

Energiatudatos Építészet

Aktív szoláris energia

Pongrácz Balázs

RJYJ4R

2013. április 15.

Megújuló energia, napenergia

A hagyományos (pl. fosszilis, nukleáris) energiaforrások kiváltása régóta foglalkoztatja a kutatókat, nem véletlenül, hiszen az elmúlt 100-150 évben olyan mértékű fejlődés indult meg világszerte, mely egyre növekvő energiaigényeket támaszt. Az évmilliók során felhalmozódott fosszilis energiahordozó-készlet pár évszázad alatt kimerül, vagy kitermelése gazdaságtalanná válik. A hozzáértők 50-100 évre elegendő energiahordozó mennyiségről beszélnek, mely igencsak sürgetővé teszi más, alternatív és környezetkímélő energiaforrások fejlesztését, munkába állítását.

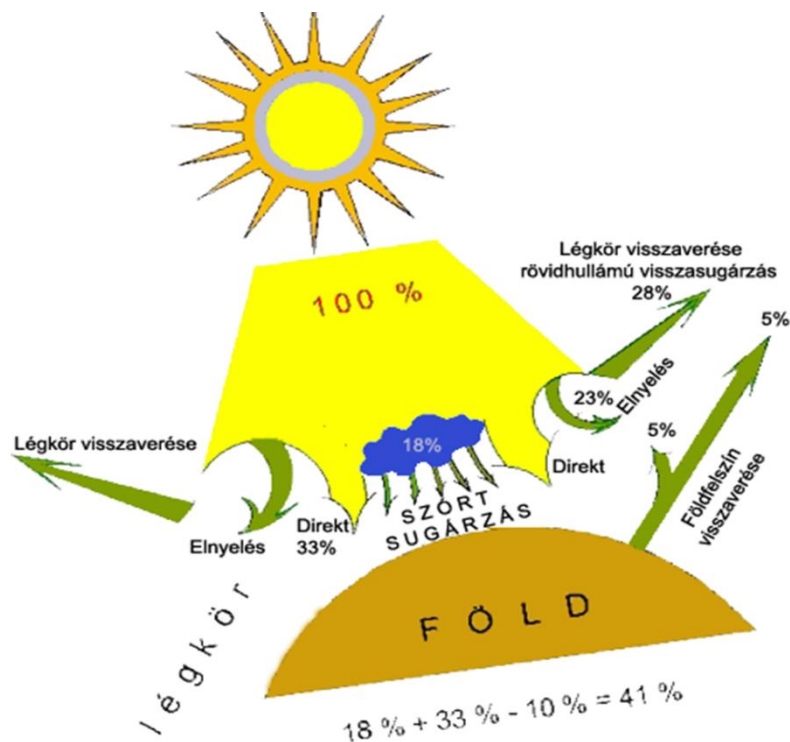
A legnagyobb perspektíva vitathatatlanul a napenergia hasznosításában rejlik, tekintve, hogy ez a technológia teljesen környezetbarát, és az energiaforrás emberi léptékkal mérve korlátlanul áll rendelkezésünkre. A napenergiát tudatosan vagy tudtán kívül mindenki hasznosítja, a kérdés az, hogy milyen mértékben. A tudatos napenergia-hasznosításnak számtalan formája van, egyik ezek közül a villamosáram-termelés vagy a melegvíz készítés.

Napenergia hasznosítás napjainkban

Az ember a napenergiát évezredek óta hasznosítja, ennek ellenére a napenergia hasznosítással működő melegítő és elektromos áramot előállító rendszerek új technológiának tekinthetők, amelyet Európában a 60-es évek vége óta üzemeltetnek.

Napenergia

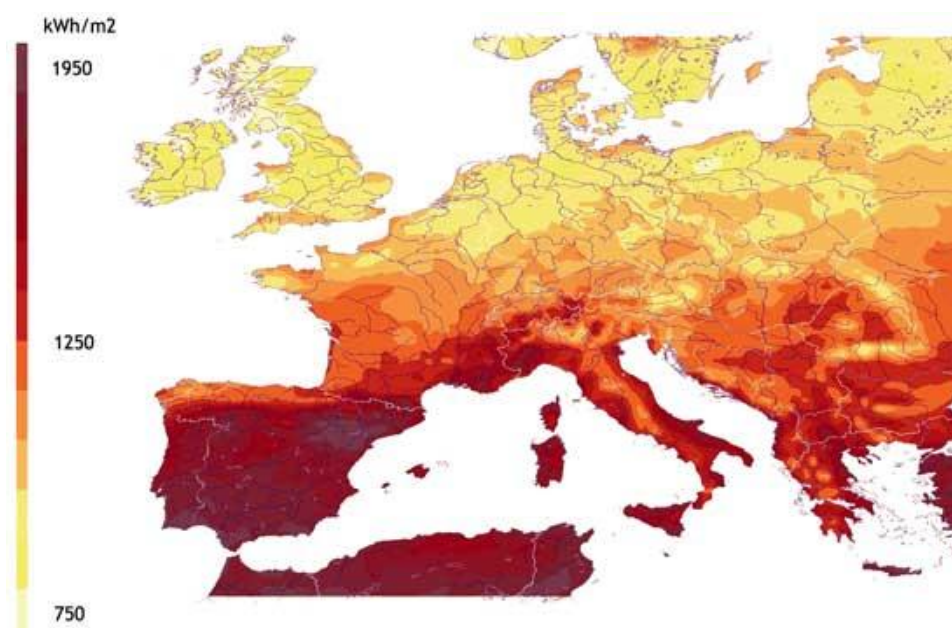
A napenergia a napban lejátszódó magfúziós folyamatok során felszabaduló energia.



1. ábra. A földfelszínt így a napsugárzás 51%-a éri el, 33% mint közvetlen rövidhullámú sugárzás és 18% mint diffúz sugárzás. Ebből a földfelszín a napsugárzás 10%-át visszaveri, amiből 5% a légkörben elnyelődik, 5% pedig a világűrbe távozik.

A napból a földfelszínre körülbelül 70 - 80 MW/m² energia érkezik. Az energia sűrűség a föld atmoszférájának szélén átlagosan 1367 W/m². Ez azt jelenti, hogy évenként megközelítőleg 219 milliárd GWh sugárzási energia éri el a földfelszínt, ami 2500-szorosa napjaink teljes energia szükségletének. Hozzávetőleg három óra napsugárzás képes fedezni földünk éves energia szükségletét.

A légkörben jelen lévő vízpára és jég kristályok elnyelésének eredményeképp a földfelszínt ténylegesen elérő sugárzási energia 1000 W/m², sík felszínen, a nap legmagasabb állásában. A beeső sugárzási energia a légköri körülmények függvényében 50 W/m² -től (erősen felhős idő) 1200 W/m²-ig (optimális felhőzet) változik. Európában a napi átlagos sugárzási energia 2.2 - 4.8 kWh/m²nap.



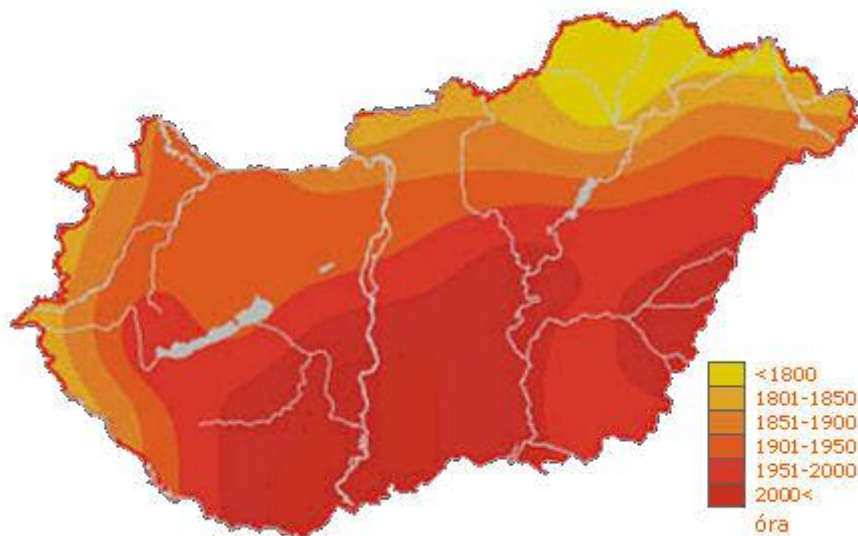
2. ábra. Napenergia eloszlása Európában

Ennek ellenére ezt az energiaforrást jelenleg alig használjuk ki, pedig kétségtelenül számos kedvező tényező szól alkalmazása mellett :

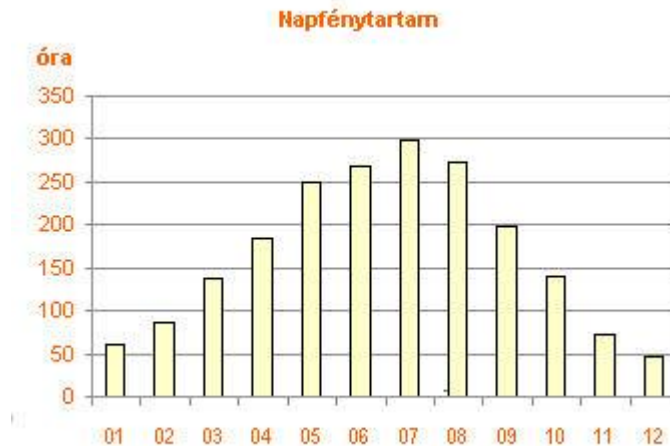
- mindenki számára könnyen elérhető,
- tiszta, környezetkímélő energiaforrás,
- még sok millió évig rendelkezésre fog állni ,
- kíméli a nyersanyagkészletet,
- kedvezően hat a helyi gazdaságra,
- nem kell szállítani, hozzájutásához nem kell költséges közműhálózat,
- átalakítási, felhasználási költségei minimálisak

Magyarország benapozottsága

Magyarország területén a napfénytartam éves összege átlagosan 1750-2050 óra között alakul, ami nagy részben elegendő a fűtés és a használati melegvíz igényünk energiaszükségletének a fedezésére. Ez a napfénytartam érték magasabb, mint például az Ausztriában mért érték, ahol pedig a működő napkollektorok száma nagyságrendekkel több a magyarországinál.

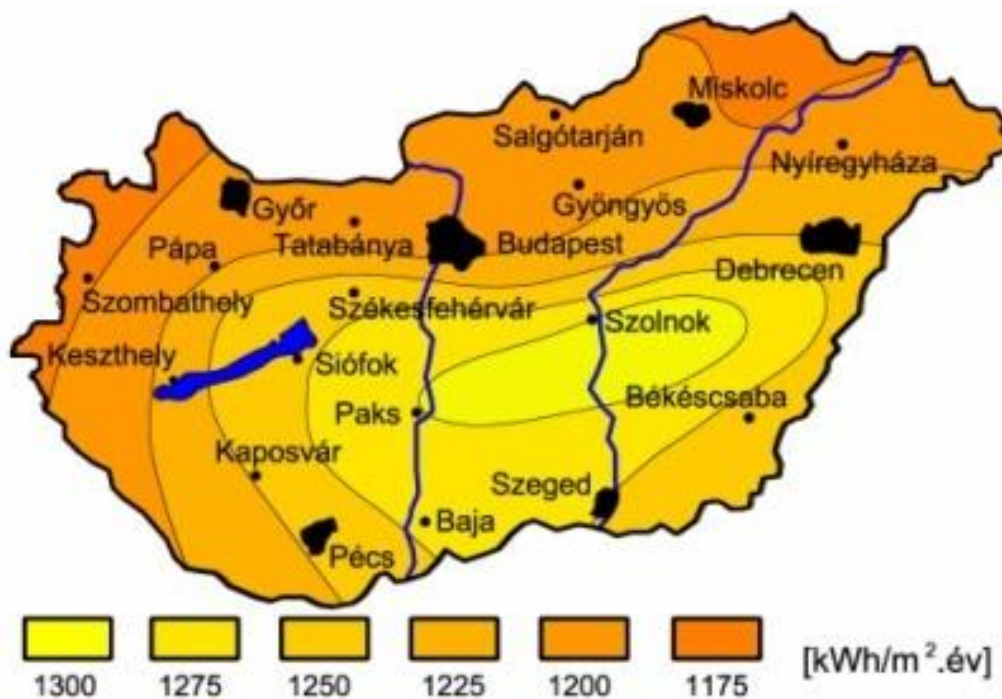


3. ábra. A napsütéses órák átlagos évi összegei Magyarországon



4. ábra. A napsütéses órák átlagos havi értékei Magyarországon

A napenergia hasznosítás Magyarországon nagymértékben függ a napsütéses órák számától, amelyet földrajzi és éghajlati adottságok jelentősen befolyásolnak. Magyarországon a sokéves statisztikák alapján 1000-1350 kW/m²-es napenergia mennyiséggel lehet számolni. Pl. Budapest déli részén 1200-1250 kW/m² az évi napenergia mennyiség.



5. ábra. Napenergia eloszlása Magyarországon

Napenergia csoportosítása

A napenergia technológiai hasznosítását két nagy csoportba szoktuk osztani. Az egyik esetben nem használunk külön berendezést a napenergia befogására, ekkor passzív napenergia hasznosításról beszélünk, a másik esetben a napenergia befogására és elvezetésére gépészeti berendezéseket használunk, ebben az esetben aktív napenergia hasznosításról beszélünk

- Passzív rendszerek (építész)
 - Tájolás
 - Üvegezés aránya
 - Kompakt forma
- Aktív rendszerek (épületgépész)
 - Napkollektorok
 - Fotóvoltaikus rendszer, napelemes rendszer

Az aktív szoláris rendszerek

Napkollektor

Napkollektorok használati meleg víz előállítására, fűtés rásegítésre, medence vízének melegítésre alkalmas berendezések.

Működésük igen egyszerű. A nap energiáját hasznosító napkollektor elnyeli a napsugár által közvetített hőt és azt átadja a napkollektorban keringő folyékony, fagyálló, jó hőközvetítő folyadéknak. Ez a folyadék egy hőcserélő tartályban átadja a többlet hőt pl. a bojlerben tárolt víznek.

Felépítésüket tekintve a napkollektor két fajta lehet:

- sík napkollektor: hagyományos felépítésű, olcsó ár, de kis hatásfok jellemzi. Télen a használata behatárolt.
- Vákuumsöves napkollektor: két üvegréteg között légmentes közeg biztosítja a kiváló hőszigetelést. Hatásfoka nyáron 30, télen akár 60%-kal is nagyobb lehet a hagyományos sík kollektorénál.

Rendszerek kiépítését tekintve, létezik:

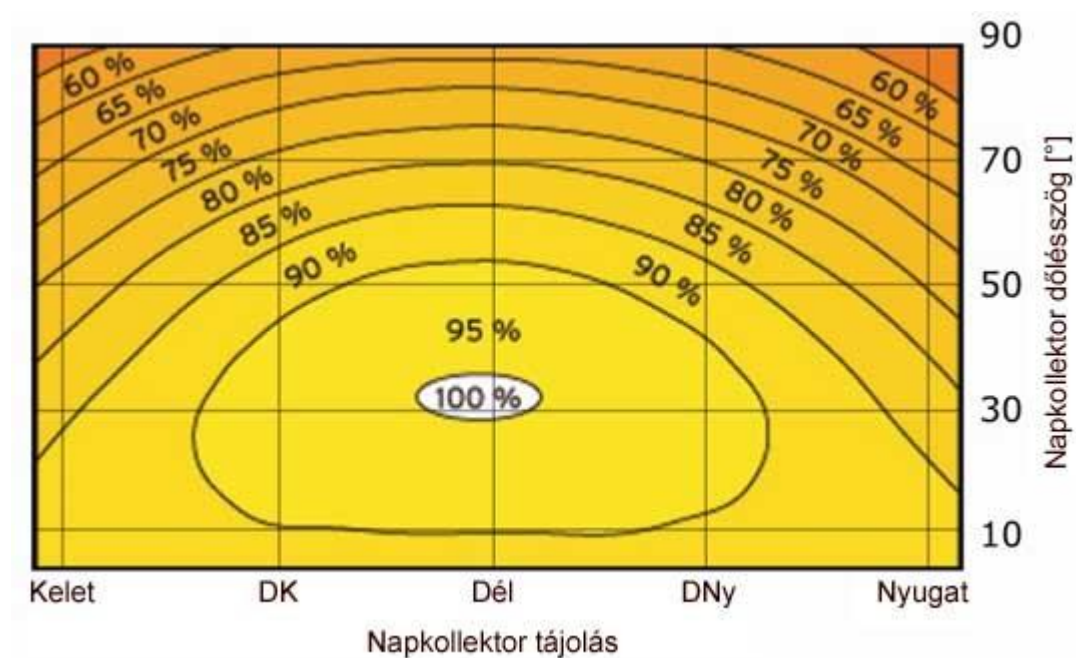
- Gravitációs (termoszifonos) rendszer: amelyben a hőközvetítő folyadék szabadon kering, nincs szükség szivattyúra, és vezérlő elektronikára.
- Szivattyús (kényszeráramlásos) rendszer:

Alkalmazási területek:

- családi házak
- társasházak
- sorházak
- panziók
- konyhák

Napkollektorok tájolása elhelyezése

A napkollektorok hatékonysága függ annak helyzetétől, a napkollektor felület dőlésszögétől és annak tájolásától. A napkollektorokat optimálisan dél felé kell tájolni. Az azimut szög az eltérést definiálja a kollektor tájolása és pontos déli tájolás között (-90° keleti tájolás, $+90^\circ$ nyugati tájolás). 40° -os keleti vagy nyugati eltérés a déli tájolástól és 45° - 60° -os dőlésszög 10% teljesítmény csökkenést jelent a napkollektoroknál, ami az ábráról leolvasható. Ebből következik, hogy 90%-os teljesítmény még elég tág orientációs határokon belül elérhető.



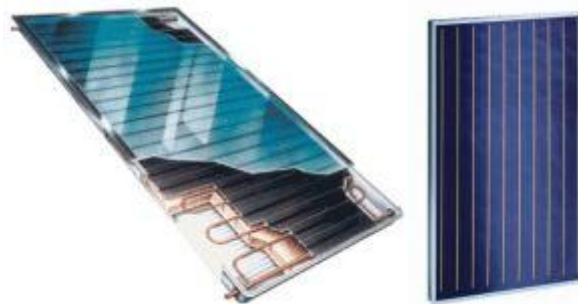
6. ábra. Tájolás és dőlésszög

Amennyiben a tető kelet-nyugati tájolású az egész napkollektor felületet a nyugati tetőre kell elhelyezni. Általában a nyugati tető felületet kevesebb eső, jégeső vihar éri, magasabb a külső napi átlag hőmérséklet, így a nyugati tájolású napkollektor felülettel magasabb teljesítmény érhető el, mint a keleti tájolásúval.

A napkollektor dőlésszögét úgy kell megválasztani, hogy a felhasználási időszakban optimális működést biztosítson. Fontos figyelembe venni, hogy az éves napsugárzási energia 2/3-a a nyári időszakban éri a földfelszínt. Ha teljesen nyári üzemre tervezzük napkollektoros rendszerünket (medence fűtés, nyaraló használati melegvíz ellátása stb.), akkor az optimális napkollektor dőlésszög 15° és 25° között van, mivel nyáron a nap magasabban helyezkedik el az égen. Ha a napkollektoros rendszert egész éves üzemre tervezzük (használati melegvíz ellátás, alacsony hőmérsékletű fűtés), akkor 45° és 60° közötti napkollektor dőlésszög szolgáltatja az optimális teljesítményt. A napkollektorok elhelyezhetőek függőleges helyzetben az épület déli homlokzatán, ugyanis az átmeneti időszakokban és télen a nap alacsonyabban helyezkedik el az égen, így megfelelő teljesítményt biztosítanak a függőleges déli tájolású napkollektorok is.

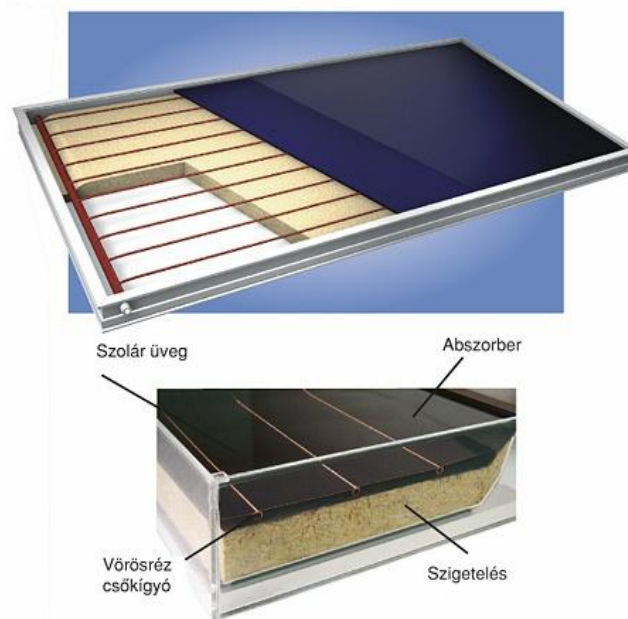
Síkkollektor:

A síkkollektor a legelterjedtebb, mert egyszerű előállítani és ennél fogva olcsó. Jól alkalmazható melegvíz előállítására, illetve helyiségek felfűtésére is. A 7. ábrán egy síkkollektor képe látható.



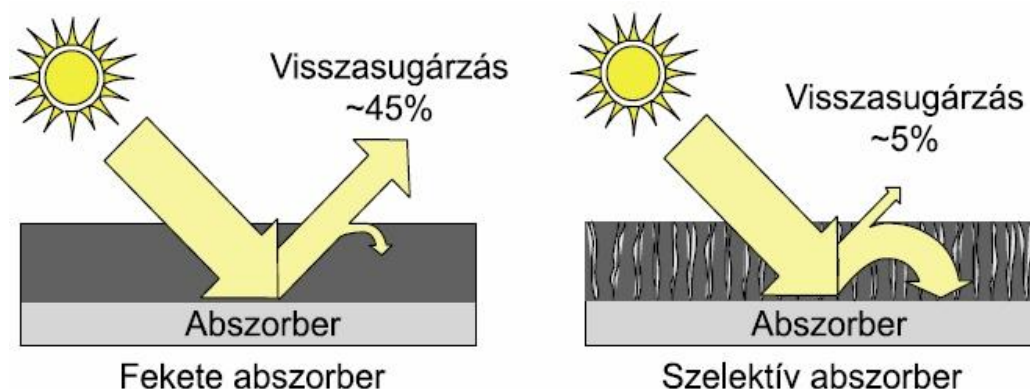
7. ábra: Síkkollektor

A 8. ábrán egy síkkollektort és annak szerkezeti felépítését látjuk. A síkkollektor lényegében kollektorházból, elnyelőből (abszorber), hőszigetelésből, vörösréz csőkihúgyból és átlátszó szolár üvegből áll. A beeső napsugárzás áthatol az átlátszó szolár üvegrétegen és ráesik az abszorberre. A sugárzás energiáját az elnyelés (abszorpció) révén alakítja át hővé. Ennek hatására megnövekszik az abszorber hőmérséklet.



8. ábra: Síkkollektor szerkezete

Az elnyelőlemez (abszorber): A beeső napsugárzás áthatol az átlátszó szolár üvegrétegen és ráesik az abszorberre. A sugárzás energiáját az elnyelés (abszorpció) révén alakítja át hővé. Ennek hatására megnövekszik az abszorber hőmérséklet. A napsugárzást minden fekete és matt színű test elnyeli, de ha a környezeti hőmérséklet fölé melegedik, akkor azok sugárzóvá válnak, emiatt veszteség keletkezik. A kollektorok üresjáratú hőmérséklete (amikor a hőhordozó közeg nem kering) igen magas lehet (elérheti a 180-200 °C fokot is). Ha az elnyelőlemezt szelektív bevonattal látjuk el (9. ábra), akkor a rövid hullámhosszú napsugárzást elnyelik, míg a saját hosszú hullámhosszú sugárzásukat nem engedik át, azt visszaverik. Szelektív bevonatként általában galvanizálással felvitt nikkel-, vagy króm-oxidokat használnak, de lehet kapni szelektív tulajdonságokkal rendelkező festéket, úgynevezett "szolárlakkot" is.



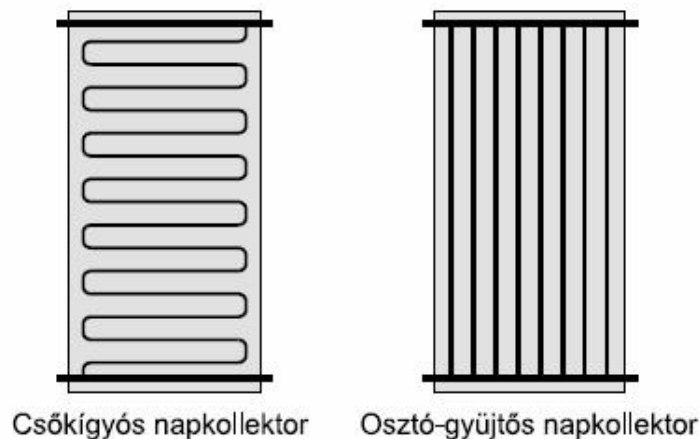
9. ábra: Abszorber típusok

Kollektor ház: A kollektor ház feladata, hogy megakadályozza a nedvesség bejutását a készülékbe. A kollektorház anyagát alumíniumból készítik. A szolár üveg és kollektor ház közé jó minőségű tömítőanyagot használnak, ami ellenáll a környezet viszonyosságainak.

Szolár üveg: A szolár üveg feladata, hogy a napsugárzást átengedje, minél kisebb veszteséggel és hőszigetelő képességével, minél kevesebb hőt engedjen ki a környezetébe. Az üveg általában edzett szokott lenni, hogy ha nagyobb tárgy esik rá, akkor ne törjön be. A kollektorok lefedésére antireflexiós üveget is használnak, aminek a felületére apró barázdák találhatók, amik a napsugárzást kevésbé verik vissza, de viszont sokkal jobban megtapad rajta a szennyeződés és ezért romlik ez a hatása

Szigetelés: A szigetelőanyag általában olyan ásványgyapot, amely jól bírja a kollektor üresjárásakor fellépő magas hőmérsékletnek, illetve nem öregszik, hosszú élettartamú legyen.

Kollektor csövezése: A kollektor csövezésének elrendezésére két félélt használnak (10. ábra) a csőkígyós és az osztott-gyűjtős napkollektor. A csövezés anyaga vörösréz, amely a jó hővezető képességgel rendelkezik. A csövezést és az abszorbert jól egymáshoz kell rögzíteni, hogy minél kisebb legyen a hőátadási tényező. A hőátadó folyadék a klímához viszonyítva, mindig fagyálló folyadékot adnak, mert egy esetleges fagy esetén a rendszer nem megy tönkre.



10. ábra: Kollektor csövezése

A vákuumcsöves napkollektor:

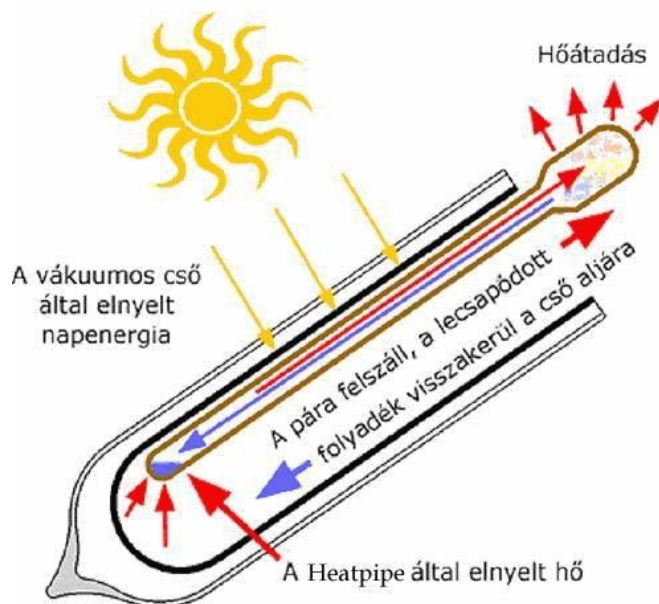
A vákuumcsöves kollektorok (11. ábra) kettős falú üvegcsőből állnak, amelyben nagy vákuum van a külső és belső üvegfala között. A belső üvegcsövet szelektív abszorbens réteggel vonják be. Itt keletkezik a hasznosítható szolár hő. A nagy vákuum megakadályozza, hogy a levegő hővesztesége révén veszteség keletkezzen. Ennek következtében alkalmazható borús és hideg körülmények között a vákuumcsöves kollektor, nem mint a síkkollektor.



11. ábra: Vákuumcsöves kollektor

A 12. ábra egy vákuumcsöves kollektor működését látjuk. A vákuumcső elnyeli a hőt a heatpipe segítségével. A fűtőcsőben általában víz és alkohol keveréke található. A csőben létrehozott alacsony nyomás miatt ez a folyadék már kb. 30°C-os hőmérsékleten forrásnak indul. E felett a folyadék elpárolog és felszáll a hőátadó patronba. A hőátadó patron egy központi csőhöz kapcsolódik, és itt adja át a hőt a rendszernek, majd a lehűlt pára vízzé alakul és a fűtőcső aljára kerül. Ez a ciklus

ismétlődik mindig. A vákuumcsövek egymástól el vannak szigetelve, csak a központi csőhöz kapcsolódnak. Ennek következtében, ha egy cső tönkremegy, akkor csak ezt a csövet kell eltávolítani, és nem kell az egész rendszert megháborgatni.



12. ábra: Vákuumcsöves kollektor működése

A síkkollektor és a vákuumcsöves kollektor összehasonlítása

Ebben a témában *síkkollektor* és *a vákuumcsöves* kerül összehasonlításra az alábbi szempontok alapján, mint az, hogy milyen a hőátadása, hatásfoka, hőszigetelése, technológiai fejlettsége, hővesztesége valamint mennyibe is kerül.

	Síkkollektor	Vákuumcsöves kollektor
Hőátadás	Konvekcióval	Párolgatással
Hőszigetelés	Kell	Nem kell
Hőveszteség	Nagy	Kicsi
Hatásfok	Roszbabb hatásfok	Jobb hatásfok
Technológia	Egyszerű	Bonyolult
Ár	Olcsó	Drága

Napkollektoros rendszer felépítése, használati meleg víz előállítása, állókazán rásegítésével

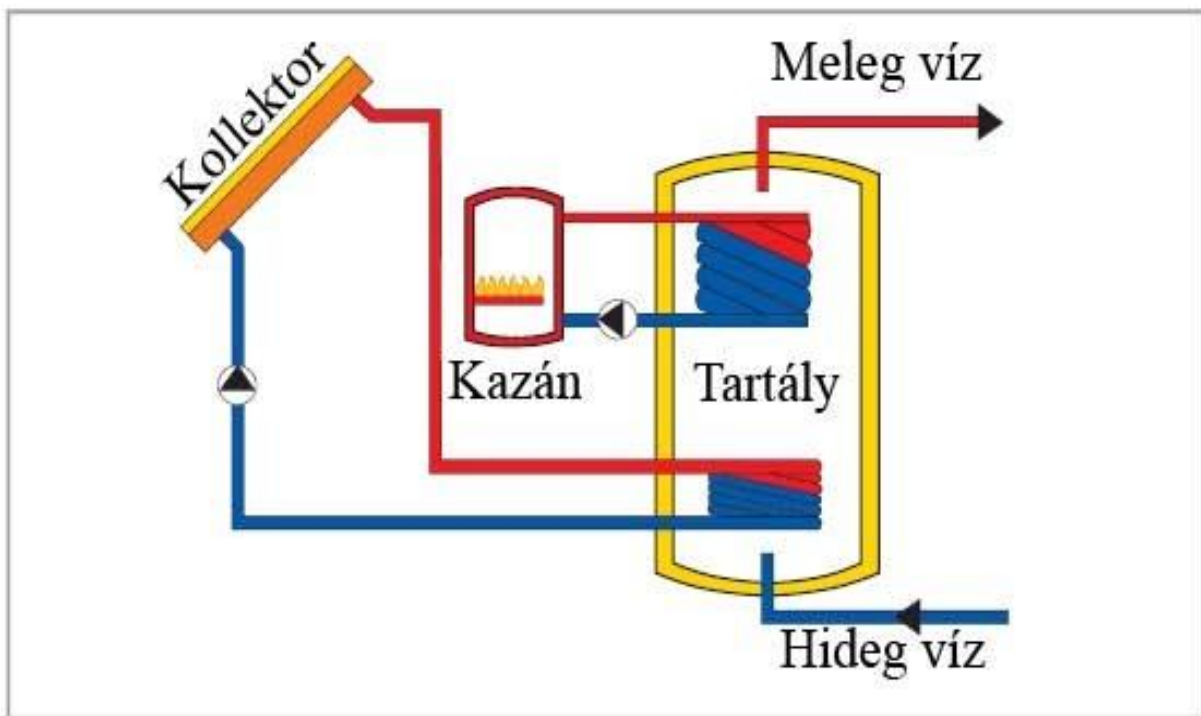
Ennek a napkollektoros rendszernek a feladatnak, hogy melegvíz előállítása a napkollektorral és segédüzemként a kazán rásegít, ha nem éri el a víz a kívánt hőmérsékletet. A napkollektorban összegyűjtött napenergia közvetítő közeg (fagyálló

folyadék) segítségével jut a melegvítárolóba. A napkollektorok két hőcserélős álló melegvítárolót fűtenek az alsó, beépített csőígyón keresztül. A tároló hagyományos fűtése állókazánnal, a felső csőígyón keresztül történik.

A rendszer automatikusan működik, ha a hőmérséklet a kollektorban nagyobb, mint a melegvítartályban, akkor az automatika indítja a keringtető szivattyút.

A keringtetést az automatika leállítja, ha a hőmérséklet-különbség egy adott érték alá csökken. (Ez bekövetkezhet a tartály felmelegedése révén vagy azért, mert a napsugárzás megszűnik és így a kollektor hőmérséklete is lecsökken.)

Ha tartósan nincs napsütés és a melegvítartály hőmérséklete lecsökken, akkor a tartályba épített kiegészítő fűtés (pl. kazán vagy villamos fűtés) automatikusan bekapcsol, így a melegvítzellátás folyamatos.



13. ábra: Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer állókazánnal

A napkollektor megtérülési ideje

A ráfordított költségek visszanyerése sok tényezőtől függ:

- a meleg víz felhasználás mennyiségétől
- mekkora tartályt alkalmazunk egy adott rendszernél
- időjárástól
- rendszer típusától (sík vagy vákumcsöves)

Vákuumcsöves kollektorokkal a használati melegvíz előállítása megtérülés szempontjából a leggazdaságosabb. A beruházás megtérülése 4-5 év.

Fűtést segítőre telepített napkollektorok megtérülési ideje hosszabb, mivel a nyári csúcsidőben nem fűtünk, ezért „csak” 30% nyereséggel lehet számolni, kivéve, ha nyáron a többletben előállított melegvizet uszoda, jakuzi stb fűtésére tudjuk felhasználni.

Fotóvoltaikus rendszer, napelem

A napenergia fotovillamos hasznosítása alatt a Nap sugárzási energiájának közvetlenül villamos energiává történő átalakítását és ennek hasznosítását értjük. Az energia-átalakító szerkezeteket napelemeknek nevezzük.

A napelemek története

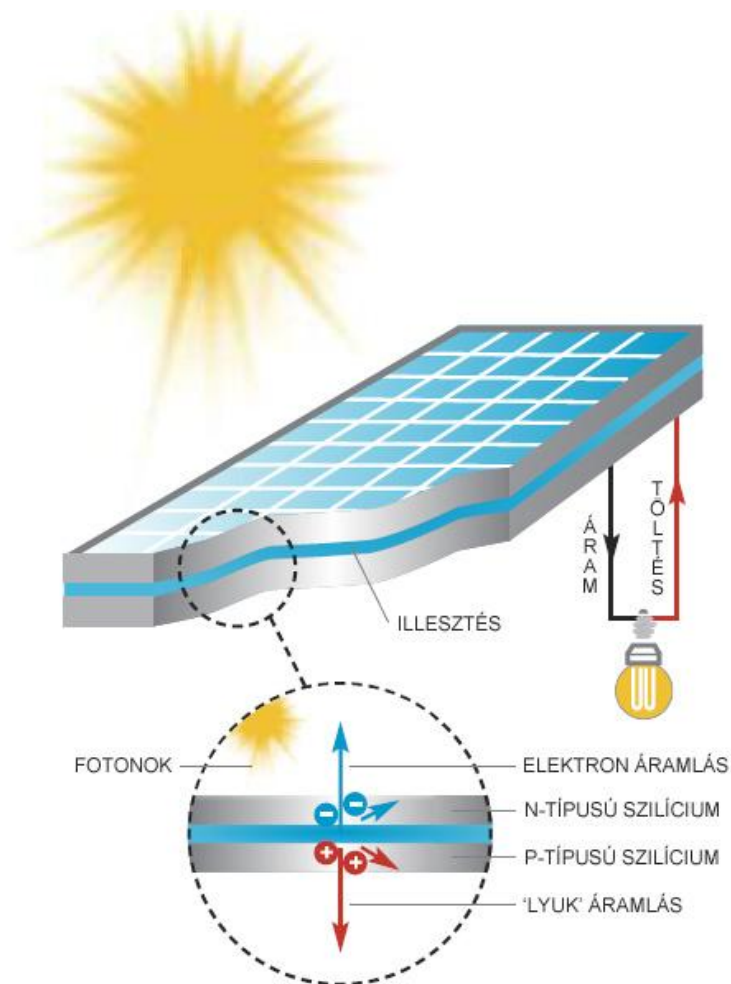
A francia Alexandre Edmond Becquerel fizikus 1839-ben rájött arra, hogy egy bizonyos réz-oxid világítás hatására elektromos áramot termel. Charles Fritts, aki szelénből 1880-ban elkészíti az első napelemet, már akkor azt jósolta, hogy a jövőben a házakat napelemmel fedik be, hogy az elektromos áramot termeljen. Az első szilíciumból készült napelemet, amelynek kb. 6% volt a hatékonysága, Fuller, Pearson és Chapin készítette el 1954-ben az amerikai Bell laboratóriumban. Az 1960-as és 70-es években a napelem technológiában elért jelentős fejlődés hajtóereje az űrrepülés kutatásfejlesztése volt. Napjainkban már 15% hatásfokú napelemeket gyártanak, és laboratóriumokban 20%-nál nagyobb hatásfokú elemek is készültek. Az energia árának az 1970-es évek elején bekövetkezett jelentős növekedésének következtében hatalmas összegeket fektettek a napelem technológia fejlesztésébe. A többgenerációs fejlődés jobb hatékonyság, hosszabb élettartam és alacsonyabb előállítási költség eléréséhez vezetett. Az egyik legjelentősebb vívmány az olcsó, amorf sokkristályos szilícium elem tömegtermelése volt. Ma már rengeteg olyan termék van, amely az energia igényét napelem segítségével fedezi. Pl. zsebszámológépek, karórák, rádiótelefonok.



Napelem a 80-as évekből

A napelemek működése

A napenergia direkt felhasználása félvezető lapok, ún. napelemek segítségével történik, melyekben a napsugárzás elektromos áramlétrejtést indukál. Egy adott intenzitású napsugár esetén az alkalmazott felület és az áram nagysága egyenes arányban áll. A napelem anyaga félvezető kristály, melynek elektronjai kölcsönhatásba lépnek a fénysugárzással. A lezajló folyamat a fotoeffektus, melynek során egy foton nekiütközik egy elektronnak és teljes energiáját átadja neki, miközben a foton megsemmisül. Az elektron ezáltal mozgási energiára tesz szert, melynek hatására feszültség indukálódik és elindul az áram. Energiaforrásként tehát a sugárzási energia szerepel, míg az átadási mód a fotoeffektus.



14. ábra: Fotoelektromos napelem működése

A fenti ábrán látható, hogy a fénysugárzás fotonjai kimozdítják a félvezető elektronjait a kötéseikből, ennek köszönhetően elektron-lyuk párok keletkeznek. A keletkező elektron többletet elektromos vezetőkkel lehet a napelem felületéről elvezetni a

fogyasztókhoz vagy az akkumulátorokhoz. Az elektron-lyuk párok szétválasztása három alapvető módon történik:

- Azonos félvezető anyag eltérő szennyezésével kialakított rétegekkel.
- Eltérő anyagú félvezető rétegekkel
- Fém-s félvezetőrétegeivel

A villamosenergia-termelés szempontjából nagyon ígéretes terület a fotovillamos cellák köre.

PV (photovoltaic) panelek

Egy egyszerű cella körülbelül 0,5 V-ot tud előállítani, teljesítményét a következő három dolog határozza meg :

- a típusa és mérete a szolár cella anyagának
- a fény intenzitása
- a fény hullámhossza

Ezeket lehet párhuzamosan kötni (pozitív kimenet a negatív bemenethez) és ezáltal nagyobb feszültséget elérni. Általában a kapcsolások módja és az összekötött cellák száma alapján az alábbi három kategóriába sorolhatók a panelek:

- **Alacsony feszültség / kis panelek:** 3 - 12 kisméretű amorf szilícium PV néhány négyzetcentiméter területet foglal. 1.5 V - 6 V feszültséget képes előállítani és néhány milliwatt a teljesítménye. Jellemzője a kis méret és a nagy szériaszám. Általában kisebb készülékek, pl. számológépek, órák és fényképezőgépek árammal való ellátására szolgálnak.
- **Kis panelek 1 - 10 Watt teljesítménnyel:** Feszültségük 3 - 12 V, méretük 100 cm² - 1000 cm²-ig terjed. A cellák általában 100 cm²-esek, jellemzően egykristály vagy polikristály szerkezetűek, vagy néha amorf szilikon-panelekkel épülnek fel. Általában rádiók, játékok és kisebb szivattyúk megtáplálására alkalmasak, vagy akkumulátor töltésre.
- **Nagy panelek 10 - 60 Watt teljesítménnyel:** Feszültségük általában 6 vagy 12 V, méretük 1000 cm² - 5000 cm²-ig terjed és 10 - 36 összekötött cellát

tartalmazznak. Alkalmazási területeik: lakóautók áramellátása, szivattyúk meghajtása, távüzemeltetésű berendezések elektromos ellátása (RAPS).

Napelem típusai és jellemzői

Alapvetően három fő típust különböztetünk meg, ezek az amorf kristályos napelem, mono- és polikristályos napelemeket különböztetünk meg. Ezeknek hatásfokuk és az előállítási költségük nagyon eltérő egymástól. A következőkben ismertetésre kerülnek a napelemek típusai.

Amorf napelem

Ez a legelterjedtebb típus, mert olcsó az előállítási költsége. A hatásfoka 4-6% között van, ami alulmarad a többihez képest. Mivel kicsi a hatásfoka ezért jóval nagyobb felületet igényel az elhelyezése. Az amorf napelem a szórt fényt jobban hasznosítja, mint a közvetlen napfényt. Az élettartamuk csak 10 év körül van.



Monokristályos napelem

Ez a napelem a ma létező legjobb hatásfokkal bíró napelem, aminek hatásfoka 15-17% között van. A monokristályos napelem a közvetlen napfényt hasznosítja jobban, de a szórt napfényben már kevésbé tudja hasznosítani. Élettartama 30 év körül van.



Polikristályos napelem

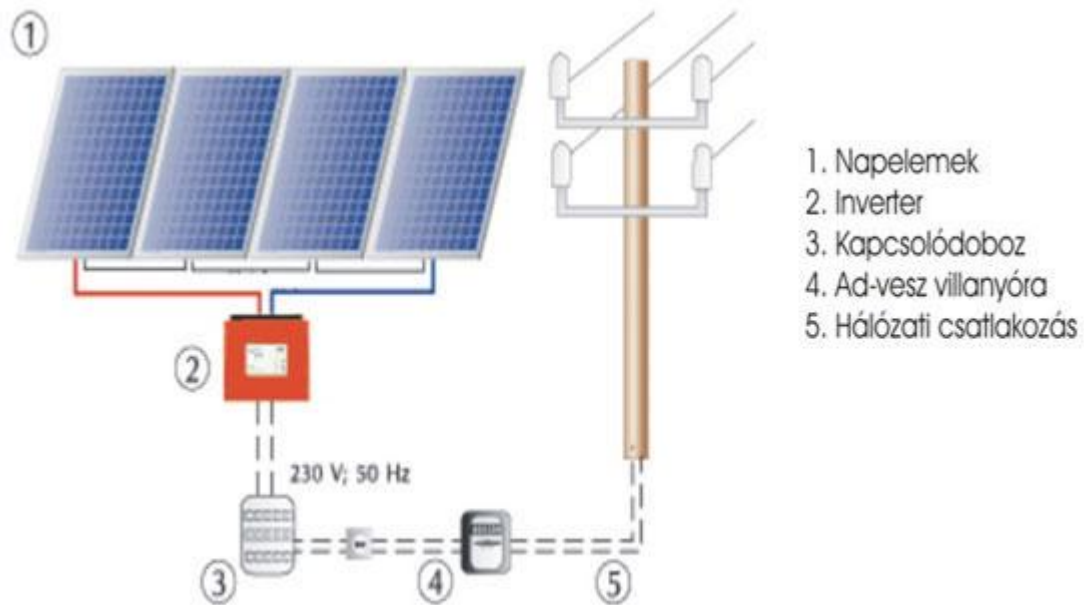
Ennek a hatásfoka is már megközelíti a monokristályos napelemét, aminek hatásfoka 10-13% között van. Élettartama 25 év körül van.



Napelemes rendszerek, napelemek

A napelemes rendszerek két változatát lehet kialakítani:

Hálózatba visszatöltő rendszer :



A hálózatba visszatöltő napelemes rendszer a meglévő elektromos hálózatra kapcsolva a nappal termelt, fel nem használt áramot a helyi áramszolgáltató megvásárolja, ennek mennyiségét egy ad-vesz mérős digitális villanyóra méri.

Sziget üzemű rendszer :



Sziget üzemű napelemes rendszer a termelt, fel nem használt áramot akkumulátor egységekben tároljuk. A sziget üzemű rendszer különösen ajánlott olyan helyeken ahol a hálózatos áramszolgáltatás nem, vagy csak nagyon nagy költségek árán építhető ki (pl. tanyák, erdészházak).

Gyártási problémák

A szilíciumot kvarcból nyerik, amely nagy mennyiségben található a természetben. Viszont a felhasznált szilíciumnak nagyon tisztának kell lennie, amihez a termelés során sok energiára van szükség. A gyártás során erős klórtartalmú vegyületeket és trikolint is fölhasználnak, emiatt a gyártás igen drága és környezetszennyező. Jelenleg már folynak a kutatások környezetkímélő eljárás kidolgozására.

Naperőművek

A naperőművek két alapvető típusa alakult ki, az egyik a nap energiáját hővé alakítja és ezt alakítja tovább elektromos energiává, a másik típus napelemek segítségével közvetlenül elektromos energiává alakítja a napenergiát.

Valamennyi naperőmű típusnak a célja, hogy a hagyományos, környezetszennyező erőművi technológiát fokozatosan kiváltsa "tiszta" energiaforrásokkal.

A napenergiát hővé alakító erőművek, jellemzően koncentrálják a napenergiát. A napenergia koncentrálására három technológia alakult ki:

- Parabolikus teknők, amelyek a napsugárzást egy olyan csővezetékbe gyűjtik össze, amely a teknők gyűjtőpontjában van.
- Energiatornyok, amelyeket heliosztikus tükör mezők vesznek körül, amelyek a napsugárzást a központi toronyra szerelt fogadóberendezésre koncentrálják.



Parabolatükrök, amelyek a napot két tengelyen követik, s amelyek a napsugárzást a tükör gyűjtőpontjában levő érzékelőre, vagy motorra koncentrálják

A napenergiát közvetlenül elektromos energiává alakító erőművek, működési elve lényegében nem különbözik a napelemeknél ismertetett folyamattól, lényegében csak annyi történik, hogy napelem táblák nagy mennyiségét kötik sorba, ezzel érve el a nagyobb teljesítményt.

Forrás:

Magyar Napenergia Társaság: Napenergia aktív hőhasznosítás 1997.

<http://www.acrux.hu/sun/napelem.html>

<http://www.napenergia-napkollektor.hu/napenergia>

http://ezermester.hu/cikk-1011/Napenergia_hasznositasa_szolarcellaval

<http://napkollektor-napelem.eu/index.php?/Napelem/napelem-toertenelem-es-attekintes.html>

<http://ekh.kvk.uni-obuda.hu/napelemek/17-napelemek-mukodese-es-alkalmazasa.html>