

VILLAMOSENERGIA TERMELÉS NAPENERGIÁVAL

KALMÁR Ferenc

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar
4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4
fkalmar@mk.unideb.hu

KIVONAT

Magyarország villamosenergia export import mérlege negatív. A megújuló energiaforrások ugyan nem nyújtanak megoldást az ország villamosenergia ellátására, de egyes esetekben kiváló megoldást jelentenek egy-egy létesítmény energia ellátásában. A cikk röviden bemutatja a napenergia hasznosítási lehetőségeit villamosenergia termelés céljából. Elemzi a napelemekkel történő villamosenergia termelés hatékonyságát magyarországi viszonyok mellett. Áttekintést nyújt a naperőművek létesítésének lehetőségeiről, összehasonlítja a különböző megoldások hatásfokát. Bemutatásra kerül a napteknő, a naptányér, a naptorony, a napkémény és a naptó.

Kulcsszavak: energia, napsugárzás, villamosenergia termelés

1. BEVEZETÉS

Az energiaszektor legáltalánosabb célja és feladata a társadalmi- gazdasági fejlődéshez szükséges energiák megbízható, gazdaságos és környezetet kímélő szolgáltatása. Az energia olyan szervesen és sokszínűen épült be mind a termelőszférába, mind a lakosság fogyasztásába, életmódjába, hogy szerepe, jelentősége sok vonatkozásban meghatározó, stratégiai jelentőségű. A folyamat természetéből és jellegéből következően az energiaköltségeknek a teljes ráfordításon belüli csökkenő irányzatával szemben, minél fejlettebb egy gazdaság, minél magasabb a lakosság életszínvonala annál nagyobb jelentőségű az energiaszolgáltatás stabil, kiegyensúlyozott volta, hiszen az esetleges ellátászavarokból fakadó közvetlen és főképpen a közvetett veszteségek az energiaköltségeknél nagyságrendileg nagyobbak lehetnek. Ebből adódik, hogy a modern gazdaságokban az energiaszektorral szemben támasztott legfőbb követelmény, amelyet az energiapolitikában hangsúlyosan fogalmazznak meg és az energiakoncepcióba rögzítenek az **ellátásbiztonság**.

Az Európai Unió importfüggőségének csökkentése érdekében az Európai Parlament és Tanács akció tervet és direktívákat fogadott el (White Paper for a Community Strategy and Action Plan. Energy for the future: Renewable sources of energy COM(97)599; 2002/91/EC: Directive on the Energy Performance of Buildings; 2006/32/EC Directive on energy end-use efficiency and energy services, 2001/77/EC Directive on the promotion of the electricity produced from renewable energy source on the internal electricity market) amelyeknek elsődleges célja az energiaigények és a széndioxid kibocsátás csökkentése. Ugyanakkor a megújuló energiaforrásoknak minél nagyobb százalékban kellene résztvennie az egyes országok energiamérlegében. A Kormány vállalta a megújuló energiaforrások százalékos arányának a növelését az elkövetkező időszakokra. A 2008.01.23-án tett vállalás szerint 2020-ig az arány Magyarországon eléri a 13%-ot.

2. NAPELEMEK

A napelemek olyan szilárdtest eszközök, amelyek a fénysugárzás energiáját közvetlenül villamos energiává alakítják. Az energiaátalakítás alapja, hogy a fény elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket generál, amiket az eszközben az elektrokémiai potenciálok, illetve az elektron kilépési munkák különbözőségéből adódó beépített elektromos tér rendezett mozgásra kényszerít. A fotovoltikus elemek abban különböznek a napelemektől, hogy árnyékban is képesek áramot termelni, nem csak napsütésben.

Alapanyag szerint többféle napelemet különböztetünk meg:

Kezdetől fogva a megbízható, nagy teljesítményű napelemek anyaga szilícium egykristály. A napjainkban alkalmazott napelemek döntő többsége kristályos szilíciumból készül. Az egy-kristály növesztése, szeletelése költséges, nagy anyagvesztéssel járó technológia. A gyártás költségeinek csökkentésére és a hatásfok megőrzésére a szakemberek alternatív eljárásokat és anyagrendszereket keresnek.

A polikristályos szilícium olcsóbb anyag, de egyrészt a darabolással elvész az anyag fele, másrészt a kristályok határfelületén a fény által létrehozott elektron-lyuk párok áramtermelés nélkül rekombinálódhatnak, így a hatásfok kisebb. A polikristályos szilícium napelemek az olcsó előállítás a rosszabb hatásfok ellenére versenyképesek. A napelem felületén a fényvisz-szaverődés révén jól megkülönböztethető 10-15 mm-es szilícium kristályok látszanak.

A további anyagtakarékosság jegyében születtek meg az úgynevezett vékonyréteg napelemek, amelyekben az aktív félvezető réteg együttes vastagsága alig néhány mikrométer. A napelemet nem kristálynövesztéssel, hanem gőzfázisból lecsapatással állítják elő. Bebizonyosodott, hogy a szilícium a maga 1.12 eV szélességű tiltott sávjával nem ideális anyag. A nagyobb, közel 1.5 eV sáv szélességű anyagok, például gallium-arszenid (GaAs) és kadmium-tellurid (CdTe) elméleti hatásfoka nagyobb. A vékonyrétegek előállítása olcsóbb, ugyanakkor a hatásfok valamelyest rosszabb. Az olcsó áramtermelés szempontjából azonban egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert a vékonyréteg napelemek, mert a végeredmény, az egy watt villamos teljesítmény előállításának fajlagos költsége fontosabb, mint a hatásfok.

A legjobb hatásfokú napelemek kristályos szilíciumból (23 %) és gallium-arszenidből (25%) állíthatók elő. Koncentrátorral ezek a hatásfokok 28-30 %-ra nőnek. Az eddig mért legjobb hatásfok 34 %, ezt gallium-arszenidből és gallium-antimonitból álló réteges cellával, 100-szoros koncentrátorral érték el.

A napsugárzás koncentrálásával (többfotonos technológia; vagyis apró lencsék alkalmazása) a hatásfok elméletileg 66%-ra növelhető. A legkorszerűbb gáztüzelésű erőművek hatásfoka közel 60%.

A napelemekből kinyerhető teljesítmény függ a fény beesési szögétől, a megvilágítás intenzitásától, és a napelemre csatolt terheléstől. A fény intenzitását kevéssé tudjuk befolyásolni (nem takarjuk el a napelemet szándékosan), míg a másik két paraméter elméletileg kézben tartható.

A napelem beépítése szerint lehet fix vagy napkövető jellegű.

A fixen beépített napelem maximum 6 órán keresztül képes napfényt elnyelni. Ahhoz, hogy egész nap az időjárás által megengedett maximális teljesítménnyel tudjuk gyűjteni a napenergiát, a nappal folyamán vízszintesen forgatnunk, függőlegesen bólintanunk kell a napelemet, úgy, hogy a napsugár beesési szöge a lehető legkisebb mértékben térjen el a merőlegetől. Ehhez plusz elektronikát és mechanikus elemeket kellene felhasználnunk, és a telepítési hely megválasztására is nagyobb gondot kell fordítani. Ellenben a fix beépítésnél elegendő a (tervezéskor már jól betájtolt) ház tetőszerkezetét felhasználnunk a napelemek tartójának.

Az optimális besugárzásra beforgatott napelem-modul sem fog mindig teljesítményt szolgáltatni, mivel a besugárzás mértéke több okból is változhat, lecsökkenhet (például lemegy a Nap vagy eltakarják a felhők stb.). Mivel a fogyasztóinkat folyamatosan szeretnénk üzemeltetni, viszont a napelem nem tud folyamatosan energiát biztosítani, valamilyen energiatároló puffert kell alkalmaznunk a rendszerben, amivel áthidalhatjuk az alacsonyabb napfény-intenzitású időszakokat. (puffer=átmeneti energiatároló). Az energia hasznosításának másik útja, amikor invertert alkalmazunk. Az inverter a napelem egyenáramát váltakozó árammá alakítja át, és visszatáplálja a hálózatba. A visszatáplálás természetesen a hálózat periódusával szinkronizálva lehetséges.

A teljesítmény növelésének egyik módja sok apró lencse alkalmazása, amelyek a napfényt, a beesési szögtől függetlenül, a napelemekre koncentrálnak.

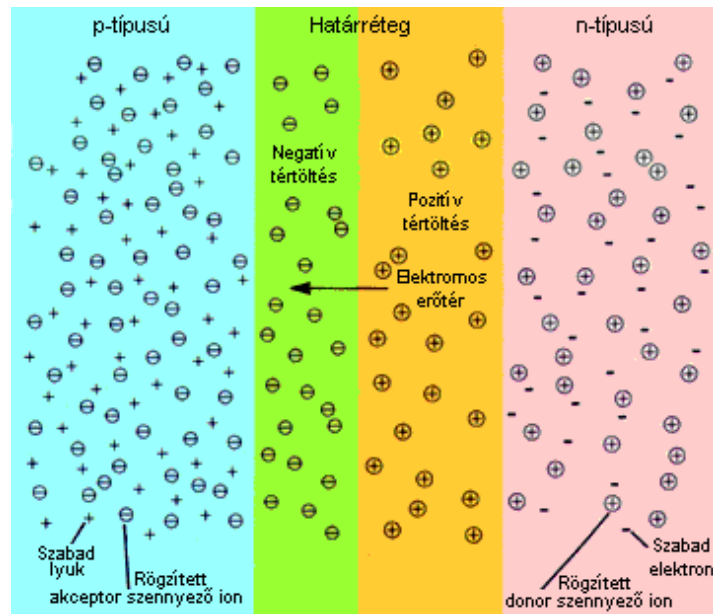
A napelemek anyaga leggyakrabban szilícium. A szilícium kristályrácsában minden atom kovalens kötéssel kapcsolódik négy szomszédjához. A szilícium rendszáma 14, az elektronhéjon elhelyezkedő 14 elektronból tíz a maghoz erősen kötődik és normális hőmérsékleti viszonyok között nem vesz részt a villamos vezetésben. A szilícium négy külső vegyértékelektron-ja a vegyértéksáv lehetséges energiaszintjeit tölti be. A vezetési sáv kis hőmérsékleten teljesen üres, az anyag tökéletes szigetelőként viselkedik. Az abszolút nulla fölötti hőmérsékleten a vegyértékelektronok energiája nő, az elektronok átléphetnek a vezetési sávba és úgynevezett belső töltéshordozóként viselkedhetnek. 300 K hőmérsékleten a tiszta szilícium nagyon jó szigetelő, az intrinsic töltéshordozók száma $1.6 \times 10^7/\text{mm}^3$, ami jóval kevesebb, mint a fémekben szokásos 10^{20} - $10^{22}/\text{mm}^3$ töltéshordozó. A vezetési sáv és vegyértéksáv közötti tiltott sáv szobahőmérsékleten a szilíciumban 1.12 eV.

A vezetési tulajdonságok módosításához a szilíciumot kis mennyiségű, ellenőrzött bevitt „szennyezővel” módosítjuk. A szilícium a periódusos rendszer IV. oszlopában helyezkedik el. A III. csoportba (bór, alumínium, gallium vagy indium) vagy az V. csoportba (foszfor, arzén vagy antimon) tartozó elemek bevitelével növelhető és pontosan szabályozható a vezetési sávban lévő elektronok vagy vegyértéksávbéli lyukak (elektronhiány) száma.

Az V. csoportbeli elem bevitele esetén a kovalens kötés feltöltése után egy lazán

kötött elektron marad, ami körülbelül 40-50 meV energiával átvihető a vezetési sávba (n típusú vezetés). A III. csoport elemeivel végzett szennyezés estén a kovalens kötés elektronhiányos marad, „lyuk” keletkezik. A vegyértéksáv egy elektronja beugorhat erre az üres helyre és feltöltheti a kötést. A hatást tekintve ilyenkor a lyuk vándorol, mert a kötésbe beugró elektron helyén ismét visszamarad egy lyuk (p típusú vezetés). A lyuk továbbviteléhez a vegyértéksávban 45-160 meV energia szükséges.

A p típusú és az n típusú félvezető szilícium réteg találkozásánál kialakul a p-n határréteg (1. ábra). A határréteg keletkezésének pillanatában az elektronok koncentrációja az n rétegben nagyobb, a lyukak koncentrációja viszont a p rétegben nagyobb. A töltéshordozók koncentrációjában kialakult nagy különbség kezdeti diffúziós áramot hoz létre, az n tartományból elektronok áramlanak a p tartományba, a p tartományból lyukak lépnek át az n típusú részbe. Ez a töltés-áramlás a p-n átmenetben egy kiürített réteget hoz létre, a kiürített rétegből hiányoznak a többségi töltéshordozók, vagyis az n rétegből hiányoznak az elektronok, a p rétegből pedig hiányoznak a lyukak.

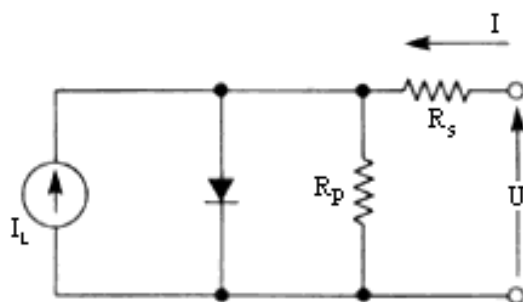


1. ábra p-n határréteg kialakulása

A kiürített rétegben lévő rögzített donor és akceptor szennyező ionokat többé már nem egyensúlyozzák ki a korábban ott lévő szabad töltések. Ennek eredményeként létrejön egy belső villamos erőtér, amely a továbbiakban megakadályozza az n tartományból az elektronok, illetve a p tartományból a lyukak áramlását. Ezzel kialakul a záróréteg. Az erőtér nagysága pontosan akkora, amekkora kiegyensúlyozza a többségi töltéshordozók diffúzióval létrejövő áramlását. A határréteg környezetéből hiányoznak a többségi töltéshordozók és a nagy villamos erőtérben kialakul egy tértöltési réteg. Külső villamos erőtér (potenciálkülönbség) nélkül a kiürített rétegben nem folyik áram. A p és n típusú térfél külső felületén kialakított kivezetésekkel létrejön a félvezető rétegdióda. A p típusú szennyezést tartalmazó oldalra kapcsolt pozitívabb feszültség hatására a határrétegen keresztül megindul az áram, ellentétes

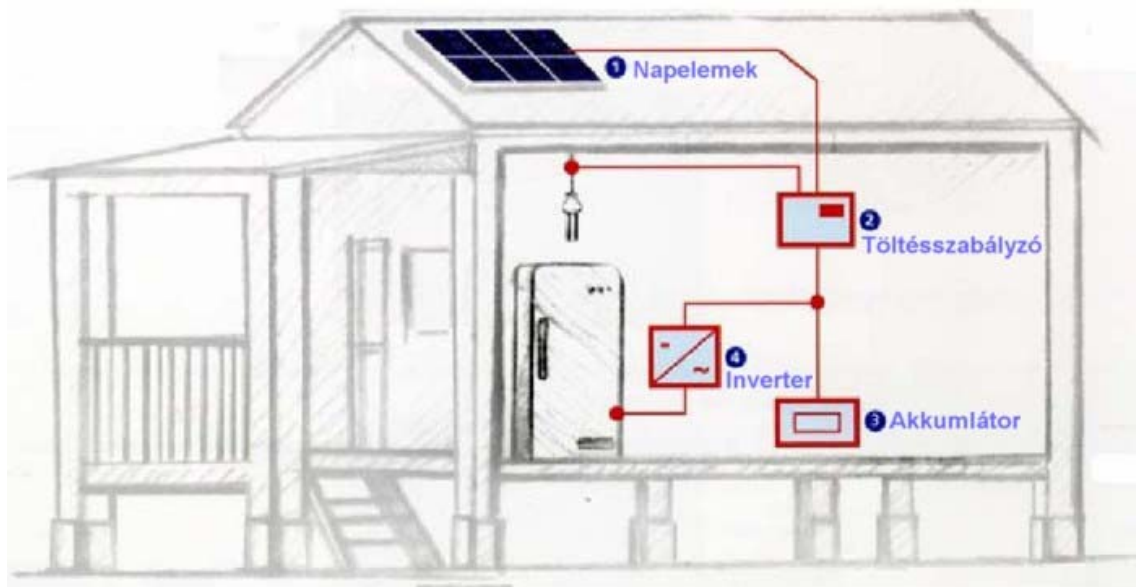
polaritás esetén a kiürített réteg szélessége tovább nő és áram nem folyik. A napelem működésének alapja éppen a dióda egyenirányító hatásában rejlik.

A napelem a fény hatására létrejövő I_L áramgenerátor és egy ideális dióda párhuzamos kapcsolásával modellezhető (2. ábra). Az áramgenerátor árama a beérkező fény abszorpciója révén létrejövő elektron-lyuk párok keletkezésével és a töltéshordozók befogásának határfokával arányos. A napelemben a soros és párhuzamos ellenállások miatt rezisztív veszteségek keletkeznek.



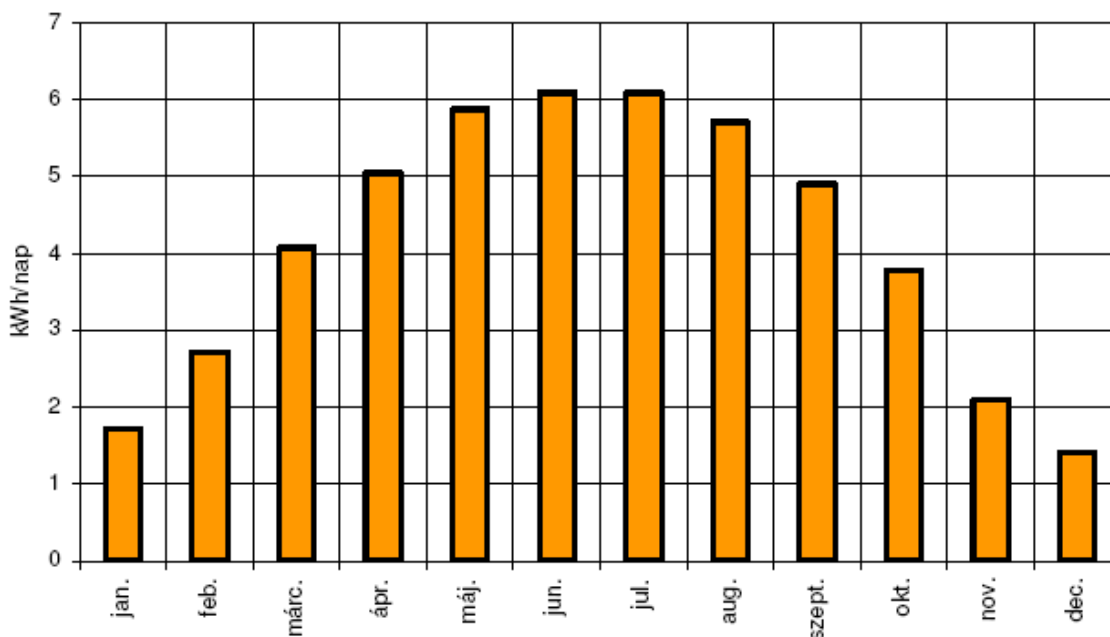
2. ábra Napelem modellezése

A napelemek tehát a napsugárzás energiáját közvetlenül villamos energiává/árammá alakítják át. Ezt a megtermelt energiát szolár akkumulátorokban tároljuk. Szigetüzemű inverter segítségével 230VAC/50Hz~ valódi szinuszos váltakozófeszültséget kapunk.

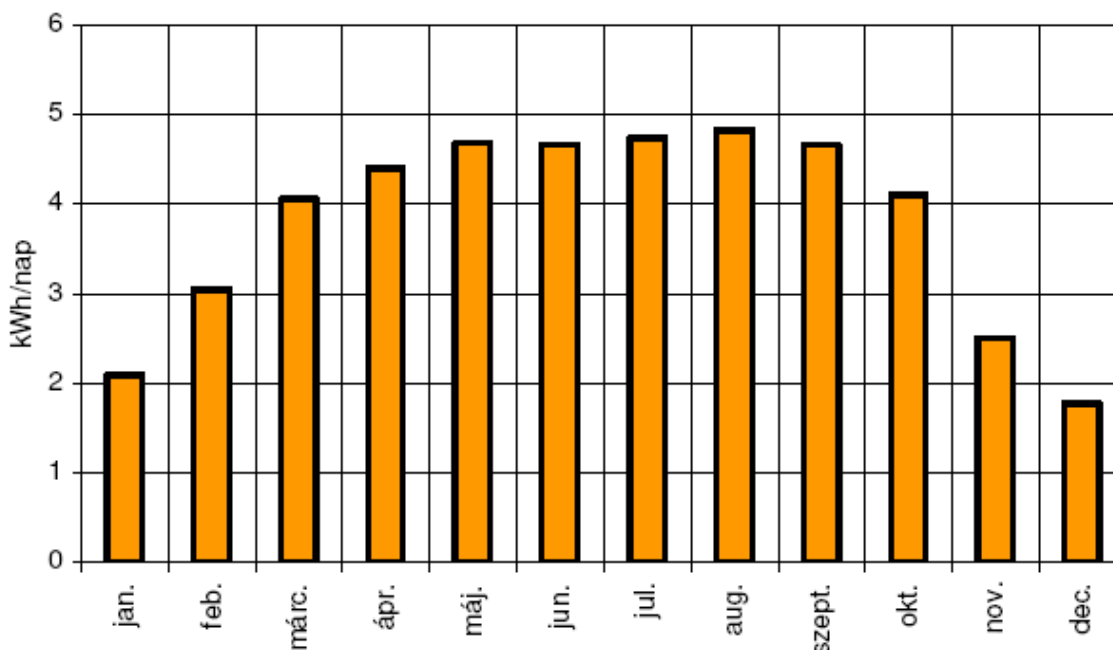


3. ábra Szigetüzemű napelem rendszerek (<http://ecoenergy.hu>)

Magyarországi átlagértékekkel számolva 1 kWp teljesítményű napelem napi elvi átlagos energia hozamát déli irányú különböző dőlésszögű rögzített telepítés esetén a 4. és 5. ábrán mutatjuk be.



4. ábra Napelem napi elvi átlag energia termelése különböző hónapokban Magyarországon (dőlésszög 30°) Éves átlag energiatermelés 1500 kWh.



5. ábra Napelem napi elvi átlag energia termelése különböző hónapokban Magyarországon (dőlésszög 60°) Éves átlag energiatermelés 1390 kWh.

A 4. és 5. ábrák összehasonlításából jól látható, hogy különböző dőlésszögű telepítéssel a téli és nyári időszak eltérő sugárzási viszonyaiból adódó energiahozam napi átlaga – igaz, hogy az éves energiatermelés rovására, de - közelíthető. Ez különösen autonóm áramellátási feladatok megoldásánál jelenthet előnyt.

Bár a piacon már jelenleg is elérhetőek és széles körben használatosak megbízható napelemes rendszerek, ahhoz, hogy meghatározó energiaforrássá válhassanak elengedhetetlen a technológia továbbfejlesztése. Csúcsidőben már jelenlegi árakon is versenyképesek a PV rendszerek a hagyományos hálózati forrásokkal, vagy pl. a független dízel-generátorokkal, de még nem rivalizálhatnak a fogyasztói vagy nagybani árampiaci árakkal. A végfelhasználói árak jelentős csökkentésére van tehát szükség és szerencsére lehetőség is. Erre mutatott rá a Photovoltaic Technology Research Advisory Council (PV TRAC) 2005-ben kiadott „A Vision for Photovoltaic Technology” tanulmánya.

A PV terület fejlődése, előrehaladása szempontjából a kutatás-fejlesztés (K+F) döntő fontosságú. A megfelelően kiválasztott témákban végzett közös kutatások jelentős szerepet játszhatnak a szükséges kritikus tömeg és hatékonyság elérésében, amik a szektor technológiai és versenyképességi ambícióit segítik. Ez az elgondolás vezette az Európai PV Technológiai Platformot arra, hogy elkészítse a Stratégiai kutatási tervet (Strategic Research Agenda - SRA). Az SRA az EU FP7 program alapját képezheti, de használható a tagállamokban illetve tagállamok közötti kutatási programok koordinációjának elősegítésére is.

Az 1. táblázat az SRA fő céljait összegzi, kerekített, tájékoztató értékekkel.

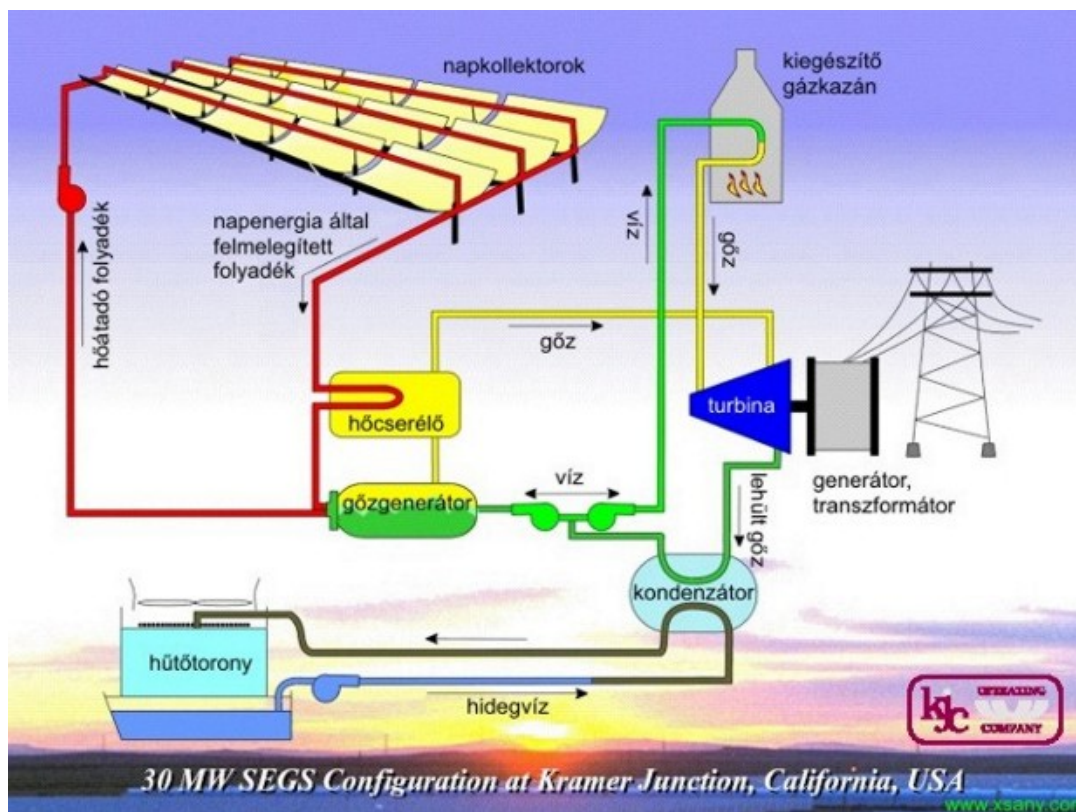
A jelenlegi PV rendszer árak ~4 és ~8 €/Wp között mozognak attól függően, hogy milyen típusról van szó (háztetőre illeszthető, épületbe integrált, földre telepített stb.) és természetesen függ a PV rendszer méretétől, országtól és egyéb tényezőktől is. Az 5 €/Wp ár azonban jellemzőnek tekinthető. Ehhez hasonlóan 2015-ben az árak várhatóan ~2 és ~4 €/Wp körül várhatóak. (az ár a 2007-es árakhoz viszonyítva van megadva).

	1980	Ma	2015	2030	Hosszú-távon várható
telepítés teljes költsége (2006. évi értéken, €/Wp)	>30	5	2.5	1	0.5
fenntartási költség (2006. évi értéken, €/kWh)	>2	0.30	0.15 versenyképes kisker. ár	0.06 versenyképes nagyker. ár	0.03
kereskedelemben elérhető sík napelem-modulok maximális hatásfoka (%)	max. 8%	max. 15%	max. 20%	max. 25%	max. 40%
kereskedelemben elérhető koncentrátor-modulok hatásfoka (%)	(~10%)	max. 25%	max. 30%	max. 40%	max. 60%
beruházás megtérülésének várható ideje (év)	>10	2	1	0.5	0.25

1. táblázat Napelemes rendszerek költségei (célok)

3. NAPERŐMŰVEK

A 6. ábrán egy Kaliforniában megépült naperőmű elvi sémája látható. Ha letakarjuk a séma bal oldalát, akkor egy gázfűtésű hőerőművet látunk az ábrán.



6. ábra Naperőmű sémája




A szárazgőz az erőművi technológiák alapja, nagy nyomású és magas hőfokú (kb. 10 bar 395 °C) vízgőz, ami a turbinát meghajtja. (a "normál" gőzből túl gyorsan kicsapódik - kondenzálódik, és a vízcseppek gyorsan "megeszik" a turbinalapátokat).

Az elv gyakorlatilag azonos. A napenergia vagy a gázkazán által megtermelt hő hőcserélőkön keresztül szárazgőzt termel, ami a turbinát meghajtja. A turbina által megforgatott és a hálózatra szinkronizált generátor termeli az áramot. A turbináról a gőz a kondenzátorba kerül, ahol a hűtővíz egy hőcserélőn keresztül lehűti. A hűtővíz a hűtőtoronyban leadja a felvett hőt, a kondenzvíz pedig ismét a hőcserélőhöz kerül, ahol vagy a napenergia vagy az elégetett gáz hőjét veszi fel.

A teknő alakú tükrök fókuszpontjában egy cső található, ami a visszavert napsugarakat elnyeli, és a keletkezett hőt a benne áramló hőátadó folyadéknak továbbítja. A "teknő" napkövető mechanizmussal mindig a Nap irányába fordulnak, így ha süt a Nap, az erőmű is működik.

A hőátadás két lépcsőben történik. A már részben lehűlt hőátadó folyadék a gőzgenerátorban elgőzölteti a kondenzvizet, majd az így keletkező gőz hőmérsékletét emeli tovább a hőcserélőben a magas hőfokú folyadék, és ezáltal szárazgőzt állít elő.

A legtöbb naperőmű hasonló elven működik, azaz egy hőátadó folyadékkal a hőt egy klasszikus erőműben alakítják át villamos energiává.

			
Jellege:	farm	farm	torony
Kollektor típusa:	teknő	tányér	torony
Koncentrálóképesség	10...100	100...600	100...1000
Elnyelő hőmérséklet (°C)	150...350	400...900	450...1200
Hatásfoka (%)	6...12	8...20	15...25
Kollektorra vetített teljesítménye m ² /kW	20...10	16...6	8...5
Beépített felületre vetített teljesítménye m ² /kW	80...40	60...25	40...20
Hűtőfolyadék	termo-olaj	termo-olaj	-
Munka (hőátvevő) folyadék	szerves folyadék, víz	víz, gáz	víz, levegő, hélium, nátrium
Turbina típusa	csavaros, gőzturbina <u>Stirling-motor</u>	csavaros, gőzturbina, <u>Stirling-motor</u>	gőzturbina, gázturbina

2. táblázat napteknő, naptorony és naptányér típusú erőművek összehasonlítása

Kollektor hűtőkör: Ásványolajból készült olaj: $t \leq 300 \text{ }^\circ\text{C}$

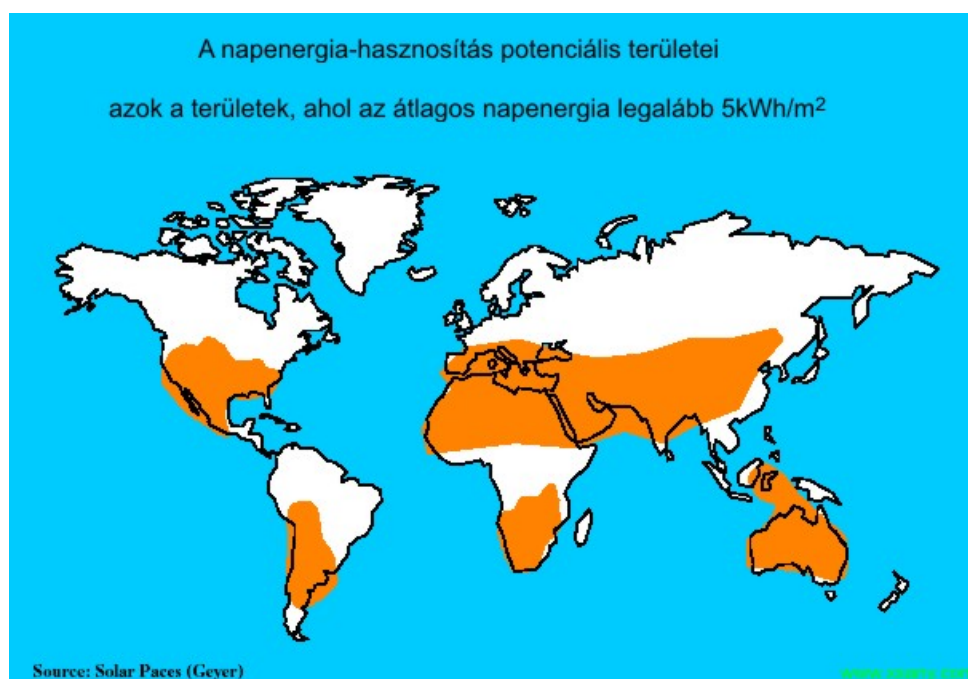
Szintetikus, szerves olaj: $t \leq 400 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow$ *nagyon drága*

Naperőművek típusai:

- **Napteknő (eng: solar trough, deu: Parabolrinne):**
Teknő alakú tükrök követik a Nap mozgását, a tükrök fókuszában egy cső található, benne hőátadó folyadék kering és veszi fel a hőt.
- **Naptorony (eng: solar tower, deu: Heliostat):**
Koncentrikus körökbe telepített nagy felületű és napkövető síklap tükrök irányítják a visszavert fényt a középpontban álló torony tetejére. Itt egy tartályban található a hőátadó folyadék, ami felveszi a hőt.

- **Naptányér (eng: solar dish, deu: Paraboloid):**
Több korong alakú homorú tükröt mozgat egyszerre a napkövető állványzat. A tükrök közös fókuszpontjában veszi át a hőt a hőátadó folyadék.
- **Napkémény (eng: solar tower(2), Solar chimney, Solar flue):**
Nagy földterületet borítanak kör alakú üveg vagy műanyag szerkezettel, ami a kör közepe irányába magasodik. Középen egy magas torony található, benne szélturbina vagy szélturbinák.
- **Naptó (eng: solar ponds):**
A naptó a napenergiából keletkező hőt tárolja úgy, hogy akadályozza a felmelegített vizet felszínre jutásban. Az alsó rétegében oldott só található, így ez a víz túl nehéz ahhoz, hogy a felszínre áramolhasson.

A 7. ábrán a Föld azon területei láthatók, ahol jó eséllyel telepíthető naperőmű. Hazánk déli része is ezek közé a területek közé tartozik.



7. ábra Naperőművek telepítésére elvileg alkalmas területek

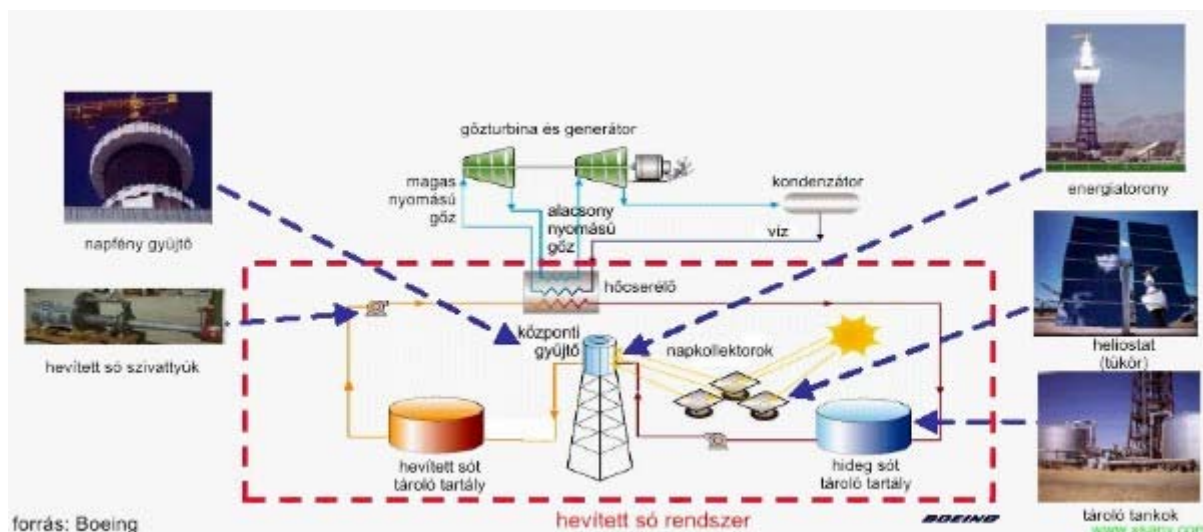
3.1. Naptorony

A 8. ábra a Boeing által kifejlesztett naptorony erőmű sémáját mutatja be. Ennél a konstrukciónál a hőátadást hevített só látja el.

A sót a jobb oldali tartályból szivattyúzzák fel a toronyba, ahol a rá irányított tükrök (heliostat-ok) által termelt hőt veszi fel. Innen először egy tárolótartályba, majd egy hőcserélőhöz szivattyúzzák a sót, ahol vizet melegít fel szárazgőzzé, és az egy turbinát hajt meg.

A Boeing eddig három ilyen erőművet épített, kettőt Kaliforniában (Barstow, CA), egyet pedig dél-Spanyolországban.

Az első erőmű (Barstow, CA, Mojave-sivatag) egyben az USA-ban is az első volt, 1982-88-ban épült. Ez még nem hevített sóval üzemelt, és tárolótartályokat sem telepítettek, így az üzemelése nem folyamatos. Teljesítménye 10 MWe, 25%-os hatásfok mellett. Az erőmű a DOE programban készült, kormányzati támogatással.



8. ábra Naptorony erőmű

A második erőmű (Barstow, CA, Mojave-sivatag) az első továbbfejlesztett változata, 1994-1999 között épült. Ez már hevített nitrát-sót használ hőátadóként, és tároló tartályokat is építettek hozzá, így a nappal "betárolt" hőből este is tudnak áramot termelni. Ez az erőmű is állami támogatással épült (DOE / Consortium), de már a kereskedelmi erőművekre való átállásra készültek vele. Teljesítménye 10 MWe, hatásfoka: 35%.

A harmadik erőmű már kereskedelmi célokra készült, állami támogatást az adózások és villamos prémiumokon keresztül kap. A második erőmű technikai újításait alkalmazza, letisztult formában. Teljesítménye 15 MWe, hatásfoka: 65%.

3.2. Naptányér

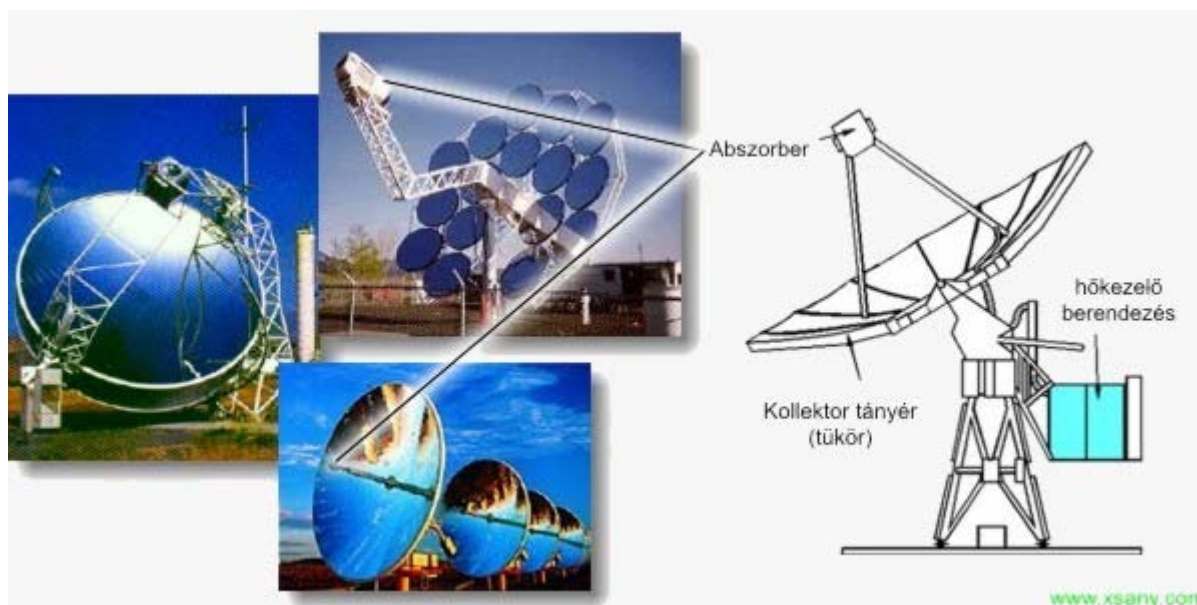
Több korong alakú homorú tükröt mozgat egyszerre a napkövető állványzat (9. ábra). A tükrök közös fókuszpontjában veszi át a hőt a hőátadó folyadék. Egymagában álló, kevés energiát termelő rendszer.

A naptányér szintén a parabola fókuszálás szabályaira játszik, azaz, a teljes felületét érő napsugárzást a fókuszában elhelyezkedő hőelnyelőre (abszorberre) fókuszálja.

Az abszorber vagy egy tartály, mely hőközvetítő folyadékot (víz, thermo-olaj) tartalmaz, vagy közvetlenül - egy Stirling-motorral termel villamos áramot. A hőközvetítő anyagból kinyert hőt is vagy fűtési célra, vagy villamos energiatermelésre lehet alkalmazni.

Fontos része a működésének, hogy a nagyobb hatékonyság érdekében követnie kell

a Nap útját. Ezt vagy kézi, vagy automatikus működtetéssel kell megvalósítani, ezek pedig vagy szöszlős vagy drága megoldásnak számítanak.



9. ábra Naptányér

Erőművi alkalmazása nem nagyon kerülhet szóba, ehhez ugyanis túl kicsi hőmennyiséget termel, így inkább kisközösségi energiaellátásra alkalmas.

3.3 Napkémény

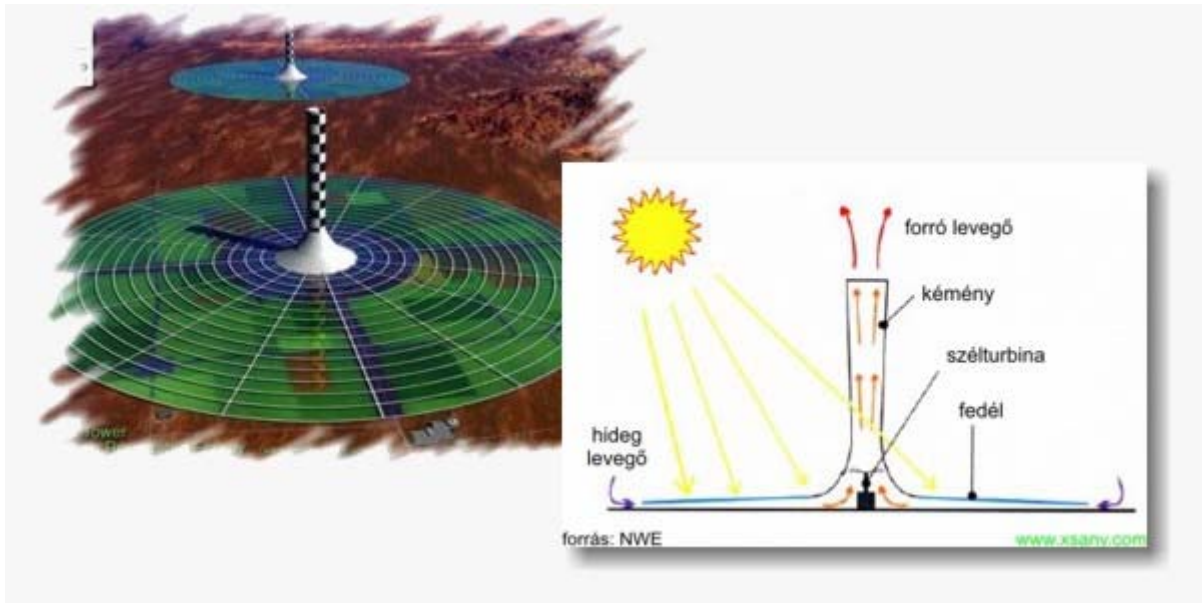
Nagy földterületet borítanak kör alakú üveg vagy műnyagszerkezettel, ami a kör közepe irányába magasodik (10. ábra). Középen egy magas torony található, itt található vagy találhatók a szélturbinák.

A kör és a földfelszín között a levegő képes cirkulálni. Napsütés hatására az üveg (vagy műanyag) alatt található levegő felmelegszik, és mert a meleg levegő könnyebb, mint a hideg, a torony irányába kezd áramlani, helyét átadva a perem felől érkező hideg levegőnek. A toronyban a meleg levegő felszáll, mozgásával a turbina lapátjait megforgatja. A turbinához generátor csatlakozik, mely a mozgási energiát villamos energiává alakítja.

A termikerőmű prototípusát Manzanaresben építették fel, és tesztelték. Manzanares Spanyolországban található, Madridtól délre. Ez a napkémény 1986 júliusától 1989 februárjáig gyakorlatilag megszakítás nélkül üzemelt, teljesítményének csúcserőértéke 50 kW. A kollektorának átmérője 240 méter, felülete 46,000 m². A kémény átmérője 10 méter, magassága 195 méter.

A kísérleti üzem eredményesnek tekinthető, a tapasztalatok alapján minden olyan helyen, ahol az üzemeléshez szükséges kondíciók a rendelkezésre állnak (napsugárzás mértéke eléri a 2.5MWh/m² értéket) telepíthető.

Egy 5 MW teljesítményű erőműhöz 1100 m átmérőjű kollektor szükséges, a kémény magasságának el kell érnie a 445 métert, átmérőjének a 27 métert.



10. ábra Napkémény

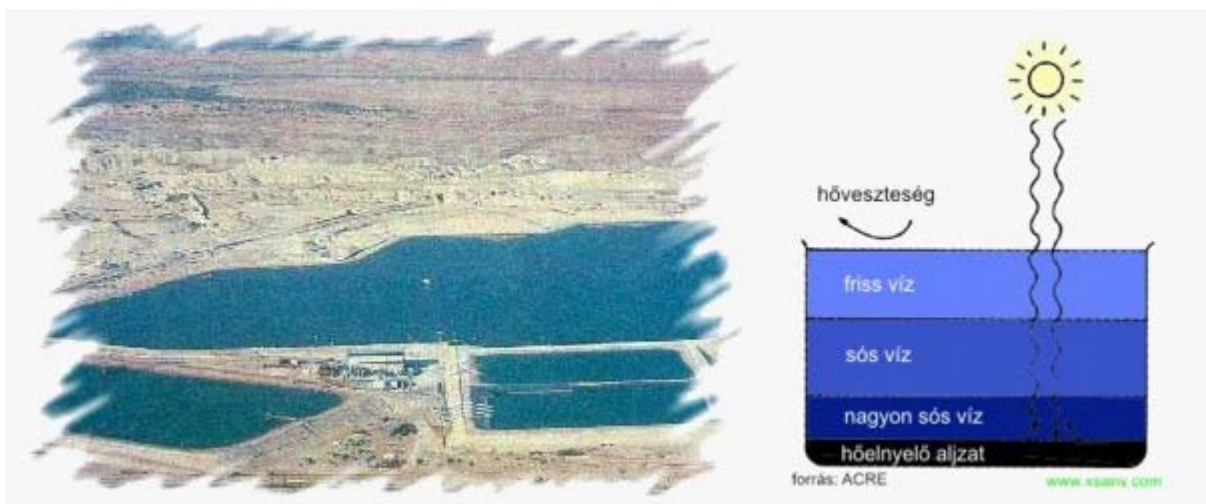
Egy 200 MW-os erőműhöz ugyanezek a paraméterek: 5000 m átmérőjű kollektor, 1000 méter magas, és 150 méter átmérőjű kémény.

A kéményben a légáram sebessége 8 m/s, ha a turbina és a generátor üzemben van, e nélkül 15 m/s.

Egy olyan termikerőmű, melynek a kollektorának az átmérője 7000 m, egy olyan területen, ahol a napsugárzás értéke eléri a 2.3MWh/m², egy év alatt körülbelül 700-800 GWh energiát termelhet.

Ezzel az energiamennyiséggel egy nukleáris erőművet képes kiváltani.

3.4 Naptó



11. ábra Naptó

A naptó működése különösebben nem komplikált. Tudjuk, hogy a meleg levegő vagy víz fölfelé áramlik, ennek látványos példája a hőlégballon. Normál tavaknál a

felmelegedő víz a felszínre áramlik, és ott elveszti a hőjét, átadva azt az atmoszférának. Ebben az esetben a tó hőmérséklete többé-kevésbé megegyezik a levegő hőmérsékletével. A naptó ezt a hőt akadályozza meg a felszínre jutásban, azáltal, hogy az alsó rétegében oldott só található, így ez a víz túl nehéz ahhoz, hogy a felszínre áramolhasson.

A naptóban három vízréteg található (11. ábra). A felső réteg a felületi zóna, szaknevén UPZ (Upper Convective Zone). Ennek a hőmérséklete megegyezik a levegő hőmérsékletével és csak enyhén sós. Az alsó réteg nagyon meleg, 70°- 85°C-os, és nagyon sós. Ez a réteg gyűjti be és tárolja a hőt, és ezt a réteget hívják hivatalosan LCZ-nek (Lower Convective Zone). E között a két réteg között található az elválasztó zóna, azaz a NCZ (Non-Convective Zone). Ebben a zónában a só koncentrációja a mélység arányában csökken. Ebben a zónában a víz nem áramlik, és a só koncentrációja alacsony, ezáltal a réteg világos. Az alsó réteg só koncentrációja magas, és a középső réteg által áteresztett fényt elnyeli, hővé alakítja. Gyakorlatilag egy fénycsapdaként működik ez a réteg, és mivel a só miatt nem tud feláramolni, a hőt eltárolja.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország természeti adottságai kedvezőek a biomassza hasznosítás, a geotermikus és napenergia kihasználhatósága terén, amelyet a szél és vízenergia hasznosítás követ. A lehetőségek és korlátok alapján megállapítható, hogy a hazai és uniós elvárásoknak megfelelő megújuló részarány növelés csak a biomassza alapú energiatermelés jelentős mértékű növelésének segítségével lehetséges – a többi megújuló energiaforrás lehetőségeinek kihasználása esetén is.

Fel kell hívni a figyelmet azonban arra, hogy az élelmezési célú mezőgazdasági termények energetikai felhasználásánál fokozott és folyamatos odafigyelésre van szükség annak érdekében, nehogy az élelmezési, illetve takarmány szükségletek hátrányba kerüljenek és tekintettel kell lenni a fenntarthatósági kritériumokra. Ehhez a biomassza hasznosítás összes területét figyelembe kell venni. Kiemelten kell kezelni a kiaknázzható potenciál tekintetében kisebb jelentőségű, de mind energetikai, mind környezeti és vidékfejlesztési szempontból ígéretes, sokoldalúan felhasználható biogázt. A biogáz termelés az egyetlen olyan technológia, ahol a szerves hulladékok ártalmatlanításával hasznos energia is megjelenik.

A szélenergia hasznosítása terén is vannak hazai lehetőségek, de a jelenlegi kapacitások megsokszorozásának feltétele a villamosenergia-rendszer szabályozhatóságának javítása.

A biomassza, a napenergia és a geotermikus energia tekintetében kedvező hazai adottságokat a hőtermelésben versenyképes módon ki lehetne használni a lakossági, intézményi melegvízellátás biztosítására, illetve kiegészítő fűtési célú felhasználására. Ennek feltétele azonban, hogy a szabályozás ne teremtsen kedvezőtlen relatív árakat a hőpiac rovására és a földgázfelhasználás és a megújuló alapú villamosenergia-termelés javára.

FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM

- [1] G Horváth M. Elektromágneses hullámok – Energiaspektrum
(<http://hmika.freeweb.hu/Erdekes/Html/Hullam.htm>)
- [2] <http://www.kekenergia.hu/napipar.html>
- [3] naplopo kft. Tervezési segédlet 2008/1
- [4] Napelem (fotovoltaikus) rendszerek - az európai PV Platform stratégiai kutatási tervének összefoglalása
- [5] www.geosolar.hu
- [6] Pálfy M., A napenergia fotovillamos hasznosításának potenciálja Magyarországon. Elektrotechnika. 2005. 11. szám.
- [7] www.omsz.hu

SOLAR POWER PLANTS

The electrical energy import-export balance of Hungary is negative. The renewable energy sources will not solve the power supply of the country but there are cases when these systems offer an optimal solution for energy supply of special establishments. This paper presents the possibilities of power production using solar energy. The efficiency of power production using different systems is analysed taking into consideration the Hungarian climate and design parameters. Different solutions of power plant conception are presented comparing the efficiency of power production process. Beside the well known photovoltaic systems, the solar trough, the solar dish/engine system, the solar power tower, the solar chimney, the solar lake is presented.