

ECO-HOUSE

FÜZETEK 6.

NAPKOLLEKTOROS HŐENERGIA ELLÁTÁS

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



NEMZETI FEJLESZTÉSI
ÉS GAZDASÁGI MINISZTERIUM

2009

ECO-HOUSE FÜZETEK

6.

Napkollektoros hőenergia ellátás

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 ipari társadalom kialakulása, az elmúlt 150 év látványos technikai fejlődése nagymértékű energiafelhasználással járt. A mai fejlett élet számára nélkülözhetetlen energiát – a nukleáris energia kivételével – többségében fosszilis tüzelőanyagok (szén, kőolaj származékok, gáz) elégetésével állítjuk elő. Az égetés azonban a környezet számára káros üvegházhatás kialakulásához vezető füstgáz kibocsátásával jár. Az üvegházhatás eredménye a globális felmelegedés, amely ma már nem csak a tudósok jelzései, hanem saját tapasztalat alapján is érzékelhető. A globális felmelegedés viszont olyan környezeti, időjárási folyamatokat indíthat el, mely az emberiség számára katasztrofális állapotokat idézhet elő. Az üvegházhatásért elsősorban (de nem kizárólag) a szén alapú tüzelőanyagok tökéletes égése során keletkező széndioxid (CO_2) a felelős. A földön lévő növények ugyan fotoszintézisük során elnyelik a CO_2 -t oxigénné alakítva azt, de az energiatermelés során keletkező CO_2 (és egyéb üvegházhatású gázok) jóval meghaladja a növények által elnyeltet. Nem beszélve arról, hogy az emberi tevékenység következtében folyamatosan csökken a növényzet. Ha a technikai fejlődés üteme - a mai technológiák alkalmazásával - folytatódik, a tudósok előrejelzései szerint a klímakatasztrófa elkerülhetetlen. A veszélyt fűszerezi a hagyományos fosszilis tüzelőanyag készletek emberi léptékkel mérve közeli kimerülésének lehetősége.

Ha azt szeretnénk, hogy unokáink, dédunokáink számára is legyen normális életlehetőség a Földön, figyelembe kell vennünk a tudósok figyelmeztetéseit, és változtatnunk kell az eddigi élet- és technikai fejlődési módunkon. Ezen gondolatok hatására erősödött fel az igény olyan (egyébként már régóta ismert) „zöld” energiatermelő technológiák alkalmazása iránt, melyek vagy megújulóak, vagy CO_2 semlegesek. Csökkentenünk kell az energiafelhasználásunkat is, hiszen a „legkörnyezetbarátabb” az el nem fogyasztott energia, így megnő a jelentősége az energiafelhasználás hatékonyságának is. A CO_2 probléma megoldására lehetőségként merült még fel a hagyományos energiatermelés összekötése a CO_2 elnyelésével és geológiai tárolásával. E technológia azonban nem tekinthető még kiforrottnak.

A zöld technológiák széleskörű elterjedésének két akadályja van. Egyrészt a mai gazdasági körülmények mellett drágábbak, mint a hagyományos technológiák, másrészt felhasználhatóságuk – vagy elérhetőségük, vagy rendelkezésre állásuk miatt – korlátozott.

Szintén nehézség, hogy a fogyasztás-vezérelt, a profit maximalizálásra törekvő, piaci verseny alapú világ gazdasági rendszer működése ellentmondásban van a hosszú távú társadalmi érdeket szolgáló, a jövőre felelősséggel gondoló környezetvédelemmel. A politikai döntéshozók feladata tehát olyan – a piaci folyamatokba beavatkozó – szabályozó rendszer alkalmazása (kutatás-fejlesztési, beruházási támogatás, Öko adórendszer, bírságok... stb.), mely a társadalmi célok, érdekek érvényesülését szolgálja. A még a környezetvédelem iránt elkötelezett fogyasztó is akkor választja a zöld technológiákat, ha neki ez gazdaságilag megéri és azonos (de legalább hasonló)

kényelmi fokozatot biztosít. Az elmúlt évtizedekben hatalmas innováció indult meg ezen a területen, de látható, hogy a felhasználásuk azon országokban növekedett, ahol megfelelő ösztönzést alakítottak ki a fogyasztók számára is. Az innováció kulcs-kérdés ezen a területen, egyes gazdasági elemzések szerint a zöld ipar fejlődése lehet az egyik motorja a mai világgazdasági recesszióból való kilábalásnak.

A megújuló energiaforrásból származó energiatermelés lehetséges módjai:

- a víz mozgási energiáját kihasználva villamosenergia-termelés,
- a szél mozgási energiáját kihasználva villamosenergia-termelés,
- a Föld mélyének hőjét (geotermia) kihasználva hő- és villamosenergia-termelés,
- a Nap energiájának hasznosításával villamosenergia-termelés,
- a Nap energiájának hasznosításával hőenergia-termelés,
- a Földbe tárolt napenergia hasznosítása hőszivattyúval^[1] hőenergiaként,
- biomassza^[2] elégetésével hő- és villamosenergia-termelés,
- biogáz^[3] elégetésével hő- és villamosenergia-termelés,

A Nap és a Föld hője sokszorosa az emberiség energiaigényének, a kérdés hogyan és milyen áron tudjuk kinyerni azokat. Probléma még, hogy az energiaforrás térben (geotermikus forrás) és időben (napenergia) nem esik egybe az igényekkel. A villamos energia térbeli távolsága a kiterjedt hálózat miatt nem probléma, de például a geotermikus forrás nagy távolsága a hőpiactól már igen. Ugyanígy a Nap sem akkor süt igazán, amikor kéne, a hőenergia évszakos tárolása rendkívül költséges. A szél is akkor fúj, amikor ő akar, és nem akkor, amikor a villamos energiára pont szükség van. A biomasszával szintén kérdés a rendelkezésre állás, valamint az energiahasznosítás kontra mezőgazdaság kérdése: melyik hasznosításra van célszerűen az adott helyen nagyobb szükség. Ugyanígy, ha kiirtjuk az erdőket, mert fával tüzelni CO₂ semleges, akkor összességében több kárt okozunk, mint hasznot. Az a helyzet is előállhat, hogy az egyik megújuló „üti” a másikat, vagy ellene mond az energiahatékonyság követelményének. Országosan, de egyéni, kis közösségi alkalmazásoknál is általánosságban elmondható, hogy a megújulók alkalmazásánál rendszerszemléletű gondolkodás kell.

1 A hőszivattyú egy technológia, mely villamos energiával működik, így csak akkor tekinthető teljesen megújulónak, ha a villamos energiát is megújuló módon állították elő. Elméletileg a hőszivattyú működhet hőenergiával is, erre is igaz az előbbi.

2 Növényi eredetű anyag (fásszárú, lágyszárú növények, szerves hulladék), melynek elégetése során keletkezik CO₂, de mivel a növény korábban CO₂-t nyelt el rendszerszerűen, a CO₂ kibocsátásának tekinthető.

3 Szerves anyag erjesztéséből (fermentáció) származó gáz (metángáz), melynek CO₂ kibocsátása előbbieknél alacsonyabb, mint a biomasszáé. A biogáz is része a biomasszának.

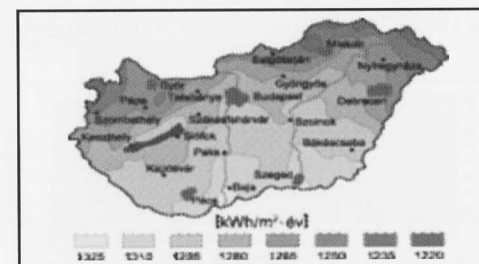
2. Napkollektor

A napkollektor nem más, mint a Nap fényenergiáját hőenergiává átalakító berendezés, amit legtöbbször víz melegítésére használnak, de előfordul hőcserélő közegként légnemű anyag is. A napkollektort nem szabad összekeverni a napelemmel^[4], amely a Nap fényenergiáját villamos energiává alakítja. A napkollektoros (termikus) és napelemes (fényelektromos) napenergia hasznosítást nevezzük aktív hasznosításnak. Létezik azonban passzív, építészeti eszközökkel történő napenergia hasznosítás is. A napkollektoroknak számos típusa van kialakítását tekintve, a közvetítő közeg szerint és aszerint, hogy milyen célra használjuk (lásd később). A magyarországi éghajlati viszonyok között kimondható, hogy a leggyakoribb és legcélravezetőbb termikus napenergia hasznosítás a használati melegvíz (HMV) készítés.

3. Napsugárzás, napenergia termikus hasznosítás

A napenergia hasznosításához napsugárzásra van szükség. A napsütés – egy éven belüli – időtartama és a sugárzás erőssége az évszaktól, az időjárási viszonyoktól és a földrajzi helyzettől függ. Magyarországon az Országos Meteorológiai Szolgálat végez napsugárzással kapcsolatos méréseket. Jelenleg a vízszintes felületre érkező globális és diffúz sugárzást, valamint a sugárzásra merőleges irányú direkt sugárzást mérik. Ezek közül elsősorban a vízszintes felület globális sugárzási adatait teszik közzé, de csak a hosszabb időszakokra vonatkozó, átlagos adatokat. A különböző szak-
könyvek leggyakrabban a napsugárzás országos, területi eloszlását ábrázoló diagramot teszik köz-

zé. Ez a vízszintes felületre érkező globális (közvetlen és szórt) sugárzás éves összegét mutatja. A publikációkban általánosan még a régebbi, pontatlanabb méréseken alapuló diagram terjedt el. Ezen megfigyelhető egyfajta centrikus jelleg, ami a legnagyobb napsugárzást az ország középső, déli részére teszi. Ettől némileg eltér az újabb, korszerűbb és pontosabb, műholdas mérések alapján is készített diagram, ami az 1. ábrán látható.



1. ábra. A vízszintes felületre eső napsugárzás évi átlagos összege

Ez a diagram már kevésbé centrikus, sokkal inkább az a nem túl meglepő tendencia olvasható le róla, hogy a déli országrészek a legnaposabbak, míg az északi részek kevesebb napsütést kapnak. Fontos azonban leszögezni, hogy napsütés

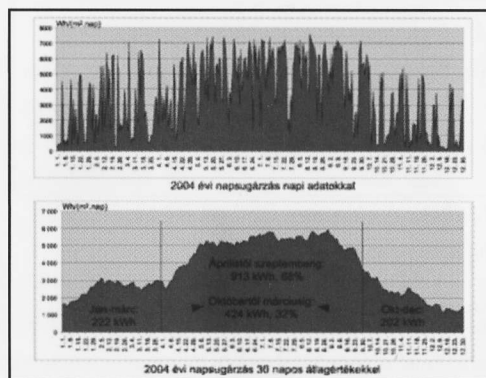
4 Lásd másik tájékoztató anyag.

szempontjából Magyarország legkedvezőbb és legkedvezőtlenebb helye között a különbség kevesebb, mint 10%. Ez tehát azt jelenti, hogy hazánk területén belül napsütés szempontjából nincsenek lényeges, a napenergia-hasznosító rendszerek működését döntően befolyásoló különbségek. Az 1. ábrából megállapítható, hogy a vízszintes felületre eső napsugárzás éves átlagos összegzett értéke 1200-1300 kWh/m² körüli. Mivel Magyarország az északi mérsékelt övben, az északi szélesség 45,8° és 48,6° között található, a napsütéses órák száma 1900–2200 óra/év között ingadozik. Az érkező napsugárzás csúcserőteke nyáron, a déli órákban, tiszta égbolt esetén eléri, néha meghaladja az 1000 W/m² értéket. Félíg felhős időben kb. 500 W/m², felhős, itt-ott napos időben kb. 250 W/m² a vízszintes felületre eső globális napsugárzás teljesítménye.

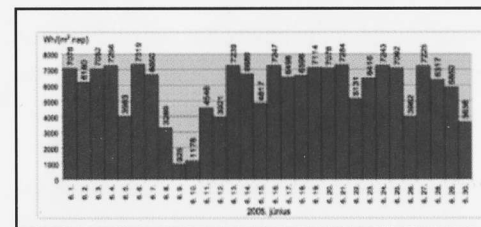
Abból, hogy a vízszintes felületre eső sugárzási adatokat teszik közzé, még nem következik, hogy a vízszintes felületen nyerhető ki a legtöbb sugárzás. A legnagyobb energianyerésre akkor számíthatnánk, ha a kollektor mindig merőleges lenne a Nap sugaraira. A napsugárzás beesési szöge azonban évszakonként (és természetesen a földrajzi elhelyezkedéstől függően) más-más, hiszen a Nap nyáron magasabban jár, mint télen. Egy déli tájolású felületen a legnagyobb energia-kihozatalt nyáron 20–30°-os, míg télen kb. 60°-os dőlésszögnél érünk el.

A magyarországi földrajzi és időjárási viszonyok mellett a leggyakoribb, használati melegvíz készítésére szolgáló hasznosításhoz az ideális dőlésszög a 45°-os, déli tájolás mellett. Ez a kialakítás nyáron kicsit hátrányos, viszont optimális az átmeneti időszakokban. Csak egy példa: vízszintes kialakítás esetén, derűs napokon a nyári és téli sugárzásjövdelem közötti különbség mintegy 4-szeres, míg déli tájolású, 45°-os elhelyezés esetén a téli sugárzásjövdelem a nyári 2/3-át is eléri (derült napokon), mely igen kedvező. A téli kedvezőtlen hasznosulás oka, még ilyen kialakítás mellett is, a télen lényegesen gyakoribb felhős, borult napok száma.

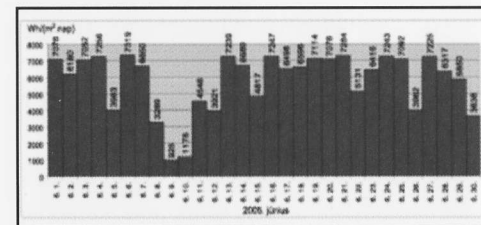
A napenergia hasznosítás szempontjából lényeges kérdés, hogy a napsugárzás, mint minden időjárással kapcsolatos adat, meglehetősen szeszélyes, azt, hogy egy adott napon mekkora lesz a napsugárzás, nem lehet előre kiszámítani. A 2. ábra a 2004. évi napsugárzás eloszlását ábrázolja. A felső ábrán – ahol az adatok napi bontásban szerepelnek – jól látható a szeszélyes jelleg, a borult és a derült napok véletlenszerű váltakozása. Az alsó ábrából – ahol a sugárzási adatok 30 napos átlagértékkel szerepelnek – leolvasható, hogy az éves napsugárzás kb. kétharmada a nyári félévben érkezik, és a téli félévre csak egyharmados rész marad.



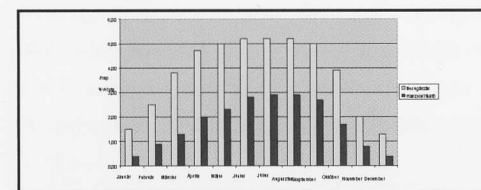
2. ábra: 2004 évi napsugárzás eloszlása
(Forrás: Naplopó Kft.)



3a. ábra: Napi sugárzási adatok 2005. június
(Forrás: Naplopó Kft.)



3b. ábra: Napi sugárzási adatok 2005. június
(Forrás: Naplopó Kft.)



4. ábra: Napsugárzás havi átlag lefutása és az abból átlagosan hasznosított sugárzás értékei

1300–1400 kWh/m², év napsugárzás érkezik, ebből átlagos kialakításban és átlagos fogyasztáshoz illetve mintegy 500–600 kWh/m², év napenergia hasznosítható.

4. Napkollektorok, napkollektoros rendszerek fajtái

A napkollektoros rendszereket csoportosíthatjuk

- a felhasználás célja szerint (4.1.):
 - fűtés,
 - HMV és fűtés,
 - HMV,
 - egyéb (medencefűtés, kerti zuhany),

5 Lásd még napkollektorok méretezése részt.

- a felhasználás helye szerint (4.2.):

- családi ház,
- nagyobb épület (társasház, irodaház, közintézmény, kereskedelmi épület stb.)
- központi ellátó rendszerére csatlakoztatva,
- távhőhálózatra csatlakoztatva,
- egyéb (kert, szabadtér stb.),

- a rendszer kialakítása szerint (4.3.):

- gravitációs,
- kényszerkeringtetésű,

- a közvetítő közeg szerint (4.4.):

- folyadék (víz, fagyálló) közegű,
- levegő közegű,

- a kollektor fajtája szerint (4.5.):

- tartálykollektor,
- műanyag abszorber,
- síkkollektor,
- vákuumcsöves kollektor,
- koncentrátor kollektor,
- levegős kollektor.

4.1. A felhasználás célja szerint

A napenergia hasznosításának legegyszerűbb módja az olyan felhasználás, mely igazodni tud a napsugárzás kiszámíthatatlanságához, mert az igénybevétel nem igényeli a folyamatos rendelkezésre állást. Ilyen a kerti zuhany, valamint a medence vizének felmelegítése nyáron.

Magyarországon – az előbbieken túl – a napenergia legkézenfekvőbb használati módja a HMV készítés. Ebben az esetben a napenergia az éves HMV igényt nem teljes mértékben fedezi, szükség van kiegészítő energiára is.^[6] A melegvíz készítéshez – a napsugárzás napi ingadozása miatt – szolár HMV tárolóra is szükség van.

Lehetséges olyan megoldás is, mikor a kiépített napkollektoros rendszer a nyári HMV igényen túl az átmeneti időszakban, valamint télen a fűtési igények egy részét is kiszolgálja. Ez a nyár-

6 Lásd még napkollektorok méretezése részt.

hoz képest egy „túlméretezett” rendszer, ilyenkor a napi ingadozáshoz nemcsak szolár HMV tároló kell, hanem fűtési puffer tárolóra is szükség van, mely legalább kétszer akkora, mint a szolár HMV tároló. Elméletileg elképzelhető a nyári többlet energiát szezonális tárolóban a téli időszakra eltárolni.^[7] Ha a napenergiát fűtési célra is akarjuk hasznosítani, akkor építészeti-leg gondoskodni kell arról, hogy az épület alacsony hőfogyasztású legyen.

A csak fűtésre használatos, folyadék közvetítő közegű napkollektoros rendszer kiépítése, előbbiek ismeretében, nyilvánvalóan értelmetlen. Egy esetben létező/célszerű megoldás, ha a közvetítő közeg levegő. A kollektor belsejében felmelegedett levegőt ventilátorral a helyiség levegőjének felmelegítésére használjuk.

4.2. A felhasználás helye szerint

Családi házas, vagy kis épületes felhasználás a legkedvezőbb, ilyenkor az épületnek egy önálló rendszere van, amelyben jól kialakítható a napkollektoros rendszer és annak együttműködése az egyéb energiaellátó rendszerrel.

Nagyobb épület esetében a meglévő központi ellátórendszerhez való csatlakozás és az azzal való együttműködés nagyobb körülmények között igényel.

Külföldön kísérletképpen már megvalósult rendszer nagy napkollektor telep által – szezonális tároló felhasználásával – gyűjtött napenergia távhőhálózatba való betáplálása.

A szabadtéri alkalmazás általában önálló, egyszerű megoldású rendszert igényel.^[8]

4.3. A rendszer kialakítása szerint

A gravitációs rendszer – keringtető szivattyú nélkül – termoszfion elven működik. Ez esetben a tároló magasabban van, mint a kollektor. A kollektorban felmelegedett víz felszáll a tárolóba, miközben a tárolóból hidegebb víz érkezik a kollektorba. A keringést fenntartó felhajtóerő a kollektorban és a tárolóban lévő folyadék hőmérséklet különbsége. Ebből következik, hogy a keringés megszűnik, amint a hőmérséklet kiegyenlítődik. Itt az összekötő csővezetéknek minél rövidebbnek és nagyobb átmérőjűnek, kevés idommal szereltnek kell lenniük, hogy az áramlási ellenállás minél kisebb legyen. Ezek általában egykörös rendszerek: a kollektorban az a víz kering, amit elhasználunk, így fagyveszély esetén nem alkalmazhatóak.

A kényszerkeringtetésű rendszerrel a kollektorok általában a tetőn helyezkednek el, a tároló az alapszinten, a keringést szivattyú biztosítja. A magyar éghajlati viszonyok mellett kétkörös a

7 Ez nyilvánvalóan gazdasági kérdés.

8 Természetesen a családi házas rendszerrel fűthetjük a medence vizét is.

rendszer: a kollektorban fagyálló (fagyálló és víz keverék) folyadék kering, a tárolóban egy fűtőcsőigényes hőcserélő adja át az energiát a tárolóban lévő használati melegvíznek. Fűtési célra csak kétkörös rendszer használható.

4.4. A közvetítő közeg szerint

A folyadék közegű kollektor rendszereknél egykörös esetben a közeg víz, kétkörös rendszernél fagyálló (fagyálló és víz keverék) folyadék.

A levegős közegű, nagyobb belső térfogatú kollektor, ahol a kollektor belsejében felmelegedett levegőt ventilátorral az épület helyiségeibe szállítjuk, és az ottani, belső levegő felmelegítésére használjuk. Üditő érdekesség a magyar piacon az ún. „sörkollektor”, mely sörös dobozokból házilag gyártott kollektorokat jelent, és amelyeket az előbbiek szerint fűtés kiegészítésre használnak.^[9]

4.5. A kollektor fajtája szerint

A legegyszerűbb **tartálykollektor** a házilagosan készített, mindenfajta szabályozás és bonyolultabb kialakítás nélküli fekete, gravitációs tartály, melyet általában kerti zuhanyozó célra használnak. Léteznek gyári készítésű, különböző kialakítású tartálykollektorok is, melyeknek előnye a kedvezőbb ár mellett az egyszerűségük: átfolyós készülék, sem hőcserélő, sem szivattyú nincs benne, áram nem kell hozzá, nem romolhat el.

Ennél bonyolultabb rendszert alkotnak a medencék vizének felmelegítésére használatos **műanyag abszorberek**. Ezek nyomás- és hőállósága korlátozott, az elérni kívánt hőmérséklet nem sokkal haladja meg a környezeti hőmérsékletet. Teljes egészében műanyagból vannak, így lefedés nélkül elhelyezhetők egy alkalmas lapos tetőn, valamint egykörös rendszerben (hőcserélő közbeiktatása nélkül) a medence klórozott vize keringtethető bennük, tárolóra nincs szükség. Csak nyáron használhatóak.

A **koncentráló kollektorok** speciális kialakítású kollektorok, melyek a napsugárzás gyűjtőlencse hatását használják ki. A napfényt homorú tükrökkel, vagy parabolaválúval egy pontban gyűjtik össze. Technológiai célra, elsősorban naperőművekben használják, magas hőmérséklet érhető el vele. Hátránya, hogy csak a direkt sugárzást hasznosítja, valamint a fókuszáláshoz bonyolult követőrendszerre van szükség (rendkívüli költség). „Hétköznapi” alkalmazása nem célravezető.

A **vákuumcsöves** síkkollektorok kettős falú üvegcsőből állnak, amelyekben nagyvákuum van a belső és külső üvegfal között. A belső üvegfalat szelektív abszorberes réteggel vonják be (lásd később). A nagyvákuum megakadályozza a levegő hővesztését, valamint azt, hogy konvekció

(hőátadás) révén hővesztés keletkezzen. A vákuumcsöves kollektorok így hideg, borús időben is képesek működni, növelve ezzel a hőkinyerési képességüket (ezt egyes szakemberek kétségbe vonják). Jelentős hátránya viszont, a hagyományos síkkollektorokhoz képesti, majdnem dupla költsége, valamint rövidebb élettartama.^[10]

Mind HMV készítésre, mind helyiség fűtés kiegészítésre legelterjedtebb a hagyományos **síkkollektoros** rendszer. A síkkollektor lényegében kollektorházból, abszorberből (hőelnyelőből), hőszigetelésből és átlátszó fedőrétegből áll. A beeső napsugárzás áthatol az átlátszó fedőrétegen (többnyire üveg) és ráesik az abszorberre, amely a sugárzás energiáját hővé alakítja. Az abszorber alatt csőigény van, ebben áramlik a hőhordozó folyadék, mely az abszorberből átadott hőmennyiséget elszállítja. A besugárzott napenergiát, mire a közvetítő közeg által elszállított hőenergia lesz belőle, számos veszteség éri: visszaverődés az üveglapról, visszaverődés az abszorberrel, az üveglapon való áthatolás hővesztése, a hátsó- és oldalfalak hővesztése, valamint az abszorber kisugárzása. Ez utóbbi azt jelenti, hogy az abszorber a már elnyelt, hővé alakult energiát visszasugározza. Újabban ún. szelektív abszorbereket alkalmaznak. A szelektivitás azt jelenti, hogy az abszorber réteg jó elnyelő, de kisugárzó képessége kicsi.

A napkollektor fontos minőségi jellemzője a kollektor hatásfoka és annak változását leíró kollektor-jelleggörbe. A kollektor hatásfoka a hőhordozó közeg által átvett hőenergia és a Nap által a kollektorra sugárzott energiamennyiség hányadosa. A kollektor hatásfoka azonban nem rögzített érték, hiszen függ az alkalmazási feltételektől (szélsebesség, hőmérsékletszint...stb.). A kollektor-jelleggörbe a hatásfokváltozást írja le.

A **levegős kollektor** lényegét az előbbiekben már ismertettük. A levegős kollektor előnye az olcsó ár, egyszerű kialakítás, kivitelezés, nincs fagyvesztés, nem kell szivattyú.

5. Napkollektoros rendszerek méretezése, beépítése, működése

Magyarország meteorológiai adatai mellett, csak napkollektorokkal általában nem állítható elő a különböző felhasználási területek egész éves hőigénye. Ezért a napkollektoros rendszerek többnyire párhuzamosan működnek a hagyományos energia-hordozójú hőtermelőkkel. A napkollektoros rendszerek méretezésének célja meghatározni, hogy mekkora az optimális rendszer, és milyen részarányban tudja fedezni az adott feladathoz tartozó hőszükségletet. A napkollektorok által fedezett hőigény és a teljes szükséges hőigény hányadosát **szoláris részarány**nak nevezzük. A napkollektoros rendszerek másik fontos jellemzője a **rendszerhatásfok**, ami nem más, mint a napkollektoros rendszerrel hasznosított és a beérkező napsugárzás aránya. A rendszerhatásfok a kollektor hatásfokának (hasznosítható hőenergia) és a fogyasztói igényhez illesztés hatásfokának (hasznosított

9 Lásd www.sorkollektor.hu <<http://www.sorkollektor.hu>>

10 A vákuumcsöves kollektorokban magasabb hőmérséklet alakulhat ki, mely növeli az elhasználódást, különösen mielőtt a kollektorból nincs hőelvonás.

hőenergia) az együttese. A hasznosítható és a végül hasznosított napenergia függ a szoláris részaránytól és az igényhez illesztett kollektor felület méretezésétől is. Érdekes, hogy az alacsony szoláris részarányú rendszerek magas rendszerhatásfokkal működnek, magas szoláris részarányt viszont általában csak alacsony rendszerhatásfokkal lehet elérni. Az optimális szoláris részarány igen sok tényezőtől függ. Kisebbségi használati-melegvíz készítő rendszereknél, családi házak esetében, nagy valószínűséggel elérhető az 50–70%-os hatásfok. Nagyobb rendszereknél inkább alacsonyabb, 20–50% körüli érték várható. Mindkét esetben a napkollektoros rendszer egész éves hatásfoka, megbízható működése, valamint a beruházási költség megtérülési ideje a fontos.

A jó méretezés lényege tehát a fogyasztói igények felmerülése és a Nap szeszélyes „rendelkezés-re állása” közötti ellentmondás feloldása, ezek összeillesztése a leggazdaságosabb módon. E feladatot célszerű gyakorlott szakemberre bízni.

Néhány alapelv azonban rögzíthető. Először meg kell határozni a fogyasztói igényt, annak egész évre vonatkozó időbeli lefutását. Ezt kell összevetni az egységnyi kollektor felületből kinyerhető, hasznosítható hőenergia éves lefutásával. Ekkor kell az illesztésre vonatkozó döntéseket meghozni. Milyen szoláris részarányt akarok elérni?

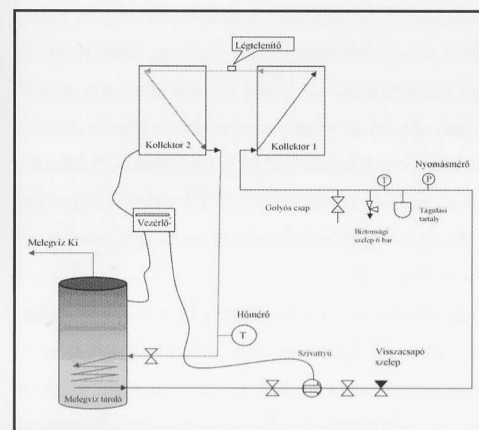
Mekkora kollektor felületet építek be, ahhoz mekkora szolár HMV tárolót választok, vagy fűtési célú felhasználás esetén mekkora puffer tárolót építek be (a szezonális tárolóról nem beszélve)? A napenergia hasznosítás költségének szinte teljes része a beruházási költség, így a gazdaságosság is befolyásolja döntésünket. Az előbbiekből láthattuk, a napsugárzás napi ingadozását követni nem lehetséges, a havi átlagértékből számolt napi sugárzáshoz illeszteni a berendezést azzal a veszéllyel jár, hogy még megfelelő méretű szolár HMV tároló esetén is lehetnek olyan napok, amikor nem lesz megfelelő mennyiségű és hőmérsékletű használati meleg vizünk. Magyarországon tehát a legcélszerűbb hasznosítási mód a kiegészítő energiát is igénybe vevő szoláris HMV készítés. A HMV igény, és annak felmelegítésére szolgáló hőenergia igény egész évben nagyjából azonos (téli egy kicsit több, mivel a felmelegítendő hálózati hidegvíz hidegebb, viszont ugyanolyan hőmérsékletre melegítjük fel; sőt nyáron nem is igényelünk olyan meleg vizet a fürdéshez). Ha a HMV és fűtési igényeket együtt vesszük egész évre, akkor télen lényegesen több az energiaigény, mint nyáron. A napsugárzásból kinyerhető energia viszont nyáron nagyobb, télen kevesebb.

Az illesztésnél elméletileg két szélső eset lehetséges:

- a nyári legtöbb napenergiát biztosító hónap átlagából számolt napi értékhez (figyelembe véve, hogy így az adott hónap bizonyos napjain igen alacsony lesz a szoláris részarány, más napokon viszont túlerőnk lesz, melyet nem tudunk hasznosítani) illesztjük a napi HMV hőenergia igényt, és így választjuk meg a kollektor felületet. Ebben az esetben az év többi részében a szoláris részarány csökken, a „szoláris hiányt” a szolár tárolóba épített kiegészítő energiával biztosítjuk.

- a téli legkevesebb napenergiát biztosító hónap átlagából számolt napi értékhez (itt tudva a hónapon belüli napok közötti jelentős eltérést) illesztjük a napi HMV hőenergia igényt (a fűtési igényhez illeszteni lehetetlen), és így választjuk meg a kollektor felületet. Így a kevésbé hideg téli hónapokban és az átmeneti időszakban a HMV készítésén túl a fűtési igény egy részét is ki tudjuk elégíteni, nyáron viszont nagyon nagy többletünk keletkezik, melynek hasznosítása csak akkor lehetséges, ha nyáron találunk más „nagy” fogyasztót, vagy szezonális tárolót építünk, melynek gazdaságossága megkérdőjelezhető.

Látható, hogy csak HMV készítéshez az első méretezési elv a legcélszerűbb. Ha fűtésben is gondolkodunk, akkor a két szélső eset között találhatunk megoldást, a gazdaságosság figyelembevételével. Egy átlagos családi ház esetében csak HMV készítésre, természetesen a melegvíz-fogyasztástól függően, 2–5 db 2 m²-es síkkollektor és 200–500 literes szolár HMV tároló beépítése szükséges. Az éves szoláris részarány itt 50–70%. Ha fűtési célra is akarunk napenergiát hasznosítani, egy alacsony hővesztésű, átlagos méretű családi házba 5–20 db 2 m²-es síkkollektor, 200–500 literes szolár HMV tároló és 500–3000 literes puffer tároló beépítése szükséges. Az éves szoláris részarány itt 10–60%. A melegvíz-fogyasztás nagyon eltérő lehet. Az egy főre eső becsült melegvíz-igény (40–45°C) 30–60 l/nap zuhanyozás esetén, 120–180 l/nap normál kádban való fürdés esetén, nagy kádban való fürdés esetén elérheti a 250–400 l/nap-ot. Az érték természetesen függ a fürdés gyakoriságától is. A szolár HMV tárolót kb. 2–2,5 napi igényre szokták méretezni.



5. ábra: egy HMV készítésre kialakított napkollektor rendszer elvi, sematikus rajza

Nagy épületeknél a napi melegvíz-igény kialakulásában jelentős szerepe van az egyidejűségnek. Ugyanez vonatkozik a szolár HMV tároló méretezésére is. A szolár HMV tárolónál lényeges szempont, különösen meglévő épületeknél, a tároló helyigénye (lehet, hogy el sem fér akkora, amekkorát szeretnénk). A szolár HMV tároló mérete visszafelé is befolyásolhatja a méretezést. Megnézzük, mekkora fér el, ahhoz milyen kollektor felület illeszthető, és ez a rendszer hogyan elégíti ki az igényeket, mekkora lesz a szoláris részarány.

Az 5. ábrán egy HMV készítésre kialakított napkollektor rendszer elvi, sematikus rajza látható.

Működési elv: A besugárzott napenergiát a kollektor hővé alakítja, amelyet a csővezetékben áramló hőhordozó közeg (víz és fagyálló keverék) a szolár HMV tárolóba szállítja, majd a tárolóban lé-

vő csőkígyó hőcserélőn keresztül az energiát átadja a tárolóban lévő használati melegvíznek. A csőkígyóban lehűlt hőhordozó közeg visszajut a kollektorokba. A kényszeráramoltatást a szivattyú biztosítja. A vezérlő gondoskodik arról, hogy a szivattyú csak akkor keringtessen, ha a napkollektorból hő kinyerésre lehet számítani, azaz a kollektorban lévő közeg hőmérséklete melegebb, mint a tárolóban lévő használati víz. A veszteségek elkerülése érdekében mind a tároló, mind a csővezetékek szigetelve vannak. A hőmérséklet hatására a rendszerben a közeg térfogata változik, ezért táglási tartályra szükség van. A rendszerben a nyomás is megemelkedhet, különösen mikor nincs hőelvétel, a Nap viszont süti a kollektorokat. A kollektorok kialakítása ma már olyan, hogy bírják a nyomásemelkedést. Ha tűző napsütés közben nincs keringés és/vagy hőelvétel a kollektorokban gőzképződés is megindulhat. A táglási tartály kialakítása olyan, hogy a „normális” tágláson túlmenően a kollektorok teljes folyadék töltetét fel tudja venni. Mikor a kollektor lehűl, a gőz lecondenzál és a táglási tartály visszatölti a rendszert. Légteleníteni ilyenkor nem kell. A légtelenítő a rendszer megbontása utáni esetre szolgál. A biztonsági szelep az extrém nyomásemelkedéskor lép működésbe. Célszerű a biztonsági szelepből kiáramló közeget egy edényben felfogni (hiszen fagyállóról van szó), majd visszatölteni. A szivattyú elé szerelt visszacsapó szelep arra az esetre szolgál mikor (pld. éjszaka) a kollektor hidegebb, mint a tároló, és ellenkező irányú gravitációs áramlás indulhat meg. A veszély, hogy a kollektor „kiszippantja” a meleget a tárolóból. Ugyanennek elkerülését szolgálják a tároló belépő és kilépő csőcsatlakozásai előtt a csővezetékekbe épített csőhurkok.

A szolár HMV tárolóban a víz hőmérséklet szerint rétegződik (a tároló ezért mindig álló tartály). A szolár rendszer csőkígyó hőcserélője mindig a tároló legalján helyezkedik el. Az alatta levő tért holtternek nevezzük, hiszen a hőátadásban az ott elhelyezkedő víz nem vesz részt. A kiegészítő energia betáplálás mindig a tartály felső részén van. Ez lehet egy elektromos fűtésű patron, lehet egy kazánról fűtött csőkígyó hőcserélő, de lehet olyan megoldás is, ha van már HMV tárolónk, hogy a szolár HMV tárolót sorba kötjük a meglévő HMV tárolóval. Ekkor hagyományosan kazánnal fűtött HMV tároló belépő oldalán a napenergiával felmelegített víz lép be. Ráfűtés értelemszerűen csak akkor van, ha a szolár tárolóból kilépő víz nem elég meleg. A kiegészítő fűtés által melegíthető térfogatot készenléti térfogatnak nevezzük.

A nagyobb rendszereknél a melegvítárolók kollektoros fűtésére külső, ellenáramú hőcserélőket kell alkalmazni. A külső hőcserélő megfelelő szabályozással, valamint a tárolók fűtési sorrendjének hőmérséklettől és a napenergia erősségétől függő kapcsolása, lehetővé teszi a napenergia maximális hasznosítását. Napkollektoros fűtés esetén általában puffer tárolót kell beépíteni. Kis rendszereknél lehetséges puffer tároló nélküli rendszer is. A szolár fűtési rendszer párhuzamosan működik a hagyományos fűtési rendszerrel. Ha szolár fűtési rendszer is van, számos rendszer-kapcsolás alkalmazható. A napkollektorok általában a tetőn, a tároló az alsó szinten helyezkedik el. A sátoztetős épületeknél a legolcsóbb és legjobb megoldás, ha a kollektorok a tető héjazatába simulnak bele. Ekkor azonban a tető meghatározza a tájolást. Ilyenkor kompromisszumot kell kötni. Vagy bonyolult, költséges és esztétikailag sem

megfelelő állványzattal állítjuk be a helyes tájolást, vagy bizonyos mértékben lemondunk a déli tájolásról, 45° -os beépítésről. A szakirodalom szerint 10-20 %-os eltérés a déli tájolástól és a 30 - 50° -os tartománytól még megköthető kompromisszum. Lapos tetős épületnél a tájolás könnyebb (bár hosszúságú épületnél keresztsíkjával jóval kevesebb kollektor fér el, mint hosszában), állványzatra mindenképpen szükség van. Itt komoly problémát jelenthet a statikai megfelelőség, valamint a tető vízszigetelésének megbontása, későbbi javíthatósága. Lapos tetős nagy épület tetejére nagy szolár tárolót felhelyezni technikailag, statikailag kétséges, az alagsori elhelyezése meglévő épületeknél (de akár újnál is) korlátozott.

A kialakításnál mind családi háznál, mind nagy épületnél ügyelni kell arra, hogy a csővezetékek lehetőleg a szabadba ne menjenek, szigetelni kell őket, és lehetőleg a legrövidebb úton érjék el a tárolót. Magas épületnél ez korlátozottan valósítható meg.

6. A napkollektor gazdaságossága

A napkollektoros rendszer költségét alapvetően a berendezés létesítési költsége határozza meg. Felmerül még a keringtetést biztosító szivattyú villamosenergia-fogyasztása és valamennyi karbantartási költség. Családi házas rendszernél ez nem jelentős, de magas (pld. 10 emeletes) épületű, nagy rendszernek a keringtetés számottevő villamos energia költséget jelent. Innentől kezdve a napenergia ingyen van. A napenergia kivált valamilyen „hagyományos” energiát (földgáz, távhő, villamos energia, szén, fa, biomassza.. stb.), de az előbbieken tisztáztuk: a magyarországi éghajlaton legjobban használható szolár megoldáshoz kiegészítő energiaellátásra szükség van. Meglévő rendszereknél, a hagyományos energiaellátó kapacitás teljesen ki van építve, teljesen új berendezésnél – gondolva a tartós, akár hetekig tartó, esős, borult időre – is célszerű a kiegészítő kapacitást megfelelő rendelkezésre állással kiépíteni. Ebből az következik, hogy az ingyen napenergia a hagyományos ellátásnak csak a tiszta energia költségét takarítja meg, beruházási költséget, teljesítmény lekötési díjat, alapidíjat nem. Ezt az összeget kell szembe állítani a beruházás költségével, figyelembe véve a pénz időértékét¹¹ is. A tiszta energia költség gázellátás esetén a gázdíj, távhő esetén a hődíj, vagy a használati melegvíz felmelegítési díja szorozva azzal az energia mennyiséggel, amit a napkollektor rendszer ténylegesen kiváltott.

Nézzünk egy egyszerű példát. Ha 1 m^2 kollektorral 500 – 600 kWh hagyományos energia takarítható meg, ennek bruttó költsége gázfelhasználás esetén (gázdíj = $3,113 \text{ Ft/MJ} + \text{Áfa}$; hatásfok = 90% ; kiadott energiában számolva $14,94 \text{ Ft/kWh}$) évi $7\,500$ – $9\,000$,-Ft. Ezt az évi megtakarítást kell szembeállítani az egyszeri 130 – 150 eFt -os beruházással (karbantartást, villamosenergia-fogyasztást elhanyagoltuk). A megtérülési idő, ha kamatokat is figyelembe veszünk 15 – 20 év. Látható, hogy a napenergia hasznosítás esetén is komoly jelentősége van annak, hogy milyen mértékű beruházás támogatást lehet szerezni. Itt utalunk a bevezetőben leírt zöldenergia-támogatás kérdésére.

11 A beruházásra induláskor a teljes összeget ki kell fizetni, ekkor olyan kamattal kell számolnunk, mintha ezt a pénzt valahová befektettük volna. Ha hitelt vettünk fel, annak a bank számolja fel a kamatait.