

## Új fejlesztési eredmények a napenergia hasznosításában

A megújuló energiaforrások közül a nap áll az első helyen. Hasznosítása ma már sok éves gyakorlat, de ez az alternatív energia egyelőre még jóval drágább, mint a fosszilis energiaforrásból nyert energia. Kutatók serege dolgozik azon, hogy a napenergia hasznosítását olcsóbbá, annak eszközeit jobb hatásfokúvá tegye.

*Tárgyszavak: energiaellátás; napenergia; napkollektor; fotovoltaikus elem; fejlesztés; polikarbonát; beruházás.*

A világ egyre több energiát fogyaszt. A Nemzetközi Energiaügynökség adatai szerint a primer energia felhasználása 2010 és 2015 között kb. 3%-kal növekszik, azaz 18 000 millió kőolajegységről 22 000 millió kőolajegységre emelkedik. Az igények kielégítését a szűkös források korlátozzák. Ezért rendkívül nagy az érdeklődés a megújuló energiaforrások iránt, ezek azonban ma még viszonylag drágák. Világszerte kutatják azt, hogy hogyan lehetne az energiaforrások hatékonyságát növelni és az általuk termelt energia árát csökkenteni. A jövő energiaellátásában fontos szerepe lehet a napenergiának, ezért a kutatások egyik kiemelt témaköre az áramot termelő napelemek (PV-k, fotovoltaikus elemek) és a meleg vizet szolgáltató napkollektorok (napfény-csapdák) hatásfokának növelése.

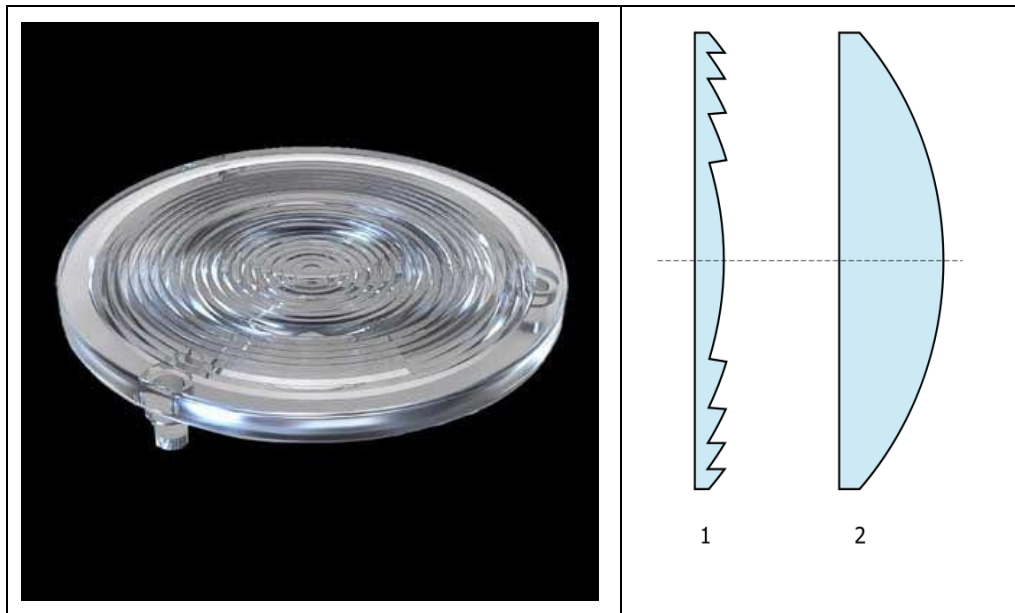
### Olcsóbb és jobb hatásfokú áramtermelő napelemek

Az Evonik Industries AG (Darmstadt, Németország) kétféle módon igyekszik jobban hozzáférhetővé tenni a napenergiát. Egyrészt megpróbálja fotovoltaikus (PV) szolármoduljai gyártási költségeit csökkenteni, másrészt növelni akarja azok hatásfokát. Ez utóbbi irányzat érvényesítésének legígéretesebb módja (Concentrating Photovoltaics; CPV) szerint a beérkező fénysugarakat primer és szekunder lencsék alkalmazásával fénynyalábokká alakítják, majd a fénynyalábot közvetlenül a napcellák azon pontjára irányítják, ahol a nap energiája a legjobb hatásfokkal fejleszt áramot.

A napelemre közvetlenül felszerelt lencserendszer primer lencséje a napfényt koncentrálni engedi tovább a szekunder lencse felé, amely a napelem részét képezi, és egyenletesen osztja szét a fényt az elem felületén, ezáltal is fokozva az áramtermelést. Ehhez a kiválasztott két műanyag is hozzájárul.

Az egyik az átlátszó és kültéren is hosszú élettartamú poli(metil-metakrilát) (PMMA, plexiüveg), amelyből a primer lencsét készítik. A polimer legújabb változatát kifejezetten erre a célra fejlesztették ki. A lencsét a XIX. században épített világítótör-

nyok Fresnel lencséinek mintája szerint (1. ábra) alakították ki. Az Evonik ezeknek a lencséknek az élettartamát 20–25 évre szavatolja.



1. ábra Fresnel-lencsék. Ezeket a XIX. században világítótornyok számára fejlesztették ki, hogy könnyebbé tegyék az óriási lencsákat. Jellemző rájuk a körkörösön hornyolt felület és a rendkívül erős fénykoncentráció. A bal oldali kép egy Fresnel lencse felületét, a jobb oldali kép egy Fresnel-lencse (1) és egy ugyanolyan fókusztávolságú hagyományos lencse (2) keresztmetszetét mutatja

Szekunder lencseként a cég szabadalmaztatott *Sivara* szol-gél technológiájával készített *Savosil* márkanevű kvarcüveg lencsákat használ. Ezek is fokozzák a napelemek teljesítményét, mert a szokásos üveglencsékkel ellentétben a napsugárzás UV- és infravörös sugarait is átengedik.

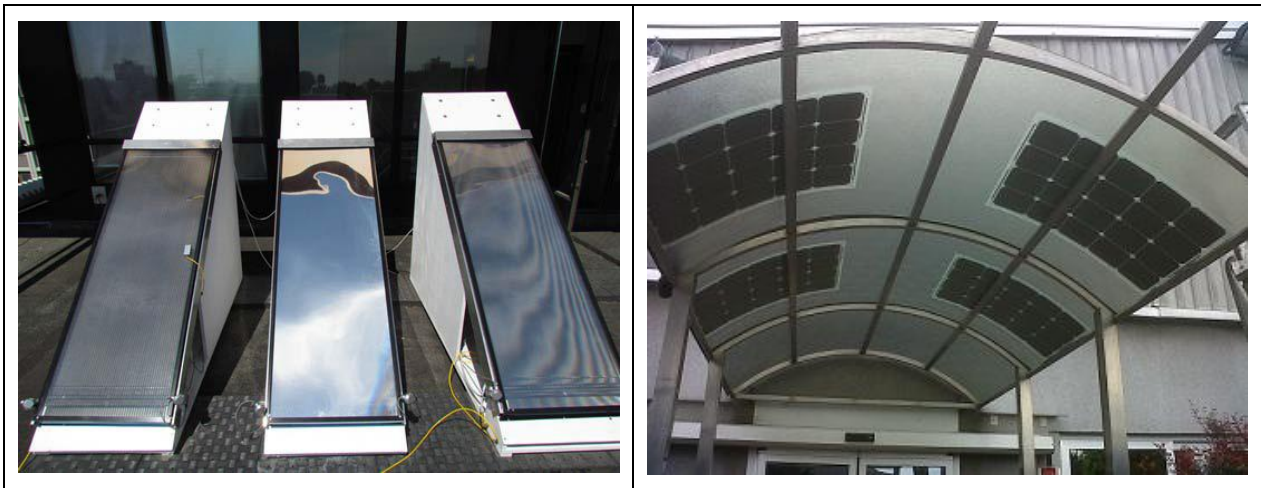
Az új technológiát alkalmazó vállalatok elégedettek. A szolárpiac egyik éllovasa, az olaszországi Beghelli S.p.A, (Bologna) olyan új rendszert fejlesztett ki megrendelői számára, amelyben a Savosil lencséknek döntő szerepe van. A Beghelli technológia és a fénykoncentráló lencsék kombinációjával lényegesen több áramot tudnak termelni, mint a szokásos fótovoltaikus elemekkel.

Az új technológia sikerét a CPV-rendszerek terjedése igazolja. 2010-ben világszerte ezek évente 21 MW energiát tudtak adni, 2012-ben már több mint 2000 MW-t.

### **Olcsóbb napkollektorok és építőipari panelekbe foglalt napelemek**

Az elektromos és elektronikus ágazatokban világszerte ismert és elismert hollandiai központú Sabic Innovation Plastics (SIP, Sittard, Hollandia) a hőre lágyuló mű-

szaki műanyagok fejlesztése terén folytatott kutató fejlesztő tevékenységét a közelmúltban kiterjesztette a napkollektorok és a fotovoltaikus (PV) technológia területére is. Napkollektorok fejlesztésére szerződést kötött az amszterdami szabadegyetemmel (VU University, hollandul Vrije Universiteit) arra, hogy alkalmas polimerrel segíti az egyetem hőszabályozható napkollektorok előállítására irányuló kutatását. A meleg vizet előállító, műanyagból készített kollektorok elterjedését gátolja, hogy a napsugarak a műanyagok olvadáspontját meghaladó mértékben melegítik fel őket. Az üvegből vagy fémből gyártott kollektorok viszont túl drágák és formaadásuk is korlátozottabb, mint a műanyagoké. A közös kutatómunkát megelőzően az egyetemen prizmás szerkezetű panelekkel sikerült olyan optikai megoldást (optical switch) találni, amely lehetővé teszi a napsugarak visszaverődését, mielőtt azok a kollektort túlságosan felmelegítenék. A sikerhez a Sabic magas olvadáspontú *Lexan* polikarbonátjával járult hozzá. A kollektorok céljára kifejlesztett panelek napfényállóságát az egyetem tetejére kihegyezett mintákon vizsgálták (2. ábra, bal oldali kép).



2. ábra A Sabic cég Lexan polikarbonátjának alkalmazása a napenergia hasznosításában. A bal oldali képen a VU University tetejére kitett napkollektor-panelek láthatók, a jobb oldali képen az átjárót fedő polikarbonát tetőbe fotovoltaikus elemeket ágyaztak be

A közelmúltban a Sabic az olasz Solbian Energie Alternative (SEA) vállalattal együttműködve polikarbonát építőelemeket (tetőfedő, homlokzatburkoló, üveget helyettesítő elemeket) hozott forgalomba, amelyekbe fotovoltaikus elemeket ágyaztak be. Az ilyen szerkezeteket BIPV-nek (building-integrated photovoltaic paneleknek) is nevezik. A *Lexan Thermoclear PC* márkanévű lemezek átlátszóak, a beágyazott elemek a Solbian cég hajlékony, laminált kristályos fotovoltaikus termékei. A kombinált lemezek különféle szerkezettel és különböző színben kaphatók. A 2. ábra jobb oldali képe egy épületeket összekötő fedett átjáró napelemeket tartalmazó tetejét mutatja alulnézetben.

Az új eljárás számos hagyományos megoldás helyett új lehetőségeket kínál a tetők, falak kialakításában, a bevilágító rendszerek alkalmazásában, mert egyetlen termékben integrálja az eredeti védelmi funkciót és a napenergia hasznosítását. A cég szerint az elemek hőszigetelő képessége igen jó, a dupla ablakok hőszigetelésével összehasonlítva általuk 17% energia takarítható meg, továbbá mérsékelhető a hűtésre és a bevilágítóakra fordított beruházások költségei.

Jelentős előnyt jelent, hogy a BIPV panelek könnyen szállíthatók, szerelhetők; a szerelésük helyén hidegen is könnyen hajlíthatók, ezért az épületek tervezői számára formaszabadságot kínálnak, továbbá a változtatható fényáteresztő lemezek révén a belső terek egész napra egyenletes világítását tudják biztosítani.

Az új *Lexan EXL PC* kopolimert a napelemek konnektoraihoz és kapcsolószerényeihez ajánlják. Alkalmazásuk révén megvalósíthatók a gyártmányok méretcsökkentésére irányuló törekvések. A kisebb méretű rendszerek elemei közelebb kerülnek egymáshoz, ezáltal is javul a hatékonyság.

A *Lexan EXL 9330S* kielégíti az UL szabványok kúszóáram-szilárdságra vonatkozó PLC-2 fokozatának követelményeit. Ez azt jelenti, hogy a belőle készített gyártmányok nedves és sós környezetben is ellenállnak a villamos ívnek, ezért egymáshoz kis távolságban is biztonságosak. Az *EXL 9330S* egyik jellemző tulajdonsága a csökkentett éghetőség, éghetőségi fokozata az UL94 szabvány szerint 0,8 mm-es vastagságban is V0, ezért vékony falú elemekhez is alkalmazható.

## **Tartó- és védőszerkezetek a napkollektorokhoz**

A napkollektorok csak akkor fejthetik ki hatásukat, ha szakszerűen szerelik fel őket a tetőkre, a homlokzatokra, esetenként akár járművek külső felületére is. Németországban a Philippine GmbH & Co. Technische Kunststoffe KG (Lahnstein) és a Rühl Puromer GmbH (Friedrichsdorf) vállalkozott arra, hogy a szereléshez és a működtetéshez szükséges kiegészítő elemeket (tartó- és kötőelemeket, kereteket, gyűjtőkamrákat, csavarokat stb.) a „szolártermia” rendelkezésére bocsátja. [A Philippine céget 2013-ban megvásárolta az Orange Energy GmbH & Co. KG (Schweitenkirchen), egyúttal átvette a cég *Sunpur 10HP és 15DF* márkanevű vákuumcsöves kollektorainak gyártását és szállítását.]

A szállítás, a szerelés és az üzemeltetés során a napkollektorokat számos fizikai hatás éri, de sok évig kell elviselniük a szél, télen a hó terhét is. Beépítésük előtt ezért el kell végezni rajtuk a *DIN EN 1-2 2006* szabvány előírásai szerinti vizsgálatokat. Ezek között a belső nyomás, a magas hőmérséklet, a hőmérséklet-változások, a mechanikai terhelések, az időjárási hatások elviselésére vonatkozó próbák vannak.

A csőkollektorokat, mint elemi alkatrészeket csomagokban keretek nélkül szállítják a szerelővállalatokhoz vagy a végső felhasználókhöz; a direkt átfolyású csőkollektorokat bekeretezett szerelési egységekben forgalmazzák. A kereteket általában húzott alumíniumprofilokból készítik, és a helyszínen csavarozzák vagy szegecsekkel össze a gyűjtőkamrával, ill. a tartóállvánnyal. A rendszernek mechanikailag nagyon

szilárdnak kell lennie. A gyűjtőkamra fedelét többször le kell emelni, ezért ehhez könnyen hozzá kell férni.

A kollektorok közvetlen napsugárzásnak vannak kitéve, és el kell viselniük a magas külső hőmérsékletet és az ugyancsak meleg belső közeg hőmérsékletét, továbbá azt, hogy alapanyagaik (alumínium, réz, tömítőanyagok, műanyag) lineáris hőtágulási együtthatója erősen eltérő.

Mivel kollektorokat a világ minden részére küldenek, nem közömbös az egyes modulok tömege. A nehéz egységeknek nemcsak a szállítási költségei magasak, de a szerelésükhöz is több ember kell. A lapos kollektoroknak vastag a kerete és 4 mm vastag üveglapokat tartalmaznak, legalább két ember kell a mozgatásukhoz és a szerelésükhöz. Ezért olyan kollektorok előállítására törekszenek, amelyek kevésbé terhelik a tetőt és könnyen szerelhetők. A Philippine és a Rühl cég együttműködésében ezért számos kiegészítő elemet alkalmaztak, amelyek kemény poliuretán szerkezeti habból készültek, és amelyet az utóbbi cég állít elő. A hab sűrűsége töredéke a szokásos anyagokénak, mindössze 600–900 g/l között van.

A túlnyomó részben zárt cellás, kemény PUR habnak jó fizikai és kémiai tulajdonságai vannak, kivételes esetektől eltekintve ellenálló az oldószerekkel, az üzemanyagokkal, a lágyítókkal, az ásványolajokkal szemben. *DIN 53 428* szabvány szerint vizsgálva nem tartalmaz korróziót okozó anyagokat. Ellenálló különböző gombákkal és mikroorganizmusokkal szemben, nem nedvesedik és *DIN 53930-32* szabvány szerint vizsgálva nem rothad. A világ számos helyén, rendkívüli természeti klimatikus viszonyok között, különböző alkalmazási területeken bizonyította kiváló tulajdonságait.

Az időjárási események, köztük a jégeső sem okozhat sérülést a gyűjtőkamra vagy a csövek felületén. Mivel a gyűjtőkamra fedele legtöbbször fekete, erős napsütésben maga a ház akár 80 °C-ra is felmelegedhet. 35 °C-os levegő-hőmérséklet mellett a függőleges napsugarak a kollektorban a glikolt 130 °C-ra, a kollektor külső felületét 68 °C-ra melegítették fel, ami az építőelem jó hőszigetelését bizonyítja. A PUR ház védelmét az UV-sugárzás ellen védőlakkal fokozzák, amely egyúttal a színállóságot is növeli.

1. táblázat

A kollektormodulban alkalmazott anyagok hőtágulása

Anyagok	Hőtágulási együttható, K <sup>-1</sup>	Egy 1000 mm-es profil hossznövekedése 60 °C hőmérséklet-növekedés hatására, mm
Alumínium	23,8 x 10 <sup>-6</sup>	1,428
Réz	16,5 x 10 <sup>-6</sup>	0,990
PUR üvegszál nélkül	73,0 x 10 <sup>-6</sup>	4,380
PUR 15,8% üvegszállal	34,2 x 10 <sup>-6</sup>	2,052
PUR 18,5% üvegszállal	32,5 x 10 <sup>-6</sup>	1,950

A PUR hab elemeket tartalmazó kollektormodulok prototípusait alapos laboratóriumi, technikai és szabadtéri vizsgálatoknak vetették alá. Kiemelt figyelmet szenteltek az egymással összeépített anyagok (alumínium, réz, PUR hab) eltérő hőtágulására. A PUR és a fémek hőtágulása közötti eltérést csökkenteni tudták, ha a PUR egyik komponensébe, a poliolba rövid üvegszálakat keverték (1. táblázat). A szolármodulokba végül 18,5% üvegszál-tartalmazó PUR habot építettek be.

Egy éves fejlesztés után készültek el a tetőre felkerülő első kísérleti szolármodulok (3. ábra, bal oldali kép), amelyek leglényegesebb elemeit a Narva cég (Brand-Erbisdorf, Németország) új vákuumcsövei jelentik. A modulokat Sunpur márkánévvel forgalmazzák. A Rajna-menti TÜV Rheinland minősítőintézet vizsgálatai szerint ezek megfelelnek a csúcstechnológiát jelentő követelményeknek.



3. ábra A Sunpur HP10 kollektor alapmodulja (bal oldali kép) és ugyanaz összeépítve a PUR gyűjtőkamrával (jobb oldali kép)

A rendszerben a gyűjtőkamrát (3. ábra, jobb oldali kép) a Rühl cég fekete PUR 580-2 L UV típusú integrálhabjából (Puromer) készítik. Ebbe hossz- és keresztirányú alumíniumprofil és réz gyűjtőcsövet építenek be. A gyűjtőkamra hossza 1150 mm. A Sunpur-OEM10/2DF kollektormodul tömege 26,5 kg az önhordó alumínium profilkezeléssel együtt, ezért szereléskor könnyen kezelhető.

A szabadtéri kísérleti állomáson összeállított napkollektorrendszert a 4. ábra mutatja.



4. ábra A szabadtéri kísérleti állomáson összeállított kollektorrendszer

## **Napenergiát kutató-fejlesztő intézet és demonstrációs központ Belgiumban**

A Dow Corning cég egész világra kiterjedő kutatóhálózatát a belgiumi Seneffben napenergiát kutató és fejlesztő kutatóközponttal (SEED, Solar Energy Exploration and Development Research Center) egészítette ki 2012-ben. Felépítésére 9 millió EUR-t költöttek. A kutatóközpont fő feladata a cég szilíciumbázisú anyagainak kutatása és fejlesztése, és ezek révén a megújuló energia felhasználásának elterjesztése és hatékonyságának növelése. Az épületek kialakításában az energiahatékonyság növelésének legújabb elveit érvényesítették, ezért ez egyúttal demonstrációs célt is szolgál. A CHEManager című szaklap újságírója a Dow Corning egyik elnökhelyettesével, Peeter, E.-vel beszélgetett a cég nap- és szélenergiát érintő stratégiájáról.

A SEED kutatóközponthoz kapcsolódó Electronics Solutions for Dow Corning elnökhelyettese szerint a szervezet – felhasználóival együttműködve – a szilíciumalapú technológiák költséghatékony hasznosításának érdekében a megújuló energiaforrásokra, ezen belül a napenergia hasznosítására összpontosítja tevékenységét. Céljuk különleges szilíciumalapú anyagok új generációjának fejlesztését megalapozó kutatás és ezek eredményeinek hasznosítása, például a fényelektromos (fotovoltaikus) alkatrészek, modulok, lemezek gyártásában.

Tevékenységük során egyszerre törekszenek az energiaköltségek csökkentésére és az energiateljesítmény hatékonyságának növelésére. A szilíciumalapú anyagok és alkalmazásuk csökkentik a környezet terhelését. Egy átlagos szilikon, sziloxán vagy szilán előállítása 27-szer kevesebb üvegházhatású gáz kibocsátásával jár, mint az ablakszigetelésben használt szénbázisú versenytársaié.

A cég vásárlóival együttműködve törekszik az építőiparban az új, energiateljesítményesebb megoldásokra, és ezek egy részét már hasznosította a SEED létrehozásakor. Az épület teljes felületét pl. új vákuumszigetelt paneljei (VIP, vacuum insulation panels) fedik, amelyek jó szigetelőképessége révén a szigetelőréteg vastagságát ötödére lehe-

tett csökkenteni, ennek következtében nőtt a belső terek mérete. Alkalmazták a BIPV technikát is: az épület ablakai előtt integrált PV-modulok fényszűrőként funkcionálnak és mérséklik nyáron az irodák hűtésére felhasznált energiát, emellett áramot is termelnek. Az épület hatalmas üvegfelületei természetes fényt engednek az épületbe, egyúttal csökkentik a világításra felhasznált energiát és ellátják az időjárás hatásai elleni védelmet.

Kérdés: Hozzájárulhat-e az új anyagok alkalmazása ahhoz, hogy az alternatív energiaforrások versenyképessé váljanak a hagyományos energiaforrásokkal?

Válasz: Abszolút mértékben. *A szolártechnikában ott a legerőteljesebb a kutatás, ahol a legmagasabbak a költségek.* A legdrágább az a félvezető szilícium, amelyet a kristályos PV-kbe építenek be. Nagyon sokan kutatják azt, hogy hogyan lehetne ezt a szilíciumot olcsóbbá tenni vagy hatásfokát javítani.

A második legnagyobb költség a modulok összeszerelése. Az üveg is elég drága. A kutatók egyre vékonyabb és jobb üvegeket fejlesztenek ki. A modulok is egyre vékonyabbak.

A harmadik költségtényező a helyszíni telepítés. *Egy szolármodul helyszíni telepítése ma többbe kerül, mint a modul ára.* Itt igen nagy megtakarításra lehet számítani, ha a méretek csökkennek, ha növekszik az anyagok hatékonysága és új formákat, szerelési lehetőségeket találnak ki, elsősorban az elemek csatlakoztatására.

Az elnökhelyettes beszámolt arról, hogy a SEED szorosan együttműködik felhasználóival; tudományos akadémiák, egyetemek kutatóintézeteivel; iparvállalatok fejlesztő szervezeteivel. A közös erőfeszítések eredménye kísérleti létesítmények kialakítása. Az elmúlt két-három év eredményei látványosan igazolják a kutatási központ munkáját. Különösen fontos háttérrel biztosít a vegyipar és a nanoelektronikai ágazat szervezeteivel, szereplőivel kiépített kapcsolati hálózat, amely felgyorsítja a jelentős eredmények elérésének folyamatait.

Kérdés: Miért Európába telepítették a SEED-et, miért nem Ázsiába vagy az USA-ba?

Válasz: A beruházás helyszíne bizonyítja Európa stratégiai fontosságát a Dow Corner számára. A SEED csak egyike a cég számos tervezett európai beruházásának, amellyel bővíteni akarja itteni hálózatát. A Dow Corner 2005 és 2010 között több mint 140 millió EUR-t költött európai infrastruktúrájának bővítésére, 2010-ben pedig további 40 millió EUR-t egy elosztóközpont és a SEED létesítésére. Európa letette a voksot az energiaforrások megújítása mellett, a Dow Corner pedig rendelkezik olyan anyagokkal, amelyekkel ezt a törekvést támogatni tudja. A cég szorosan együttműködik az eszközgyártó iparral, amely különösen fejlett ebben a térségben. Európa továbbra is fontos szerepet játszik az új és innovatív termékek fejlesztésének gyorsításában és a PV technológia széles körű elterjesztésében.

A cég nagyon pozitívnak látja a napelemek jövőjét világszerte. A fosszilis energiára támaszkodni hosszú időtávban nem lehet. *A szoláris energia termelési kapacitásának évi 25–40%-os bővülésével egyre növekszik majd a megújuló, tiszta energia részaránya,* ami biztosítja majd gyerekeink és azok gyerekeinek jövőjét.



A jövő városaiban tiszta energiát használnak majd, hatásos és biztonságos lesz az infrastruktúra. Ennek elérését kívánja segíteni a cég új anyagok kifejlesztésével.

Összeállította: Pál Károlyné

Sonne wirtschaftlich nutzen = Kunststoffe, 102. k. 6. sz. 2012. p. 96–97.

Eldridge, D.: Sabic shows commitment to solar with new projects and products = European Plastics News, 39. k. 9.sz. 2012. p. 18.

Ruthmann, H.; Emig, J.: Beständig in der Sonne = Kunststoffe, 102. k. 6. sz. 2012. p. 98–99.

Meyer, J.-P.: Orange übernimmt Production von Philippine = [www. sonnewindwaerme.de/solarthermie/orange-uebernimmt-produktion-von-philippine](http://www.sonnewindwaerme.de/solarthermie/orange-uebernimmt-produktion-von-philippine)

Polyurethan bewährt sich nachhaltig in der Solarthermie – SUNPUR = [www. ruehl-ag.de/infothek/singleansicht/article/sunpur-polyurethan-bewaehrt-sich-nachhaltig-in-der-solarthermie.html](http://www.ruehl-ag.de/infothek/singleansicht/article/sunpur-polyurethan-bewaehrt-sich-nachhaltig-in-der-solarthermie.html)

Reubold, M.; Peeters, E.: A showcase for energy efficiency = CHEManager Europe 2012. 9. sz. p. 6.

## Röviden...

### Széles talpú laboratóriumi flaska polikarbonátból



Az amerikai TriForest Labware cég polikarbonátból (*Lexan HP*, Sabic) fröccs nyújtva-fúvással (IBM) gyártott az Erlenmeyer edényhez hasonló formájú laboratóriumi fluskát, a világon elsőként. Eddig az ilyen formájú edényeket extrúziós fúvással állították elő. Az IBM technológiával nagyobb falvastagságú, teljesen átlátszó fluskák gyárthatók, amelyek az üveghez hasonlóak, de könnyebbek és nem törnek. Autoklávban sterilizálhatóak, többször felhasználhatók, és ha a mérés úgy kívánja, kupakkal lezárhatóak.

A cég olyan eszközöket fejleszt, elsősorban az egészségügyi, gyógyszeripari laboratóriumok számára, amelyek a munka biztonságát és hatékonyságát növelik. Ezáltal gyorsabban lehet az eredményekhez jutni, és csökkennek a laboratóriumi vizsgálatok költségei.

O. S.

European Plastics News, 41. k. 4. sz. 2014. p. 25.