

ECO-HOUSE

FÜZETEK 4.

LAKÓÉPÜLETEK – CSALÁDI HÁZAK KÖRNYEZETTUDATOS, ENERGIATAKARÉKOS ÜZEMELTETÉSE

Készítette az ÉMI Nonprofit Kft.
a Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium
támogatásával



2009

ECO-HOUSE FÜZETEK

4.

Lakóépületek – családi házak
környezettudatos, energiatakarékos üzemeltetése

Kiadja

ÉMI Nonprofit Kft.
1113 Budapest, Diószegi út 37.

Tördelés, előkészítés és nyomtatás

Pharma Press® Nyomdaipari Kft.
1037 Budapest, Vörösvári út 119-121.

1. Bevezetés

Az elmúlt években bőven szerezhettünk tapasztalatokat arról, hogy a föld klímaváltozása drámaian felgyorsult. Ha nem teszünk érdemi intézkedéseket a széndioxid kibocsátás csökkentésére már gyermekeink életében olyan mértékű klimatikus változások következhetnek be, amelyek a ma még lakható, fejlett mezőgazdasági kultúrával rendelkező területeket tönkreteszik.

Itt a Kárpátmedencében, ahol korábban a kontinentális éghajlat jellegzetessége – a négy évszak: tavasz, nyár, ősz, tél – jól megkülönböztethető volt, továbbá a földrajzi elhelyezkedéstől függően kialakult csapadék mennyiség az évek túlnyomó többségében viszonylagos egyenletességgel esett le, mára lényeges változások észlelhetők. Tudományos igényű magyarázatok nélkül megállapíthatjuk, hogy a telek jóval enyhébbek, mint korábban voltak, a tavasz gyakran olyan meleg, mintha nyár volna, egyre gyakoribbak a korábbi évtizedekben mért értékeket meghaladó nyári csúcshőmérsékletek. A csapadék éves mennyisége a korábbi évtizedekben mérthez képest ugyan lényegesen nem változott, de megoszlása kedvezőtlenebb lett. Hosszú aszályos időszakok után hatalmas felhőszakadásokkal érkezik a csapadék. Az egyenlőtlen csapadékmegoszlás következtében a korábban termesztett mezőgazdasági növények életfeltételei jelentősen romlanak. Egyértelmű, hogy mindannyiunknak tenni kell annak érdekében, hogy ez a folyamat lelassuljon, majd reményeink szerint, néhány évtized múlva kedvező módon változzon. A kedvezőtlen éghajlatváltozáson túl az energiaárak egyre gyorsuló emelkedése is arra ösztönöz mindenkit, hogy a megszokott komfortigények fenntartása mellett, lehetőleg minél kevesebb energiát fordítsunk lakóépületünk fűtésére-hűtésére. (Lakóépületeinkben a nyári hűtési igény, döntően szintén az éghajlatváltozás következménye.)

A legjobb energiamegtakarítási módszer, ha az épület tájolásával, szerkezeti kialakításával, megfelelő hőszigeteléssel, árnyékolással igyekszünk az energia igényt a legkisebb mértékre csökkenteni. A legjobban hőszigetelt épületben is azonban szükség van használati melegvíz előállításra, szellőztetésre. Épületeink többsége azonban ma még – az átlagot lényegesen meghaladó beruházási költségek miatt – nem 0 energia szintű. Ezekben az épületekben szükség van fűtési-hűtési, esetleg szellőztetési energiafelhasználásra. A korszerű, gazdaságos technikai megoldásokra ma már számos lehetőséget kínálnak. Ebben a tájékoztatóban elsősorban olyan megoldásokról kívánunk rövid ismertetést adni, amelyek többsége ugyan közismert, de előnyeit - hátrányait nem mindig veszik kellő mértékben figyelembe a beruházási döntés meghozatalakor. Az alábbiakban energiatakarékos, megújuló energiaforráson alapuló fűtési, használati melegvíz ellátási és hűtési megoldásokat vesszük sorra.

2. Hőtermelés biomasszából

A biomassza biológiai eredetű szervesanyag. Elsődleges biomasszának nevezzük a növényi eredetű termékeket (fák, természetes környezetben és szántóföldön termő növények). A hőtermelés

legegyszerűbb módja ezeknek a növényi eredetű anyagoknak bizonyos előkészítés után való el-tüzelése. A biomassza alapvetően megújuló energiaforrás. Bár az elégetés során széndioxid ke-lkezik, de mivel a növény korábban fejlődése során széndioxidot nyelt el a mérleg nullszaldós. Természetesen az egyensúly fenntartásának feltétele, hogy legalább olyan tömegű új növényzet fejlődjön ki, mint amennyit hőenergia termelésre felhasználtunk. A biomasszából előállított ter-mékek egy részéhez szintén szükség lehet külső energia felhasználására, lásd pellet és bio brikett gyártás, ahol az elégetendő anyag aprítása, préselése energia felhasználással jár, de alapjában vé-ve a tüzelési célból kinyert energia meghatározó mennyisége megújuló forrásból származik.

A biomassza hasznosításának számos formája ismert, de a továbbiakban csak azokkal az eljá-rásokkal foglalkozunk, amelyek kisebb épületekben, családi házakban alkalmazhatók.

Ezek a következők:

- közvetlen tüzelés (kályhában, kandallóban, kemencében, kazánban),
- pellet tüzelés (jellemzően kazánban),
- bio brikett tüzelés (jellemzően kazánban),
- faelgázosítás (jellemzően kazánban)

2.1. Közvetlen fatüzelés

A legősibb tüzelési módszer. A tüzelés gazdaságossága szempontjából lényeges a fa nedvesség-tartalma és a tüzelőberendezés technikai kialakítása. A tüzelés hatásfokát döntő mértékben meghatározza a kezelő személy gondossága, a tüzelőberendezés kezelésében való jártassága. A tüzelőberendezések beruházási költsége általában kicsi, de ezek a berendezések jellemzően nem működnek gazdaságosan. Elsősorban tartalékfűtéstként érdemes őket figyelembe venni.

2.2. Pellett tüzelés

A pelletet különböző növényi anyagokból aprítás után préseléssel állítják elő. A pellet kismé-re-tű tableta, amelyet korszerű tüzelőberendezések esetében automatikusan juttatnak a tüzelőberendezés tüztérébe. Ez a tüzelési mód kényelmi szempontból egyenértékűnek tekinthető a gáz-, vagy olajtüzeléssel. A korszerű berendezések hatásfoka megközelíti, illetve eléri a hagy-o-mányos gázkazánokét. Beruházási költsége azonban meghaladja azt. További költségnövelő tényező, hogy a tüzelőanyag tárolásáról (tartályban, vagy helyiségben) gondoskodni kell.

2.3. Bio brikett tüzelés

Lágyszárú energia növények aprítás utáni préselésével állítják elő. Elsősorban olyan helyen jö-het szóba gazdaságos alkalmazásuk, ahol a helyszínen, vagy annak környezetében jelentős mennyiségű alkalmas növényi anyag áll rendelkezésre. Tüzelési módja – kis berendezések ese-tében – a hagyományos fatüzeléshez hasonló. Széleskörű elterjedése jelenleg nem valószínű.

2.4. Faelgázosítás

Korszerű tüzelési megoldás. A faelgázosító kazánokban az égés szabályozott körülmények kö-zött zajlik. A faelgázosító kazánok két tüztérűek. Az első tüztérben a fát elégetik, de az égés nem tökéletes, ezáltal jelentős mennyiségű éghető gáz szabadul fel, amit a második tüztérben éget-nek el. A kazán működése – a tüzelőanyag adagolásán kívül – hasonlóan jól szabályozott, mint egy gáz-, vagy olaj üzemű tüzelőberendezésnél. Hatásfokuk is hasonló. Egyedüli üzemeltetési hátrányuk a kézi adagolás. A korszerű faelgázosító kazánok beruházási költsége meghaladja a gázüzemű berendezéseket. Elsősorban olyan helyen érdemes elsődleges hőtermelő berendezés-ként alkalmazni, ahol nincs vezetékcsatlakozás, illetve a fa olcsón beszerezhető.

3. A hőszivattyú működési elvének lényege

Olyan berendezés, ami külső energia (általában villanyáram) felhasználásával hőt von el egy közeg-ből, az elvont hőt nagyobb hőmérsékletre emeli, majd másik közegnek átadja. Hőszivattyúval fűte-ni és hűteni is lehet. Fűtéskor egy alacsony hőmérsékletű közegből vonja el a hőt, és miután fel-melegítette, adja át egy másik közegnek, a fűtőberendezésnek. Hűtéskor a folyamat megfordul, a meleg térből vonja el a berendezés a hőt és adja át a külső környezetnek. Az a közeg, ahonnan fű-téskor a hőt elvonjuk, vagy hűtéskor leadjuk, lehet: talaj, kútvíz, természetes folyóvíz, vagy levegő. A hőszivattyúk energia hatékonysági mutatója a COP faktor, ami azt mutatja meg, hogy egy-ségnyi hasznosítható hő előállításához (elvonásához) milyen mennyiségű külső – általában vil-lamos – energiát kell felhasználni.

A mai korszerű föld-víz, víz-víz hőszivattyúk COP faktora 4,0–6,0 közötti érték. A levegő-levegő hőszivattyúk COP értéke ma még jellemzően kisebb, 3,0–4,0 közötti érték.

A hőszivattyú csak részben tekinthető megújuló energiafelhasználású berendezésnek, hiszen működéséhez villanyáramra van szükség, amelynek egy részét – legalábbis hazánkban – nem megújuló, foszilis energiából állítanak elő.

Leggyakrabban alkalmazott hőszivattyú megoldási módok:

3.1. Föld - víz hőszivattyúk:

3.1.1. Talaj-, vagy földkollektoros megoldás

Lényege: a padlófűtésekhez hasonlóan, a talajban 1,5-3,0 m mélységben műanyag csőrendszert fektetnek le, amelyben szivattyúval fagyálló folyadékot keringetnek (primer rendszer). A talaj-ból elvont hőt a hőszivattyú hőcserélőjének (elpárologtatójának) adják át, amit a hőszivattyú na-gyobb hőmérsékletre melegít. Ezt a hőt egy másik csőrendszeren (szekunder csőrendszer) jut-tatják el a hőleadókhoz (fűtőtestek, sugárzó fűtőfelületek, légkezelők hőcserélői, vagy használa-ti melegvizet előállító hőcserélők).

Előnye:

- Kisebb beruházási költség.

Hátrányok:

- Azon a földterületen amelyet kollektorral becsöveztünk árnyékot adó növényzetet nem szabad elhelyeznünk, mert a talaj felmelegítéséhez szükséges, hogy napsütöses időszakban minél több hőt tudjon a talaj betárolni,
- A hőszivattyú COP értéke a fűtési időszakban jellemzően folyamatosan csökken, mivel a talaj felső rétege részben az időjárás, részben a hőszivattyú hőelvonása miatt egyre jobban lehül.

3.1.2. Talajszondás megoldás

Lényege: a talajba 50–200 m mélységbe lefúrnak és a furatokba U alakban meghajlított műanyag csöveket - szondákat (általában két csőpárt) helyeznek be, majd a szondák környezetében a talajt visszatömörítik. A szondákban a talajkollektoros megoldáshoz hasonlóan fagyálló folyadékot keringetnek. A rendszer működése egyébként hasonló a talajkollektoros megoldásnál leírtakhoz.

Előnyök:

- Gazdaságosabb üzem mód. A mélyebb rétegekben a talaj hőmérséklete az idő múlásával kevésbé változik, mint a talajkollektoros megoldásnál.
- Fűtés-hűtés üzem mód esetén a talaj hőmérséklete kedvezőbben alakul. Nyáron a hűtésből elvont hő melegíti a talajt, ami a fűtési időben a nagyobb hőmérséklet miatt kedvezőbb COP-t eredményez. Hűtéskor ugyancsak előnyös a hűtési szezon elejére kialakuló kisebb talajhőmérséklet.

Hátrányok:

- Nagyobb beruházási költség - a szondafúrás költséges megoldás.
- Nagyobb szivattyúzási munka, több villamos energia felhasználás - hatékonyság csökkenés. (Ennek ellenére a szondás rendszerek éves COP értéke jó tervezés és kivitelezés esetén kedvezőbb a kollektoros megoldásnál.)

Talajszondák létesítésekor nagy figyelmet kell fordítani a kivitelezésre. Ellenőrizni kell, hogy kellő mélységre fúrják le a szondákat, illetve, hogy a talajt megfelelően tömörítve töltsék vissza. Amennyiben a szondák környezetében a talaj nem kellően tömör, romlik a hőátadás, jelentősen csökkenhet a COP értéke.

3.2. Víz-víz hőszivattyúk

Kútvides megoldás. Megfelelő számú kútpárt kell fúrni. A kutak számát a tervező határozza meg. Annak érdekében, hogy megfelelő mennyiségű primer energia álljon rendelkezésre célszerű próbafúrással meghatározni a kutak vízhozamát. Kisebb teljesítményű berendezések esetében általában egy kútpár is elegendő, így a próbafúrással készített kút valószínűleg a végleges megoldás lehet.

Kutak esetében a vízügyi hatóság engedélyére van szükség. A lehűtött, vagy felmelegített vizet vissza kell sajtolni a talajba, ezért van szükség a nyerő kút mellett legalább egy nyelő kút létesítésére is.

Előnyök:

- A víz hőátadási tényezője kedvezőbb a talajénál, így a hőátadás biztonságosabb, mint a talajból történő hőcsere esetében.
- Nyári időszakban a kútvíz, amennyiben hűtésre is szükségünk van - megfelelő szekunder rendszeri kialakítás esetén - közvetlenül bevezethető a hűtött körbe (passzív hűtés), az évszak jelentős részében a hőszivattyú nem, vagy csak rövid üzemidővel kell, hogy működjön. Passzív hűtésre legalkalmasabb megoldás a sugárzó mennyezethűtés.

Hátrány:

- A talajviszonyoktól függően a beruházási költség (kútfúrás) jelentősen megnövekedhet.

3.3. Levegő-levegő hőszivattyúk

Az utóbbi években egyre jobban terjedő műszaki megoldás. A külső levegő hőjét hasznosítja, melegíti fel és az így megnövelt hőmérsékletű hőt adja át a fűtőrendszernek. Levegő-levegő hőszivattyúval hűteni is lehet, ilyenkor a folyamat megfordul, a hűtendő helyiségből elvont hőt a külső környezet levegőjének adja át a berendezés. A levegő-levegő hőszivattyúk két részből állnak. A beltéri egységből, amely egy hőcserélőből és egy ventilátorból áll, és a helyiség levegőjének a hőmérsékletét fűti, vagy hűti. A kültéri egység részei: a kompresszor, a hőcserélő, az expanziós szelep és a ventilátor. A leggyakrabban alkalmazott megoldások: hőszivattyús üzemű ablak- és helyiségklíma-készülékek, kompakt és split klímák.

Előny:

- A korábbiakban említett berendezésekhez képest lényegesen kisebb beruházási költség.

Hátrányok:

- Kisebb külső hőmérsékletnél (+5 °C alatt) megnő az eljegesedés veszélye, lényegesen lecsökken a berendezés hatékonysága. Igaz, hogy egyes levegő-levegő hőszivattyúk akár -20 °C hőmérsékletig is képesek működni, de ilyenkor gyakorlatilag már elektromos kazánként dolgoznak. Ezért célszerű u.n. bivalens üzemű berendezést kialakítani, ahol kb. +3–5 °C-nál kisebb külső hőmérsékletnél a fűtést egy más üzem módú készülék (pl. gázkazán) veszi át.
- A levegő-levegő hőszivattyúk COP értéke kisebb a korábban tárgyalt hőszivattyúkénál, jellemzően 3,0-3,5 közötti érték, bár egyes készülékgyártók termékismertetőiben 4,0 COP értékkel is találkozhatunk.

Javaslatok:

Hőszivattyús fűtés-hűtési rendszert csak jól hőszigetelt, korszerű nyílászárókkal ellátott épületekben érdemes használni. Ennek oka, hogy a hőszivattyúk egységnyi leadott energiára vetített beruhá-

zási költsége lényegesen meghaladja a hagyományos, pl. gázüzemű tüzelőberendezéseket.

A hőszivattyú gazdaságossága lényegesen függ az előállított fűtővíz hőmérsékletétől. Minél magasabb a fűtővíz hőmérséklete annál kisebb a hőszivattyú COP értéke. Ennek megfelelően hőszivattyús fűtőberendezésekhez kis hőmérsékletű fűtőrendszert (sugárzó fal-, mennyezet-, vagy padlófűtés) érdemes csatlakoztatni.

Megfelelő referenciákkal rendelkező céget célszerű a hőszivattyús berendezés tervezésével és telepítésével megbízni. Az a legjobb megoldás, ha a vállalkozó kompletten vállalja fel a teljes folyamatot (tervezés, hőszivattyú beszerzése, primer és szekunder rendszere kivitelezése) mert ilyenkor nincs lehetőség a felelősség áthárítására. (A terv volt hibás, a hőszivattyú nem adja le a katalógusban jelzett teljesítményt, stb.) Célszerű elérni, hogy a vállalkozó a hőszivattyús berendezés éves COP értékére vállaljon garanciát. Gyakori hiba, hogy a hőszivattyú és a segédberendezéseihez felhasznált energia, illetve a hasznosított hőenergia mennyiségét nem mérik, pedig egy elektromos fogyasztásmérő és egy hőmennyiségmérő műszer beépítése a beruházási költségeknek legfeljebb 1–2 %-a. A szubjektív értéktétele ilyen esetekben nem megbízható. „Nagy volt a villanyszámla.” Mihez képest? A berendezés hatékonyságának megítéléséhez szükséges ismernünk a befektetett és a kinyert energia mennyiségét. Csak ezek ismeretében tudunk a gazdaságosságról egyértelműen nyilatkozni.

Figyelem! A hőszivattyúk katalógusában megadott COP érték laboratóriumi körülmények között végzett mérésekre vonatkozik. A valóságban – éves átlagban – kisebb hatékonyság érhető el, amint azt a korábbiakban már tárgyaltuk. A katalógus adatok nem tartalmazzák pl. a segédberendezések – szivattyúk – energiafogyasztását, ami gyakran jelentős érték, továbbá nem tudják figyelembe venni a hőleadó közeg évközi hőmérséklet változásának alakulását sem. A tisztességtelen vállalkozó gyakran csak a legkedvezőbb COP adatot ismerteti, elhallgatja, hogy a valóságban az éves átlag ennél lényegesen kisebb lehet.

4. Hőtermelés napkollektorral

4.1. Működési elve

A napsugárzás útján a földnek átadott hő egy részének hasznosítása. Az egyik legtisztább megújuló energiahasznosítási módszer. Több műszaki megoldása ismert, de minden megoldás lényege, hogy egy sugárzást elnyelő felületen (kollektoron) összegyűjtött hőenergiát közvetítő közeg közbeiktatásával – ami lehet folyadék, vagy levegő – víz, vagy levegő melegítésére használunk fel. A napkollektoros berendezések leggyakoribb változatai:

- használati melegvíz előállítás,
- kerti zuhany, kerti medence vízének melegítése
- használati melegvíz előállítás és központi fűtés kombinációja,
- központi fűtés

A leggyakrabban alkalmazott kollektor megoldások:

- síkkollektorok – többcélú alkalmazásra,
- vákuumcsöves kollektorok – többcélú alkalmazásra,
- műanyag csötekeres kollektorok – kerti zuhanyozók, kerti medencék vízének melegítésére,
- tartály kollektorok – kerti zuhanyozók vízének melegítésére,
- műanyag síkmezős kollektorok – kerti zuhanyozók, kerti medencék vízének melegítésére.

Az utóbbi három megoldás egyszerű kivitelű, nyomásállósága korlátozott, jellemzően a felmelegítendő víz tárolására (lásd tartály kollektor), vagy rajta keresztül történő keringtetésére alkalmas.

A napkollektorok Magyarországon az éghajlati viszonyok miatt, gazdaságosan vízmelegítésre és legfeljebb átmeneti időszakban fűtés rásegítésre használhatók.

A leggyakrabban alkalmazott megoldások a sík- és a vákuumcsöves kollektorok.

4.2. Síkkollektorok

A síkkollektor hőszigetelt kollektor házból, hőelnyelő csőrendszerből (abszorberből) és átlátszó fedőlemezről (speciális u.n. szolárüvegből) épül fel. Az abszorberre jutó napsugárzást az abszorber hővé alakítja, és a benne keringtetett hőátadó közegen keresztül – általában hőcserélő közbeiktatásával – melegíti fel a fűtendő vizet. Magyarországon a síkkollektoros berendezések kedvező ár-használati érték arányuk következtében a legelterjedtebbek.

4.3. Vákuumcsöves napkollektorok

A vákuumcsöves napkollektor gyengébb fényviszonyoknál és hidegebb időben is hatékonyan működő berendezés. Fő alkotó eleme a vákuumcső, amelyben egy rézcsövet helyeznek el, ahol a vákuumcső összegyűjti a hőt. A vákuum elszigeteli az összegyűjtött hőt a környezettől, ezáltal csökken a kollektor hővesztesége. A vákuumcső hengeres formájú, ezért hosszabb időn át (délelőtt és délután, amikor a nap beeső fénysugara alacsonyabb szögben éri a tetőfelületet) is képes a napsugárzást hasznosítani. A vákuumcsövek párhuzamosan, vagy sorosan is csatlakoztathatók. Sérülés esetén cserélhetőek. Egy-két cső meghibásodásakor a rendszer még működőképes maradhat.

4.4. Napkollektoros rendszer tervezése, teljesítményének megválasztása

A napkollektoros használati melegvíz ellátó rendszernek csak egyik (fontos) eleme a kollektor. Ezen kívül segédberendezésekre (szivattyú, csővezetékek elzáró- és biztonsági szerelvények, táglási tartály, automatika, stb.), valamint melegvítároló tartályra van szükség.

A berendezés méretezésekor lehetőleg minél nagyobb pontossággal kell felmérni a használati melegvíz igényt, ugyanis a hazai éghajlati viszonyok között az év egy részében a HMV termeléséhez szükséges napsugárzás nem áll rendelkezésre. A 100%-os igény kielégítése aránytalanul nagy beruházási költséggel járna. A gyakorlott tervező az épület adottságait

(tetősík szöge, tájolása) és a célszerűen megválasztott melegvíz mennyiség ismeretében határozza meg a kollektorok felületét, a tároló tartály térfogatát, a csőhálózat méreteit és a biztonsági berendezések kialakítását. Napkollektoros melegvíz termelés esetében mindig gondoskodni kell a víz melegítésének alternatív megoldásáról (elektromos fűtés, gázkazán, szilárd tüzelésű kazán, hőszivattyú, stb.). Ezért a tároló tartályokban legalább két hőcserélő van. Az egyik a napenergia hőjét, a másik az alternatív fűtés hőjét adja át a fűtendő víznek.

5. Kondenzációs gázkazánok

A kondenzációs gázkazán nem sorolható a megújuló energiát felhasználó berendezések közé, de alkalmazása kevésbé környezetszennyező, mint a korábban alkalmazott gázüzemű tüzelőberendezések.

5.1. Mit jelent a kondenzációs fűtésteknika?

A tüzelőberendezésbe bevezetett energiának csak egy része hasznosítható fűtésre, vagy melegvíz termelésre. A maradék rész az égéstermékkel a szabadba távozik. A hagyományos üzemű gáztüzelő berendezésekben a gázban lévő hidrogén az égés során vízgőzzé alakul és az égéstermékkel keveredve áramlik a szabadba anélkül, hogy a benne lévő hőenergia hasznosulna. Azt a hőmennyiséget, ami a víz elpárolgtatásához – gőz halmazállapotba hozásához – szükséges rejtett hőnek nevezzük. Ez a hőmennyiség a földgáz hasznosítható energiartalmának több mint 11%-a.

A kondenzációs fűtésteknika lényege, hogy a tüzelőberendezést úgy alakítják ki, olyan hőcserélővel látják el, ami alkalmas arra, hogy az égéstermékben lévő vízgőzt lehűtse és a benne lévő párolgáshőt, vagy más szóval rejtett hőt hasznosítsa. A vízgőz kondenzál – folyékony halmazállapotúvá válik, innen ered a fűtési megoldás elnevezése.

5.2. Hogyan értelmezzük a 100%-nál nagyobb hatásfokot?

A hatásfok η = hasznosított hőenergia / bevezetett energia (%)

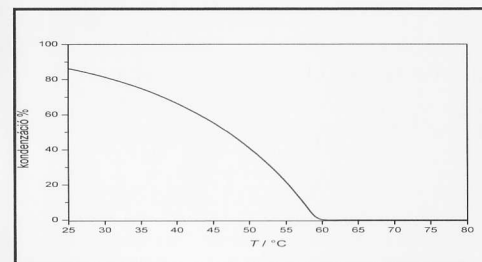
A tüzelőanyagokból kinyerhető energia mennyiségét a fűtőérték határozza meg.

A tüzelőanyagoknál kétféle fűtőértéket különböztethetünk meg:

- *Alsó fűtőérték:* az a hőmennyiség, ami 1 kg tüzelőanyagból úgy nyerhető ki, hogy az égéstermékben lévő víz, gőz halmazállapotban marad.
- *Felső fűtőérték:* az a hőmennyiség, ami 1 kg tüzelőanyagból úgy nyerhető ki, hogy az égéstermékben lévő vízgőzt visszahűtik oly mértékben, hogy az kondenzálódjon, tehát párolgáshőjét is leadja.

A korábban gyártott, hagyományos elven működő kazánokból nem lehetett visszanyerni a vízgőz párolgási hőjét, ezért ezt a veszteséget nem is vették figyelembe. Mindig az alsó fűtőértékkel számolták ki a kazánok hatásfokát. Ha az alsó fűtőértékre vonatkoztatjuk a kon-

denzációs kazánok hőhasznosítását – mivel a rejtett hőt visszanyerjük – beszélhetünk 100%-nál magasabb hatásfokról.



1. ábra: A vízgőz kondenzációjának mértéke a visszatérő víz hőmérsékletének függvényében.

év nagy részében 80% körül alakul, tehát a hagyományos kazánok hatásfokához képest a készülék hatásfoka meghaladja a 100% értéket.

5.3. Értékelés

Kondenzációs kazán alkalmazásával – a hagyományos kazánokhoz képest éves átlagban 10–15%-os energia megtakarítás érhető el. Ennek azonban feltétele, hogy kis hőmérsékletű fűtési megoldást alkalmazzunk. A legkedvezőbb a sugárzó fal, vagy padlófűtés, ahol a fűtési idény nagy részében a visszatérő víz hőmérséklete nem haladja meg a 30 °C értéket.

Figyelem! Ne feledjük, hogy a legököltelesebb megtakarítás az el nem fogyasztott energia! Tehát törekedjünk épületünk minél gondosabb hőszigetelésére. A legkorszerűbb tüzelőberendezés gazdaságos működésének is alapvető feltétele a pontos számításra alapuló méretezés.