

4.4 | Villamosenergia-termelés 2.4 | naperőművekben

Tárgyszavak: termikus naperőmű; éghajlat; napelem.

Köztudott, hogy a nap sugárzási energiája révén, tisztán a hőmennyiséget tekintve, az emberiség energiaszükségletét sokszorosan lehetne fedezni, ha... Ha ez az energia állandóan, egyenletesen, koncentráltan állna rendelkezésre. Mivel ezek a feltételek nem adottak, meglehetősen nehézkes megoldások alkalmazására kényszerülünk. De még így is komoly energiamennyiséget termelhetünk, amennyiben a beruházások gazdaságosságát sikerül biztosítani.

Alapelvek

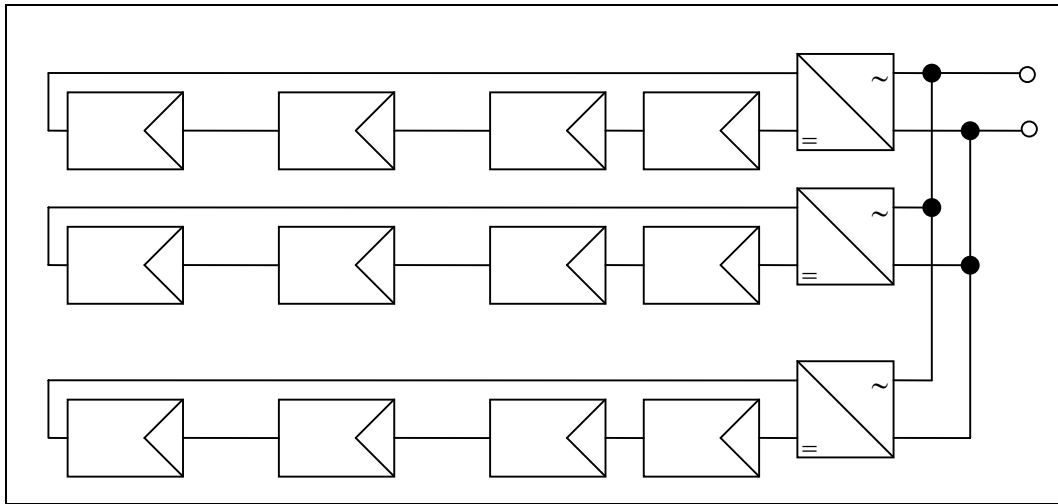
A Szahara-sivatag felületének egyetlen százaléka elegendő lenne ahhoz, hogy világunk villamosenergia-igényét termikus naperőművek segítségével fedezzük. Ezért sokan abban reménykednek, hogy a napsugárzásban bővelkedő övezetben termikus naperőműveket fognak létesíteni. A fényelektromos napelemekkel ellentétben a termikus naperőművek nem a fotonhatást veszik igénybe, hanem a napsugárzás által termelt hőt felhasználva termelik a villamos energiát.

Fényelektromos napelemek

A fényelektromos napelemek előállításához félvezető anyagokat, elsősorban szilíciumot használnak fel. A napelembe jutó fotonok szétválasztják a pozitív és negatív töltéshordozókat. A modul struktúrájú napelemeket tetszőleges méretű egységekké lehet összeállítani (1. ábra). Inverter alakítja át az egyenfeszültséget váltakozó feszültséggé és a napenergiát így juttatja a villamos hálózatra.

Termikus naperőművek

A különböző típusú termikus naperőművek közül a parabolikus szelvényű vályúval rendelkező és a toronystruktúrájú változatok részletesebb bemutatása következik.

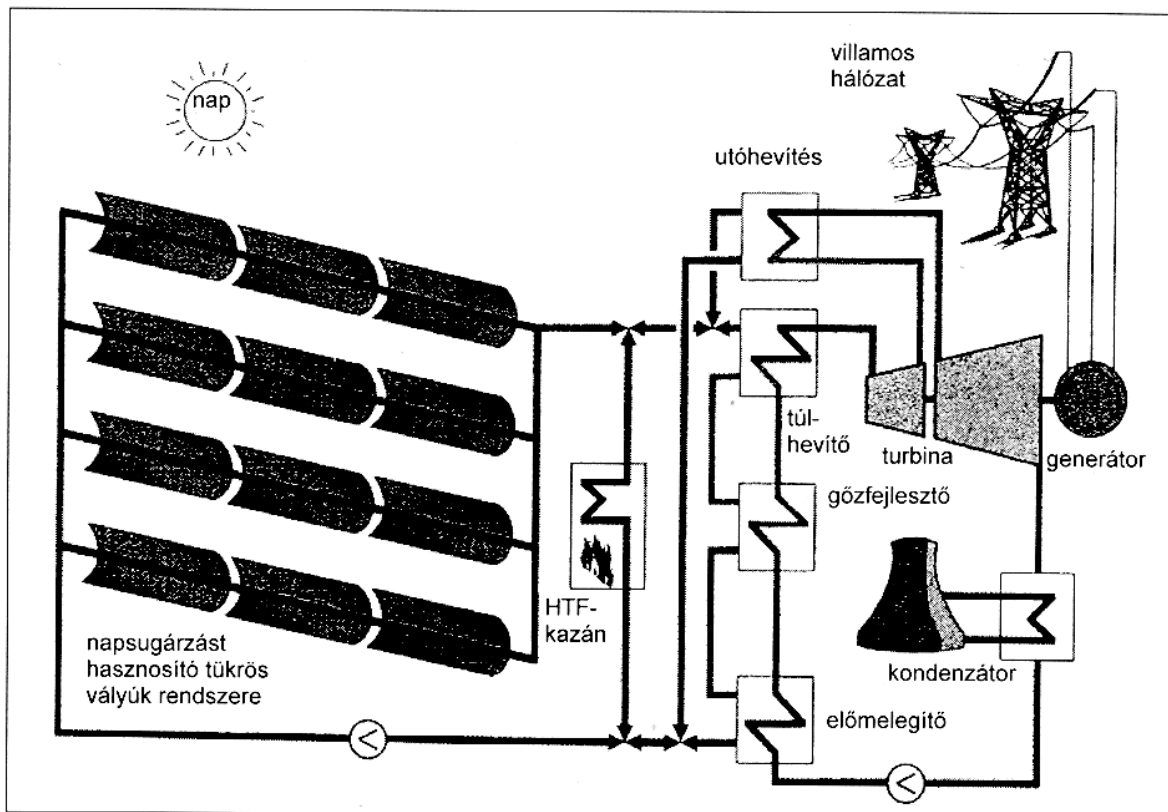


1. ábra Félvezető napelemmodulokból és inverterekből összeállított villamosenergia-termelő rendszer

A vályú alakú napsugárzás-kollektor parabolikus görbületű felülete koncentrálna a napsugárzást a fókuszvonalba. Ezeket a kollektorokat, párhuzamos sorokban elrendezve, száz méter nagyságrendű hosszúságban állítják fel. A kollektorok hossz tengelye a nap látszólagos helyzetváltozásának pályáját követi. A fókuszvonalban elhelyezett fém abszorber-csővet a parabolatükrök által koncentrált, 80-szoros napsugárzás éri. A hőveszteség csökkentése érdekében ez a cső egy vákuumra leszívott üveg csőköpenyben foglal helyet. Az abszorber cső felületén lévő szelektív bevonat csökkenti a sugárzási veszteségeket. A csövet a koncentrált napsugárzás csaknem 400 °C-ra hevíti. A benne levő vízből gőz fejlődik és gőzturbina révén villamos generátort működtet. A turbinát elhagyó fáradt gőz vízzé kondenzálódik és visszakerül a hevítőrendszerbe (2. ábra).

Amikor rossz az időjárás, vagy éjszaka, ásványi tüzelőanyag termelheti a gőzt. A félvezető-elemes napenergetikai rendszerrel szemben a termikus naperőmű szavatolt energiatermelésre képes. Ennek következtében előnyösebb és tervszerűen rádolgozhat a villamosenergia-hálózatra. Termikus tárolórendszerrel lehet kiegészíteni, vagy pótolni az ásványi tüzelőanyagot felhasználó energiatermelést. Ebben az esetben a naperőmű mellőzheti a szén-dioxid-kibocsátást. Ilyen elrendezésben a tárolt hő táplálja a villamosenergia-termelő ciklust olyankor, amikor nincs közvetlen napsugárzás. A szén-dioxidos környezetszennyezés úgy is elkerülhető, hogy a kiegészítő energiatermelésre biomasszát vagy hidrogént alkalmaznak.

Az energiatermelő toronykonstrukció esetében heliosztátnak nevezett, sok száz, akár ezer tükör helyezkedik el a torony tetején. Számítógépes szabályozás biztosítja a tükrök kétdimenziós elmozdulását, biztosítva, hogy a tükrök által visszavert napfény pontosan az állandó fókuszban lévő abszorberre kerüljön. Ezt a koncentrált napsugárzás mintegy 1000 °C hőmérsékletre hevíti. Levegő vagy sóolvadék szállítja a hőt egy gőz- vagy gázturbinás villamos generátor meghajtására, tehát a hőt villamos energiává alakítja át.



2. ábra A parabolavályús naperőmű elve
(HTF = ásványi tüzelőanyaggal működő kazán)

Megvalósított rendszerek

Számos megvalósított rendszer igazolta mind a napelemes, mind a termikus hőerőművi megoldás életképességét. Mindkét megoldás esetében több MW teljesítményű berendezéseket létesítettek.

Fényelektromos rendszerek

Az elmúlt évtizedben csupán néhány MW nagyságrendű teljesítménnyel rendelkező napelemes demonstrációs rendszert építettek (1. táblázat).

Jelenleg több nagy rendszer van a tervezés vagy az építés stádiumában. Németországban és Spanyolországban törvény is támogatja az új nagy rendszerek létesítését. Az elkövetkező években a költségek csökkentésének köszönhetően folyamatosan szaporodnak majd az új rendszerek.

MW nagyságrendű félvezető napelemes rendszerek példái

Nagyteljesítményű napelemes üzemek helyei	Ország	Installált teljesítmény	Üzemkezdés
Toledo	Spanyolország	1,0 MW	1994
Serre	Olaszország	3,3 MW	1994
Munich	Németország	1,0 MW	1998
Herne	Németország	1,0 MW	1999
Tuleda	Spanyolország	1,2 MW	2001
Relzow	Németország	1,5 MW	2001
Relzow	Németország	3,5 MW	2002 (tervezett)

Termikus naperőművek

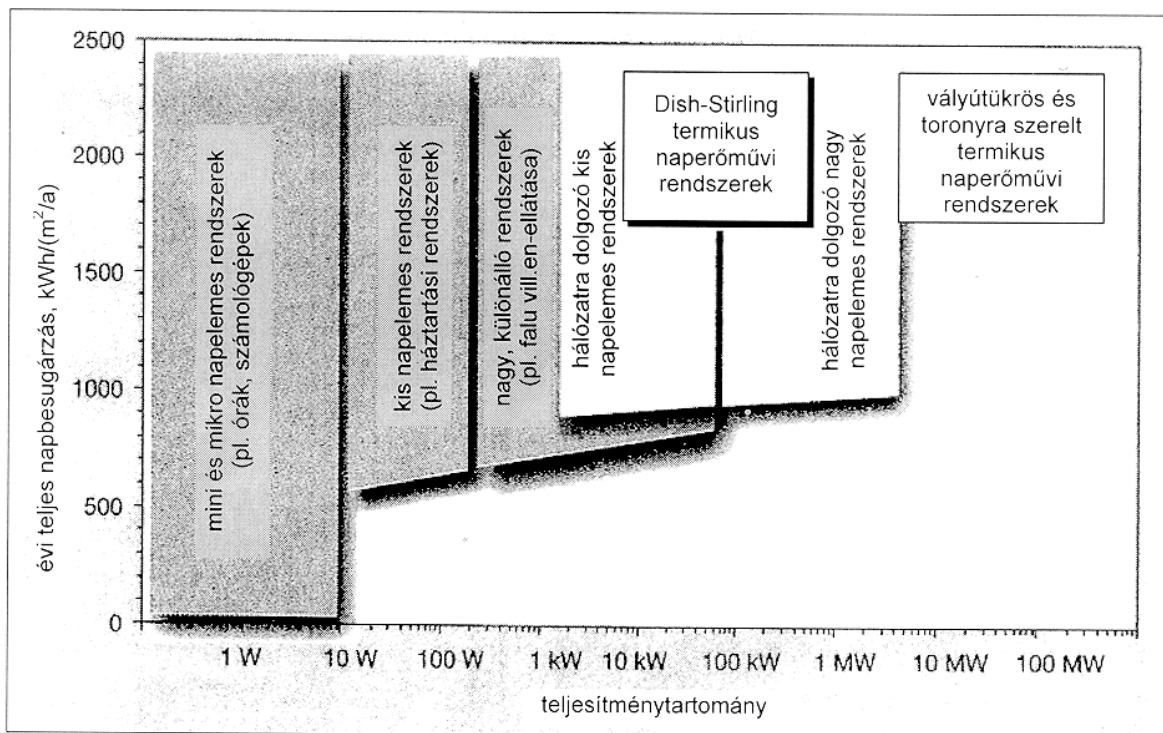
Az első ipari parabolavályús erőművet 1984-ben, Kaliforniában, a Mojave sivatagban építették meg. A több mint 7 km²-es területen 1991-ig kilenc parabolavályús erőművet létesítettek 354 MWe összteljesítménnyel, amelyek évente mintegy 800 millió kWh energiát táplálnak a hálózatba. Közülük nyolc ásványi tüzelőanyaggal is üzemeltethető, hogy rossz időjárás esetén vagy éjszaka is képes legyen villamos energiát termelni. A szabályzat szerint a gázzal termelt energia évi részesedése legfeljebb 25% lehet. A rendszer teljes beruházási költsége 1,4 Mrd USD fölött volt. Az üzemi berendezések jelentős hányadát Európában állították elő. A napsugárzással termelt villamos energia költsége az első erőműben kWh-ként 0,27 USD volt, ami az utolsó létesítmény esetében 0,12–0,14 USD-re csökkent.

Bár a termikus naperőművek villamosenergia-termelési elgondolása észszerűbb, mint a félvezető-napelemes rendszereké, 1991 óta nem építettek további ipari termikus naperőműveket. Azonban mind nagyobb számban kezdeményeztek új parabolikus vályúval működő megoldásokat, ami valószínűsíti további erőművek építését. A Világbank a fejlődő országok számára 200 M USD támogatást biztosít az új, kombinált gáz–napenergia ciklusú erőművek létesítésére. Spanyolországban rövidesen olyan törvényt hoznak, amelyik a jelenlegi 4 eurócent/kWh piaci villamosenergia-ár fölött 12 eurócent/kWh támogatást nyújt a termikus naperőművel előállított villamos áram számára.

Üzemeltetési területek

Kevés az olyan terület, ahol a félvezető napelemes és a termikus naperőművek egyaránt üzemeltethetők (3. ábra).

Modulstruktúrájuk következtében a napelemes rendszerek az 1 W alatti teljesítménytől több MW-ig valósíthatók meg. Akár önállóan, akár hálózatra kapcsolva üzemeltethetők.



3. ábra A termikus naperőművek és a napelemes rendszerek működtetési területei az installált teljesítmény és az évi teljes napsugárzás függvényében

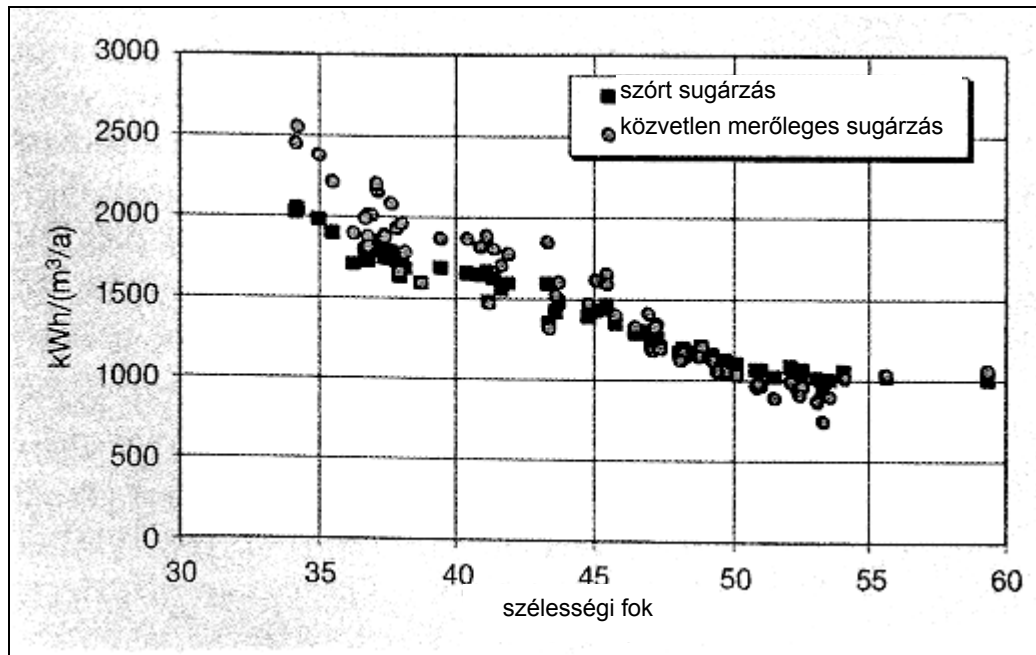
A termikus naperőművek is működhetnek mindkét üzemmódban. A Dish/Stirling rendszerek kisméretű, kW nagyságrendű teljesítménnyel rendelkeznek. A fentebb említett parabolikus vályús és a naptorony erőművek csak a MW tartományban üzemeltethetők.

A nap sugárzása lehet Földünkön közvetlen és diffúz egyaránt. Amikor borús az ég, csak diffúz sugárzás érvényesül. A termikus naperőművek csak a közvetlen sugárzást tudják hasznosítani, viszont a napelemes rendszerek a diffúz sugárzással is működtethetők, vagyis még akkor is képesek valamennyi energiát termelni, amikor az égbolt felhős.

Mivel Közép- és Észak-Európában viszonylag kevés a közvetlen napsugárzás, ezért ott nem sok értelme van a termikus naperőművek létesítésének. Ezzel szemben Dél-Európában és Észak-Afrikában a közvetlen sugárzás az uralkodó.

A 4. ábra mutatja be, hogy hogyan változik a közvetlen, a felületre merőleges, valamint a szórt sugárzás a szélességi fok függvényében Európában és Észak-Afrikában. A közvetlen merőleges irányú besugárzás növekedésének mértéke nagyobb, mint a szórt, vagyis diffúz sugárzás esetében. Ennek megfelelően a termikus naperőművek teljesítménye és jövedelmezősége délen sokkal nagyobb, mint a félvezető napelemes rendszereké.

Mivel a napelemes rendszerek piaci bevezetése agresszívebben történik, mint a termikus naperőműves rendszereké, előreláthatólag a napelemes rendszerek költségei gyorsabban fognak csökkenni. Azonban ha akár 50%-os költségcsökkentést érnek is el a napelemes rendszerek esetében, Dél-Európában és Észak-Afrikában a termikus naperőművekben termelt villamos energia még mindig gazdaságosabb lesz, mint a félvezető napelemes rendszereké. Tehát vannak olyan területek, ahol valamelyik megoldás műszaki vagy gazdaságossági okoknál fogva előnyösebb.



4. ábra Szórt sugárzás és közvetlen merőleges sugárzás Európa és Észak-Afrika különböző területein, a szélességi fok függvényében

További kilátások

Bár a függetlenül működő és a kisméretű napelemes rendszerek ma már versenyképesek a hagyományos villamosenergia-termelési megoldásokkal, egészen eltérő a helyzet a hálózatra kötött rendszerek esetében. Költségeik akkor javíthatók, ha épületekbe kerülnek beépítésre. Hacsak az ásványi tüzelőanyagok ára nem növekszik erősen, üzemeltetésük középtávon csak állami támogatással lesz megvalósítható.

Hasonló a helyzet a termikus naperőművekkel, bár sorozatgyártás esetében a tiszta villamosenergia-termelési költségeik 10 eurócent/kWh alá csökkenthetők. Tekintettel a környezetvédelem növekvő fontosságára, mindkét technológia sürgős állami támogatást igényel. Ez a két megújuló energiaforrás nem csak Dél-Európában fedezheti a villamosenergia-igényeket, hanem Közép- és Észak-Európában is jelentősen hozzájárulhat az energiaellátáshoz.

Következtetések

A termikus napenergia-hasznosítással és a félvezető napelemekkel megvalósított villamosenergia-termelés két olyan sokat ígérő eljárás, amelyek környezetkímélők és olyan nagy termelési potenciállal rendelkeznek, amelyik lényegesen meghaladja a jelenlegi teljes villamosenergia-fogyasztást. Ez a két módszer hatékonyan hozzájárulhat az éghajlatváltozásokkal szembeni védelemhez. A napelemes megoldások előnyösek a kis teljesítményigény esetén, az önálló és az épületekbe integrált rendszereknél.

A termikus naperőművek leginkább nagy hálózatokba kapcsolva üzemeltethetők. A déli vidékekre jellemző erős közvetlen napsugárzásnak köszönhetően, a termikus naperőművek rendkívül komoly potenciállal rendelkeznek Dél-Európában és Észak-Afrikában. Arra is lehet számítani, hogy a napsugárzással termelt villamos energia a jövőben Közép- és Észak-Európába is exportálható lesz. Még ha csak kis hányadát hasznosítják, a napenergia fontos eszköze lesz a globális felmelegedés elleni küzdelemnek.

(Dr. Barna Györgyné)

Quasching, V.: Solar power – photovoltaics or solar thermal power plants? = VGB Power Tech, 82. k. 6. sz. 2002. p. 48–51.

Jäger, H.: Solaranlagen aus Sicht der EnEV. = Sanitär, Heizungs, Klima und Klempnertechnik, 57. k. 12. sz. 2002. jún. 2. p. 40–47.