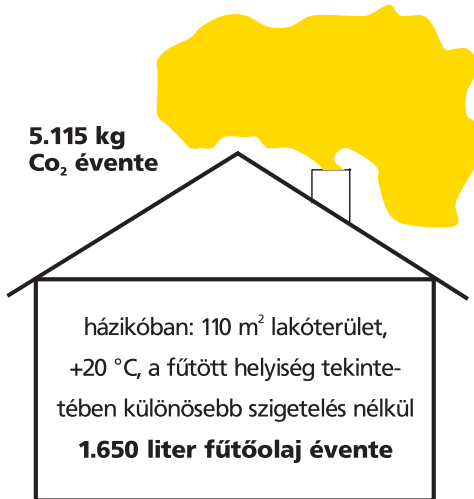


Előszó .....	9	5. „Lélegző falak?” .....	64
1. Kényelem – jó közérzet és komfort .....	11	6. Légmentesség .....	67
1.1. A belső levegő minősége .....	11	6.1. Légmentesítés, páramentesítés, szél elleni védelem .....	67
1.2. A belső klíma .....	12	6.2. A nyomástereszt (Blower-Door teszt) .....	69
2. Összefoglaló épületfizika .....	17	7. Hőhidak .....	72
2.1. Teljesítmény és fogyasztás .....	17	8. Ablakok és redőnyök .....	77
2.2. Hőmérséklet .....	17	8.1. Az ablak U-értéke ( $U_w$ ) .....	77
2.3. Hővezető képesség .....	18	8.2. Összenergia-átbocsátási tényező (g) .....	79
2.4. Hőátbocsátási tényező: U-érték .....	18	8.3. Energiatakarékos üvegezések .....	79
2.5. Páradiffúzió .....	20	8.4. Ablakkeretek .....	81
3. Épület- és hőszigetelő anyagok .....	22	8.5. A peremkötés mint hőhíd .....	82
3.1. Mesterséges falazóanyagok .....	22	8.6. Ablaktípusok .....	83
3.2. Fa .....	27	8.7. Légmentesség .....	84
3.3. Hőszigetelő anyagok .....	29	8.8. Időleges hőszigetelés .....	85
3.4. A szigetelőanyag kiválasztása .....	31	8.9. Összegzés és ajánlás .....	87
4. Hol, hogyan és mennyire szigeteljünk? .....	42	9. Szellőztetés .....	89
4.1. A külső fal: a „hamis” főtéma .....	43	9.1. Szellőztetés és energiamegtakarítás .....	89
4.1.1. Belső szigetelés .....	44	9.2. Ablakon keresztül történő szellőztetés (eseti szellőztetés) .....	93
4.1.2. Magszigetelés .....	45	9.3. Ellenőrzött (szükség szerinti) szellőztetés .....	94
4.1.3. Hőszigetelő vakolat .....	45	9.4. Összegzés és ajánlás .....	100
4.1.4. Külső szigetelés .....	46	10. Épületszigetelési szabványok .....	102
4.1.5. Összegzés és ajánlás .....	51	10.1. Energiahatékony épülettervezés .....	103
4.1.6. Fényáteresztő hőszigetelés .....	53	10.2. A német Energiatakarékosági Rendelet (EnEV) .....	112
4.2. Tető .....	56	10.3. Az alacsony energiafelhasználású ház szabvány (AEFH) .....	117
4.2.1. Szarufák közötti hőszigetelés .....	56	10.4. A passzívház szabvány (PH) .....	123
4.2.2. Szarufák fölötti hőszigetelés .....	58		
4.2.3. Kombinációk .....	59		
4.2.4. Szellőztetés nélküli síktető .....	60		
4.3. Pince és padlózat .....	61		
4.4. Hővédelem – mennyit? .....	62		

11.	A télikert .....	135	14.	Melegvíz-előállítás .....	172
12.	Fűtés .....	138	15.	Termikus szolárberendezések	175
12.1.	A keringetett melegvíz-fűtés elve	138	15.1.	Kollektor .....	176
12.2.	Tüzelőanyagok .....	139	15.2.	Szolárberendezés – több mint kollektor .....	177
12.3.	A kazán .....	140	15.3.	Szoláris melegvíz-tároló .....	178
12.3.1.	Kazánteljesítmény (fűtőteljesítmény) .....	141	16.	Az áramfogyasztás csökkentése .....	182
12.3.2.	Modern olaj- és gázfűtés .....	142	16.1.	Világítás .....	182
12.3.3.	Modern fafűtés .....	145	16.2.	Takarékos háztartási eszközök .....	184
12.4.	Gázkémény/kürtő/ hagyományos kémény .....	154	16.3.	Üresjáratú veszteségek (készenléti üzemmód) .....	188
12.5.	Tényleg minden háznak saját kazánra van szüksége? .....	156	17.	Függelék .....	190
12.6.	Blokkerómű .....	158	17.1.	Opak építőelemek U-értékének számítása: DIN EN ISO 6946 .....	190
13.	Fűtőtestek/hőelosztás .....	161	17.2.	Transzparens épületelemek U-értéké- nek számítása: DIN EN ISO 10077-1	199
13.1.	Csőhálózat (hőelosztás) .....	161	17.3.	Tűzvédelem és hőszigetelés: DIN 4102-1 .....	201
13.2.	Keringető szivattyú .....	162	17.4.	Csővezetékek szigetelése .....	210
13.3.	Vezérlés/szabályozás .....	164	17.5.	Táblázatok/átszámítások .....	212
13.4.	Fűtőfelületek .....	166		Tárgymutató .....	219
13.4.1.	Kis hőmérsékletű fűtőrendszerek ...	166		Irodalomjegyzék .....	221
13.4.2.	Kompakt fűtőfelületek (fűtőtestek) .....	167			
13.4.3.	Felületfűtések .....	168			
13.5.	Összefoglalás .....	171			

## 4. Hol, hogyan és mennyire szigeteljünk?



Fel kell tennünk magunknak a kérdést, hogy egy új ház építéskor, illetve egy épület felújításakor mit is akarunk valójában?

A válasz kézenfekvő – saját „négy falunk” között jól akarjuk érezni magunkat. Az energia témájára vonatkoztatva ez azt jelenti, hogy télen kellemesen meleg belső hőmérsékletet szeretnénk helyiségeinkben, pl. 20 °C-ot, nyáron viszont maradjon házuk megfelelően hűvös.



*Arról a hatásról van tehát szó, amelyet az energia befektetésével elérni szándékozunk: a szakmában ezt **energiaszolgáltatási teljesítménynek** nevezzük.*

A valóságban minket csakis az energiaszolgáltatási teljesítmények érdekelnek. Amit valójában akarunk, az a

- mobilitás (és nem az autó)
- szórakozás (és nem a televízió)

- tisztább fehérnemű (és nem a mosógép)
- jó fényviszonyok (és nem a lámpa)
- 20 °C-os szobahőmérséklet (és nem a fűtés).

Nem az energia alkalmazása tehát a fontos a számunkra, hanem az, amit ezen keresztül elérünk.

Mi tehát a különbség az építkezés terén?

Ugyanolyan „meleg” házat (110 m<sup>2</sup> lakóterület, +20 °C valamennyi helyiségben) két-féleképpen is elérhetünk:

1. Felépítem a házat különösebb hőszigetelés nélkül, azonban nagy teljesítményű fűtési rendszerrel felszerelve.
2. Megépítem a házat jó szigeteléssel, és egy kisebb teljesítményű, takarékos fűtési rendszerrel.

## 5. „Lélegző falak?”

A szigetelés nélküli, téglából épült külső falakat gyakran a „lélegző külső fal” megnevezéssel illetik. Ezeknek olyan képességeket tulajdonítanak, hogy pl. segítenek a nedvesség és penész okozta épületkárok megakadályozásában és jó belső klímát teremtenek. A következmény: aki falainak lélegzésére gondol, az többnyire nem mutat készséget falai hőszigetelésének jobbá tételére, és ezzel sok fűtőenergiát pazarol el, valamint indokolatlan mértékben megterheli környezetét.

### Kell a falaknak lélegezniük?

A „lélegző falak”, illetve „lélegző házak” kifejezések időről időre felbukkannak; első sorban épületbiológusok alkalmazzák előszeretettel.

Hogy idejében állást foglaljunk: a házak nem lélegeznek, sőt az okosan felépített házak soha nem is lélegeztek – még a hőszigetelés kitalálása előtti időkben sem. Ez az elképzelés arra a látszólag elfogadható elképzelésre épül, hogy „én lélegzem, a bőröm is lélegzik, a házam pedig elméletileg az én harmadik bőröm.”

Így a hőszigetelt falnak ez az állítólagosan hiányzó képessége a szigetelés elutasítását vonja maga után.

### Az 1877-es M. v. Pettenkofer-elmélet

A „lélegzés” az elhasznált levegő kicserélését jelenti friss levegőre. A szó tulajdonképeni értelmében tehát a falak (és más épületszerkezeti elemek, pl. a tető) nem tudnak lélegezni. „A falnak lélegeznie kell”-elmélet

hangoztatói nyilván maguk sem gondolják, hogy a fal (önmagában) lélegzik. A jó belső klíma érdekében kívánatosnak tartják az épület légáteresztő falak segítségével történő levegőztetését, vagyis azt állítják, hogy a helyiségek levegőjének cseréjéről az építőanyagok áteresztő képességének kell gondoskodnia. Ez az elmélet M. v. Pettenkoferre és az 1877-es évre nyúlik vissza.

### A légáteresztő építőanyagok nem képesek a helyiségek szellőztetésére!

Már a '20-as évektől kezdve tudjuk, hogy a vakolt falak (minden fal vakolva van kívülről és/vagy belülről) légmentesek és ellenállnak a szélnek. Az elképzeléssel ellentétben: ha egy fal átereszt a levegőt vagy a szelet, akkor épületkárosodással állunk szemben!

Az épületeket nem szellőztethetjük (lélegeztethetjük) a falon keresztül, mert az azt jelentené, hogy a falaink lyukasak. A szükséges levegőcsere az ablakokon keresztül történhet véletlenszerű szellőztetés útján, vagy pedig mechanikus (vezérelt) szellőztető-berendezés segítségével.

### Diffúziókészség – igen!

A szellőztetésen kívül a „légáteresztő falaknak” több funkciót is át kellene venniük, pl. a nedvességszabályozást és a szennyező anyagok kivezetését a lakóhelyiségekből.

Fontos mindazonáltal az is, hogy a vízgőz-molekulák szabadon diffundálhassanak át a falakon. Erről már a 20. oldalon is szót ejtettünk. Így tud ugyanis az építkezés

## 8. Ablakok és redőnyök

Az ablakok szigetelési értékük tekintetében nem hasonlítandók össze más épületelemekkel. Még a legjobb minőségű üvegezés is mögötte marad egy hagyományos fal szigetelési tulajdonságainak is. Így az ablakok – ebből a szempontból – az épület legnagyobb energiavesztői.

Másfelől azonban az ablakok elengedhetetlenül fontos szerepet játszanak jó közérzetünkben (az épületbe bebocsátott fény, szemkontaktus a külvilággal), és átlátszó épületelemként megvan az az előnyük is, hogy beengedik a napfényt, amely ingyenes energiaforrást jelent házunk számára.

A gyakorlatban kevés figyelmet fordítanak arra a tényre, hogy az ablaknyílás nem teljes egészében az üvegezésből tevődik össze, annak jó 20–40%-át a keretek teszik ki. A keret anyaga tehát hozzájárul az energiamegtakarítás mértékéhez. Ugyanilyen keveset törődnek az üvegezés és a keretek találkozásánál kialakuló hőhidakkal. Ugyanilyen mostohagyerekként törődnek továbbá a légmentesség problematikájával is. Gyakran a nem megfelelően tömített ablakok a felelősek (a fűtési időszakban) a huzat okozta kényelmetlenségekért, valamint a rossz szigetelés az oka a helyiségektől és a bent tartózkodóktól hőt elvonó hideg felületek miatt is. Végül az ilyen ablakok természetesen magas energiavesztésekkel járnak, ami magas energiaköltségeket von maga után.

Úgy az új házak építésekor, mint régi házak felújítása esetében hangsúlyt kell fektetnünk az energiatakarékos üvegezésre, a

hőszigetelt keretezésre és a megfelelő tömítésre, amelyek által energiaveszteségeink és ezzel együtt -költségeink jelentősen csökkenthetők, lakókényelmünk pedig növelhető.

### 8.1. Az ablak U-értéke ( $U_w$ )

A tervezés és az energiaigény-kalkuláció szempontjából meghatározó tényező a teljes ablakot jellemző U-érték. Ez pedig semmi esetre sem azonosítható az üvegezés U-értékével!

A számítás alapját az új EN ISO 10077-1 szabvány képezi. Ez az ablakok energetikai tulajdonságainak összetettebb szemléletét teszi lehetővé, és ezzel a hőhidak befolyásának részletezettebb értékelését.

Az ablak U-értékét a keret U-értékéből ( $U_f$ ) és az üvegezés ( $U_g$ ) U-értékéből képezzük, amelynél a felületek egymáshoz képest vett arányát kell alapul venni. Kiegészítésként figyelembe kell vennünk az üvegezés peremének csatlakoztatási módját is. Ezen kívül az európai harmonizáció miatt megváltoztak az egyes hőtechnikai mérőszámok jelölései is.

	Régi	Új
Az ablak hőátbocsátási tényezője	$k_a$	$U_w$
Az üvegezés hőátbocsátási tényezője	$k_{ü}$	$U_g$
A keret hőátbocsátási tényezője	$k_k$	$U_f$
Az üveg peremének lineáris hőátbocsátási tényezője	-	$\Psi_g$

## Példa

Egy négyszemélyes háztartásban naponta mintegy 2.000–3.000 m<sup>3</sup> friss levegőre van szükség. Ez azt jelenti, hogy egy pl. 75 m<sup>2</sup>-es lakásban minden 1,5–2 órában szükség van a levegő kicserélődésére. Egy 140 m<sup>2</sup>-es családi házban négy személy esetén csupán 3-4 óránként van szükség a levegő megújulására. Még extrém körülmények között is (mindenki otthon tartózkodik, a külső levegő 60%-kal magasabb CO<sub>2</sub>-tartalma, pl. belvárosi körülmények „kicserélődésre kedvezőtlen időjárás” mellett) csak egyszer kell óránként – a kisebbik lakás tekintetében – a levegőnek kicserélődnie.

## Pára

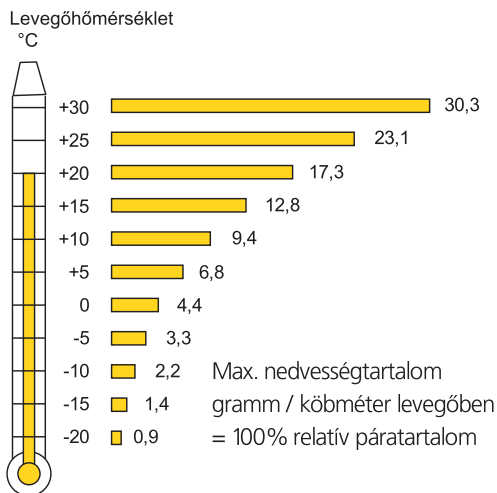
A CO<sub>2</sub> mellett még egy másik szintelen és szagtalan gázt, a vízgőzt is érdemes kézben tartanunk. Kényelemérzetünk megőrzése érdekében kerülnünk kell mind a túl száraz, mind a túl nedves levegőt (optimálisnak a 40–60% közötti relatív páratartalom tekinthető), ugyanakkor az épületünk állagának védelmében a pára lecsapódása (amelynek következményei többek között az olyan épületkárosodások, mint a penészgomba megtelepedése és az épületrész korhadása) elleni védekezésképpen a túlzott mennyiségű párat szellőztetés útján tudjuk kitessékelni lakásunkból. Egy négyszemélyes háztartásban naponta mintegy 8–15 kg pára keletkezik átlagosan.

Télen a külső levegő mindig szárazabb, mint a belső, fűtött helyiségek levegője.

Mit jelentenek tulajdonképpen a „relatív” és „abszolút” páratartalom fogalmai? A levegő csak fizikailag korlátozott mennyiségű vízgőz felvételére képes. A levegő minden egyes m<sup>3</sup>-e csak egy bizonyos mennyiségű párat tud magába szívni. Ezért minden

pára, ami ezt a felvevőképességet meghaladja, folyékony vagy szilárd formában ismét kicsapódik, mint csapadék (pl. eső, köd, kondenzvíz, jég, hó). Az abszolút páramennyiség, amelynél a levegő eléri telítettségét, döntően a levegő hőmérsékletétől függ. A meleg levegő lényegesen több párat képes felvenni, mint a hideg. Ez megfelel mindennapi tapasztalatainknak is, hogy pl. a nedves ruhát melegen szárítjuk.

De hogy hideg téli levegővel söpörjük ki a túlzott nedvességet helyiségeinkből? Nos, a relatív nedvesség a mindenkori hőmérséklet mellett lehetséges páratartalom viszonyozása: így pl. a 20 °C-os levegő 17,3 g párat tud felvenni m<sup>3</sup>-ként. Ezen a telítettségre mondjuk azt, hogy 100%-os a relatív páratartalom. (Amennyiben páratartalom-mérőnk 20 °C-os hőmérséklet mellett 50%-os relatív páratartalmat mutat, ez azt jelenti, hogy 17,3 g-nak az 50%-a, azaz 8,65 g abszolút páratartalom van a levegő m<sup>3</sup>-ében.)



Ahogy az a grafikon is mutatja, a 10 °C-os levegő már csak 9,4 g párat tud felvenni anélkül, hogy a pára lecsapódna.

## 10. Épületszigetelési szabványok

Nemcsak az építészeti folyóiratok olvasása közben, hanem a „szakemberekkel” folytatott beszélgetések alkalmával is folyton új és új elnevezésekkel találkozunk az energiatakarékos épületek tekintetében. Íme egy kisebb csokor a fantáziadús névadások köréből: „minimálenergia-ház”, „szolárház”, „energiatakarékos ház”, „energiaönellátó ház”, „öko-szolár ház” vagy „nullenergia ház”. Ezek azonban szakmailag sem bírnak egyértelmű jelentéssel, de ténylegesen sem képezik egy-egy meghatározott épületminőség megjelölését.

Az épületek megítélésére és energetikai osztályozására az európai szakmabeliek egy-egy kritériumokat határoztak meg. Az épület energetikai minőségének megítéléséhez használatos legfontosabb kritérium a lakóterület négyzetméterére számított évenkénti fűtőenergia-igény. Ez az az energiamennyiség, amely a „meleg belső tér” iránt támasztott igényünk kielégítése érdekében a belső helyiségek fűtéséhez szükséges.

### Hasznos energiaszükséglet (= fűtési hőszükséglet)

Ez az az energia, amelyet felhasználunk pl. arra, hogy a fűtőtestek meleget adjanak, a lámpák fényt bocsássanak ki, a tusolóból meleg víz folyjon, a hűtőben hideg legyen. A hasznos energia az utolsó technikai átalakításon is átesett energia.

A fűtési energiaigény, amelyet kilowattórán adunk meg a fűtött nettó lakóterület

négyzetméterére vetítve, egy évet figyelembe véve [kWh/(m<sup>2</sup>év)] a szigetelési szabványok megkülönböztetésére használatos energia-mutatószám, és semmi esetre sem tévesztendő össze a tényleges energiafelhasználással.

### Végleges energiaszükséglet (= fűtési energiaszükséglet)

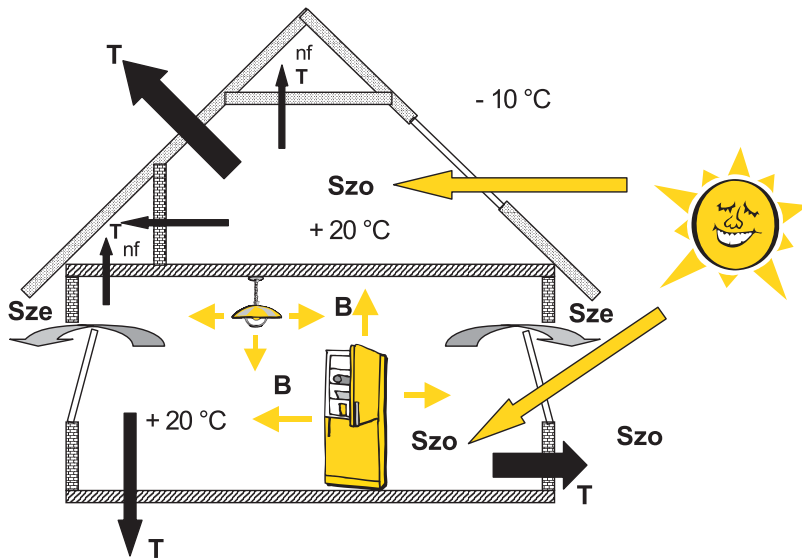
Ez az az energia, amelyet a használat során megrendelünk és kifizetünk, és amely helyben rendelkezésünkre áll, mint pl. a tartályban lévő fűtőolaj, a gázórán át beáramló földgáz, a kamrába betárolt fa, az autóban lévő benzin vagy a villanyórán átfutó áram az utolsó (hasznos energiává történő) átalakítás előtt – tehát a mérhető és kifizetendő energiafelhasználásunk.

### Primerenergia-szükséglet (= az erőforrások felhasználása)

Ez az energiának a legeredetibb formája pl. nyersolajként, természetes gázként vagy uránként, abban a formában, ahogyan a lelőhelyeken megtalálhatóak.

A szakmai körökben Európa-szerte egy-egy megjelölésű szigetelési szabványok és az éves fűtési hőszükségletre vonatkozó mérőszámok terjedtek el csaknem minden épülettípus tekintetében.

Az éves fűtési hőszükségletet a fűtött nettó (falak nélküli) lakóterület négyzetméterére vonatkoztatva, a meleg víz figyelmen kívül hagyásával kell meghatározni.



(ajtók, ablakok...) át kerül sor a fűtött és a fűtetlen területek között.

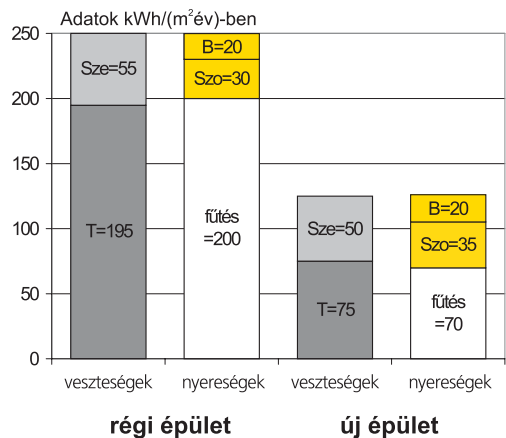
## B = Belső hőnyereségek

Ez a hő az épület használata során keletkezik, pl. a főzés és a melegvíz-használat, elektromos készülékek, pl. a hűtőszekrény, világítás, számítógép stb. használata során, de maguk a lakók/használók is adnak le hőt környezetüknek. Egy felnőtt ember pl. az éppen végzett tevékenységétől függően 60–100 W fűtőteljesítményt ad le óránként.

## Szo = Szoláris hőnyereségek

Ezek az energianyereségek csak napsütéses időben képződhetnek az átlátszó felületeken keresztül, tehát mindenképp az ablaküvegeken át.

A hővesztéseket tehát csak a belső és a szoláris hőnyereségek csökkentik. Az épület visszamaradó hő „nyeresége” adja a szükséges fűtési hőszükségletet, amelyet a fűtési rendszernek kell előteremtenie. Példa:



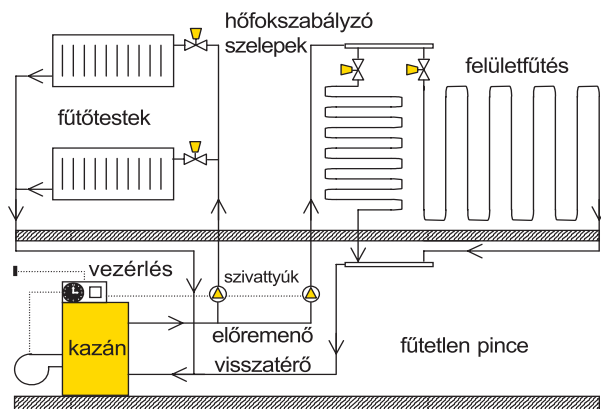
A példában a transzmissziós (hőátadásból eredő) hővesztések a régi épület esetében a rossz hőszigetelés miatt (=78%) 195 kWh/(m<sup>2</sup>év)-et tesznek ki, a szellőztetésből származó hővesztés mértéke 55 kWh/(m<sup>2</sup>év) (= 22%). A belső hőnyereségek 8%-os részesedésükkel 20, a szoláris hőnyereségek 12%-os arányukkal pedig 30 kWh/(m<sup>2</sup>év)-et jelentenek. A régi épület esetében tehát az éves fűtési hőszükséglet 80%-át, azaz 200

## 12. A fűtés

Bizonyos kivételekkel (olajkályha, kandalló és cserépkályha) a technika állásának megfelelő fűtési módnak a szivattyúval keringetett központi melegvízes fűtési rendszer tekinthető: egy, az épületben – vagy az épületen kívül, távhő vagy (közeli) központi hőszolgáltatás formájában – elhelyezett, fűtőanyaggal üzemeltetett kazán meleg vizet állít elő, amely egy csővezeték-rendszeren keresztül jut el az egyes fűtőtestekhez (a szivattyú segítségével), és ezek útján adja le a hőt a fűtendő helyiség levegőjének.

### 12.1. A keringetett melegvíz-fűtés elve

Arra a célra, hogy a fűtési időszak alatt egy épület helyiségeit mintegy 20 °C-os szobahőmérsékletre melegítsük, a keringetett melegvíz-fűtési rendszer terjedt el. Ennél zárt körforgásos rendszerről van szó, amelyben a víz szállítási és tárolási funkciót lát el. A víz nagy hőkapacitása miatt nagymértékben alkalmas erre a feladatra:



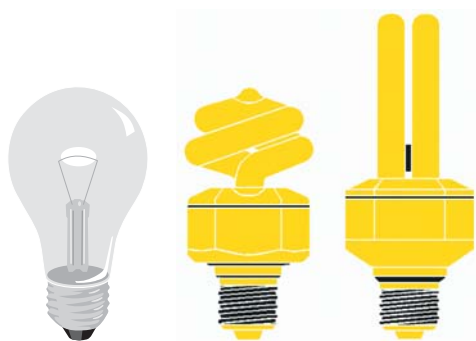
A nehézségi erőn alapuló fűtés volt a keringetett fűtési rendszer előde. Ebben a rendszerben nem alkalmaztak szivattyút, mivel a csővezetékek átmérője sokkal nagyobb volt. A nagy tömegű meleg víz így „magától” (a nehézségi erő elvén: a meleg víz könnyebb, mint a hideg, ezért felfelé halad) jutott el a fűtőttestekhez, akár a ház legfelsőbb emeleteire is. Ez a rendszer azonban lassú és nehezen szabályozható volt. Ezért, mindenekelőtt azonban gazdaságossági okokból (helyigény és költségek) a csővezetékeket elvékonyították, hogy az immár sokkal csekélyebb mennyiségű meleg víz (gyors) szállításának szerepét a keringető szivattyú vette át.

A felhasznált fűtőanyag fajtájától függetlenül valamennyi keringetett melegvíz-fűtés a következő elv szerint működik: a kazán forró vizet termel, amelyet a csővezetékek a (keringető) szivattyú segítségével elszállítanak és elosztanak a felhasználók (a fűtőttestek és -felületek) között. A forró víz által átjárt fűtőttestek a hőt a hőfokszabályozó szelepek által vezérelt módon adják át a fűtendő helyiségnek.

Közben a fűtővíz kihűl, és a csővezetékeken keresztül (visszatérő víz) visszakérül a kazánhoz. A kazán a vizet újra felforrósítja, és a folyamat kezdődik előlről.

Egy körforgásban csak akkor lehet szó energia szállításáról, ha a termikus szint a kazánnál magas, a felhasználóknál azonban alacsony. A folyamat közben megfigyelhető

Összehasonlító számítás	11 W-os energiatakarékos izzó	60 W-os izzó
Élettartam izzónként	10.000 h	1.300 h
Használati idő 700 óra/év üzemidő esetén	14,3 év	1,9 év
Vételár/darab	13,00	0,80
Vételár 14,3 év vonatkozásában	13,00	6,40 (8 darab x 0,80 )
Többlet beruházási költség	6,60 (13,00 – 6,40)	–
Éves áramfelhasználás	8,4 kWh (700 h/év x 0,012 kWh)	42 kWh (700 h/év x 0,060 kWh)
Éves áramköltség	1,10 (8,4 kWh/év x 0,131 /kWh)	5,50 (8,4 kWh/év x 0,131 /kWh)
Áramköltség 14,3 év vonatkozásában	15,73 (1,10 x 14,3)	78,65 (5,50 x 14,3)
Áramköltség-megtakarítás	62,94	–
„Nyereség” 14,3 év vonatkozásában	56,32 (62,92 – 6,60)	–



Nagyon jó (pl. rövid) alternatívák közül választhatunk!

Energiatakarékos izzó néven azokat a (kompakt) hajlított fénycsöves izzókat nevezzük, amelyeknél a működésükhöz szükséges átalakító közvetlenül az izzó foglalatába van beépítve.

### Átalakítók

Megkülönböztetünk hagyományos (HÁ), kis veszteségű (KVÁ) és elektronikus (EÁ) átalakítókat. A hagyományos és a kis veszteségű átalakítókat tartalmazó energia-

takarékos izzók előállítása sokkal egyszerűbb, ezek azonban nagyobbak és nehezebbek, több áramot fogyasztanak és nem viselik el a folytonos fel- és lekapcsolást. Ezért aztán hamarabb „kilehelik a lelküket”. A hagyományos izzók felváltására ezért inkább a beépített elektronikus átalakítóval rendelkező energiatakarékos izzók ajánlhatók: a tartóssági tesztek kimutatták, hogy ezeknél az 500.000 fel- és lekapcsolás minden károsodás nélkül lehetséges, amennyiben két kapcsolás között legalább 1,5 perces nyugalmi időszak eltelik [30].

izzó	Elektronikus átalakítóval rendelkező energiatakarékos izzó kb. azonos fényerővel
25 Watt	5 Watt
40 Watt	7 Watt
60 Watt	11 Watt
75 Watt	15 Watt
100 Watt	20 Watt