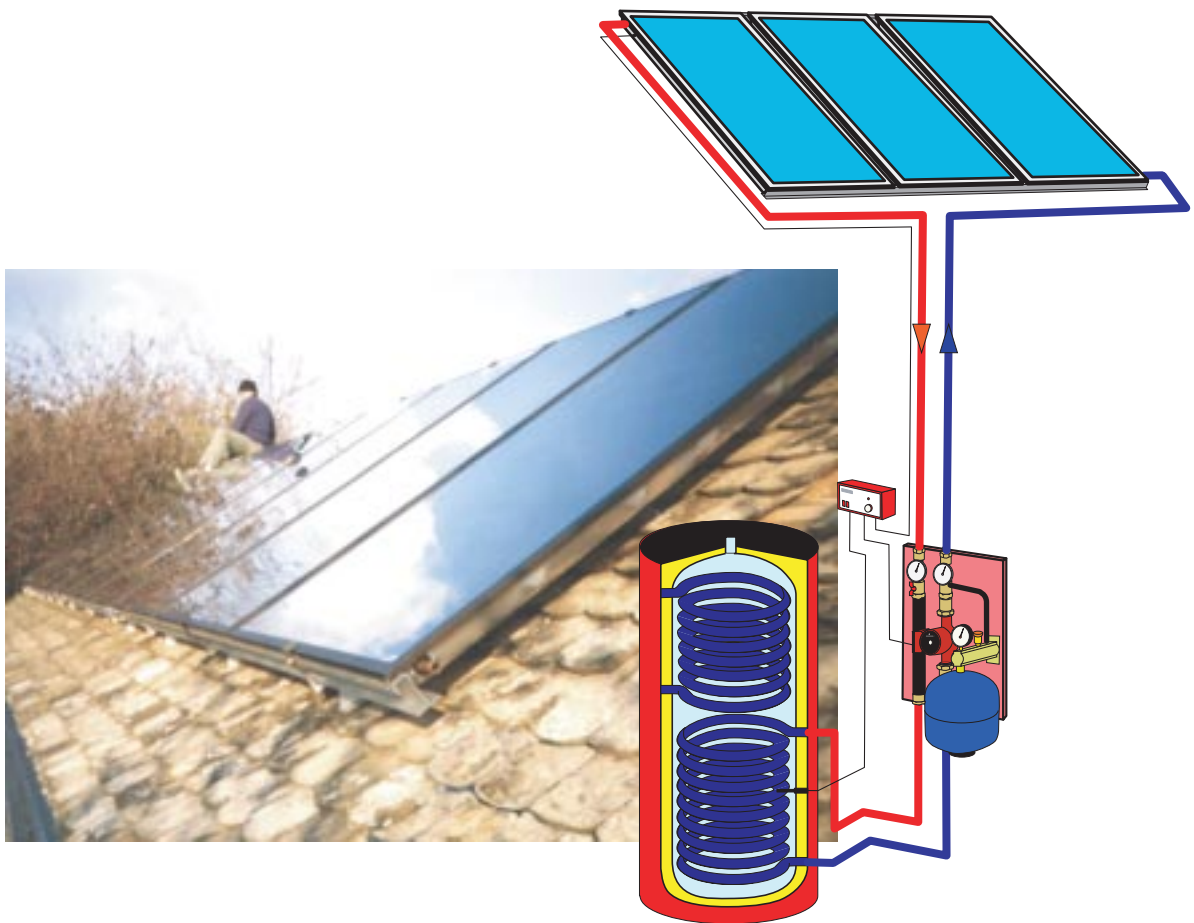


Napenergia-hasznosítás

Tervezési segédlet



Napenergia-hasznosítás tervezési segédlet

Kiadó: Naplopó Kft
1138 Budapest, Jakab József u. 17.
Tel.: 237-0433, Tel./Fax: 359-7781
e-mail: naplopo@matavnet.hu
<http://www.naplopo.hu>

Minden jog fenntartva! Jelen kiadványt vagy annak részeit a Naplopó Kft. előzetes engedélye nélkül bármilyen formában vagy eszközzel reprodukálni, felhasználni tilos.

Kérjük tervezési segédletünkkel kapcsolatos észrevételeit juttassa el hozzánk.



Naplopó Kft.
2001.

Tartalomjegyzék

1. Energiaforrásunk a Nap	4.
1.1. A napenergia felhasználásának lehetőségei	4.
1.2. A napsugárzás mennyiségi jellemzői	5.
1.3. A napsugárzás geometriai jellemzői	7.
2. A napkollektoros rendszerek általános felépítése	9.
3. Napkollektorok	10.
3.1. A napkollektorok felépítése	10.
3.2. A napkollektorok hatásfoka	11.
3.3. A napkollektorok főbb típusai	12.
3.4. A napkollektorok kiválasztásának szempontjai	13.
4. A Naplopó rendszerek részei	15.
4.1. Heliostar napkollektorok	15.
4.2. Szerelőkeretek Heliostar napkollektorokhoz	17.
4.3. Bádogozó készletek Heliostar napkollektorok tetőbe integrálásához	17.
4.4. Szoláris szerelési egységek	18.
4.5. Tágulási tartályok	18.
4.6. Melegvíz tárolók	20.
4.7. Külső hőcserélők	23.
4.8. Naplopó rendszerek szabályozása	24.
4.9. Csővezeték rendszer	25.
4.10. Csővezetékek hőszigetelése	26.
4.11. Légtelenítő elemek	27.
4.12. Keringető szivattyúk	28.
4.13. Motoros váltószelepek	28.
4.14. Fagyálló hőátadó folyadék	28.
5. Napkollektoros rendszerek méretezése	29.
5.1. Általános méretezési szempontok	29.
5.1. Használati-melegvíz készítő rendszerek méretezése	29.
5.2. Medencefűtő rendszerek méretezése	30.
5.3. Épületfűtő rendszerek méretezése	31.
6. Kapcsolási vázlatok	32.
Használati-melegvíz készítő rendszerek	32.
Medencefűtő rendszerek	36.
Használati-melegvíz készítő és medencefűtő rendszerek	37.
Használati-melegvíz készítő és épületfűtő rendszerek	38.
Használati-melegvíz készítő, épület- és medencefűtő rendszerek	39.
Irodalomjegyzék	40.
Termékismertető tartalomjegyzék	41.

1. Energiaforrásunk a Nap

1.1. A napenergia felhasználásának lehetőségei

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

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

A megoldás csak a környezetbarát életszemlélet 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, visszafordíthatatlan plusz környezetterhelés nem keletkezik. A megújuló energiaforrások közös jellemzője, hogy létrehozójuk és táplálójuk 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.

Szélergia: A napsugárzás hatására a földfelszín és a légkör felmelegszik, a különböző hőmérsékletű légtömegek áramlani kezdenek, szél keletkezik. A szél mozgási energiáját ún. szélkerekekkel villamos energiává lehet átalakítani.

Biomassza-energia: A növények napfényből, széndioxidból és vízből szerves anyagot, ún. biomasszát állítanak elő. A keletkezett

biomassza energiahordozó, mely jó hatásfokú kazánokban közvetlenül elégethető. A másik megoldás, ha a szerves anyagot tartályban, levegő kizárásával, baktériumok segítségével elrohasztják, és az így keletkezett szennyezett metán gázt égetik el. A biomassza elégetésekor csak annyi szén-dioxid kerül a levegőbe, amennyit a növény élete során megkötött, ezért plusz környezetterhelés nem történik.

Vízenergia: A vízfelszíneken elnyelt napenergia elpárologtatja a vizet, így megindul a víz körforgása, esők keletkeznek. A folyók helyzeti és mozgási energiáját vízerőművekkel elsősorban elektromos áram termelésére lehet hasznosítani.

Talajhő: A talajnak és a talajvíznek jelentős hőtartalma van, melyet hőszivattyúval viszonylag kis energia befektetésével magasabb, a felhasználási módnak megfelelő hőmérsékletszintre lehet hozni. Az ily módon elvont hő fűtésre, melegvíz készítésre használható.

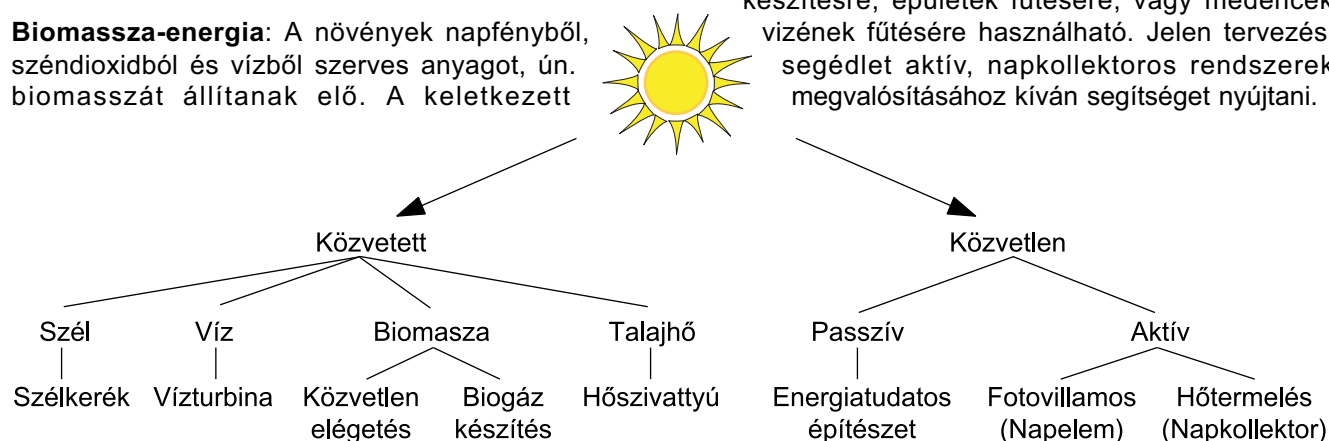
A napsugárzás energiataratama közvetlenül is felhasználható. A közvetlen hasznosítás lehet passzív vagy aktív.

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, és így egyenáram keletkezik.

A **napkollektorok** a napsugárzást elnyelik, és hővé alakítják. Az így keletkezett hőenergia melegvíz készítésre, épületek fűtésére, vagy medencék vizének fűtésére használható. Jelen tervezési segédlet aktív, napkollektoros rendszerek megvalósításához kíván segítséget nyújtani.



1. ábra

A napenergia felhasználásának főbb lehetőségei

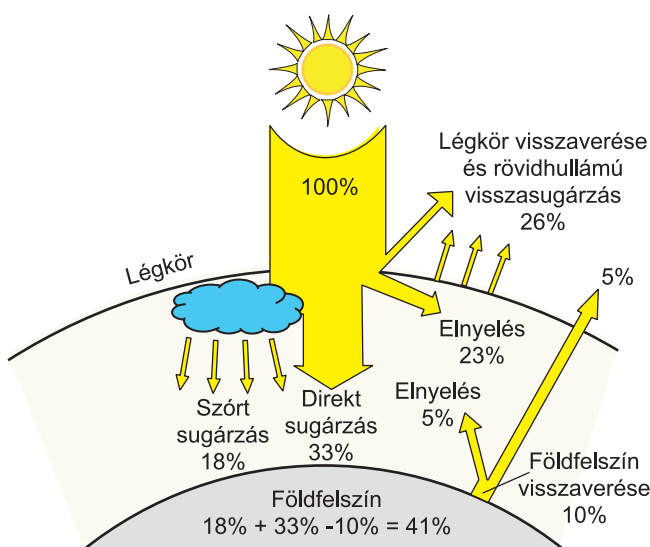
1.2. A napsugárzás mennyiségi jellemzői

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 magasabbrendű 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 Nap sugárzó teljesítménye $4 \times 10^{23}\text{ kW}$, melyből a földfelszín részese eléri a $173 \times 10^{12}\text{ kW}$ -ot. Ez 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 és 18% mint diffúz égsugárzás. A földfelszín a sugárzás 10%-át visszaveri, melyből 5% a légkörben elnyelődik, 5% pedig a világűrbe távozik.

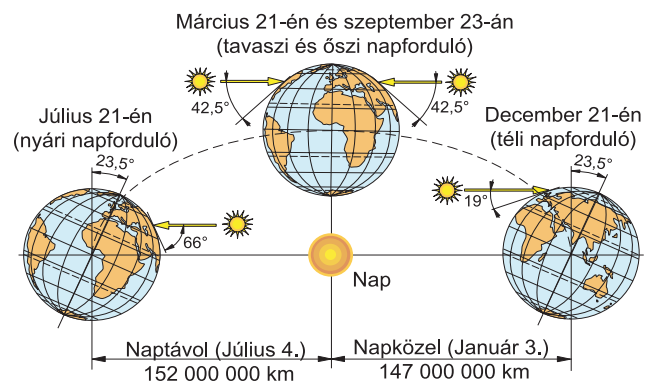


2. ábra

A napsugárzás földi energiámérlege

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 $23,5^{\circ}$ -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 nem csak 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, és ezáltal nagyobb a sugarak energiavesztesége.

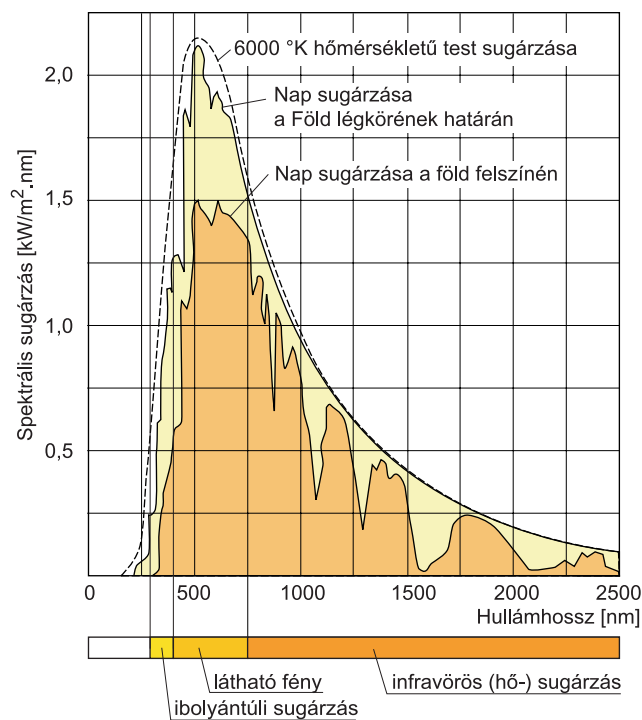


3. ábra

A Föld keringése a Nap körül

A Föld ellipszis alakú keringési pályája miatt a Föld-Nap távolság változó, értéke napközben (január 3-án) 147 Mkm, naptávolban (július 4-én) 152 Mkm. A Föld-Nap távolság változásával együtt a napsugárzás értéke is változik, a változás azonban kis mértékű. Ezért a légkör külső határára érkező napsugárzást állandó, átlagos értékkel, az ún. napállandóval jellemezzük. A napállandó értéke $1,352\text{ kW/m}^2$.

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. A légkörben kisebb részarányban található elemek, szennyeződések sávosan, egy-egy hullámhossztartományban fejtik ki elnyelő hatásukat. A vízgőz elsősorban a $0,6\text{--}1,8\text{ }\mu\text{m}$, míg a széndioxid az $1,8\text{ }\mu\text{m}$ -nél nagyobb hullámhossztartományokban okoz jelentős elnyelést. A légkör felső részén található ózon (O_3) a $0,3\text{ }\mu\text{m}$ -nél rövidebb hullámhosszú (élettani szempontból ártalmas) sugárzást nyeli el teljes egészében.



4. ábra

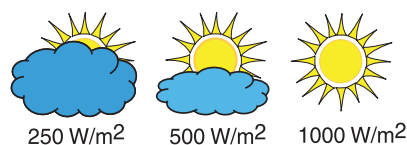
A napsugárzás spektrális megoszlása

A napsugárzás a légkör határán az alábbi hullámhossz-tartományokra osztható:

- 0,29-0,4 μm : ibolyántúli sugárzás, részaránya 9%
- 0,4-0,75 μm : látható fény tartománya, részaránya 49%
- 0,75 μm -től: nem látható infravörös (hő-) sugárzás, részaránya 42%

A légkör a földfelszínre érkező napsugárzás kiszámítható gyengülését okozza. Ennél jelentősebb, és az időjárás szélségeitől függ a felhőzet és a köd gyengítő hatása. Felhőzet a levegőben lévő nedvesség kondenzációja során keletkezik. Ha a levegő harmatpont alá hűlése kondenzációs magvak (pl. porrészecskék, sókristályok vagy ionok) jelenlétében történik, akkor vízcseppek, illetve alacsonyabb hőmérsékleten jégszemcsék keletkeznek. Így felhők, talajközben pedig köd keletkezik. A felhők a napsugárzás jelentős részét visszaverik, ill. elnyelik. Egy adott földrajzi helyen a felhőzet gyakoriságát, a derült és borult napok számát, valamint a földfelszínen mérhető napsugárzást sok éves méréseken alapuló meteorológiai adatsorok adják meg.

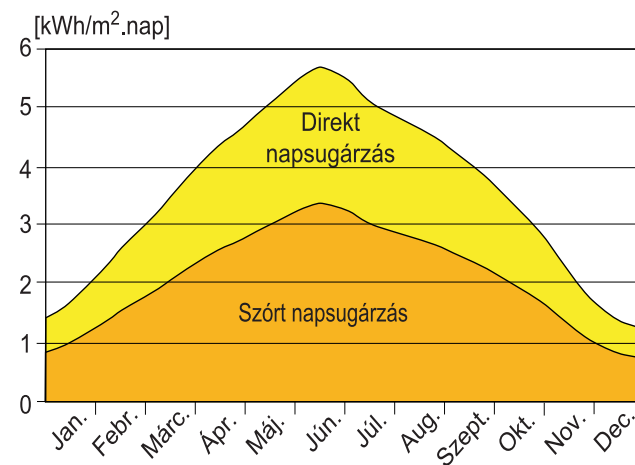
Magyarország az északi mérsékelt övben, az északi szélesség 45,8° és 48,6° között található. A napsütéses órák száma megközelítőleg évi 2100 óra, a vízszintes felületre érkező napsugárzás hőmennyisége ~1300 kWh/év. A napsugárzás csúcserőértéke nyáron, a déli órákban, derült, tiszta égbolt esetén eléri,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



5. ábra

Jellemző napsütés értékek

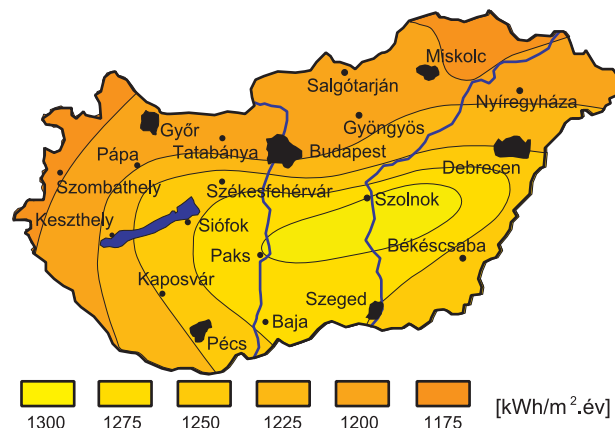
A Napból kisugárzott energia közvetlen (direkt) és szórt (diffúz) sugárzás formájában érkezik a földfelszínre. A közvetlen sugárzás egyenesvonalú pályán érkezik a Napból és minden fényre jellemző tulajdonsággal bír. A szórt, határozott irány nélküli sugárzást a légkör részecskéin és a felhőzetben végbemenő szóródás okozza. A közvetlen és a szórt sugárzás összegét teljes (globális) sugárzásnak nevezzük. Magyarországon a szórt sugárzás részaránya jelentős, meghaladja az 50%-ot.



6. ábra

A közvetlen és a szórt sugárzás aránya

Magyarország egyes területei között a napsugárzás szempontjából nincsenek jelentős eltérések. A legnaposabb rész az ország középső, déli része, a legkevesebb a napsütés az északi és nyugati részen. Az eltérés az egyes országrészek között 10% alatti.



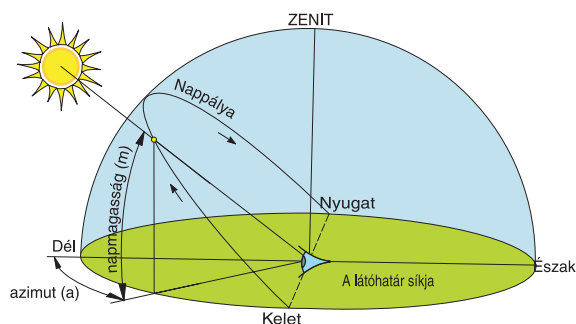
7. ábra

Vízszintes felületre érkező napsugárzás

1.3. A napsugárzás geometriai jellemzői

A Föld forgástengelye és a Nap körüli keringés tengelye közötti 23,5°-os eltérés miatt a Nap látszólagos pályája az égbolton az év minden napján más és más. Télen a Nap alacsonyabb, nyáron magasabb pályát ír le.

A Nap pillanatnyi helyzetét az égbolton a napmagassággal (m) és az azimuttal (a) jellemezhetjük.



8. ábra

A napmagasság és azimut értelmezése

Napmagasságnak a Nap vízszintes, horizontsíkra vonatkozó beesési szögét nevezzük. Magyarországon a Nap delelési magassága legnagyobb július 21-én, ekkor a napmagasság 66°, legkisebb pedig december 21-én, ekkor a napmagasság 19°.

Azimutnak a Nap horizontsíkra vetített helyzetének egy meghatározott iránytól való eltérését nevezzük. A csillagászok nulla azimutnak az északi irányt tekintik. Napenergia-hasznosítás területén célszerűbb nulla azimutnak a déli irányt felvenni, ekkor a keleti naphelyzetet negatív, a nyugati naphelyzetet pozitív előjellel vesszük figyelembe.

A Föld pályájának ismeretében a Nap magassága és azimutja tetszőleges időpontban kiszámítható, így a Nap helyzete meghatározható.

A napmagasság számítása:

$$\sin m = \sin \delta \cdot \sin \psi + \cos \delta \cdot \cos \omega$$

ahol:

ψ : a földrajzi hely szélességi foka, Budapesté: 47,5°

ω : a Nap óraszöge, 1 óra időtartamnak 15° felel meg, 0 óra = 0°

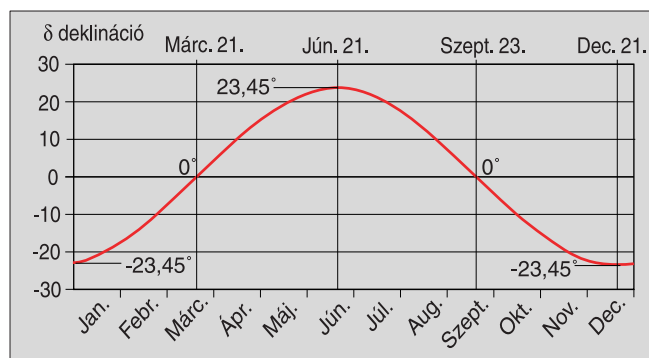
δ : a Nap deklinációja, mely éves periódussal változik. A deklináció a Napnak az egyenlítőn mért delelési szögtávolságváltozása, mely a Föld nap körüli pályája és az Egyenlítő által meghatározott síkok eltéréseiből adódik, és a Föld Nap körüli helyzetétől függ.

A deklináció számítása:

$$\sin \delta = -\cos[(2\pi / 365)(n+1)] \sin 23,45^\circ$$

ahol:

n : a vizsgált nap sorszáma (jan. 1.=1)

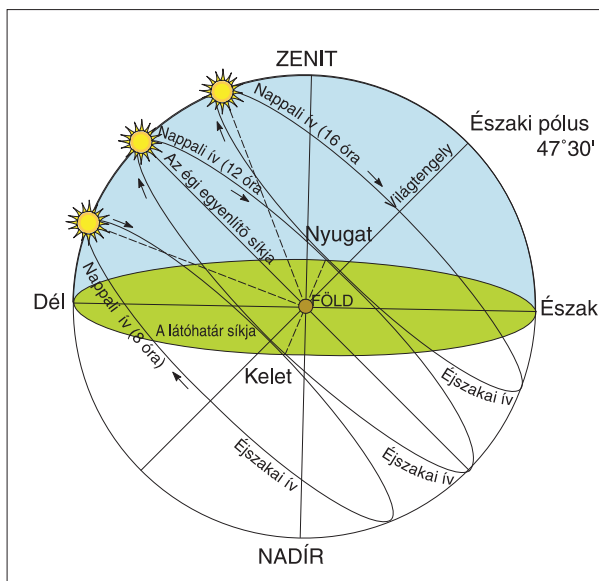


9. ábra

A deklináció értékei

A Nap azimutjának számítása:

$$\sin a = (\cos \delta / \cos m) \sin \omega$$

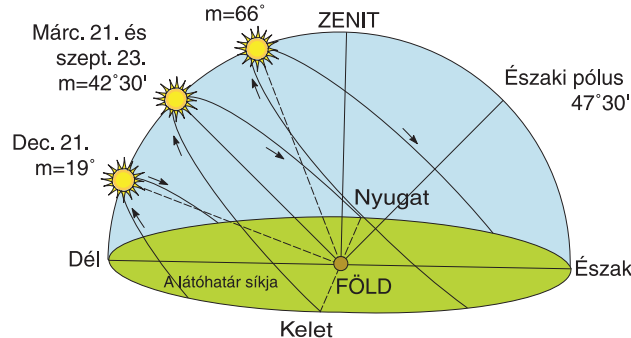


a Nap delelési magassága:

Jún. 21.
 $m=66^\circ$

Márc. 21. és
szept. 23.
 $m=42^\circ 30'$

Dec. 21.
 $m=19^\circ$

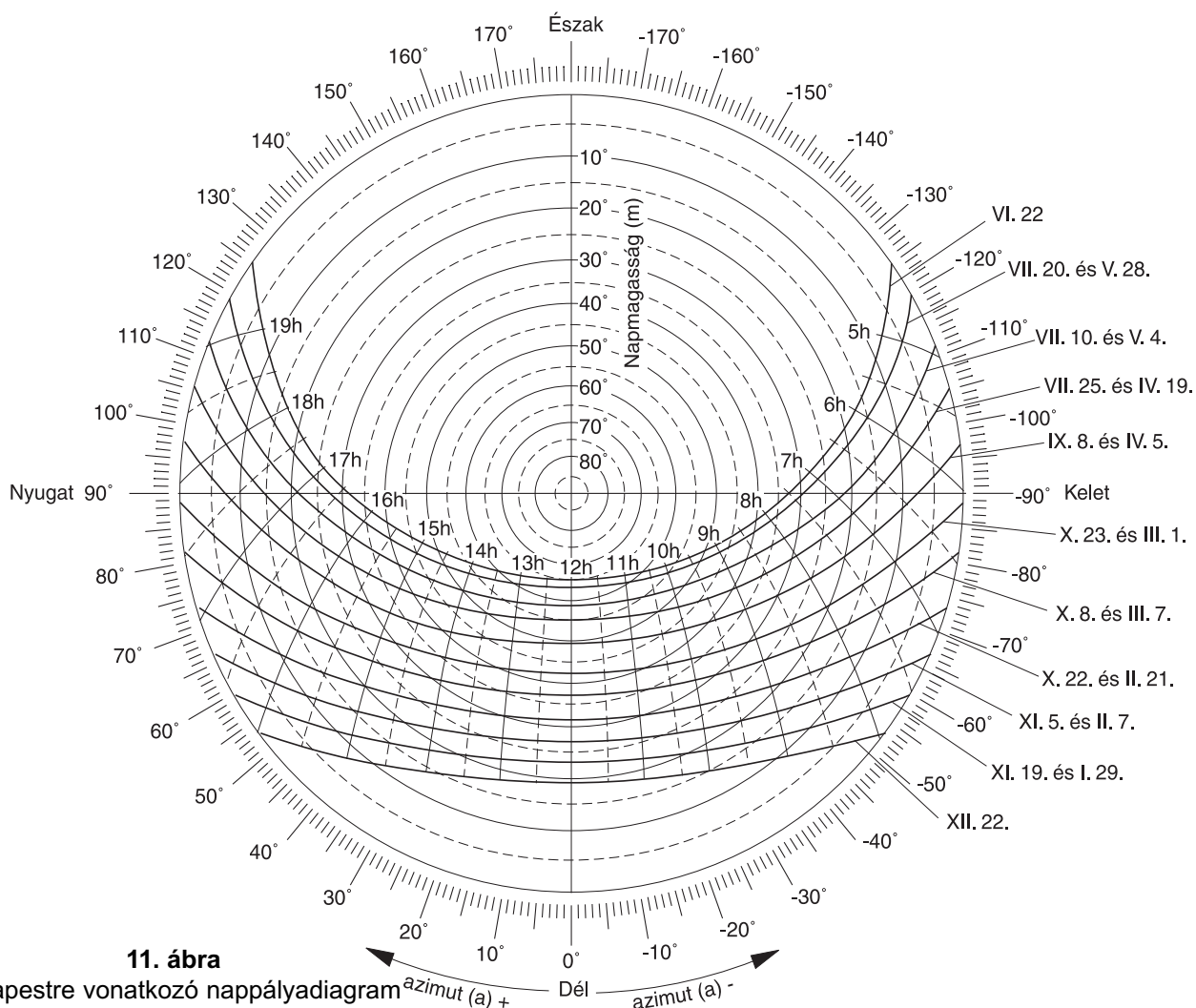


10. ábra

A Nap látszólagos napi mozgása az égbolton Budapest látóhatára felett

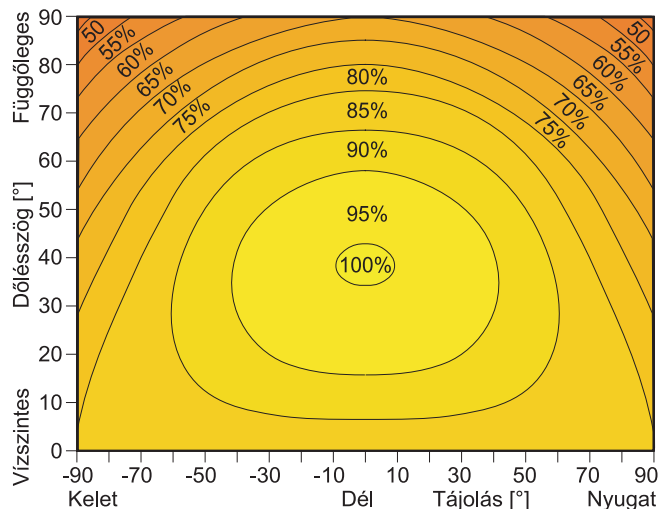
A Nap helyzetét jellemző napmagasság és azimut értékeket diagramokban is szokás ábrázolni. Az ilyen ún. nappályadiagramok szemléletesen mutatják a Nap járását, és alkalmasak pl. árnyékmáskok meghatározására is.

A nappályadiagramok egy földrajzi helyre vonatkoznak, a Budapestre vonatkozó diagram a 10. ábrán látható. A diagram használatakor ügyelni kell arra, hogy az időbeosztás a valós csillagászati időt mutatja, a nyári időszámítás miatti eltérést figyelembe kell venni.



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.

A 12. ábrán látható, hogy a hasznosítható napsugárzás hogyan csökken az optimális elhelyezéstől való eltérés függvényében. Jelentős csökkenés csak függőleges dőlés, és keleti vagy nyugati tájolás közelében tapasztalható. Az optimális dőlésszöget és tájolást az elnyelőfelület sugárzásjövödelmén 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 teljesítmény növekedés 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 hő melegvíz formájában tárolják.
- **Működtető, szabályozó, biztonsági és ellenőrző szerelvények**. Ide tartozik 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 kétkörűsek.

Egykörűs 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.

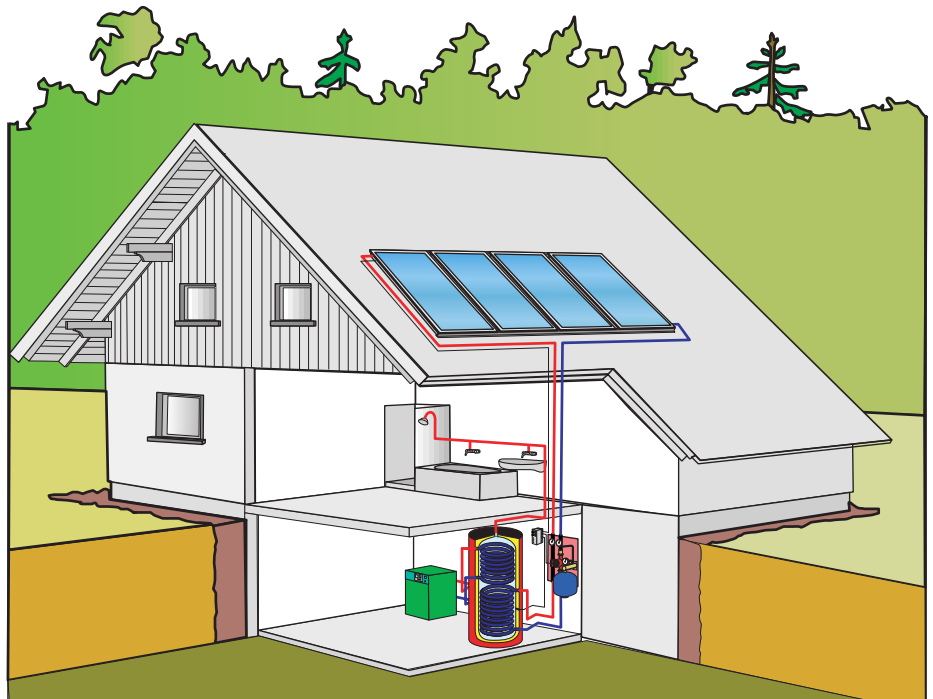
Kétkörűs rendszer esetén a kollektor kör külön zárt kör, melyet megfelelő minőségű fagyálló hűtőközeg folyadékkal kell feltölteni. Ekkor a kollektorokban felmelegedett fagyálló folyadék hőcserélőn keresztül fűti fel a tárolóban lévő vizet. Kétkörűs rendszerek egész évben, tehát télen is biztonságosan használhatók. A kétkörűs 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 Heliostar napkollektorokat kizárólag fagyálló folyadékkal töltött kétkörűs rendszerekben lehet alkalmazni.

A munkaközeg szállítása szerint a napkollektoros rendszerek lehetnek gravitációs vagy szivattyús keringtetésűek.

Gravitációs keringtetés 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. Kétkörűs, fagyállóval töltött gravitációs rendszereknél gyakran fűtőköpenyes bojlereket alkalmaznak.

Szivattyús keringtetésű rendszerek esetén a hűtőközeg 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 valósítható meg. Hátrányuk a nagyobb beruházási és üzemeltetési költség.

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.



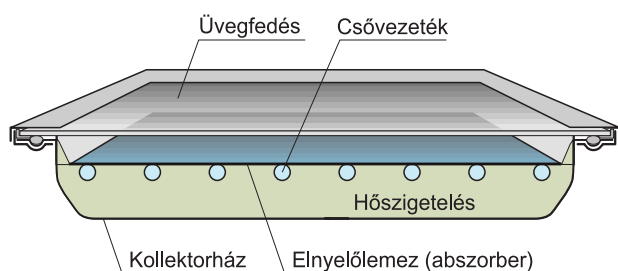
13. ábra

Kétkörűs, szivattyús használati-melegvíz készítő rendszer

3. Napkollektorok

3.1. A napkollektorok működése, 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 csőjáratos fekete lemez.

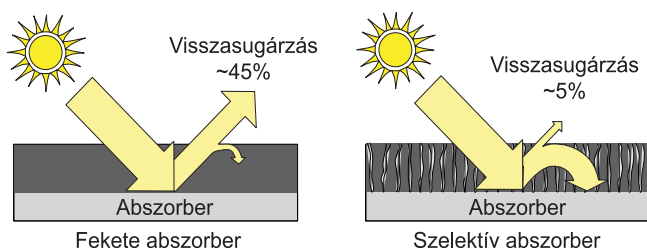


14. ábra

Napkollektorok általános felépítése

Az elnyelőlemez (abszorber)

A napkollektorok legfontosabb eleme az elnyelőlemez, az ún. abszorber. Ennek feladata a napsugárzás elnyelése és hővé alakítása, valamint a keletkezett hő átadása a kollektorban keringő munkaközegnek. A napsugárzást minden fekete színű és matt felületű anyag jó hatásfokkal elnyeli, azonban ha környezeti hőmérséklet fölé melegednek, maguk is sugárzóvá válnak, ami veszteséget jelent.



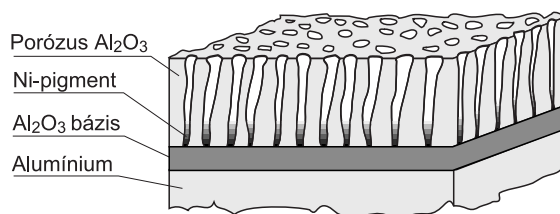
15. ábra

Hagyományos fekete, és szelektív felület sugárzási vesztesége

A hősugárzás hullámhossza a sugárzó test hőmérsékletétől függ. A napsugárzás a magas hőmérsékletű Naptól származik, ezért ez rövid hullámhosszú sugárzás (4. ábra), míg a Naphoz képest alacsony hőmérsékletű abszorberlemez hosszúhullámú sugárzást bocsájt ki. A jó hatásfokú napkollektorok

abszorberlemezét ezért olyan ún. szelektív bevonattal látják el, melyek a rövid hullámhosszú napsugárzást elnyelik, míg a saját hosszú hullámhosszú sugárzásukat nem engedik át, azt visszaverik. Így a szelektív napkollektoroknak minimális a sugárzási veszteségük.

Szelektív bevonatként általában feketekróm-, nikkel- vagy titániumoxid rétegeket alkalmaznak. A szelektív bevonat általában 1-2 µm vastagságú, fekete porózus réteg, tölcészerű járatokkal.



16. ábra

A nikkelpigmentes szelektív bevonat felépítése

A kollektorház

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 üvegfedése

A kollektorok üvegfedésének feladata, hogy átengedje a napsugárzást, ugyanakkor hőszigetelőképességével 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.

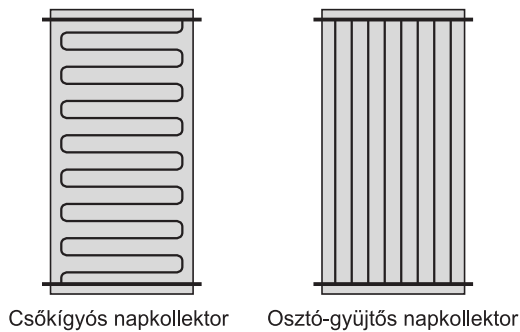
Egyes kollektorgyártók az antireflexiós üveget alkalmazzák, de a recés felületét befelé fordítják. Így az üveg elveszíti eredeti antireflexiós funkcióját, viszont jótékonyan eltakarja a kollektorok belső kialakítását. Az antireflexiós üveg befelé fordítva ezért csak esztétikai értékkel szolgál.

A kollektorok hőszigetelése

A napkollektorok hőszigetelése általában ásványgyapot lemez. Az ásványgyapot ellenáll a kollektorokban üresjáratkor fellépő magas hőmérsékletnek, és nem öregszik, élettartama hosszú.

A kollektorok belső csövezése

A napkollektorok belső csövezése általában vörsrézcsőből készül. A csövezést hozzá kell erősíteni az elnyelőlemezhez úgy, hogy a hőátadási tényező az elnyelőlemez és a csövezeték között minél jobb legyen. A csövezeték kialakítása lehet csőkégyós, vagy párhuzamos, osztó-gyűjtős.

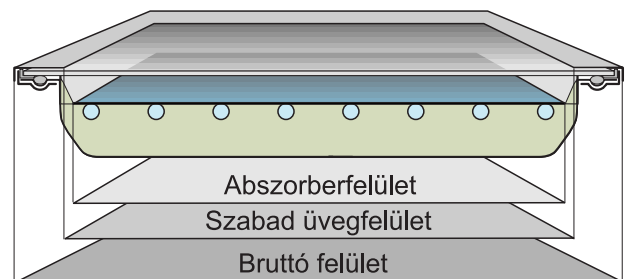


17. ábra
Napkollektorok belső csövezése

A kollektorok hatásfokának megadásakor fontos, hogy azt milyen felületre vonatkoztatva adják meg. A síkkollektorok esetében általában három felület különböztethető meg:

- **Bruttó kollektorfelület.** A kollektor legnagyobb befoglaló felülete.
- **Szabad üvegfelület.** A kollektor azon üvegezett felülete, melyen keresztül a napsugárzás a kollektor belsejébe tud jutni.
- **Abszorberfelület.** A kollektor elnyelőlemezének felülete, ezt szokás nettó kollektorfelületnek is nevezni.

A kollektorok hatásfokát általában az abszorberfelületre, vagy a szabad üvegfelületre szokás megadni.



19. ábra
Síkkollektorok felületei

3.2. A napkollektorok hatásfoka

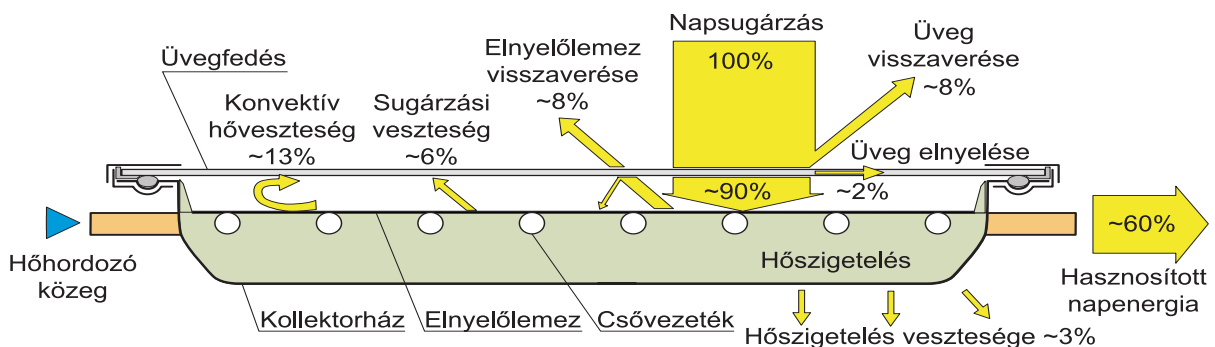
A napkollektorok a felületükre érkező napsugárzásnak csak egy részét alakítják át hasznos hőenergiává. Hasznosított hőenergiának azt nevezzük, amit a hőhordozó közeggel elvezetünk a kollektorból. A hasznosított hőenergia és a kollektorfelületre érkező napsugárzás hányadosa határozza meg a napkollektorok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

$$\text{Kollektor hatásfok} = \frac{\text{hasznosított hőenergia}}{\text{kollektorfelületre érkező napsugárzás}}$$

A kollektorok veszteségei optikai- és hőveszteségekre oszthatók.

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

A hőveszteségek a napsugárzás hatására felmelegedett abszorberlemez sugárzás, konvekció és hőátadás útján létrejövő veszteségei. Ezek a veszteségek erősen függenek a kollektor és a környezeti levegő hőmérséklet-különbségétől.



18. ábra
A napkollektorok jellemző veszteségei

A napkollektorok hatásfokát az alábbi, nemzetközi szabványok által elfogadott összefüggés szerint szokás megadni:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{\Delta T}{G} - a_2 \frac{(\Delta T)^2}{G}$$

ahol:

- η : a kollektor hatásfoka,
- η_0 : a kollektor optikai hatásfoka,
- a_1 : az elsőfokú hőveszteségi együttható,
- a_2 : a másodfokú hőveszteségi együttható,
- ΔT : hőmérsékletkülönbség $\Delta T = (t_{\text{koll}} - t_{\text{lev}})$
- t_{koll} : kollektor közepes hőmérséklete $t_{\text{koll}} = (t_{\text{ki}} + t_{\text{be}})/2$
- t_{ki} : a kollektorból kilépő közeg hőmérséklete,
- t_{be} : a kollektorba belépő közeg hőmérséklete
- t_{lev} : a környezeti levegő hőmérséklete
- G : a kollektor felületére érkező globális napsugárzás

A hatásfok fenti képlete egy másodfokú görbe egyenlete, melynek matematikai formátuma:

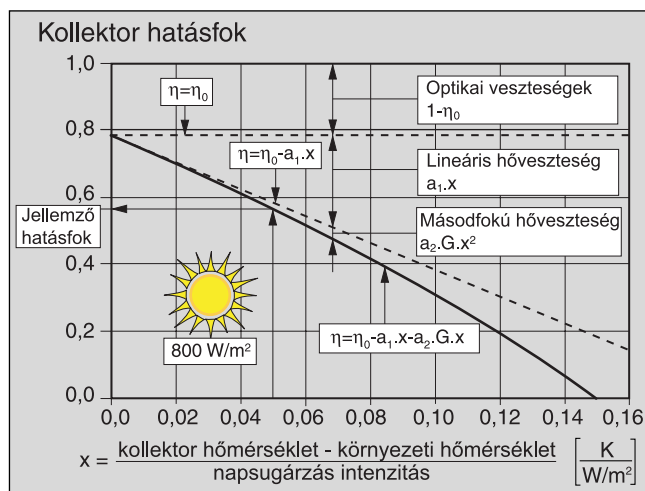
$$y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$$

ahol:

$$b_0 = \eta_0, \quad b_1 = -a_1, \quad b_2 = -a_2 \cdot G, \quad x = \frac{\Delta T}{G}$$

A hatásfokgörbét az $x = \frac{\Delta T}{G} \left[\frac{\text{K} \cdot \text{m}^2}{\text{W}} \right]$ független változó függvényében szokás ábrázolni, az alábbi képlet szerint:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot x - a_2 \cdot G \cdot x^2$$

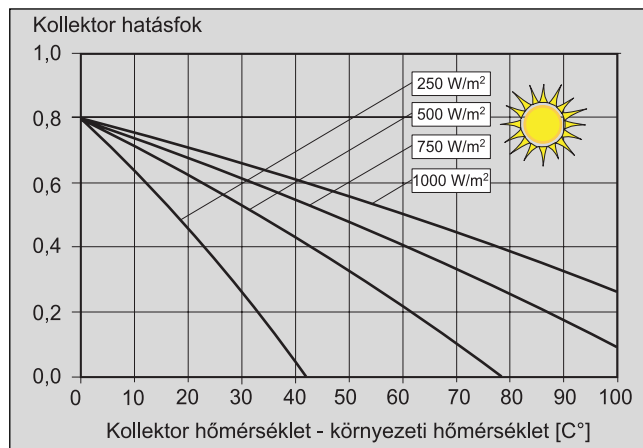


20. ábra

Napkollektorok hatásfokgörbéje

A napkollektorok hatásfoka tehát nem állandó, pillanatnyi értéke függ a napsugárzástól, valamint a kollektor és a környezet hőmérsékletétől. Azért, hogy a napkollektorok egy hatásfok értékkel minősíthetők legyenek, a hatásfokgörbe egy jellegzetes üzemmódra vonatkozó pontját szokás megadni, mint jellegzetes hatásfokot. Ez az üzemmód 800W/m² értékű napsugárzásnál, és $\Delta T=40^\circ\text{C}$ kollektor és környezeti hőmérsékletkülönbségnél van. Ekkor a független változó értéke $x = 40 / 800 = 0,05$.

A napkollektorok hatásfokgörbéjét szokás a ΔT hőmérsékletkülönbség, vagyis a kollektor közepes hőmérséklete és a környezeti levegő hőmérséklete közötti különbség függvényében megadni. Ez szemléletesebb, könnyebben használható ábrázolásmód.



22. ábra

Kollektorok hatásfokának megadása a kollektor és a környezet közötti hőmérsékletkülönbség függvényében

Példák szelektív síkkollektorok hatásfok értékeire:

napsugárzás G	napkollektor			levegő t_{lev}	Δt	η
	t_{be}	t_{ki}	t_{koll}			
1. Derült, meleg nyári nap, ~20°C-os víz melegítése						
1000W/m ²	25°C	35°C	30°C	30°C	0°C	80%
2. Derült, átlagos nyári nap, ~50°C-os víz melegítése						
800W/m ²	55°C	65°C	60°C	25°C	35°C	60%
3. Derült, hideg téli nap, ~30°C-os víz melegítése						
600W/m ²	35°C	45°C	40°C	-5°C	45°C	45%
4. Borult, átlagos téli nap, ~30°C-os víz melegítése						
200W/m ²	35°C	45°C	40°C	5°C	35°C	0%

A példából látható, hogy a napkollektorok hatásfoka elsősorban a napsugárzás erősségétől függ, a környezeti levegő hőmérsékletének hatása másodlagos.

3.3. A napkollektorok főbb típusai

Kereskedelmi forgalomban az alábbi napkollektor típusok kaphatók:

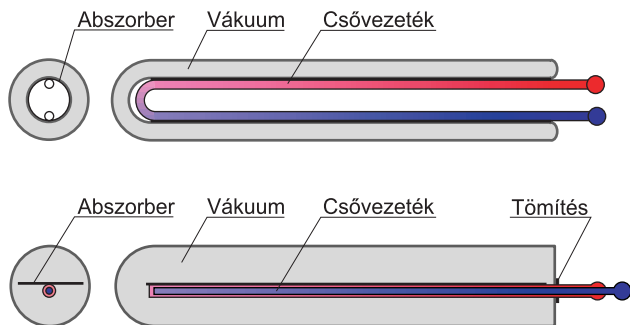
- Szelektív síkkollektor
- Vákuumcsöves szelektív kollektor
- Vákuumos szelektív síkkollektor
- Nem szelektív síkkollektor
- Lefedés nélküli, nem szelektív síkkollektor

Szelektív síkkollektorok 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 hőveszteségének jelentős részét a kollektorházban lévő levegő konvektív hőátadása okozza. Ez a veszteség megszüntethető, ha a kollektorok elnyelőlemezét olyan térbe helyezik, melyből a levegőt kiszivattyúzzák, 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 legelterjedtebb típusa az ún. vákuumcsöves kollektor. Ezeknél a kollektoroknál az elnyelőlemez üvegcsőbe helyezik, melyből a gyártás során kiszívják a levegőt. Újabban terjednek az olyan vákuumcsöves kollektorok, melyeknél az abszorbert a háztartási termoszkokhoz hasonló, de átlátszó, kettős falú zsákcsőbe helyezik. Maga a vákuumcsöves napkollektor mindkét esetben több, egymás mellé helyezett vákuumcsőből áll.

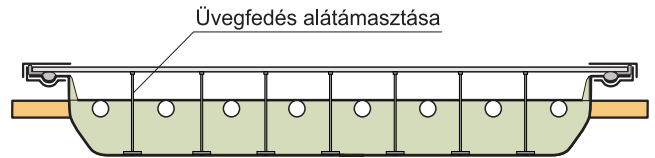
A vákuumcsöves kollektorok előnye a jó hőszigetelés, de hátrányuk az, hogy a görbe üvegfelületnek a síkkollektorokhoz képest nagyobb a reflexiója, az érkező napsugárzás nagyobb részét veri vissza. Ezért a vákuumcsöves kollektoroknak alacsonyabb az optikai hatásfoka.



21. ábra

Vákuumcsöves kollektorok felépítése

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

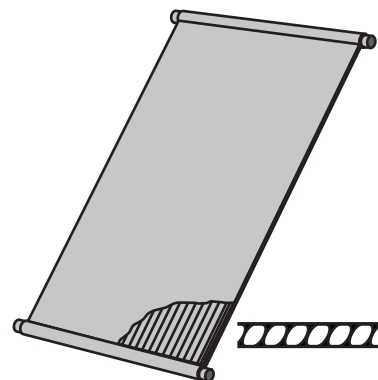


22. ábra

Vákuumos síkkollektorok felépítése

A **nem szelektív síkkollektor** általában egyszeres üveg vagy polikarbonát lemez fedésű, 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, és az elnyelőlemez kisugárzása miatt nagyobb a hőveszteségük.

Lefedés nélküli, nem szelektív síkkollektorok. Ezek a kollektorok általában UV sugárzásnak ellenálló, fekete színű, műanyag vagy gumi anyagú csőjáratos lemezből készülnek. A gumi anyagukat szokás szolárszőnyegnek is nevezni. Ezeknél a kollektoroknál nem alkalmaznak dobozást és lefedést. A lefedés hiánya miatt nincs reflexiós veszteség 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 hőveszteségük.



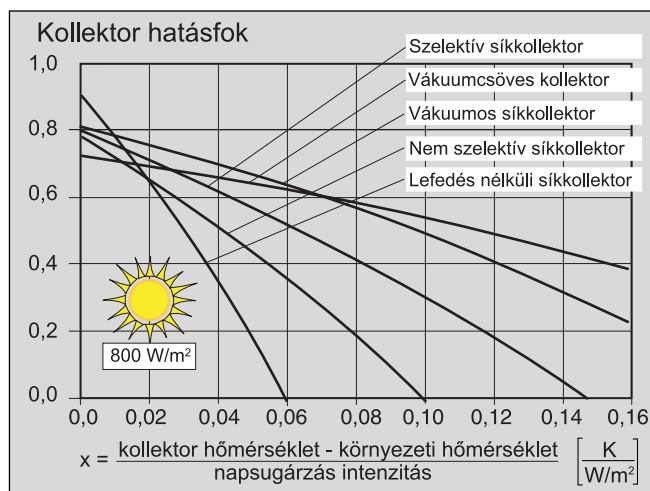
23. ábra

Soladur-S lefedés nélküli napkollektor

3.4. A napkollektorok kiválasztásának szempontjai

A napkollektorokat a leggyakoribb esetekben szabadtéri vagy fedett medencék fűtésére, használati-melegvíz készítésre vagy épületek kiegészítő fűtésére alkalmazzák. Ezek az alkalmazások egymástól eltérő üzemmódokat jelentenek, így más-más követelményeket támasztanak a napkollektorokkal szemben.

A napkollektorok főbb típusainak hatásfokát közös grafikonban ábrázolva a kollektorok összehasonlíthatók, és eldönthető, hogy különböző üzemmódok esetén milyen napkollektort célszerű használni.



24. ábra

Különböző típusú napkollektorok hatásfoka

Szabadtéri medencék fűtése

A nyáron, szabadtéri medencék fűtésére alkalmazott kollektorok közepes hőmérséklete nem sokkal magasabb a környezeti levegő hőmérsékleténél. A levegő hőmérséklete 25-32°C, a medence vízének hőmérséklete 24-28°C, amit 35-40°C-os kollektorral lehet fűteni. A napsugárzás teljesítménye ~800W/m². Ekkor a kollektorok hatásfok képletében szereplő X független változó értéke 0-0,2 körüli. A 25. ábrából látható, hogy ebben az üzemállapotban a legjobb hatásfoka - alacsony optikai veszteségei miatt - a lefedés nélküli kollektornak van. A szelektív, nem szelektív és a vákuumos síkkollektorok hatásfoka ebben az üzemállapotban közel megegyezik, 80% körüli. Legrosszabb hatásfoka ekkor - nagy reflexiója miatt - a vákuumcsöves napkollektornak van.

Szabadtéri medencék fűtésére tehát egyszerű, viszonylag olcsó, lefedés nélküli kollektorokat is eredményesen lehet alkalmazni, sőt, ezeket a kollektorokat elsősorban erre a célra gyártják. A lefedéssel készült kollektorok nagyobb teljesítménye csak borultabb, hidegebb napokon érvényesül, ezért nyári medencefűtés esetén ezekkel a kollektorokkal csak ~15%-al nagyobb teljesítmény érhető el. Ugyanakkor ebben az üzemállapotban a vákuum jobb hőszigetelő képessége nem érvényesül, sőt, a vákuumcsöves kollektor alacsony optikai hatásfoka miatt a szelektív kollektoroknál rosszabb eredményt ad.

Egész éves használati-melegvíz készítés

A használati-melegvíz készítés a napkollektorok leggyakrabban alkalmazott üzemállapota.

Melegvíz készítés esetén a kollektorok hőmérséklete általában 30-40°C-kal magasabb a környezeti levegő hőmérsékleténél, ekkor a hatásfok független változója $X > 0,04$. Ebben az üzemállapotban a szelektív síkkollektorok és a vákuumos kollektorok hatásfoka közel megegyezik, 60% körüli érték. A nem szelektív kollektorok hatásfoka 30-50%, a lefedés nélküli kollektoroké 15-25%.

Használati-melegvíz készítés esetén tehát a vákuumos és a nem vákuumos szelektív kollektorokkal hasznosítható napenergia között nincs nagy különbség. Egész éves üzem esetén vákuumos kollektorral kb. 10-15%-kal több napenergia hasznosítható. Nem szelektív kollektorokkal a szelektív kollektorokhoz képest 20-25%-kal kevesebb a hasznosított hőmennyiség. Lefedés nélküli kollektor egész éves üzemű használati-melegvíz készítés esetén nem alkalmazható.

Fedett medencék egész éves fűtése

Fedett medencék egész éves fűtése a kollektoroknak valamivel kedvezőbb üzemállapotot jelent, mint a használati-melegvíz készítés. Ennek oka, hogy a kollektoroknak egész évben a viszonylag hideg medencét kell fűteniük. Ebben az üzemállapotban vákuumos kollektorokkal kb. 5-10%-al érhető el jobb eredmény, mint szelektív kollektorokkal.

Épületek kiegészítő fűtése

Épületek fűtése esetén a kollektor és a környezeti levegő közötti hőmérsékletkülönbség 40-60°C, ugyanakkor a napsugárzás értéke általában 400-500W/m². A hatásfok X paramétere így 0,1 körüli érték. Ebben az üzemállapotban legjobb hatásfoka a vákuumcsöves és a vákuumos síkkollektornak van, mivel ilyenkor jelentkezik a vákuum kiváló hőszigetelésének előnye. Még elfogadható a hatásfoka a szelektív síkkollektoroknak is. A nem szelektív kollektorok épületfűtésre már nem használhatók.

A napkollektorok kiválasztásának egyéb szempontjai

A kollektorok kiválasztásánál a hatásfokon kívül célszerű figyelembe venni a gyártó cég megbízhatóságát, szervízszolgáltatásait, és garanciális feltételeit is. Természetesen fontos szempont a kollektorok ára is, mivel azok jelentős részt képviselnek egy teljes rendszer árában.

Figyelem! Az egyes napkollektorok összehasonlítása kizárólag független, napkollektorok vizsgálatára szakosodott intézetek hitelesített vizsgálati jegyzőkönyvei alapján lehetséges. Ezeket a vizsgálatokat minden jelentős napkollektort gyártó cég elvégezteti.

4. A Naplopó rendszerek részei

4.1 Heliostar napkollektorok

A Naplopó Kft jelenleg a Thermosolar cég által gyártott, Heliostar típusú napkollektorokat forgalmazza. A Thermosolar a világ egyik legnagyobb, napkollektorok fejlesztésével és gyártásával foglalkozó vállalata. Tulajdonosi szerkezete szerint német-szlovák vegyesvállalat. Fő telephelye, ahol a kollektorok gyártása történik Garamszentkeresztben van. A Thermosolar a napkollektorait elsősorban német és osztrák piacon értékesíti.

A Heliostar napkollektorok műszaki paramétereik, megbízhatóságuk és formatervezésük alapján a legjobb kollektorok közé sorolhatók. Kiváló minőségüket tanúsítják Európa legnagyobb, napkollektorok vizsgálatával, minősítésével foglalkozó intézeteiben végzett mérések jegyzőkönyvei is (ezek a Naplopó Kft-ben megtekinthetők).

A Heliostar napkollektorok felépítése

A Heliostar napkollektorok több változatban is készülnek. Valamennyi változat közös jellemzője a magas hatásfokot eredményező, elnyelőlemezen lévő szelektív bevonat, valamint a formatervezett, esztétikus, egy darabból, mélyhúzással készülő kollektorház.

Szelektív bevonat. Az elnyelőlemez szelektív bevonataként a Thermosolar ún. nikkelpigmentes alumíniumoxidot ($\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$) használ, melyet saját telephelyén korszerű, számítógéppel vezérelt galvanizáló üzemében készít. A $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$ szelektív bevonat 1-2 μm vastagságú, fekete porózus réteg, melynek porózusságát az alumínium-oxidban mély, tölcsérszerű járatokat létrehozó nikkelpigmentek okozzák (felépítését lásd: 16. ábra).

Üvegfedés. A Heliostar napkollektorok fedése magas optikai hatásfokot eredményező, nagy tisztaságú, alacsony vastartalmú, 4 mm vastag edzett szolárüveg. Az üveg edzettsége biztosítja, hogy szállítás és felszerelés közben nem törik el, és ellenáll a jégverésnek is. Az üveg alsó sarkában gravírozással a kollektorok gyártási száma található. A Heliostar kollektorok rendelhetők ún. antireflexiós szolárüveggel is. 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.

Kollektorház. A kollektorok háza alumínium-magnézium ötvözetből, mélyhúzással készülő tálca. A tálca anyaga ellenáll a korróziónak és az időjárás viszontagságainak, ezért biztosítja a kollektorok hosszú

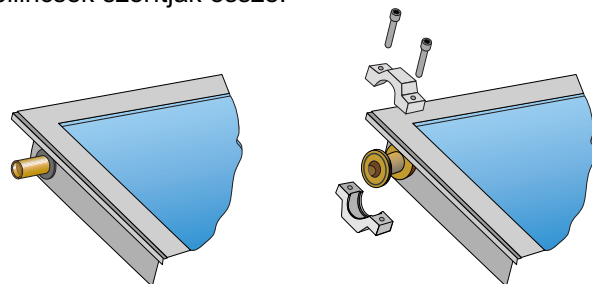
élettartamát. A napkollektorokat lezáró üveg fedőlap kettős tömítéssel, és eloxált alumíniumból készült szegélyprofilokkal csatlakozik a kollektorházhoz. A tömítések a szegélyprofil alatt helyezkednek el, ezért azokat a napsugárzás közvetlenül nem éri, így az UV-sugárzás nem károsítja azokat. A tömítések anyaga szilikongumi. A rézcső kivezetések tömítése szintén szilikongumiból készül.

Hőszigetelés. A Heliostar napkollektorok hőszigetelése 40mm vastag ásványgyapot. Az ásványgyapot ellenáll a kollektorokban üresjáratkor fellépő magas hőmérsékletnek, nem öregszik, élettartama hosszú.

Belső csövezés. A Heliostar napkollektorok belső csövezése kiváló minőségű, korrózióállóságot biztosító technológiával készült vörösrézcső. A belső csőkötések keményforrasztással készülnek.

A standard, alapkollektorok belső csövezése ún. csőkiyós, belső átkötőcsöves kialakítású. Ez azt jelenti, hogy a fagyálló folyadék a kollektorokon belül egy hosszú, hajlított csőkiyón keresztül áramlik. Ez hőátadás szempontjából kedvező, a csővön belül az áramlás turbulens, és nagy az ún. hidraulikus csőhossz. A csőkiyó a kollektorokon belül, alul és fölül 18x1mm-es átkötőcsőbe csatlakozik. Ezzel lehetővé válik a napkollektorok közvetlenül egymás mellé helyezése külső átkötőcső nélkül. Ekkor a kollektorok hidraulikailag párhuzamosan, Tichelman elv szerint kapcsolódnak, így biztosított minden kollektoron belül az azonos térfogatáram. Átkötőcsöves Heliostar napkollektorokból 10 db közvetlenül egymás mellé csatlakoztatható.

Csőcsatlakozások. A Heliostar napkollektorok csőcsatlakozása lehet rézcsöves vagy speciális peremes csatlakozás. A rézcsöves csatlakozás azt jelenti, hogy a kollektorokból 18x1mm-es vörösréz csővezeték áll ki. Ezekre forrasztható tokos rézidomokkal, lágyforrasztással lehet csatlakozni. A lágyforrasztásos kötés biztonságos, a meghibásodás esélye csekély. A kollektorok rendelhetők speciális, peremes csatlakozással is. A peremes csatlakozók O-gyűrűvel tömítenek, a peremeket két félből álló, kúpos, imbusz kulcsnyílású csavarral összehúzzható alumínium bilincsek szorítják össze.



Rézcsöves csatlakozás

Peremes csatlakozás

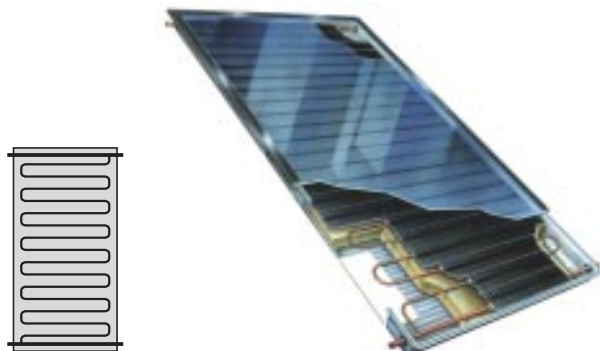
25. ábra

A Heliostar napkollektorok csőcsatlakozásai

A Heliostar napkollektorok típusai

Heliostar 202 N2 típusú napkollektor

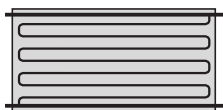
A Heliostar napkollektorok standard, alapváltozata. Álló kivitelű, csőkígyós, belső átkötőcsöves kialakítású napkollektor. Elsősorban ennek a napkollektornak a használatát javasoljuk.



26. ábra

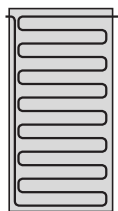
Heliostar 202 N2L-CF típusú napkollektor

Heliostar 320 N2 típusú napkollektor



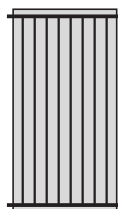
Az alapkollektorok fekvő kivitelű változata. Használatát elsősorban akkor javasoljuk, ha az álló kollektorok magassági méretük miatt nem helyezhetők el.

Heliostar 200 típusú napkollektor



Az alapkollektorok egyszerűsített változata. Belső csövezése csőkígyós, de a 18x1mm-es alsó és felső átkötőcső nem került beépítésre. A kollektorokból a 12x1mm-es csőkígyó végei állnak ki. A Heliostar 200 típusú napkollektorokat elsősorban kisebb, használati-melegvíz készítő rendszerekhez ajánljuk. A 200 típusú kollektorokból maximum 4 db rakható egymás mellé, hidraulikailag soros kapcsolással.

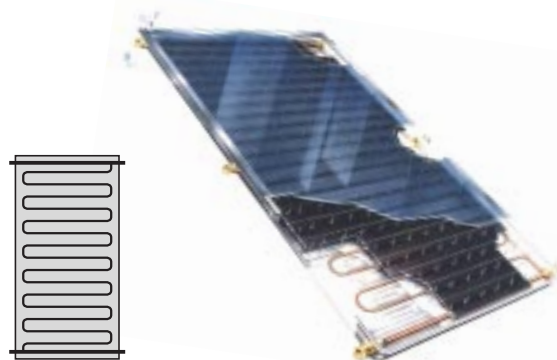
Heliostar 380 N2 típusú napkollektor



Párhuzamos, osztó-gyűjtős belső csövezésű napkollektor. Használatát gravitációs keringtetésű rendszerekben javasoljuk.

Heliostar 400V típusú vákuumos síkkollektor

A Heliostar 400V típusú kollektor egyedülálló műszaki fejlesztés eredménye, a Thermosolar cégen kívül más cég nem gyárt vákuumos síkkollektort.



27. ábra

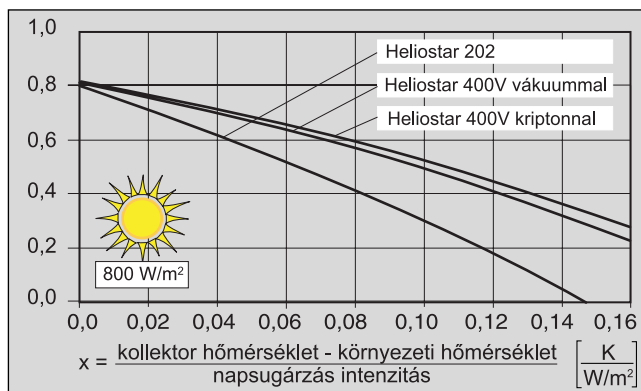
Heliostar 400V típusú napkollektor

A Heliostar 400V kollektorok háza tökéletesen zárt, ezért felszerelés után a kollektorokban vákuumot lehet létrehozni. A kollektorok középső részén peremes csatlakozóval ellátott csönkök találhatók, melyek a kollektorok házáat köti össze. Az egyik szélső kollektor középső csönkjétől 12x1mm-es vörösrézcsövet kell bevezetni a padlástérbe vagy a gépészeti helyiségbe, és a végére nyomásmérővel felszerelt ún. vákuum adaptert kell felszerelni. Erre gyorscsatlakozóval vákuumszivattyút köthető, mellyel a szerelés befejezése után a kollektorokból a levegő kiszivattyúzható.

A létrehozandó vákuum értéke 100Pa (1mbar). A kollektorok tömítése lehetővé teszi a vákuum megtartását minimum 3-5 évig. A vákuum értéke a nyomásmérőn ellenőrizhető, ha a megengedett érték alá csökken, meg kell ismételni a levegő kiszivattyúzását.

Újabb fejlesztés eredményeként a Heliostar 400V kollektorokat kripton gázzal lehet feltölteni. A kripton nemesgáz, melynek kiváló a hőszigetelő képessége, így a 100Pa vákuum után még megmaradó levegővel keveredve tovább csökkenti a kollektorok hőveszteségét. A vákuum létrehozása után kripton gázt 10Pa nyomásig kell engedni a kollektorokba.

A vákuumos, és kripton töltésű síkkollektorok hatásfoka a kiváló hőszigetelés miatt kiemelkedően magas.



28. ábra

A normál, vákuumos, és kriptonos kollektorok hatásfoka

4.2. Szerelőkeretek Heliostar napkollektorokhoz

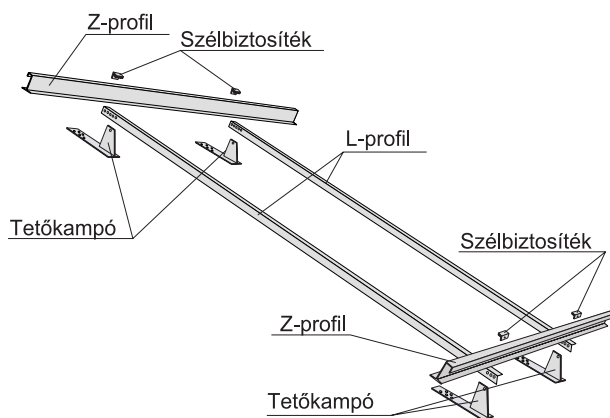
A napkollektorokat az esetek többségében tetőszerkezetre kell felszerelni. Az alkalmazott rögzítőelemeknek olyannak kell lenniük, hogy ellenálljanak a kültéri időjárás viszontagságainak, karbantartást ne igényeljenek, ne korrodáljanak és biztonságos, beázást nem okozó felszerelést tegyenek lehetővé. Fontos szempont az esztétika is, a kollektorok és tartószerkezeteik nem ronthatják az épület látványát.

A Heliostar napkollektorok felszereléséhez eloxált alumíniumból készült szerelőkeretek kaphatók, melyek kielégítik a fenti követelményeket. A keretek egységcsomagban kaphatók, méretre szabva, előfúrva, az összeszereléshez szükséges rozsdamentes acél kötőelemekkel együtt. A keretek alkalmazásával a kollektorok könnyen, gyorsan, különösebb szakismeretek nélkül is felszerelhetők.

Külön szerelőkeret kapható ferde és lapostetőre, álló vagy fekvő kollektorokhoz. A keretek kettő vagy három darab kollektor felszereléséhez készülnek, ezek egymás mellé helyezésével 2-10db-ig tetszőleges számú kollektor felszerelhető. A keretek egymás mellé sorolásához szintén eloxált alumíniumból készült összekötő elemeket kell alkalmazni.

A különböző szerelőkeretek közös jellemzője, a két db párhuzamos, egymástól 1950mm-re lévő Z-profil, melyek egy sínszerkezetet alkotnak, amibe a kollektorok pontosan beleilleszthetők. A kollektorokat a Z-profilokhoz kollektoronként 2 db ún. szélbiztosítóval kell rögzíteni.

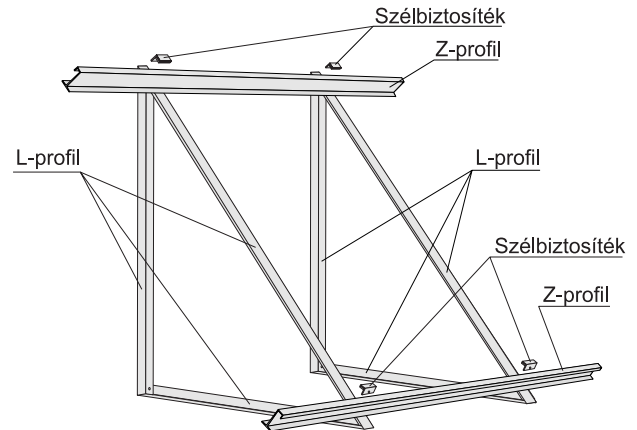
Ferdetető szerelőkeretek az általánosan használt tetőfedő anyagok többségénél alkalmazhatók. A keretek kollektoronként 2 db ún. tetőkampóval rögzíthetők a tetőszerkezethez, általában a szarufához. A tetőkampó - hasonlóan a hófogó kampókhoz - a tetőcserep, vagy egyéb héjalási elem alá tolható, és itt lecsavarozható.



29. ábra

Szerelőkeret 2 db kollektor ferdetetőre szereléséhez

Lapostető szerelőkeretek alkalmazásával a napkollektorok bármilyen sík területen felszerelhetők. Ez lehet épületek lapostetője, vagy pl. talajszint az épület, esetleg medence mellett. Lapostető keret alkalmazható a kollektorok függőleges falra szereléséhez is.



30. ábra

Szerelőkeret 2 db kollektor lapostetőre szereléséhez

A lapostető szerelőkeretek dőlésszöge 45°. Ha a tető 20m-nél magasabb, akkor megerősített kivitelű keretet kell alkalmazni.

A lapostető szerelőkeretek alkalmazásához ki kell képezni egy megfelelő vízszintes, sík felületet. Ehhez a szerelőkeretek lecsavarozással vagy súlyterheléssel rögzíthetők.

4.3. Bádogozó készletek Heliostar napkollektorok tetőbe integrálásához

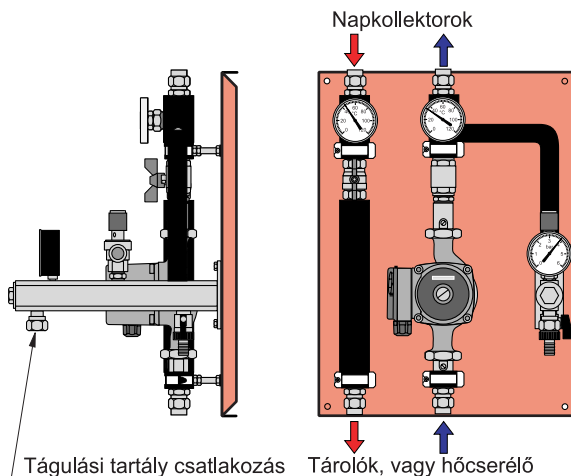
Bádogozó készletekkel a napkollektorok a tetőhéjalás helyett, a tetőbe integrálva építhetők be. A bádogozó készletek hasonlóak a tetőablakoknál alkalmazott bádogozáshoz. Mivel a kollektorok dobozszerkezete alumínium, ezért a bádogozásuk is barna színűre festett alumínium lemezből készül. A bádogozó készletek egységcsomagban kaphatók, a csomagok a bádog elemeken kívül tartalmaznak minden olyan segédeszközt (csavarok, tömítőszalagok, szegek ...stb.), amelyek a szereléshez szükségesek.

A kollektorok tetőbe integrálásához a szerelőkereteknél is alkalmazott Z-profilokat, valamint alap és bővítő bádogozó készleteket kell rendelni. A Z-profilokat a szarufákra kell felcsavarozni, és ezekbe kell beleültetni a napkollektorokat. Az alap bádogozó készlet a két szélső kollektor, a bővítő készlet pedig a közbenső kollektorok beépítésére szolgál.

Külön bádogozó készlet kapható a kollektorok egy, vagy egymás alatt két sorban történő beépítéséhez.

4.4. A szoláris szerelési 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.



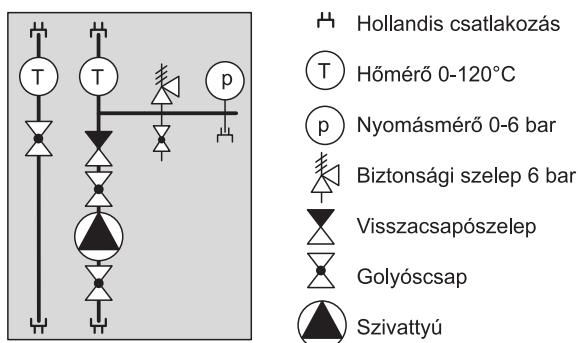
31. ábra

Szoláris szerelési egység

A szoláris szerelési egységek a beépített Grundfos gyártmányú keringető szivattyú típusától, és a csatlakozási mérettől függően, az alábbi négy változatban készülnek:

Típus	Szivattyú	Csatlakozás	Alkalmazhatóság
SE 25-40	UPS 25-40	18x1 mm	2-4 db kollektorig
SE 25-50	UPS 25-50	22x1 mm	4-6 db kollektorig
SE 25-60	UPS 25-60	22x1 mm	6-10 db kollektorig
SE 25-80	UPS 25-80	28x1 mm	10-20 db kollektorig

A szoláris szerelési egységek az SE 25-80 típus kivételével tartalmazznak egy konzolt is, melyre a tágulási tartály csatlakoztatható. A 25-80-as egység alkalmazásakor a tágulási tartály általában már nagyobb, lábon álló kivitelű, ezért ezen az egységen csak egy 18x1mm-es csatlakozás található a tágulási tartály bekötéséhez.



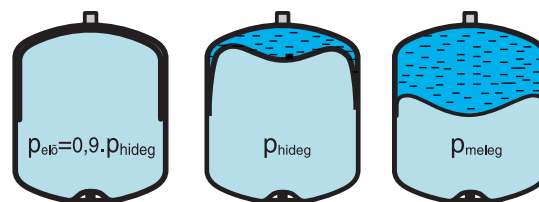
32. ábra

A szoláris szerelési egységek elvi kapcsolása

4.5. 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.



33. ábra

Nyomásviszonyok a tágulási tartályban

A tágulási tartály szükséges térfogata az alábbi képlettel számítható:

$$V_{\text{tart}} = \frac{\Delta V}{0,9 \frac{p_{\text{max}} - p_{\text{hideg}}}{p_{\text{max}}}}$$

ahol:

- V_{tart} : a tágulási tartály minimális térfogata,
- ΔV : a rendszer tágulási térfogata,
- p_{max} : a rendszer maximális nyomása,
- p_{hideg} : a rendszer nyomása hideg állapotban

A ΔV tágulási térfogat kiszámításához először meg kell határozni a napkollektoros rendszer teljes térfogatát. Az egyes rendszerelemek térfogata a 34. táblázatból illetve a termékismertetőből vehető. A rendszertérfogat ismeretében a tágulási térfogat:

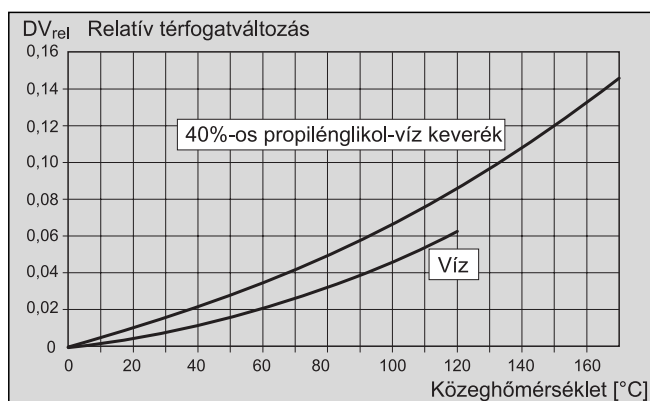
$$\Delta V = V_{\text{rendszer}} \Delta V_{\text{rel}}$$

ahol: ΔV_{rel} a hőhordozó közeg relatív térfogatváltozása

Megnevezés	Térfogat
Heliostar 200 napkollektor	1,05 liter
Heliostar 202 napkollektor:	1,30 liter
Heliostar 320, 380 napkollektor	1,6 liter
Heliostar 400V napkollektor	1,5 liter
1m 18x1mm-es vörösrézcső	0,20 liter
1m 22x1mm-es vörösrézcső	0,31 liter
1m 28x1mm-es vörösrézcső	0,49 liter
200 literes tároló hőcserélő (1m ²)	5,7 liter
300 literes tároló hőcserélő (1,5m ²)	8,5 liter
400 literes tároló hőcserélő (1,8m ²)	10,2 liter
500 literes tároló hőcserélő (1,9m ²)	10,8 liter

34. táblázat

A hőhordozó közeg relatív térfogatváltozása a 35. ábrán látható. A Heliostar napkollektorokkal megvalósított rendszerek maximális átlagos hőmérséklete megközelítőleg 130°C, ekkor a 40%-os propilénlikol-víz relatív térfogatváltozása: 0,1 liter/liter.



35. ábra

Relatív térfogatváltozás a hőmérséklet függvényében

Javasolt nyomások Heliostar kollektorok alkalmazása esetén:

- $p_{elő}$: 3,6 bar (4,6 bar abszolút)
- p_{hideg} : 4,0 bar (5,0 bar abszolút)
- p_{max} : 5,5 bar (6,5 bar abszolút)

Figyelem! A tágulási tartály nagyságát meghatározó képlet az általános gáztörvényen alapul, ezért a nyomásértékeket abszolút nyomásban kell behelyettesíteni.

Példa:

Rendszertérfogat: $V_{rendszer} = 26$ liter

Tágulási térfogat: $\Delta V = V_{rendszer} \Delta V_{rel} = 26 \cdot 0,1 = 2,6$ liter

A tágulási tartály minimális térfogata:

$$V_{tart} = \frac{\Delta V}{0,9 \frac{p_{max} - p_{hideg}}{p_{max}}} = \frac{2,6}{0,9 \frac{6,5 - 5,0}{6,5}} = 12,52 \text{ liter}$$

A választott tágulási tartály térfogata: 18 liter

A Heliostar napkollektorok üresjárási hőmérséklete erős napsütés esetén elérheti a 180°C-ot is. Üresjárásnak azt nevezzük, ha a kollektorokban a hőhordozó közeg nem kering. Ilyenkor előfordulhat, hogy a kollektorokban a hőhordozó folyadék részben vagy teljes térfogatban felforr, gőz keletkezik. A gőz ekkor kinyomja a kollektorokból a folyadékot. Ha a tágulási tartályt az előzőekben megadott képlettel számítottuk ki, akkor az ezt a tágulást már nem tudja felvenni, le fog fújni a biztonsági szelep. Ha a tágulási tartállyal a forrás miatti tágulást is fel kívánjuk venni, akkor a tágulási térfogat számításakor a kollektorok térfogatát is figyelembe kell venni:

$$\Delta V = V_{rendszer} \Delta V_{rel} + V_{koll}$$

ahol: V_{koll} a kollektorok térfogata.

Példa:

Rendszertérfogat: $V_{rendszer} = 26$ liter

Ebből a kollektorok térfogata: 5,2 liter

Tágulási térfogat:

$$\Delta V = V_{rendszer} \Delta V_{rel} + V_{koll} = 26 \cdot 0,1 + 5,2 = 7,8 \text{ liter}$$

A tágulási tartály minimális térfogata:

$$V_{tart} = \frac{\Delta V}{0,9 \frac{p_{max} - p_{hideg}}{p_{max}}} = \frac{7,8}{0,9 \frac{6,5 - 5,0}{6,5}} = 37,56 \text{ liter}$$

A választott tágulási tartály térfogata: 50 liter

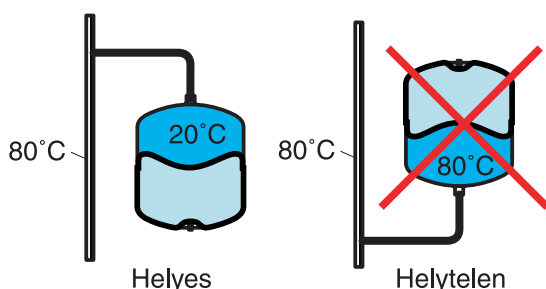
A tapasztalatok azt mutatják, hogy a kollektorokban elgőzölgés csak kivételes esetben, és ekkor is csak részlegesen következik be. Ezért a tágulási tartály méretének meghatározásához az elsőként ismertetett képlet alkalmazható. Célszerű azonban a részleges forrás esetén létrejövő tágulás kivédésére az így kiszámolt tartályméretet ~20%-al megnövelni.

Be kell tartani továbbá az alábbi előírásokat:

- A hőhordozó közeg forrását az üzemi nyomás növelésével lehet megakadályozni. Ezért napkollektoros rendszerekben a fűtési rendszerekhez képest magasabb üzemi nyomást kell alkalmazni. Heliostar napkollektorok alkalmazása esetén 6 bar-os biztonsági szelepet kell alkalmazni, és a rendszert hideg állapotban 4 bar nyomásra kell feltölteni.
- A kollektorok felső pontjára nem szabad automata légtelenítőt elhelyezni. Ez ugyanis egyrészt forrás esetén a kollektorokból kiengedi a gőzt, másrészt a magas hőmérséklet miatt tönkremegy.
- A biztonsági szelep lefűvő ágát egy fém kannába kell vezetni, hogy esetleges lefűvás esetén a fagyálló folyadék ne vesszen el.

Szoláris szerelési egység alkalmazása esetén a tágulási tartályokat 12-24 literig a szoláris egységen található konzolra kell csatlakoztatni. Ez a tartályok biztonságos, stabil rögzítését eredményezi. Ha nem alkalmaznak szoláris egységet, vagy a tágulási tartály lábán álló kivitelű, akkor a tartályt az alábbiak szerint kell beépíteni:

- A tágulási tartály és a biztonsági szelep valamint a kollektorok közé nem szabad elzáró szerelvényt beépíteni.
- A tágulási tartályt a rendszer hideg ágába kell beépíteni, függesztett kivitelben. A függesztett kivitel előnye, hogy feltöltéskor a tartály vízteréből a levegő el tud távozni, valamint magas rendszerhőmérséklet esetén a tágulási tartály nem melegszik fel.



36. ábra

A tágulási tartályok helyes beépítése

Fontos! Az alkalmazott tágulási tartály megengedett maximális nyomása a biztonsági szelep által meghatározott 6 bar, vagy magasabb kell hogy legyen! Az általánosan alkalmazott fűtési tágulási tartályok többsége ennek a követelménynek nem felel meg. Alkalmazhatók a speciális szolár tartályok, vagy az ivóvíz rendszerekben használatos hidrofor tartályok, amennyiben a gumimembránt a fagyálló folyadék nem károsítja.

4.6. Melegvíz tárolók

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

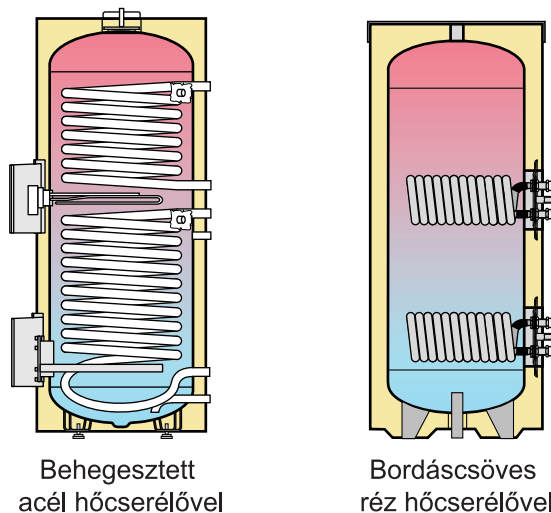
Tárolót azért kell alkalmazni, mert a napsütés időtartama általában nem esik egybe a melegvízfogyasztás idejével. A napkollektorok csak napközben működnek, akkor is az időjárás szeszélyeitől függően, míg nagyobb melegvízfogyasztás pl. családi házakban általában este és reggel van. Ezért a napsütés idején 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 tároló tartályban kell megvalósítani.

A használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszerekben használatos tárolók két lényeges jellemzőben térnek el az épületgépészetben általánosan használatos tárolóktól:

- Ürtartalmuk nagyobb, felépítésük általában lábon álló, karcsú, magas tartály.
- Tartalmaznak egy, vagy több belső hőcserélőt, esetleg elektromos fűtőpatront, így több, különböző energiahordozóval üzemelő hőtermelővel is fűthetők.

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, csőhígyóban cirkuláltatva fűti fel.

A tároló hőcserélő lehet fixen behegesztett acél csőhígyó, vagy karimán keresztül beépíthető sima vagy bordácsöves réz csőhígyó. Fontos, hogy a napkollektorok hőcserélője alul, míg a hagyományos hőtermelő hőcserélője felül helyezkedjen el. Így lehetővé válik, hogy a hideg- és a melegvíz sűrűségkülönbség folytán kialakuló rétegződése miatt a hagyományos hőtermelő csak az elvételhez közeli, felső tárolótér fogatot melegítse fel.



37. ábra

Napkollektoros rendszerekben alkalmazható melegvíz tárolók általános felépítése

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 hőcserélő felülete körülbelül az alábbi értékű legyen:

simacsöves hőcserélő: 0,2 m² / kollektor m²
 bordácsöves hőcserélő: 0,3-0,4 m² / kollektor m²

A melegvíz tárolók anyaga

A melegvíz tárolók tartálytestje 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, hajszálrepedések mindig előfordulnak. A hibák helyén korrózió alakul ki, ennek megakadályozására a tárolókba ún. aktív anódot építenek be. Ez többnyire magnézium anyagú rúd. 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.

Figyelem! Az anódok a tartálytestet védik a korróziótól, a kilyukadástól. Az anód a vízkövesedéstől nem véd, azzal semmilyen összefüggésben nincs. Kemény víz esetén külön vízlágyító, vízkömentesítő berendezéssel kell védekezni a vízkövesedés ellen.

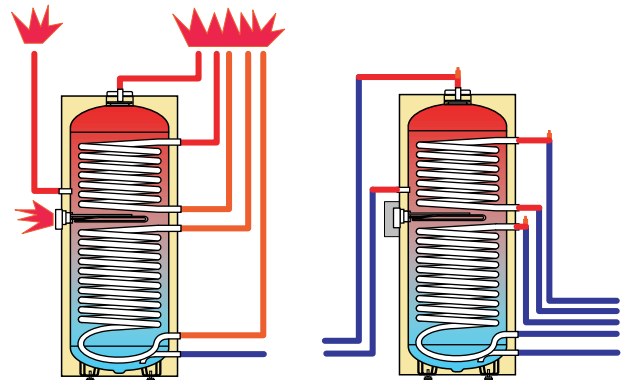
Melegvíz tárolókat készítenek rozsdamentes acélból is. Ezek a tárolók felületvédelmet, anódos védelmet nem igényelnek. A rozsdamentes tárolók élettartama hosszú, különösebb karbantartást nem igényelnek, hátrányuk, hogy áruk lényegesen magasabb a szénacél tárolók áránál.

A tárolók hőszigetelése

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 vízhőmérséklet és 20°C-os külső hőmérséklet esetén.

A melegvíz tárolók hőveszteségének nagyobb részét sokszor nem a tartálytest vékony hőszigetelése, hanem a csatlakozó csomók és csővezetékek nem megfelelő hőszigetelése okozza. A napkollektoros rendszerekben alkalmazott tárolókon igen sok csomó található, ezek hővesztesége jelentős lehet. Ügyelni kell a csatlakozó csővezetékek nyomvonalára és hőszigetelésére is. A melegvíz, kisebb fajsúja miatt fölfelé törekszik, ezért a tárolóból fölfelé irányuló csővezetékek szabad utat biztosítanak a csővezetéken belüli gravitációs áramlásnak. Természetesen a csővezetékeket teljes terjedelemben hőszigetelni kell.



38. ábra

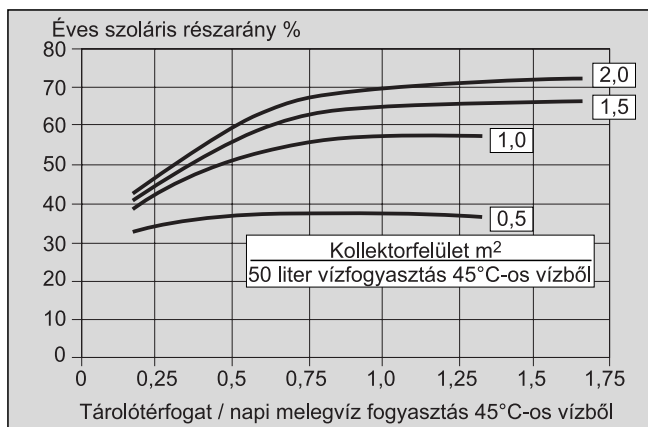
Tárolók hővesztesége a csővezetéken keresztül

A tárolók számottevő hőveszteségét okozhatja a cirkulációs vezeték energiapazarló üzeme is. Cirkulációs csővezetéket azért építenek ki, hogy a csapolókból azonnal melegvíz folyjon. Cserében a boiler vizét időnként szivattyúval cirkuláltatni kell, ez viszont hőveszteséget jelent. A cirkulációs veszteség csökkenthető az alábbiak figyelembevételével:

- A cirkulációs vezeték teljes terjedelmében hőszigetelni kell.
- A cirkulációs szivattyút kapcsolóórával vezérelve, csak abban az időszakban kell üzemeltetni, amikor feltételezhetően melegvízfogyasztás van. A kapcsolóóra mellett a cirkulációs szivattyút célszerű termosztáttal is vezérelve kikapcsolni, ha a cirkulációs vezeték visszatérő ágában megjelent a melegvíz.
- Napkollektorokkal is fűtött tároló esetén a cirkulációs vezeték a tároló középső, felső harmadába kell bekötni, mivel ha azt az alsó hidegvízcsomókba kötik vissza, akkor a cirkulációs szivattyú összekeveri a tartály vizét, így megszünteti a természetes rétegződést.

A melegvíz tárolók mérete

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 időszakáig. Csak így lehet elérni azt, hogy nyáron a kollektorok közel 100%-ban előállítsák a melegvíz szükségletet, és a hagyományos hőtermelő csak borultabb napokon kapcsoljon be. A tároló optimális méretét befolyásolja még a kollektorfelület nagysága, és a melegvíz fogyasztás jellege. A 39. 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.



39. ábra

Éves szoláris részarány a tárolóméret és a kollektorfelület fogyasztáshoz viszonyított aránya függvényében

A melegvíz tárolók üzemi körülményei

A melegvíz tároló beépítése előtt meg kell győződni arról, hogy a tároló megengedett maximális üzemi nyomása és hőmérséklete magasabb az előforduló maximális értékeknél. Ha a vízhálózat nyomása akár időszakosan is meghaladhatja a tároló megengedett nyomását, akkor nyomáscsökkentőt kell beépíteni. A tárolót fűtő hőtermelők maximális hőmérsékletét úgy kell beállítani, hogy a tároló vizét ne fűthessék a megengedett értéknél magasabbra.

A hagyományos hőtermelővel a tároló hőmérsékletét célszerű 45-50°C-on tartani. Ennél magasabb hőmérséklet esetén megnőnek a hőveszteségek, és főleg kemény víz esetén intenzív vízkökválással kell számolni. 60°C feletti hőmérséklet esetén a forrázásveszély elkerülése érdekében termosztatikus

keverőszelepet kell beépíteni, ami a vételezett melegvízhez a hideg ágból hidegvizet kever.

Melegvíz tárolót csak temperált, fagyveszélytől mentes helyiségben szabad elhelyezni. Nem szabad például a tárolót szigeteletlen, fűtetlen padlástérbe telepíteni.

A két hőcserélős tárolóknak a felső hőcserélőjére kötött hagyományos hőtermelővel csak a felső térfogatát lehet felfűteni, az alsó részt csak a kollektorok fűtik. A tároló fertőtlenítése miatt ugyanakkor célszerű a teljes tárolótérfogatot időszakonként 60°C fölé emelni. Ez elpusztítja például a langyos vízben megtelepedő ún. legionella baktériumokat. Hagyományos hőtermelővel a kéthőcserélős tárolók teljes térfogata csak úgy fűthető fel, ha szivattyúval ellátott vezetéket építenek be, mely a fertőtlenítő felfűtéssel egyidőben a tároló felső részéből a forróvizet visszakeringteti a hidegvíz csomkon keresztül a tároló alsó részébe.

A melegvíz tárolók biztonsági szerelvényei

A melegvíz tárolók bekötését csak megfelelő képesítéssel rendelkező szakember végezheti. Be kell tartania a tároló kezelési utasításában leírtakat, valamint a vonatkozó szabványokat, előírásokat.

A bekötés fontosabb szabályai:

A hidegvíz ágba a folyásirány sorrendjében be kell építeni:

- Elzáró szerelvényt
- Nyomáscsökkentő szelepet (szükség esetén)
- Visszacsapó szelepet
- Biztonsági szelepet (általában 6 bar nyitónyomású)
- Nyomásmérőt, 300 literes térfogat felett
- Üritő csapot

Nagyon fontos, hogy a biztonsági szelep és a tároló között nem lehet elzáró szerelvény. A biztonsági szelep felfűtés közben üzemszerűen csöpögni fog, ezért gondoskodni kell a csöpögő víz elvezetéséről. A csöpögő vizet látható helyen lévő tölcseren keresztül kell bevezetni a csatornahálózatba. Tilos a biztonsági szelep csöpögő ágát fixen bekötni, és leszűkíteni. A biztonsági szelep szükséges mérete:

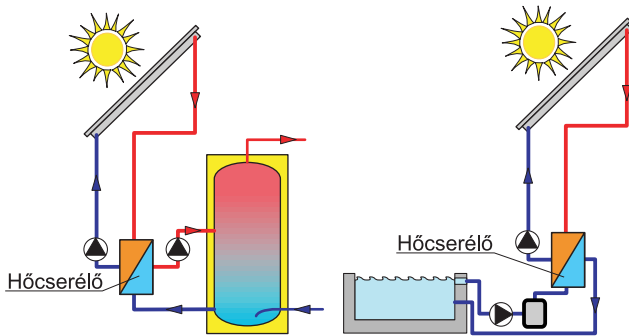
200 literes tárolóig:	1/2"
1000 literes tárolóig:	3/4"

A biztonsági szelep csöpögését megfelelő méretű, ivóvíz rendszerekben alkalmazható zárt tágulási tartály beépítésével ki lehet küszöbölni. A tágulási tartály azonban nem helyettesíti a biztonsági szelepet, annak beépítése minden esetben kötelező.

Melegvíz tárolókban egy hőmérőt is el kell helyezni, a melegvíz kilépésének közelében.

4.7. Külső hőcserélők

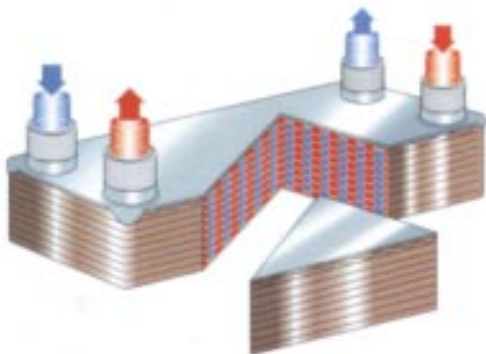
Egyszerűbb használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszerekben általában beépített, belső hőcserélős tárolókat alkalmaznak. A kollektorfelület meghatározza azt, hogy a belső hőcserélőnek mekkora felületűnek kell lennie. A tárolókba beépíthető hőcserélő nagysága azonban korlátozott. Nagyobb napkollektorfelület 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.



40. ábra
Külső hőcserélők alkalmazása

Külső hőcserélős napkollektoros rendszerekben nem csak a kollektor körüli fagyálló folyadékot, hanem a fűtött közegét 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 valósítható meg.

A hőcserélő egy kis térfogatú edény, melyben a két közeg egymástól elválasztva, általában egymással szemben, szűk, nagy felületű járatok között áramlik. Az esetek többségében rozsdamentes acélból készült ún. lemezes hőcserélőket használnak. Ezek készülnek forrasztott vagy szerelhető kivitelben. A forrasztott kivitel olcsóbb, de csak vegyszeres átmosással tisztítható. A szerelhető kivitel lemezei gumitömítéssel vannak elválasztva egymástól, és csavarok szorítják azokat össze, ezért tisztítás esetén szétszerelhetők.



41. ábra
Forrasztott lemezes hőcserélő felépítése

A hőcserélők kiválasztása

A hőcserélőket hőtechnikai és áramlástanai szempontok alapján kell kiválasztani. Hőtechnikailag a hőcserélők feladata az, hogy a napkollektorok által hasznosított hőmennyiséget a primer és a szekunder közeg viszonylag kis hőmérsékletkülönbsége mellett legyen képes átadni. Áramlástechnikailag pedig, a szükséges térfogatáramok mellett a hőcserélők ellenállása nem lehet nagyobb annál, mint amit a keringető szivattyú emelőmagassága a teljes rendszer nyomásvesztését figyelembe véve biztosítani tud. A hőcserélőket általában a gyártók által rendelkezésre bocsátott számítógépes programokkal lehet méretezni. Csak olyan program használható, melyben primer körü közegként beállítható a kollektorokban alkalmazott propilénlikol fagyálló folyadék. Víz-víz közegre elvégzett méretezések - a fagyálló folyadék víztől eltérő fajhő és viszkozitás értékei miatt - nem adnak helyes eredményeket.

A méretezés paramétereinek beállításához meg kell határozni a hőcserélővel átvendő teljesítményt, ami a kollektorok teljesítményével egyezik meg. Heliostar kollektorok esetén célszerű a jellemző üzemmódnak tekinthető 600W/m² értékkel számolni (800-1000W/m² napsugárzás, és 60-75%-os napkollektor hatásfok). Így a hőcserélővel átvendő hőáram:

$$\dot{Q} = A_{\text{koll}} \cdot 0,6 \text{ kW/m}^2 \text{ [kW]}$$

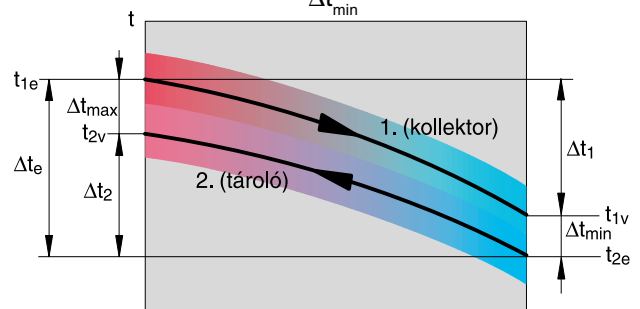
A hőcserélők alapegyenlete:

$$\dot{Q} = c_1 \cdot \dot{m}_1 \cdot (t_{1e} - t_{1v}) = c_2 \cdot \dot{m}_2 \cdot (t_{2v} - t_{2e}) = k \cdot A \cdot \Delta t_{\log}$$

ahol, a 42. ábra jelöléseivel:

- $\dot{Q}$: a hőcserélő hőárama [kW]
- c_1, c_2 : a közegek fajhője [kJ/kg.K]
- $\dot{m}_1, \dot{m}_2$: a közegek tömegáramai [kg/s]
- t_{1e}, t_{2e} : a közegek belépő hőmérséklete [°C]
- t_{1v}, t_{2v} : a közegek kilépő hőmérséklete [°C]
- k : a hőcserélő hőátbocsátási tényezője [W/m².K]
- A : a hőcserélő hőátadó felülete [m²]
- $\Delta t_{\log}$: a logaritmusos hőmérséklet különbség [K]

$$\Delta t_{\log} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \text{ [K]}$$



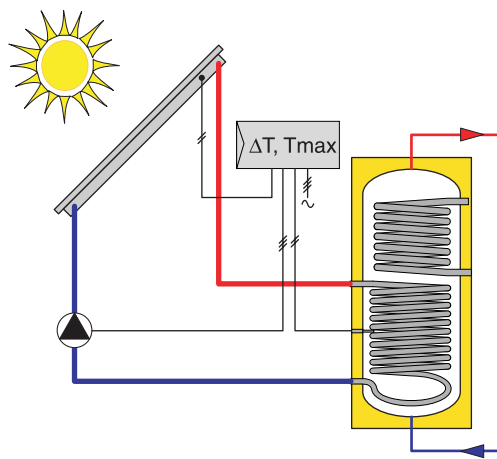
42. ábra
Ellenáramú hőcserélő közegeinek hőmérséklete a hőcserélő falfelülete mentén

Hőcserélők esetében az áramló közegek hőmérséklete, így azok hőmérsékletkülönbsége is a felfelület mentén változik. Ezért bevezették a hőcserére jellemző logaritmikus hőmérsékletkülönbség fogalmát. A napkollektoros rendszerek hőcserélőinek számítógépes méretezésekor a cél minél alacsonyabb, általában 5-10°C közötti logaritmikus hőmérsékletkülönbség elérése. Azonos hőáramot alacsonyabb logaritmikus hőmérsékletkülönbség mellett csak nagyobb, ezért drágább hőcserélővel lehet átadni. Így a hőcserélők kiválasztása hőtechnikai méretezés mellett költségoptimalizálást is igényel.

Áramlástani szempontból a hőcserélőket általában úgy választják ki, hogy a nyomásvesztésük 20 kPa alatt legyen. Különösen ügyelni kell a medencék vízforgató körébe épített hőcserélők kiválasztásánál, mivel itt igen nagy térfogatáramok fordulnak elő. Ezért medencék hőcserélőjeként általában nem lemezes, hanem a köpenytér oldalon kis ellenállású, csőköteges hőcserélőket alkalmaznak.

4.8. Napkollektoros rendszerek szabályozása

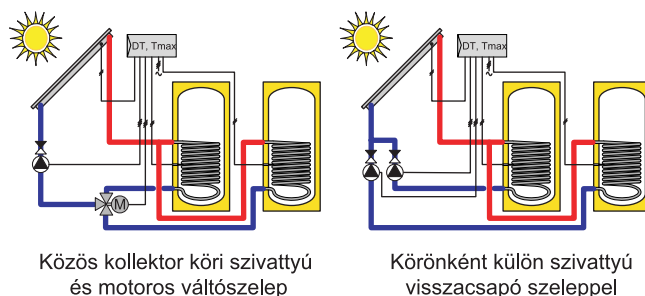
A napkollektoros rendszerekben alkalmazott szabályozók feladata, hogy csak akkor indítsák el a kollektoros fűtést, ha a kollektorok hőmérséklete magasabb a fűteni kívánt közeg hőmérsékleténél. Ezért a legegyszerűbb szabályozó egy hőmérsékletkülönbség kapcsoló, mely egy-egy érzékelővel méri a kollektorok, és a fűtött tároló hőmérsékletét. A szabályozón beállított hőmérsékletkülönbség elérése esetén a szabályozóban lévő relé meghúzza, és ez általában elindítja a kollektor körüli keringető szivattyút. A bekapcsolási hőmérsékletkülönbség általában 5-20°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.



43. ábra

Egyszerű, egytárolós kollektoros rendszer szabályozása

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 tároló körönként külön-külön beépített szivattyúkat is vezérli.



44. ábra

Többtárolós rendszerek szabályozása

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

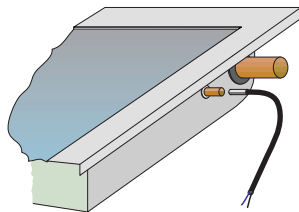
- Analóg szabályozók. Ezeket egyszerűbb, főleg használati-melegvíz készítő, vagy medencefűtő rendszereknél alkalmazzák. Az analóg szabályozók tárolónként egy relé kimenettel rendelkeznek, melyekkel szivattyúkat vagy váltószelepeket lehet kapcsolni.
- Mikroprocesszoros szabályozók. Ezeknél a szabályozóknál 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 hozzákapcsolhatók hőmennyiségmérők, mérés-adatgyűjtők vagy napsugárzásérzékelők is, melyek segítségével a napkollektoros rendszer üzeme figyelemmel kísérhető, regisztrálható.

Az érzékelők elhelyezése

A szabályozóknak általában tartozéka a szabályozási feladat megvalósításához szükséges számú érzékelő. Ezek többnyire ellenállásérzékelők, melyek hőmérséklet-változás hatására változtatják ellenállásukat. Nagyon fontos, hogy az érzékelőket olyan helyen, és olyan módon helyezzük el, hogy azok valóban a mérni kívánt hőmérsékletet érzékeljék.

A napkollektorokban általában az abszorberlemez hőmérsékletét célszerű mérni a kilépő csomagtörzs közelében. A Heliostar napkollektorokon a jobb oldali kilépő csomagtörzs alatt, az abszorberhez rögzített 8x1mm-es érzékelő hüvely található, az érzékelőt ebbe kell behelyezni, és zsugorcsővel vízmentesen rögzíteni. Heliostar 400V vákuumos kollektorok esetén az érzékelő hüvely az erre a célra kialakított kilépő vezeték csatlakozó csomagtörzsébe van beépítve, úgy hogy a hüvely benyúlik a napkollektorokba.



45. ábra

Érzékelő elhelyezése Heliostar napkollektorokban

Tapasztalatok szerint, ha a kollektor érzékelőt a kilépő csővezetékbe teszik, akkor az csak a keringés megindulása után mér kielégítő pontossággal, de a kollektorok felmelegedését csak késéssel érzékeli.

Melegvítartólók érzékelőjét általában a hőcserélő zónájában, kb. a hőcserélő felének magasságában kell elhelyezni. A tárolókon többnyire található erre a célra kiképzett hüvely, vagy csomagtörzs.

Az érzékelőket általában 2x1mm²-es szigetelt, sodrott réz vezetékkel kell bekötni. A kötések, toldásokat célszerű forrasztással végezni. Külső térben, pl. a kollektor érzékelő bekötéséhez csak UV-álló kábel használható. A vezeték védőcsőben, vagy egyszerűbb esetben a csővezeték hőszigeteléséhez kábelkötegelővel rögzítve lehet vezetni. A vezeték nem érhet hozzá a rézcsőhöz. Az érzékelő vezetékét nem célszerű az erősáramú vezetékekkel együtt vezetni. Az érzékelőket a hüvelybe behelyezés előtt a jó hőátadás érdekében hővezető pasztával kell bekenni.

A napkollektorokat lehetőség szerint azonos dőlésszöggel és tájolással kell elhelyezni. Nem célszerű pl. arra törekedni, hogy a kollektorok egy csoportja a keleti, másik csoportja a nyugati, harmadik csoportjuk pedig esetleg a déli tetőfelületre kerüljön. Ha ez valami miatt mégis elkerülhetetlen, akkor a különböző elhelyezkedésű kollektorcsoportokat hidraulikailag és szabályozástechnikailag is külön kell választani. Ez a rendszer bonyolultságának lényeges, és indokolatlan növekedéséhez vezet.

Általánosan elmondható, hogy a napkollektoros rendszerek megvalósításánál törekedni kell az egyszerűsége, az átláthatóságra. Minden egyes újabb szivattyú, keverő- vagy váltószelep és szabályozó egyben újabb hibaforrást is jelent. Fontos, hogy a megrendelő is megértse a rendszer működését, mert csak így tudja kontrollálni a helyes üzemelést, és saját maga elvégezni az időszakonként szükséges ellenőrzéseket.

4.9. Csővezeték rendszer

A napkollektoros rendszerekben alkalmazott primer, kollektor körű csővezetéknek meg kell felelniük a 180°C-os maximális hőmérséklet és a 6 bar maximális nyomás által támasztott követelményeknek. Figyelembe kell venni továbbá azt, hogy a Heliostar napkollektorok belső csővezetése vörösrézcsőből készül.

A jelenleg forgalomban lévő műanyag vagy ötrétegű csövek ezen a magas hőmérsékleten már nem használhatók, a horganyzott acélcsövet pedig nem szabad vörösrézcsővel közös rendszerben alkalmazni.

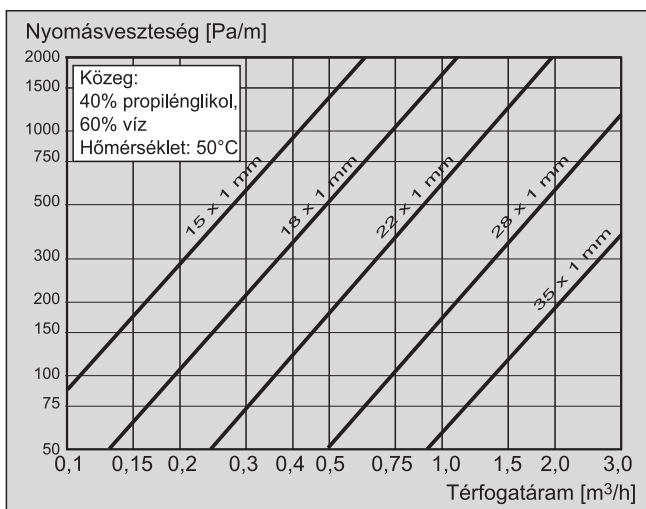
Kollektor körű csővezetéknek az épületgépészetben általánosan alkalmazott csövek közül vörösrézcső, vagy nem horganyzott, ún. "fekete" acélcső használható. Előnyösebb tulajdonságai miatt azonban a vörösrézcső alkalmazását javasoljuk. A vörösrézcső élettartama hosszú, könnyen megmunkálható, kis áramlási ellenállású, könnyen beszerezhető, és tiszta belső revét, lerakódást nem tartalmaz.

Csőkötésként elsősorban a lágyforrasztást javasoljuk. Elméletileg (főleg a napkollektorok közvetlen közelében) a magas hőmérséklet miatt már csak keményforrasztást lehetne alkalmazni, ennek ellenére mégis a lágyforrasztásos kötést javasoljuk. Tapasztalatunk szerint a lágyforrasztás megbízható kötést eredményez. Keményforrasztás esetén a rézcsövet vörös izzásig kell melegíteni, ami a cső kilágyulását, túlhevítés esetén tönkremenetelét eredményezi.

Csőkötésként alkalmazható még az újabban egyre jobban terjedő réz présfitting rendszer. Ügyelni kell azonban arra, hogy csak olyan gumi tömítőgyűrűt lehet használni, ami magas hőmérsékleten is alkalmazható.

A csővezeték méretének meghatározása

A kollektor körüli csővezeték méretének meghatározása ugyanúgy történik, mint az egyéb épületgépészeti rendszerek csővezetékeinek méretezése. A lényeges különbség, hogy a kollektorokban fagyálló folyadék kering, melynek a víztől eltérő a viszkozitása. Sajnos a kézikönyvekben közölt táblázatok, nomogramok csak víz közegre érvényesek, ezért kollektoros rendszerek méretezésekor nem használhatók. Léteznek azonban számítógépes programok, melyek propilénlikol közeg megadása esetén is el tudják végezni a méretezést. A 46. ábrán megadjuk a vörösrézcsövek nyomásvesztését 50°C-os, 40-60%-os propilénlikol-víz közeg esetére.



46. ábra

Egyenes vörösrézcső nyomásvesztése

Tájékoztatásul: Heliostar kollektorok alkalmazása esetén, 60 liter/h kollektoronkénti térfogatáram mellett, az alábbi csőátmérőket lehet használni:

Kollektorszám	Térfogatáram	Névl. átm.	Vörösrézcső
2-4 db	0,12-0,24 m³/h	NA 15	18x1mm
5-10 db	0,3-0,6 m³/h	NA 20	22x1mm
11-20 db	0,66-1,2 m³/h	NA 25	28x1mm
21-35 db	1,26-2,1 m³/h	NA 32	35x1mm
36-50 db	2,16-3 m³/h	NA 40	42x1mm

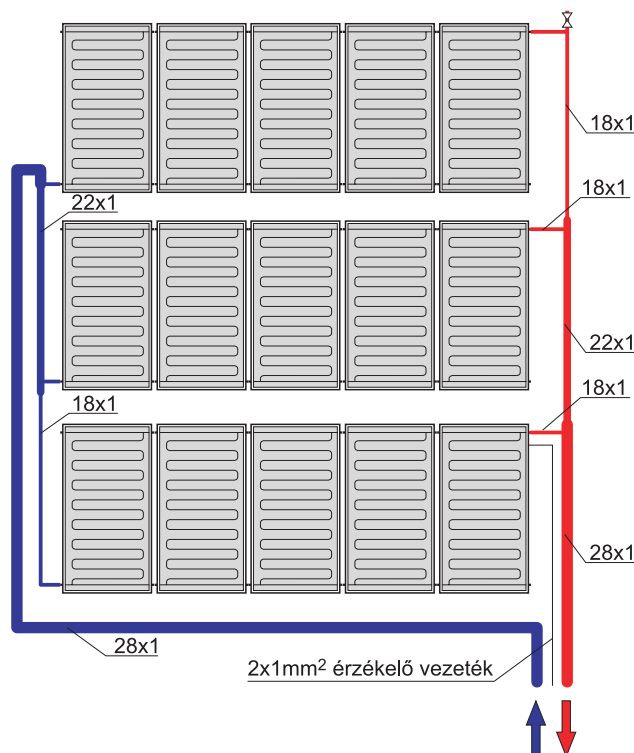
A táblázat természetesen - főleg nagyobb csőhosszak esetén - nem helyettesíti a hidraulikai méretezést.

A csővezeték szerelésének szempontjai

Vörösréz csővezeték alkalmazásakor fokozottan kell ügyelni a hőtágulások biztosítására. A réz hőtágulása 50%-al nagyobb az acélcső hőtágulásánál. 1m vörösrézcső 1°C hőmérsékletváltozás esetén az átmérő és falvastagság méretétől függetlenül, 0,017mm-t nyúlik. Pl. 10m kollektor körüli csővezeték 120°C hőmérsékletváltozás esetén 20,4mm-t tágul!

A csővezeték rögzítésére gumibetétes csőbilincseket kell alkalmazni. A rézcsőhöz általánosan használt műanyag, pattintós csőbilincsek a nagy hőmérséklet miatt kollektoros rendszerekben nem használhatók.

Több kollektorcsoport esetén ezeket párhuzamosan kell kapcsolni. Ügyelni kell arra, hogy minden kollektorcsoport térfogatárama azonos legyen. Ez ún. Tichelmann kapcsolással valósítható meg. A Tichelmann kapcsolat elve, hogy minden kollektor esetén egyforma hosszúak az áramlási utak.



47. ábra

Kollektorok bekötése Tichelmann kapcsolat szerint

A szekunder (nem kollektor) körüli csővezeték anyagának meghatározásakor figyelembe kell venni a csatlakozó rendszer vezetékeinek anyagát is. Réz vezetékek esetén be kell tartani az ún. folyásirány szabályt. Ez azt jelenti, hogy áramlási irányban haladva rézből készült csővezeték-csúszást után szabad beépíteni. Ellenkező esetben a vízben oldott réz átkerülve a horganyzott acélcsőből készült szakaszba lyukkorróziót okozhat.

4.10. A csővezetékek hőszigetelése

A kollektor körüli csővezetékeket a hővesztések csökkentése érdekében teljes terjedelmükben hőszigetelni kell. A hőszigetelő anyagoknak meg kell felelniük a kollektorok üresjárata utáni induláskor fellépő igen magas, 150°C fölötti hőmérsékletnek. A külső térben vezetett csővezetékek hőszigetelése pedig ellent kell álljon a napsugárzásnak és a nedvességnek is.

Kollektor körü csővezetékek hőszigetelésére használhatók üveg- vagy kőzetgyapot anyagú, alufóliával kasírozott csőhéjak, vagy olyan szintetikus gumi anyagú csőhéjak, melyek legalább 150°C-ot, rövid ideig 175°C-ot károsodás nélkül elviselnek. Ha a kollektor körü csővezeték meleg ágát hagyományos, általánosan használt habosított csőhéjjal szigetelik, akkor az előbb vagy utóbb össze fog zsugorodni, helyenként le fog olvadni.

Külső térben csak az UV sugárzásnak is ellenálló szigetelést lehet használni, és az ilyen szigeteléseket is célszerű UV-álló festékkel lefesteni, vagy keményhéjalással ellátni. A gumi anyagú szigeteléseket általában a madarak is károsítják, csipegetik.

Hőszigetelt cső hővesztesége az alábbi módon számítható (a szigetelés külső és belső oldali hőátadási ellenállásának elhanyagolásával):

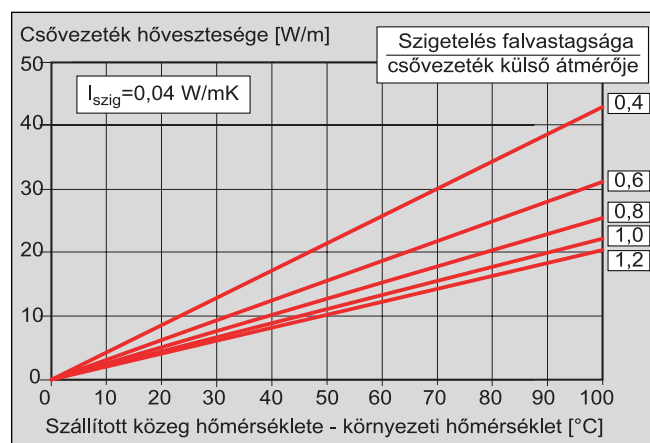
$$\dot{q} = \frac{t_{\text{közeg}} - t_{\text{külső}}}{\frac{1}{2 \pi \lambda} \ln \frac{d_{\text{szig}}}{d_{\text{cső}}}} \quad [\text{W/m}]$$

ahol:

- $\dot{q}$: a cső hővesztesége [W/m]
- $t_{\text{közeg}}$: az áramló közeg hőmérséklete [°C]
- $t_{\text{külső}}$: a cső körüli levegő hőmérséklete [°C]
- λ : a hőszigetelés hővezetési tényezője [W/m.K]
- d_{szig} : a hőszigetelés külső átmérője [m]
- $d_{\text{cső}}$: a csővezeték külső átmérője [m]

Hőszigetelt csövek hővesztesége a szállított közeg és a környezeti levegő hőfokkülönbsége, valamint a szigetelésvastagság és a csőátmérő viszonyának függvényében a 48. ábrából megállapítható. A javasolt hőszigetelésvastagságok:

Csővezeték mérete	Hőszigetelés vastagsága
22-ig	20 mm
28-35-ig	30 mm
42-54-ig	az átmérővel azonos



48. ábra
Hőszigetelt csövek hővesztesége

4.11. Légtelenítő elemek

A hőhordozó folyadék tökéletes keringtetésének feltétele a hidraulikus rendszerbe feltöltéskor bekerülő levegő és a folyadékból a felmelegedés hatására kiváló oxigén eltávolítása.

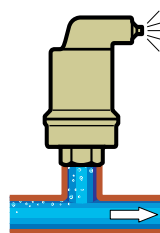
Légtelenítés céljára alkalmazható kézi légtelenítő csap, légtelenítő edény kézi üritő csappal, és automatikus vagy pedig abszorpciós légtelenítő. Csak olyan légtelenítő elem alkalmazható, mely a propilénglikol fagyálló folyadéknak ellenáll.

Valamilyen légtelenítési lehetőségnek a rendszer minden lokális magas pontján kell lennie, illetve a csővezeték úgy kell vezetni, hogy ezek száma minél kevesebb legyen. Légtelenítés szempontjából a legcélszerűbb megoldás az lenne, ha a kollektorokból kilépő csővezeték legmagasabb pontjára lehetne elhelyezni automata légtelenítőt, ezek azonban a fellépő magas hőmérséklet miatt itt nem alkalmazhatók.

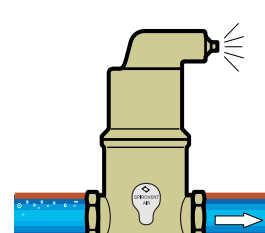
A kollektormező magas pontján kézi légtelenítő, vagy légtelenítő edény beépítését javasoljuk, a tető alatti kivezetéssel és elzárócsappal. Még jobb, ha a légtelenítő vezetéket elvezetik a rendszer töltésének helyére (a szoláris egységhez). Ebben az esetben egyszerű a feltöltés, légtelenítés, az üzemi nyomás beállítása, mert mindez egy helyről elvégezhető. Légtelenítő vezetékek 6x1mm-es lágy vörösrézcső alkalmazható.

Abszorpciós vagy automatikus légtelenítőt a hőcserélő és a keringető szivattyú utáni hideg ágba, könnyen elérhető helyre kell beépíteni. Az automata légtelenítők akkor légtelenítenek a leghatékonyabban, ha T-idommal hosszabb vízszintes csővezeték szakaszba építik őket, ahol a levegő kavardás nélkül, a csővezeték felső részén össze tud gyűlni.

Nagyobb rendszereknél a hatékonyabb légtelenítést eredményező légtelenítő edényt vagy abszorpciós légtelenítőt kell alkalmazni. Az abszorpciós légtelenítő zárt, hengeres edény, amibe olyan fémhálót helyeznek, mely megkavarja a rajta átáramló folyadékot, és így az oldott oxigén könnyebben kiválik.



Spiratop
automata légtelenítő



Spirovent
abszorpciós légtelenítő

49. ábra
Hatékony légtelenítő elemek

4.12. Keringető szivattyúk

A keringető szivattyú biztosítja a hőhordozó közeg szállítását a kollektor és a hőcserélő között. A szivattyút az épületgépészetben szokásos módon, a szükséges térfogatáram és a teljes rendszer számított nyomásvesztése alapján kell kiválasztani.

Heliostar kollektorok alkalmazása esetén a rendszer jó hatásfoka érdekében kollektoronként a hőhordozó folyadék alábbi térfogatáramát kell biztosítani:

- az ajánlott térfogatáram: 60 liter/óra.kollektor
- a maximális térfogatáram: 100 liter/óra.kollektor

A kollektorokat hidraulikailag párhuzamosan kell kapcsolni. A rendszer teljes térfogatárama a kollektorok darabszámának és a kollektoronként biztosítani kívánt térfogatáramnak a szorzata. A kollektorok nyomásvesztése 10 db kollektor összekapcsolásáig tetszőleges kollektorszám esetén ~3 kPa.

A szivattyú kiválasztásánál figyelemmel kell lenni arra, hogy a szivattyúkatalógusok a jelleggörbéket általában víz közegre adják meg, kollektoros rendszer esetén pedig a keringetett közeg propilénlikol oldat, melynek viszkozitása a víztől eltérő. Az alkalmazott (-24°C-ra kevert) szuperzöld fagyálló folyadék adatai 50°C-on:

- sűrűsége: $\rho = 1015 \text{ kg/m}^3$
- dinamikai viszkozitása: $\eta = 1,54 \text{ mPas}$

A fagyálló folyadék viszkozitása a hőmérséklet csökkenésével meredeken növekszik, 0°C-on már 10 mPa. A víz közeghez képest magasabb viszkozitási érték a térfogatáram kb. 20%-os, illetve a szállítómagasság kb 10%-os csökkenését eredményezi.

A szivattyú gyártmányának kiválasztásánál meg kell győződni arról, hogy az alkalmazott szerkezeti elemek (pl. tömítés, járókerék) ellenállnak-e a propilénlikolnak.

A napenergia-hasznosító rendszerekben elsősorban Grundfos, vagy Wilo szivattyúk használatát javasoljuk. Ezek a szivattyúk megbízhatóak, szerelésük egyszerű, teljesítményük több fokozatban szabályozható.

Az ajánlott típusok (Grundfos):

UPS 25-40	~4 db kollektorig,
UPS 25-50	~6 db kollektorig,
UPS 25-60	~10 db kollektorig,
UPS 25-80	~20 db kollektorig.

Mivel a szivattyúk teljesítménye általában meghaladja az optimális térfogatáram által megkívánt értéket, ezért a szivattyú körébe szabályozószelepet kell beépíteni. Erre a célra golyóscsap nem alkalmazható.

Nagyobb kollektordarabszám vagy hosszabb csővezeték esetén a szivattyú típusát számítással kell meghatározni.

A szivattyúk álló helyzetben nem akadályozzák meg az áramlást, ezért napkollektoros rendszerekbe visszacsapószelepet kell beépíteni. Ezzel megakadályozható az esetleg kialakuló nem kívánt, fordított irányú gravitációs keringés, mely éjszaka, vagy napsütésmentes időben a tárolótartály vizének kollektorokon keresztüli lehűlését eredményezné.

A használati-melegvíz körben alkalmazott szivattyúknak meg kell felelniük az ivóvízvezetékek esetében előírt követelményeknek. Ezeknek a fűtési keringető szivattyúk többsége nem felel meg. Alkalmazhatók például a bronzházas Grundfos B sorozatjelű szivattyúk.

A szivattyúkat általában vízszintes forgástengellyel kell beépíteni. Hollandis csavarzat helyett szivattyúelzáró golyóscsapok alkalmazását javasoljuk, mert meghibásodás esetén így a szivattyú a rendszer leengedése és újratöltése nélkül (mely a fagyálló folyadék miatt nehezebb mint vizes rendszereknél) kiszerezhető.

4.13. Motoros zónaszelepek

Motoros zónaszelepek napkollektoros rendszerekben nyitásra-zárásra vagy irányváltásra szolgálnak. Az egyutú (kétjáratú) kivitelek nyitásra-zárásra, a kétutú (háromjáratú) kivitelek pedig irányváltásra használhatók. A motoros szelepek (pl. Honeywell VC típus) gyorsabb működésűek, a motoros golyóscsapok (pl. Modulo típus) lassab működésűek, de kisebb a nyomásvesztésük.

4.14. Fagyálló hőátadó folyadék

A Heliostar napkollektoros rendszereket minden esetben fagyálló hőátadó folyadékkal kell feltölteni. Erre a célra csak propilénlikol alapú, nem mérgező fagyálló folyadék használható. Az általánosan (pl. autókban) használt etilénlikol mérgező, ezért kollektoros körben, ahol a hőcserélő esetleges kilyukadása következtében a fagyálló az ivóvízhálózatba juthat, nem alkalmazható.

A Naplopó Kft a propilénlikol fagyálló folyadékot Szuperzöld néven, tömény koncentrátum formájában árusítja. A Szuperzöld fagyálló csak hígítva használható. A javasolt hígítás: 40-45% fagyálló, 55-60% víz. Ilyen hígítás esetén a fagyáspont: -22, -26°C. 45 térfogatszázaléknál több fagyálló alkalmazása nem javasolt, mert az megnöveli a keringető szivattyúk teljesítményfelvételét, és így tönkremenetelüket okozza.

A Megrendelő figyelmét fel kell hívni arra, hogy a fagyálló folyadék fagyáspontját minden évben, a fagyásveszélyes időszak előtt ellenőrizze.

5. Napkollektoros rendszerek méretezése

5.1. Általános méretezési szempontok

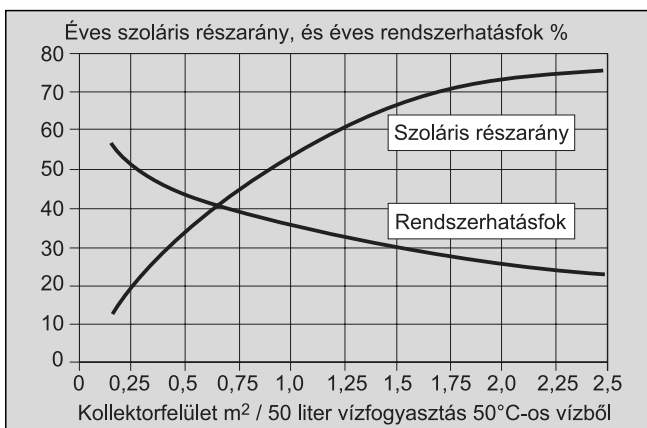
Magyarország meteorológiai adottságai mellett, csak napkollektorokkal általában nem állítható elő a különböző felhasználási területek egész éves hőigénye. Ezért a napkollektoros rendszerek többnyire párhuzamosan működnek a hagyományos energia-hordozójú hőtermelőkkel. A napkollektoros rendszerek méretezésének célja általában annak meghatározása, hogy mekkora napkollektoros rendszer az optimális, és az milyen részarányban tudja fedezni az adott feladathoz tartozó hőszükségletet. A kollektorok által fedezett hőigény és a teljes szükséges hőigény hányadosát szoláris részaránynak nevezzük.

$$\text{Szoláris részarány} = \frac{\text{Kollektorok hőmennyisége}}{\text{Teljes hőigény}}$$

A napkollektoros rendszerek másik fontos jellemzője a rendszerhatásfok, mely a napkollektoros rendszerrel hasznosított és a napkollektorok felületére érkező napsugárzás arányát mutatja meg.

$$\text{Rendszerhatásfok} = \frac{\text{Hasznosított napsugárzás}}{\text{Kollektorfelületre érkező napsugárzás}}$$

A két jellemzőt közös grafikonban ábrázolva látható, hogy tendenciájuk éppen ellentétes. Az alacsony szoláris részarányú rendszerek magas rendszerhatásfokkal működnek, magas szoláris részarányt viszont általában csak alacsony rendszerhatásfokkal lehet elérni.



50. ábra

A szoláris részarány és a rendszerhatásfok változása

Az optimális szoláris részarány igen sok tényezőtől függ. Kisebbségi használati-melegvíz készítő rendszerek, családi házak esetében általában reálisan elérhető az 50-70%. Nagyobb rendszereknél inkább alacsonyabb, 20-50% körüli értékre célszerű törekedni. A megtakarítás ekkor is jelentős, és a nagy kollektoros rendszer egész évben jó hatásfokkal, megbízhatóan működik.

Napkollektoros rendszerek pontosabb méretezése csak számítógépes szimulációs programmal végezhető el. Ilyen program például a Naplopó névre keresztelt, cégünk által kifejlesztett program. A program alkalmas arra, hogy valamennyi, a valóságos rendszerekben is előforduló paraméterek beállítása után elvégezze a rendkívül bonyolult, sok tényezőtől függő méretezést.

Nem számítógépes módszerrel napkollektoros rendszereket nem lehet méretezni. Egyszerűsítő összefüggések, vagy nomogramok léteznek, melyekkel közelítő, ún. előméretezést lehet végezni. Az alábbiakban ilyen módszereket ismertetünk.

5.2. Használati-melegvíz készítő rendszerek méretezése

Először meg kell állapítani a méretezendő létesítmény átlagos napi melegvízszükségletét. Ez meghatározható számítással, a személyenkénti fogyasztás megbecsülésével, vagy már üzemelő létesítmények esetén a tulajdonos, üzemeltető adatszolgáltatása alapján. A napi vízfogyasztás:

$$V = n \cdot V_1 \text{ [l/nap]}$$

ahol:

n : a felhasználó személyek száma,

V_1 : a személyenkénti melegvízfogyasztás [l/nap]

Családi házak esetén 45°C-os vízből:

$V_1 = 60-120$ magas igények,

$V_1 = 40-60$ átlagos igények,

$V_1 = 30-40$ alacsony igények,

Szállodák, panziók 45°C-os vízből:

$V_1 = 50-100$

Vendéglők, konyhák 60°C-os vízből:

$V_1 = 5$ liter/adag

Egyéb létesítményekre vonatkozó adatok épületgépészeti kézikönyvekből vehetők. Lehetőség szerint próbáljunk az üzemeltetőtől valós adatot kérni.

A napi melegvízmennyiség előállításához szükséges hőmennyiség:

$$Q_{HNV} = 1,1 \cdot c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_m - t_h) \text{ [Wh/nap]}$$

ahol:

$c=1,16$ Wh/kg.K a víz fajhője,

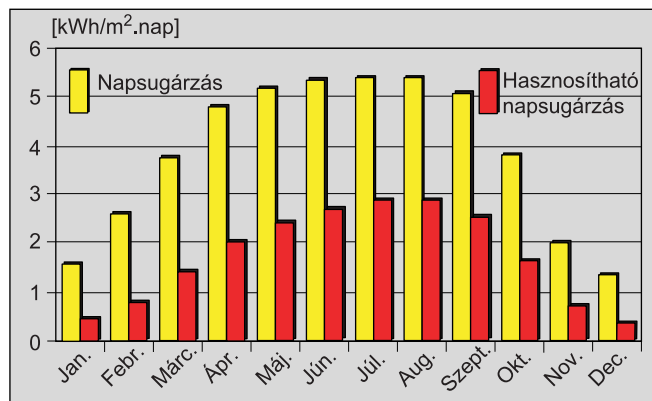
$\rho=1\text{kg/l}$ a víz sűrűsége,

$t_h=10-15^\circ\text{C}$ a hidegvíz hőmérséklete,

$t_m=45-60^\circ\text{C}$ a felhasználáskor figyelembevett melegvíz hőmérséklete.

A képletben az 1,1-es szorzó a tárolási és felhasználási veszteségeket veszi figyelembe. Ha a melegvizet cirkuláltatják is, akkor cirkulációs hővesztés miatt további 10-20%-al meg kell növelni a hőigényt.

Napkollektoros rendszerrel használati-melegvíz készítés esetén hasznosítható hőmennyiség az 51. ábrán látható.



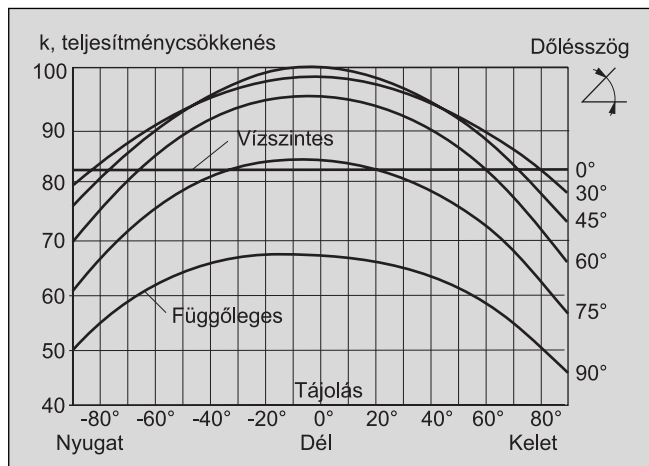
51. ábra

Hasznosítható napsugárzás melegvízkészítés esetén

Az 51. ábra alapján a napkollektoros rendszerekkel hasznosítható hőmennyiség:

Nyári hónapokban: $Q_{k, nyár} = \sim 2,8 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{nap}$
Téli félévben: $Q_{k, tél} = \sim 1,1 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{nap}$

A hasznosítható sugárzásra megállapított értékeket még módosítani kell a kollektorok elhelyezésétől függően. Magyarországon egész éves használat esetén, az optimális kollektorhelyzet $40-43^\circ$ -os dőlésszögű és déli tájolású. Az optimális elhelyezéstől való eltérés miatti teljesítménycsökkenést jellemző "k" korrekciós érték az 52. ábrából olvasható le.



52. ábra

Teljesítménycsökkenés a dőlés és tájolás függvényében

Használati-melegvíz készítő rendszereket általában úgy célszerű méretezni, hogy a kollektorok átlagos nyári napon a szükséges melegvízmennyiséget teljes egészében előállítsák. Ekkor a szükséges napkollektor-felület:

$$A_{koll} = \frac{Q_{HMV}}{k \cdot Q_{k, nyár}} \quad [m^2]$$

A melegvítároló méretét célszerű úgy meghatározni, hogy a tároló térfogata körülbelül egyezzen meg a napi melegvízfogyasztás (45°C -ra számított) mennyiségével.

$$V_t = \sim V_{45^\circ\text{C}} \quad [\text{liter}]$$

Figyelem! A javasolt rendszer átlagos nyári napon a melegvíz szükségletet 100%-ban előállítja. Ez nem jelenti azt, hogy a teljes nyári félévben nincs szükség kiegészítő fűtésre, hiszen például erősen borult, esős napon a napsugárzás, és így a kollektorok teljesítménye is a szükségesnél alacsonyabb. Napenergia-hasznosító rendszerrel tehát 100%-os melegvíz előállítás még a nyári félévben sem, vagy csak igen nagy méretű tárolóval valósítható meg. A kiegészítő fűtés tehát csak abban az esetben hagyható el, ha az állandó, biztonságos melegvíz előállítás nem követelmény.

5.3. Medencefűtő rendszerek méretezése

A medencék hőveszteségét elsősorban a párolgás okozza, ami a szabad vízfelülettel arányos. Ezért a szükséges napkollektorfelület a vízfelület nagyságához viszonyítva célszerű megadni.

Általánosságban elmondható, hogy megfelelő víz hőmérséklet szabadtéri medencék esetében akkor érhető el, ha a napkollektorok felülete legalább a medence vízfelület felével, vagy még inkább a teljes vízfelülettel egyezik meg. További hőmérséklet-növekedés érhető el, ha a medencét éjszaka és a használati időn kívül a víz felszínén úszó fóliával letakarják.

A medencék fűtésére szolgáló napkollektoros rendszerek esetében a szükséges napkollektorfelület az alábbi közelítő összefüggés alapján határozható meg:

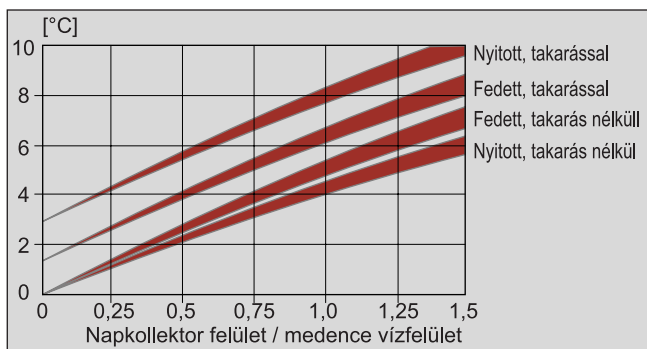
$$A_{koll} = \frac{M}{k} A_{med} \quad [m^2]$$

ahol:

- k: a kollektorok dőlésétől, tájolásától függő korrekciós tényező (52. ábra)
- M: a medence jellegétől függő tényező
- A_{med} : A medence vízfelülete $[m^2]$

Szabadtéri medence, éjszakai fóliatakarás nélkül	
védett fekvés	0,7
részben védett fekvés	0,9
szabad fekvés	1
Szabadtéri medence, éjszakai fóliatakarással	
védett fekvés	0,5
részben védett fekvés	0,6
szabad fekvés	0,7
Fedett úszómedence	
fóliatakarással	0,3
fóliatakarás nélkül	0,5

53. táblázat: Az M tényező értékei



54. ábra

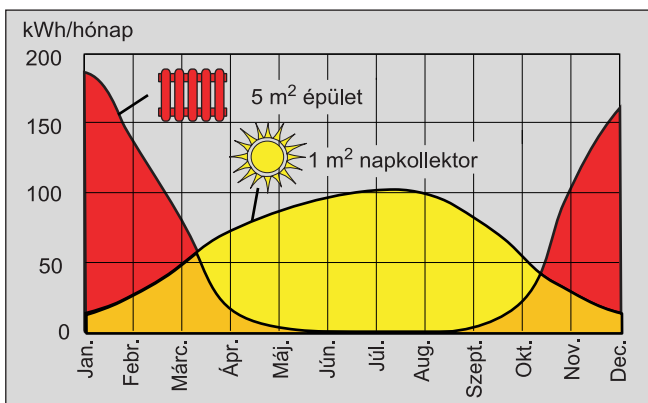
Napkollektorokkal elérhető víz hőmérséklet növekedés a napkollektoros fűtés nélküli medencékhez képest

5.4. Épületfűtő rendszerek méretezése

A napkollektoros fűtésrészegítést az alábbi szempontoknak megfelelő épületek esetében célszerű alkalmazni:

- Az épület az átlagosnál jobban hőszigetelt, így hővesztesége minimális.
- Az épület a passzív napenergia-hasznosítás szempontjainak megfelelően épült, vagyis tájolása, üvegezett felületei, és az alkalmazott szerkezeti anyagok miatt maga az épület is maximálisan hasznosítja a napsugárzást.
- Az épület alacsony hőmérsékletű, központi melegvízes fűtéssel rendelkezik. Ilyen a padló- vagy falfűtés és az alacsony hőmérsékletű radiátoros fűtés.

A napkollektorok elsősorban az átmeneti időszakokban, ősszel és tavasszal alkalmasak fűtésrészegítésre. A tapasztalatok azt mutatják, hogy 1 m² napkollektorfelülettel 4-5 m² épület fűtésére lehet hatékonyan részegíteni. Az 54. ábrán látható, hogy egy ilyen aránnyal megvalósított épület esetében a napkollektorok március közepétől október közepéig közel 100%-ban tudják fedezni a fűtési hőigényt.



54. ábra

Napkollektorokkal hasznosítható hőmennyiség és az épület fűtési hőszükségletének éves alakulása

Napkollektoros épületfűtő rendszerek akkor alkalmazhatók gazdaságosan, ha a kollektorokkal hasznosítható energiát egész évben, tehát nyáron is fel tudjuk használni. Ezért az ilyen rendszerek általában mindig előállítanak használati-melegvizet is, de a legjobb kihasználás akkor érhető el, ha a napkollektorok nyáron szabadtéri úszómedencét fűtenek, melynek nyáron is nagy a hőigénye.

Napkollektoros épületfűtés esetén gondoskodni kell a kollektorokkal napközben előállított hőenergia tárolásáról. A hőtárolás egy részét - főleg padló vagy falfűtés esetén - maga az épületszerkezet elvégzi. Nagyobb kollektorfelület esetén azonban ez már kevés lehet, ezért ún. fűtési puffertárolót kell alkalmazni. Ez családi házak esetében általában 1-5 m³-es hőszigetelt, lágyított vízzel feltöltött fémtartály.

Az épületfűtő napkollektoros rendszerek méretezését az épület fűtési hőszükségletének ismeretében lehet elvégezni. A hőszükségletet az MSZ 04-140-es szabvány szerint kell meghatározni. A hőszükséglet ismeretében a kollektorfelület az alábbiak szerint becsülhető meg:

$$A_{\text{koll}} = (1+5) Q_{\text{hőveszt}} [\text{m}^2]$$

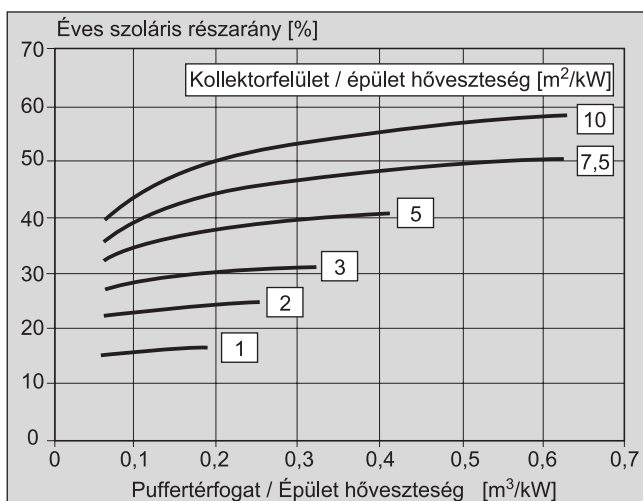
ahol:

$Q_{\text{hőveszt}}$: az épület számított hővesztesége [kW]

A puffertároló térfogata:

$$V_{\text{puffer}} = (50+60) A_{\text{koll}} [\text{liter}]$$

Az elérhető szoláris részarány a kollektorfelület és a puffertérfogat hőveszteséghez viszonyított aránya függvényében az 55. ábrán látható.



55. ábra

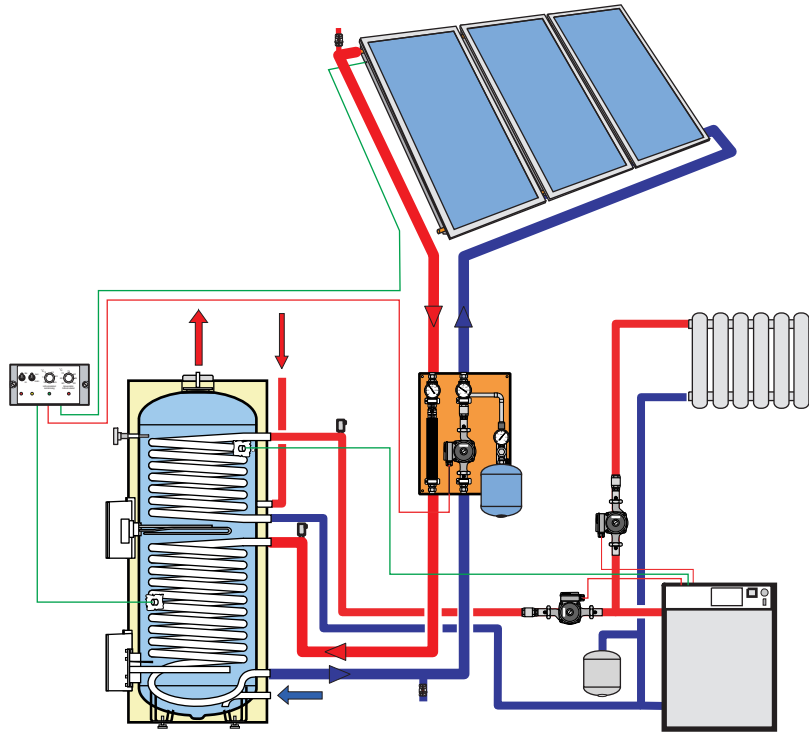
Épületfűtés esetén elérhető szoláris részarány

A fenti összefüggések és az 55. ábra szelektív síkkollektorokra vonatkozik. Vákuumos síkkollektor alkalmazása esetén azonos eredmény eléréséhez a kollektorfelület ~20%-al csökkenthető.

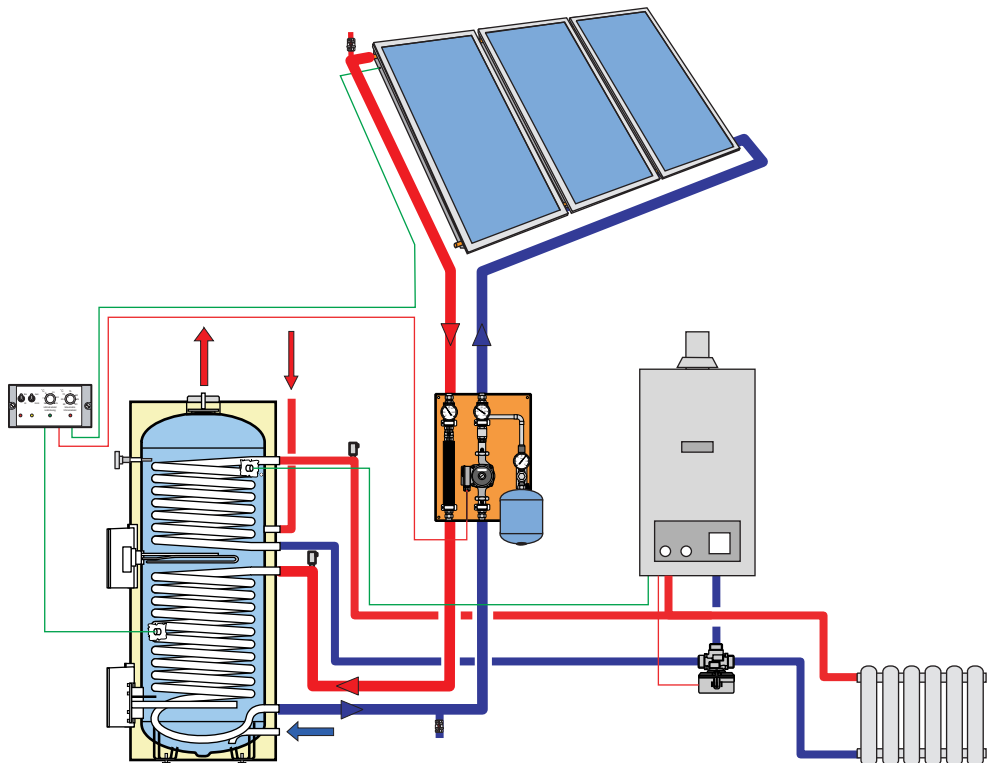
6. Kapcsolási vázlatok



Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer állókazánnal. A napkollektorok kéthőcserélős álló melegvítárolót fűtenek az alsó, beépített csőkígyón keresztül. A tároló hagyományos fűtése állókazánnal, a felső csőkígyón keresztül történik. A kazánon kívül a tároló fűthető középmagasságba beépített elektromos fűtőpatronnal is.

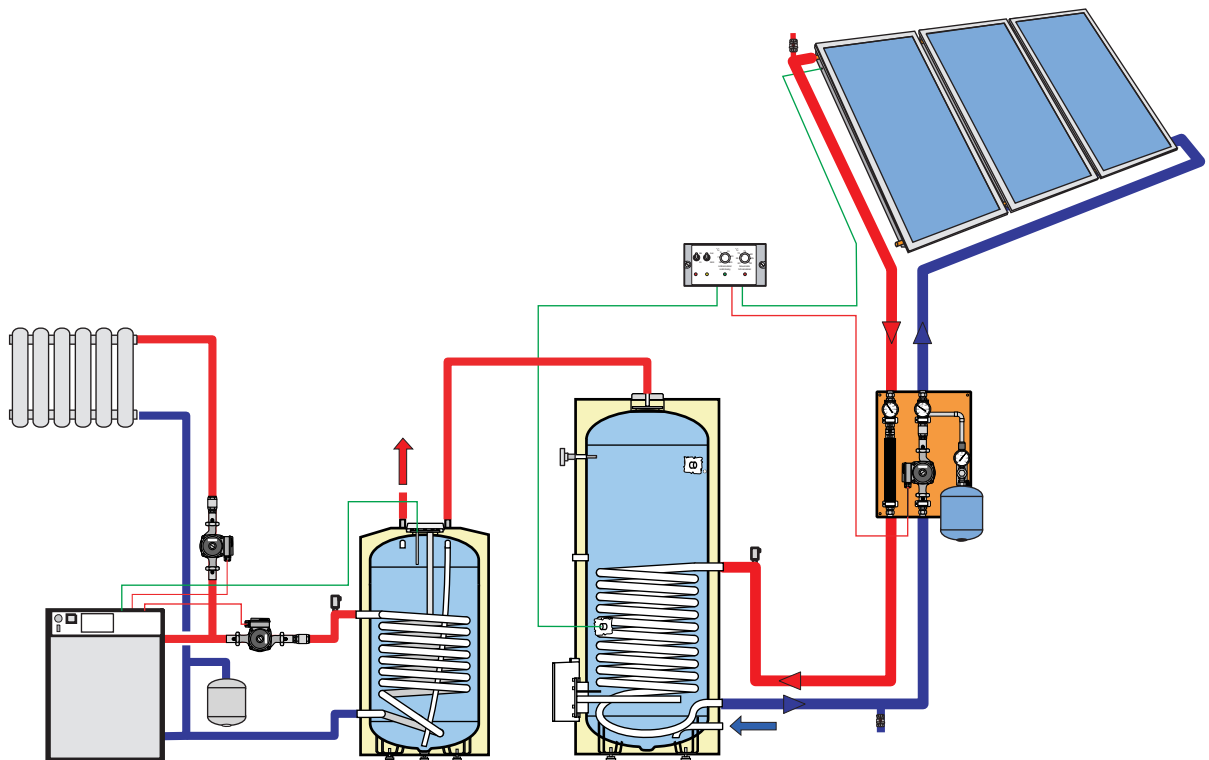


Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer falikazánnal. A napkollektorok kéthőcserélős álló melegvítárolót fűtenek az alsó, beépített csőkígyón keresztül. A tároló hagyományos fűtése falikazánnal, a felső csőkígyón keresztül történik. A kazánon kívül a tároló fűthető középmagasságba beépített elektromos fűtőpatronnal is.

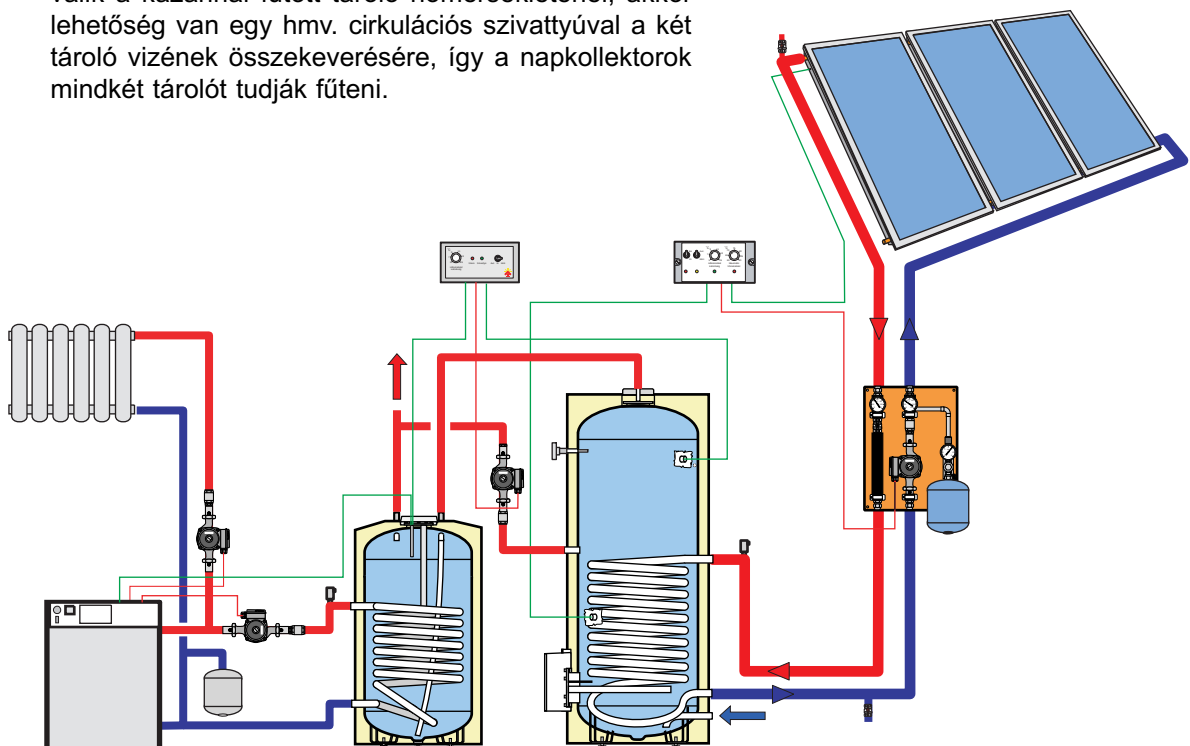




Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer utófűtő tárolóval. A napkollektorok egyhőcserélős álló melegvítartólót fűtenek beépített csőhígyón keresztül. A hagyományos melegvízkészítés állókazánnal fűtött, a napkollektoros tárolóval sorba kapcsolt egyhőcserélős állótárolóban történik.

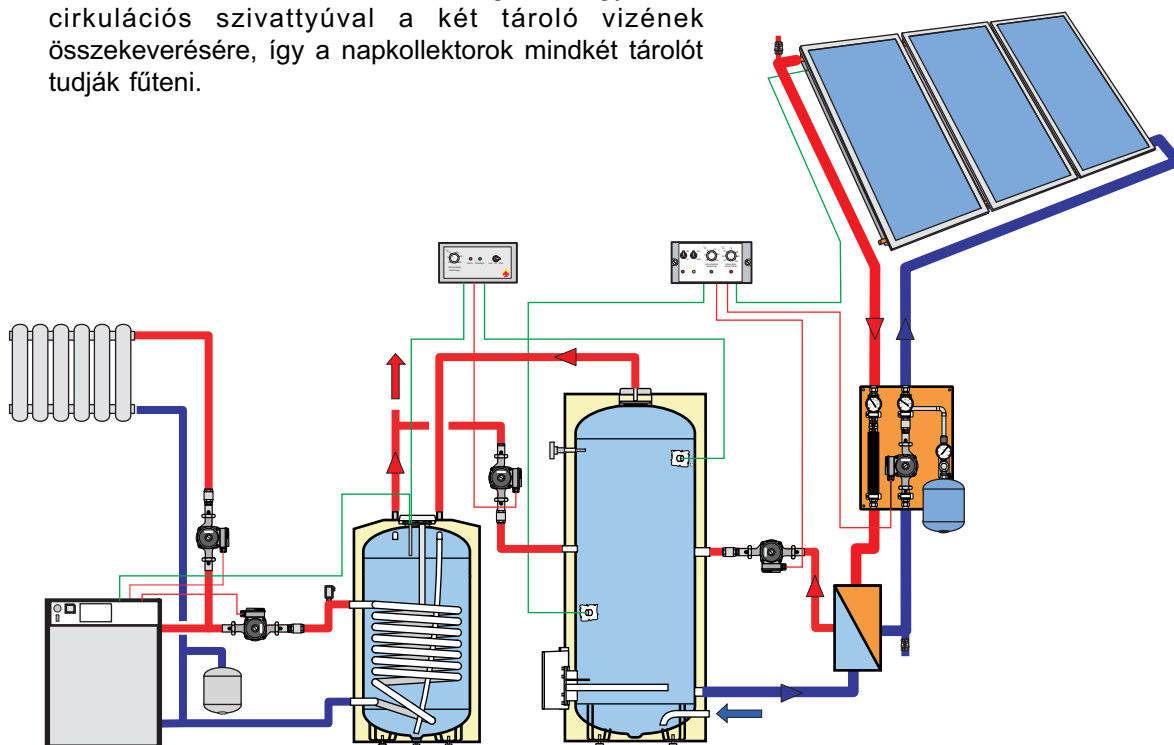


Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer utófűtő, cirkuláltatott tárolóval. A napkollektorok egyhőcserélős álló melegvítartólót fűtenek beépített csőhígyón keresztül. A hagyományos melegvízkészítés állókazánnal fűtött, a napkollektoros tárolóval sorba kapcsolt egyhőcserélős állótárolóban történik. Ha a napkollektorokkal fűtött tároló hőmérséklete magasabbá válik a kazánnal fűtött tároló hőmérsékleténél, akkor lehetőség van egy hmv. cirkulációs szivattyúval a két tároló vízének összekeverésére, így a napkollektorok mindkét tárolót tudják fűteni.

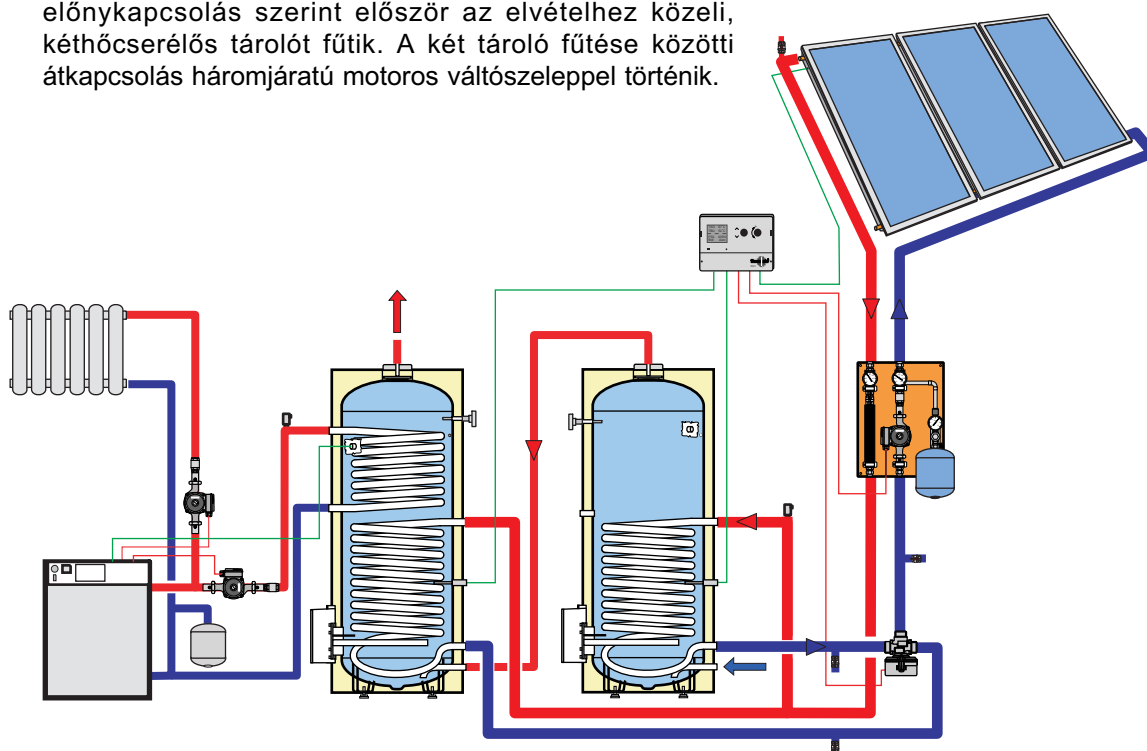




Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer külső hőcserélővel. A napkollektorok álló melegvíztárolót fűtenek külső, ellenáramú hőcserélőn keresztül. A hagyományos melegvízkészítés állókazánnal fűtött, a napkollektoros tárolóval sorba kapcsolt egyhőcserélős állótárolóban történik. Ha a napkollektorokkal fűtött tároló hőmérséklete magasabbá válik a kazánnal fűtött tároló hőmérsékleténél, akkor lehetőség van egy hmv. cirkulációs szivattyúval a két tároló vizének összekeverésére, így a napkollektorok mindkét tárolót tudják fűteni.

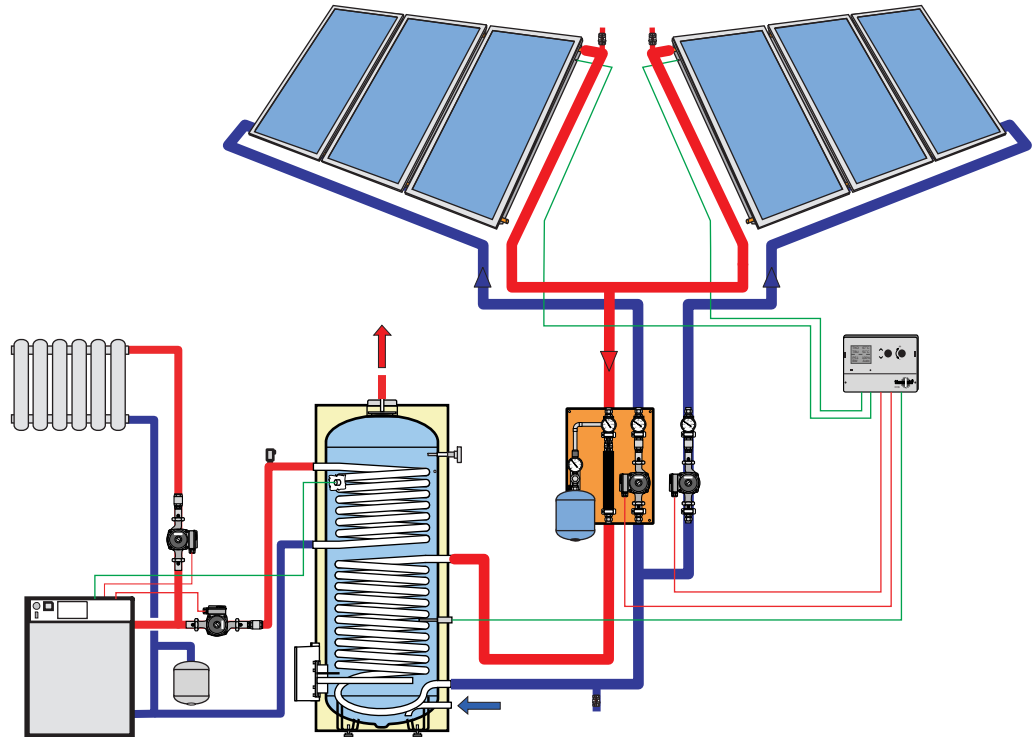


Használati-melegvíz készítő, kéttárolós napkollektoros rendszer. A napkollektorok egy alsó hőcserélős, és egy kéthőcserélős álló melegvíztárolót fűtenek a beépített alsó csőigénykon keresztül. A két tároló sorba van kapcsolva. A hagyományos melegvízkészítés állókazánnal, a kéthőcserélős tároló felső hőcserélőjén keresztül történik. A kollektorok előnykapcsolás szerint először az elvételhez közeli, kéthőcserélős tárolót fűtik. A két tároló fűtése közötti átkapcsolás háromjáratú motoros váltószeleppel történik.

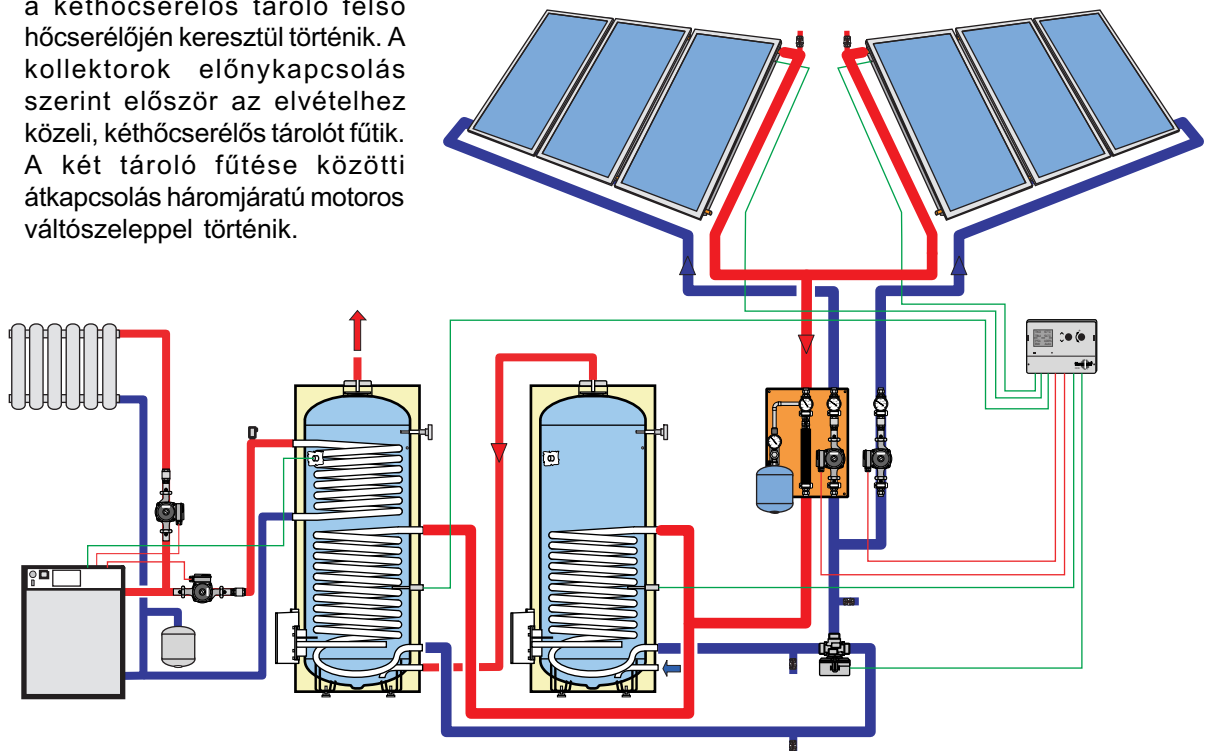




Használati-melegvíz készítő, kétkollektormezős napkollektoros rendszer. A napkollektorok két-hőcserélős álló melegvítárolót fűtenek az alsó, beépített csőkiágynon keresztül. A különböző tájolású kollektorfelületek hőmérsékletét a szabályozó külön-külön méri, és a hőmérsékleteknek megfelelően szabályozza az egyes kollektormezőkhöz tartozó szivattyúk üzemét. A tároló hagyományos fűtése állókazánnal, a felső csőkiágynon keresztül történik.

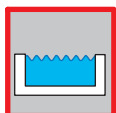
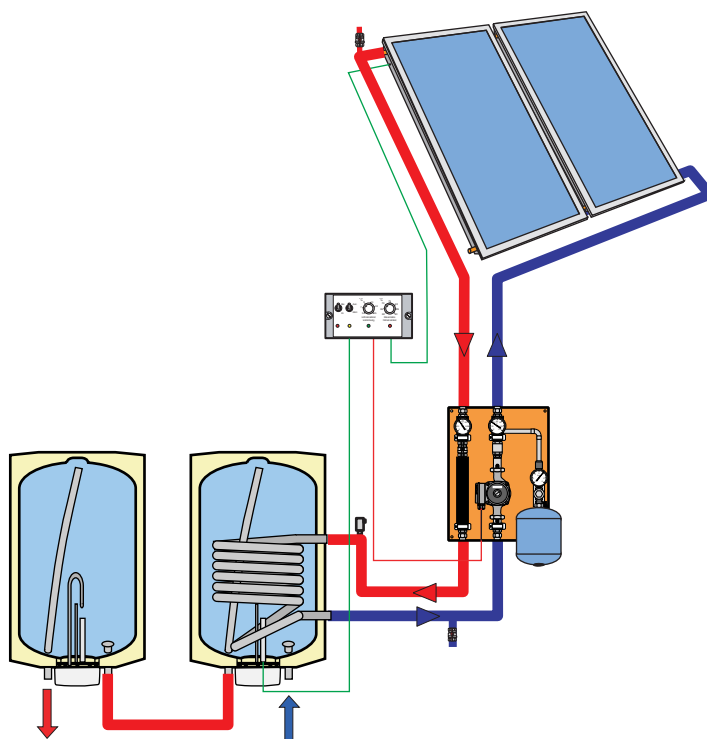


Használati-melegvíz készítő, kéttárolós, kétkollektormezős napkollektoros rendszer. A napkollektorok egy alsó hőcserélős, és egy kéthőcserélős álló melegvítárolót fűtenek a beépített alsó csőkiágynon keresztül. A két tároló sorba van kapcsolva. A különböző tájolású kollektorfelületek hőmérsékletét a szabályozó külön-külön méri, és a hőmérsékleteknek megfelelően szabályozza az egyes kollektormezőkhöz tartozó szivattyúk üzemét. A hagyományos melegvízkészítés állókazánnal, a kéthőcserélős tároló felső hőcserélőjén keresztül történik. A kollektorok előnykapcsolás szerint először az elvételhez közeli, kéthőcserélős tárolót fűtik. A két tároló fűtése közötti átkapcsolás háromjáratú motoros váltószeleppel történik.

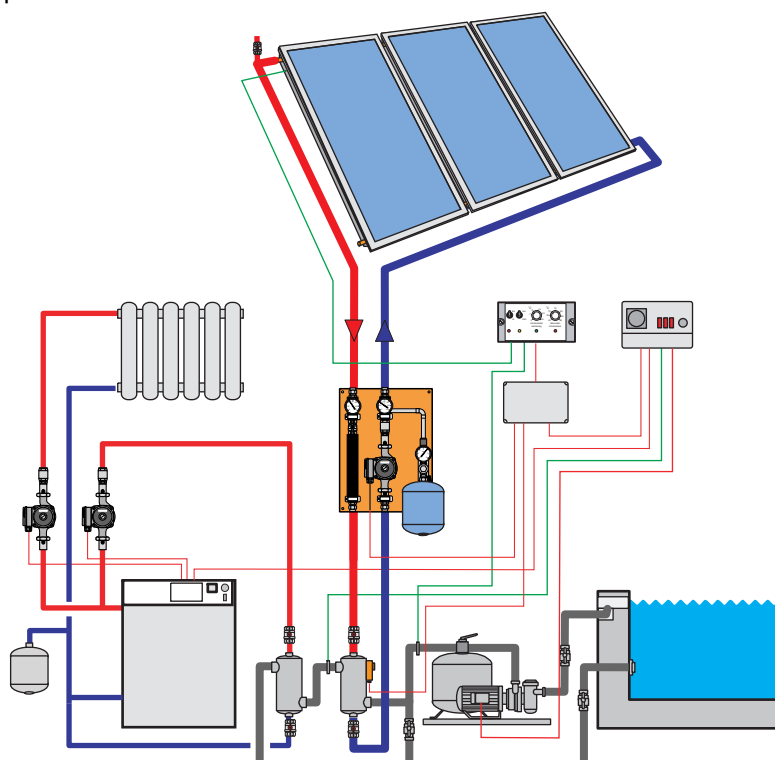


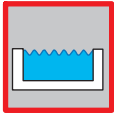


Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer utófűtő villanybojlerrel. A napkollektorok egyhőcserélős fali melegvítárolót fűtenek beépített csőkígyón keresztül. A hagyományos melegvízkészítés a napkollektoros tárolóval sorba kapcsolt villanybojlerben történik.

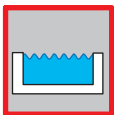
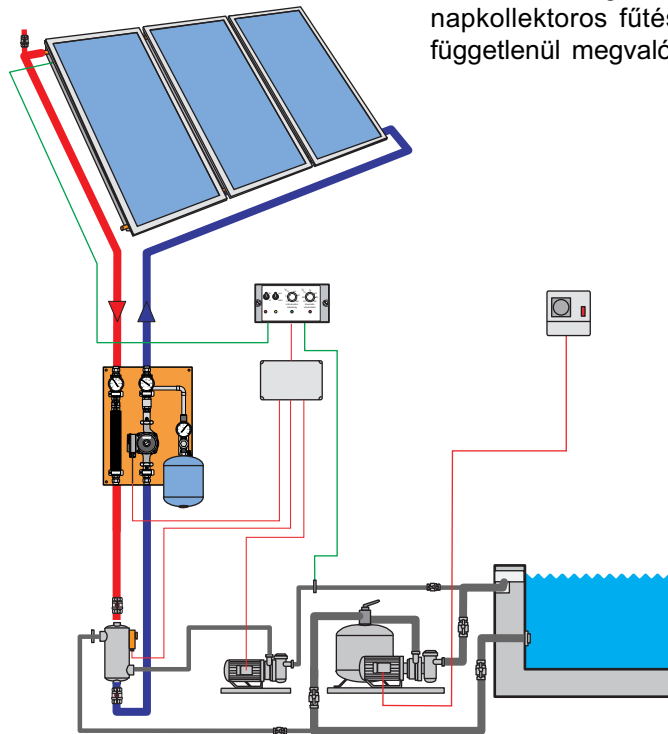


Medencefűtő napkollektoros rendszer. A napkollektorok a medencét a vízforgató körbe épített hőcserélőn keresztül fűtik. A medence napkollektoros fűtésékor a szabályozó a kollektor körű szivattyún kívül a vízforgató szivattyút is elindítja. A medence hagyományos módon kazánnal fűthető, szintén a vízforgató körbe épített hőcserélőn keresztül.

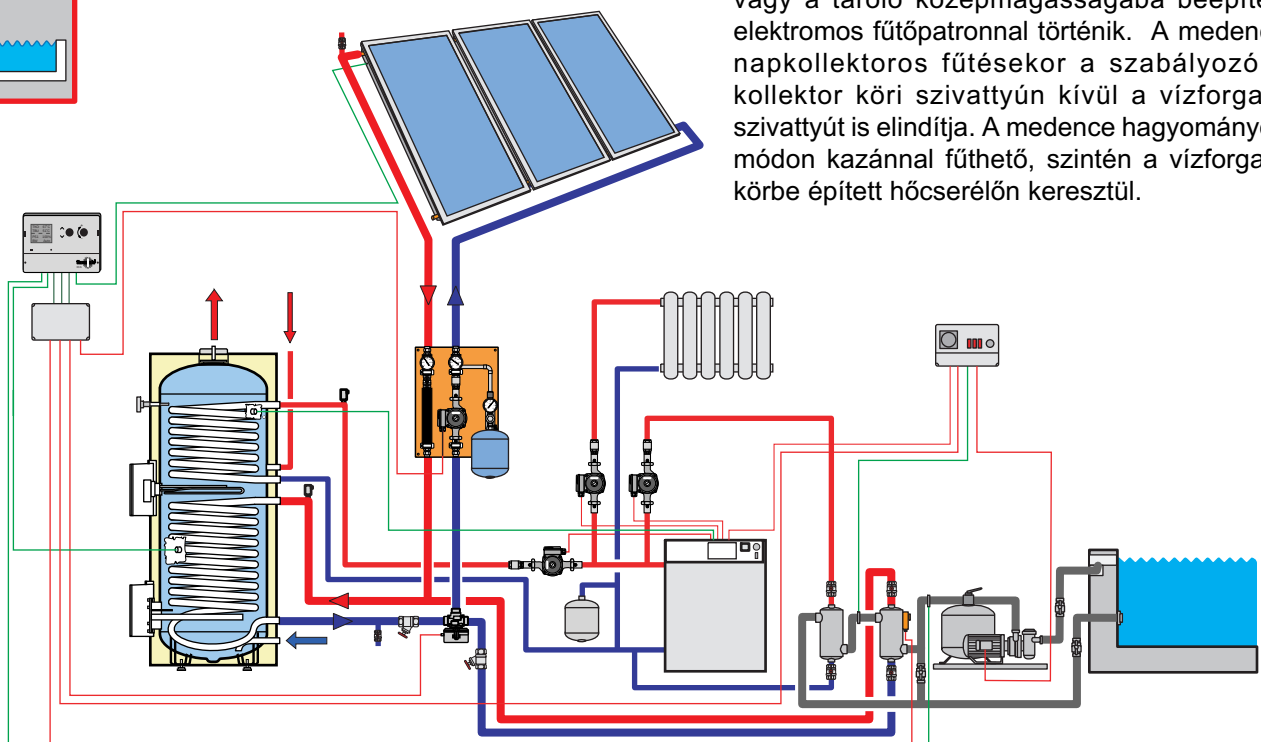


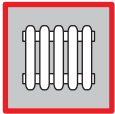


Medencefűtő napkollektoros rendszer külön vízforgató körrel szivattyúval. A napkollektorok a medencét a vízforgató körrel párhuzamosan kiépített, külön szivattyúval ellátott körbe épített hőcserélőn keresztül fűtik. A medence napkollektoros fűtésénél a szabályozó a kollektor kör szivattyúján kívül a hőcserélő kör medencevíz keringető szivattyút is elindítja. Ez a szivattyú kisebb teljesítményű lehet mint a vízforgató szivattyú. Így módon a medence napkollektoros fűtése a vízforgató szivattyú üzemétől függetlenül megvalósítható.

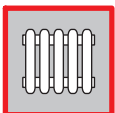
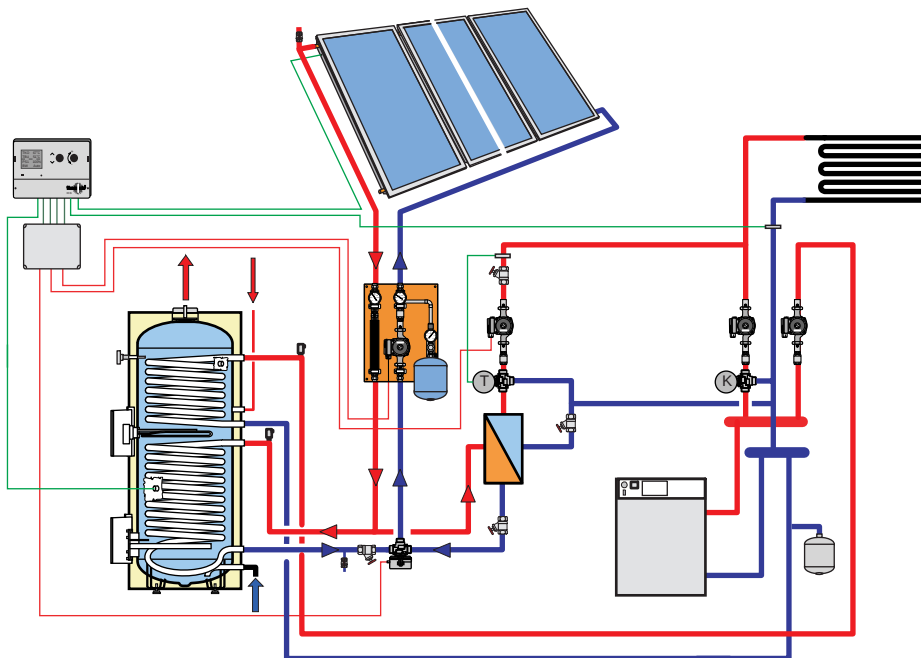


Használati-melegvíz készítő és medencefűtő napkollektoros rendszer. A napkollektorok a kéthőcserélős álló melegvítartól az alsó, beépített csőkiágán keresztül, a medencét a vízforgató körbe épített hőcserélőn keresztül fűtik. A tároló és a medence fűtése közötti átkapcsolás háromjáratú motoros váltószeleppel történik. A tároló hagyományos fűtése állókazánnal, a felső csőkiágán keresztül, vagy a tároló közepmagasságába beépített elektromos fűtőpatronnal történik. A medence napkollektoros fűtésénél a szabályozó a kollektor kör szivattyúján kívül a vízforgató szivattyút is elindítja. A medence hagyományos módon kazánnal fűthető, szintén a vízforgató körbe épített hőcserélőn keresztül.

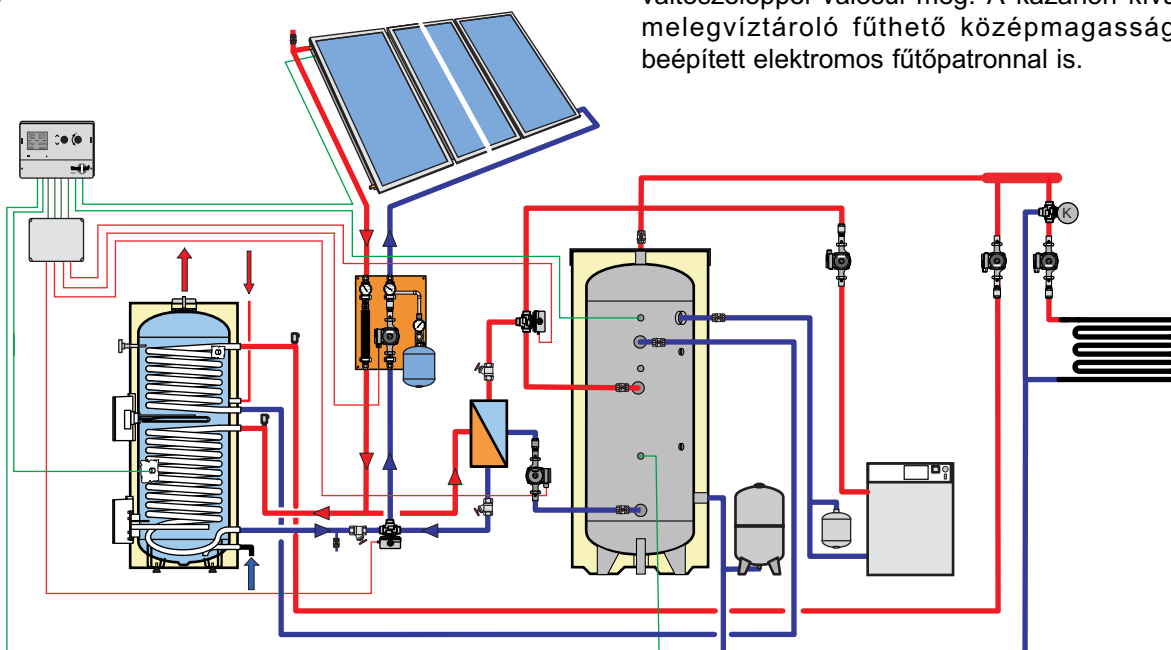


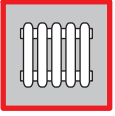


Használati-melegvíz készítő és kiegészítő épületfűtő napkollektoros rendszer hőcserélős fűtéssel. A napkollektorok melegvizet kéthőcserélős álló melegvíztárolóban, az alsó csőkiágyn keresztül készítenek, míg az épületfűtő rendszerre hőcserélőn keresztül, külön fűtési szivattyúval, a hagyományos kazános fűtéssel párhuzamosan kapcsolva segítenek rá. Puffertároló a rendszerbe nincs beépítve. A kollektorok előnykapcsolás szerint először a melegvíztárolót fűtik, az átkapcsolás a melegvízkészítés és a fűtés között motoros váltószeleppel valósul meg. A melegvíztároló hagyományos fűtése állókazánnal, a felső csőkiágyn keresztül történik. A kazánon kívül a tároló fűthető középmagasságba beépített elektromos fűtőpatronnal is.



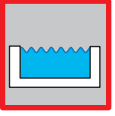
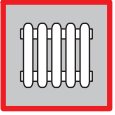
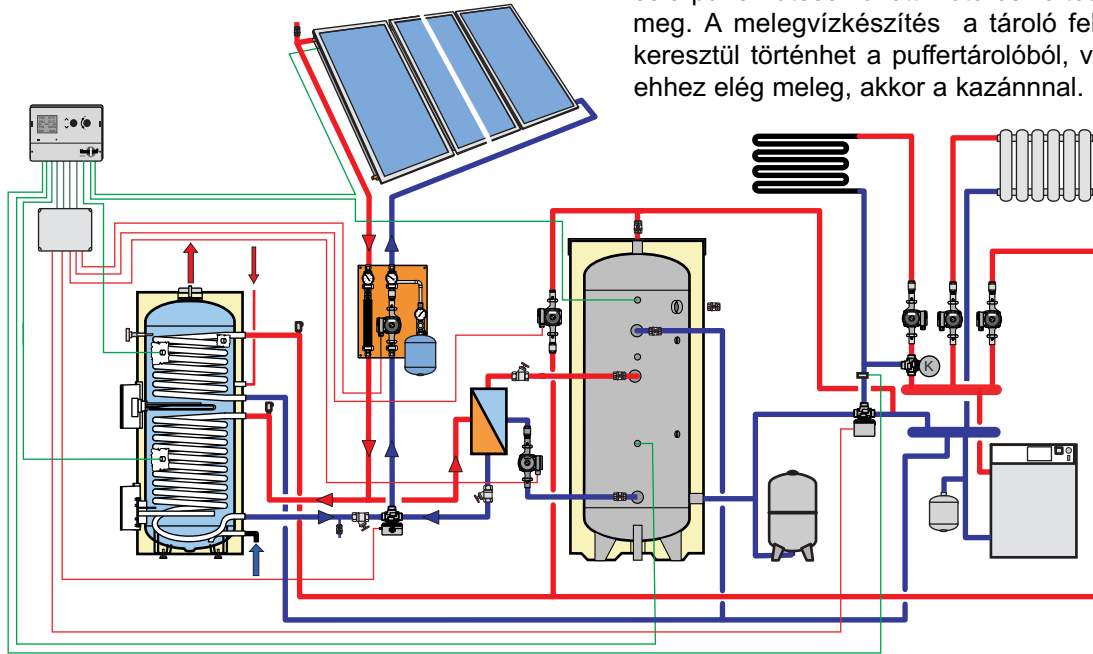
Használati-melegvíz készítő és kiegészítő épületfűtő napkollektoros rendszer puffertárolóval. A napkollektorok melegvizet kéthőcserélős álló melegvíztárolóban, az alsó csőkiágyn keresztül készítenek, míg az épületfűtő rendszerre puffertárolón keresztül segítenek rá. A kollektorok a hőmérsékletviszonyoktól függően a puffertároló alsó, vagy felső részét fűtik külső, ellenáramú hőcserélőn keresztül. A puffertároló felső része fűthető kazánnal is. A fűtés és a hagyományos melegvízkészítés is a puffertárolóból történik. A kollektorok előnykapcsolás szerint először a melegvíztárolót fűtik, az átkapcsolás a melegvízkészítés és a puffer fűtése között motoros váltószeleppel valósul meg. A kazánon kívül a melegvíztároló fűthető középmagasságba beépített elektromos fűtőpatronnal is.





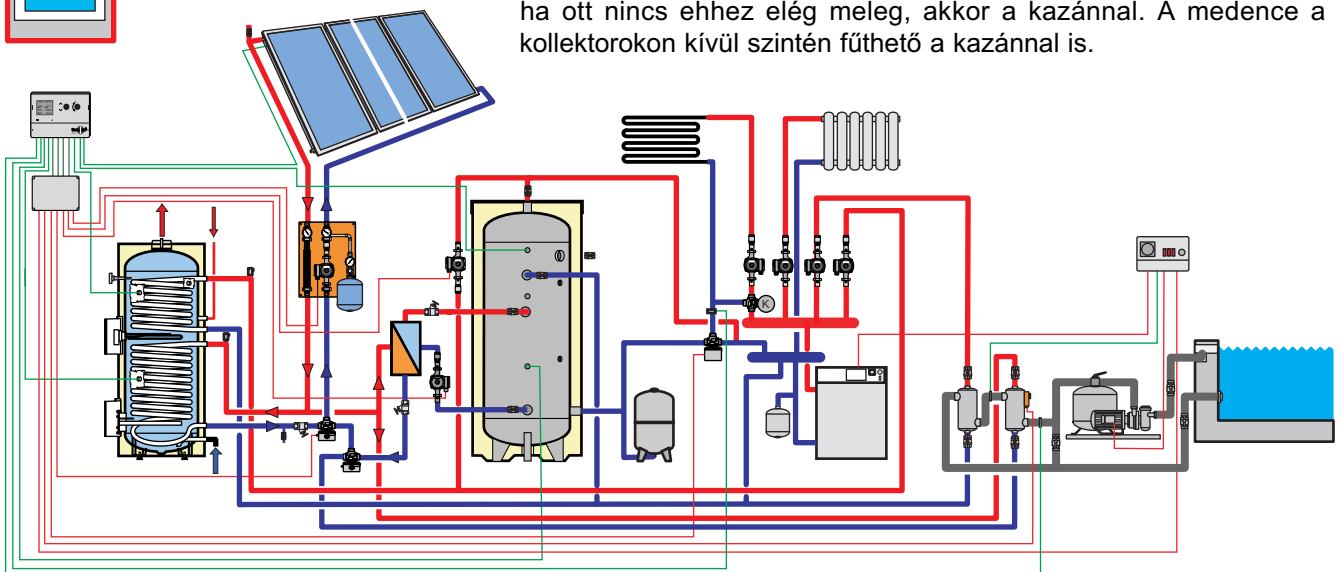
Használati-melegvíz készítő és kiegészítő épületfűtő napkollektoros rendszer a fűtési visszatérő ágba kötött puffertárolóval. A napkollektorok melegvizet kéthőcserélős álló melegvíztárolóban, az alsó csőígyón keresztül készítenek, míg az épületfűtő rendszerre puffertárolón keresztül segítenek rá. A kollektorok a puffertárolót külső, ellenáramú hőcserélőn keresztül fűtik. A fűtésrészegítés úgy valósul meg, hogy ha a puffertároló felső részében a hőmérséklet magasabb, mint a visszatérő fűtővíz hőmérséklete, akkor egy motoros váltószelep a visszatérő fűtővizet a puffertároló alsó részébe vezeti, míg a kazánba a puffertároló felső részéből a melegebb, kollektorokkal felfűtött víz kerül vissza. A kollektorok előnykapcsolás szerint először a melegvíztárolót fűtik, az átkapcsolás a melegvízkészítés

és a puffer fűtése között motoros váltószeleppel valósul meg. A melegvízkészítés a tároló felső hőcserélőjén keresztül történhet a puffertárolóból, vagy ha ott nincs ehhez elég meleg, akkor a kazánnal.



Használati-melegvíz készítő, kiegészítő épületfűtő és medencefűtő napkollektoros rendszer.

A napkollektorok melegvizet két hőcserélős álló melegvíztárolóban, az alsó csőígyón keresztül készítenek, az épületfűtő rendszerre külső hőcserélővel fűtött puffertárolón keresztül segítenek rá, míg a medencét a vízforgató körbe épített hőcserélőn keresztül fűtik. A fűtésrészegítés úgy valósul meg, hogy ha a puffertároló felső részében a hőmérséklet magasabb, mint a visszatérő fűtővíz hőmérséklete, akkor egy motoros váltószelep a visszatérő fűtővizet a puffertároló alsó részébe vezeti, míg a kazánba a puffertároló felső részéből a melegebb, kollektorokkal felfűtött víz kerül vissza. A kollektorok előnykapcsolás szerint először a melegvíztárolót fűtik, majd a puffertárolót, végül a medencét. Az átkapcsolások két darab motoros váltószeleppel valósulnak meg. A melegvízkészítés a tároló felső hőcserélőjén keresztül történhet a puffertárolóból, vagy ha ott nincs ehhez elég meleg, akkor a kazánnal. A medence a kollektorokon kívül szintén fűthető a kazánnal is.



Irodalomjegyzék

- Dr. Gyurcsovics Lajos: Hőtermelés napsugárból. Műszaki Könyvkiadó, 1987
- Dr. Gyurcsovics Lajos: A napenergia épületgépészeti hasznosítása. Műszaki Könyvkiadó, 1982
- Dr. Zöld András: Energiatudatos építészet. Műszaki könyvkiadó, 1999
- Dr. Menyhárt József: Az épületgépészet kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó, 1978
- Recknagel-Sprenger-Schramek: Fűtés és klímatechnika 2000. Dialóg Campus Kiadó, 2000
- Wagner & Co Solartechnik: So baue ich eine Solaranlage. Cölbe, 1997
- Karl-Heinz Remmers: Große Solaranlagen. Solarpraxis Berlin, 1999
- Frank Kreith-Jan F. Kreider: Principles of Solar Engineering. London, 1987
- Othmar Humm: Alacsony energiájú épületek. Dialóg Campus Kiadó, 2000
- Hans Brünner: Víz- és gázvezetékszerelés. Magyar Mediprint Szakkiadó Kft., 1995
- Hans Brünner: Központifűtés-szerelés. Magyar Mediprint Szakkiadó Kft., 1995
- Andreas Fodor-Okányi-Dézsi: Korrózióvédett rézcsövek alkalmazástechnológiai kézikönyve. Novorg Kft., 1992