

Napkollektorok alkalmazása a használati melegvíz előállításában

Frank Tibor

főiskolai docens

Óbudai Egyetem

H 1033 Budapest, Bécsi út 96/b (Tel: 36 1 666-5808, email: frank.tibor@kvk.uni-obuda.hu)

Abstract: A tanulmány a napkollektoros rendszerek felépítésével és működésével foglalkozik. Részletezi a napkollektorok felépítését, működési jellemzőit, hatásfokát és típusait. A második a részben a működéshez szükséges kiegészítő berendezések kerülnek tárgyalásra, különös tekintettel a szabályozásra.

1. A Nap, mint energiaforrás

1.1 A napenergia felhasználási lehetőségei

Az emberiség egyre növekvő energiaigényét jelenleg döntő többségében az évmilliók során keletkezett fosszilis energiaforrások (szén, olaj, földgáz) elégetésével elégíti ki. Kibányászásuk és elégetésük nem megújítható folyamat, hiszen a már ma is kimerülőben lévő készletek nem pótolhatók.

A fosszilis energiaforrások eltüzelésekor az égéstermkekkel légkörbe jutó káros anyagok rontják a levegő minőségét, a széndioxid pedig visszatartja a földi kisugárzást, így felmelegedést okozva veszélyezteti a Föld energiaegyensúlyát. A levegő szennyezettsége, a természet pusztulása, az egyre gyakoribb természeti katasztrófák mind figyelmeztető jel: eddigi gátlástalan energiagazdálkodáson változtatni kell.

A megoldás csak a környezetbarát életszéllet lehet, melynek két lényeges eleme az energiatakarékosság és a megújuló energiaforrások fokozottabb alkalmazása. Megújuló energiának azt az energiaforrást nevezzük, melynek felhasználása során a Föld természetes energiaegyensúlya nem változik, visszafordíthatatlanul plusz környezetterhelés nem keletkezik. A megújuló energiaforrások közös jellemzője, hogy létrehozjuk és tápláljuk a Nap kimeríthetetlen sugárzása.

A Napsugárzás hatására különböző természeti jelenségek játszódnak le, pl. szél, eső keletkezik, növényzet alakul ki. Az ezeken a jelenségeken alapuló energiatermelést a napsugárzás közvetett hasznosításának nevezzük.

A napsugárzás energiatarthatama közvetlenül is felhasználható. A közvetlen hasznosítás lehet passzív vagy aktív.

Passzív hasznosításnak azt nevezzük, ha a napsugárzást az épületek szerkezeti kialakításával hasznosítjuk. Megfelelően tájolt, a napsugárzást igény esetén elnyelő és tároló, de a túlzott nyári napsütéstől védett épületekkel az épületgépészeti energiaigény jelentősen csökkenthető.

Aktív hasznosításnak nevezzük, ha a napsugárzást erre a célra gyártott berendezésekkel hasznosítjuk. Ezek lehetnek napelemek vagy napkollektorok.

A **napelemek** olyan félvezető anyagból készülnek, melyekben napsugárzás hatására töltésszétválasztás történik, így egyenáram keletkezik.

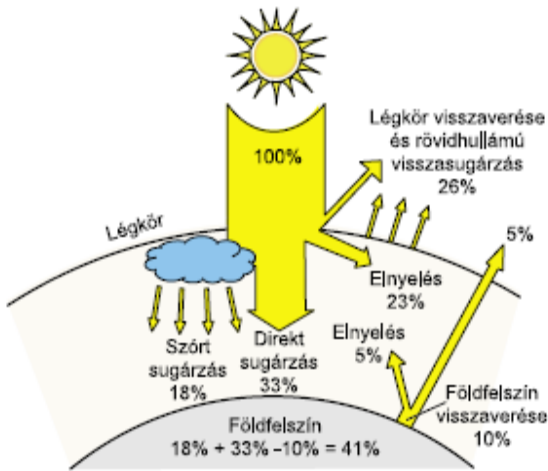
A **napkollektorok** a napsugárzást elnyelik és hővé alakítják. Az így keletkezett hőenergia melegvíz készítésre, épületek fűtésére vagy medencék vizének fűtésére használható.

1.2 A napsugárzás mennyiségi jellemzői

A Föld legfontosabb energiaforrása a Nap. A napsugárzásnak köszönhető a földfelszín és a levegő fölmelegítése, így a -270°C hőmérsékletű világűrben keringő Föld közepes hőmérséklete eléri a $+17^{\circ}\text{C}$ -ot, lehetővé téve ezzel a magasabb rendű élet kialakulását és fenntartását.

A Nap teljes tömegében gáznemű, döntő többségében plazma állapotban lévő hidrogénből álló gáztömb. Belsejében magfúzió, vagyis termonukleáris hőtermelés zajlik, melynek során hidrogén egyesül héliummá.

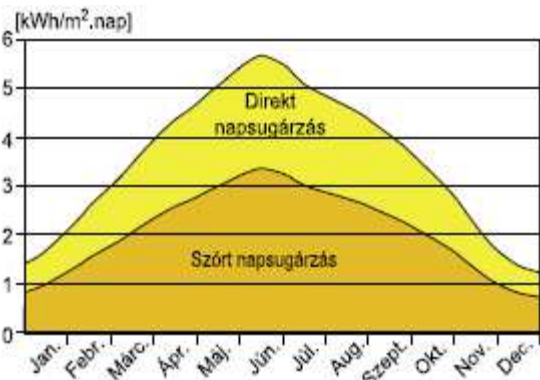
A Nap földről látható korongja a gömb alakú naptest, ennek külső felülete az ún. fotoszféra. A fotoszféra hőmérséklete megközelítőleg 6000 K . A magas hőmérséklet következtében a Nap a hideg világűr felé rövid hullámhosszú elektromágneses (fény-) sugárzást bocsát ki. A sugárzás formájában érkező teljesítmény több ezerszeresen meghaladja az emberiség jelenlegi energiaigényét. A Föld légkörének külső határára érkező napsugárzásnak csak egy része éri el a földfelszínt. Az évi átlagos, globális mérleg szerint a sugárzás 23%-át a légköri gázok és vendéganyagok elnyelik és hővé alakítják, 26%-a pedig visszaverődés és szórt sugárzás formájában a világűrbe visszasugárzódik. A földfelszínt így a sugárzás 51%-a éri el: 33% mint közvetlen rövidhullámú sugárzás, 18% mint diffúz égsugárzás. A földfelszín a sugárzás 10%-át visszaveri, melyből 5% a légkörben elnyelődik, 5% pedig a világűrbe távozik.



A Föld sugárzási háztartása átlagértékben állandóan kiegyenlített. A Föld egyes pontjain azonban a napsugárzás értéke időben változó. Magyarország földrajzi szélességén a napsugárzás az év folyamán erősen ingadozik. Ennek oka egyrészt a Nap - Föld geometriai viszonyaiban, másrészt az időjárástól függő felhősödésben rejlik.

A Föld a Nap körül Kepler törvényei szerint olyan ellipszis alakú pályán kering, melynek egyik gyújtópontjában a Nap áll. A Föld forgástengelye 23,5°-os szöget zár be a Nap körüli keringés tengelyével. Ez a ferdeség okozza azt, hogy a nappalok hossza, vagyis a napsütés elméleti időtartama változó. De nemcsak a napsütés időtartama, hanem a napsugarak beesési szöge és ezzel a Föld felületegységére eső energiabevitel is változó. Kis beesési szög mellett (alacsony napmagasság) a napsugár útja hosszabb a légkörön keresztül, ezáltal nagyobb a sugarak energiavesztesége. Derült időjárás, felhőtlen égbolt esetén a napsugárzást csak a légkör gyengíti. A döntően nitrogénből (~78 térfogat %) és oxigénből (~21 térfogat %) álló légkör a napsugárzás teljes hullámhossztartományában közel egyenletes gyengülést okoz.

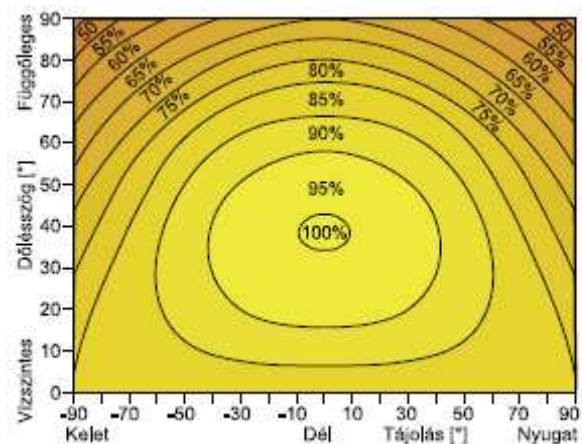
Magyarország az északi mérsékelt övben, az északi szélesség 45,8° és 48,6° között található. A napsütéses órák száma megközelítőleg évi 2100 óra, a vízszintes felületre érkező napsugárzás hőmennyisége ~1300 kWh/m² év. A napsugárzás csúcserőteke nyáron, a déli órákban, derült, tiszta égbolt esetén eléri, esetenként meghaladja az 1000 W/m² értéket.



A Naptól kisugárzott energia közvetlen (direkt) és szórt (diffúz) sugárzás formájában érkezik a földfelszínre. A közvetlen sugárzás egyenes vonalú pályán érkezik a Naptól és minden fényre jellemző tulajdonsággal bír. A szórt, határozott irány nélküli sugárzást a légkör részecskéin és a felhőzeten végbemenő szóródás okozza. A közvetlen és a szórt sugárzás összegét teljes (globális) sugárzásnak nevezzük.



Magyarországon a szórt sugárzás részaránya jelentős, meghaladja az 50%-ot. Az egyes területek között a napsugárzás szempontjából nincsenek jelentős eltérések. A legnaposabb rész az ország középső, déli része, legkevesebb a napsütés az északi és nyugati részen. Az eltérés az egyes országrészek között 10% alatti.



A hasznosítható napsugárzás mennyiségét természetesen befolyásolja a hasznosító berendezés dőlésszöge és tájolása. Magyarországon a legtöbb napsütés - megközelítőleg évi 1450 kWh/m² - déli tájolású és 40-42°-os dőlésszögű felületre érkezik. Az alábbi ábrán látható, hogy a hasznosítható napsugárzás hogyan csökken az optimális elhelyezéstől való eltérés függvényében. Jelentős csökkenés csak függőleges dőlés, valamint keleti vagy nyugati tájolás közelében tapasztalható. Az optimális dőlésszöget és tájólást az elnyelőfelület sugárzásjövendelmén kívül befolyásolják a napenergia-hasznosító berendezés üzemi körülményei is. Felmerülhet az a kérdés is, hogy célszerű-e a nap irányába forgatni az elnyelőlemezt. Mivel a napsugárzás jelentős része határozott irány nélküli szórt sugárzás, ezért a napkövetéssel elérhető teljesítménynövekedés általában nem áll

arányban a forgatás miatti bonyolultság- és költségnövekedéssel.

2. A napkollektoros rendszerek általános felépítése

Magyarország éghajlati adottságai mellett aktív napenergia-hasznosítás céljára többnyire folyadék munkaközegű napkollektorokat alkalmaznak. Az ilyen napkollektoros hőtermelő berendezések általában az alábbi fő részekből állnak:

- **Napkollektorok**, melyek elnyelik, hővé alakítják és a folyadék munkaközegnek átadják a napsugárzás energiáját.
- **Tárolók**, melyek a napkollektorokkal termelt hőt melegvíz formájában tárolják.
- **Működtető, szabályozó, biztonsági és ellenőrző szerelvények**. Ide tartozik ill. tartoznak a keringető szivattyú, az automatika, a tágulási tartály, a biztonsági szelep, a nyomás- és hőmérők, a szabályozó és váltószelepek, valamint az egyéb szerelvények.
- **Csővezeték rendszer**, mely a kollektorokat köti össze a tárolóval.

A napkollektoros rendszerek a kollektorokban felmelegedő folyadék szerint lehetnek egy- vagy kétkörösek.

Egykörös rendszer esetén a kollektorokban közvetlenül a felmelegítendő használati víz kering. Az ilyen rendszer előnye az egyszerűség, hátránya a fagymentes időszakra korlátozott alkalmazhatóság, valamint a kollektorokban a vízkövesedés, lerakódás és forrás veszélye.

Kétkörös rendszer esetén a kollektor kör külön zárt kör, melyet megfelelő minőségű fagyálló hőátadó folyadékkal kell feltölteni. Ekkor a kollektorokban felmelegedett fagyálló folyadék hőcserélőn keresztül fűti fel a tárolóban lévő vizet. Kétkörös rendszerek egész évben, tehát télen is biztonságosan használhatók. A kétkörös rendszerek előnye a nagyobb éves energiahozam, a megbízható, a kollektorok vízkövesedését kiküszöbölő üzem, míg hátrányuk a hőcserélő miatti nagyobb beruházási költség, és a bonyolultabb fel-, és utántöltés. A munkaközeg szállítása szerint a napkollektoros rendszerek lehetnek gravitációs vagy szivattyús keringetésűek.

Gravitációs keringetés esetén a tárolótartály a kollektorok fölött helyezkedik el és a folyadék munkaközeg keringése a kollektorban felmelegedett folyadék fajsúlycsökkenése miatt következik be. Az ilyen rendszerek előnye az egyszerűség, a keringető szivattyú és automatika elmaradása, hátránya a tároló helyének kötöttsége. Gravitációs rendszereknél a keringést biztosító nyomáskülönbség viszonylag kicsi, ezért csak kis áramlási ellenállású kollektorokat és tárolókat lehet alkalmazni. Kétkörös, fagyállóval töltött gravitációs rendszereknél gyakran fűtőköpenyes bojliereket alkalmaznak.

Szivattyús keringetésű rendszerek esetén a hőátadó folyadékot szivattyú áramoltatja. A szivattyús rendszerek előnye, hogy a tároló bárhol elhelyezhető, kiterjedt rendszer építhető, melyben nem kell kis áramlási ellenállású elemeket használni és a szivattyú ki- és bekapcsolásával, esetleg a fordulatszám változtatásával jól szabályozható üzem va-

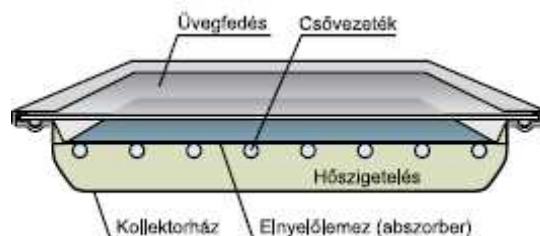
lósítható meg. Hátrányuk a nagyobb beruházási és üzemköltség.

A folyadék munkaközegű kollektorokon kívül léteznek levegő munkaközegű, ún. **levegős kollektorok** is. Ezek többnyire nagy felületű abszorberrel készülnek és gravitációsan vagy ventilátorral levegőt keringtetnek rajtuk keresztül. Levegős kollektorokat általában épületek fűtésére vagy a mezőgazdaságban termények szárítására, aszalására használnak.

3. Napkollektorok

3.1 A napkollektorok felépítése

A napsugárzást a különböző tárgyak anyaguktól, kialakításuktól függő részarányban visszaverik, elnyelik vagy átengedik. Hő akkor keletkezik, ha a napsugárzást az anyag elnyeli. Ezért a napkollektoros hőhasznosító berendezések célja a napsugárzás minél nagyobb részarányú elnyelése. Azt a berendezést, ami a napsugárzást elnyeli és hővé alakítja, napkollektornak (napenergia-gyűjtőnek) nevezzük. A napkollektor általában egy elől üvegezett, hátul hőszigetelt lapos dobozban elhelyezett csőjártos fekete lemez. A kollektorok dobozszerkezetének feladata az abszorber, a lefedés és a hőszigetelés zárt egységben tartása, a kollektor lezárása, a nedvesség bejutásának megakadályozása. A kollektorházak általában alumínium lemezből készülnek. Fontos, hogy az üveg fedőlap tömítése ellenálljon az időjárási hatásoknak. A kollektorok üvegfedésének feladata, hogy átengedje a napsugárzást, ugyanakkor hőszigetelő képességével csökkentse az abszorberlemez konvektív hővesztését. Általában nagy tisztaságú, alacsony vastartalmú, 4 mm vastag edzett üveget alkalmaznak. Az üveg edzettsége biztosítja, hogy szállítás és felszerelés közben nem törik el és ellenáll az erősebb jégverésnek is.



Gyakran a napkollektorgyártók a kollektorok lefedésére ún. antireflexiós szolárüveget alkalmaznak. Ennek az üvegnek a külső felületén apró barázdák találhatók, ezért - főleg a ferdén érkező - napsugárzást kevésbé veri vissza, mint a sima felületű üveg. Hátránya viszont, hogy a barázdákban könnyebben megül a por és az egyéb szennyeződések. Ezért az antireflexiós és a sima üveggel készült kollektorok hatásfoka között nem lehet kimutatni különbséget.

Egyes kollektorgyártók az antireflexiós üveget alkalmaznak, de a recés felületét befelé fordítják. Így az üveg elveszíti eredeti antireflexiós funkcióját, viszont jótékonyan eltakarja a kollektorok belső kialakítását. Az antireflexiós üveg befelé fordítva ezért csak esztétikai értékkel szolgál.

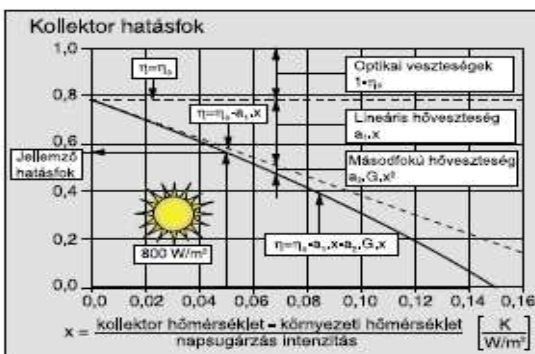
A napkollektorok hőszigetelése általában ásványgyapot lemez. Az ásványgyapot ellenáll a kollektorokban üresjá-

ratkor fellépő magas hőmérsékletnek, nem öregszik, élettartama nagy.

A napkollektorok belső csővezetése általában vörösrézcsőből készül. A csővezetést hozzá kell erősíteni az elnyelőlemezhez úgy, hogy a hőátadási tényező az elnyelőlemez és a csővezeték között minél jobb legyen. A csővezeték kialakítása lehet csőkígyós vagy párhuzamos, osztó-gyűjtős.

3.2 A napkollektorok hatásfoka

A napkollektorok a felületükre érkező napsugárzásnak csak egy részét alakítják át hasznos hőenergiává. Hasznosított hőenergiának azt nevezzük, amit a hőhordozó közeggel elvezetünk a kollektorból. A hasznosított hőenergia és a kollektorfelületre érkező napsugárzás hányadosa határozza meg a napkollektorok hatásfokát.



3.3 A napkollektorok főbb típusai

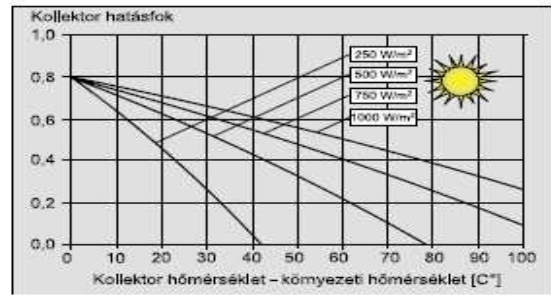
Kereskedelmi forgalomban az alábbi napkollektor típusok kaphatók:

- Szelektív síkkollektor
- Vákuumcsöves szelektív kollektor
- Vákuumos szelektív síkkollektor
- Nem szelektív síkkollektor
- Lefedés nélküli, nem szelektív síkkollektor

Szelektív síkkollektornak az előzőekben ismertetett, szelektív bevonatú abszorberrel, általában egyszeres üvegfedéssel készült kollektorokat nevezzük. Ma az egész világon az eladott napkollektorok döntő többsége (több mint 90%-a) szelektív síkkollektor.

A szelektív síkkollektorok hővesztésének jelentős részét a kollektorházban lévő levegő konvektív hőátadása okozza. Ez a veszteség megszüntethető, ha a kollektorok elnyelőlemezét olyan térbe helyezik, melyből a levegőt kiszívattúzzák, vákuumot hoznak létre. Ekkor az általában alkalmazott közetgyapot hőszigetelés elmarad, a hőszigetelés maga a vákuum. Vákuummal lényegesen jobb hőszigetelés érhető el, mint a hagyományos szigetelőanyagokkal.

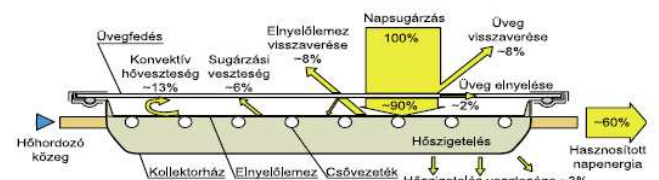
Vákuumcsöves kollektorok. A vákuumos kollektorok legerjedtebb típusa az ún. vákuumcsöves kollektor. Ezeknél a kollektoroknál az elnyelőlemez üvegcsőbe helyezik, melyből a gyártás során kiszívják a levegőt. Újabbban terjednek az olyan vákuumcsöves kollektorok, me-



A kollektorok veszteségei optikai és hővesztésekre oszthatók.

Az optikai veszteségek az üvegfelület visszaverése és elnyelése, valamint az abszorberfelület visszaverése. Az optikai veszteségek nem függenek a kollektorok hőmérsékletétől.

A hővesztések a napsugárzás hatására felmelegedett abszorberlemez sugárzás, konvekció és hőátadás útján létrejövő veszteségei. Ezek a veszteségek erősen függenek a kollektor és a környezeti levegő hőmérsékletkülönbségétől.



lyeknél az abszorbert a háztartási termoszkokhoz hasonló, de átlátszó, kettős falú zsákcsőbe helyezik. Maga a vákuumcsöves napkollektor mindkét esetben több, egymás mellé helyezett vákuumcsőből áll. A vákuumcsöves kollektorok előnye a jó hőszigetelés, de hátrányuk az, hogy a görbe üvegfelületnek a síkkollektorokhoz képest nagyobb a reflexiója, az érkező napsugárzás nagyobb részét veri vissza. Ezért a vákuumcsöves kollektoroknak alacsonyabb az optikai hatásfoka.

A **vákuumos síkkollektor** egyesíti a vákuumcsöves kollektorok alacsony hővesztését és a síkkollektorok magas optikai hatásfokát. Szerkezeti kialakítása hasonló a szelektív síkkollektorokhoz, de a kollektorház légmentesen zárt, és az üveg fedőlap behorpadás ellen távtartó tüskékkel van alátámasztva. A vákuumos síkkollektorokban a vákuumot a kollektorok felszerelése után, a helyszínen hozzák létre. A kollektorok házában csatlakozó csomók találhatóak, melyeken keresztül vákuumszivattyúval kiszívható a levegő.

A **nem szelektív síkkollektor** általában egyszeres üveg vagy polikarbonát lemezfedésű, nem szelektív elnyelőlemezzel rendelkező kollektor. Ilyen kollektort elsősorban az ún. "csináld magad" napkollektor építő műhelyekben készítenek. Ezeknek a kollektoroknak a szelektív kollektorokhoz képest alacsonyabb az optikai hatásfokuk, az elnyelőlemez kisugárzása miatt nagyobb a hővesztésük.

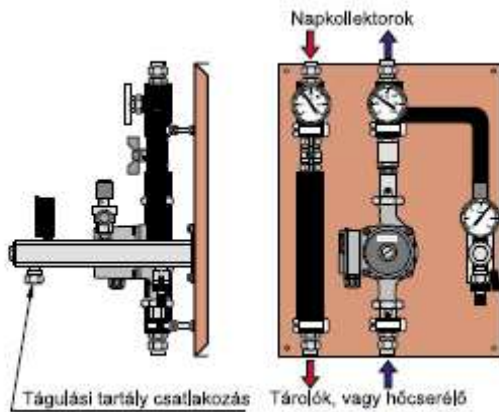
Lefedés nélküli, nem szelektív síkkollektorok. Ezek a kollektorok általában az UV sugárzásnak ellenálló, fekete színű, műanyag vagy gumi anyagú csőjártatos lemezből ké-

szülnek. A gumi anyagúakat szokás szolárszőnyegnek is nevezni. Ezeknél a kollektoroknál nem alkalmaznak dobozást és lefedést. A lefedés hiánya miatt nincs reflexióvesztés sem, ezért ezeknek a kollektoroknak a legmagasabb az optikai hatásfoka. Ugyanakkor a hőszigetelt doboz elmaradása miatt a kollektor és a környezet közötti hőmérsékletkülönbség növekedésével meredeken csökken a hatásfokuk, mivel nő a hővesztésük.

4. Napkollektoros rendszerek egyéb berendezései

4.1 Szoláris egység

A szoláris szerelési egység olyan előregyártott, kompakt egység, mely tartalmazza a napkollektoros rendszerek működtetéséhez szükséges berendezések, szerelvények többségét. Alkalmazásával a szoláris kör szerelése lényegesen egyszerűbbé válik és biztosított a szakszerű működtetés. A szoláris szerelési egységek a beépített keringető szivattyú típusától és a csatlakozási mérettől függően több változatban készülnek.



4.2 Tágulási tartály

Napkollektoros rendszerekben a tágulási tartály feladata, hogy az üzemszerűen előforduló hőmérsékletváltozások között lehetővé tegye a fagyálló hőhordozó közeg térfogatváltozását. Erre a célra zárt, gumimembrános tágulási tartályokat kell használni. Az ilyen tartályok térfogata rugalmas gumimembránnal ketté van választva, a membrán egyik oldalán a hőhordozó közeg, a másik oldalán gáz, általában levegő van. A tartály működési elve a levegő összenyomhatóságán alapul. Ha a kollektoros rendszerben megnő a hőmérséklet, a hőhordozó közeg kitágul, és a membránon keresztül összenyomja a tartályban lévő levegőt úgy, hogy a rendszer nyomása csak kis mértékben emelkedik. A tágulási tartályt akkorára kell választani, hogy az ilyenkor megemelkedő nyomás ne haladja meg a rendszer megengedett maximális nyomását.

A tágulási tartály helyes kiválasztása és beállítása elengedhetetlen feltétele a napkollektoros rendszer zavartalan üzemének. A tágulási tartály levegőoldalának előnyomását a rendszer feltöltése előtt be kell állítani. Az előnyomás helyes értéke a rendszer hideg állapotban tervezett nyomásának 90%-a. Ekkor feltöltés után, hideg rendszer esetén a tartályban 10% folyadék van, ami elegendő az esetleges légtelenítési és szivárgási veszteségek pótlására.



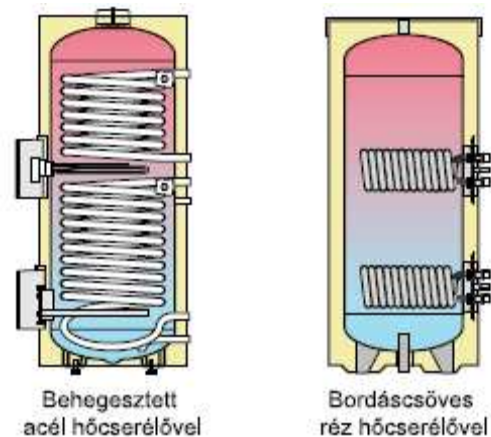
4.3 Melegvíz tárolók

A használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszerek egyik legfontosabb eleme a melegvíz tárolótartály, közismert nevén a bojler. A napkollektoros rendszerek optimális működése nagymértékben a tároló típusának, ürtartalmának helyes kiválasztásától függ.

Tárolót azért kell alkalmazni, mert a napsütés időtartama általában nem esik egybe a melegvízfogyasztás idejével. A napkollektorok csak napközben működnek, akkor is az időjárás szeszélyeitől függően, míg nagyobb melegvízfogyasztás pl. családi házakban általában este és reggel van. Ezért a napsütés idején kollektorokkal hasznosított energiát melegvíz formájában tárolni kell a fogyasztás idejére. A kollektorok a napenergiát csak átalakítják, nem tárolják, ürtartalmuk szándékosan kicsi. A tárolást belső, temperált térben elhelyezett, hőszigetelt tárolótartályban kell megvalósítani. A használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszerekben használatos tárolók két lényeges jellemzőben térnek el az épületgépészetben általánosan használatos tárolóktól:

- Nagyobb ürtartalmú, általában lábon álló, karcsú, magas tartályok
- Egy vagy több belső hőcserélőt, esetleg elektromos fűtőpatront tartalmaznak, így több, különböző energiaforrással üzemelő hőtermelővel is fűthetők

A belső hőcserélős tárolókat szokás ún. indirekt fűtésű tárolónak is nevezni. Az indirekt jelző azt jelenti, hogy a hőtermelő berendezés (pl. kazán, napkollektor) a tárolón kívül helyezkedik el és a tárolót a hőtermelőben felmelegített folyadék a belső hőcserélőben, csőkígyóban keringtetve fűti fel.



A tároló hőcserélő lehet fixen beheszeztett acél csőkígyó vagy karimán keresztül beépíthető sima ill. bordáscsöves réz csőkígyó. Fontos, hogy a napkollektorok hőcserélője alul, míg a hagyományos hőtermelő hőcserélője felül he-

lyezkedjen el. Így lehetővé válik, hogy - a hideg és a melegvíz sűrűségének különbsége folytán kialakuló rétegződés miatt - a hagyományos hőtermelő csak az elvételhez közeli, felső tárolótérfogatot melegítse fel. A napkollektorok csak megfelelően nagy felületű belső hőcserélőn keresztül tudják jó hatásfokkal fűteni a tárolót. Kis hőcserélőfelület esetén a kollektorok hőmérséklete megemelkedik, hatásfokuk romlik.

A melegvíz-tárolók tartályteste általában acéllemezről, hegesztett kivitelben készül. A normál szénacélból készült tárolók belső felületét valamilyen felületvédő bevonattal látják el. Ez általában zománc, amit vákuumtérben, folyékony állapotban visznek fel a tartály felületére, és magas hőmérsékleten ráégetnek. Léteznek egyéb, szintetikus bevonatok is, melyeket por alakban visznek fel, és szintén ráégetéssel stabilizálnak.

A felületvédő bevonatok a korróziótól védik a tartálytestet. Tökéletes bevonat azonban nem létezik, abban kisebb hibák, hajszállrepedések mindig előfordulnak. A hibák helyén korrózió alakul ki, ennek megakadályozására a tárolókba ún. aktív anódot építenek be. Ez többnyire magnézium anyagú rúdanód. Az anód úgy akadályozza meg a korróziót, hogy az acél tartálytest helyett ő maga korrodál, így előbb-utóbb elfogy. Ezért nagyon fontos az anód időszakos ellenőrzése, szükség esetén cseréje. A tartályok kilyukadását az esetek többségében az anód hiánya okozza.

Magnézium anód helyett a bojler felületvédelmére használható ún. idegenáramú anód is. Ez a magnézium anóddal ellentétben nem fogy el, cserélni nem kell. Az idegenáramú anód egy vékony, pálcaszerű anódból és egy tápegységből áll, melyet az elektromos hálózathoz kell csatlakoztatni. A tápegységen általában zöld LED jelzi a helyes üzemet, piros LED pedig az üzemzavart.

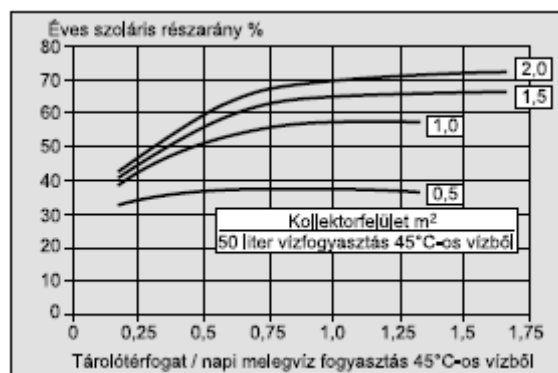
Melegvíz-tárolókat készítenek rozsdamentes acélból is. Ezek a tárolók felületvédelmet, anódos védelmet nem igényelnek. A rozsdamentes tárolók élettartama hosszú, különösebb karbantartást nem igényelnek, hátrányuk, hogy áruk lényegesen magasabb a szénacél tárolók áránál.

Az alkalmazott melegvíz-tárolóknak megfelelő hőszigeteléssel kell rendelkezniük. Kisebb tárolók esetében (500 literig) a hőszigetelés általában a közvetlenül a tartálytestre habosított kemény PU hab. Nagyobb tárolóknál a hőszigetelés általában külön szállított, a tartálytestre cipzárral rögzíthető rugalmas szivacslemez. A hőszigetelés külső burkolata kemény hab esetén lehet festett acéllemez vagy „cipzározható” műanyag, rugalmas hab esetén minden esetben műanyag, műbőr vagy vászonszerű anyag. A tárolók hőszigetelésének minimális vastagsága 5 cm, de lehetőség szerint célszerű ennél vastagabb szigetelésű tárolót választani. A tartálygyártók a hőszigetelés jellemzésére az ún. készenléti veszteséget adják meg. Ez kWh-ban adja meg a tároló 24 órás hőveszteségét, általában 60°C-os víz-hőmérséklet és 20°C-os külső hőmérséklet esetén.

A melegvíz-tárolók hőveszteségének nagyobb részét sokszor nem a tartálytest vékony hőszigetelése, hanem a csatlakozó csonkok és csővezetékek nem megfelelő hőszigetelése okozza. A napkollektoros rendszerekben alkalmazott

tárolókon igen sok csonk található, ezek hővesztesége jelentős lehet. Ügyelni kell a csatlakozó csővezetékek nyomvonalára és hőszigetelésére is. A melegvíz - kisebb sűrűsége miatt - felfelé törekszik, ezért a tárolóból felfelé irányuló csővezetékek szabad utat biztosítanak a csővezetékben belüli gravitációs áramlásnak. Természetesen a csővezetéseket teljes terjedelemben hőszigetelni kell.

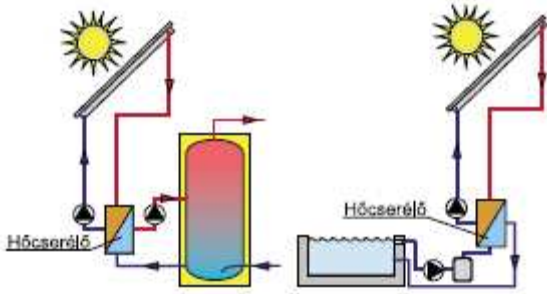
A napkollektoros rendszerekben alkalmazott melegvíz-tárolók optimális térfogatát elsősorban a napi melegvíz fogyasztás mennyisége határozza meg. A napenergia-hasznosító rendszer akkor működik megfelelően, ha napsütés esetén a kollektorokkal napközben megtermelt és a bojlerben eltárolt melegvíz elegendő a következő napi napsütés időszakig. Csak így lehet elérni azt, hogy nyáron a kollektorok közel 100%-ban előállítsák a melegvíz szükségletet, a hagyományos hőtermelő csak borultabb napokon kapcsoljon be. A tároló optimális méretét befolyásolja még a kollektorfelület nagysága és a melegvíz fogyasztás jellege. Az alábbi ábrán az elérhető éves szoláris részarány látható a tárolótérfogat és a fogyasztás, valamint a kollektorfelület és a fogyasztás arányának függvényében. Ha a fogyasztást 45°C-os vízből vesszük figyelembe, akkor az optimális tárolóméret a napi fogyasztás 75-100%-a körül van. Ennél nagyobb tároló alkalmazása esetén a szoláris részarány már nem növekszik számottevően.



4.4 Külső hőcserélők

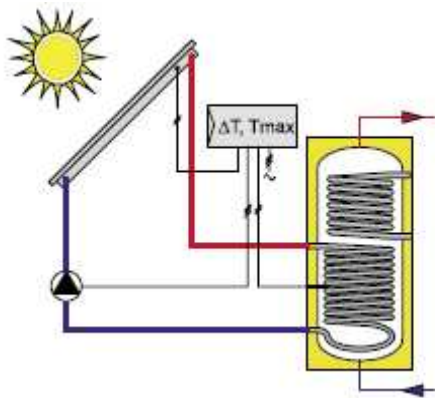
Egyszerűbb használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszerekben általában beépített, belső hőcserélős tárolókat alkalmaznak. A kollektorfelület meghatározza azt, hogy a belső hőcserélőnek mekkora felületűnek kell lennie. A tárolókba beépíthető hőcserélő nagysága azonban korlátozott. Nagyobb napkollektorfelület esetén általában már nem elegendő a tárolóba beépíthető hőcserélő, ilyenkor külső hőcserélőket kell alkalmazni. Külső hőcserélőt kell alkalmazni nagyobb puffertárolók vagy medencék fűtése esetén is.

Külső hőcserélős napkollektoros rendszerekben nemcsak a kollektor körüli fagyálló folyadékot, hanem a fűtött közeget is szivattyúval kell a hőcserélőn keresztül keringtetni. A mindkét körü kényszeráramlás, valamint a korlátlanul választható hőcserélőnagyság és típus miatt a külső hőcserélős rendszereknél optimális, jól szabályozható hőcsere valószínűsíthető meg.



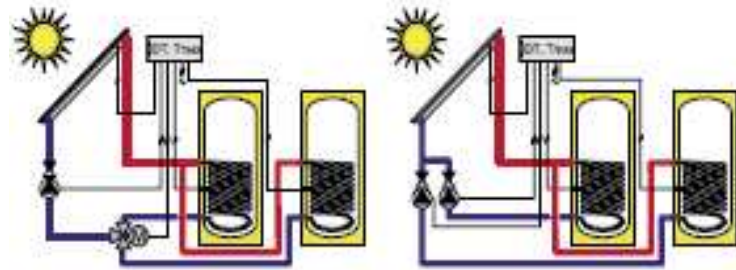
4.5 Napkollektoros rendszerek szabályozása

A napkollektoros rendszerekben alkalmazott szabályozók feladata, hogy csak akkor indítsák el a kollektoros fűtést, ha a kollektorok hőmérséklete magasabb a fűteni kívánt közeg hőmérsékleténél. Ezért a legegyszerűbb szabályozó egy hőmérsékletkülönbség kapcsoló, mely egy-egy érzékelővel méri a kollektorok és a fűtött tároló hőmérsékletét. A szabályozón beállított hőmérsékletkülönbség elérése esetén a szabályozóban lévő relé meghúzó, ez elindítja a kollektor körüli keringető szivattyút. A bekapcsolási hőmérséklet-különbség általában $5-20^{\circ}\text{C}$. Ezen kívül a szabályozón általában beállítható a tárolók maximális hőmérséklete is. Ha a kollektorok felfűtötték a tárolót a beállított maximális hőmérsékletre, akkor a szabályozó kikapcsolja a kollektor körüli szivattyút akkor is, ha a bekapcsoláshoz szükséges hőmérsékletkülönbség továbbra is fennáll.



Bonyolultabb, többtárolós napkollektoros rendszerek működését irányító szabályozók a kollektorok mellett valamennyi fűtött tároló hőmérsékletét mérik és tárolónként - az egytárolós automatika működésével megegyezően - vizsgálják az adott tároló fűtésének bekapcsolási feltételeit. A tárolók kollektoros fűtése előnykapcsolás alapján történik. Általában a magasabb hőmérsékletű tároló fűtése van előnykapcsolás szerint előrébb rangsorolva (pl. első helyen a melegvíz tároló, második helyen a fűtési

puffertároló, harmadik helyen a medence). Többtárolós rendszerek esetén a szabályozó a kollektor körüli szivattyún kívül a körök közötti átváltást végző motoros váltószelepeket vagy a tárolóköronként külön-külön beépített szivattyúkat is vezérli.



A napkollektoros rendszerekben alkalmazható szabályozóknak minőség, szabályozási tulajdonságok és ár szempontjából több változata létezik.

- Analóg szabályozók. Ezeket egyszerűbb, főleg használati-melegvíz készítő vagy medencefűtő rendszereknél alkalmazzák. Az analóg szabályozók tárolónként egy relé kimenettel rendelkeznek, melyekkel szivattyúkat vagy váltószelepeket lehet kapcsolni.

- Mikroprocesszoros szabályozók. Ezeknél a szabályozóknál a processzor összetettebb szabályozási algoritmusok megvalósítását teszi lehetővé. Ilyen lehet például többtárolós rendszereknél az előnykapcsolás szerint hátrább sorolt tároló fűtése esetén a kollektor körüli szivattyú időszakonkénti rövid idejű kikapcsolása, mely lehetővé teszi a kollektorok felmelegedését és így az előrébb sorolt tároló fűtését. A mikroprocesszoros szabályozók többnyire alkalmasak a szivattyúk hőmérsékletkülönbség függvényében történő fordulatszám szabályozására is, így gyengébb napsütés esetén alacsonyabb, erősebb napsütés esetén magasabb szivattyú fordulatszám valósítható meg.

- Mikroprocesszoros, szabadon programozható szabályozók. Ezek a szabályozók a napkollektoros rendszer mellett az egész épületgépészeti rendszer egyedi, integrált szabályozására alkalmasak.

Mikroprocesszoros szabályozókhoz általában hozzákapszolhatók hőmennyiségmérők, mérés-adatgyűjtők vagy napsugárzásérzékelők is, melyek segítségével a napkollektoros rendszer üzeme figyelemmel kísérhető, regisztrálható.

Felhasznált irodalom: www.naplopo.hu