



EMILI

füzetek

Napelemek



A minőségről közérthetően.

ÉMI Nonprofit Kft.



EMILI

füzetek

*A minőségről közérthetően.
ÉMI Lakossági Információ*

Napelemek

A szakmai anyagot összeállította: Kuthi Edvárd, ÉMI

Kiadja:



A MINŐSÉG MÉRHETŐ.

2000 Szentendre,
Dózsa György út 26.

2017

1.

Előszó

Az utóbbi években nagy mértékben változtak az építésre vonatkozó jogszabályok, a követelmények fokozatos szigorodása mellett sok új műszaki megoldás, újszerű építési termék is megjelent.

Különösen fontosnak tarjuk, hogy a magánérős és állami beruházások már a korszerű előírásoknak megfelelően, magas minőségben készüljenek el.

Szakértői munkánk során gyakran tapasztalunk olyan építési hibákat, melyek gondosabb tervezéssel, szakszerű kivitelezéssel könnyűszerrel elkerülhetők lettek volna. Nyilvánvalóan sok tennivaló van nem csak az oktatás, szakemberképzés, de a szabályozási környezet korszerűsítésének területén is.

Az EMILI füzeteket kiemelten a lakosság részére, ismeretterjesztő céllal készítettük, abban bízva, hogy haszonnal forgatják az építkezni, felújítani készülőket. A füzetek terjedelme korlátozott, ezért igyekszünk olyan szakkönyveket, szabványokat is megnevezni, melyek a további elmélyedést segíthetik.



2.

Előzmények

Épületeink energiaszükséglete igen komoly részt (körülbelül 40%-ot) képvisel Magyarország teljes energiafogyasztásához képest. Az Európai Unió tagországait nem csak felelősség, de kötelezettség is terheli az energetikai követelmények szigorításával kapcsolatosan.

Az Európai Unió szintjén 2020-ig az üvegházhatású gázok kibocsátásának 20%-os csökkentését, a megújuló energiaforrások részarányának 20%-ra való növelését¹, valamint az energiahatékonyság 20%-os javítását kell elérni. Ezeket a célkitűzéseket később az Európa 2020: az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája², valamint a Bizottság által elfogadott Energia 2020: a versenyképes, fenntartható és biztonságos energiaellátás és -felhasználás stratégiája³ című közlemény is megerősítette.

¹ A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: 2020-ra 20-20% - Az éghajlatváltozásból származó lehetőségek Európa számára, COM(2008) 30

² A Bizottság közleménye – EURÓPA 2020 Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája, COM(2010) 2020

³ A Bizottság közleménye – Energia 2020: A versenyképes, fenntartható és biztonságos energiaellátás és felhasználás stratégiája, COM(2010) 639

Az EU 2020-as energiahatékonysági célkitűzésének elérése érdekében új európai és nemzeti szintű intézkedésekre van szükség. Ennek fontos lépéseként 2012. október 25-én elfogadták az energiahatékonyságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről szóló 2012/27/EU európai parlamenti és tanácsi irányelvet (a továbbiakban: Energiahatékonysági irányelv).

A fentiek alapján Magyarországon az ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. koordinálásában elkészült a Nemzeti Épületenergetikai Stratégia⁴, mely elsősorban a hazai épületállomány energetikai korszerűsítésének lehetőségeivel, főbb szempontjaival és a megvalósítás feltételeivel foglalkozik.

A rendelkezésre álló lehetőségek közül a napenergiára alapuló megújuló energiaforrásokkal, azon belül is a napelemekkel foglalkozunk a továbbiakban. Nem szabad elfelejtenünk azonban a korszerű épületgépészet alkalmazásáról, valamint az energiahatékonyság szélesebb körű alkalmazásáról sem.

2008-tól a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI törvény, valamint az annak végrehajtásáról szóló 273/2007. (X.19.) Korm. rendelet bevezette a háztartási méretű kiserőmű (HMKE) fogalmát, amelyre az alábbiak jellemzők:

- közcélú kifeszültségű hálózathoz, illetve kifeszültségű magán- vagy összekötő vezeték hálózatra csatlakozik
- maximum 50 kVA erőművi névleges teljesítőképesség
- erőművi névleges teljesítőképessége nem haladja meg a felhasználó rendelkezésre álló teljesítményének mértékét

HMKE közcélú elosztóhálózathoz csatlakoztatása csak az adott területen működési engedéllyel rendelkező elosztói engedélyes hozzájárulásával lehetséges. Szigetüzemű rendszer esetén a HMKE létesítését elegendő csak bejelenteni az elosztói engedélyesnek.

⁴ Nemzeti Épületenergetikai Stratégia 2015. <https://goo.gl/oKj2Ta>



Jelen ismertető csak a lakossági felhasználásra vonatkozó teljesítménytartományú napelemes rendszerekre terjed ki. Egy 2-4 kW kapacitású napelemes rendszer által megtermelt energiamennyiség egy átlagos lakás éves fogyasztását képes fedezni. Könnyen belátható, hogy az épületre szerelt napelemes rendszerek túlnyomó többsége beleesik a HMKE kategóriájába, ezért az e kategórián kívül eső kiserőművekkel és erőművekkel nem foglalkozunk.

3.

Alapfogalmak

A napelemek (röviden PV) olyan speciális eszközök, amelyek közvetlenül alakítják át a fény sugárzási energiáját egyenáramú elektromos energiává. Az energiaátalakítás alapja az, hogy a megfelelő energiájú fotonok szabad töltéshordozókat tudnak generálni a félvezető atomjaival való kölcsönhatásuk révén. Az eszköz megfelelő szerkezete ezeket a töltéshordozókat összegyűjti elektromos áramként, miközben elektromos feszültség is keletkezik.

A jelenséget először A. E. Becquerel jegyezte le 1839-ben, majd 1905-ben A. Einstein tudta megmagyarázni a foton koncepció kialakításával, míg az első működő napelemet 1954-ben valósították meg a Bell Laboratories kutatói.

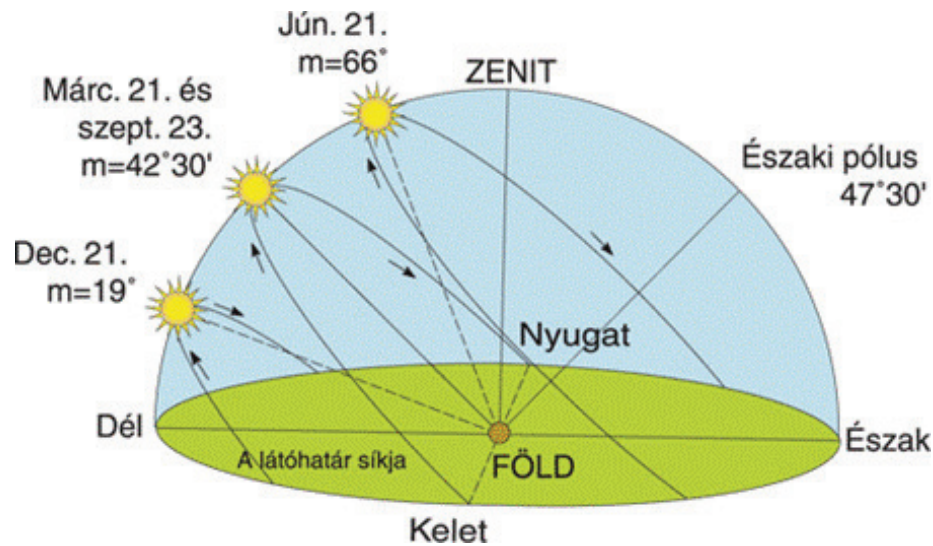
A PV-modulból nyerhető elektromos teljesítmény

nagysága függ a beeső fény szögétől, a megvilágítás intenzitásától, a PV-modulhoz csatlakozó terheléstől és a napelem energiaátalakítási hatásfokától. A napsugárzás intenzitása függ a napszaktól és az időjárástól, bár növelhető a napfény koncentráálásával. A fény beesési szöge kezelhető tájolással, optikai lencsékkel, tükörrel, napkövető rendszerrel, míg a terhelést megfelelő villamos tervezéssel tudjuk optimalizálni. A PV-modul hatásfoka függ a gyártási technológiától, a fény intenzitásától és a hőmérséklettől: kisebb fény vagy nagyobb hőmérséklet esetén a hatásfok és a teljesítmény csökken.

Tiszta ég esetén a Napból a Föld felületére érkező átlagos sugárzási intenzitás körülbelül 1 kW/m^2 . A PV-modul hatásfoka megadja, hogy ebből a fényintenzitásból mennyi elektromos teljesítmény nyerhető az eszközzel. A pillanatnyi teljesítmény meghatározható a PV-modul felületének, a beeső fény intenzitásának és az ehhez tartozó (a PV-modulra vonatkozó) napelem hatásfoknak a szorzatával.

A napelem a napenergiának a látható fény tartományát, az UV tartományát és a közeli infravörös tartományát hasznosítja. Ez megkülönbözteti a napkollektortól, amely alapvetően a hősugárzást (infravörös tartomány) alakítja át használható hőenergiává.

Természetesen a napsugárzás erőssége változik az időben és a térben a Föld egy bizonyos pontjából megfigyelve. A beeső fénysugárzás szöge elsősorban a földrajzi szélességtől függ, másodsorban az évszaktól, a felhősödéstől és a levegő átlátszóságától (pl. köd, szmog negatív hatása). A Nap látszólagos helye folyamatosan és periodikusan változik az év során nap mint nap, így ez előre jelezhető. Mivel Magyarország a 47° szélességi fokon fekszik, a delelő napmagasság $19,5^\circ$ és $66,5^\circ$ között változik, így a napelem ideális tájolása a déli irány, a modulok ideális dőlésszöge $30-65^\circ$ az energiaoptimalizálás időszakától függően.



1. ábra: A látszólagos nappálya és a delelési napmagasság Magyarország területén -
Forrás: Energiacentrum.com.

Itt kell megjegyezni, hogy a napelemekre a gyártó által megadott hatásfok és csúcsteljesítmény a standardizált napsugárzási spektrum (AM1,5 spektrum $41,8^\circ$ napmagasságnál) és sugárzási intenzitás (1000 W/m^2), valamint szobahőmérséklet (25°C) esetén érvényes.

Ettől eltérő körülmények esetén a hatásfok és a teljesítmény is eltér a megadottól, például kisebb fényintenzitás vagy nagyobb hőmérséklet esetén a teljesítmény jelentősen csökkenhet. Emiatt a megadott értékeket az energia-előállítás kiszámításánál nem átlagértékként, hanem inkább csúcserőértékként vehetjük alapul.



4.

Napelemes rendszertípusok

A teljes PV rendszer lehet sziget üzemű (hálózatfüggetlen) vagy hálózatra kapcsolt (hálózatra visszatápláló).

A sziget üzemű rendszer ott biztosít elegendő elektromos energiát, ahol nincs kapcsolat az elektromos hálózathoz. Tipikus példák a hétvégi ház, erdészház, borospince, hegyi menedékház, sziget, távoli mérőállomás. A rendszer magában foglalja a PV modulokat, a szabályozó elektronikát, a megfelelően méretezett akkumulátor telepet és az invertert a váltakozó áramú eszközök betáplálásához.

A hálózatra kapcsolt PV rendszer nem igényel szolár akkumulátor telepet, így a veszteségek és a költségek minimalizálhatóak. Ebben az esetben a generált elektromos energiát közvetlenül az elektromos közhálózatra tápláljuk egy szinkronizált inverteren keresztül, és a betáplált energiát az energiaszolgáltató elszámolja. Ez a rendszer magában foglalja a PV-modulokat, PV illesztőt, komplex intelligens három fázisú PV-invertert, váltóáramú illesztőt és háromfázisú transzformátort. A visszatáplálás méréséhez egy speciális kétirányú villamos mérőre van szükség.

Lehetőség van a fent leírt két rendszer kombinálására is. Ebben az esetben a PV rendszer elsősorban az akkumulátor telepet tölti, és a többlet energiát táplálja a közhálózatba, így egy hálózati hiba esetén az akkumulátor telep szünetmentes tápegységként is használható.

Tetőre szerelt napelemes rendszer tervezése esetén fontos figyelembe venni a modulok és a tartószerkezet többlet tömegét, valamint a megváltozott szélterhelést.

5.

Napelemek típusai

A napelemeket (PV-cellákat, PV-modulokat) három generációra lehet osztani.

Az első generációs napelemek az **egykristályos** és **többkristályos** (más néven polikristályos) szilícium (Si) napelemek. Ezek az eszközök jó minőségű Si kristályokon alapulnak, ezért az energiaátalakítási hatásfokuk viszonylag magas, azonban az alapanyag előállítási költsége is meglehetősen magas.



A kereskedelmi kristályos napelemek hatásfoka jellemzően 14-22%. Élettartamuk hosszú, a gyártók általában 20-25 év teljesítmény garanciát vállalnak rá. A különbség az egykristályos és többkristályos Si napelemek között alapvetően az alapanyaguk minősége az eltérő előállítási technológia következtében. Emiatt a többkristályos Si napelemek olcsóbbak, de kisebb a hatásfokuk (13-15%) az egykristályos Si cellákhoz képest (15-22%). A Si napelem cellákat sorba illetve párhuzamosan kell egymáshoz kapcsolni egy fizikai behatásoktól védő tokozáson (modul, panel) belül a használható elektromos teljesítmény elérése érdekében. Ezek a modulok 6, 12, 24, 48V névleges feszültséget és néhányszor 10-100W névleges teljesítményt szolgáltatnak.

Az épületek napelemes rendszere ezeket a modulokat használja fel. A technológia fejlődési iránya a vékonyabb kristályos napelem cellák alkalmazása, amelyek olcsóbbak és hajlékonyabbak.

A második generációs napelemek a **vékonyréteg** napelemek. Ezek az eszközök minimális mennyiségű alapanyagot alkalmaznak, ezért az előállítási költségük kisebb lehet, bár a hatásfokuk (1-15%) és élettartamuk is kisebb a kristályos Si napelemekhez képest. Jellemző képviselői az amorf szilícium (a-Si) napelemek (5-10% hatásfok), a CdTe, CIS, CIGS napelemek (10-15%), a festékérzékenyített napelemek és a szerves napelemek (2-5%). Előnyük, hogy nem csak üvegre, de kerámira, fémre és hajlékony fóliára is felvihetőek.

A hőmérsékletre és a fényintenzitásra (és így az árnyékolásra is) kisebb az érzékenységük. Egy speciális alkalmazásuk az átlátszó napelem, amelynek igen alacsony a hatásfoka (1-4%), azonban nagy felületű ablakok vagy függönyfal felületére felvihető több színben (akár teljesen átlátszóként is), általában a külső napfény kb. 10%-át engedik át. A vékonyréteg napelemek a gyártás során közvetlenül modul formában készülnek el, mivel a félvezető és vezető rétegek két üveglap közé vannak leválasztva.



A modulok tömege kb. háromszorosa az első generációs napelemekéhez képest azonos teljesítményre nézve, névleges feszültségük általában 40-50V.

A **harmadik generációs napelemek** egyszerre minimalizálják az alapanyag mennyiségét és növelik a hatásfokot. Többféle technológia létezik erre, de ma még nagyon drágák, ezért csak speciális célokra használják (pl. űrtechnológia). Jelenleg a legígéretesebb kereskedelmi technológia a **koncentrált napelem rendszer**, amely a hatásfok növelését (18-23% a rendszerre) a fényintenzitás növelésével éri el. Ez a technológia napkövető rendszert igényel és precíz optikát.

Több cég készíti a PV modulokat beépített elektronikával. Ez minden modulra egyénileg biztosítja a maximális teljesítménypont követést (MPPT), és a teljesítményadatokat mérését monitorozáshoz és hibaérzékeléshez, esetleg teljesítmény optimalizálásra is képesek.

6.

PV-inverterek típusai

A PV-inverter a hálózatra kapcsolt napelemes rendszer központi eleme. A PV-modulok által termelt egyenáramot (DC) ezek a berendezések tudják átalakítani a villamos közhálózatok által használt váltóárammá (AC). A PV-invertereket legtöbbször garázsban, kazánházban, pincében, padláson szereljük fel, de akár kültéren is elhelyezhetőek.

A hálózati inverterek fő funkciói:

- a napelemek által termelt egyenáramot váltóárammá alakítja,
- a váltóáramot a villamos hálózat értékeihez szinkronizálja, védelmi funkciókat lát el,
- megjeleníti a termelt áram mennyiségét, monitoring rendszerrel kiegészítve számítógépen is követhető részletes információkat ad az áramtermelésről.

A kisebb rendszereket egyfázisú inverterekkel szokás szerelni (családi házaknál ez a jellemző), míg a nagyobb rendszereket háromfázisú inverterekkel kapcsolják össze.

A PV-inverterek méretezését a beépíteni kívánt PV-modulok összteljesítménye határozza meg. Javasolt a kiépített rendszerhez méretezett PV-invertert használni, mert bár a PV-inverterek széles tartományban tudnak dolgozni, jó hatásfokkal csak megfelelő méretezést követően képesek működni. A modern piaci PV-inverterek jellemzően 95-98%-os hatásfokúak.

A kereskedelemben beszerezhető PV-inverterek **két fő technológiával készülnek**: transzformátorral, vagy transzformátor nélkül. A transzformátor nélküli PV-inverterek általában magasabb hatásfokúak, de vékonyrétegű napelemekhez általában korlátozottan használhatóak.

A PV-invertereket jellemzően 5 év garanciával forgalmazzák, várható élettartamuk 10-15 év. Ez azt is jelenti, hogy egy napelemes rendszernél és annak jellemzően tervezett 25 éves élettartama alatt egyszer számolni kell a PV-inverter cseréjével.



7.



Napelem tartószerkezet típusai

A napelemes rendszer tartószerkezete lehet fix vagy napkövető.

A fix telepítésű PV-modulokat általában az épület tetőszerkezetéhez, esetenként a talajra rögzítik egy meghatározott pozícióban. Egy fix napelemes rendszert egy nap átlagosan 6 órán át ér elegendő napfény. Ez esetben a tájolás és a modul dőlésszöge alapvetően fontos. A tervezésnél a működési időben előforduló árnyékolások elkerülését is figyelembe kell venni. Ideális esetben elegendő a jól betájtolt épület tetőszerkezetét felhasználni.

A napkövető tartószerkezetek alkalmazása esetén a PV-modulokat valamilyen mozgatható egységre telepítik. A napkövető rendszer tudja a lehetséges legtöbb napenergiát begyűjteni a nap során, mivel vízszintesen elfordítja és függőlegesen dönti a modulokat olyan módon, hogy a napsugár merőlegesen érkezen rájuk. Az egységek általában elektronikus vezérlésűek, amelyek motoros mozgatóval teszik lehetővé mind a dőlésszög, mind az égtáj szerinti tájolás legideálisabb pozícióba történő beállítását, ezért további elektronikára és mozgató mechanikára van szükség, valamint a megfelelő hely kiválasztása is körülményesebb.

Egy cseréptetővel rendelkező családi ház esetén a napelemek rögzítéséhez a cserép alá helyezett szarufahorgon kívül alumínium sínekre van szükség, amelyhez a PV-modulokat rögzítik. Az eltérő kivitelben gyártott cserepekhez különböző szarufa horgok kellenek, speciális esetek a zsindeley vagy a lemeztető szerkezetek.

Lapos tetőkre telepített napelemek felszereléséhez többféle tartószerkezet alkalmazható. Nem mindegy, hogy milyen a tető anyaga, szigetelése, illetve – figyelembe véve az esetleges szél- és hóterhelést – mennyire súlyozható a tetőszerkezet.

Földi telepítésű rendszereknél a tartószerkezeteket rendszerint betonozzák, vagy talajcsavarokkal rögzítik a felszínre.

A tartószerkezetek alapanyagául leginkább az alumínium, illetve annak valamilyen ötvöze felel meg. A napelem rendszerekhez szükséges csavarok, tartókampók, leszorító rögzítő elemek általában rozsdamentes acélból készülnek, míg a síneket húzott alumíniumból gyártják.

A szerkezet statikai méretezése a várható szél- és hóterhelés miatt elengedhetetlen. A PV-modulok tartószerkezete egyszerűen szerelhető, összeilleszthető kell legyen.

8.

Szolár akkumulátorok típusai

A napelemes rendszerekhez szükség esetén speciálisan fejlesztett szolár akkumulátorokat használunk, amelyek a napenergiás termelés jellegzetességeire vannak optimalizálva, így magasabb élettartammal rendelkeznek a hagyományos akkumulátorokhoz képest (350-1200 ciklus).

**Több típusa létezik:**

- folyadék elektrolitú kentlemezes szolár akkumulátor, alacsonyabb élettartammal;
- zselés elektrolitú kentlemezes, alacsony önkisülésű karbantartásmentes zárt szolár akkumulátor, közepes élettartammal;
- nagyteljesítményű folyadék vagy gél elektrolitú páncéllemezes, zárt és karbantartásmentes blokk akkumulátorok, kis alapterület igényvel és magas élettartammal.

9.

A jelenlegi energetikai, építési és villamos követelmények

Magyarországon az Európai Unió irányelveit követve elkészített 7/2006. TNM rendelet⁵ tartalmazza az épületek energetikai követelményeit. A szabályozás jelenleg átmeneti állapotban van, hiszen az új követelmények a különböző épülettípusoknál eltérő időpontban lépnek életbe.

Jelenleg három fajta követelményszint létezik párhuzamosan:

- a kivezetendő korábbi követelmények (legenyhébb)
- a költségoptimalizált (szigorúbb)
- a közel nulla energiafelhasználású követelményszint (még szigorúbb)

⁵ 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

Részben eltérő követelmények vonatkoznak meglévő épület bővítéssel létesített vagy energiamegtakarítási célú felújítással érintett szerkezeteire. A rendelet részletes tájékoztatást ad arról, hogy egy adott épületre mely követelményszint vonatkozik (illetve mikor lép életbe a következő követelményszint).

Önmagában az épületek határoló szerkezeteinek javításával nem érhető el az Európai Unió által kitűzött energiamegtakarítási célok. **A megújuló energia széleskörű felhasználása, a fejlett épületgépészet alkalmazása egyaránt szükséges lesz a költségoptimalizált és különösen a közel nulla követelményszint energetikai követelményeinek teljesítéséhez.**

A HMKE rendszerrel kapcsolatos jogszabályrészek a következők:

- VET: a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény
- Vhr: a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet
- Rhd rendelet: A 2017. január 1-től érvényes villamos energia rendszerhasználati díjak mértékét és alkalmazásának szabályait a következő MEKH rendeletek tartalmazzák: 10/2016. (XI.14.) MEKH rendelet a villamos energia rendszerhasználati díjak, csatlakozási díjak és külön díjak alkalmazási szabályairól; 15/2016. (XII.20.) MEKH rendelet a villamos energia rendszerhasználati díjak, csatlakozási díjak és külön díjak mértékéről.
- Elosztói szabályzat: Az elosztó hálózathoz való hozzáférés együttműködési szabályai 10. sz. módosítás (2016.VIII.23.) és mellékletei.

A napelemes rendszerek létesítése során meg kell felelni azon követelményeknek is, melyet az üzembe helyezésre, ellenőrzésre és dokumentálásra vonatkozó szabványi előírások támasztanak. A hálózatra csatolt napelemes rendszerekhez az MSZ EN 62446:2010 illetve az MSZ EN 62446-1:2016 szabvány írja elő a minimálisan szükséges rendszer dokumentáció tartal-

mát, üzembe helyezéshez szükséges vizsgálatok körét, és a rendszer ellenőrzésének lépéseit.

A napelemes rendszerek ellenőrzése és üzembe helyezése során számos olyan mérést és vizsgálatot kell elvégezni, mely az MSZ HD 60364 villamos berendezések első ellenőrzésére és időszakos ellenőrzésére vonatkozó követelmények határoznak meg. Az első ellenőrzés nem csupán az önálló, új létesítésű rendszerekre, hanem a bővítésekre és átalakításokra is vonatkozik. Az időszakos ellenőrzés célja, hogy a már üzemelő rendszer és az azt alkotó rendszerelemek, szerkezetek állapota megfelel-e a használatra.

A PV-modul, mint a napelemes rendszer alapeleme a napkollektorokkal ellentétben **nem minősül** építési **terméknek**, ezért építési követelmények sem vonatkoznak rá. **Kivételnek** számít a **PV/T modul**, amely egyesíti magában a napelem és a napkollektor felépítését és működését, ezért ennek építési terméként való engedélyeztetése során a napkollektorokra vonatkozó előírásoknak is meg kell felelnie.

Speciális esetnek minősül az épületbe integrált napelemes (BIPV) rendszerek megvalósítása. Magyarországon az ilyen rendszerek igen ritkák, mégis érdemes megjegyezni, hogy ez esetben a fentiekén kívül az adott épületelemre vonatkozó előírásokat, követelményeket is be kell tartani, és az építési engedély elengedhetetlen. Szintén különleges esetnek számít az épület látszó homlokzatán, tetőzetén elhelyezett napelemes rendszer, valamint a védett épületek, természetvédelmi területek saját előírásainak betartása adott esetben.



10.

Miben segít az ÉMI?

Az ÉMI Nonprofit Kft. által készített dokumentumok (műszaki értékelések, tanúsítványok) hitelesen tartalmazzák a bennük szereplő termékek műszaki jellemzőit.

Igény esetén az elkészült PV rendszerek szabványos AC és DC oldali vizsgálatait nagy pontosságú hitelesített mérőeszközeinkkel elvégezzük.

Vitás esetben akkreditált mérésekkel állapítjuk meg a tényleges műszaki jellemzőket.

További információ:

www.emi.hu



2. ábra: PV/T napelem modulok lapos tető szerkezetére erősítve

A minőségről közérthetően.

Az EMILI füzetek sorozat eddigi megjelent részei:



Ablakok



Szerkezeti fa



Hőszigetelés



Homlokzati hőszigetelő
rendszerek



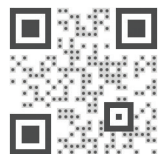
Szerelt építésmóddal
készült épületek



Napelemek



Teljesítménynyilatkozat



| www.emi.hu



ÉPÍTÉSÜGYI
MINŐSÉGELLENŐRZŐ
INNOVÁCIÓS NKFT.