

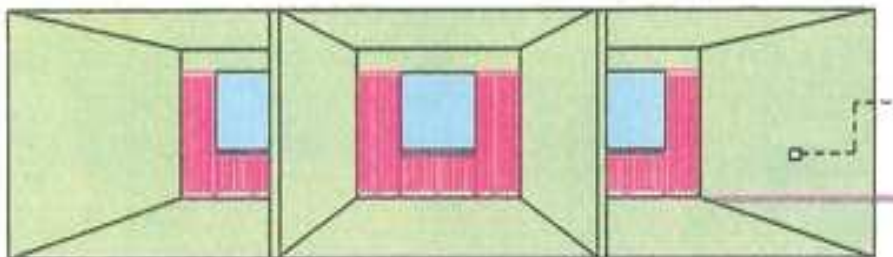
## KÖZÉPPONTBAN A KELLEMES HŐÉRZET\*

*„Bármilyen tanácsot adsz, röviden tedd – így fogan az gyorsan meg.”*  
Horatius (ókori római költő)

### Bevezetés

A 19. század közepén létesítették az első meleg vízzel üzemelő gravitációs fűtésű rendszert, és kb. 80 éve az első meleg vízzel üzemelő, szivattyús fűtésű rendszert. A melegvízüzemű központi fűtésekhöz a konvekciós radiátoros hőleadókat alkalmazzuk leggyakrabban Magyarországon. Elsősorban gazdaságossági, műszaki és higiéniai tapasztalatok hatására itthon is terjed a felületfűtés, ill. a kishőmérsékletű sugárzó fűtés, nevezetesen a mennyezet-, a padló- és a falfűtés (**1. ábra**). A felületfűtések, ill. a kishőmérsékletű sugárzó fűtések, ellentétben a konvektorokkal és a radiátorokkal, amelyek konvekciós fűtőfelületek, jelentősen nagyobb fűtőfelületűek.

Ezek alkalmazásakor felmerülő néhány kérdésre szeretnék egy gyakorlatias szakcikk keretében választ adni *Pongrácz Lajos* főszerkesztő úr megtisztelő kérésére.



**1. ábra. Falfűtés helyes elhelyezése (ablak alatt és mellett)**

Forrás: VITADOM cég

### Hőkomfort

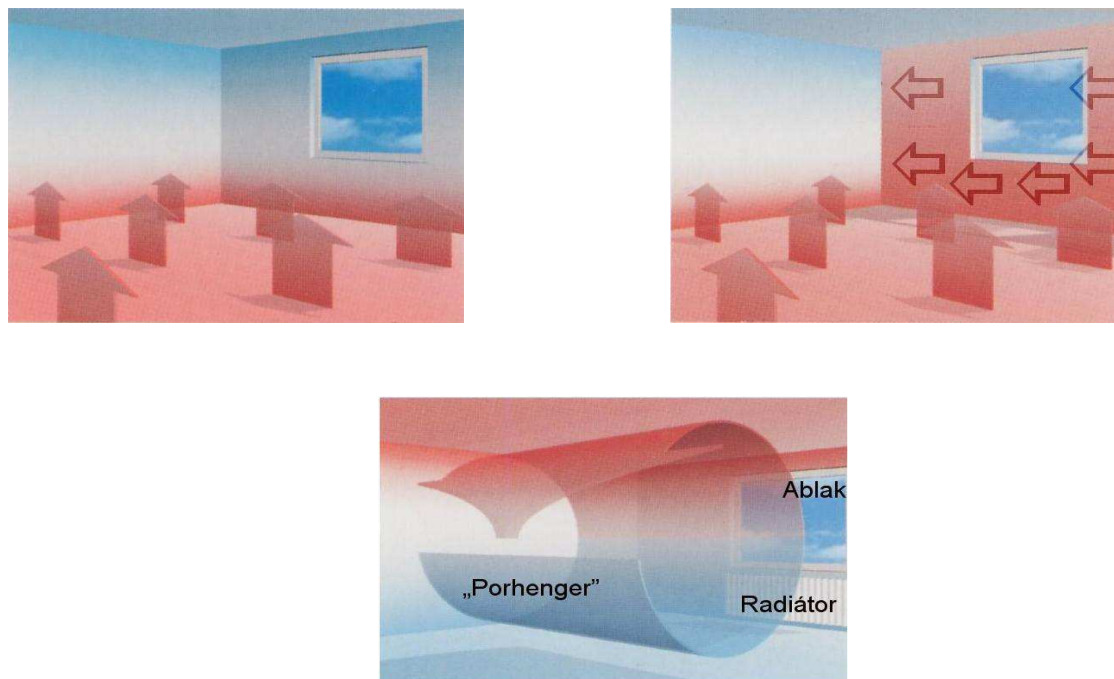
Az emberi szervezet saját hőegyensúlyát úgy biztosítja, hogy a tápanyagok elégetésével az energiát egyrészt izommunka végzésére, mechanikai munkavégzésre fordítja, másrészt hőt termelve leadja azt környezetének. Tapasztalat, hogy az emberi test hőcseréje a legnagyobb mértékben sugárzással befolyásolható.

Mindenki számára megfelelő fűtőberendezést készíteni nem lehet, hiszen ugyanazt a feltételt minden ember szubjektív módon értékeli. Az emberi szervezet bizonyos határok között képes szabályozni a test hőleadását: változtatja a bőrbe jutó vérmennyiséget, szélsőséges esetben pedig borzong, illetve fokozottan izzad. A helyiségben lehetnek olyan térrészek, ahol az egyes hőérzeti paraméterek egyenlőtlen térbeli eloszlása helyi diszkomfortot okoz. Így a kellemetlen hőérzet általában nem az egész emberi testre, csak annak egyes részeire van hatással

(jellemzően a boka vagy a fej magasságában). Oka lehet a légmozgásból keletkezett huzat, valamint a felületi hőmérséklet és a léghőmérséklet egyenlőtlen eloszlása. Ha a levegő hőmérséklete csökken, az emberi szervezet a bőrfelület hőmérsékletének csökkentésével próbálja a hőérzet különbségét fenntartani, amely mellett az elfogadható mértékűnél több hő még nem távozik az emberi szervezetből, és az ember hőérzete továbbra is megfelelő marad.

3 °C-nál nagyobb hőmérséklet-eltérés a fej- és a bokamagasság között diszkomfortérzetet okoz. Ezért lényeges, hogy a falak és a helyiség hőmérséklete között ne legyen nagy a különbség. A kevésbé hőszigetelt épületekben, ahol a külső fal belső falfelülete hideg, ez az érték általában nagyobb, mint 3 °C. Ha a helyiség hőmérsékletét a megfelelő hőkomfort elérése érdekében növelik, ennek következménye a még nagyobb hőmérséklet-különbség és a még nagyobb hőveszteség lesz.

A padlófűtések, a falfűtések (hűtések) és a mennyezetfűtések (hűtések) sugárzó fűtések, amelyek alkalmazásakor a helyiségben a fűtésből illetve a hűtésből származó légmozgás minimális, és mellette az ember számára kedvezőbb a vízszintes és a függőleges keresztmetszetben kialakult hőmérséklet-eloszlás (2. ábra).



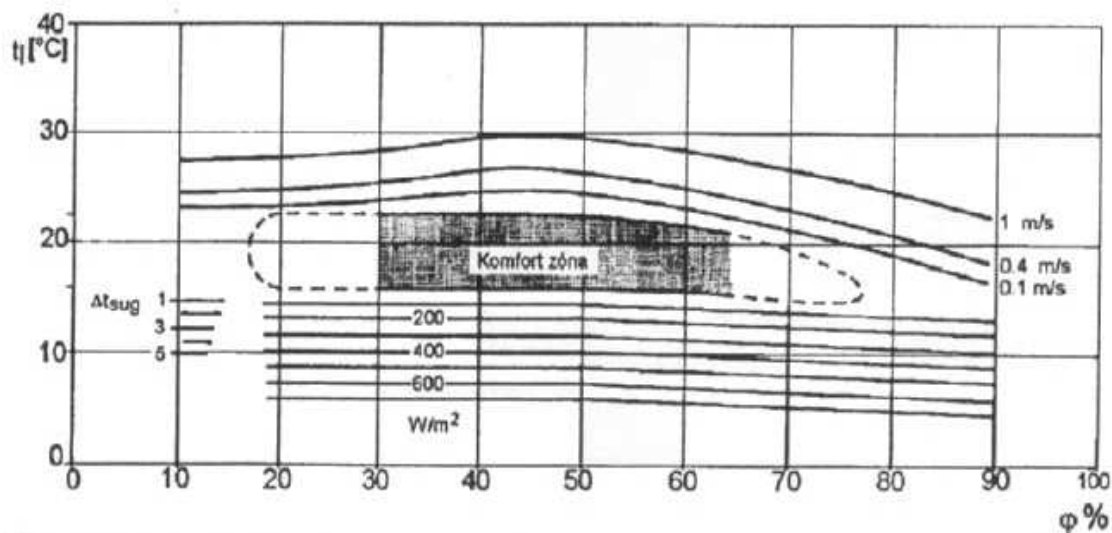
**2. ábra: A bal oldali ábrarész a padlófűtés, a jobb oldali ábrarész a padló- és falfűtés hőeloszlását, az alsó ábra a hagyományos radiátoros fűtést jellemzi**

[a hagyományos hőlépcsőjű (pl. 90/70 °C-os) radiátoros fűtésnél (és természetesen a gázkonvektoros fűtésnél) kialakul a helyiségben (lásd az alsó ábrát) a radiátor által indukált légkörzés, az allergiás megbetegedést okozó ún. porhenger]

Forrás: WIKINGER cég, HARREITHER cég

Az ember hőérzete nincs közvetlen kapcsolatban a léghőmérséklettel. Hideg szobában, az ablak előtt tartózkodva, a napsugárzás pótolhatja az ember által kisugárzott hőmennyiséget. A légmozgás ugyancsak hőérzetet befolyásoló tényező.

A légmozgás fokozza a test lehűlését, így kedvezőtlenül befolyásolhatja a hőérzetet. A nagyobb páratartalom gátolja testfelületünk kipárolgását, így a párás levegő a kisebb hőmérsékletet elviselhetőbbé, a nagyobbat kellemetlenebbé teszi. Az *Olgay-féle* bioklimatikus diagramon jól látható a komfortzóna vonalkázott területe (lásd a **3. ábrát**).

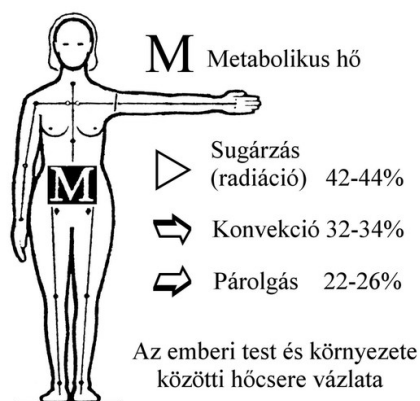


**3. ábra: Olgay-féle bioklimatikus diagram**

Forrás: Zöld András: Passzív szolár fűtés. Ybl Miklós Műszaki Főiskola, Budapest, 1995.

A diagram függőleges tengelyén az ún. száraz léghőmérséklet ( $t_d$ ), a vízszintes tengelyén a levegő relatív páratartalma ( $\phi$ ) van feltüntetve. A szabad terek értékelésére is alkalmas diagramon még a következő fizikai jellemzők hatása szerepel: a közepes sugárzási hőmérséklet ( $\Delta t_{\text{sug}}$ ), a sugárzás-intenzitás ( $[W/m^2]$ ) és a légmozgás sebessége ( $[m/s]$ ). Ha a léghőmérséklet kisebb, de a vonalakra paraméterként felírt intenzitású sugárzás éri az embert, hőérzete ugyanolyan jó lesz, mint a jelölt komfortzónában. Úgy is fogalmazhatunk, hogy ha a komfortzóna területén kívüli pontot jelölünk ki, ahol a léghőmérséklet alacsonyabb, a sugárzásintenzitás görbéire írt számok alapján becsülhetjük meg, mekkora intenzitású sugárzás szükséges ahhoz, hogy az alacsonyabb léghőmérséklet hőérzeti hatását ellentételezze. A fenti diagramból az is látható, hogy nyáron a légmozgás ellentételezheti a nagyobb hőmérséklet hatását. Jelezzük, hogy a szoláris építészet tervezési szemléletének formálásában kiemelkedő jelentőségű alapmű szerzői a magyar *Olgay* fivérek voltak. *Olgay Aladár* és *Viktor* már az 1950-es évek végén napfűtésű házakat építettek külföldön.

Az ember közérzetét meghatározó hőérzet a belső léghőmérséklet és az őt körülvevő testek felületi hőmérsékletéből tevődik össze. A hőérzet annál kedvezőbb, minél kisebbek az eltérések az egyes határolófelületek hőmérsékletei és a helyiség levegő-hőmérséklete között. Az ember mindig a tényleges térhőmérsékletet érzékeli, amely a levegő hőmérsékletéből és határolófelületek közepes sugárzási hőmérsékletéből adódik. Ergonómiai és energiatakarékossági okból is célszerű az emberi test legnagyobb arányú hőleadását, a sugárzással leadott hőt csökkenteni úgy, hogy a határolófelületek közepes sugárzási hőmérsékletét megemeljük (lásd a **4. ábrát**).



#### 4. ábra: Az emberi test és környezete közötti hőcsere vázlatja

Forrás: Bánhidi László: Ember – Épület - Energia. Akadémia Kiadó, 1994

Az emberi hőérzet is kellemesebb, ha a helyiségben a padló és/vagy a fal hőmérséklete magasabb, mint a levegő hőmérséklete. Ergonómiai és energiatakarékossági okból is célszerű az emberi test legnagyobb arányú hőleadását, a sugárzással leadott hőt csökkenteni úgy, hogy a határolófelületek közepes sugárzási hőmérsékletét megemeljük. Az ember által érzékelt helyiség-hőmérséklet az ún. *operatív hőmérséklet* jó közelítéssel a léghőmérsékletnek és a környező határolófelületek felületi hőmérsékletének a számtani középértéke.

Az energiaválság a fejlett országokban már korábban kikényszerítette az épületek hőszigetelésének és tömörségének a fokozását, az energiatakarékos, elsősorban az emberközpontú, kis hőmérsékletű, melegvízüzemű központi fűtéseket, az ún. felületfűtéseket. A külső fal belső felülete hőmérsékletének 1 °C-os emelése a belső léghőmérsékletet 1 °C-kal mérsékeli azonos hőérzetet biztosítva. Megfelelő belső légállapot (mikroklíma) akkor jön létre, ha a helyiségben a felületek és a levegő hőmérséklete között nincs nagy különbség, a testfelületet nem éri sugárzó hideg, továbbá kellemetlen huzathatás sem alakul ki.

A fűtési energiaszükséglet csökkentésének műszaki lehetősége az ún. sugárzófűtés (-hűtés). A felületfűtések (-hűtések) sugárzó fűtések (-hűtések) révén 10–15%-os energiamegtakarítást érhetünk el ugyanolyan hőérzet (termikus komfort) mellett. Tekintettel arra, hogy az ember közérzetét meghatározó hőérzet elsősorban a belső léghőmérséklet és az embert körülvevő testek felületi hőmérsékletéből tevődik össze, ha a légnedvesség és a légsebesség egy meghatározott komforttartományban marad. Továbbá az ember öltözetének, aktivitásának és a tartózkodási időnek van még hatása a hőérzetre.

### Épületszerkezetek

Az építészet kedveli a „láthatatlan” fűtést (hűtést), az épületszerkezetekbe ágyazott (integrált) megoldást. Pesten a Visegrádi és a Mester utcai OTI épületét padlóba betonozott acélcső kigyókkal fűtötték már az 1930-as évek végétől. Az épületszerkezetbe integrált hőleadó (hőfelvevő) olyan termék, amely hosszú életű, ezért a telepítésekor elkövetett hibák később komoly károkat okozhatnak.

Ismeretes, hogy az épületek olyan beruházások, amelyek száz évén keresztül is szolgálnak bennünket, ezért ne csak a jelenlegi energiaárakkal és egyéb rövidtávú szempontokkal számoljunk a fűtési hőleadó megoldása, illetve a hőtermelő, az energiamegtakarítás eszközeinek kiválasztásakor, vagy pl. a hőszigetelés vastagságának meghatározásakor. Törekedni kell arra, hogy az épület szerkezetei jó hőszigeteléssel készüljenek. Hozzánk hasonló klímaadottságú osztrák és német területeken a következő hőszigetelési jellemzőjű szerkezeteket használnak (általánosságban):

— talajon fekvő padló:	0,25 W/m <sup>2</sup> K;
— pincefödém:	0,35 W/m <sup>2</sup> K;
— külső fal:	0,25 W/m <sup>2</sup> K;
— lapostető:	0,20 W/m <sup>2</sup> K;
— beépített magastető:	0,15 W/m <sup>2</sup> K;
— ablakok:	1,20 W/m <sup>2</sup> K.

A hőszigetelés jelentős javításával az épület hőforgalma csökken. Hatására nyáron kevesebb meleg „jön be”, télen kevesebb „megy ki”, ami a hűtés, a fűtés, a környezet kisebb terhelése szempontjából is hasznos, lerövidíti a hűtési és fűtési időszakot (az üzemeltetési idő csökken). Kellemesebbé teszi a hőérzetet télen és nyáron egyaránt. A külső határolófelületek belső hőmérsékletének megváltozott, nagyobb értékei a hőérzetet javítják. A külső határolófelületek belső hőmérséklete a hőszigetelés hatására télen nagyobb, nyáron kisebb lesz. Az épület határolószerkezetein keresztül nemcsak kifelé, hanem befelé is terjed a hő! Szokás mondani, hogy az árnyékolás és a hőszigetelés ikertestvérek.

Utólagos hőszigetelést az épületszerkezetek külső oldali felületén kell elhelyezni. Ökölszabályként mondhatjuk, hogy a régi hagyományos építésű tömör téglapépületek esetében elfogadható a táblás műanyaghab hőszigetelő anyagok használata, míg az üreges téglák esetében a szálal hőszigetelő anyagokat célszerű alkalmazni, és kerülni kell a műanyag külső és belső vakolatot és festést a felületkezeléseknél. Hagyományos vagy új építésű vályogfalra a perlitvakolattal tűzbiztossá tett, nádból készült hőszigetelést a javasolom.

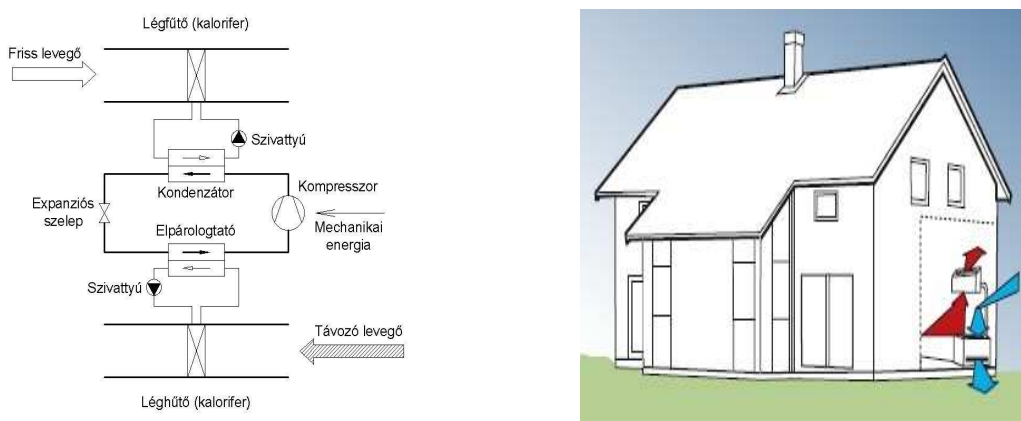
## Hőszivattyúk

### Általános csoportosításuk:

- **Külsőlevegő–levegő hőszivattyú:** külsőlevegős hőnyerési mód, levegős hőleadó rendszer;
- **Távozólevegő–levegő hőszivattyú:** távozólevegős hőnyerési mód, levegős hőleadó rendszer;
- **Víz–levegő hőszivattyú:** nyitott rendszerű hőnyerési mód, levegős hőleadó rendszer;
- **Folyadék–levegő hőszivattyú:** zárt rendszerű hőnyerési mód, levegős hőleadó rendszer;
- **Külsőlevegő–víz hőszivattyú:** külsőlevegős hőnyerési mód, vizes hőleadó rendszer;

- **Távozólevegő–víz hőszivattyú:** távozólevegős hőnyerési mód, vizes hőleadó rendszer;
- **Víz–víz hőszivattyú:** nyitott rendszerű hőnyerés, vizes hőleadó rendszer;
- **Folyadék–víz hőszivattyú:** zárt rendszerű hőnyerési mód, vizes hőleadó rendszer.

Az **5. ábrán** látható távozólevegő–víz hőszivattyú, amely pl. a tömör zárású nyílászárókkal rendelkező épületeinek szellőztetésre szolgáló energiatakarékos megoldás elvi rajzát mutatja. Az **5. ábra** másik rajzán látható külső levegő/levegő hőszivattyú az ún. „energiafaló légkondi”, amely új családi házaknál, elsősorban a kánikulai nyári gépi hűtés divatja miatt terjed hazánkban, így egyre több energiát használunk a hőleadó rendszerek helytelen megválasztása miatt is.



**5. ábra. Távozólevegő–víz hőszivattyú pl. passzívház központi szellőzésének elvi vázlatja és külsőlevegő–levegő hőszivattyú ill. légkondicionáló berendezés elvi rajza (mindkét esetben az ún. zöldhő a hőforrás)**

Forrás: ÉTK TS és Villavärmepumpar, Energimyndighetens sammanställning av värmepumpar för småhus

A hőszivattyús rendszerek alkalmazhatóságát jelentősen meghatározzák a primer oldal (elérhető hőforrás) és a szekunder oldal (hőigény és az ehhez tartozó hőleadó rendszer) helyi körülményei.

A  $COP_{\text{éves}}$  érték nemcsak a hőforrás adatainak a függvénye, hanem a teljes épületre (építményre) vonatkoztatva a hőszivattyús rendszer létesítésének és üzemeltetésnek is a függvénye. A fogyasztói hálózat hőmérséklete ( $t_{\text{kondenzátor}}$ ) és a hőforrás ill. a környezet hőmérséklete ( $t_{\text{elpárolgató}}$ ) különbségét ( $t_{\text{kondenzátor}} - t_{\text{elpárolgató}}$ ) igyekezzünk az üzemeltetés során a rendszer szabályozásával – pl. az előírt hőkomfort betartása mellett – folyamatosan a legkisebb értéken tartani.

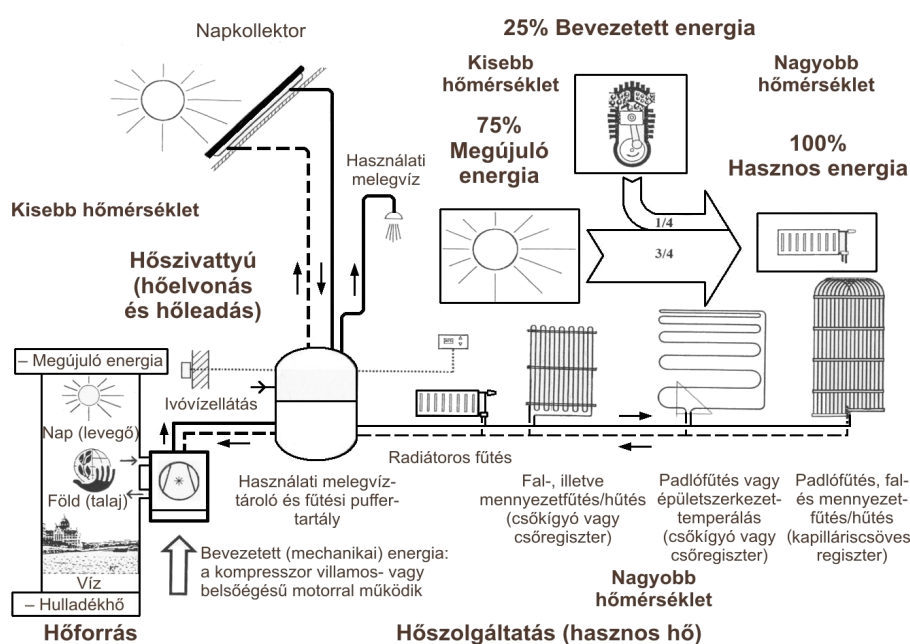
Amennyiben egy rendszeren belül fal, padló, fan-coil, kalorifer stb. hőleadók fordulnak elő, a helyes tervezői magatartás az, ha ezeket egyforma, max. 42 °C / 35 °C-os hőmérsékletlépcsőre tervezzük, és a rendszer külső hőmérséklettől függő szabályozását a hőszivattyú puffertárolójának vízhőmérséklet-szabályozására bízunk.

A hőleadó rendszer szabályozása szintén jelentősen befolyásolja a hőszivattyús rendszerrel elérhető  $COP_{\text{éves}}$  értéket. A szabályozási mód kialakításánál itt is a hőszivattyú által támasztott, a  $COP$  értéket maximalizáló igényekből kell kiindulni.

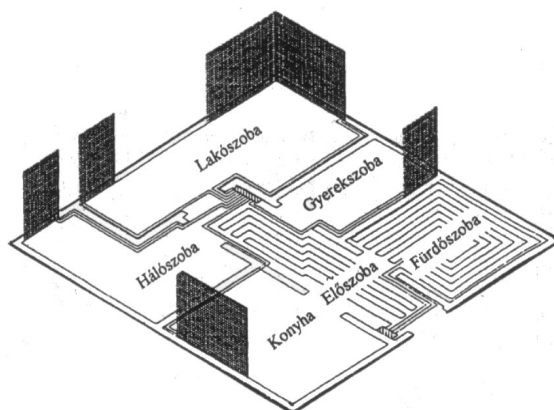
A fűtési rendszert és annak szabályozását úgy kell kialakítani, hogy annak mindegyik eleme a lehető legkisebb hőmérsékleten legyen képes működni.

A hőleadó rendszerrel szembeni főbb követelmények hőszivattyús alkalmazások esetén (6. ábra):

- legyen képes a külső léghőmérséklet függvényében általában 30–45 °C-os előremenő fűtővíz-hőmérséklettel ellátni az épület hőigényét;
- $\Delta t$  üzemi közbeni értéke (az előremenő és a visszatérő fűtővíz hőmérséklet-különbsége) általában 5–7 °C-nél nagyobb ne legyen (kivétel: a radiátoros fűtés);
- a hőleadók elhelyezésénél elsődleges szempont legyen az optimális hőérzet biztosítása;
- a zaj- és a huzathatás ne legyen nagyobb a megengedettnél;
- minél kevesebb helyet foglaljon el a lakótérből.



**6. ábra. Kompresszoros hőszivattyús rendszer napkollektorral társítva**  
[az ábra jobb oldali felső részében napjaink átlagos hőszivattyús rendszerének energiafolyam-ábrája látható (egy egységet fizet, de négy egységért a fogyasztó, de napjainkban már nem ritka 1:6 arány megvalósítása)]



**7. ábra: Egy kisméretű lakás padló- és fal-fűtésének vázlata**  
Forrás: VARIO THERM cég

A falfűtés belső falon való elhelyezése nemcsak hőkomfort szempontjából kedvezőtlen, mert nem ellensúlyozza a hideg ablakfelület és külső fal sugárzó hatását, hanem jelentősen lerontja az energiahatékonyságot, mert ilyenkor a léghőmérsékletet kell növelni (7. ábra). Hangsúlyozni szükséges: a külső fal hőátbocsátási tényezője legfeljebb  $0,25-0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  legyen. Az egy- vagy többrétegű épülethatároló szerkezet hő- és páratechnikai ellenőrzését ill. méretezését a falfűtés és a falhűtés szempontjából is el kell végezni. A falfűtés a megemelt belső falhőmérséklet miatt páratechnikailag is kedvezőbb: pl. a műemlékek nedvesedő falainak szárítására, penészesedések elhárítására is alkalmas. Jelzem, hogy sokszor hőérzeti és energiatakarékossági okból a mennyezetfűtés (födémfűtés) a helyes fűtési megoldás.

## Szellőztetés

Minden élő szervezet, életműködésének legfontosabb feltétele a kellő mennyiségű, tiszta levegő. Feltétlenül szükséges a helyiségekben a levegő cseréjéről, az elhasznált levegő eltávolításáról folyamatosan gondoskodni. Korszerű épületeknél a fűtés (hűtés) ellenőrzött szellőztetéssel párosul.

Az energiatakarékos folyamatos gépi szellőztetéssel biztosítani lehet a megfelelő légcserét (lakásnál kb.  $n = 0,5-0,6 \text{ 1/h}$ ). Lényeges szempont a megfelelő légcseré, vagyis a tevékenységhez is igazodó frisslevegő utánpótlás. Ennek biztosítása a hőszigetelt és légtömör ablakok (nyílászárók) esetében általában gépészeti megoldásokat igényel. Az utóbbi években előtérbe került az ablakok cseréje, mint jó eszköz az energiafogyasztás csökkentésére, ez részben igaz is, de másrészt szellőzési kérdéseket vet fel. Az épület minden helyiségének teljes légterében biztosítani kell a levegő cserélődését. A szellőzés hőigényének részaránya már ma is jelentős, de a transzmissziós hőveszteségek csökkentésével egyre növekszik. Jelzem, hogy a szükséges légcseré során eltávozó hőmennyiség az egyszerű hővisszanyerőnél kedvezőbben hasznosítható, ha hőszivattyús hővisszanyerőt (távozólevegő-víz hőszivattyú) alkalmazunk.

Az épületen körben egy megszakítás nélküli légtömör épületburkot célszerű készíteni. Vizsgálatát az ún. „Blower-Door” eljárással végzik. Az épületen belül  $50 \text{ Pa}$  túlnyomást hoznak létre, majd így vizsgálják a légcseré mennyiségét. Pl. a passzívház követelmény:  $n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$ .

Légtömörség szükséges:

- szerkezeti keresztmetszeten (rétegrendi kialakítás),
- csomópontoknál,
- gépészeti és egyéb áttöréseknél.

A nem elég légtömör szerkezeti elemeken keresztül meleg, nedves levegő áramlik belülről kifelé. Ekkor a hideg szerkezeti elemeken jelentős párakicsapódás jön létre. A mai épületekre jellemző, hogy az épületkárok elkerülése szempontjából nem légtömör, a szükséges szellőzéshez viszont kevés a beáramló levegő, ez már a tömörtelenség káros következménye.

Magyarországi általános tapasztalat a túlfűtöttség, amely üzemeltetés közben az előírt helyiség-hőmérséklet  $2-4 \text{ }^\circ\text{C}$ -os túllépésében jelentkezik. Ez sajnálatosan azt

eredményezi, hogy az emberek megszokják a magasabb hőmérsékletet, és a jogszabályban előírt hőmérséklet tartása esetén hidegre panaszkodnak.

## Szakmai tapasztalat

A közel hét évtizede megjelent magyar szakkönyv **1. táblázatba** foglalt adatai megerősítik azt az általános tapasztalatot, hogy konvekciós fűtésű (pl. a hagyományos radiátoros fűtés) helyiségekben a levegő-hőmérséklet rendszerint azonos, vagy 1–3 °C-kal magasabb, mint a közepes sugárzási hőmérséklet. Sugárzófűtések esetén pedig a sugárzási hőmérséklet magasabb 1–3 °C-kal, mint a levegő-hőmérséklet. Azokban a helyiségekben kellemesebb a közérzet, amelyekben a közepes sugárzási hőmérséklet magasabb, mint a levegő hőmérséklete. Továbbá azonos értékek és azonos levegőhőmérsékleteknél, kisebb sugárzási hőmérséklet esetén a gyakorlati tapasztalatok kedvezőtlenek. Szintén tapasztalat, hogy a padló és fejmagasság között a levegő hőmérséklet-különbsége nem nagy.

### 1. táblázat: Két egyenlő lehűlési körülmények között lévő helyiség kellemes hőérzet melletti hőmérsékleti viszonyai tagos radiátor és mennyezeti sugárzófűtés esetén

A helyiség	Hagyományos radiátoros fűtés	Mennyezetfűtés
- levegőjének átlaghőmérséklete [°C]	20	18
- mennyezetének hőmérséklete [°C]	22	35
- padlójának hőmérséklete [°C]	18	22
- belső falainak hőmérséklete [°C]	19	20
- külső falainak hőmérséklete [°C]	15	17

Forrás: Réti Márton okl. gépészmérnök: Korszerű központi fűtések tervezése, számítása és kivitele Budapest, 1941. KILIÁN FRIGYES utóda m. kir. Egyetemi könyvkereskedése

Az épületekben folyó irodai munkavégzésre, pihenésre és egyéb emberi tevékenységekre vonatkozó fokozódó igények energiahatékony megoldása, a magyarországi klimatikus viszonyaink mellett, napjainkban is az épületgépészek egyik fontos feladata.

A sugárzó fűtési (hűtési) megoldási mód elméleti kérdéseinek kidolgozásához, elterjesztéséhez *dr. dr. h. c. Macskásy Árpád* professzor (1904–1977), a műegyetemi [Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)] Épületgépészeti Tanszék alapítója, munkájával nemzetközileg is kiemelkedően hozzájárult. Többek között az 1970-es évektől Budapesten a mai napig megelégedéssel üzemelnek külső falpaneles fűtései (*Csoknyai István: A sugárzó fűtés különleges esetei, avagy gondolatok egy REHAU szakmai nap kapcsán. Magyar Épületgépészet XLIX. évfolyam, 2000/12. szám.*)

A téli, fűtési időszakban a zárt helyiségekben megfelelő hőérzet tervezését és kivitelezését segítik a műszaki gyakorlati tapasztalatokat rögzítő hazai és nemzetközi szabványok. Pl. a padlófűtések méretezésének és üzemeltetésének alapvető szempontja, hogy egészségügyi okokból (elsősorban lábpuffadás és izzadás) a padló hőmérséklete a 25,5 °C-ot a tartózkodási zónában ne haladja meg. Ezt diagramban rögzíti az MSZ EN 1264 szabvány. Az ASHRAE (1981) 55-81 szabvány

szerint „...a kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejezi ki...” (8. ábra).



8. ábra: Felületfűtés (padfűtés) ill. modern „kemencepadka”

Forrás: VARIO THERM cég

Végül szíves figyelmükbe ajánlom a fentiekkel kapcsolatos hazai szakirodalmi kiadványokat:

- *Macskási Árpád – Bánhidi László: SUGÁRZÓ FŰTÉSEK* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985.
- *Bánhidi László – Kajtár László: KOMFORTELMÉLET* (egyetemi tankönyv) Műegyetemi Kiadó, 2000.
- *Dr. Garbai László – Dr. Bánhidi László: HŐÁTVITEL AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETI ÉS IPARI BERENDEZÉSEKBEN* (számítási módszerek és példatár) Műegyetemi Kiadó, 2001.
- *Dr. Zöld András: Az épületek nyári felmelegedése elleni védekezés természetes lehetőségei, Tervezési Segédlet.* ORSZÁGOS LAKÁS- ÉS ÉPÍTÉSÜGYI HIVATAL / VÁTI KHT. 2006.
- *Komlós Ferenc – Fodor Zoltán – Kapros Zoltán – Vaszil Lajos: Hőszivattyúzás, Energia Központ Kht. „csináljuk jól!” energiahatékonysági sorozatának 22. számú kiadványa, 2008.* ([http://www.mek.hu/index.php?option=com\\_content&task=view&id=564&Itemid=52](http://www.mek.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=564&Itemid=52))

\* Ez a szakkikk három részletben megjelent a **Magyar Installateur** c. folyóiratban (2008/10-11., 2008/12. és a 2009/1. szám).