

2.4 | A napenergia negyven éve és a jövő kilátásai

*Tárgyszavak: szilícium napelem; vékonyréteg napelem;
hatásfok; PV piac; űrkutatás.*

A napelemipar elmúlt 40 éve

Kezdetben (az 1950-es és 60-as években) a szilícium napelemeket (photovoltaics – PV) a félvezetőgyárak állították elő, és az űrhajózásban hasznosították. Az űrkutató megrendelőket, a félvezető eszközök egyéb felhasználóitól eltérően, a napelemek fajlagos árának csökkentése nem motiválta több műhold felbocsátására. A legtöbb félvezetőgyártó cég felhagyott az űrkutatásban való részvétellel, mert az üzlet számukra túl kicsinek bizonyult. Az eltelt 40 év során a helyzet megváltozott. A félvezetőgyártók ismét beléptek a napelemek piacára, ahol a kilátások igen kedvezőek.

Első lépés – az űrkutatás

1962-ben John F. Kennedy elnök kitűzte Amerika elé a holdutazás megvalósítását az évtized vége előtt. A célt megvalósító Apolló űrprogramot a Boeing cég Settle (Washington) székhelyű részlege irányította.

A program kezdeti szakaszában a Boeing szerződést nyert holdkörüli pályán keringő műholdak felbocsátására, a leszálláshoz szükséges légi-térképek elkészítése céljából. Az RCA mountaintopi (Pennsylvania) üzemegysége szállította a szilíciumelemeket az öt műholdhoz szükséges napelemtáblákhoz. A műholdakat űrszimulációs laboratóriumban tesztelték (Kent Space Simulation Laboratory), és 1966. augusztus és 1967. augusztus között háromhavonként felbocsátották. A Boeing teljesítette a kitűzött feladatot. Ezek után az RCA mountaintopi üzeme felhagyott a napelemek gyártásával, mert a társaság érdeklődése megszűnt az üzletág iránt.

A kaliforniai székhelyű Spectrolab (jelenleg a Boeing leányvállalata) napelemeket és napelemtáblákat készített a Skylab űrteleszkóphoz. A NASA a Skylabhoz felhasználta a Spectrolab első 2×6 cm-es szilícium elemeit; ebben az időben a napelemek mérete 1×2 cm vagy 2×2 cm volt. A Spectrolabnál két új termék is sikeresnek bizonyult: a rendőrségi helikopterek számára szolgáló fényszóró és a napelemtáblák tesztelésére szolgáló eszköz (Large Area Pulse Solar Simulator –LAPSS), amely a mai napig etalon.

A napenergia és a nukleáris energia versenye az űrkutatásban

Az első időkben nem volt biztos, hogy a napelemipar fennmarad, mivel az űrkutatás volt az egyedüli megrendelője, és a nukleáris energia is veszélyeztette a piacát. 1968-ban az USA kormánya szerződést kötött a Rockwell céggel új részleg létrehozásáról Kaliforniában, Atomics International (AI) névvel. Az AI feladata a nukleáris energia felhasználása volt az űrkutatásban. Akkoriban a nukleáris energia támogatói a kormányon belül biztosak voltak abban, hogy ez egy olcsó megoldás. Egyesek attól féltek, hogy a napelemgyártók gyorsan tönkrementek.

Végül a nukleáris energia az űrkutatásban nem bizonyult sikeresnek, ez részben közvetlenül az Apolló 11 felbocsátása előtt kiderült. A NASA több évet töltött plutónium energiaforrás kifejlesztésével, de erről az Apolló 11 felbocsátása után letett. 1969-ben felkérték a Spectrolab céget, hogy gyorsan tervezzen/építsen és teszteljen kisméretű napenergiával működő áramszolgáltatót a holdraszálláshoz. A NASA a programot Korai Apolló Tudományos Kísérleti Tervnek (Early Apollo Scientific Experiment Package –EASEP) nevezte. A Spectrolab vállalta a feladat teljesítését 180 nap alatt – a kis napelemtáblát sikeresen felhasználták, Neil Armstrong a Holdon hagyta. Később a nem napelemet használó küldetések során a leszállóegységből el kellett távolítani a radioaktív plutóniumot tartalmazó tartályt, be kellett helyezni az áramszolgáltató egységbe vigyázva, hogy ne maradjon a Holdon.

Ezek után biztos volt, hogy a versenyből a napelemek kerülnek ki győztesen. A szilícium csipen, amely máig a Holdon van, 1500 személy aláírása szerepel – az ő közreműködésükkel valósult meg határidőn belül az első holdraszállás.

A Solar Technology International alapítása

A napelemek előállításával foglalkozó Solar Technology International Chatsworthban (Kalifornia), 1975 szeptemberében alapult. Az első vevő az Explorer Motor Home volt, akinek 100 napelemtáblát készítettek 1975 decemberében 10 000 USD-ért. 1976 folyamán az STI minden héten 1000 darab 3 hüvelyk* átmérőjű szilícium lap gyártását kezdte meg és 35 darab 20 watt teljesítményű egységet állított elő. Az eladási ár wattonként 15 USD volt. Az STI által készített napelemek tervezése annak idején a legjobb volt: az elemek elejét edzett üveg, hátulját Tedler® polivinil-fluorid védőréteg borította.

Az egyes napelemmodulok légmentes borításához az autóiparban, a szélvédőüveg gyártása során alkalmazott technológiát hasznosították.

A napelemek számos korai alkalmazása az olajiparban történt, ilyen pl. a kifeszültségű katódos védelem sekély gázkutaknál Nyugat-Kansasban. (A katódos védelem szokásos eljárás a korrózió megakadályozására. Ehhez néhány voltos egyenáram szükséges, erre a célra a napelemek ideális megoldást nyújtanak.) Az STI olyan napelemmodulokat tervezett, amelyek a part menti vizeken szélsőséges időjárási körülmények (sós permet) közötti olajkitermelésnél is megfelelően működnek. Az STI napelempaneljeit felhasználta az USA Partiőrség a világítótornyok villanófényének és a ködkürtöknek a működtetéséhez. Az általa készített egységekben volt a legnagyobb az egységnyi felületre jutó energiatermelés.

A mások által gyártott napelemek műanyag felületére rakódó szennyeződés statikus töltést vonzott magához, ami egy idő után az elemeket működésképtelenné tette. A „szélvédőüveg” technológia ezt megakadályozta – az üveg mögötti áramkör nem szennyeződött. A Oregoni Egyetem (Eugene) 10 évig külső tesztekkel végzett sivatagban, összehasonlították az üveg és műanyag borítású napelemek teljesítményét. Eredményeik szerint az edzett üveg borítást az esetenkénti eső megtisztította, míg a műanyag borításon a szennyezés felhalmozódott, ami az ilyen elemeket évenként működésképtelenné tette.

1978-ban az Atlantic Richfield Company (ARCO) ajánlatot tett az STI megvételére. Az ARCO-nak Indonéziában voltak part menti létesítményei, Iránban olajvezetékeket és távközlési hálózatokat üzemeltetett, ezeket kívánta napelemekkel ellátni. Az ARCO 1978 végén megvette az STI-t, amelynek akkor 13 alkalmazottja volt. Az STI szilícium elemeket gyártott, egy 22 wattos egységet 300 USD-ért adott el (wattónként 13 USD).

* 1 hüvelyk = 25,4 mm

Az ACRO célkitűzése – 1 Mrd USD értékű napelemtermelés

Az ARCO tulajdonába került a legjobb napelemet legolcsóbban előállító vállalat. A felső vezetés azonban nem bízott abban, hogy a vállalat a szilíciumra alapozott technológiával e helyzetét megőrizheti. Az volt a kívánságuk, hogy 100 személy alkalmazásával nagyméretű kutatórészleg létesüljön, hogy egy „fejlettebb” napelem létrehozásával az ACRO Solar 2000-re évi 1 Mrd USD bevételre tegyen szert.

Ebben az időben Carter elnök adójóváírást ajánlott a napelemfejlesztést végzőknek. Az ACRO egy korábbi szerződés alapján jogosult volt ilyen adójóváírásra. 1980-ban az ACRO Solar lett az első olyan vállalat, amely egy év alatt 1 MW összteljesítményt meghaladó napelemet gyártott. Ebben az évben a Camarillóban lévő új üzem 1,2 MW összteljesítményű 35 wattos napelemet állított elő. Az új napelemtáblák 4 hüvelyk átmérőjű elemekből álltak, az egyes modulok teljesítménye 35 W volt, az áruk pedig 300 USD (ez azt jelenti, hogy 1 watt teljesítmény ára 15-ről 8,5 USD-re csökkent).

Ebben az időben Milánóban létrehozták az ACRO Solar Europe üzleti központot az eladások növelése érdekében. Hamarosan több napelemet adtak el az európai piacon, mint az összes többi cég együttvéve. Ez komoly teljesítmény volt, mert két francia versenytárs az ELF és a TOTAL állami támogatást kapott, és céljuk az amerikai versenytárs legyőzése volt. Az ACRO Solar a jól bevált amerikai módszert alkalmazta: legkedvezőbb áron a legjobbat adta a leggyorsabb szállítási határidő mellett.

A következő meghódítandó terület Dél-Amerika és Afrika volt. Az ACRO Solar kiszorította a Siemens céget az afrikai piacról, bár Afrikát korábban „német területnek” tekintették. Ez hozzájárult ahhoz, hogy évekkel később a Siemens az ACRO Solar megvétele mellett döntött. 1982-ben létrehozták az ACRO Solar Far East céget Szingapúrban, ez tovább növelte az eladásokat Indiában, Indonéziában, Thaiföldön és más napsütésben gazdag országokban.

Az ACRO felépíti a világ első 1 MW-os napelemtelepét

1982-ben az El Segundo (Kalifornia) székhelyű Aerospace Corporation az USA Energiaügyi Minisztériuma megbízásából az első 1 MW teljesítményű napelemtelep építését tervezte. Fókuszáló (koncentrátor) rendszert alkalmaztak, amely hasonló volt ahhoz, amelyet abban

az időben a Phoenix repülőtéren építettek. Az ACRO egyik alkalmazottja felismerte, ha a kormány ezt a projektet folytatja, a napelemipar rákényszerül a fókuszálóberendezések alkalmazására és karbantartására is. Javasolta az ACRO cég vezetőségének, hogy egy kaliforniai áramszolgáltatóval közösen, az 5 évet igénylő állami vállalkozást megelőzve, sürgősen tervezzenek meg és építsenek fel egy 1 MW teljesítményű napelemtelepet. Az ACRO cég vezetése beleegyezett, és a terv 6 hónap alatt megvalósult.

1982 második felében Dél-Kaliforniában, Victorville közelében megépült és működésbe lépett a világ első 1 MW teljesítményű napelemtelepe. A telep felavatása 1983. február 15-én történt.

A sík napelemtáblákat kéttengelyű napkövető berendezésre szerelték – a számítógépes modellszámítások kimutatták, hogy az áramszolgáltató vállalat a napkövető berendezés alkalmazásával jelentős többlet-energiára tesz szert nyáron a késő délutáni órákban. Rájöttek, hogy a csúcsteljesítmény 90%-a biztosítható este 7 órakor a napkövető rendszer megfelelő beállításával. A napkövető rendszer nem bizonyult drágábbnak, mint a hagyományosan rögzített rendszer, és szerelése is gyorsabb volt. A rendszer tökéletesen működött és a később felszerelt fókuszálórendszertől eltérően nem igényelt tisztítást.

1981-ben az ARCO eladásokból származó bevétel tekintetében megelőzte az Exxon's Solar Power céget, 1982-ben pedig a Solarex céget, és a világ legnagyobb napelem-, valamint napelemmodul-termelője és -eladója lett.

A következő évben az ACRO egyik vezetője felvetette egy nagyobb, üvegtükrökkel felszerelt 6 MW teljesítményű rendszer építését. E létesítmény San Luis Obispo (Kalifornia) közelében épült a Pacific Gas & Electric cég részére. Azonban nyáron a fókuszálótükrök túlmelegítették a napelemtáblákat. A magas hőmérséklet feszültségcsökkenést eredményezett, amely az inverterek kikapcsolásához vezetett nyári délutánokon. A tükrök hatásfoka a szennyezés miatt csökkent, tisztításuk több vizet igényelt. A napfény fókuszálása miatt a tükörrel ellátott modulok hőmérséklete 20 °C-kal magasabb volt, mint a tükör nélkülieké, ez meggyorsította az abban az időben használt bevonat megbarnulását.

Az olajvállalatok többsége tanult a leckéből – nem épített nagyméretű, központi napelemtelepet. A továbbiakban számos áramszolgáltató rájött, hogy központi, hosszú távvezetékkel igénylő áramfejlesztő telepek helyett sokkal hatásosabb a fogyasztó közelébe (pl. a háztetőkre) telepíteni a hálózatba bekötött napelemeket.

Vékonyréteg- vagy szilíciumelem?

Az USA kormánya 1990-ben arra a következtetésre jutott, hogy a szilícium napelemek nem képesek az elvárt teljesítményt megvalósítani (az ACRO vezetése 1980-ban jutott erre a következtetésre). A kormány a vékonyréteg napelemek és napelemegységek fejlesztése mellett döntött. Bár a kitűzött, legalább 10%-os hatásfokot nem sikerült még elérni, számos cég elkezdte a vékonyréteg-napelemek gyártását. A japánok a világ összes háztetőjét amorf szilíciumelemekkel kívánták beborítani, de ezek hatásfoka kicsinek bizonyult. A japánok csendesen kihátráltak és visszatértek a szilíciumelemekhez. Mégis a vékonyrétegelemek kutatása 25 éve tart (az ACRO 1978-ban kezdte el).

2003-ban a holland Shell Solar még mindig költ a réz-, indium-, gallium- és szelén- (CIGS) tartalmú vékonyréteg-napelemek kutatására, bár a társaság bevételeinek döntő része a kristályos szilíciumalapú elemek eladásából származik. A BP Solar egyes vékonyrétegelem-gyárait bezárta, spanyolországi gyárában a termelés növekedőben van, itt 20% hatásfokú szilíciumelemeket fognak gyártani. A Shell Solar és a BP Solar friss közleményei 20% hatásfokú, olcsó vékonyréteg-, egykristály-, CZ-elemről adnak hírt. (A CZ Czochralski híres lengyel mérnökre, az egykristálynövesztés feltalálójára utal. Az eljárást az amerikaiak az 1960-as években újra felfedezték és alkalmazták).

A PV piac növekedése; a szilíciumkristály uralkodó szerepe

A világ PV piacának évi növekedése az elmúlt 25 évben meghaladta a 20%-ot. Az 1. táblázat az elmúlt évek növekedéséről ad számot.

1. táblázat

A világ PV elem/modul termelése

Ország	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
USA	34,75	38,85	51,0	53,7	60,8	74,97	100,32	120,6
Japán	16,40	21,20	35,0	49,0	80,0	128,60	171,22	251,07
Európa	20,10	18,80	30,4	33,5	40,0	60,66	86,38	135,05
A többi ország együtt	6,35	9,75	9,4	18,7	20,5	23,42	32,62	55,05
Összesen	77,60	88,60	125,8	154,9	201,3	287,65	390,54	561,77

A világ PV piacát a szilícium egy- és polikristályból gyártott napelemek uralták. Az 1980-as évek elején a földi alkalmazásokhoz csaknem 100%-ban kristályos szilíciumot alkalmaztak. 2002-ben a termelés 29%-át a szilícium egykristály és 55%-át a szilícium polikristály termékek tették ki. A vékonyréteg-napelemek a termelésnek csak 8%-át adták. 2003-ban néhány vékonyréteg-napelemet gyártó üzem kezdte meg a kísérleti gyártást. Ha ezek teljes kapacitással fognak dolgozni, a vékonyrétegelemek piaci részesedése akkor sem éri el a 10%-ot. Az egyre növekvő hatások, az elmúlt 30 év során tapasztalt stabilitás, a csökkenő gyártási költség biztosítja a szilícium kulcsszerepét a napelemek gyártásában.

Az USA Energiaügyi Minisztériumának (Department of Energy –DOE) sikeres programja

1976 és 1981 között a DOE összesen 2 Mrd USD-t költött a szilíciumkristály PV programra. E programot a Jet Propulsion Laboratory (JPL) (Pasadena, Kalifornia) felügyelte.

A DOE előnyben részesítette a szilíciumkristály alkalmazását, a program tervezését a JPL végezte. A JPL elemezte a PV termelés ár-teljesítmény arányát, meghatározta a technológiai és kereskedelmi árakat, kitűzte az elérendő célokat, a PV technológia egyes területein versenyszerződéseket kötött.

1976-ban a DOE PV programjának kitűzése idején a JPL részletes programtervet készített. A terv tartalmazta, hogy a 15 USD/W ár 2 USD/W-ra csökkenjen és a 10%-os hatásfok 20%-ra növekedjen. Abban az időben az űrkutatás volt a napelemek legfontosabb vásárlója, a földi körülmények (eső, szél, jégeső, villámlás, sós permet, hőmérséklet) teljesen eltértek a világűrben uralkodó körülményektől.

A DOE PV programjának első célja a technológiai versenyképesség megvalósítása volt 1982-re, ami sikerült is. A következő cél (1986-ra) a kereskedelmi versenyképesség megvalósítása volt. Amikor Reagan elnök 1982-ben csökkentette a költségvetést, a kereskedelmi versenyképesség elérése veszélybe került. A drámai változtatások ellenére a kristályos szilíciumra vonatkozó technikai célok teljesültek.

Miután 1982-ben Reagan elnök csökkentette a napenergia-költségvetést, az erőfeszítések az alap kutatásokra összpontosultak, a kereskedelmi versenyképesség elérésére csak kevés támogatás jutott. A JPL programot megtizedelték, a fejlesztésben az ipar magára maradt. A program három főtémája született újjá: a napelemek hatásfokának növelése; a vékonyréteg-napelemek fejlesztése (amorf szilícium, réz-indium-

szelenid, kadmium-tellurid); és a gyártási technológia fejlesztése. A vékonyréteg és a gyártástechnológiai program lényegesen hozzájárult az új generációs, nagy teljesítményű olcsó PV elemek kifejlesztéséhez.

Az előrejelzések szerint 2020-ra az évenként 500 MW teljesítményű napelemet előállító gyárakban 1 W teljesítmény termelési költsége kevesebb lesz, mint 1 USD, és a kristályos szilícium napelemek kereskedelmi ára kevesebb lesz, mint 2 USD/W.

Nagyobb hatásfokú új generációs napelemek

Az évek során a napelemek hatásfoka javult. A többszörös átmene-tű koncentrátoros napelemek laboratóriumi hatásfoka meghaladja a 36%-ot. Az Amonix (Kalifornia), Sun Power (Ohio) cégek egykristály koncentrátoros elemeket gyártanak, ezek hatásfoka meghaladja a 24%-ot. A Martin Green (University of New South Wales) által készített egykristályelemek hatásfoka több mint 25%; a BP által gyártott változat hatásfoka eléri a 20%-ot. Green laboratóriuma többkristályos szilícium-elemeket állított elő, ezek hatásfoka eléri a 20%-ot, a japán Kyocera és a BP Solar cégek által gyártott változat hatásfoka 16%.

A holland Shell Solar 12%-nál nagyobb hatásfokú modulokat gyártott. A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumában (National Renewable Energy Laboratory – NREL) a réz-indium-diszelenid (CIS) napelem 16%-os hatásfoka a legnagyobb. Ezenkívül a kadmium-tellurid (CdTe) napelem laboratóriumi hatásfoka elérte a 14%-ot. A First Solar, Phoenix (Arizona) székhelyű cég próbagyártásban készült kadmium-tellurid napeleme eléri a 8% hatásfokot. Az ECD Ovonic, Rochester Hills (Michigan) székhelyű cég amorf szilíciumréteg (A-Si) elemeinek laboratóriumi hatásfoka 12%.

A hálózaton kívüli piacok biztosítják a sikert

A napelemeket az 1950-es és 60-as években először az űrkutatásban használták, ez meglehetősen kis piac volt. 1970 és 1996 között a PV ipar bővült, talált a maga számára földi alkalmazásokat, amelyek megbízhatónak és a legtöbb esetben gazdaságosnak bizonyultak. Ilyen alkalmazások pl.: energiaellátás a távközléshez, jeladáshoz, jelvételhez, navigációhoz, vízszivattyúzáshoz, országúti telefonhoz, világításhoz, fogyasztói elektronikához, háztartáshoz és mezőgazdasághoz, klinikák részére, katódos védelemhez, biztonsági világításhoz, hirdetőablakhoz, világítótornyokhoz, tengeri fúrótornyokhoz.

E korai alkalmazások hiányában a PV fejlesztését és gazdaságosabbá tételét szolgáló programok legalább 30 évet késtek volna. Érdekes megjegyezni, hogy az első, 1978-as DOE terv a modulok 1 W teljesítményre jutó árát 1 dollárnak, a beépített 1 W teljesítmény árát 3 dollárnak tűzte ki, ahhoz hogy versenyképes legyen az erőművekből származó árammal. Ez nem valósult meg. Az erőművekből származó áram ára kevesebb mint 0,08 USD/kWh. A PV árak (nem számítva a tárolási költségeket) meghaladják a 0,30 dollárt csúcsватtonként.

A hálózathoz nem csatlakozó szektor az 1980. évi 2 MW teljesítményről 1998-ig 98 MW-ra növekedett. A hálózathoz csatlakozó szektor robbanásszerű növekedése 1996-ban kezdődött a japán „PV háztető” programnak köszönhetően.

A jövő kilátásai

2003-ban a kaliforniai Cypress Semiconductor cég 21%-os hatásfokú szilíciumelemek gyártásába fektetett be. A japán Sanyo új HIT elnevezésű szilícium elemet fejlesztett ki, amelynek hatásfoka ugyancsak 21%. A HIT elem CZ lapkát használ, ami két vékony, amorf szilíciumréteg között helyezkedik el. Egy másik japán társaság, a Sharp évi 200 MW teljesítményű polikristályos szilícium napelemet gyárt, amelyek átlagos hatásfoka meghaladja a 16,5%-ot. A Sharp újfajta napeleme CZ lapkát alkalmaz és hatásfoka még nagyobb.

Mindent összevetve a világ napelempiacának évi növekedése az utolsó öt évben 35% volt, a 2002-ben az USA-ban a növekedés 60% volt. 2003-ban a gyártók 4 Mrd USD értékben szállítottak napelemet és napelemtáblákat, ezek 90%-a szilícium alapú. Várhatóan a világon termelt szilíciumalapú napelemek összteljesítménye 2006-ban eléri az 1 GW-ot.

Bár jelenleg a szilíciumkristályos napelemek uralják a piacot, a vékonyréteg elemeknek kulcsszerepe lesz a nagy területekre kiterjedő rendszerek árának csökkentésében.

A 2. és 3. táblázat a PV Energy System vállalat előrejelzéseit szemlélteti a különböző típusú PV-k várható teljesítményéről és gyártási áráról. A hatásfokok a legjelentősebb gyártók által készített modulokra vonatkoznak. A BP Solar, a SunPower és a Shell Solar képes 19-20% hatásfokú elemeket előállítani. Az ilyen elemekből közel 18% hatásfokú modul építhető. A 2010. évi előrejelzés a PV modulok elérhető hatásfokának felső határa.

A 3. táblázat a gyártási költségeket és a rentábilis árat adja meg (az ár és a költségek különbsége 40%) nagy teljesítményű (> 100 MW/év),

teljesen automatizált üzemre vonatkozóan. Nagy mennyiségben a kristályos szilícium modul ára 2,70–2,90 USD/W között van. Ez alig fedezi a gyártási költségeket. Az amorf szilícium modulok ára 2,25 USD/W. Ez becslések szerint kevesebb a jelenlegi gyártási költségeknél.

2. táblázat

A PV modulok hatásfokának várható növekedése 2010-ig

Napelem fajtája	2000	2003	2005	2010
Egykristály	13–15	14–17	17–18	22
Polikristály ingot	12–14	13–15	16	20
Szalag	12	13–15	16	21
Koncentrátoros szilíciumelem	20	22	24	30
Amorf szilícium (A-Si)	5–7	5–8	8–10	12
Réz-indium-diszelenid (CIS)	8–10	8–10	10–12	14
Kadmium-tellurid (CdTe)	NA	7–9	8–10	14
Szilíciumréteg	NA	8–10	12	14
A-Si egykristály szilícium lapkán	NA	16–17	17–19	20–22

3. táblázat

A modulok gyártási költsége 2002 és 2010 között
(A rentábilis ár 40%-kal meghaladja a költségeket)

Típus	2002 ár (USD)	2005 költség/ár (USD)	2010 költség/ár (USD)
Egykristály	2,90–4,00	2,00/3,33	1,40/2,33
Polikristály Si	2,90–4,00	1,75/2,92	1,20/2,00
Szilíciumszalag	3,00–4,00	1,75/2,92	1,20/2,00
Koncentrátor	4,00–6,00	3,00/5,00	0,80/1,33
A-Si	2,00–3,00	1,20/2,00	0,75/1,25
CIS	?	1,20/2,00	0,75/1,25
CdTe	?	1,20/2,00	0,75/1,25
Szilíciumréteg	?	1,50/2,50	0,80/1,33
Gyári ár	2,50–4,00	2,00/3,50	2,00
Legkisebb ár	2,50	2,00	1,25

A 4. táblázat előrejelzést ad a világ 2010. évi PV piacáról. A piac évi 25%-os növekedése a hálózatba bekötött szektor külső támogatásának fennmaradásától függ. A hálózaton kívüli szektor évi várható növekedése 15–18% lesz. Azonban politikai bizonytalanság ezt megghiúsíthatja az USA-ban és Németországban. Az USA-ban a PV rendszerekre vonatkozó szövetségi és az állami adójóváírások szélesíthetik a piacot.

4. táblázat

Előrejelzés a PV világpiac alakulására 2010-ig (MW_{csúcs})

Piaci szektor	1990	1993	1996	1998	2000	2002	2005*	2010*
Fogyasztói termék	16	18	22	30	40	60	105	250
USA hálózaton kívüli lakossági	3	5	8	10	15	25	45	110
A világ, hálózaton kívüli, vidéki	6	8	15	24	38	60	110	260
Hírközlés, jeladás	14	16	23	31	40	60	90	220
PV/dízel, kereskedelmi	7	10	12	20	30	45	80	110
Hálózatba kapcsolt, lakossági, kereskedelmi	1	2	7	35	120	270	550	2000
Központi >100 kW	1	2	2	2	5	5	20	50
Előrejelzés (MW/év)	48	70	100	150	250	–	1000	3000
Tényleges (MW/év)	48	61	89	152	288	525	–	–
Előrejelzett átlagos ár (USD/W)	–	–	–	–	3,00	–	2,00	1,50
Előrejelzett minimális ár (USD/W)	–	–	–	–	2,00	–	1,75	1,25
A tényleges átlagos ár (USD/W)	4,50	4,25	4,00	4,00	3,50	3,25	–	–

* 1990 és 2002 között a tényleges szállítások, 2005-re és 2010-re az előrejelzések vannak feltüntetve.

Várhatóan Japánban a PV piac továbbra is állami támogatást kap. Érdemes megjegyezni, hogy a 4. táblázatban 2010-re jelzett 3000 MW kapacitás hat 500 MW-os 20% kihasználtsággal üzemelő gázturbinának felel meg.

A teljesítmény gyors növekedése (különösen Japánban) az elmúlt négy évben, ami együtt járt a hálózatba kapcsolt piac jelentős támogatásával, bizonytalanná tette a világ PV piacát. Az energiapolitika a kis PV piacot sebezhetővé tette a késedelemmel és a bizonytalansággal szemben. Jelenleg a PV modulok ára olyan szintre csökkent, ami nem jár profittal, vagy csak kis profitot eredményez. Ugyanakkor új szilíciumkristálylapkát gyártók lépnek a termelésbe. Néhány nagy vékonyréteggyár is nemrég kezdte a termelést. Mindez termelési többletkapacitást idézett

elő, ami a tíz legnagyobb gyártó közül háromnál drámai hatásokat váltott ki: így üzemek bezárását, létszámcsökkentést, átszervezést. Ez további bizonytalanságot idézett elő. E rövid távú bizonytalanságok ellenére a napelem szektor hosszú távú kilátásai kedvezőek.

Összeállította: Schultz György

Yerkes, B.: 40 years of solar power. = Solar Today, 18. k. 1. sz. 2004. p. 28–31.

Maycock, P.: The state of the PV market. = Solar Today, 18. k. 1. sz. 2004. p. 32–35.

Goetzberger, A.; Luther, J.: Solar cells: past, present, future. = Solar Energy Materials and Solar Cells, 74. k. 1–4. sz. 2002. okt. p. 1–11.