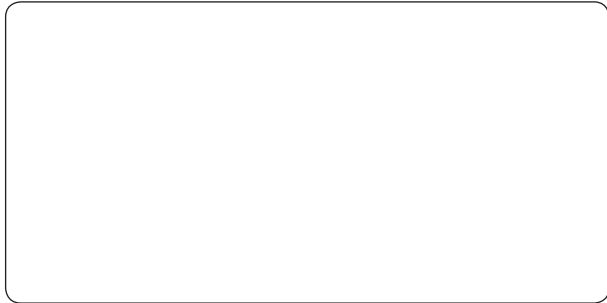


RADIÁTOR ÚTMUTATÓ AZ **ALACSONY HŐMÉRÉSKLETŰ** FŰTÉSI RENDSZEREKHEZ

RADIÁTOR ÚTMUTATÓ **AZ ALACSONY HŐMÉRÉSKLETŰ FŰTÉSI RENDSZEREKHEZ**



Purmo Magyarország
Kiskőrösi u. 62
8200 Veszprém
T 06209241001

Az utmutatót kiemelt figyelemmel hoztuk létre. A dokumentum egyes részeinek vagy egészének másolása felhasználása csak a Rettig ICC írásos hozzájárulásával lehetséges. A dokumentumban található információk felhasználásából vagy nem megfelelő alkalmazásából adódó károkért a Rettig ICC semilyen felelősséget nem vállal.

Mi az Útmutató célja?

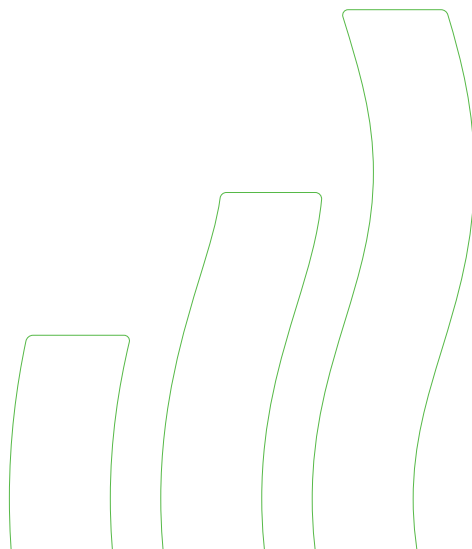
Az Útmutató célja, hogy áttekintést adjon az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerekről, előnyeikről, használatukról és Európa szerte tapasztalható hasznukról az energia felhasználás csökkentésében.

Megismerheti iparágunk néhány neves akadémikusának véleményét, valamint a hatékony fűtési rendszerekkel alkalmazott radiátorokról készült kutatás részleteit.

Útmutatónkat nagykereskedőknek, kivitelezőknek és tervezőknek ajánljuk, hogy körültekintő információval rendelkezzenek, amikor egy új vagy felújítás előtt álló épület hőleadóiról kell dönteni.



ENERGIÁBÓL **HATÉKONYSÁG**



Mi az útmutató célja	3
Tartalom	5
A Interjú Mikko Iivonen-vel	6
1 Ideje gondolkodásmódunkon változtatni	10
2 Hogyan befolyásolja a szigetelés a fűtés hatékonyságát	20
B Interjú Professzor Christer Harrysonnal	34
3 Az alacsony hőmérsékletű rendszerek térnyerése	36
C Interjú Professzor Dr. Jarek Kurnitski-vel	54
4 Szignifikáns bizonyíték	58
5 A hőleadó kiválasztása	72
D Interjú Elo Dhaene-vel	78
6 A végfelhasználók haszna	82



M. Sc. (Tech) Mikko Ivonen,

Kutatas-fejlesztési igazgató, Kutatási és műszaki szabványok részleg Rettig ICC

ELMÉLET A GYAKORLATBAN

A Rettig ICC Kutató-fejlesztő igazgatójaként, valamint a Kutatási és műszaki szabványok részlegének vezetőjeként az én felelősségem tájékoztatni piacainkat a legújabb eredményekről, innovációkról, termékekről és megoldásokról. Fejlesztéseink az ipar vezető képviselői és akadémikusai által, szoros együttműködésben végzett valós, független kutatásokon alapulnak. Az utóbbi időben együtt dolgoztunk Prof. Dr. Jarek Kurnitskivel (Helsinki Műszaki Egyetem – Finnország), Prof. Christer Harryssonnal (Örebro Egyetem – Svédország), Prof. Dr. Leen Peeterssel (Brüsszeli Egyetem Belgium), Prof. Dr. Dietrich Schmidttel (Frauenhofer Intézet – Németország) és még számos neves tudóssal. Az ő segítségével, **kutatásaikkal és éleslátásukkal sikerült az elméletet átültetni a gyakorlatba.**

Okos fűtési megoldások

**Van lehetőség akár
15% energiát
megtakarítani**

A kutatásba fektetett kemény munkánkkal szeretnénk valóra váltani ígéretünket, hogy okos fűtési megoldásokat hozunk létre. Különleges megoldásokat a költségek, komfort, beltéri klíma és energia fogyasztás terén, amelyek segítenek akár 15% energiát megtakarítani. Ebben a szemléletben szeretném Önökkel megosztani annak a kiterjedt, egy éves tanulmánynak az eredményeit, amelyet Professzor Harrysson végzett. A tanulmányban 130 egy- és többgenerációs svéd család otthona vett részt, s a padlófűtéssel fűtött épületek 15-25%-al magasabb energia fogyasztását szemlélteti a radiátorral fűtött épületekkel összehasonlítva. Az eredmény nem meglepő, ugyanakkor azt is jól példázza, hogy a modern, megnövelt energia hatékonyságú épületek esetén újra teret nyernek az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerek.

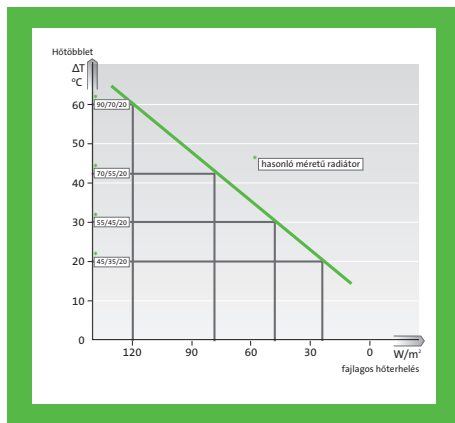
**Épületeink építési
és szigetelési
előírásai
szigorodnak ezért
egyre könnyebbé
válík azok fűtése.**

Az 1.1-es és 1.2-es ábra azt mutatja, miként csökkent a radiátorok tervezési hőmérséklete az elmúlt évek során az épület energetikai előírásoknak megfelelően. Mivel az építési és szigetelési előírások Európa szerte szigorodtak, egyre könnyebbé vált azok fűtése az alacsonyabb hőveszteségnek köszönhetően. A radiátor rendszerek kiváló reakcióképessége teszi lehetővé jelenleg, hogy a legtöbb hasznot hajtsuk ebből otthonainkban és irodáinkban. Az Európai tagországok határidőhöz vannak kötve a 2020-as Energia Hatékonysági Célkitű-

zések eléréséhez szükséges szabályozások megalkotásában (20/20/20-as Direktíva). Ez magában foglalja az elsődleges energia megtakarítási célkitűzést, mely szerint 20%-al a 2007-es szint alá kell vinni, az üvegházhatású gázok 20%-os csökkentését, valamint a teljes energiatermelés 20%-ának megújuló energiaforrásokból kell származnia. Mivel az épület tulajdonosoknak egyre szigorúbb Energia Teljesítményi Tanúsítvánnyal kell rendelkezniük, még indokoltabb olyan fűtési rendszert választani, amely bizonyítottan növeli az energia hatékonyságot - az alacsony hőmérsékletű rendszerekhez csatlakozó radiátorok. Ezek a célkitűzések leginkább épületeinket érintik, hiszen azok adják a teljes európai energiafogyasztás 40%-át.

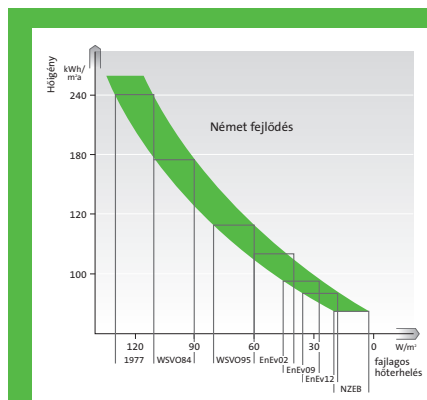
20/20/20

**20%
ergiamegtakarítás,
üvegházhatású
gázok 20%-os
csökkenése,
valamint a teljes
energiatermelés
20%-ának
megújuló energia-
forrásokból kell
származnia**



Ábra 1.1

A radiátorok tervezési hőmérséklete az épületek csökkenő hőterhelésének megfelelően lett alacsonyabb.



Ábra 1.2

Hőigény – fajlagos hőterhelési diagram a becslések meghatározásához

Épületeink energia igénye folyamatosan csökken

I. FEJEZET

IDEJE GONDOLKO- DÁSMÓDUNKON VÁLTOZTATNI

- **Energia szabályozás** > Európa szerte különböző nemzeti szabályozások vannak érvényben az energia hatékonyság javítására
- **Megújuló energia célkitűzések** > Szigorú energia felhasználási célkitűzések nehezednek az épület tulajdonosokra
- **Radiátorok fejlődése** > csökkentve a radiátorok víz térfogatát és konvektor lemezek a forróbb csatornákra való helyezésével növeltük a hőleadást. Napjanak modern alapanyagaival 87% al növeltük a hatékonyságot a régi radiátorokhoz képest.

Az energia szabályozás mindenki számára sarkalatos, különösen az épületek esetében. Európa szerte a házak és irodák állandó szigorú szabályozások tárgyai az energia teljesítmény terén, hiszen az EPBD 2002/91/EC és az ezt megújító EPBD 2010/91/EC direktívák energiafogyasztási minősítést tesznek kötelezővé a tulajdonosok és a bérlők számára. Ezzel együtt az Európai tagországok határidőhöz vannak kötve a 2020-as Energia Hatékonysági Célkitűzések eléréséhez szükséges szabályozások megalkotásában (20/20/20-as Direktíva).

Európa szerte különböző nemzeti szabályozások vannak érvényben a tagországok számára az EU által egyedileg meghatározott célkitűzésekkel az energia hatékonyság javítására. Az országoként eltérő célkitűzések és mérőszámok ellenére az európai trend csökkenő értéket mutat.

Energia szabályozás

**Különböző nemzeti
szabályozások
vannak
érvényben az energia
felhasználás
hatékonyságának
javítására.**

A megújuló energia célkitűzés példái

Ahogy az alább is és a következő oldalakon is látható, a célkitűzések különösen szigorúak, hiszen a mögöttes meghúzó szándéknak megfelelően a megújuló energiaforrások alkalmazásának növelése és az üvegház hatású gázok csökkentése kiemelt szempont.

Finnország:	8.5%-ról 39%-ra
Franciaország:	10.3%-ról 23%-ra
Németország:	9.3%-ról 18%-ra
Egyesült Királyság:	1.3%-ról 15%-ra
Svédország:	39%-ról 49%-ra

Jelentős nyomás nehezedik az épület tulajdonosokra hogy csökkentsék energiafelhasználásukat

Az épület tulajdonosokra ezáltal jelentős nyomás nehezedik, hogy módot találjanak az energia felhasználás minimalizálására, s ne csak az állami jogszabályokban előírtak teljesítésére törekedjenek (1.4-es ábra). Azonban a hatékonyságra irányuló törekvéseket számos más tényező is indokolja. A fosszilis tüzelőanyagok ára folyamatosan nő, hiszen a csökkenő olaj, szén és földgáz források egyre

inkább felértékelődnek. Folyamatosan nő az állampolgárok környezettudatossága, és fogyasztói preferenciáik egyre inkább a környezetbarát termékek és folyamatok felé tolódnak. Így tisztán látható, hogy ideje újragondolni a fűtőtest ipart is, ahogy azt az Ecodesign ErP 2009/125/EC direktíva is meghatározza. A végfelhasználók révén a mi felelőségünk a legjobb energia- és költséghatékonyságú megoldásokat megteremteni a komfortos beltéri klíma kialakítására. Igaz ugyan, hogy számos fűtési megoldás létezik, de továbbra sem tisztázott, hogy ezek közül melyiket érdemes választani.

Ahhoz, hogy a végfelhasználók, kivitelezők és tervezők kellően megalapozott döntést hozhassanak, fontos, hogy pontos információ álljon rendelkezésükre a különböző lehetőségekre vonatkozóan. Az alacsony hőmérsékletű központi fűtési rendszerek elterjedése miatt állította össze a Purmo jelen Útmutatót, amely bemutatja a radiátorok egyre növekvő szerepét napjaink fűtési technológiában.

A megújuló energia célkitűzési példái

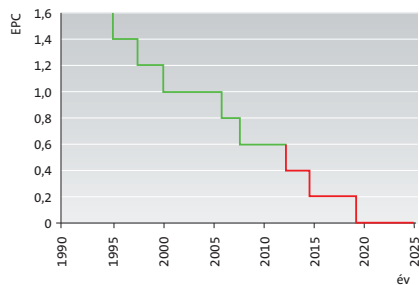
A mi felelőségünk a legjobb energia- és költséghatékonyságú megoldásokat teremteni a komfortos beltéri klíma biztosítása érdekében

Ábra 1.4

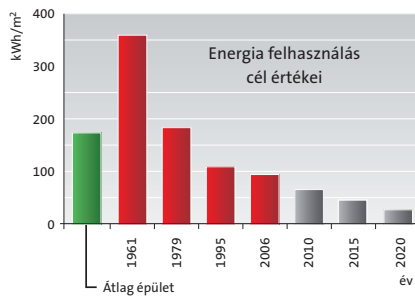
Néhány ország fejlődési útja a közel nulla energia felhasználású épületek felé, az új épületek energia teljesítményének fokozására.

REHVA Journal 3/2011

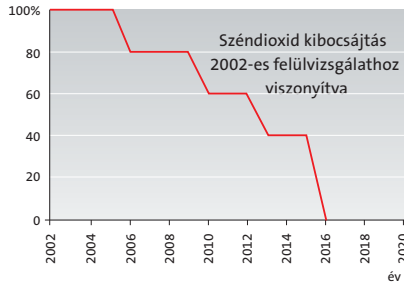
Hollandia



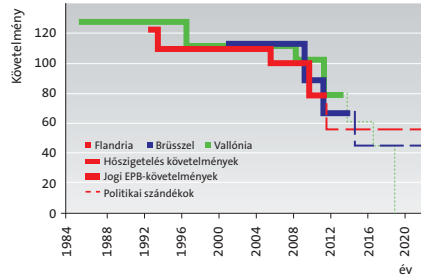
Dánia



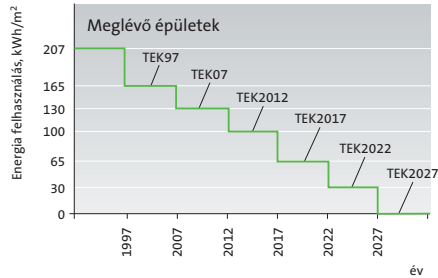
Egyesült királyság



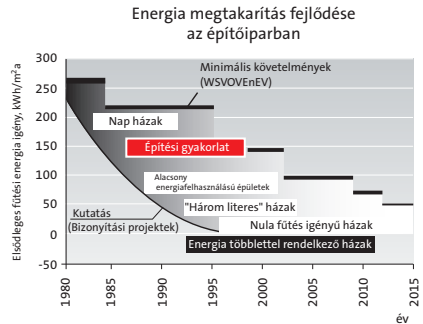
Belgium



Norvégia



Németország



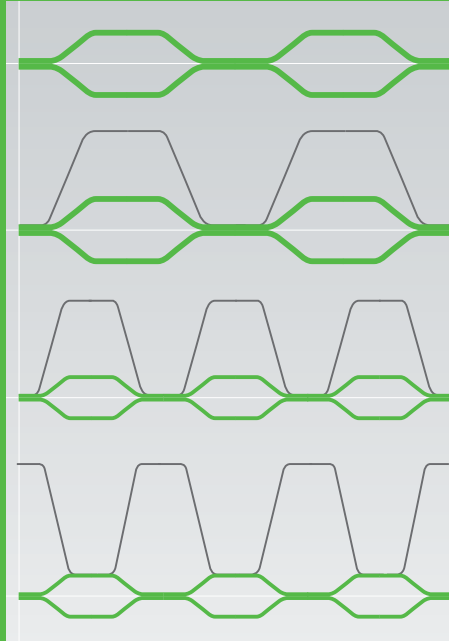
Innováció

**A hőleadást a
vízterfogat
csökkentésével és
a konvektor
lemezek a
vízcsatornákra
helyezésével
növelik**

A radiátorok formaterve hosszú utat járt be a 40-es években elterjedt testes, hasábszerű felépítés óta **(1.5 – 1.6-os ábra)**. A korai formáknál a fűtőlapok sima felülettel és nagymennyiségű víztartalommal bírtak **(A)**. Ezt követte a konvektor lamellák elhelyezése a vízcsatornák között, amely növelte a teljesítményt **(B)**. A hőleadó felületet csak azután sikerült maximalizálni és a hőleadást optimalizálni, miután a csatornákat ellapították, és az alább látható hexagonális formára alakították **(C)**. Az évek során felfedezték hogy a hőleadás növelhető a vízterfogat csökkenésével és a hőleadó lamellák a forró vízcsatornákra történő elhelyezésével **(D)**.

Ábra 1.5
Acéllemez radiátorok fejlődése

- A
sima lemezszerkezet
nagy víztérfogattal
- B
a vízcsatornák közötti
konvektor lamellák
növelik a teljesítményt
- C
lapított, hexagonális,
optimalizált vízcsatornák,
maximális konvektor felület,
amely optimalizálja a
hőleadást
- D
A hőleadást a vízmennyiség
csökkentésével és a
konvektor lamellák a forró
vízcsatornákra helyezésével
növelik



70-es évek

Az évek során egyre kisebb lett a térfogat, amely a gyakorlatban kevesebb vizet, kevesebb energiát és gyorsabb reakciót jelentett a hőingadozások esetén.

jelen

Akár 87%-al jobb



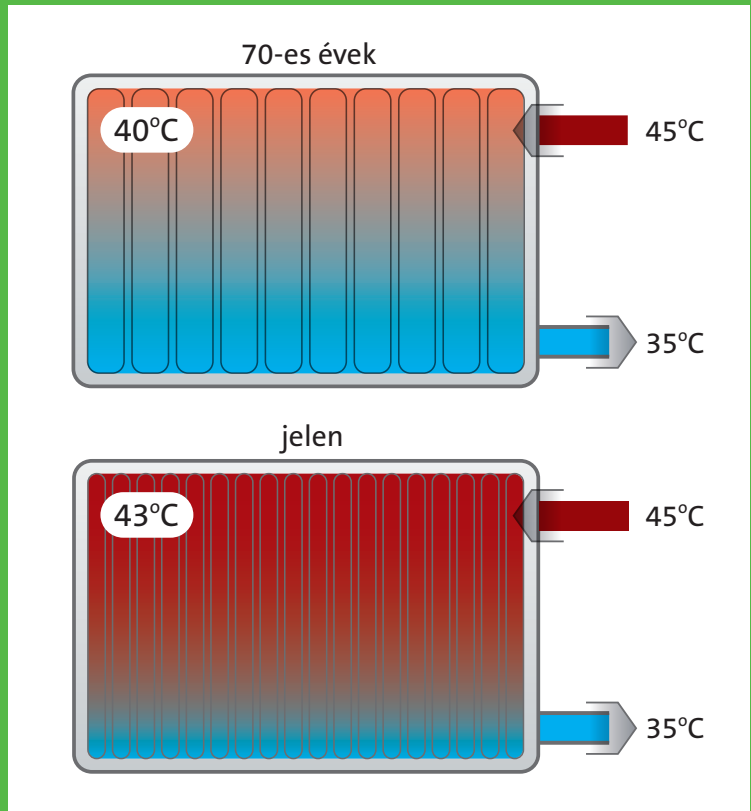
**Napjaink
fejlesztéseivel az
anyagok akár 87%-al
lehetnek
hatékonyabbak
elődjeinél**

Az utóbbi években a számítógépes szimuláció is segített az energia hatékonyságban nagy előrelépéseket elérni: a fűtővíz radiátorban történő áramlásának optimalizálása, hőátadás a konvektor lemezeknek, az optimális sugárzó és konvekciós hő kiszámítása. Napjaink fejlesztéseivel az anyagok akár 87%-al lehetnek hatékonyabbak elődjeiknél, mégis sokak fejében az évtizedekkel ezelőtt elavult radiátorok képe él mind a mai napig (**1.7-es ábra**).

Ábra 1.7
Az acéllemez
lapradiátorok fejlődése

Több csatorna, több
konvektorlemez
és kevesebb hőtömeg
- a modern radiátorok
növelik a hőleadást,
miközben kevesebb,
a hagyományos
radiátorokkal
megegyező
hőmérsékletű vizet
használnak.

Sőt, 87%-al nagyobb
a beépített anyagok
hatékonysága az acél
W/kg teljesítményét
tekintve.



II. FEJEZET

HOGYAN BEFOLYÁSOLJA A SZIGETELÉS A FŰTÉS HATÉKONYSÁGÁT

- **Szigetelés** > Mindig fontos szerepet játszott otthonaink melegen és szárazon tartásában.
- **Törvények változásának pozitív hatása** > A jobb szigetelés közveteln pozitív hatása az energia megtakarítás és a költségek csökkentése mellett a komfortosabb beltér.
- **Hőnyereség és hőveszteség a modern épületekben** > Nagyon fontos hogy a fűtés rendszerünk gyorsan tudjon reagálni az esetleges hőnyereségekre
- Minél kisebb a hőleadónk hőtömege annál pontosabban képes a szoba hőmérsékletét szabályozni.

Szigetelés

A hővesztesség kétféle lehet: egyrészt az épület szerkezeti elemein keresztül, a falakon, ablakokon, tetőn, stb. (hőközvetítéssel), másrészt a házból kifelé áramló légáramlatokkal: szellőztetéssel és szivárgással. A szigetelés fejlesztésének a célja ezen hővesztések minél költséghatékonyabb minimalizálása.

Az emberi test nagyjából 20 L/h CO₂-t és 50 g/h vizet bocsát ki. Ezen felül a háztartási munkák, a zuhanyzás további több liter vízpárát juttat a helyiségek levegőjébe. Éppen ezért a megfelelő szellőző légáramlatok kulcsfontosságúak, amelyek drasztikus megváltoztatása egészségügyi problémákat okozhat a bentlakóknak vagy az épület szennyeződését eredményezheti (pl. penész).

A továbbfejlesztett szigetelés egyik fontos tényezője az épület megnövekedett légtömörsége. Gyenge szellőzést, a helyiségek fokozott páratartalmát, magas CO₂ koncentrációt és szerkezeti harmatképződést eredményezhet. Szerencsére az elszívott szellőző levegőből történő hővisszanyerés fontos forrása lehet az energia megtakarításnak.



A szigetelés mindig is jelentős szerepet játszott otthonaink melegen és szárazon tartásában

A szigetelés mindig is nagy szerepet játszott házaink szárazon és melegen tartásában már a kezdetektől, amikor még szalma, fűrészpor vagy parafa szolgálta ezt a célt. Napjaink modern alternatívái, mint például az üveggyapot, az ásványgyapot, a polisztirol és a poliuretán lapok és hab segítettek változtatni építkezési szokásainkon, hiszen ma már sokkal kisebb hangsúlyt kap a falak vastagsága és hő tulajdonsága, vagy a magas hőmérsékletű radiátorok.

20 év alatt 86,000€ megtakarítás

Magától értetődő, hogy egy kellően szigetelt házat könnyebb fűteni egy gyengén szigetelthez képest. Alacsonyabb a hőveszteség így kevesebb energiát használ **fel. A 2.1-es** ábra két családi ház becsült fűtési költségeit hasonlítja össze - az egyik megfelelően felújított, míg a másik szigetelés nélküli. A kettő közti különbség idővel csak még hangsúlyosabbá válik, s 20 év alatt 86,000€ különbséget eredményez.

Ábra 2.1
Családi házak
kivetített
fűtési költsége:
a szigetelt a
szigetelés nélkülivel
szemben.

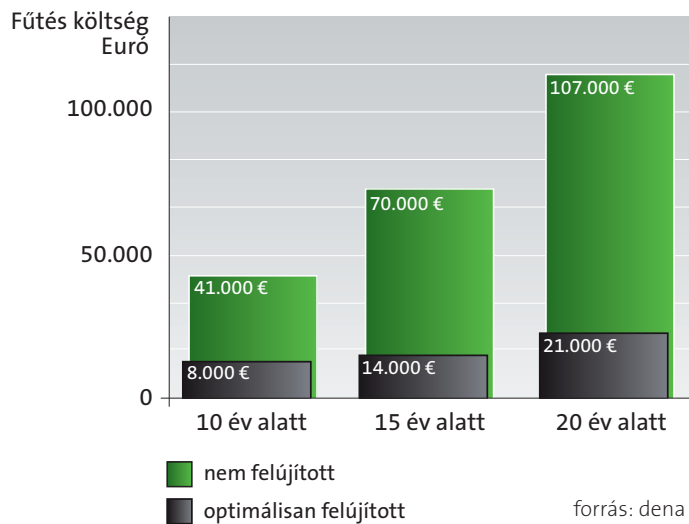
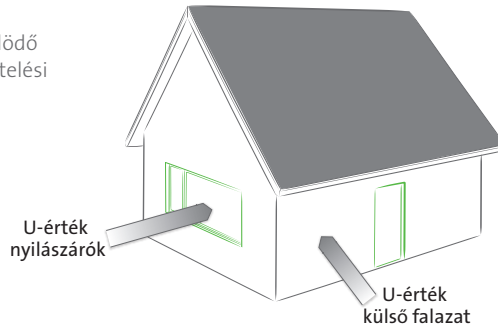


Fig. 2.2:
1977 óta fejlődő
német szigetelési
előírások



		Pre 77	1977	WSVO 1984	WSVO1995	ENEV 2002	ENEV 2009	
°C	U-érték nyílászárók	W/m²K	5	3,50	3,10	1,80	1,70	1,30
	U-érték külső falazat	W/m²K	2	1,00	0,60	0,50	0,35	0,24
	Fajlagos hőterhelés	W/m²	200	130	100	70	50	35
	T _{EM} /T _{VT}	°C	90/70	90/70	90/70 & 70/55	70/55	55/45	45/35

A szigetelési módok és hatékonyság eredményezte energia hatékonyság mellett állami szabályozások is hatályba léptek, amelyek biztosítják, hogy az új és felújított épületek megfeleljenek az egyre szigorúbb előírásoknak. Németországot példának véve láthatjuk, hogy 1977 óta a rendeletek egyre alacsonyabb hővesztési szintet tekintenek elfogadhatónak.

Míg 1977 ben az előremenő, visszatérő vízhőfok szabvány 90/70 volt, addig ez a jelelegi szabványban meghatározott értéknek majdnem a duplája

A vízcirkó központi fűtési rendszerrel rendelkező házak esetén a legszembetűnőbb változás az előremenő és visszatérő víz hőmérséklete. 1977-ben a használt norma 90/70 volt (tervezett előremenő/visszatérő), ami majdnem a duplája az EnEV 2009 szerint elvártnak. Tisztán látható, hogy az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerek irányába történő elmozdulást az egyre jobban elterjedő, energia hatékony felújításoknak köszönhető.

A szigorodó rendeletek ugyanakkor nem csak költségcsökkenést és energia megtakarítást eredményeztek. A megfelelő szigetelés közvetlen hatása egy komfortosabb beltéri környezet. **A 2.3-2.5** ábrák egy olyan helyiséget ábrázolnak, amely megfelel a változó rendelkezéseknek. Amint az látható, az egyetlen állandó érték az ábrákon az állandó, -14°C -os kültéri hőmérséklet. **A 2.3**-as ábrán az ablak felszíni hőmérséklete nulla az egyrétegű üvegnek köszönhetően. Ahhoz, hogy a WSVO 1977-es szabvány szerint szigetelt házat 20°C -ra fűtsük magas hőmérsékletű radiátorokat kell használni 80°C -os vízzel. Még emellett a rendkívül magas hőmérséklet mellett is a falak csupán 12°C -ra melegszenek, amely jelentős hőmérséklet különbséget jelent, számos hideg ponttal.

Idővel, a változó rendeletek hatására a beltéri klíma észrevehetően jobb lett, ahogy az **a 2.4**-es ábrán is látható. A széles körben elterjedő duplarétegű üvegeknek köszönhetően eltűntek a fagyos ablakok és védelmet nyújtottak a fagypont alatti hőmérsékletek ellen.

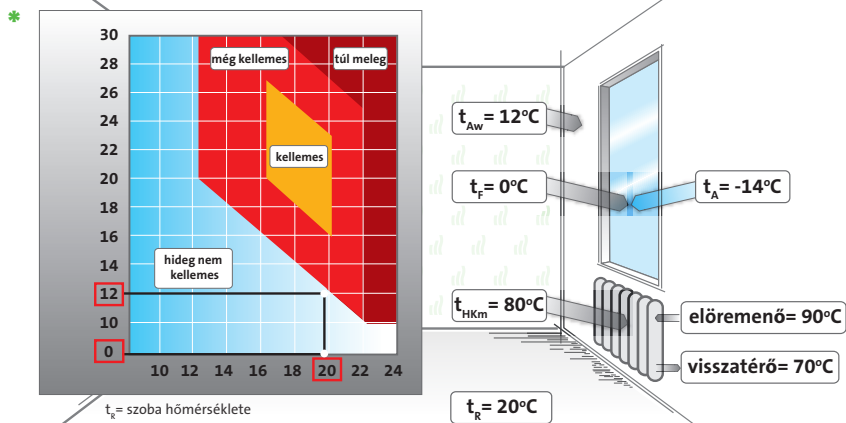
Az ideális szobahőmérséklet eléréséhez a radiátoroknak már csak 50°C -ot kellett biztosítaniuk (átlagos fűtési hőmérséklet), míg a falak 18°C -ig melegedtek, amely sokkal kiegyensúlyozottabb az ablakok 14°C -ához és a levegő 20°C -ához viszonyítva. A helyzet még ennél is tovább javul, ha az EnEV 2009-es szabvány szerint szigetelt épületeket az EnEV 2012 szabvány szerint módosítjuk.

A változó szabályozások jótékony hatása

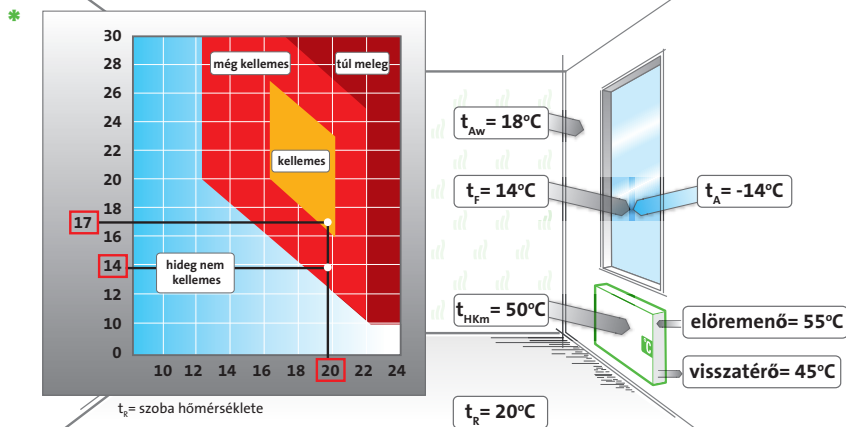
A jobb szigetelés közvetlen előnye az energia megtakarítás és költség csökkentés mellett a jobb beltéri környezet.

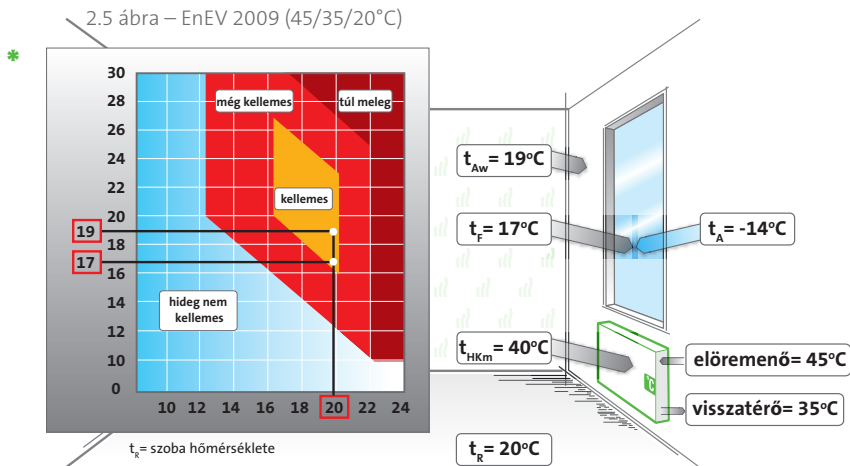
Beltéri klíma

2.3 ábra 1977 előtti hőmérsékletek egy átlagos házban (90/70/20°C)



2.4 ábra EnEV2002 (55/45/20°C)





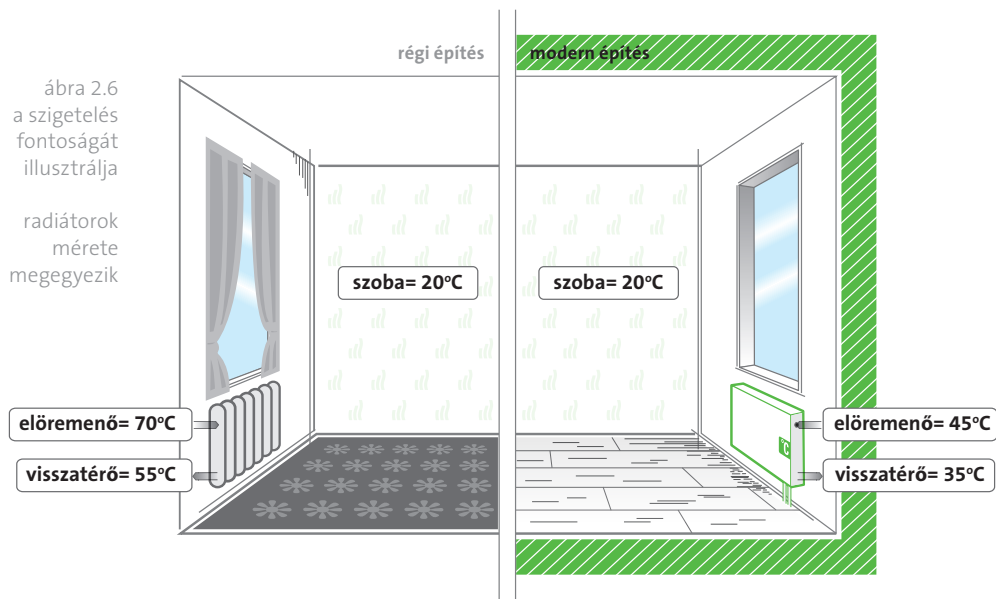
A 2.5-ös ábrán a falak majdnem szobahőmérsékletűek, és még az ablakok is melegek a fagyos kültéri hőmérséklet ellenére. Fontos észrevenni, hogy a radiátornak csupán 40°C -os átlagos vízhőmérsékletet kell elérnie az ideális állapot megteremtéséhez – 100%-al kevesebb, mint **a 2.3 ábra** szabványai szerint szigetelt épület esetén.

A szemközi felületek átlagos hőmérséklet közötti különbség nem több mint 5°C

- * **Hőkomfort:** számos szabvány kritérium létezik; ezekből néhány:
- az átlagos levegő hőmérséklet és az átlagos felszíni hőmérséklet 21°C körül van
 - A levegő hőmérséklete és a felületek hőmérséklete közötti különbség max. 3°C .
 - A szemközi falfelületek hőmérsékleti különbsége maximum 5°C .
 - A fejmagasságban és bokamagasságban mérhető hőmérsékletek közötti különbség kevesebb, mint 3°C .
 - A légáramlatok sebessége a szobában kevesebb, mint $0,15 \text{ m/mp}$.

ábra 2.6
a szigetelés
fontosságát
illusztrálja

radiátorok
mérete
megegyezik



Fajlagos hőigény: **100 W/m²**

lakótér **x** hőigény:

11 m² x 100 W/m² = **1100 W**

Redszer hőmérséklet: **70/55/20°C**

Radiátor mérete:

h 580mm, w 1200mm, d 110mm

n* = 1,25

Q = 1100 W

Régi radiátorok hátrányai:

- magas víztérfogat (nagy keringetési költségek)
- rossz szabályozhatóság (nagy tömeg, nagy víztérfogat)
- hosszú felfűtési és lehűlési idő (nem ajánlott a modern fűtési rendszerekhez)
- régmódi kinézet

Fajlagos hőigény: **50 W/m²**

lakótér **x** hőigény:

11 m² x 100 W/m² = **550 W**

Redszer hőmérséklet: **45/35/20°C**

Radiátor mérete:

h 600mm, w 1200mm, d 102mm (Type 22)

n* = 1,34

Q = 589 W

Lapradiátorok előnyei:

- kis víztérfogat
- kicsi súly
- magas hőleadásra optimalizálva
- kiváló szabályozhatóság
- rövid felfűtési és lehűlési idő
- modern kinézet, nagy választék
- 10 év jótállás

* az **n** kitevő jelöli a hőleadásban bekövetkező változást amennyiben a szoba és rendszerhőmérséklet eltér az alapesettől. Az **n** kitevő felel a sugárzó és konvekciós hőleadás közötti kapcsolatért (különböző típusok) Minél alacsonyabb az előremenő hőmérséklet annál kisebb a konvekció által ladott hő.

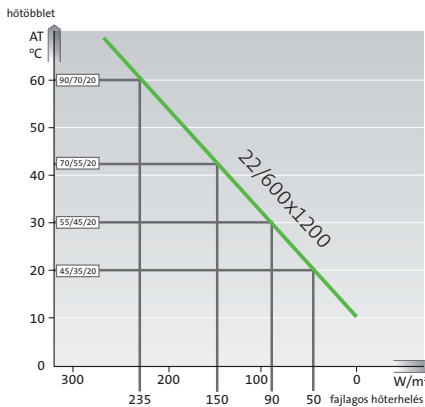
Az épületek elmúlt évtizedekben megnövekedett energia hatékonysága lehetővé tette a radiátorok tervezési hőmérsékletének a csökkentését. Az ábrán látható radiátorok méretei nagyjából megegyeznek. Az elvárt beltéri hőmérséklet mindkét esetben ugyan annyi. Ahogy az látható, egy szigetetlen ház esetén a kívánt hőmérséklet eléréséhez az előremenő és visszatérő víz hőmérséklete jóval magasabb, mint a megfelelő szigetelésű ház esetében. Ennek előnye, hogy a modern szoba esetén a radiátor mérete változatlan maradhat a szigetelés utáni kisebb hőigénynek köszönhetően.

A radiátorok mérete

A szemközti falfelületek hőmérsékleti különbsége maximum 5°C

2.7 ábra
Ugyan azon radiátor méret is megfelel a változó energia előírásoknak.

A jelölt paraméterek a leadott hő/fajlagos terhelés és a felesleges hőmérsékleti ΔT .



Hőnyereség és hővesztesség

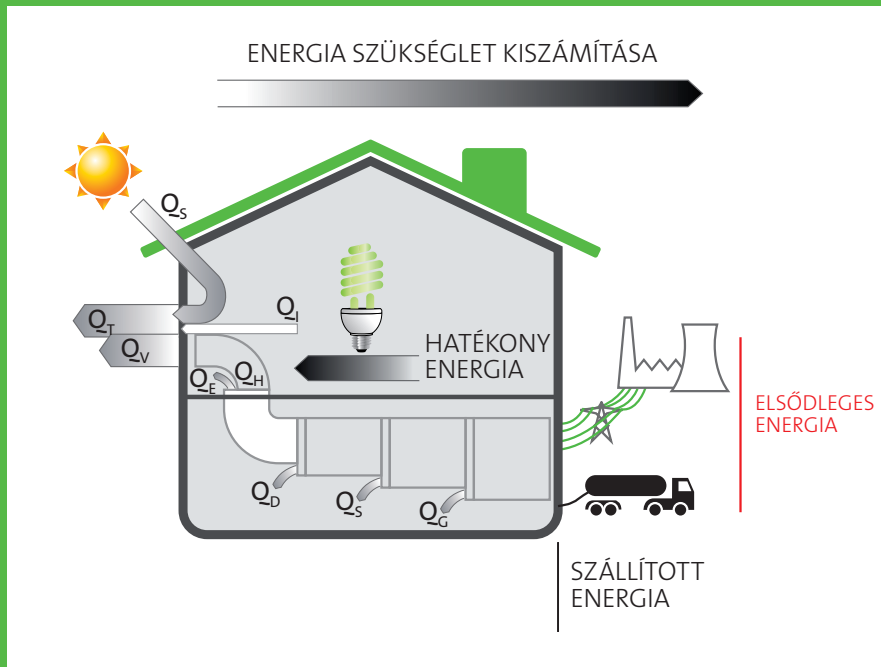
Az épületek lakóinak energia igényébe beletartozik a fűtési rendszer iránt támasztott igény is. **A 2.8-as** ábra bemutatja, hogyan jut el házainkba az energia az előállítási pontból.



**Hővesztések és
hőnyereségek
összegzésével
meghatározható az
energia hatékonyság**

Egy épület energia szükséglete függ az épületet használó emberek igényeitől. Ezen igény kielégítéséhez és a komfortos beltéri hőmérséklet biztosításához a fűtési rendszernek hőenergiává kell alakítani a házba érkező energiaforrásokat. A hővesztések és a hőnyereségek összegzésével meghatározhatjuk a hasznos energia mértékét. Az energia felhasználásának módja függ a fűtési rendszer hatékonyságától és - ahogy azt korábban bemutattuk - az épület szigetelésétől.

2.8 ábra



Q_t - Transzmissziós hőveszteség

Q_v - Filtrációs hőveszteség

Q_s - Napenergia általi hőnyereség

Q_i - Belső hőnyereség

Q_e, d, s, g - Veszteségek a kibocsájtás, szállítás és tárolás által

Q_h - Hőterhelés

A hőnyereség hatása a modern épületekre

A hőnyereséget gyakran figyelmen kívül hagyjuk, amikor a hatékony energiákról van szó. Amikor bekapcsolunk egy elektromos készüléket, vagy ha újabb emberek érkeznek az épületbe, vagy ha besüt a szobába a nap, a belső hőmérséklet emelkedni kezd.

Az energia hatékonyság két tényezőtől függ: a fűtési rendszer milyen mértékben képes hasznosítani a hőtöbbletet és ezáltal csökkenteni a fűtési energia felhasználást; valamint attól, hogy milyen alacsony a rendszer hővesztesége.

**Fontos hogy a fűtési
rendszer gyorsan
reagáljon a fellépő
hőtöbbletre**

Mivel modern épületeink jóval hőérzékenyebbek, fontos, hogy fűtési rendszerünk gyorsan tudjon reagálni az felmerülő hőnyereségekre. Máskülönben a beltéri környezet hamar kellemetlenné válhat a bent tartózkodók számára (amely például negatívan befolyásolhatja a termelékenységét).

2.9 ábra

30m² nappali fűtési igénye.
EnEv 2009 szabvány, EFH, helyszín Hannover

Hőterhelés	-14 °C = 35 W/m ² =	1050 W
Hőterhelés	0 °C = 21 W/m ² =	617 W
Hőterhelés	+3 °C = 18 W/m ² =	525 W

Átlagos beltéri hőnyereség

Átlag DIN 4108-10 szerint	= 5 W/m ²	= 150 W
Fekvő személyek	= 83 W/fő	
ülő személyek	= 102 W/fő	
izzó, 60 W		
PC TFT monitorral	= 150 W/db (működő), 5 W/db (készlet)	
Televízió (plasma)	= 130 W/db (működő), 10 W/db (készlet)	

PÉLDA: 2 FŐ, VILLANY, TV, stb. = kb. 360 - 460 W

Egy megfelelő hőleadó rendszer képes gyorsan alkalmazkodni a különböző beltéri hőforrásokhoz



Christer Harryson



Professzor Dr. Christer Harryson az Örebro Egyetem (Svédország)
oktatója és a Bygg & Energiteknik AB igazgatója

HOGYAN VÁLTOZTASSUK AZ ENERGIÁT HATÉKONYSÁGGÁ

Professor Dr. Christer Harrysson elismert kutató, aki Energetikát oktat az Orebro Egyetemen Svédországban. Számtalan kutatás fűződik a nevéhez a különböző energetikai rendszerek, energia források és hőleadók energia fogyasztásának összehasonlítása terén.



**Prof. Dr.
Christer Harrysson**

A kutatás a legmegfelelőbb eszköz a kezünkben a know-how növelésére, s hogy megfelelő, független képet kapjunk a különböző hőleadó rendszerek működéséről. Lehetővé teszi a különböző megoldások teljesítményének rangsorolását. Egy éves kutatásomban, ahol a környezet és energia hasznosítást vizsgáltam Svédországban, Kristianstad 130 háztartása vett részt. Megfigyeltük áram, melegvíz és fűtési energia fogyasztásukat. A tanulmányban részt vevő házak mind 1980 és 1990 között épültek és 6 csoportba soroltuk őket az eltérő szerkezet, szellőzés és fűtési rendszer alapján. Az eredmények meggyőzőek lettek. 25%-os eltérést tapasztaltunk az energia felhasználásban az eltérő műszaki megoldások között.

Egyik legfontosabb célom volt az eltérő fűtési rendszerek közötti energia hatékonyság különbségének megállapítása, valamint az általuk biztosított komfortszint meghatározása. A padlófűtés és a radiátorok szolgáltatta eredményeket hasonlítottuk össze, továbbá mélyinterjúkat készítettünk a lakókkal. Eredményeink szerint a radiátorral fűtött házak jelentősen kevesebb energiát használtak. Végeredményben – az energia fogyasztásba beleszámítva a fűtési rendszert, a meleg vizet és a háztartási berendezéseket - az átlagos energia fogyasztás 115 kWh/m² volt.

Ezt összehasonlítva a padlófűtéssel ellátott házak 134 kWh/m² fogyasztásával azt a következtetést kell levonnunk a kapott adatok alapján, hogy a radiátorok 15-25%-al hatékonyabbak a padlófűtéssel szemben. A méréseink továbbá azt is megmutatták, hogy ez a 15%-os eltérés padlófűtés esetén 200 mm-es ESP padlószigeteléssel egyenértékű.

A tanulmány másik fontos tanulsága, hogy a tervezőknek, beszállítóknak és kivitelezőknek megfelelő tájékozottsággal kell rendelkezni, hogy a felhasználókat pontos, egyértelmű információkkal láthassák el. Ezen felül az a meglátásunk, hogy a megfelelő komfort legalább annyira fontos, mint a kiszámított energia teljesítmény és fogyasztás az új és a felújított épületek esetén. Ez egy olyan tényező, amelyet a tervezőknek, kivitelezőknek, sőt, a tulajdonosoknak és az épület üzemeltetőinek is figyelembe kell venniük az új épületek esetén.

Konklúzió

Megjegyzés: *A tanulmányban részt vevő épületek összehasonlíthatók bármely, a német EnEV 2009 szabvány szerint szigetelt épülettel.*

A Professor Harrysson által készített tanulmány teljes kivonata megtalálható a www.purmo.hu/clever oldalon.

III. FEJEZET

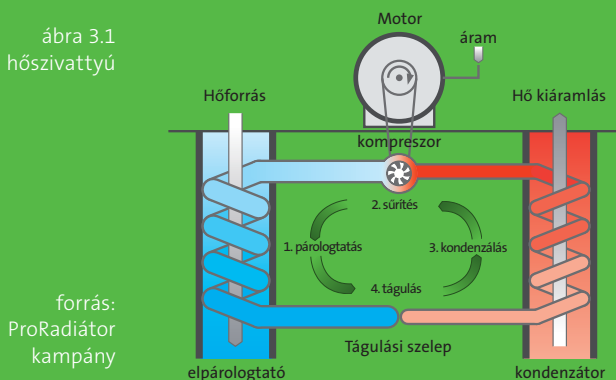
AZ ALACSONY HŐMÉRSÉKLETŰ RENDSZEREK TÉRNYERÉSE

- **Hőszivattyú és a kondenzációs kazán** > Mindkét hőforrás egy szigetelt modern épületben hatékony módja annak hogy alacsony hőmérsékletű fűtésrendszert tápláljunk
- **Hő előállítás hatékonysága** > Mindkét rendszer tökéletesen működik alacsony hőmérsékletű radiátorokkal
- **Épületek energetikai felújítása** > A radiátorokkal fűtött épületek kevesebb energiát használnak fel mint a padlófűtéssel ellátott épületek
- A régebbi épületek energetikai felújítása egy célravezetőbb módja az energia megtakarításnak.

A csökkenő hőigénynek köszönhetően házainknak és irodáinknak kevesebb hőenergiára van szüksége a melegen tartáshoz. Ez teszi a hőszivattyút ideálissá a modern fűtési rendszerekhez. A talaj felszíne alatt néhány méterre a hőmérséklet egész évben egyenletes, nagyjából 10°C . A geotermikus hőszivattyúk ezt a lehetőséget használják ki, egy csőhurok segítségével – függőleges földalatti hurok - 100-150 m-re a földfelszín alatt, vagy egy vízszintes rácsszerkezet valamivel közelebb a felszínhez. Ezen a vezetéken általában víz/etanol keveréket áramoltatnak, ahol a hőcsere végbemegy, mielőtt a felmelegített folyadék visszatér a szivattyúba, majd onnan a fűtési rendszerbe. A levegő-víz hőszivattyú egy hasonlóan jó alternatíva. Ezek a kültéri és/vagy beltéri elszívott levegőt használják hőforrásként.

Hőszivattyú

ábra 3.1
hőszivattyú



Kondenzációs kazán

A legtöbb kazán egy égéstérrel rendelkezik ahol a hőcserélőn áthaladó égéstermékkel együtt rengeteg, nagyjából 200°C -os hőmérsékletű hő a kéményen keresztül a szabadba távozik. Ezzel szemben a kondenzációs kazánok először az energia nagy részét leadják az elsődleges hőcserélőnek majd a füstgázban rejlő hőenergiát egy másodlagos hőcserélő segítségével is hasznosítják.

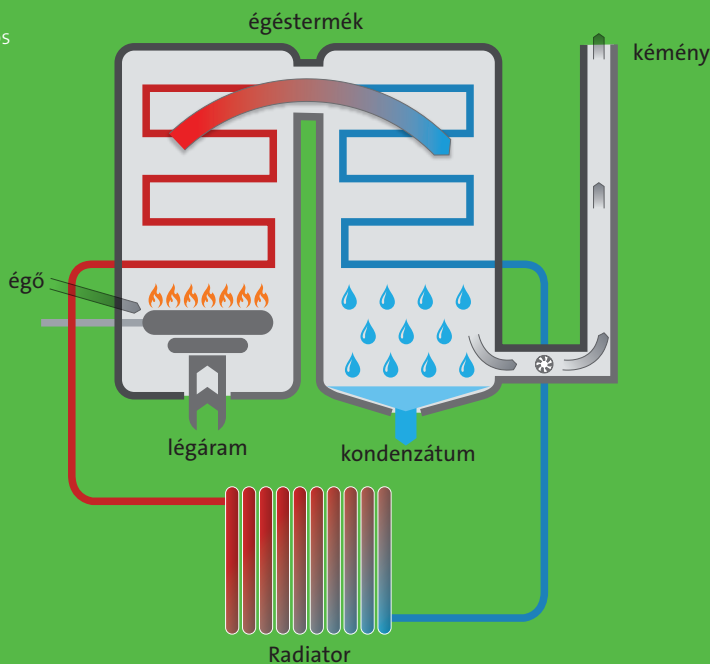
A kondenzációs kazán a gáz vagy olaj elégetése során hőjét leadja a fűtés rendszerbe és szerkezete úgy van kialakítva, hogy az elsődleges hőcserélőt követően a füstgázok lehűljenek benne, egészen addig, míg a füstgázban lévő vízgőz kondenzálódik, és párolgáshőjét leadja a kazánban keringő víznek mielőtt az visszatér a fűtés rendszerbe. **(3.2 ábra)**. A fűtéshez ugyan gáz és olaj is használható, de a gáz használata jóval hatékonyabb, hiszen a gázzal fűtött rendszerekben a víz 57°C -on kondenzál, míg az olajjal fűtött rendszer esetében 46°C -on. A gázzal fűtött rendszer másik előnye az égéstermék magasabb víztartalma..

Minden kondenzációs kazán esetén szignifikáns az energia megtakarítás köszönhetően a tüzelőanyag hatékony elégetésének: a kivezetett gáz hőfoka 50°C , összehasonlítva a hagyományos kazánok 200°C -on kilépő gázaival.

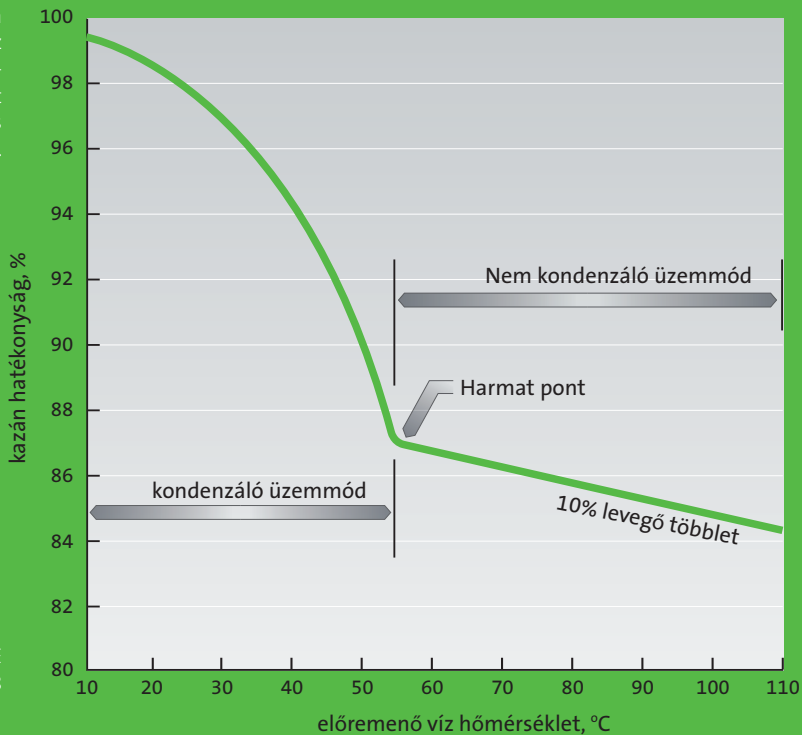
A fent említett mindkét hőforrás hatékonyan alkalmazható a modern, jól szigetelt házak alacsony hőmérsékletű fűtési rendszereinek ellátására, amelyek ideálisak a radiátorokkal való használatra. A radiátorok alkalmasak bármely hőforrással történő üzemeltetésre, beleértve a megújuló energia forrásokat.

Mindkét hőforrás hatékony módja egy alacsony hőmérsékletű rendszer táplálására

ábra 3.2
Kondenzációs
kazán



3.3 ábra
Az előremenő víz
hőfokának hatékony-
ságra gyakorolt
hatása a kondenzációs
kazánoknál.



forrás: ASRAE
kézikönyv 2008

A kondenzációs kazánok akkor üzemelhetnek kondenzációs módban, ha az előre menő vízhőmérséklet 55°C alatt marad. Az így elérhető hatékonyság többlet a hagyományos kazánnal szemben 6% körül van olaj tüzelés esetén és 11% gázzal történő használat esetén. (Forrás: ASUE 2006). Már csak ez magában elegendő ok, hogy radiátorainkat alacsony hőmérsékletű üzemre tervezzük.

A hőtermelés hatékonysága

A hőszivattyúkat általában a padlófűtéssel történő alkalmazásra javasolják, pedig tökéletesen alkalmasak az alacsony hőmérsékletű radiátorokkal való párosításra is. Az EN 14511-2 szabvány az 'évszakos teljesítmény változó' (SPF) kiszámításának egy egyszerű módját írja le, a fűtésrendszer előremenő vízhőmérsékletével számolva csak. A számítás ezen módja kellően pontos SPF értékeket ad a padlófűtéses rendszerekre, ahol az előremenő és visszatérő víz hőfok különbsége általában alacsony, legtöbbször kevesebb, mint 5 K. Ez a leegyszerűsített módszer azonban nem alkalmazható a radiátoros fűtés esetén, ahol az előremenő és a visszatérő víz hőfoka közötti különbség nagyobb. Erre az esetre az EN 14511-2 egy jóval pontosabb módszert ajánl, számolva a visszatérő víz hőfokkal is. Ezt egyesítve az SPF-el kapjuk a COPa-t, az 'éves teljesítmény együtthatót', amely leírja a hőszivattyú hatékonyságát, ahol az évszak hossza egy év.

Hőszivattyúk is tökéletesen működnek alacsony hőmérsékletű radiátorokkal

Megjegyzés: A fűtésre és meleg víz előállításra használt, napelemmel kombinált kondenzációs kazán megközelíti a hőszivattyú teljesítményét.

Forrás: ZVSHK, Wasser Wärme, Luft, Ausgabe 2009/2010

3.4 ábra COPa értékek a különböző tervezési vízhőmérsékletekhez, vegyes használatban, fűtésre és meleg víz előállításra, meleg víz, és csak fűtésre. A táblázat továbbá tartalmazza a kondenzációs hőmérsékleteket. A referencia épület egy modern, egy családos ház Münchenben, elektromos föld-hőszivattyúval szerelve. A COP értékeket laboratóriumi mérések hitelesítették (Bosch 2009).

Fig. 3.4

Energiahatékonysági együttható COPa

COPa = A hőszivattyú által kinyert hőenergia és a befektetett elektromos energia arányszámát egy év leforgása alatt

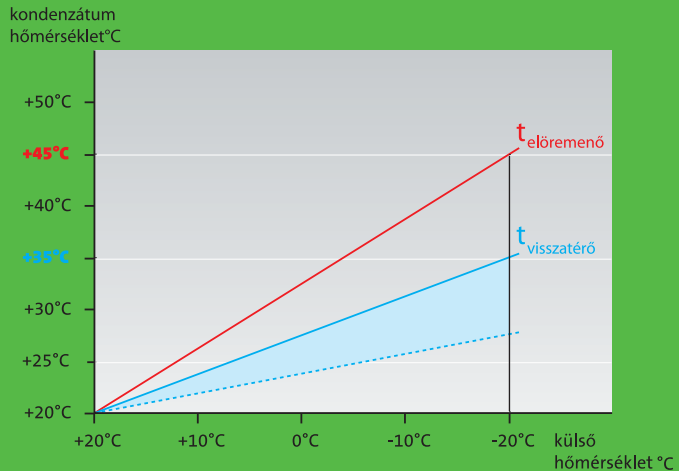
Tervezett hőfoklépcső	Kondenzálási hőmérséklet	COPa vegyes	COPa csak fűtés
70/55/20	62,4	2,8	3,0
55/45/20	49,2	3,2	3,6
60/40/20	49,0	3,2	3,6
50/40/20	44,0	3,3	3,8
45/35/20	38,8	3,5	4,1
50/30/20	38,7	3,5	4,1
40/30/20	33,7	3,6	4,4
35/28/20	30,2	3,8	4,6

Elektromos föld-hőszivattyú. COPa értékek a referencia épületből
(IVT Bosch Thermoteknik AB)

Az eredmények kimutatták, hogy kimondottan ajánlott az alacsony hőmérsékletű radiátorok alkalmazása, ha hőszivattyút használunk hőforrásnak. A kisebb házakban a hőszivattyút gyakran használják a meleg víz előállítására is. Ha összehasonlítjuk a kombinált COPa értékeket, látható, hogy a jellemző alacsony hőmérsékletű radiátor rendszer tervezési vízhőfoka (45/35) 10%-al nagyobb hőszivattyú hatásfokot eredményez az 55/45-ös rendszerhez képest. A 45/35-ös rendszer és a jellemző 40/30-as padlófűtési rendszer közötti különbség 3%, és 9% a 35/28-al összehasonlítva.

**Hőszivattyúk is
tökéletesen
működnek alacsony
hőmérsékletű
radiátorokkal**

3.5 ábra
Termosztatikus
szelepet használva
a radiátor visszatérő
hőmérséklete
alacsonyabb a
hőnyereségnek
és a megfelelő
termosztát funkciónak
köszönhetően.



Épületek energetikai felújítása

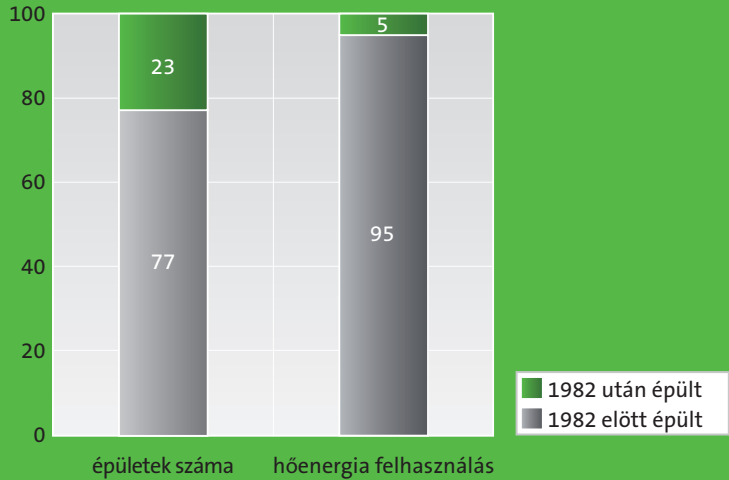
Alacsony hőmérsékletű radiátoros rendszerek kevesebb energiát fogyasztanak mint a padlófűtéssel fűtött épületek

Öregebb épületek energia hatékonyságát növelve több energiát takaríthatunk meg.

Röviden: az alacsony hőmérsékletű radiátorokkal szerelt fűtési rendszerrel rendelkező épületek kevesebb energiát fogyasztanak, mint a padlófűtéssel rendelkezők, még akkor is, ha a hőforrás egy hőszivattyú. A COP értékek különbségét kompenzálja az alacsony hőmérsékletű radiátorok energia hatékonysága.

Épületeink, különösen a lakóépületek egy energia fogyasztási spirálban vannak. Európában a legnagyobb, önálló energia felvevő szektor az épületek. Kézenfekvő hát, hogy energia megtakarítási akcióinkat az épületek energia fogyasztásának csökkentésére kell koncentrálni. Ugyanakkor a modern épületek (új vagy megfelelően felújított) nem kimondottan a probléma forrásai, ha energia fogyasztásról van szó. A német épületeket alapul véve az 1982 után épült új épületek aránya mindössze 23% a teljes sokasághoz képest, mégis a fűtési energia fogyasztás mindössze 5%-át adják. Más szavakkal: az öregebb épületek energia hatékonyságát növelve hatékonyabbak lehetünk mi is, és több energiát takaríthatunk meg.

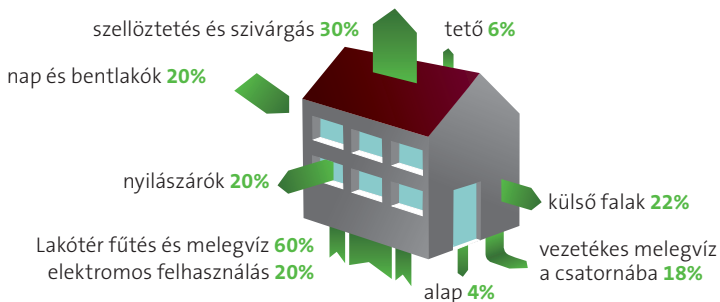
3.6 ábra
Koncentráljunk a régi
épületekre:
Az épületek adatai és
az energia fogyasztás,
Fraunhofer 2011
Németországban az
épületek 77%-a épült
1982 előtt, és a fűtési
energia 95%-át teszik ki.



Egy épület teljes energia mérlege a beáramló és a kiáramló energiákból áll össze.

Egy épület teljes energia mérlege a beáramló és a kiáramló energiákból áll össze. A potenciális hűtési energia nem szerepel az adatokban. A példában szereplő épület energia áramlását az alábbiak szerint lehet jellemezni:

ábra 3.7
Többszintes
épület energia
mérlege



Épületből ki/ veszteségek és sugárzás

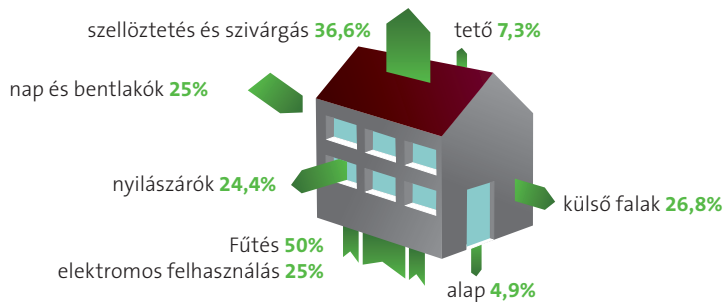
- szellőztetés és szivárgás	30 %	- légcseres = 0,5 1/h
- vezetékes melegvíz a csatornába	18 %	- 35 kWh/m ² a
- külső falak	22 %	- U = 1,0 W/m ² K
- nyílászárók	20 %	- U = 3,5 W/m ² K
- tető	6 %	- U = 0,7 W/m ² K
- alap	4 %	- U = 1,0 W/m ² K
össz	100 %	- Uw.átlag = 1,3 W/m²K

Épületbe be/beáramlás

- Lakótér fűtés és melegvíz	60 %
- elektromos felhasználás	20 %
- nap és bentlakók	20 %
össz	100 %

Ha kizárjuk a meleg víz csatornába jutását, ami jelenleg egy potenciális energia megtakarítási lehetőség, láthatjuk hova kell koncentrálnunk az energetikai felújítás során.

ábra 3.8
Többszintes
épület fűtési
energia mérlege



Épületből ki/ veszteségek és sugárzás

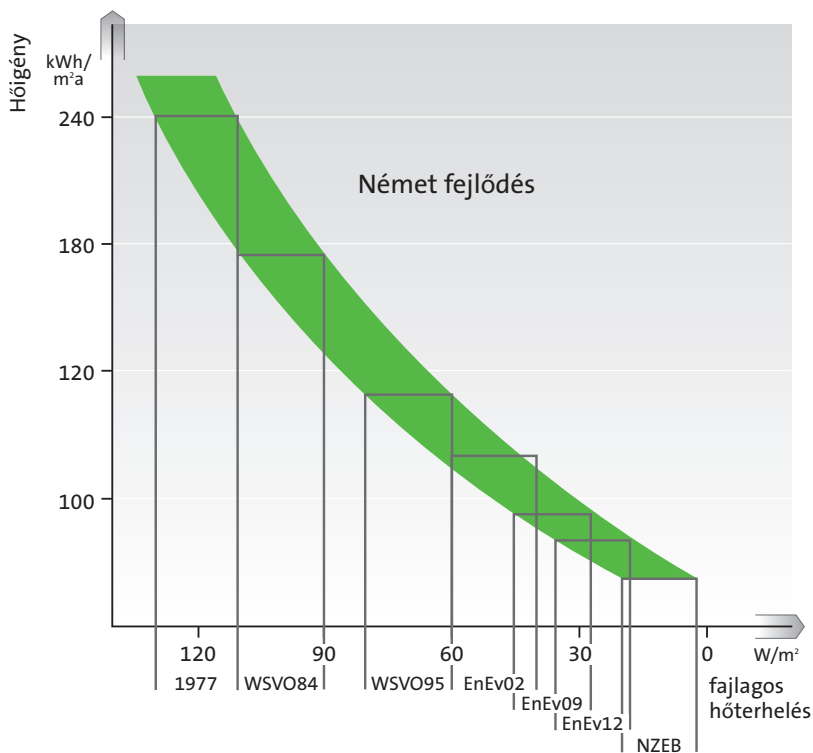
- szellőztetés és szivárgás	36,6 %
- külső falak	26,8 %
- nyílászárók	24,4 %
- tető	7,3 %
- alap	4,9 %
össz	100 %

Épületbe be/beáramlás

- Fűtés	50 %
- elektromos felhasználás	25 %
- nap és bentlakók	25 %
össz	100 %

Ezek az adatok egy többszintes, öreg épület példa adatai, ahol a jellemző fűtési hőigény, beleértve az átsugárzó hőveszteséget és a szellőzést, nagyjából 240 kWh/m². Amennyiben más épülettípusokra akarunk becslést végezni, a következőket kell figyelembe vennünk: felületek mérete, U-értékek és szellőző légáram mértéke. Például egy egy-szintes ház jóval nagyobb hőveszteséggel bír a tetőn és a padlón keresztül a többszintes épülethez képest.

3.9 ábra
Hőigény -
fajlagos
hőterhelés
diagram a
becsléshez



A hőigény és a fajlagos hőterhelés alakulása a német épületekbe

Összegezhetjük a hőigényt, kWh/m²a, és a fajlagos hőterhelést, W/m², a különböző német épületek energia szükségletének meglévő statisztikai adatait alapul véve.

Fűtési hőenergia szükséglet és fajlagos hőterhelés

Most nézzük meg, hogy mi történik, ha korábbi többszintes épületünket felújítjuk, és újra számoljuk az adatokat. Az eredeti adatokat megállapíthatjuk a 3.9-es ábrában található diagramból, ahol a fűtési hőigény 240 kWh/m²a és a hőterhelés 120 W/m². Fejlesztjük az épület szerkezetét és szigetelését. Az új U-értékek a következők:

- Külső falak	$U = 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ablakok és ajtók	$U = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tető	$U = 0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Padló	$U = \text{W/m}^2\text{K}$
	$U_{\text{w.közép}} = 0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$

Amennyiben a felületek nem változnak és a szellőző légáram mértéke is változatlan, kiszámíthatjuk a szigetelés indukálta hatást. Az átsugárzó hőveszteség 31%-ra csökken, míg a területtel súlyozott U-érték, U_w . közép = 1.3 W/m²K lecsökken U_w .közép = 0.40 W/m²K-ra. Azonban a szellőzés nem változik, így a teljes hőveszteség csökkenése csak 44.3% lesz.

Megjegyzés: Ezt a széles körben elterjed szigetelés fejlesztő beruházást sokszor a jobb ablakok és a megnyerőbb homlokzat, nagyobb hőkomfort és egészségesebb beltéri környezet iránti igény indukálja.

A hőveszteség új megoszlása:

- Szellőzés és szivárgás	65.1%
- Külső falak	11.4%
- Ablakok és ajtók	16.1%
- Tető	3.6%
- Padló	4.4%
összesen 100%	

A hőterhelés 44.3%-al csökken az eredeti állapothoz képest. Az új fajlagos terhelés 67 W/m² és a 3.9-es ábrából kiolvasható, hogy az ennek megfelelő fűtési hőigény nagyjából 100 kWh/m²a.





D.Sc. Jarek Kurnitski egyetemi professzor
Helszinki Műszaki Egyetem

ÁTÜLTETEM AZ ELMÉLETET A GYAKORLATBA

Professzor Dr. Jarek Kurnitski, a HVAC szakterület egyik vezető tudósa, aki jelenleg energetikai szakértőként dolgozik a Finn Innovációs Alapnál, Sitraban. Az Európai REHVA kitüntetett tudósaként több, mint 300 publikációval rendelkezik.



A nagyobb nem jobb

A fűtési iparban továbbra is tartja magát az a mítosz, hogy az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerekhez nagyobb radiátorok szükségesek. Ugyanakkor a nagyobb egyáltalán nem jobb. Hőleadókon végzett összehasonlító tanulmányomban arra jöttem rá, hogy még a leghidegebb téli időszakokban is a gyorsan változó hőleadás a szükséges a szoba hőmérsékletének komfort tartományban való tartásához. Mindkét rendszernél 21°C -ot állítottunk be, mint a legalacsonyabb komfort érték és ideális beltéri hőmérséklet. A legkisebb $0,5^{\circ}\text{C}$ -os hőfok változásra is a radiátoros rendszer képes volt alacsony hőtömegével reagálni, és a szobát az ideális hőfokon tartani.

Ugyanakkor a padlófűtés nagy hőtömegének a reakció ideje jóval lassabb volt. Ez azt eredményezte, hogy a padlófűtés hosszabban adta le a hőt, jóval az optimálisnál magasabb hőfokra fűtve a helyiséget és kellemetlen ingadozást hozva létre. Valójában ahhoz, hogy a szoba hőmérsékletét közelebb tudjuk megtartani az optimális 21°C -hoz, a kutatás eredményei szerint az a megoldás, ha a padlófűtési rendszert $21,5^{\circ}\text{C}$ -ra állítjuk be.

Sok embernek ez a $0,5^{\circ}\text{C}$ kevésnek tűnhet. Azonban, ha ezt órákra és napokra vetítjük a teljes téli időszakban, a számok gyorsan összeadódnak, sokszorozódnak, és lassan elhalványul az energia hatékonyság képe. A hőmérséklet

változásra adott gyors reakció és az alacsony rendszer veszteség az energia hatékony fűtési rendszerek kulcselemei. A központi vezérlés néhány helyiség túlfűtését eredményezheti az ezzel járó energia veszteséggel együtt. Éppen ezért javaslom az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszereket és egyedileg szabályozott fűtőtesteket, amely segít a rendszervesztést csökkenteni. Ez teszi a radiátorokat a kézenfekvő megoldássá.



IV. FEJEZET

SZIGNIFIKÁNS BIZONYÍTÉK

- **Professzor Dr. Jarek Kurnitski** > kutatásom eredményei azt mutatják, hogy a radiátorok az egyszintes épületekben nagyjából 15%-al, míg a többszintes épületek esetében akár 10%-al hatékonyabbak.
- **Professzor Dr. Christer Harrysson** > az adott feltételek mellett a padlófűtési épületek átlagosan 15-25%-al több energiát fogyasztanak (a villanyáram fogyasztást nem számítva), mint a radiátoros rendszerrel szerelt épületek.

2008-ban a Rettig ICC Kutatás-fejlesztési osztálya elindított egy új projektet. Célja, hogy tisztázzon számos vitát, amelyek tartósan fennállnak a fűtési iparban. A Pro Radiátor Program - ahogy mi nevezzük - két évet ölelt fel. Ez alatt a két év alatt három eltérő témakört vizsgáltunk: 'Érvek a radiátoros fűtés mellett', 'Ellenérvek a radiátorokkal szemben' és 'Érvek más fűtési rendszerek mellett'.

**Mikkor livonen,
Kutatás-fejlesztési
igazgató, Kutatás és
műszaki szabványok,
Rettig ICC**

Végeredményben 140 érvet és ellenérvet tártunk fel. Miután kiértékeltek és összegeztük ezeket az érveket, 41 praktikus kutatási témát határoztunk meg további vizsgálatra, tesztelésre és kiértékelésre. Hogy pártatlan és független kutatási eredményeket kapjunk, külső szakértőket kértünk fel az együttműködésre a kutatás elvégzésében. Számos nemzetközileg elismert szakember, egyetem és kutató intézet segítette munkánkat. Az eredmény hatalmas mennyiségű kutatási adat, javaslat és konklúzió lett.

Arra is rájöttünk, hogy iparágunk számtalan mítosszal és illúzióval rendelkezik. Ezek a legtöbb vita tárgyát képezik piacunkon, ugyanakkor sok közülük irreleváns és hamis. A legnagyobb eredmény számunkra mégis az volt, hogy az összes kutatási eredmény alátámasztotta, mennyire hatásosak és hatékonyak a radiátorok a modern, jól szigetelt épületekben. Éppen ezért ezeket az eredményeket

elkülönítettük, és egy teljesen új kutatási programba kezdtünk, amelyben különböző fűtési rendszereket teszteltünk a Helsinki Műszaki Egyetem HVAC laboratóriumával együtt. A különböző rendszerek pontos szimulációja és funkcionális összehasonlítása azt mutatta és igazolta, hogy a korábbi radiátorokkal kapcsolatos kutatási eredményeink pontosak voltak.

Pontos adatok

Már korábban is utaltunk Útmutatónkban néhány kutatási eredményünkre. Az Ön szempontjából mégis az a fontos, hogy eredményeink nem csak tudományos elméleteken alapszanak, hanem az északi országokban, úépítésű, alacsony energia felhasználású házakon való gyakorlati tesztelésből. Svédország, Finnország, Norvégia és Dánia régóta vezető szerepet tölt be az alacsony energiájú, jó szigetelésű épületek terén. Ez a tény valamint az akadémikusainkkal, Prof. Leen Peeterssel (Brüsszeli Egyetem - Belgium) és Prof. Dr. Dietrich Schmidttel (Frauenhofer Intézet – Németország) végzett közös munkánk alapján magabiztosan állíthatjuk, hogy minden eredményünk és következtetésünk megállja helyét Európa legtöbb országában.

A korábbi fejezetekben vázolt elméleti megtakarítások mellett, a fent említett vizsgálati időszakban számos tanulmány mérte a modern fűtési rendszerek hatékonyságát és hasonlította össze más hőleadók energia fogyasztásával. Prof. Jarek Kurnitski és Prof. Christer Harrysson egyaránt alátámasztják az alábbi fejezetben a legfőbb vizsgálati eredményt.

Az Útmutatóban felsorolt összes tanulmány kimutatta, hogy az alacsony hőmérsékletű radiátor rendszerek energia hatékonysága legalább 15%-al magasabb. Ez elég konzervatív megközelítés – egyes tanulmányok ennél magasabb eredményeket mutattak. Ennek legfőbb oka az épületet használók magatartása; magasabb szobahőmérséklet, hosszabb fűtési időszak, stb.

Tudományos együttműködés



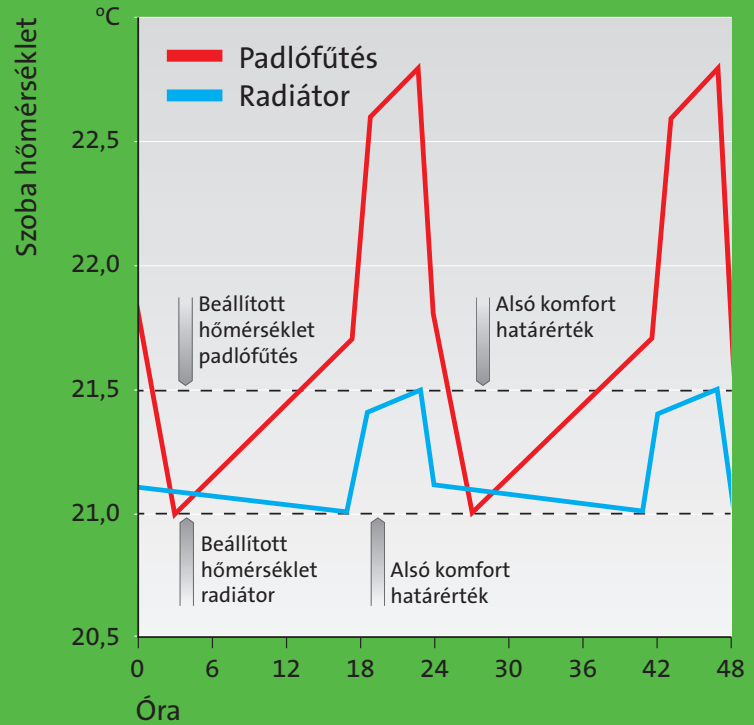
**Professzor
Jarek Kurnitski:
Hőtömeg és
energia hatékony
fűtés**

**Gyors reagálású, kis
hőtömegű radiátor
rendszerek esetében
a hőnyereség
maximum 0.5°C -al
növeli a szoba
hőmérsékletét**

Professzor Jarek Kurnitski kutatása kimutatta, hogy a hőleadók hőtömege jelentős befolyással van a fűtési rendszer teljesítményére. Még a leghidegebb téli időszakban is csak egy gyors reagálásra képes hőforrás szükséges a szoba optimális komforttartományban tartásához.

A szobahőmérséklet növekedésére és csökkenésére adott reakció alapelvét a 4.1-es ábra mutatja, amely két rendszert hasonlít össze. A gyors reagálásra képes, kis hőtömegű radiátoros fűtési rendszer esetében a hőtöbblet $0,5^{\circ}\text{C}$ -al növelte a szoba hőmérsékletét, ezáltal közel tartva az elvárt 21°C -hoz. A nagy hőtömegű, hagyományos padlófűtés nem képes a szobát állandó hőmérsékleten tartani. A kutatás kimutatta, hogy a szoba hőmérsékletét 21.5°C -ra kell beállítani, az alsó 21°C -os komforthatár felett. A hőleadó pusztán mérete miatt folyamatosan késve reagált a hőigényre, amely erős hőmérsékleti ingadozást és energiavesztést eredményezett.

4.1 ábra
Szobahőmérséklet
reakciója a
hőleadók
hőtömegére téli
időszakban, amikor
a hőtöbblet általán-
ban nem haladja
meg a hőigény
1/3-át.



A hőnyereség maximalizálása a mo- dern épületekben

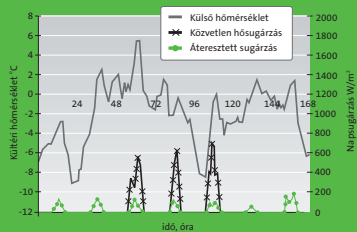
A 4.1-es ábrán bemutatott példa részletes, dinamikus szimuláción alapszik, amelyet modern német otthonokban végeztünk. **A 4.2-es** ábra a január első hetében mért szobahőmérsékletet mutatják. Mivel a napsütés és a belső hőforrások által generált hőtöbblet nem becsülhető, a padlófűtést nem lehet prediktív vezérlésre állítani. A hőtöbblet ugyan kikapcsolásra készíti a padlófűtést, de az ezután még jelentős ideig hő sugároz a külső hidegebb felületek felé, mint például az ablakok és a külső falak. Ez túlfűti a szobát.

Éjjel, amikor a szoba hőmérséklete a hőmérsékleti pont alá csökken (21.5°C), a fűtés aktiválása ellenére több órába telik, mire a hőmérséklet emelkedni kezd. Valójában a kutatásom azt mutatta, hogy a hőmérséklet tovább csökken, amely szükségessé tette beállított hőmérsékleti pont további emelését.

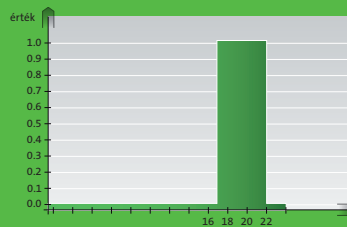
Egy fejlett épület szimulációs program segítségével - IDA-ICE – gyűjtöttük be a fent leírt adatokat. Ez a program szigorú hitelesítésen ment át, hogy nagy pontosságú adatokkal szolgáljon egy összehasonlító teszt során.

4.2 ábra

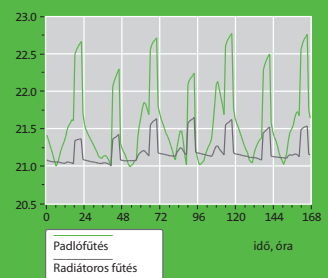
Szimulált szobahőmérséklet, január első hete. Kültéri hőmérséklet, napsugárzás, belső és külső hőforrások jelennek meg a bal oldalon.



Külső hőnyereség január első hetében - időjárási adatok



Napi beltéri hőnyereség



Végző levegő hőmérséklet

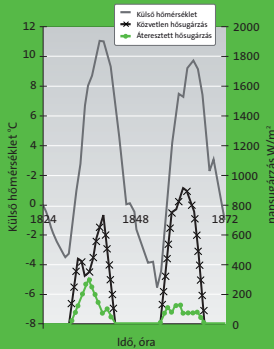
Egy enyhébb évszakban a hőnyereség közel azonos a fűtési igényrel, amely még bonyolultabbá teszi a szoba hőmérsékletének szabályozását. **A 4.3-as ábra** egy kétnapos teljesítményt mutat, márciusban mérve. Jelentős a napsugárzás és a kültéri hőmérséklet nagymértékben ingadozik. Ebben az esetben is a radiátoros fűtés bizonyul a kiegyensúlyozottabbnak, és sokkal egyenletesebben tartotta a szoba hőmérsékletét, miközben alkalmazkodott a hőingadozáshoz.

Konklúzió

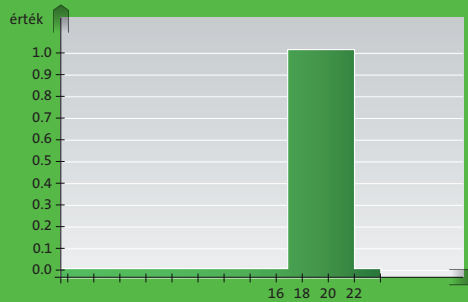
A hőnyereségre adott gyors reakció és az alacsony hőveszteség a kulcselemei egy energia hatékony fűtési rendszernek. A szobánként eltérő szabályozás hasonlóan fontos, mivel a fűtési igény jelentősen eltér helyiségenként. A központi szabályozás egyes szobák túlfűtéséhez vezet, egyértelmű energia veszteséggel. Éppen ezért kutatásom alapján azt javaslom, hogy használjanak alacsony hőmérsékletű rendszereket, hogy csökkentsék a rendszer veszteségeit, valamint használjanak gyorsan reagáló hőleadókat egyedi/helyiségi szabályozóval.

Más oldalról megközelítve azt is kijelenthetjük, hogy a padlófűtés kevésbé hatásos és kisebb energia hatékonyságú a radiátorokkal összehasonlítva. Sőt, mindent összegezve a kutatásom azt mutatja, hogy **a radiátorok nagyjából 15%-al hatékonyabbak az egyszintes épületek esetében**, és 10%-al a többszintes épületekben.

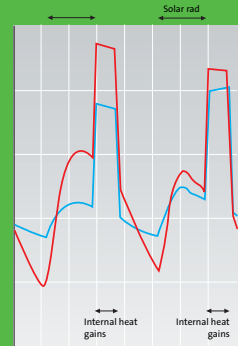
4.3 ábra
A márciusi napsütés növeli a szobában
a hőingadozást



Külső hőnyereség március
17-18. - Időjárási adat



Napi beltéri hőnyereség



Végző levegő
hőmérséklet

**Professzor Dr. Christer
Harrysson, Construction
& Energy Ltd., Falken-
berg és Örebro Egyetem**

Kutatásom elsődleges célja az volt, hogy bővítsém tudásunkat a különböző fűtési megoldásokról. Egész pontosan a radiátorokat hasonlítottuk össze a padlófűtéssel. A projektet, amelyet a Kristianstadsbyggen & Peab AB kivitelezett, a DESS (Delegation for Energy Supply in Southern Sweden) és a SBUF (Development Fund of the Swedish Construction Industry) hívta életre.

Megegyező műszaki felszerelésű, egygenerációs családi házak esetén a különböző hétköznapi szokásaink befolyásolják a teljes energia fogyasztást, az áramfogyasztást, meleg víz fogyasztást és a fűtési rendszer fogyasztását, ezzel 10 000 kWh/év különbséget eredményezve. Számos különböző műszaki megoldás, szigetelés, tömítés és szellőző rendszer létezik. Még a választott műszaki megoldás is jelentős különbséget eredményezhet az energia fogyasztásban és a beltéri környezetben. Egy a Svéd Nemzeti Lakásügyi Tárcá által végzett tanulmányban, amelyben tíz elektromos fűtésű, 330 házzal rendelkező sorház vett részt, a különböző műszaki megoldásokat, valamint az egyedi méréseket és elektromos ill. vízfogyasztást vizsgálták. A tanulmány mintegy 30%-os fogyasztásbeli különbséget talált a különböző műszaki megoldások tükrében. Többek között a Svéd Statisztikai hivatal adatai

szerint (beleértve a Nemzeti Lakásügyi Tárcát), a háztartásonkénti teljes energia fogyasztás, meleg víz és fűtés, az új, sorház mintában épített otthonok esetében 130 kWh/m² évente.

A Nemzeti Lakásügyi tárca tanulmánya azt is kimutatta, hogy vannak olyan energia hatékony műszaki megoldások is a sorházakban, amely mindössze 90-100 kWh/m² éves felhasználást eredményez, megfelelő beltéri környezet mellett. Ez jelenleg a legalacsonyabb energia szint, amely műszakilag és gazdaságilag fenntarthatónak tekinthető.

A hőleadó rendszer kialakítása és elhelyezése is jelentősen befolyásolhatja az energia fogyasztást. A radiátorokban futó meleg víz egy kipróbált és biztos hőleadó rendszer, amely lehetővé teszi az elektromos forrástól eltérő hőforrás használatát is. A padlófűtés esetében is adott a lehetőség az alacsonyabb minőségű energiaforrások nagyobb hatékonyságú alkalmazására (alacsony energiájú rendszerek), amennyiben alacsonyabb hőközlő hőmérsékletet alkalmazunk. Az utóbbi években heves viták alakultak ki arra vonatkozólag, hogy vajon a radiátorok vagy a padlófűtés biztosítja a legjobb komfortot a legjobb költség és energiahatékonyság mellett.

A tanulmány

A tanulmányban a Kristianstadsbyggen AB hat, egy-generációs lakóház övezete vett részt, összesen 130 lakással és különböző műszaki megoldásokkal. Az övezetek 12-62 lakással rendelkeznek. Az ingatlanok általában egyszintes épületek, beton alappal, alászigeteléssel. A hat övezetből négy padlófűtéssel szerelt, kettő pedig radiátorokkal. Az ingatlanok elszívó, vagy befúvó/elszívó szellőzéssel rendelkeznek.

Az övezeteket összehasonlítottuk egymással az összegyűjtött, írásos valamint számított értékek alapján. A mért energia és vízfogyasztást kiigazítottuk az éves adatokkal, ingatlan alapterülettel, szigetelési szabvánnyal, elszívó szellőzéssel, hővisszanyeréssel (ha volt), beltéri hőmérséklettel, vízfogyasztással, disztribúciós és szabályzásból adódó veszteséggel, az elektromos vízmelegítő/vezérlő egység elhelyezésével, egyedi vagy közös méréssel, vízátvetető veszteséggel, a csatlakozó épületek fűtésével (ha volt) és az ingatlan elektromosságával.

Összességében a 3-6-os övezetbe tartozó, padlófűtéssel rendelkező házak energia fogyasztása átlagosan 15-25%-al volt magasabb (az ingatlan elektromossága nélkül), összehasonlítva az 1-es és 2-es, radiátorral szerelt övezet átlagos értékeivel.



V. FEJEZET

A HŐLEADÓ KIVÁLASZTÁSA

- **Hőleadók** > Az energiaforrás, a hőforrás és a hőleadók egyaránt fontos szerepet játszanak. Ugyanakkor a végfelhasználókat, az élet- és munkatér funkcióit is mindig figyelembe kell venni.
- Csak a radiátorok biztosítják azt a maximális rugalmasságot, amely segít megváltoztatni az otthonainkról és irodáinkról kialakult gondolkodásmódunkat.

Fontos a széles látókör a fűtési rendszerek tárgyalásához. Az energiaforrás, a hőforrás és a hőleadók egyaránt fontos szerepet játszanak. Ugyanakkor a végfelhasználókat, az élet- és munkatér funkcióit is mindig figyelembe kell venni.

Csábító lehet egy épületet önálló egységként, egy zárt rendszerként kezelni, amely fűtést igényel. Mégis, ezen az egységen belül számos kisebb egység helyezkedik el. Különböző irodák az épületben, számos helyiség egy házban. Az irodákat naponta csak 8 órán át használjuk. A szobákat általában a napnak csak bizonyos szakában, míg a hálósobát csak éjjel használjuk, így mind külön fűtési igénnyel rendelkezik.

Ha a helyiségek funkcionalitását alaposabban vizsgáljuk, kiderül, ez a funkció is változhat idővel. Egy családi házban a gyerekek, ahogy nőnek, iskolába mennek, így csökken a ház fűtési igénye az iskolai órák idején. Majd idősebb korukban kikerülnek az iskolából, elkezdenek dolgozni, és valószínűleg elköltöznak egy saját házba.

Hőleadók

Az energiaforrás, a hőforrás és a hőleadók egyaránt fontos szerepet játszanak. Ugyanakkor a végfelhasználókat, az élet- és munkatér funkcióit is mindig figyelembe kell venni.

HDC ellenőrző lista

Tekintse meg ellenőrző listánkat a www.purmo.hu/clever oldalon, és töltsé ki saját házára vonatkozóan. Számos olyan szempontra derülhet fény, amire korábban nem is gondolt.



Néhány általános fűtési és szellőztető rendszer

Központi fűtési rendszer, ahol a fűtővíz hőfoka maximum 55°C tervezési hőmérsékleti feltételekkel. A hőleadás a szobákban sugárzó és természetes, konvekciós hő formájában történik a radiátorok segítségével. Nagy energia hatékonyságú és komfortos hőleadást biztosítanak az alacsony energiájú épületekben.

**Alacsony
hőmérsékletű
radiátor rendszer
45/35**

Központis fűtési rendszer, ahol a fűtővíz hőfoka rendszerint 45°C alatti tervezési hőmérsékleti feltételekkel. A legáltalánosabb beágyazott fűtési rendszer a padlófűtés, amely a padló felületét használja hőleadásra. A hőleadás a szobákban sugárzó és természetes, konvekciós hő formájában történik. A nagyobb hőigényű és hőtömegű épületek számára ideális. Fürdőszobákban különösen kellemes (5.3 ábra), és külső ajtók, előszobák esetében hasznos, mivel segíti az esős időben behordott víz elpárologtatását. Alacsonyabb energia hatékonyságú, mint az alacsony hőmérsékletű radiátoros fűtés.

**Beágyazott fűtési
rendszerek 35/28**

Levegő fűtő rendszer a mechanikus befúvó és elszívó rendszerbe szerelve, sokszor hővisszanyerővel ellátva. Jellemzően a befújt levegő hőmérséklete szabályozott a lakótér

**Szellőző levegő
fűtés**

átlaghőmérséklete által. Ez hőingadozást eredményez, amely megnehezíti a komfortos környezet kialakítását a különböző helyiségekben. A rendszer másik nagy hátránya a légrétegek képződése, és szükségessé teszi az épület légtömör kialakítását, megfelelő szigetelését a kívánt energia hatékonyságelérése érdekében.

Olyan esetekben, ahol a nagyobb hőleadás szükséges, ventilátoros rásegítés szükséges. Jellemzően hőleadók lehetnek ilyenkor a fűvókákkal vagy fan coil-al szerelt radiátorok – ventilátorral, valamint fűtő-hűtő légbefúvással ellátott konvektorok.

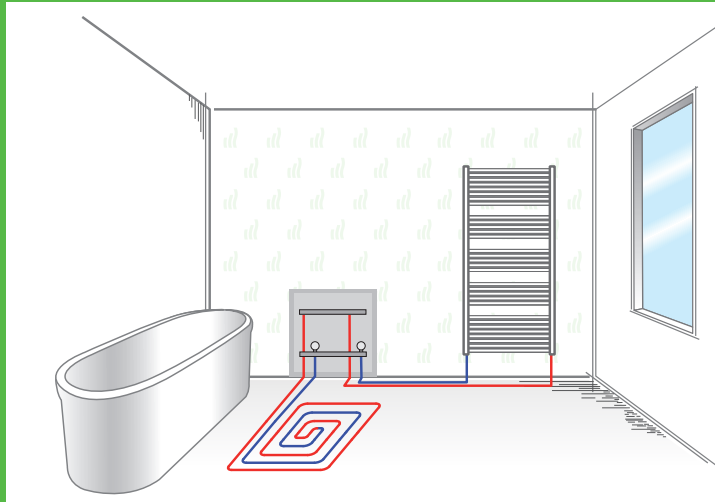
A ventilációs radiátor jellemzően alacsony hőmérsékletű radiátor kültéri légbevezetéssel. Egy megfelelő megoldás a huzatmentes, friss levegő bevezetésre, mechanikus elszívó rendszer mellett.



Csak a radiátorok biztosítják azt a maximális rugalmasságot, amely segít megváltoztatni az otthonainkról és irodáinkról kialakult gondolkodásmódunkat.

Csak a hőleadók rugalmas rendszere képes könnyedén alkalmazkodni a modern életterek változó funkcióihoz. A független szabályozású hőleadók rendszere képes igazodni a különálló terek egyedi fűtési igényeihez. Csak a radiátorok biztosítják azt a maximális rugalmasságot, amely segít megváltoztatni az otthonainkról és irodáinkról kialakult gondolkodásmódunkat.

5.3 ábra
A padlófűtés
nagyobb komfortot
biztosít a
fürdőszobában,
különösen akkor,
ha törülközőszárító
radiátorral
kombináljuk.





Elo Dhaene,

Márka kereskedelmi igazgató, Rettig ICC

A RADIÁTOROK KULCSSZEREPE

A tényeket mind számba véve kijelenthetjük, hogy az alacsony hőmérsékletű radiátorok kulcsszerepet játszanak. Ma és a jövőben is. A jövőben, amely már akkor elkezdődött, amikor olyan nagy hatékonyságú hőforrásokat kezdtünk alkalmazni, mint a kondenzációs kazán vagy a hőszivattyú. Hőforrások, amelyek növelik az alacsony hőmérsékletű radiátorok hatékonyságát, mivel kiemelten gyorsan és hatékonyan reagálnak a hőigényre és a kedvező hőnyereségekre. Úgy gondolom, hogy csak a radiátor lehet igazi alternatíva a bizonyítottan energia hatékony fűtési megoldások létrehozásában, amely rendelkezik minden olyan előnnyel, ami a kivitelezők, tervezők és beruházók számára fontos.

Napjaink nagy hatékonyságú projektjei, a modern, új épületek és a megfelelően felújított, régi épületek esetében is, fejlett alapanyagokat alkalmaznak, szigorúbb előírásokkal rendelkeznek, és tovább emelik az általános hatékonyság szintjét. De a kellemes beltéri környezet kialakításához nem csak a hatékonyság, hanem a komfort is szükséges.

A Purmonál okos fűtési megoldásokat dolgozunk ki, hogy megfeleljünk a jövő elvárásainak, csökkentjük a függést a fogytán lévő energia forrásoktól, csökkentjük a kibocsátást és természetesen csökkentjük a költségeket. Ellentétben az elterjedt téveszmékkel, ezek a nagy hatékonyságú, alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerek akkor a leghatásosabbak, ha radiátorral párosulnak.

Úgy gondolom, Útmutatónkban szignifikáns bizonyítékkal szolgáltunk nézetünkhöz, miszerint lehetetlen figyelmen kívül hagyni az alacsony hőmérsékletű radiátorokat. A kutatásba és fejlesztésbe fektetett erőink kiemelten okos megoldásokat és termékeket eredményeztek. Minden kutató alátámasztja, hogy radiátoraink szinte minden esetben a leghatékonyabb hőleadók a modern fűtési rendszerekben. Alacsony hőmérsékletű radiátoraink bebizonyították, hogy a legjobb energia hatékonyságú hőleadók az alacsony energiájú épületekben. Bárhol legyen is az épület, legyen a külső hőmérséklet bármilyen; a radiátorok nemcsak a legjobb energia hatékonyságot biztosítják, hanem képesek a legmagasabb komfortot is megteremteni.

A tudományos kutatások igazolták a tényt, hogy az alacsony hőmérsékletű radiátorok alkalmazása jobb energia hatékonyságú, mint a padlófűtés.

- Mintegy 15%-al hatékonyabb az egyszintes épületekben
- 10%-al hatékonyabb a többszintes épületekben

A padlófűtés alacsonyabb energia hatékonyságának fő oka a nem várt hőveszteség a padló irányába (a lefelé irányuló hőközlés jelensége által indukált) valamint a külső felületek irányába (a hőszugárzás végett). Ezen felül úgy tűnik, hogy a padlófűtés hőtömege a legfontosabb oka a külső hőforrásokhoz való gyengébb alkalmazkodó képességnek. Ez kellemetlen hőingadozást eredményez, amely a bent tartózkodókat a hőfok emelésére készteti.

Kiterjedt kutatásunk és vizsgálatunk kimutatta, hogy a padlófűtési épületek jóval érzékenyebbek a felhasználók magatartására is. A napi gyakorlatban ez elnyújtott fűtési időtartamot eredményez magasabb szobahőmérséklet mellett. Emellett a hibás szerkezeti kialakításból eredő, a padlófűtés és a padló között létrejövő hideg hidak is jelentős energiafogyasztásbeli különbséget eredményeznek.

Amikor azt mondjuk, hogy a radiátorok segítenek akár 15% energiát megtakarítani, a legtöbb tanulmánya azt mutatja, hogy ez lehet ennél jóval több is.

Mennyi bizonyíték kell? Úgy gondolom, hogy egy dologban egyet értünk: a radiátorok segítenek az energiát hatékonysággá változtatni.



VI. FEJEZET

A VÉGFELHASZNÁLÓK HASZNA

- Magasabb hatékonyság alacsonyabb vízhőmérsékleten
- Minden hőmérsékleten alkalmazható
- Alacsonyabb energia költség
- Magasabb komfort
- Padlófűtéssel kombinálható
- Jobb belső hőmérsékletszabályozás
- A megújuló energiaforrásokra is felkészítve
- 100%-ban újrahasznosítható
- Egészséges életkörülmények

Felújított és újépítésű

Akár újépítésű vagy felújítási projekten dolgozik, a radiátorok rendelkeznek a hőleadók közül a legkisebb életciklus költséggel. Miközben vonzó kialakításúak, költséghatékonyak és energia hatékonyak egy új épület esetében, egy felújított épület esetében könnyen és gyorsan integrálhatók a meglévő szerkezetbe. Kis erőfeszítéssel, koszolás nélkül, csatlakozásokkal együtt, alacsony költséggel lehet egy felújítás során a radiátorokat csatlakoztatni a meglévő vezetékekhez, és néhány óra alatt üzembe helyezhető.

Az új vagy felújított épületbe történő beszerelés után a radiátorok gyakorlatilag nem igényelnek karbantartás, mivel nincs bennük mozgó alkatrész, így nincs anyagfáradás. A Purmo radiátorok tervezett élettartama több, mint 25 év, magas teljesítmény és tartósság mellett. És természetesen 100%-ban újrahasznosíthatók, ezáltal különösen környezetbarát.



Magasabb hatékonyság alacsonyabb vízhőmérsékleten

Az alacsony hőmérsékletű radiátorok ugyan olyan hatékonyan fűtik helyiségeinket, mint a hagyományos radiátorok. Az előnyök ugyan akkor nyilvánvalóak; magasabb beltéri komfort és megnövelt energia hatékonyság, magasabb hőtermelési határfok és csökkentett rendszer-veszteség.



Minden hőmérsékleten alkalmazható

Lakjon a világ bármely pontján, alkalmazhat alacsony hőmérsékletű rendszereket. Nem számít, hogy milyen az időjárás, vagy mennyire van hideg, egy megfelelően szigetelt házat mindig megfelelő hőmérsékletűre lehet fűteni radiátorokkal.



Alacsony energia költség

Az alacsony hőmérsékletű rendszerekhez kapcsolódó radiátorok kevesebb energiát fogyasztanak a hatékonyabb működés érdekében. Egy modern ház vagy iroda kellemes 20°C-ra fűthető a 45/35°C-os hőfokra tervezett radiátorokkal. A hagyományos fűtési rendszerek akár 75°C-os vizet is használhatnak ugyan ezen szobahőfok eléréséhez, amely több energiát és magasabb költséget jelent.



Magasabb komfort

A konvekciós és sugárzó hő sajátos kombinációjával az alacsony hőmérsékletű radiátorok egyenletes, kellemes hőmérsékletet biztosítanak. Nincs idegesítő huzat, és nincs „dohos” vagy „száraz” érzés.



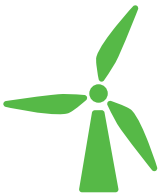
Padlófűtéssel kombinálható

Az alacsony hőmérsékletű radiátorokkal kombinált padlófűtés képes a hatékonyság és komfort optimális szintjének elérésére.



Jobb belső hőmérsékletszabályozás

A radiátorok gyorsan reagálnak a termosztát által leadott jelre, azonnal megkezdik a hőleadást, csendesen és egyenletesen. Néhány percen belül a szoba hőmérséklete egységes szintet ér el a padlótól a plafonig.



A megújuló energiaforrásokra is felkészítve

Az alacsony hőmérsékletű radiátorokat arra terveztük, hogy csúcsteljesítményt nyújtsanak, függetlenül a rendszert ellátó energia forrástól. Az adott energia források elérhetősége és ára, mint például a fosszilis tüzelőanyagok, nem befolyásolják a radiátorok hatékonyságát. Ha úgy dönt, hogy más energiaforrást használ, beleértve a megújuló forrásokat is, csak ki kell cserélnie a hőforrást vagy a kazánt.



100%-ban újrahasznosítható

Radiátorainkat úgy alkottuk meg, hogy elemeire bontható legyen élettartama végén. Minden fém alkatrésze, első sorban acél, alkalmas az újrahasznosításra és az újra felhasználásra – és kellően értékes is ahhoz, hogy ezt meg is tegyünk.



Egészséges életkörülmények

Az alacsony hőmérsékletű radiátorok biztonságosak. Nincs a szobákban porpörkölés, nincs eltérés a levegő ionizációs egyensúlyában, nincs kellemetlen szag. És nem áll fenn az égés veszélye, ha megérintjük alacsony hőmérsékleten üzemelő radiátorainkat.

OKOS FÜTÉSI MEGOLDÁSOK



LOW TEMPERATURE RADIATORS