceiurile de trai între case unifamiliale identice tehnic determină variații în consumul total de energie pentru electricitate, apă caldă și încălzire totalizând 10.000 kWh / pe an. Există diferite soluții tehnice, spre exemplu combinația de izolație, închideri ermetice, sisteme de încălzire și ventilație. Chiar și alegerea unei soluții tehnice poate determina diferențe mari în consumul de energie și climatul interior.

Într-un studiu realizat de Consiliul Național de Locuințe, Construcții și Proiectare din Suedia, zece zone de case locuite, cu încălzire electrică, incluzând 330 unități unifamiliale, au fost cercetate folosind diferite soluții tehnice precum și contoare individuale pentru consumul de apă și electricitate. Studiul a reliefat diferențe în consumul total de energie de aproximativ 30% între diferite soluții tehnice.

Datele statistice din Suedia, printre altele (inclusiv studiul Consiliului Național de Locuințe, Construcții și Proiectare), arată un consum total de energie pentru întreținerea locuinței, apă caldă și încălzire în noile case unifamiliale construite în serie de 130 kWh/m^2 pe an.

Studiul Consiliului Național de Locuințe, Construcții și Proiectare arată totodată că există soluții tehnice eficiente energetic și în casele unifamiliale construite în serie, care necesită doar 90-100 kWh/m^2 pe an, oferind în același timp un climat interior confortabil. Acesta este cel mai mic nivel de energie considerat în prezent sustenabil tehnic și economic.

Designul și amplasarea sistemelor de încălzire pot avea un efect important asupra consumului de energie. Sistemul de încălzire cu radiatoare este un sistem probat și real de încălzire, care permite folosirea și altor tipuri de surse de energie, pe lângă electricitate. Și pentru încălzirea prin pardoseală ar trebui să fie posibilă folosirea mai eficientă a altor surse de energie (ex: sistemele de joasă temperatură), prin utilizarea unor temperaturi de transfer de căldură mai joase. În ultimii ani, au fost numeroase dezbateri despre radiatoare și încălzire prin pardoseală, respectiv care dintre cele două sisteme oferă cel mai înalt grad de confort fiind totodată cel mai eficient din perspectiva costurilor și consumului energetic.

Studiul

Studiul a inclus imobile din șase zone de case unifamiliale din AB Kristianstadsbzggen, cu un total de 130 de apartamente și diferite soluții tehnice. Fiecare zonă are între 12 și 62 de apartamente. Imobilele sunt majoritatea construcții cu un singur etaj, ridicate pe fundație, și având izolație la bază. Din cele șase zone, patru au sisteme de încălzire prin pardoseală și două au sisteme de încălzire cu radiatoare. Imobilele au aerisire sau ventilație cu evacuare.

Zonele au fost comparate una cu cealaltă folosind date colectate, informații scrise și valori calculate. Consumul contorizat de energie și apă a fost ajustat în concordanță cu cifrele anuale, suprafața pardoselei, nivelul de izolație, evacuările prin ventilație, recuperare de căldură (dacă a fost cazul), temperatura interioară, consumul de apă, pierderile de distribuție și regularizare, plasarea centralei electrice sau a unității de control, contorizarea individuală sau colectivă, pierderile prin canalul de scurgere, încălzirea clădirilor anexe (dacă au existat) și sursa de energie electrică.

Pe scurt, în condițiile date, zonele 3 - 6 cu încălzire prin pardoseală au, în medie, un nivel mai mare al consumului de energie cu 15-25% (excluzând alți consumatori de electricitate existenți) în comparație cu valorile similare din zonele 1 și 2 care au sisteme de încălzire cu radiatoare.

CAPITOLUL 5

ALEGEREA UNEI **SURSE DE ÎNCĂLZIRE**

- **Sursa de încălzire >** Sursa de energie, sursa de încălzire şi emițătoarele, toate joacă bineînțeles un rol vital. Dar consumatorul final şi funcționalitatea spațiului său de lucru sau de locuit ar trebui de asemenea să fie luate mereu în considerare
- Doar radiatoarele oferă flexibilitatea totală necesară pentru a schimba modul nostru de înțelegere a casei şi biroului ca fiind mai mult decât nişte cutii negre

Este important să avem o imagine de ansamblu când vorbim de sistemele de încălzire. Sursa de energie, sursa de încălzire și emițătoarele, toate joacă bineînțeles un rol vital. Dar consumatorul final și funcționalitatea spațiului său de lucru sau de locuit ar trebui de asemenea să fie luate mereu în considerare.

Ar putea fi tentant să privești o clădire ca o simplă construcție, o cutie neagră care trebuie încălzită. Oricum, în acea construcție există întotdeauna o colecție mare de construcții mai mici. Multe birouri într-o clădire, multe camere într-o casă. Birourile sunt folosite doar 8 ore pe zi. Livingurile, de multe ori doar în anumite momente ale zilei, dormitoarele doar în timpul nopții, toate au diferite nevoi de încălzire, necesar de căldură și așa mai departe.

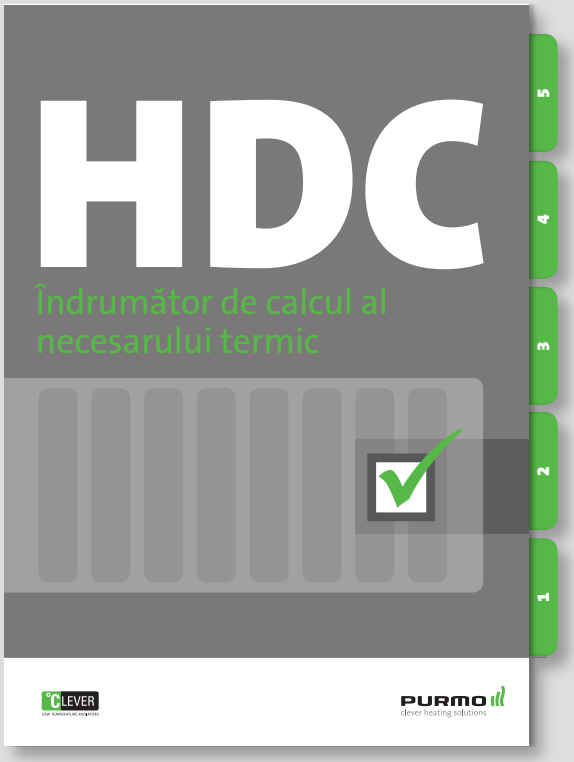
Când ne gândim la funcționalitatea acestor spații, știm că aceasta se poate schimba de-a lungul timpului. Într-o familie cu copii, aceștia vor merge la școală, reducând totodată necesitatea de încălzire a casei în timpul orelor de școală, spre exemplu. Odată ce cresc și merg la facultate sau să muncească este posibil chiar să se mute de acasă, de la părinți, și să aibă o casă a lor.

Surse de încălzire

Sursa de energie, sursa de încălzire şi emițătoarele, toate joacă bineînțeles un rol vital. Dar consumatorul final şi funcționalitatea spațiului său de lucru sau de locuit ar trebui de asemenea să fie luate mereu în considerare.

Îndrumător de calcul al necesarului termic

Consultă Îndrumătorul de calcul al necesarului termic pe **www.purmo.ro/clever** și cercetează-l având propria casă în minte. Vei descoperi că sunt mai multe aspecte la care nu te-ai gândit.



Câteva sisteme obișnuite de încălzire și ventilație

Sistem de radiatoare de joasă temperatură 45/35

Sistem centralizat de încălzire în care temperatura apei din instalație este proiectată la maxim 55°C. Emisia de căldură în încăpere este sub formă de radiație și convecție de la radiatoare și convectori. Acestea emit căldura mai eficient şi mai confortabil în clădiri cu consum redus de energie.

Sisteme de încălzire încastrate 35/28

Sistem centralizat de încălzire în care temperatura apei din instalație este proiectată să fie în mod normal sub 45°C. Cel mai des întâlnit sistem încastrat de încălzire este sistemul de încălzire prin pardoseală folosind suprafața pardoselei pentru emisia de căldură. Emisia de căldură în încăpere este sub formă de radiație și convecție. Potrivit pentru clădirile cu necesar de căldură ridicat și mase termice mari. Confortabil în special în baie (**Fig. 5.3**) și util în holurile din apropierea ușilor exterioare, pentru a contribui la evaporarea apei aduse în interior în zilele ploioase. Eficiență energetică mai mică decât în cazul sistemelor de încălzire cu radiatoare de joasă temperatură.

Sisteme de climatizare și ventilație

Sistem de climatizare combinat cu ventilație mecanică, cel mai adesea echipat și cu recuperare de căldură. În general temperatura tur este controlată de temperatura medie din locuință. Ceea ce determină fluctuații de temperatură și probleme în menținerea unor temperaturi confortabile

într-o singură încăpere. Stratificarea aerului este de asemenea o problemă cu acest tip de emițător, ceea ce impune ca structura de rezistență a clădirii să fie ermetică și bine izolată pentru a atinge eficiența energetică dorită.

În cazul în care necesarul energetic este mai mare pot fi folosite unități de emisie cu ventilator. Emițătoarele standard includ radiatoare echipate cu ventilator centrifugal și compresor de aer - ex: convectori cu ventilator și conductă de aer pentru încălzire și răcire.

Un ventilo-radiator este un radiator de joasă temperatură cu un dispozitiv de folosire a aerului exterior. O soluție bună pentru folosirea curenților de aer atunci când se folosește un sistem de ventilație mecanic cu evacuare.

Doar radiatoarele oferă flexibilitatea totală necesară pentru a schimba modul nostru de înțelegere a casei și biroului ca fiind mai mult decât niște cutii negre

Numai un sistem de emițătoare de încălzire flexibil se poate adapta fără efort la schimbările funcționalității locuințelor și birourilor moderne. Un sistem de emițătoare controlabile independent care pot fi ajustate conform necesarului de căldură corespunzător fiecărui spațiu. Pe scurt, doar radiatoarele oferă flexibilitatea totală necesară pentru a schimba modul nostru de înțelegere a casei și biroului ca fiind mai mult decât niște cutii negre.

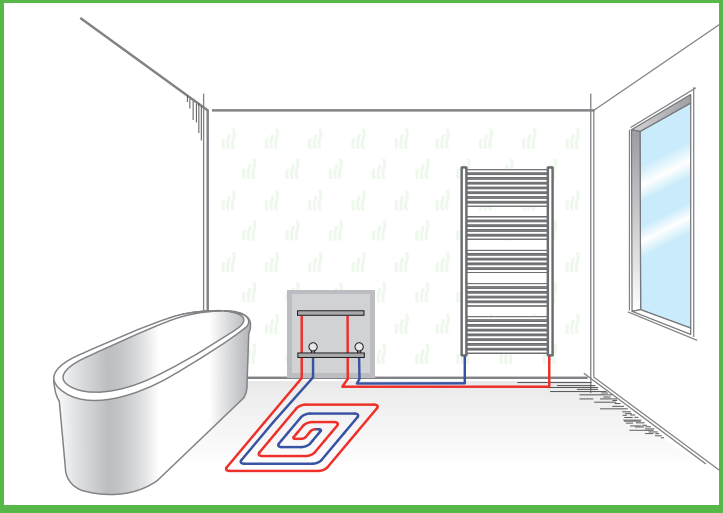


Fig. 5.3
Încălzirea prin pardoseală poate aduce mai mult confort în baie, în special când este folosită în combinație cu radiatoarele port-prosop.

Elo Dhaene,
Director Comercial al Mărcii, Rettig ICC

RADIATOARELE JOACĂ UN ROL IMPORTANT

Având în vedere toate aspectele, putem concluziona că radiatoarele de joasă temperatură joacă un rol important. Acum, dar și în viitor. Un viitor care a început deja prin introducerea unor surse de încălzire mult mai eficiente, cum sunt centralele in condensație sau pompele de căldură. Surse care fac ca radiatoarele de joasă temperatură să fie și mai eficiente pentru că reacționează foarte repede și eficient la necesarul și aporturile de căldură. Cred că radiatoarele sunt singura alternativă reală pentru crearea unei soluții de încălzire dovedite ca fiind eficientă energetic, care are toate avantajele pe care constructorii, proiectanții și instalatorii le cer și de care au nevoie.

Proiectele de astăzi privind eficiența ridicată, atât în noile clădiri moderne cât și în cele vechi complet renovate, folosesc materiale avansate, au standarde stricte și ridică ștacheta pentru toate tipurile de eficiență. Dar nu doar eficiența, ci și confortul este important în crearea unui climat interior plăcut în astfel de clădiri.

La Purmo dezvoltăm soluții inteligente de încălzire pentru a îndeplini standarde de viitor, reducând dependența de surse finite de energie, reducând emisiile și bineînțeles costurile totale. În ciuda percepției populare greșite, aceste sisteme eficiente de încălzire de joasă temperatură funcționează cel mai bine în combinație cu radiatoarele.

În acest ghid de încălzire am prezentat cred o dovadă importantă care susține afirmația noastră potrivit căreia este imposibil să ignori radiatoarele de joasă temperatură. Investițiile noastre în cercetare și dezvoltare au dus la realizarea unor soluții și produse cu adevărat inteligente. Toți cercetătorii subliniază faptul că radiatoarele noastre sunt în aproape toate cazurile cele mai eficiente emițătoare de căldură într-un sistem modern de încălzire. Radiatoarele de joasă temperatură s-au dovedit a fi emițătoarele cele mai eficiente energetic în clădiri cu consum redus de energie. Indiferent unde este construită sau situată această clădire și indiferent de condițiile exterioare, radiatoarele au furnizat nu doar temperaturile cele mai eficiente energetic, dar au creat și cel mai ridicat nivel de confort.

Știința dovedește și confirmă faptul că este într-adevăr mai eficient energetic să folosești radiatoarele de joasă temperatură decât încălzirea prin pardoseală.

- Cu circa 15% mai eficiente în casele cu un singur etaj, și
- Cu până la 10% mai eficiente în casele cu mai multe etaje

Motivele principale pentru eficiența energetică mai scăzută a sistemelor de încălzire prin pardoseală sunt reprezentate de pierderile de căldură neașteptate spre sol (cauzate de așa-numitul fenomen de "transmitere a căldurii în jos") dar și către suprafețele exterioare (cauzate de radiație). În plus, se pare că masa termică a sistemelor de încălzire prin pardoseală reprezintă motivul cel mai important pentru capacitatea redusă de folosire a aporturilor de căldură. Ceea ce determină fluctuații neplăcute de temperatură, forțându-i pe oameni să ridice valoarea presetată pentru temperatura din cameră.

Cercetările și testele noastre extinse arată că imobilele care folosesc sisteme de încălzire prin pardoseală sunt de asemenea mai sensibile la comportamentul consumatorului final. În practica curentă am observat că acest lucru duce la perioade prelungite de încălzire și temperaturi mai ridicate în încăpere. Nu reușește însă să construiască, spre exemplu, poduri reci între podea și pereții exteriori, contribuind la diferențe considerabile de consum energetic.

În timp ce spunem că radiatoarele noastre pot economisi până la 15% energie, multe studii arată că această economisire poate fi chiar mai mare.

Ce altă dovadă mai trebuie? Cred că suntem de acord asupra unui singur lucru: radiatoarele transformă energia în eficiență. E un lucru dovedit.

CAPITOLUL 6

BENEFICII PENTRU CONSUMATORUL FINAL

- **Mai eficient la temperaturi joase**
- **Adaptat pentru orice temperatură**
- **Costuri reduse la energie**
- **Confort sporit**
- **Compatibil cu încălzirea prin pardoseală**
- **Control îmbunătățit al climatului interior**
- **Ideal pentru surse de energie regenerabilă**
- **100% reciclabil**
- **Condiții sănătoase de viață**

Renovări și construcții noi

Indiferent că lucrezi la un proiect de construcție nouă sau de renovare a unei clădiri, radiatoarele au cele mai mici costuri pe ciclu de viață decât orice alt emițător. Fiind un element atractiv, cu cost redus și eficient energetic pentru o clădire nouă, radiatorul poate fi folosit foarte bine și în lucrările de renovare a unei clădiri, putând fi integrat ușor și rapid în sistemul deja existent. Cu efort puțin, fără mizerie, fără dezmembrare și asamblare, cu un cost scăzut, radiatoarele folosite în proiectele de renovare pot fi conectate la rețeaua de conducte și echilibrate într-un timp scurt.

Odată instalate, fie în clădiri noi, fie renovate, radiatoarele nu necesită practic mentenanță, pentru că nu au părți componente și nu se uzează. Radiatoarele Purmo în special sunt create să reziste mai mult de 25 de ani de performanță ridicată și durată îndelungată. Și bineînțeles, radiatoarele sunt 100% reciclabile, protejând astfel mediul înconjurător.

Mai eficient la temperaturi joase

Radiatoarele folosite în sisteme de încălzire de joasă temperatură oferă confort la fel de eficient ca cele folosite în sisteme tradiționale de încălzire. Beneficiile sunt însă evidente: climat interior mai confortabil și eficiență totală energetică ridicată, eficiență sporită în emiterea de căldură și reducerea pierderilor din sistem.

Adaptat pentru orice temperatură

Oriunde ai fi în lume, poți folosi radiatoarele de joasă temperatură. Nu contează cum este vremea sau cât de rece este afară, o casă bine izolată poate fi oricând încălzită și poate avea un climat interior confortabil cu radiatoare.

Costuri reduse la energie

Radiatoarele pentru sisteme de încălzire de joasă temperatură folosesc mai puțină energie pentru a funcționa eficient. O casă familială modernă sau o clădire de birouri poate fi încălzită la o temperatură confortabilă de 20°C cu radiatoare proiectate pentru sisteme cu temperaturi de 45/35°C. Sistemele tradiționale de încălzire folosesc apa din instalație la 75°C pentru a atinge aceeași temperatură în cameră, folosind mai multă energie pentru aceleași rezultate, dar la costuri mai mari.

Confort sporit

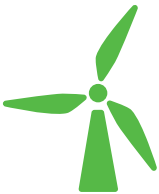
Cu o combinație unică de convecție și radiație, un radiator de joasă temperatură asigură o temperatură plăcută constantă. Nu sunt curenți de aer neplăcuți, nici sentiment de „îmbâcsit” sau „uscat”.

Compatibil cu încălzirea prin pardoseală

Combinând sistemele de încălzire prin pardoseală cu radiatoare de joasă temperatură, încălzirea prin pardoseală poate atinge gradul optim de eficiență și confort.

Control îmbunătățit al climatului interior

Radiatoarele reacționează rapid la semnalul de temperatură necesară de pe termostat, distribuind căldură repede, silențios și uniform. În câteva minute, temperatura din cameră este potrivită și distribuită uniform de la tavan la podea.



Ideal pentru surse de energie regenerabile

Radiatoarele de joasă temperatură sunt proiectate pentru a face performanță, indiferent de tipul de sursă de energie din sistem. Costul și disponibilitatea unui anumit tip de energie, cum este combustibilul fosil, nu va afecta eficiența radiatorului. Dacă se dorește folosirea altor surse de energie, inclusiv energie regenerabilă, nu trebuie decât adaptată sau înlocuită centrala.

100% reciclabil

Radiatoarele Purmo sunt proiectate să aibă o viață lungă de eficiență și confort, iar când ajung la sfârșitul vieții, fiecare element component să poată fi dezasamblat și reciclat. Ele sunt, de asemenea, ecologice - aproape nimic nu se risipește dintr-un radiator, când iese din uz. Componentele pot fi reciclate, reprezentând o sursă valoroasă de oțel. Acesta poate fi apoi refolosit pentru diverse produse.

Condiții sănătoase de viață

Radiatoarele de joasă temperatură sunt sigure. Combinația ideală între căldura de convecție și cea radiantă emisă de radiator oferă o circulație constantă, uniformă a aerului, în orice încăpere. Ceea ce înseamnă că nu există curenți nedoriți de aer rece sau „zone reci" într-o încăpere. În plus, cu radiatoarele de joasă temperatură particulele de praf care plutesc în orice încăpere nu se ard și, deci, nu emană mirosuri neplăcute sau reziduuri. Noi credem că sănătatea și confortul trebuie să meargă mână în mână. De aceea, radiatoarele noastre sunt sigure la atingere, funcționând la o temperatură ideală pentru confortul personal, în orice moment.

CLEVER

HEATING SOLUTIONS

°CLEVER

RADIATOARE DE JOASĂ TEMPERATURĂ