

segítségével (Vass Imre, MTA Szegedi Biológiai Központ Növénybiológiai Intézete); 7. A napenergia várható hatása a villamosenergia-rendszerre (Szeredi István, Magyar Villamos Művek); 8. A napenergia hasznosításának környezeti és társadalmi hatásai (Kaprocs Zoltán, Szent István Egyetem Környezetipari Rendszerek Intézet) és 9. Naphőerőművek (Gács Iván és Mayer Martin János, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék).

Megjegyezzük, hogy a napenergetika hasznosítása területén dolgozó szakemberek szakmai érdekeinek képviselője céljából civil szakmai szervezetként működik a *Magyar Napenergia Társaság* (MNT, URL4), amelyet 1990-ben alapítottak. Korábban a *Nemzetközi Napenergia Társaság* (International Solar Energy Society, ISES, URL5) Magyar Tagozata (ISES-Hungary) alakult meg 1983-ban, amely jelenleg az MNT keretén belül fejt ki tevékenységét. A Magyar Napenergia Társaság önkéntesen létrehozott, nemzetközi kapcsolatokra törekvő tudományos egyesület. Tagja lehet minden szakember, aki a társaság céljaival egyetért, a célok érdekében aktívan tevékenykedni kíván. A társaság működési rendjét részleteiben az

#### IRODALOM

- Büki Gergely – Lovas Rezső (szerk.) (2010): *Megújuló energiák hasznosítása. Köztestületi Stratégiai Programok*. MTA, Budapest • <http://tinyurl.com/ldpqyoy>
- Farkas István (2010): A napenergia hasznosításának hazai lehetőségei. *Magyar Tudomány*. 171, 8, 937–946. • <http://www.matud.tif.hu/2010/08/05.htm>
- Láng István (2008): Megújuló energiaforrások: pro és kontra. Nap-, szél-, geotermikus, bioenergia – környezet és gazdaságosság. In: Szentgyörgyi Zsuzsa (szerk.): *Tanulmányok a magyarországi energetikáról*. MTA, Budapest, 191–198.
- Lovas Rezső (szerk.) (2012): Áttekintés Magyarország energiastatégijáról. (MTA Köztestületi Stratégiai Programok) MTA, Budapest • <http://tinyurl.com/lfake3>

Alapszabály rögzíti. Az MNT elsődlegesen a környezetbarát és megújuló energiaforrások – közöttük elsősorban a napenergia – hazai hasznosításának elősegítése érdekében tevékenykedik. Ennek megfelelően a legfontosabb céljai a következők:

- a legújabb hazai és külföldi szakmai és tudományos információk terjesztése;
- a műszaki-tudományos tapasztalatok átadásának elősegítése;
- szakemberek együttműködésének segítése;
- a szakismereti, a szakmai képzés és továbbképzés támogatása;
- a műszaki fejlesztés céljait szolgáló feladatok megoldásában való közreműködés;
- a hazai és nemzetközi munkaülések és konferenciák szervezése, és
- a hazai és nemzetközi szakmai és tudományos szervezetekkel való együttműködés elősegítése.

Kulcsszavak: *KÖTEB „Energetika és Környezet” Albizottsága, Magyar Napenergia Társaság, megújuló energiaforrások, napelemes villamosenergia-termelés, naperőmű, napkollektoros hőtermelő berendezés, Nemzetközi Napenergia Társaság, szigetüzemű napelemes rendszer*

- Orosz Zoltán (2015): Biomassza és naperőmű – A Mátrai Erőmű Zrt. megújulóenergiaforrás-felhasználása a villamosenergia-termelésben. *Mérműk Újság*. XXII, 6, 18–19.
- Szabados László (2016): A Juno űrszonda megkezdte az adatgyűjtést a Jupiternél. • <http://tinyurl.com/n2qxp8>
- Varga Pál (2016): Napkollektoros hőtermelés és napelemes áramtermelés. *Mérműk Újság*. XXIII, 3–4, 36–38.
- Véghely Tamás (2016): Napenergia-hasznosító rendszerek vagyónvédelme. *Megújuló Épületenergetika*. III, 3, 34–38.  
URL1: <http://tinyurl.com/l59rgv2>  
URL2: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Solar\\_Impulse](https://hu.wikipedia.org/wiki/Solar_Impulse)  
URL3: <http://solarboateam.hu/index.php>  
URL4: <http://fft.szie.hu/mnt>  
URL5: <https://www.ises.org>

# NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS – HAZAI ÉS NEMZETKÖZI HELYZETKÉP

Farkas István

DSc, Szent István Egyetem Környezetipari Rendszerek Intézet  
Farkas.Istvan@gek.szie.hu

#### Bevezetés

Korunk egyik nagy kihívása a környezetszennyezés, ezen belül az üvegház típusú gázok kibocsátásának mérséklése. Ennek megfelelően számos nagy politikai és szakmai-tudományos tanácskozás tárgya e problémakör pontos feltérképezése és a tennivalók megfogalmazása.

Ismert tény, hogy az energia-előállítás és -fogyasztás módjaival kapcsolatosan keletkezik az üvegházgázok (ÜHG) jelentős hányada. Így nem véletlen, hogy a megújuló energiaforrások és ezek között is a napenergia hasznosítása az elmúlt évtizedekben jelentősen megnőtt. Ezt magyarázza a napenergiás technológiák fejlődése, a hasznosító eszközök árának csökkenése, de ide sorolható a társadalmi elfogadottság szintjének növekedése is.

A rendelkezésre álló napenergia-potenciál meglehetősen magas érték. A Nap sugárzásából a Földünket érő sugárzási energia a jelenlegi primer energiafelhasználásunk mintegy nyolcezerszerese. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a mai technológiai ismereteink birtokában a teljes energiaszükségletünket tudnánk ily módon fedezni, de egyfajta biztosíték arra nézve, hogy a jövőben egyre fokozottabban számíthatunk a napenergia-hasznosítás részarányának növekedésére.

Ugyanakkor nem szabad elfelejteni azt sem, hogy a napenergia-hasznosítás vizsgálatakor fontos szempont a földrajzi helyzet, a beérkező napsugárzás jellemzői, a meteorológiai tényezők, a hasznosítás módja, a technikai feltételek, a társadalmi tényezők, valamint a gazdaságosság is.

Jelen dolgozat a napenergia-hasznosítás jelenlegi helyzetének és a jövőbeli trendjeinek legfontosabb mutatóit tekinti át mind hazai, mind pedig nemzetközi vonatkozásban.

#### Szakmai szervezeti háttér

A Magyar Tudományos Akadémia Megújuló Energetikai Albizottsága együttműködve a Magyar Napenergia Társaság (MNT) szakembereivel felmérést készített a hazai napenergia-potenciálról. A napenergia közvetlen hasznosításának fő területei a következők voltak (Farkas, 2010; Imre – Bohoczky, 2006):

- az aktív szoláris termikus rendszerek,
- a mezőgazdasági szoláris termikus alkalmazások,
- a szoláris fotovillamos (PV) energetikai célú hasznosítás,
- a passzív szoláris termikus rendszerek.

A napkollektorokkal történő aktív napenergia-hasznosításra alkalmas felület a következő évtizedben 32,25 millió m<sup>2</sup>. Hazánk teljes aktív szoláris termikus potenciálja 48,815 PJ/év.

A mezőgazdasági termelés hőigényeit kielégítő szoláris termikus potenciál összesen 15,91 PJ/év értéket tesz ki.

A PV-rendszerek szabad területeken telepítve erőművi alkalmazásokat szolgálnak, épületek tetőfelületére szerelve vagy épületek homlokzatába integrálva helyi energiaellátásra alkalmazhatók. Hazánkban a technikailag kedvezően beépíthető felület: 4051,48 km<sup>2</sup>. Figyelembe véve a felületek dőlésszögének megoszlását, valamint a napelemek jelenlegi hatásfokát, a teljes PV energetikai potenciál 1749 PJ/év.

A passzív szolár termikus potenciál a napenergia építészeti hőhasznosítására felhasználható energia. Új épületek létrehozására és a meglévő épületállomány rekonstrukciójára alapozva, hazánk teljes passzív szoláris termikus potenciálja 37,8 PJ/év.

A napenergia-hasznosítás a műszaki potenciál mellett gazdasági és társadalmi oldalról csak komplex tanulmánnyal becsülhető, amely figyelembe veszi a klímapolitikai, foglalkoztatottsági célkitűzéseket és a környezeti hatásokat, ugyanakkor magában foglalja az energiatermelés költségeit és hozadékát is.

Az MNT szakcsoportjai a napenergia-hasznosítás következő területeit ölelik fel:

- a napenergia építészeti hasznosítása,
- a napenergia fotovillamos hasznosítása,
- a napenergia mezőgazdasági hasznosítása,
- a napenergia hőhasznosítása,
- energiapolitika,
- szoláris hőszivattyúk.

Az MNT a Nemzetközi Napenergia Társaság (International Solar Energy Society, ISES) keretén belül működik, amely két évente rendez meg Napenergiás Világkongresszusát, ahol a napenergia-hasznosítás összes szakmai kérdéseit megvitatják. A 2015-ben Daeguban (Koreában) megrendezett kong-

resszus legfontosabb szakmai területei a következők voltak:

- passzív szoláris építészeti,
- energiaforrások vizsgálata,
- PV-technológiák és alkalmazásai,
- naphőerőművek és egyéb megújuló energiaforrások,
- napenergiás fűtés és hűtés,
- a napenergia-hasznosítás társadalmi hatásai,
- energiatárolás,
- hálózatra kapcsolt PV-rendszerek,
- hálózattól távoli, autonóm energetikai rendszerek,
- tiszta energetikai technológiák és stratégiák a közlekedésben.

Az ISES Európai Tagozata a Világkongresszust követő években szervezi meg a saját konferenciáját, amely 2016-ban Palma de Mallorcán (Spanyolország) volt hasonló témakörökkel. Néhány további kiemelt kérdéskör a következő volt:

- napkollektorok és fototermikus rendszerek,
- teszt és minősítés,
- napenergiás oktatás,
- napenergiás stratégia és energiapolitika.

Mindezek mellett számos hazai és nemzetközi szakmai és társadalmi szervezet készít rövid és hosszú távú prognózisokat a napenergia és más megújuló energiaforrások várható elterjedéséről. A legfrissebb nemzetközi riportok a következők: *Renewables 2016 – Global Status Report*, *REthinking Energy* (2015); *Solar Heat Worldwide* (Mauthner et al., 2016).

#### A napenergia-hasznosítás fő területei

A napenergia-hasznosítás területén a prioritási trendek az utóbbi tíz évben jelentősen megváltoztak. A jelenlegi helyzet a következőképpen összegezhető:

- fototermikus napenergia-hasznosítás – *kiemelt prioritású,*

- villamos energia előállítás koncentrált termikus rendszerrel – *támogatott,*
- PV-napenergia-hasznosítás – *magasabb prioritású,*
- passzív hasznosítás – *flyamatos ütemű.*

A legjelentősebb változás a PV- (napelemes) rendszerek előretörésében látható, a fototermikus (napkollektoros) rendszerekkel szemben. Az elmúlt tíz évben az EU támogatási rendszerében is mintegy 20–80%-os változás történt a PV-rendszerek javára.

Ennek fő oka az, hogy a napkollektoros rendszerek meglehetősen magas technológiai szintet értek el, és esetükben az elterjesztés jelenti a fő feladatot.

A PV-rendszerek esetében, bár az árak jelentősen csökkentek, a piacra kerülő napelemek hatásfokának várt növekedési üteme nem érte el a korábbi becsléseket. Ily módon ezen a területen még számos innovációs feladat megoldása áll előttünk.

#### Fototermikus napenergia-hasznosítás

Az 1. ábrán látható módon az üvegezett és lefedés nélküli kollektorokat is magában foglaló fototermikus napenergia-kapacitás

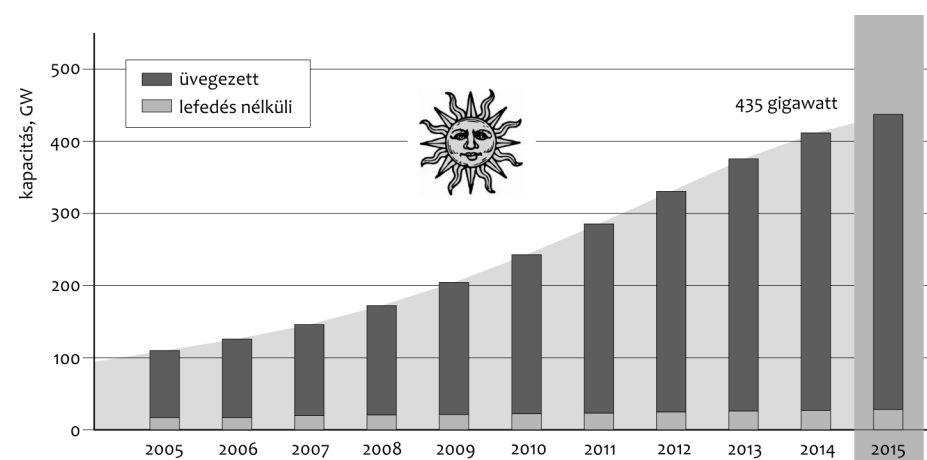
növekedési üteme az utóbbi években némileg lassul, de abszolút értékben fokozatosan nő. 2015-re a fűtési és hűtési célú fototermikus kapacitás elérte a 435 GW értéket (Mauthner et al., 2016; Renewables, 2016).

A területi megoszlást illetően a telepített napkollektorok mintegy 70%-a Kínában, közel 20%-a Európában, 5%-a pedig Kínában és az USA-ban található. Az erőteljes kormányzati támogatási politikának köszönhetően a kínai részarány további növekedése várható. Európában Németország és Ausztria a meghatározó térség a napkollektoros telepítéseket illetően.

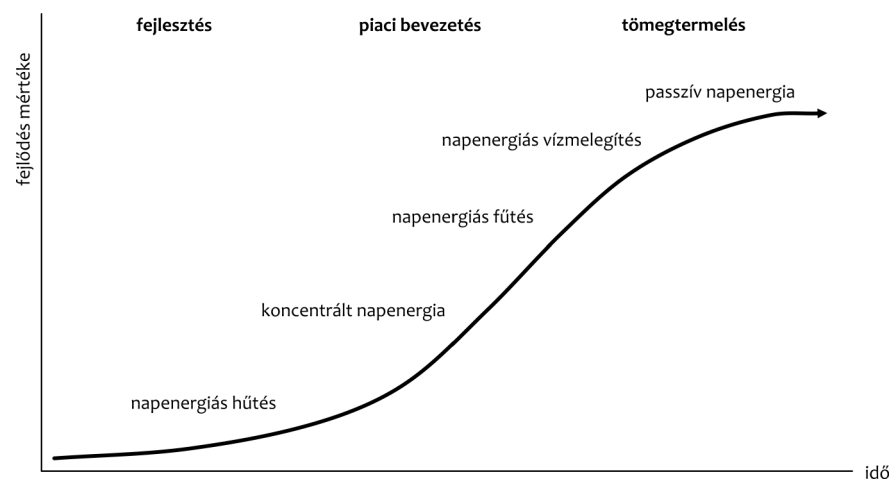
A fototermikus napenergia-hasznosítás jellemző területeinek fejlődését – a legkorábban alkalmazott passzív hasznosításhoz viszonyítva – a 2. ábra szemlélteti.

Az egyes területek jelenlegi helyzetével kapcsolatosan a következő megállapítások tehetők:

- A napenergiás használati melegvíz készítésének (HMV) és lényegében a fűtési célú alkalmazásoknak a technológiai fejlettségi szintje és ennek megfelelően a piaci bevezettségük is meglehetősen magas.



1. ábra • A világ fototermikus kapacitása



2. ábra • A fototermikus napenergia-hasznosítás fejlődése

Ez az oka annak, hogy e rendszerek további fejlesztési támogatását az EU alacsonyabb prioritással támogatja.

- Az energiatermelési célú koncentrált napenergiás (Concentrated Solar Power, CSP) rendszerek alkalmazása elsősorban a kedvező sugárzási adottságú országokban releváns. A napsugárzási intenzitások és energiahozamok területi számbavételével könnyen igazolható, hogy a CSP-rendszerek telepítése céljából Európában a Róma–Madrid-vonaltól délre eső területek jöhetnek szóba.
- A napenergiás hűtés, klimatizálás feljövőben levő terület. Ésszerűségét mutatja, hogy akkor van legnagyobb szükség ilyen célú energiára, amikor a napenergiából a legnagyobb mennyiség áll rendelkezésre. Ez okból a tárolási problémák is mérsékelhetők. Ennek megfelelően a legutóbbi EU-s projektfelhívások is támogatják e terület további gyors fejlődését.

A részterületeket tételesen felsorolva a jelenleg kiemelhető fototermikus alkalmazások a következők:

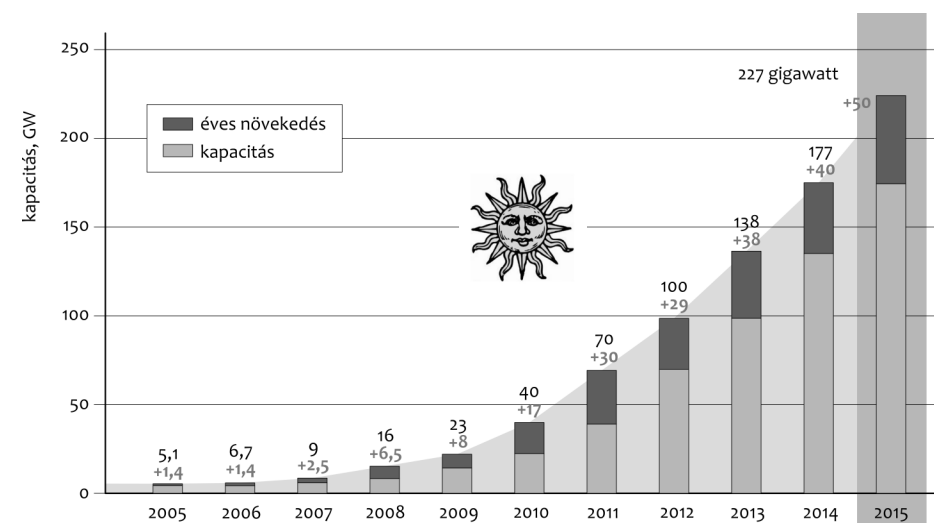
- használati melegvíz készítése,
- kombinált rendszerek (HMV és fűtés),
- nagy rendszerek,
- uszodai vízmelegítés,
- távfűtés,
- egyéb technológiai célú melegvízkészítés,
- napenergiás hűtés.

A fototermikus területre vonatkozó EU-s célkitűzések a napkollektorok további telepítését szorgalmazzák. A cél, hogy 2020-ra az EU országaira vonatkozóan elérjük az 1 m<sup>2</sup> napkollektor/fő irányszámot (Mauthner et al., 2016).

#### Fotovillamos napenergia-hasznosítás

Kétségtelen tény, hogy a napenergia-hasznosítás területén napjainkban a PV-(napelemez) hasznosítás játszik döntő szerepet. Felfutásának alapvető oka elsősorban a piacon elérhető termékek árának drasztikus csökkenése, így módon a kereslet növekedése.

A 3. ábra a világ PV-kapacitását mutatja, ami 2015-re elérte a 227 GW értéket. A fejlődés üteme töretlen, csupán 2015-ben 50 GW teljesítményű telepítés történt. (Renewables, 2016).



3. ábra • A világ fotovillamos kapacitása és annak éves növekedési üteme.

A PV-kapacitás növekedésével együtt rendkívüli mértékben fokozódott a szóba jöhető újabb technológiák kutatása, amelyek elsősorban a hatásfok növelését célozzák (lásd Gali Ádám tanulmányát e cikkgyűjtemény 540–544. oldalán).

A jelenlegi PV-napenergia-hasznosítás fontosabb jellemzői a következők:

- a PV-cellák és modulok 30–40%-os éves árcsökkenése,
- a piaci termékek hatásfoka még mindig nem nő az elvárt mértékben,
- piaci verseny a kristályos és vékonyrétegű technológiák között,
- több GW teljesítményű kulcsrakész rendszerek elérhetősége,
- a PV-kapacitás öt év múlva vélhetően meg fog duplázódni,
- a kínai termékek jelentős mértékű jelenléte a világpiacra,
- a villamos hálózati stabilitás megoldott kérdés lesz; példaként említhető, hogy Németországban, ahol az elmúlt tíz évben a hálózatra dolgozó PV-generátorok ka-

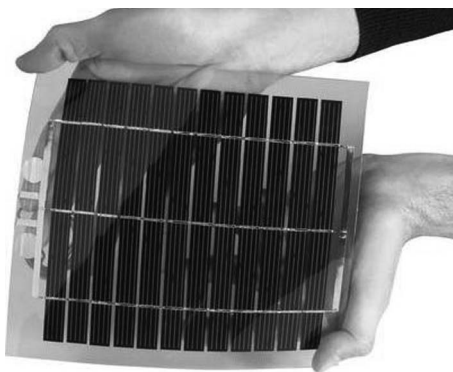
pacitása rendkívüli módon megnőtt, a hálózat jelenlegi stabilitása jobb, mint 2006-ban volt.

A felsorolt fontos jellemzőknek megfelelően a PV-napenergia-hasznosítás fejlesztésének kiemelt területei a következők:

- új technológiák megjelenése,
- harmadik generációs modulok fejlesztése (például szerves PV),
- cellák/modulok színeztése,
- átlátszó modulok,
- extra méretű modulok,
- új típusú rögzítési rendszerek.

Az egyes fejlesztések eredményeinek bemutatására a 4. ábrán példaként egy átlátszó PV modul látható, amely egyszerre szolgál energiatermelésre, ugyanakkor átriumos terek lefedésére használva természetes fény átérésztésére is alkalmas.

Az 5. ábrán a lapos tetőre utólag szerelhető, roncsolás nélküli rögzítési rendszer látható. Ez a megoldás nagyon gyors szerelést biztosít. Alkalmazhatóságát a viszonylag alacsony dőlésszög korlátozza csupán.



4. ábra • Átlátszó napelem

#### Passzív napenergia-hasznosítás

A napenergia passzív hasznosítását megvalósító épületekben a napenergia begyűjtését, annak tárolását és felhasználását az épület, illetve annak szerkezeti elemei végzik el.

A napenergia hazai építészeti hasznosításának mértékére nem állnak rendelkezésre pontos adatok, mivel a meglévő épületállomány építészeti, épületszerkezeti és hőtechnikai szempontból egyaránt igen heterogén. Ugyanakkor a hatóságilag bevezetett energiahatékonysági tanúsítvány (energia passzus) felértékeli az energetikailag kedvező épületeket, ami erősíti a passzív napenergia-hasznosítás értékét is.



5. ábra • Új típusú napelempregyítési rendszer

A meglévő épületeink felújítása során a passzív szoláris rendszerek alkalmazásának lehetőségei adódtak, közülük néhány példa a következő (Zöld, 1999):

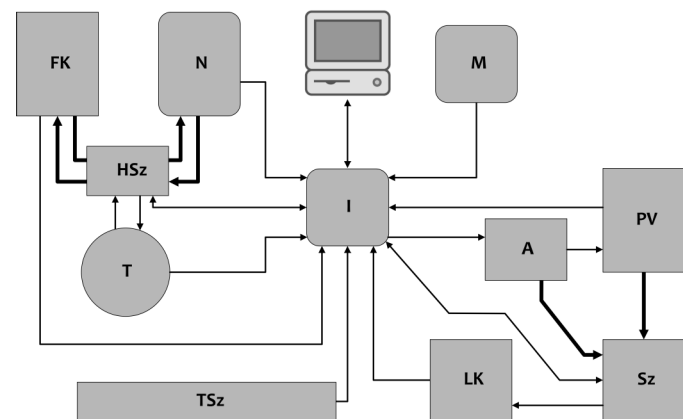
- a külső falszerkezetek átalakítása;
- a külső falszerkezetek transzparens hőszigetelése;
- csatlakozó napterek építése, illetve meglévő loggiák, erkélyek beüvegezése;
- mozgatható hőszigetelő-árnyékoló szerkezetek alkalmazása.

Valós cél lehet az épületeink fajlagos összes energiafogyasztását 50 kWh/m<sup>2</sup>/év értéket megközelítő szintre csökkenteni, ami az alacsony energiaigényű házak kategóriájának felel meg, ehhez pedig a hatékony passzív szoláris rendszerek felhasználása nélkülözhetetlen. Az ún. passzív szolár épületekben a napsugárzásból származó részarány az 50%-ot is elérheti. Ezek a házak az alacsony energiafelhasználású épületek azon csoportjába tartoznak, amelyeknél a fajlagos fűtési energiaigény nem haladja meg a 15 kWh/m<sup>2</sup> éves értéket.

#### Integrált energetikai-technológiai rendszer koncepció

E koncepció alapelve, hogy – az autonóm üzemű településen, gazdaságban – gyűjtsük össze a rendelkezésre álló összes energiafajtát, természetesen elsősorban a megújuló energiaforrásokat, majd a rendelkezésre álló forrásokat egy optimális stratégia szerint osszuk szét az egyes helyi felhasználók között. Ily módon elkerülhetők vagy csökkenthetők a megtermelt energia szállításával, tárolásával kapcsolatos költségek, nem is beszélve a környezetszennyezés csökkenéséről.

Egy napenergiára alapozott integrált energetikai/technológiai rendszer lehetséges koncepcióját mutatja a 6. ábra, amelynek demonstrációs változata meg is épült a Szent



6. ábra • Integrált szoláris energetikai/technológiai rendszer

István Egyetem Fizika és Folyamatirányítási Tanszékén (Farkas, 2003). Az ábrán bemutatott napenergia-hasznosító eszközök a következők: folyadékos napkollektor (FK), napenergiával fűtött növényház (N), átkapcsoló egység (Á), tároló tartály (T), transzparens szigetelésű fal (TSz), fotovillamos berendezés (PV), akkumulátor (A), napenergiás szárító (Sz), levegős napkollektor (LK), meteorológiai állomás (M) és mindezen eszközök központi monitorozására és szabályozására alkalmas irányító egység (I).

#### Összefoglalás

A napenergia-hasznosítás a műszaki potenciál mellett gazdasági és társadalmi oldalról csak

komplex módon becsülhető, amely figyelembe veszi a klímapolitikai célkitűzéseket, a környezeti hatásokat, ugyanakkor magában foglalja az energiatermelés externális költségeit és hozadékát is.

A napenergiás hasznosítások közül a jelenlegi trendek alapján – a fototermikus és passzív alkalmazások mellett – egyértelműen a PV- (napelemes) hasznosításoknak jósolható a legnagyobb felfutás. A fotovillamos energiatermelés hamarosan a legolcsóbb lesz a világ néhány régiójában.

Kulcsszavak: napkollektor, napelem, passzív hasznosítás, napenergiás kapacitás, alkalmazási területek, integrált rendszer.

#### IRODALOM

- Farkas István (2003): *Napenergia a mezőgazdaságban*. Budapest: Mezőgazda Kiadó
- Farkas István (2010): A napenergia hasznosításának hazai lehetőségei. *Magyar Tudomány*. 171, 8, 937–946. • <http://www.matud.iif.hu/2010/08/05.htm>
- Imre László – Bohoczky Ferenc (szerk.) (2006): *Magyarország megújuló energetikai potenciálja*. Budapest: MTA MEA
- Mauthner, Franz – Weiss, Werner – Spörk-Dür, Monika (2016): *Solar Heat Worldwide, Markets and Contri-*

- bution to the Energy Supply – 2014*. SHC - Solar Heating and Cooling Programme, International Energy Agency • <http://tinyurl.com/m6lrxl>
- Renewables (2016): Global Status Report. (REN 21) Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century • <http://tinyurl.com/p2uz9mk>
- REthinking Energy (2015): *Renewable Energy and Climate Change*. IRENA chrome • <http://tinyurl.com/z6ozens>
- Zöld András (1999): *Energiatudatos építéset*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó