

KÖZÉPÜLETEK ENERGIARÁSEGÍTÉSE NAPELEMMEL

ÉPÜLETÁLLOMÁNYUNK ENERGIATERMELÉSRE HASZNOSÍTHATÓ FELÜLETEI, PÁLYÁZATOK

Bakó Eszter

szervezőtervező építész-mérnök msc hallgató, Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail cím: bakoesz@gmail.com

Hován Gabriella Réka

szervezőtervező építész-mérnök msc hallgató, Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail cím: hogare@gmail.com

KIVONAT

A Nap energiája egyre jobban előtérbe kerülő megújuló energiaforrás. Létjogosultsága Magyarországon is kikerülhetetlen, sokkal alkalmasabb elektromos energia zöld előállítására hazánkban, mint a szél vagy a víz. Még év milliárdokig megbízható forrás, illetve a belőle való energia nyereség gépezeti rendszere is jobban integrálható a városi környezetbe. Magyarország nem csak földrajzi adottságaival, napenergia potenciáljával kínál jó lehetőséget a napelem telepítésre, hanem épített környezetének adottságaival is. Rengeteg nagyobb tetőfelülettel rendelkező közintézményben és lakóházban rejlik a megújuló energiaforrásra használhatóság lehetősége. Tanulmányunkban átlag lapos és magastetők vizsgálata során arra jutottunk, hogy csaknem minden közintézmény rendelkezik olyan felülettel, aminek napelemmel való beborítása jó hatásokkal ráségíthetne az adott intézmény energiafelhasználásának gazdaságosabbá tételére. A folyamat úgy tűnik elkezdődött, a felismerés nem a mi érdemünk, több pályázat fut a napokban is, illetve szerencsére jó megvalósult példák is vannak már, ezekből szeretnénk ízelítőt adni.

KULCSSZAVAK

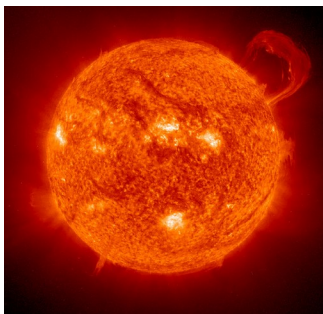
NAPENERGIA, NAPELEM, FOTOVOLTAIKUS, PV PANEL, NAPENERGIA POTENCIÁL, KÖZÉPÜLETEK, MAGYARORSZÁG

MAGYARORSZÁG NAPENERGIA VISZONYAI

A NAP SUGÁRZÁSÁNAK FOLYAMATA

Mielőtt megvizsgálánánk, hogy hogyan tudjuk Magyarországon 2015-ben épületeinken hasznosítani a napsugárzás energiáját, fel kell becslőnünk mi is ez az erő, amit a szolgálatunkba kívánunk állítani.

A napenergia hasznosítása egy megbízható forrás, nem az időszakosan használható elemek közé sorolható, mint mondjuk a szél vagy a víz. A Nap a Naprendszer központi csillaga már több milliárd éve, körülötte kering a Föld, valamint a Naprendszerhez tartozó bolygók, törpebolygók, kisbolygók, üstökösök. A Nap a mintegy 10 milliárd évig tartó fősorozatbeli fejlődésének a felénél jár. A Földtől körülbelül 150 millió km távolságra van, ami fénysebességgel 8,3 perc. Méretei emberi elme számára felfoghatatlan, átmérője 109 földátmérő. A Nap tartalmazza a Naprendszer anyagának 99,8%-át, de 73,5%-ban hidrogénből áll, amely a központjában zajló magfúzió során héliummá alakul. Ez adja azt az erőt, amit mi is fel szeretnénk használni.



1. Ábra: A Nap - www.nasa.gov



2. Ábra: Egy napkitörés - www.nasa.gov

A NAP SUGÁRZÁSÁBÓL TERMELHETŐ VILLAMOS ENERGIA

Nap nélkül nem lenne élet a Földön, energiájának köszönhetjük bioszféránk létezését, fennmaradását. De ideje, hogy ne csak így tekintünk rá! Ez az energia a többi jelenleg használt és kimerülőben lévő energiaforrással szemben szinte kimeríthetetlen, néhány milliárd évig még rendelkezésre áll.

A napelem vagy PV (photo voltaic), azaz fotovoltaiikus elem, a Nap sugárzási energiáját közvetlenül alakítja át villamos energiává. Az energiaátalakítást a napelem alapanyagául szolgáló félvezető végzi oly módon, hogy az elnyelt sugárzás közvetlenül villamos töltéseket hoz létre az anyagban, amelyeket a napelemben kialakított villamos tér szétválaszt. A villamos áram a külső áramelvezető kontaktusokon keresztül elvezethető.



3. Ábra: Polikristályos szilícium napelemek

A ma gyártott és a napelemes áramforrásokban tömegesen alkalmazott napelemek szinte kizárólag szilícium alapanyagból készülnek. A szilícium a Földünkön második leggyakrabban előforduló elem. Közismert előfordulási formája a homok, a szilícium dioxid, melyet termikus-kémiai reakcióval redukálják, majd tisztítják. A jelenleg alkalmazott és a közeljövőben alkalmazásra kerülő, hosszú élettartamú és jobb hatásfokú napelemek egykristályos illetve polikristályos szilícium felhasználásával készülnek.

Az egy- és polikristályos szilícium napelemek energia átalakítási hatásfoka napjainkban már a 15-17%-ot eléri. Laboratóriumi körülmények között azonban már 24,5% hatásfokot, többretegű napelemekkel pedig 30% fölötti hatásfokot is elértek. Készülnek amorf szilícium vékonyréteg napelemek is. Ezek hatásfoka 5% körül van.

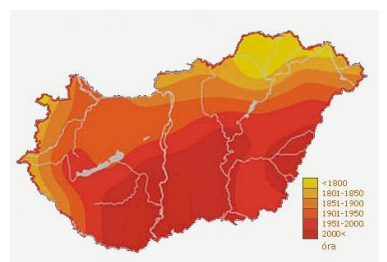
Napjainkban évente a világon több mint 1000MWp (megawatt-peak, a csúcsteljesítmény megawatt mértékegységben) teljesítménynek megfelelő mennyiségű napelemet állítanak elő. A termelés éves növekedésének üteme 34%, 2010-re ennek 15-szörösét prognosztizálták.

Magyarországon jelenleg több hazai és külföldi napelem-forgalmazó cég tevékenykedik. Profiszolár – Budapest, Sig Solar – Hernád, Agulhas Solar – Szolnok, Jüllich Glas Holding – Székesfehérvár.

HAZAI ADOTTSÁGOK, MAGYARORSZÁG NAPENERGIA POTENCIÁLJA

A hazai napenergia-hasznosítás vizsgálatok fontos szempont a földrajzi helyzet, az évszak függvényében beérkező napsugárzás jellemzői. Mérlegelendő a hasznosítás módja, a technikai feltételek, valamint a gazdaságosság.

Magyarország adottságai a napenergia-hasznosítás szempontjából kedvezőbbek, mint sok európai országé: az évi napsütéses órák száma 1900–2200, a beeső napsugárzás éves összege átlagosan 1300kWh/m². Az érkező napsugárzás szempontjából legjobb helyzetű az Alföld középső és déli része, kevésbé jó a nyugati és északi határhoz közeli hegyvidék.

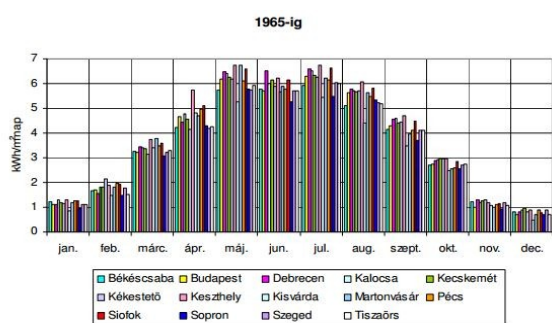


4. Ábra: Napsütéses órák száma Magyarországon

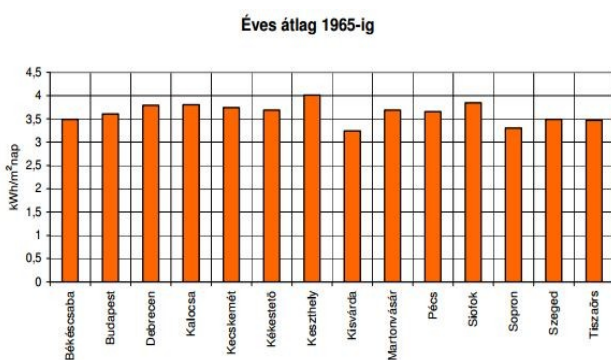
Az ország földrajzi helyzetéből adódóan azonban – szemben a mediterrán országokkal – jelentős különbség van a téli és a nyári napsugárzási adatok között. Nem csak erősség terén mutat változatosságot, hanem főleg a beesési szögben tapasztalható különbség nagy. Ezért van az is, hogy a Nap hőenergiája a téli időnyben fűtésre csak korlátozottan használható fel. A hazai hőingadozás miatt a berendezéseknek fagy esetén is működőképeseknek kell lenniük. Léteznek ún. szezonális (akár 100 000 m³ térfogatú) hőtárolók, amelyek a téli fűtési igény kielégítésében jelentős szerepet játszhatnak.

Magyarország területére átlagosan évente $1,16 \times 10^{14}$ kWh érkezik a Napból sugárzás formájában. Ez az energiamennyiség kb. 3000-szerese az ország éves villamosenergia-felhasználásának. 2m² felületre hazánkban annyi energia érkezik a Napból évente, mint egy háztartás éves villamosenergia-igénye.

Pálffy Miklós sokat publikált okleveles villamosmérnök kutatásaira hivatkozva megpróbáljuk bemutatni a magyarországi napenergia potenciál értékeit.

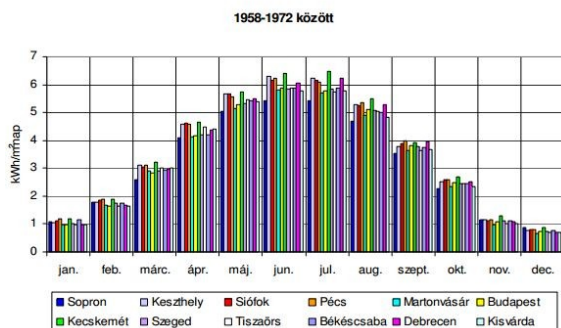


5. Ábra: Magyarország különböző mérési pontjain a globál sugárzás vízszintes felületeken mért napi fajlagos átlagos értéke az év különböző hónapjaiban



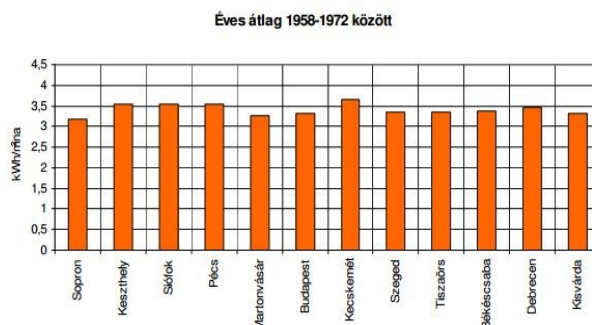
6. Ábra: Magyarország különböző mérési pontjain a globál sugárzás egész évre vonatkozó vízszintes felületen napi fajlagos átlagos értéke

Az 1965-ig rendelkezésre álló mérési eredmények kiértékelése alapján megállapítható, hogy Magyarország területén a vízszintes felületen mért globál sugárzás napi átlagértéke 3,2-4 kWh/m² között van, ami éves viszonylatban 1168 – 1460 kWh/m² értéknek felel meg.



7. Ábra: Magyarország különböző mérési pontjain a globál sugárzás vízszintes felületen mért napi fajlagos átlagos értéke az év különböző hónapjaiban

Az újabb – és valószínűsíthetően pontosabb, de rövidebb időszakot felölelő – 1958-1972 közötti rendelkezésre álló mérési eredmények kiértékelése alapján pedig az állapítható meg, hogy Magyarország területén a vízszintes felületen mért globál sugárzás napi átlagértéke 3,15-3,65 kWh/m² között van, ami éves viszonylatban 1150–1332 kWh/m² értéknek felel meg.



8. Ábra: Magyarország különböző mérési pontjain a globál egészre vonatkozó vízszintes felületen mért napi fajlagos átlagos értéke

Kimondhatjuk, hogy Magyarország területén a vízszintes felületen mért globál sugárzás éves értékének helyi eloszlása a legnagyobb értékhez képest 14%-on belül van, amiből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy országos energetikai becsléseknél egy 1250 kWh/m²-es átlagértékkel számolhatunk.

Magyarország 93 000 km² területére évente beérkező energia a Napból a fenti értékek átlagával számolva tehát $1,16 \times 10^{14}$ kWh, vagyis Magyarország 4×10^{10} kWh éves villamos energia fogyasztásának 2900 szorosa. Ezt tekinthetjük Magyarország napenergia potenciálja 1.rendű közelítésének.

Magyarország 2012-ben felhasznált energiamennyisége 999 petajoule, azaz 999 billiárd, azaz 999×10^{15} Joule.

ÉPÜLETÁLLOMÁNY ADOTTSÁGAINK

ÉPÜLET ENERGIATERMELÉSRE HASZNOSÍTHATÓ FELÜLETEI

Hasznos a középületekkel is foglalkozni, ha megnézzük Magyarország primer energia felhasználásának megoszlását, a nagyobb, 66%-ot felölelő rész a különböző szektorokat is tartalmazó nem lakóépületek alkotta rész. Tanulmányunkban a középületek fogalom alatt főleg az önkormányzati épületekre, polgármesteri hivatal, önkormányzati és oktatási épületekre és kórházakra összpontosítunk.



9. Ábra: Magyarország primer energiafelhasználásának megoszlása a különböző szektorok között - www.negajoule.hu

A napelemek telepítésénél a legfontosabb szempont a kedvező benapozás biztosítása, meglévő épületek esetében ez egy környezetvizsgálatot jelent, ne legyen sokkal magasabb árnyékot tartó ház a kiszemelt tető mellett, ne legyenek nagy árnyékoló fák, de a legfontosabb tényező a tető, az a hely, ahova a rendszer szedőelemét installálni tudjuk.

Épületekre történő telepítésnél első közelítésben a szabad tetőfelületeket vesszük számításba és ezek nagyságát igyekszünk megbecsülni.

Megkülönböztetve vesszük számba a lapostetőket és a magastetőket.

Síkfelületre történő telepítésnél általában nem jelent nehézséget a déli irányú tájolás, de a telepítésnél a napelemek takarását figyelembe kell venni.

Egy β dőlésszöggel telepített b szélességű napelem felületnél d sortávolság esetén a vízszintes síkhoz képest δ szögű napállásnál akkor nincs éppen takarás a sorok között, ha az alábbi összefüggés teljesül

$$d = b \times \frac{\sin(180^\circ - \beta - \delta)}{\sin \delta}$$

Általában elég jó a napsugárzás éves sugárzási energiájának kihasználása déli irányú telepítés esetén, ha a dec. 21.-i déli napállásra éppen teljesül ez a feltétel. Budapest szélességi körén (47,5°) történő 30°-os dőlésszögű telepítés esetén a dec. 21.-i napállást figyelembe véve d/b arány, azaz a sortávolság/napelem szélesség arány = 2,32-re adódik. Ebből pedig az következik, hogy a napelem felület a ténylegesen rendelkezésre álló síkfelületnek csak legfeljebb 43,1%-a lehet.

Meglévő épületeknél azonban a déli tájolás csak kevés helyen lehetséges, Azonban a déli iránytól +/- 20°-os tehát délkeleti vagy délnyugati tájolás esetén

a déli tájoláshoz képest csupán 7%-os az éves energia veszteség. Számoljunk 10%-os tájolási veszteséggel. A takarás miatt kizárható potenciális telepítési lehetőségek megbecsülése tűnik a legbizonytalanabbnak. Becslésünkkel nem leszünk túl optimisták, és nem követünk el talán nagy hibát, ha 50%-ra vesszük ennek értékét az egyéb okok miatt kieső területekkel együtt.

Az elvileg beépíthető napelem felület tehát a ténylegesen rendelkezésre álló síkfelületnek 0,431-szerese, de a hagyományos, ill. nyeregretető felületével megegyezik.

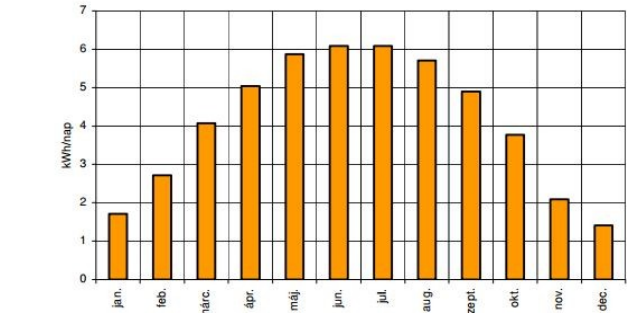
A valóságban, azaz ha minden árnyékolás, tájolási, beépíthetőségi összeférhetetlenséget figyelembe veszünk, akkor a kedvezően beépíthető napelem felület az elvileg beépíthető napelem felületnek $0,5 \times 0,9 = 0,45$ -szöröse.

Az alkalmazandó napelem modulok átlag hatásfokát a valóságban 15-17% helyett az egyszerűség kedvéért 10%-ra vegyük. Így 1 m² napelemnél 100 Wp teljesítménnyel számolhatunk. 1 kWp napelem által termelt villamos energiának felhasználás szempontjából csak kb. 80%-át vehetjük figyelembe a különböző csatlakozási, energia átalakítási veszteségek miatt. Így

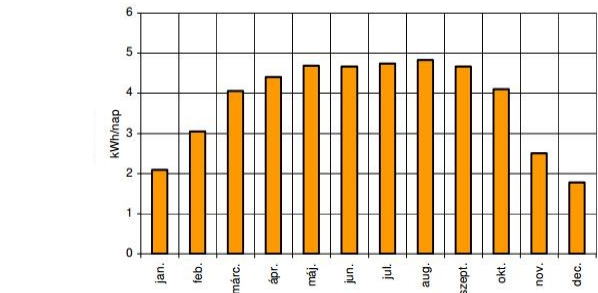
- 30° -nál 1200 kWh/év,
- 45°-nál 1150 kWh/év és
- 60° -nál 1100 kWh/év átlag értékekkel számolhatunk.

Dőlés- szög	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	okt.	nov.	dec.	Éves átlag
30 foknál	1,75	1,57	1,35	1,16	1,05	1,00	1,03	1,12	1,28	1,51	1,71	1,83	1,21
60 foknál	2,14	1,77	1,34	1,02	0,84	0,77	0,80	0,95	1,22	1,65	2,06	2,32	1,11

Magyarországi átlagértékekkel számolva 1 kWp teljesítményű napelem napi elvi átlagos energia hozamát déli irányú különböző dőlésszögű rögzített telepítés esetén a 6. és 7. ábrán mutatjuk be.



10. Ábra: 1 kWp teljesítményű napelem napi elvi átlag energiatermelése különböző hónapokban Magyarországon (dőlésszög 30°) és éves átlag energiatermelés 1500 kWh



11. Ábra: 1 kWp teljesítményű napelem napi elvi átlag energiatermelése különböző hónapokban Magyarországon (dőlésszög 60°) és éves átlag energiatermelés 1390 kWh

A fentiek figyelembe vételével az alábbi táblázatban foglaljuk össze a professzor eredményeit, Pálffy Miklós közelítő számításai szerint használható tetők rendeltetésenként:

ÖSSZESEN	Vízszintes felület (km ²)	30°-os felület (km ²)	45°-os felület (km ²)	60°-os felület (km ²)	Elvileg beépíthető napelemfelület (km ²)	Valóságban kedvezően beépíthető napelemfelület (km ²)	Beépítési dőlésszög (°)	Beépíthető napelemteljesítmény (MWp)	Éves villamosenergia-termelés (10 ⁹ kWh)
Nagypanel és alagútszarus házak	3,94				1,698	0,784	30	76,416	0,0916996
Egyéb lakóépületek			63		63	28,350	45	2835	3,26025
Mezőgazdasági épületek	13,5				5,819	2,618	30	261,8325	0,314199
Mezőgazdasági épületek			9,5445		9,545	4,295	45	429,5025	0,4939279
Oktatási épületek	1,68				0,724	0,326	30	32,5836	0,0391003
Oktatási épületek			2,77144		2,771	1,247	45	124,7148	0,143422
Önkormányzati épületek	1,992				0,859	0,386	30	38,63484	0,0463618
Önkormányzati épületek			3,286136		3,286	1,479	45	147,87612	0,1700575
Gyep-lehető	10610				4573	2057,810	30	205780,95	246,93714
Új mezőgazdasági legelőszabvány szerinti területek	10000				4310	1939,500	30	193950	232,74
Városutak mentén		47,388			47,388	10,662	30	1066,23	1,279476
Autópályák mentén				1,341762	1,342	0,604	30	60,37929	0,0664172
Összesen	20631,112	47,388	76,602076	1,341762	9019,341	4048,041		404804,12	485,58205

A KÖZÉPÜLETEK TETŐINEK VIZSGÁLATA

Oktatási intézményeket befogadó épületek száma 2003-ban: kb. 14.000
Önkormányzati épületek száma 2003-ban: kb. 16.600 db
Feltételezésünk szerint ezek átlag alapterülete 400 m² és 30%-a lapos tetejű és 70%-a nyeregretetős. A nyeregretetős épületek átlagosan 1:2 arányú téglalap alaprajzúak és 45 fokos dőlésszögű egyik tetőfelületük – amely az alapterület 70%-ra adódik –alkalmas napelemek telepítésére.

Oktatási intézmények lapos tetőfelülete: $0,3 \cdot 14.000 \cdot 400 = 1.680.000 \text{ m}^2$
Oktatási intézmények nyeregretetős kedvező irányú tető felülete: $0,7 \cdot 14.000 \cdot 400 \cdot 0,7 = 2.744.000 \text{ m}^2$
Önkormányzati épületek lapos tetőfelülete: $0,3 \cdot 16.600 \cdot 400 = 1.992.000 \text{ m}^2$
Önkormányzati épületek nyeregretetős kedvező irányú tető felülete: $0,7 \cdot 16.600 \cdot 400 \cdot 0,7 = 3.253.600 \text{ m}^2$

	Vízszintes felület (km ²)	30°-os felület (km ²)	45°-os felület (km ²)	60°-os felület (km ²)	Elvileg beépíthető napelem felület (km ²)	Valóságban kedvezően beépíthető napelem felület (km ²)	Beépítési dőlésszög (°)	Beépíthető napelem teljesítmény (MWp)	Éves villamos energiatermelés (10 ⁹ kWh)
Oktatási épületek	1,68				0,724	0,326	30	32,5836	0,0391003
Oktatási épületek			2,744		2,744	1,235	45	123,48	0,142002
Önkormányzati épületek	1,992				0,859	0,386	30	38,63484	0,0463618
Önkormányzati épületek			3,2536		3,254	1,464	45	146,412	0,1683738

12. Ábra: A napenergia fotovillamos hasznosítás potenciálja, számítási eredményeinek összefoglalása

Oktatási intézmények lapos tetőfelület éves villamos energia termelése: $0,039 \cdot 109 \text{ kWh} = 39\,000\,000 \text{ kWh}$
Oktatási intézmények nyeregretetős kedvező irányú tető energia termelése : $0,14 \cdot 109 \text{ kWh} = 140\,000\,000 \text{ kWh}$
Önkormányzati épületek lapos tetőfelület energia termelése : $0,046 \cdot 109 \text{ kWh} = 46\,000\,000 \text{ kWh}$
Önkormányzati épületek nyeregretetős kedvező irányú tető felület energia termelése : $0,168 \cdot 109 \text{ kWh} = 168\,000\,000 \text{ kWh}$

8500 kWh éves fogyasztással számolva
Oktatási intézmények éves energia fogyasztása: $8500 \cdot 14.000 = 119\,000\,000 \text{ kWh}$
Oktatási intézmények lehetséges napelemes energiatermelése: $179\,000\,000 \text{ kWh}$
Önkormányzati épületek éves energia fogyasztása : $8500 \cdot 16.600 = 141\,100\,000 \text{ kWh}$
Önkormányzati épületek lehetséges napelemes energiatermelése: $214\,000\,000 \text{ kWh}$

GÉPÉSZETI RÉSZLETEK, KÖVETELMÉNYEK ÉS KÖVETKEZMÉNYEK

Nem csak a fogadó felület dőlésszöge a nagy különbség a rendszerek között.

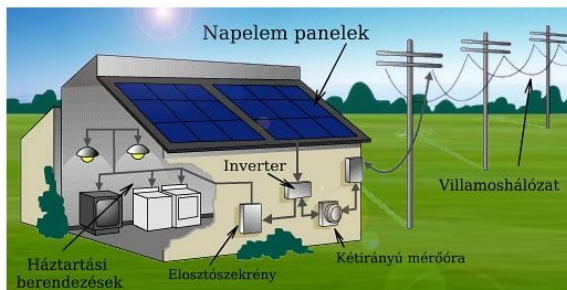
Hasznosítás szempontjából 2 fő rendszert különböztetünk meg egymástól:

- **Szigetüzemű** napelemes rendszer esetén a villamos energiát napelem modulokkal termeljük, és az energiát akkumulátorokban tároljuk. Ez a megoldási mód főként tanyák, hétfégi házak villamosítására jellemző, amelyek messze esnek a közcélú villamos energia hálózattól. Hátránya, hogy jóval drágább, illetve nagyobb rendszerszintű veszteség lép fel (pl. tárolásból, átalakításokból). Ezen kívül elmondható róla hogy a zöld energia tisztasága itt sérül a legjobban, mivel akkumulátorok nagy mértékű használata szükséges, ezekben pedig erősen környezetkárosító kémiai folyadékok vannak, ezen kemikáliák karbantartás, csere során könnyen kijuthatnak.

- **Hálózati** visszatáplálásnál a napelemek által szolgáltatott áramot közvetlenül változó árammá alakítjuk át egy erre alkalmas inverter segítségével. Így tápláljuk be az elektromos hálózatba hasznosításra. Ezt az általunk termelt és felhasznált energiát mérjük az előzetesen engedélyezett és beépített kétirányú (oda-vissza forgó) mérőóra segítségével. Amennyiben a napelemek nem termelnek villamos energiát, természetesen azt a hálózatról vételezzük. Ha többlet energia termelődik, akkor az előzetesen engedélyezett és kialakított (kétirányú) mérőóra segítségével a közcélú hálózatba kerül betáplálásra. Ha többlet energia keletkezik (a felhasználáshoz képest), azt az áramszoftok 2003 óta kötelesek átvenni. A szolgáltató ez esetben egy óriási „akkumulátor” funkciót tölt be. Manapság ez a hálózati visszatáplálás a lehető legkedveltebb és legjellemzőbb forma, tanulmányunk során mi is ezt preferáljuk. Úgy gondoljuk, hogy a feldolgozott középületek, közintézmények csak ezt a módot engedik valójában alkalmazhatónak.

Az oktatási épületek példáját végiggondolva megállapíthatjuk, hogy a diákok a 41 hetes tanévből a szünetek miatti kiesés okán 5 hetet nem is töltenek az intézményekben. A hétféleg energiaellátásának vizsgálata pedig alapvetően irreleváns. Így 36 héttel számolva, minden hétköznap átlagosan 6 óra aktív villamos energia használat eredménye $36 \times 5 \times 6 = 1080$ h egy évben. Az iskolákban a fűtés általában távfűtés vagy gázkazános működtetésű. A világítás teszi ki a fogyasztás legnagyobb részét, mintegy 75%-át, a maradék 25% egyéb számító- és fénymásológépek, egyéb eszközök. 6-8 kW az átlag számításba vehető órai fogyasztás mértéke. Ha ezt összevetjük a 400 m^2 -es becsült iskola alapterülettel, ahol 15-20 W/m²-t nézzük, mindenhogyan a 8000 kWh az iskolák éves villamos energia igénye.

Gépészetileg, illetve kivitelezést tekintve egy-egy ilyen hálózatra termelő napelem-rendszer nem jelent nehézséget sem lapos-, sem magastetőn. A lapostetős telepítésnél konzolokra, sínekre, leszorítókra történik a szerelés a kiszámolt optimális hozamot adó szögben. A szellőzés, a túlmelegedés elkerülése ilyen esetekben megoldott, csak az elemek egymástól való távolságára, az önárnyékolás elkerülésére kell figyelni. A magastetőn való napelem rendszer működésekor problémát okozhat a túlmelegedés. A közvetlen a fedésre való helyezés lehet kritikus, mivel ilyen esetekben a szél hűtő hatása nem tud érvényesülni. Ezért érdemes valamelyest elemelve, vázszerkezetre helyezni az ilyen modulokat is.



13. Ábra: A hálózatra tápláló napelemes rendszerek fő összetevői

A hálózatra tápláló napelemes rendszerek fő összetevői:

- napelem modulok,
- hálózati inverter (a rendszer szíve),
- napelem tartószerkezete (minden tetőtípusra létezik megoldás),
- kábelek, csatlakozók (egyenáram és váltóáram oldalra),

- védelmi berendezések (pl. túlfeszültségvédők, biztosítékok),
- esetleges felügyeleti eszközök (monitoring, stb.).

Minden tetőre épített acél szerkezetnek rozsdamentesnek kell lennie. A beépített kábelek speciálisan kiképzett időjárás álló kivitelűek, UV sugárzás ellen védettek, 1000 Volt feszültségnek megfelelően ellátott burkolattal.

Konzolok

A precizitással előállított termékek mindenféle tetőre optimális megoldást nyújtanak!



Síntoldók, sínek, leszorítók

A Schletter termékek Európa szerte ismertek és közkedveltek.



Csavarok

A csavarok és anyák legalább A2-es besorolású rozsdamentes acélból készülnek.



Kábelek

Napelem kábeleink időjárásálló, speciális UV sugárzás elleni védelemmel, 1000 Volt feszültségnek megfelelően ellátott burkolattal rendelkeznek.

Napelem csatlakozóinkat Svájci minőség, s gyártmány jellemzi.



14. Ábra: Szerkezeti elemek

KÖRNYEZETSZENNYEZÉS-CSÖKKENÉS FOTOVILLAMOS HASZNOSÍTÁSOKNÁL

Pontos adatbázis nincsen, de a napelemes berendezések 2009-ben üzemelő állománya kb. 400 kWp teljesítményre becsülhető, amelynek éves energiatermelése kb. 570 MWh, azaz 2,05 GJ/év a magyarországi átlagos 30°-os dőlésszögű telepítéssel számolva.

Az energiamegtakarítás mellett elért környezetszennyezés-csökkenés számításához használható átlagos adat, hogy a napelemek által megtermelt 1kWh villamos energia mellett megtakarítható szén-dioxid-kibocsátás értéke 0,82kg. Ennek figyelembevételével a jelenlegi ~1.700 MWh megtakarítása 490 t CO₂ kibocsátástól mentesít.

Emellett nem szabad megfeledkezni arról, hogy még a legzöldebb áramtermelő sem készül el magától a természet adta anyagokból. A napelemek fő alapanyagát, a szilíciumot ki kell bányászni, ami a belélegzett szennyezett por következtében légrendszeri megbetegedésekhez vezethet. Arról nem is beszélünk szívesen milyen veszélyes üzem a tetőkre felszerelés, napelem telepítés, illetve a karbantartás, ami során csak Ausztráliában 30-an hálnak meg évente.

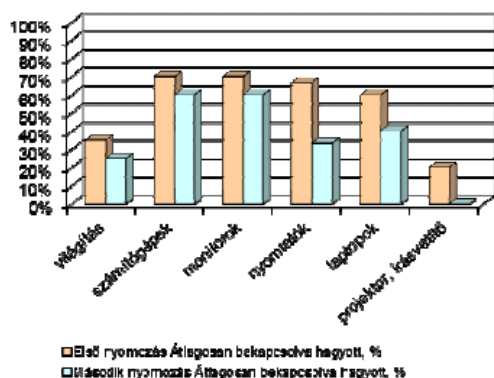
A móri Petőfi Sándor Általános Iskola a 2012-2013-as tanévben részt vett az E.ON 'Zöld Bajnokok' iskolai programjában, mely során energiafogyasztási felméréseket végeztek, energiatakarékosági akcióterveket dolgoztak ki és valósítottak meg a tanév során, mint például tesztek, szokásfelmérő kérdőívek készítése. A diákok ősszel és tavasszal öt-öt héten át minden héten ugyanabban az időpontban leolvasták a mérőóra adatait.

	Első mérés (Első energianyomozás)		Második mérés (Második energianyomozás)		Megtakarítás iskolaévenként*	
	kWh / év*	tonna CO ₂ / év*	kWh / év*	tonna CO ₂ / év*	kWh / év*	tonna CO ₂ / év*
Villamos energia fogyasztás	8037	3,0	5805	2,2	2232	0,8
Gázfogyasztás						
Összesen	8037	3,0	5805	2,2	2232	0,8

*a tanévben 36 tanítási héttel számolva

15. Ábra: A diákok által leolvasott adatok összesítése

Ezen felül azt is figyelték, hogy a kiválasztott helyiségekben milyen elektronikai eszközök maradtak bekapcsolva használaton, illetve tanítási időn kívül.



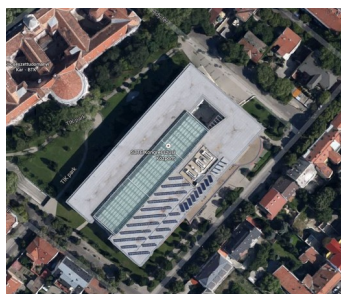
16. Ábra: Elektronikai eszközök bekapcsolt állapotban

Amint azt a grafikonon is láthatjuk, a pazarlás minden fogyasztó esetében csökkent. A tudatosabb fogyasztás hatására 2232 kWh-val csökkentette éves energiafogyasztását, ami 0,8 t-ás CO₂ kibocsátás csökkenést jelent.

PÁLYÁZATOK

MA IS FOLYÓ PROJEKTEK

- A Szegedi Tudományegyetem épületeire összesen 2040 napelemet telepítenek 297,71 millió forintos uniós és hazai támogatással a környezetvédelmi beruházás során. A saját villamosenergia-termelés megvalósítása jelentős költségcsökkentési lehetőség az egyetem számára, mely a növekvő műszerpark és a klimatechnológia üzemeltetési költségeinek megnövekedésével küzd. A napelemek telepítése több előnnyel is jár: a csúcsgigényeket adó légkondicionálási időszak villamosenergia felhasználása egybeesik a napelemek maximális termelésének időszakával. A tervek szerint augusztus végére befejeződő projekt során telepítendő napelemek beépített teljesítménye összesen 510 kW, éves energiatermelése várhatóan 626.513kWh, ami évente 22,44 millió forint villamos energia megtakarítást jelent az egyetem részére. A fejlesztés összhangban van az SZTE energetikakorszerűsítési, környezettudatos törekvéseivel. A világ zöld egyetemeit összehasonlító 2014-es világrangsorában a legjobb 20 közé emelkedett, Európában az előkelő 11. helyen áll, Magyarországon pedig változatlanul a legzöldebb felsőoktatási intézménynek számít. Az SZTE 24 épületére 2013-ban már 2700 darab, összesen 660 kW kapacitású napelemet telepítettek, melyek az intézmény akkori éves 10 GWh villamosenergia-igényének 7%-át állították elő.



17. Ábra: Szegedi Tudományegyetem

- Tolna megye tizenkét településén több mint félmilliárd forint értékben kezdődnek napenergiát hasznosító projektek, amelyek során nagyrészt önkormányzati intézmények épületein helyeznek el napelemeket. A fejlesztések 100%-os európai uniós támogatással valósulnak meg.

Szekszárdon, a Tolna Megyei Balassa János Kórház 189 millió forintos támogatást kapott. A három épület 2500 m² felületére összesen 910 db napelemet fognak telepíteni. A napelemek összteljesítménye 227 kW, a kórház éves, mintegy 4,5 millió kWh energiafogyasztásának várhatóan 5%-át, 240-250 ezer kWh-t fognak fedezni.

A kórház mellett tíz önkormányzat – Bátaszék, Dunaföldvár, Fadd, Gyöng, Irgeszemcse, Kurd, Nagymányok, Szakály, Tolna és Zomba –, illetve az önkormányzati tulajdonú bonyhádi Bonycom Kft. jutott 17–40 millió Ft-os támogatáshoz a KEOP forrásaiból.

Dunaföldváron öt önkormányzati épületen évi 57 ezer kWh teljesítményre tervezett napelemes rendszert helyeznek el 40 millió forintos támogatással.

A nagymányoki önkormányzat 29 millió forintos támogatást fordíthat a fejlesztésre, amelynek során 40 kW összteljesítményű napelemet installálnak három épületre, melyekkel az épületek energiafelhasználásának 60-70

százalékát tudják majd fedezni.

Bátaszéken négy épületre 244 napelem kerül, 58,3 kW teljesítménnyel.

- A Kanizsai kórház magas épületeinek tetején nettó 100 millió forintos beruházás során összesen 180 kWp teljesítményű napelemes kiserőművet építenek, mely összesen 743, egyenként 250 Wp teljesítményű panelből áll.
- A budaörsi Városháza energetikai korszerűsítése a Széchenyi 2020 program keretében elnyert 44,14 millió forint támogatással valósult meg, melynek során 49,92 kW összteljesítményű, villamos közüzemi hálózatra csatlakozó áramtermelő napelemes rendszert szereltek fel.

MÁR MEGVALÓSULT PÉLDÁK

- Budapest XII. kerületi önkormányzati épületének tetején 180 napelem 86 400kWh-t teljesít, s ezzel az éves áramdíj felét, mintegy 5 millió forintot takarítanak meg. A rendszer kiépítése 38 millió forintba került és teljes egészében az Európai Unió finanszírozásával valósult meg. Több bölcsőde és óvoda tetejére is telepítettek már hasonló rendszert, a kerület célja, hogy minden olyan közintézményen elvégezzék a napelemes rendszerek telepítését, ahol ez lehetséges. Nemcsak az ilyen korszerűsítésekkel próbálják óvni a környezetet. Például a MOM Kulturális Központ fűtését, világítását a Jagelló úton lezúduló szennyvíz hőjéből biztosítják, az uszodákat pedig klór nélkül tartják tisztán és baktériummentesen. Következő lépés, hogy ösztöl az önkormányzat és intézményei egyetlen műanyag palackos vizet, üdítőt sem vásárolhatnak, mert eddig évente közel 10 000 palackkal "szennyezték" a természetet.



18. Ábra: Budapest XII. kerületi Önkormányzati épülete

- Tiszavasvári Önkormányzata a KEOP pályázaton 49.997.000 Ft összegű támogatást nyert el. A beruházás során a Polgármesteri Hivatal épületén polikristályos napelemes rendszer került kialakításra, ami évente 46 000 kW villamos energia termelésére alkalmas. A rendszer biztosítja a Hivatal áramfogyasztását, ezen felül az E-ON rendszerbe történő visszatáplálással nyereséget is termel. A rendszer kiépítése 85%-os támogatással valósult meg, emiatt a saját erő mintegy 4 év alatt megtérül.
- Sopronkövesden az Új Széchenyi Terv és a KEOP keretein belül, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és a magyar állam társfinanszírozásával a Községháza, a Nefelejcs Óvoda és az Általános Iskola tetőszerkezetére építettek ki napelemes rendszert. A projekt összköltsége 24,8 millió forint volt, melyhez az önkormányzat 21,08 millió forint támogatást nyert el. A hivatal tetejére 53,4 m², a sportszarnokra 93,79 m² felületű polikristály szerkezetű napelemet szereltek fel. A napelemek éves szinten 22 000 kWh villamosenergiát termelnek, mely fedezi az intézmények éves villamosenergia fogyasztásának költségeit.
- Derekegyház szintén a KEOP pályázat keretein belül valósította meg a napelemes rendszer kiépítését a Községháza, az óvoda és az egészségház tetőfelületein. A napelemek a visszatápláló rendszer részét képezik, amely az elektromos hálózatra táplálja a megtermelt áramot. Az éves megtermelt villamos energia mennyisége a három épület esetében összesen 46.250 kWh, ami fedezi a három épület villamos energia szükségletét, valamint éves szinten 43 t CO₂ kibocsátás csökkenést jelent. A beruházás támogatás szempontjából elismerhető bekerülési költsége 51.943.026 Ft, amelynek 85%-a pályázati forrásból, 15%-a önrészből került finanszírozásra.

1. Táblázat: Napelemes energiatermelés Derekegyházán

Funkció	Tetőfelület	Tájolás	Napelemek száma/felület	Teljesítmény/Energiatermelés
Önkormányzat	200 m ²	Délhez képest 8°-kal nyugatra	60 db/97 m ²	15 kW/18 750 kWh/év
Napköziotthonos Óvoda	198 m ²	Délhez képest 5°-kal nyugatra	60 db/97 m ²	15 kW/18 750 kWh/év
Egészségház	180 m ²	Délhez képest 5°-kal nyugatra	44 db/70,42 m ²	11 kW/13 750 kWh/év

Források

Elektromos Áram Felhasználás Felmérése a Tercier Szektorban (középületekben és kis és közép vállalkozásokban) EL-TERTIARY projekt, Fraunhofer Institute System and Innovation Research

http://www.personal.ceu.hu/students/03/Alexandra_Novikova/2/El%20tertiary%20site%20folders/documents/description_of_elttertiary_for_schools_hu6_ver2.pdf

Kutatási jelentés Energiaklub Szakpolitikai Intézet Módszertani Központ Negajoule 2020 A magyar lakóépületekben rejlő energiahatékonysági potenciál

Imre László – Bohoczky Ferenc (szerk.): MTA MEA (2006): Magyarország megújuló energetikai potenciálja. Budapest

Magyar Tudományos Akadémia folyóirata A NAPENERGIA FOTOVILLAMOS HASZNOSÍTÁSÁNAK POTENCIÁLJA MAGYARORSZÁGON Pálffy Miklós Solart-System Kft.

<http://www.solart-system.hu/PVpotencialMo0604.pdf>

A NAPENERGIA HASZNOSÍTÁSÁNAK HAZAI LEHETŐSÉGEI Farkas István DSc, Szent István Egyetem Környezetipari Rendszerek Intézet

Pálffy Miklós (2004): Magyarország szoláris fotovillamos energetikai potenciálja. Energiagazdálkodás.

PÁLYÁZATOK PUBLIKÁCIÓI:

www.mnnsz.hu

www.ikvahir.eu/sopronkovesden-napelem-szolgaltatja-a-kozepuletek-aramigenyeit/8294

www.derekegyhaz.hu/web/onkormanyzat/palyazatok/napelemes-energiatermeles-derekegyhazan

www.hirado.hu/2015/03/21/napelemeket-telepitenek-a-szegedi-tudomanyegyetem-epuleteire/

www.vg.hu/vallalatok/energia/ujabb-csapas-a-napelemeknek-korhazak-onkormanyzatok-a-vesztesek-442841

negajoule.eu

www.ksh.hu

http://www.morpetofi.hu/dokumentumok/zold_bajnokok_zaro_energianyomozasi_jelentes_petofi_1.pdf