



# ENERGIA- GAZDÁLKODÁS

AZ ENERGIAGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET SZAKFOLYÓIRATA

51. ÉVFOLYAM 2010. 3. SZÁM

**Magyar Energetikai Vállalkozók és  
Feltalálók Fóruma, Szakkiállítása**  
**Esztergom, 2010. szeptember 8–9.**



**Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület  
Esztergomi Területi Szervezete (ETE Esztergom)**

**2500 Esztergom, Imaház utca 2/A E-mail: egomuvhaz@invitel.hu**

Bővebb információ: Lászlóné Dósa Nikoletta

Tel: (06-20) 551-1310 [www.cwsolutions.hu](http://www.cwsolutions.hu) [dosa.nikoletta@cwsolutions.hu](mailto:dosa.nikoletta@cwsolutions.hu)

HY-GO  
Magyarország első hidrogénnel  
és tüzelőanyag-cellával  
működő járműve



Az MVM új erőmű beruházása,  
a sopronkövesdi szélenergia-park

Szolár-parabola elvén  
működő napkollektor



# Az MVM a környezetért



Holnapra is marad.  
Ha okosan gazdálkodunk az árammal!



[www.mvm.hu](http://www.mvm.hu)

# ENERGIA- GAZDÁLKODÁS

**Főszerkesztő:**

Dr. Zsebik Albin

**Felelős szerkesztő:**

Bartha Tibor

**Tudományos Bizottság vezetője:**

Dr. Molnár Károly

**Szerkesztőbizottság:**

Dr. Balikó Sándor, Bányai István,  
Czinege Zoltán, Dr. Csűrök Tibor,  
Eörsi-Tóta Gábor, Gerse Pál,  
Dr. Gróf Gyula, Juhász Sándor,  
Kerekes Ferenc, Korcsog György,  
Kövesdi Zsolt, Lácza Szabó Tibor,  
Mezei Károly, Dr. Molnár László,  
Romsics László, Szebeni Márton,  
Vancsó Tamás

**Honlap szerkesztők:**

Gerda István Zsolt, Kormányos Szilvia

www.enga.hu  
www.energiamedia.hu

**Kiadja:**

Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület

**Felelős kiadó:**

Bakács István

**A szerkesztőség címe:**

Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület

1027 Budapest,  
Fő u. 68. V. em. 525.

Telefon: 353-2751; 353-2627.

Telefax: 353-3894

E-mail: mail.ete@mtesz.hu

Megjelenik kéthavonta.  
Előfizetési díj egy évre: 3780 Ft  
Egy szám ára: 630 Ft  
Előfizethető a szerkesztőségben.

ISSN 0021-0757

**Tipográfia:**

Bausz Sándor

**Nyomdai munkák:**

HAXEL Kft.

## TARTALOM • CONTENTS • INHALT

### *Energiahatékonyság • Energy efficiency • Energieeffizienz*

*Medgyasszay Péter*

- Célok és lehetőségek a fenntartható házak létesítésére 3  
Targets and opportunities for building sustainable houses  
Ziele und Möglichkeiten für den Bau nachhaltiger Häuser

### *Megújuló energiaforrások • Renewable energy sources • Erneuerbare Energiequellen*

*Tóth László, Koncz Annamária, Dr. Schrempf Norbert*

- Új szélerőművek épülhetnek 7  
New wind power plants can be built  
Neue windkraftanlagen können aufgebaut werden

*Munkácsy Béla*

- A napelemek egyre szélesebb körű elterjedése 12  
The wider spread of photovoltaics  
Die weitere Verbreitung der Photovoltaik

*Molnár Károly Zsolt, Óbudai Egyetem KVK MTI*

- Növekvő feszültség a feszültségcsökkentés terén 16  
Increased tension with voltage regulation  
Zunehmende Spannung bei der Spannungsreduktion

### *Környezetvédelem • Environmental protection • Umweltschutz*

*Mannheim Viktória*

- Szerves vegyipari hulladékok termikus kezelése plazmatechnológiával 21  
Thermic Waste Processing for Organic Chemical Wastes with Plasma Technology  
Thermisches Verfahren zur Behandlung chemotechnischer Abfälle mit Plasma-Technologie

### *Vélemény • View • Meinungen*

*Kerényi A. Ödön*

- Statisztika és a távlati tervek 24

### *EU-hírek • EU news • EU Nachrichten*

27

### *Ötletlap • Project Ideas • Projekt Ideen*

29

### *Energiainformációk • Energy news • Rundblick*

30

### *Hírek, információk • Informations • Mitteilungen*

32



Lapunkat rendszeresen szemlézi  
Magyarország legnagyobb  
médiafigyelője, az

**»OBSERVER«**

BUDAPEST MÉDIAFIGYELŐ KFT.

## Szerzők

Kerényi A. Ödön  
Állami Díjas, vasdiplomás gépészmérnök  
az MVM Zrt. ny. vezérigazgató-helyettese

Koncz Annamária  
okl. műszaki menedzser  
Szent István Egyetem,  
Gépészmérnöki Kar,  
Folyamatmérnöki Intézet, Energetika  
Tanszék, Ph.D hallgató  
koncz.annamaria@gek.szie.hu

Dr. Mannheim Viktória  
ME, Gépészmérnöki és Informatikai Kar,  
Vegyipari Gépek Tanszéke  
egyetemi adjunktus  
mannheim@uni-miskolc.hu

Medgyasszay Péter  
építészmérnök, MBA, PhD  
BME, Magasépítési Tanszék,  
adjunktus  
medgyasszay.peter@met.bme.hu

Molnár Károly Zsolt  
okl. villamosmérnök, világítástechnikai  
szakmérnök, Óbudai Egyetem, tanársegéd  
molnar.karoly@kvk.uni-obuda.hu

Dr. Munkácsy Béla  
okl. környezetmenedzser, tanár, PhD  
ELTE TTK, Környezet- és Tájföldrajzi Tsz.  
adjunktus  
munkacsy@elte.hu

Dr. Tóth László  
mg. gépészmérnök, MTA Doktor  
Szent István Egyetem Energetika Tanszék  
egyetemi tanár  
Toth.laszlo@gek.szie.hu

Dr. Schrempf Norbert  
mg. gépészmérnök, PhD Doktor  
Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar,  
Energetika Tanszék  
egyetemi adjunktus  
Schrempf.Norbert@gek.szie.hu

## Kitüntetések 2010

Az ETE Választmánya a 2010. évben kiváló szakmai és egyesületi tevékenységük elismeréseként a következő személyeket részesítette kitüntetésben:

**Szabó Imre Díjat** adományozott Dr. Kapros Tibornak, a Miskolci Szervezet elnökének, a TÜKI nyugalmazott műszaki igazgatójának.

Dr. Kapros Tibor hosszú évtizedek óta aktív tagja Egyesületünknek, 1990. óta a Miskolci Szervezet elnöke, az ÜB tagja, több cikluson keresztül az Egyesület elnökhelyettese. A TÜKI eredményes működésében mind szakmai, mind irányítói és szervezői tevékenységének meghatározó szerepe volt. Kezdeményezésére, koordinálásával és vezetésével vett részt az ETE több jelentős nemzetközi energetikai kutatás-fejlesztési programban. A már 42 alkalommal, lényegében évente megrendezett Tüzeléstechnikai Szemináriumok fő szervezője, az ETE Miskolci Szervezete és a Miskolci Műszaki Egyetem együttműködésének elősegítője.

**Szikla Géza Díjat** adományozott Dr. Balikó Sándornak, az Energiagazdálkodás Szerkesztő Bizottság tagjának, az Energiamenedzser Szakmérnök-képzés tanárának.

Dr. Balikó Sándor 2001. óta az Energiagazdálkodás Szerkesztő Bizottságának tagja, az Ötletlap rovat társszerkesztője és írója, több szakkönyv szerzője. A Műegyetemen folyó Energiagazdálkodás és Energiamenedzser Szakon szervezett szakmérnök képzés oktatója. Az energetikai veszteség feltárásban tevékenységével jelentős megtakarításokat ért el megbízói részére és nagymértékben járult hozzá a szennyező anyagok kibocsátásának csökkentéséhez.

**Szikla Géza Díjat** adományozott Kovács Zsoltnak, a Hőszolgáltatási Szakosztály vezetőségi tagjának, a Debreceni Hőszolgáltató Zrt. szolgáltatási igazgatójának.

Kovács Zsolt 1985-től vesz részt a Debreceni Hőszolgáltató Zrt. szakmai vezetésében, 2000-től szolgáltatási igazgató, a magyar távhős szakma elismert képviselője, számos hazai rendezvény nagy sikerű előadója. 1998-tól a Hőszolgáltatási Szakosztály vezetőségének tagja, 2001-től a Szakosztály alelnöke. Kovács Zsolt a Távhő Vándorgyűlések és Távhő Konferenciák aktív szervezője.

**Segner János András Díjat** adományozott Bakács Istvánnak, Egyesületünk elnökének, az E.ON Igazgatóság tagjának.

Bakács Istvánt az ETE Küldöttközgyűlése 2001-ben választotta az Egyesület elnökévé. Elnökünknek meghatározó szerepe volt és van abban, hogy szakmai civil-szervezetek számára, egyre kedvezőtlenebbé váló környezetben, Egyesületünk az elmúlt időszakban sikeres szakmai tevékenységet folytatott és működésének gazdasági feltételeit is képes volt biztosítani. Bakács István maximális erőfeszítést kívánó munkaköri feladatainak ellátása mellett „dolgozó elnökként” mindig képes volt időt szakítani az Egyesületben folyó szakmai érdemi tevékenységre, az Egyesület irányítására, az energetikai szakma egyesületi keretek közötti művelésére. Széleskörű szakmai és vezetői ismertsége és elismertsége Egyesületünk sikeres működésének fontos feltétele.

**Energiagazdálkodásért kitüntetést** adományozott

Fazekasné Czákó Ilonának, a Települési Energiagazdálkodási Szakosztály alelnökének, Hódmezővásárhely főenergetikusának. Fazekasné Czákó Ilona aktív szakmai segítségnyújtással, tapasztalatainak átadásával, és főenergetikusi gyakorlatából származó szakmai ismeretekkel segítette a Szakosztály tevékenységét. Szakmai fórumokon, konferenciákon adta tovább tapasztalatait.

## A Szerkesztőbizottság munkáját az ETE választott tisztségviselői, valamint a Tudományos Bizottság és a Tanácsadó Testület tagjai segítik. Tagjaik:

Dr. Barótfi István, Bányai István,  
Bohoczky Ferenc,  
Dr. Böszörményi László,  
Dr. Csoknyai Istvánné,  
Czoch Árpád, Dohanics László,  
Dr. Garbai László, Györke Béla,  
Horváth J. Ferenc, Hausenauer András,  
Dr. Iring Rezső, Dr. Kerekes Sándor,  
Kerényi A. Ödön, Kovács Imre,  
Lengyel Gyula, Dr. Penninger Antal,  
Dr. Reményi Károly,  
Dr. Szabó Szilárd, Dr. Szebényi Imre,  
Dr. Szerdahelyi György,  
Dr. Rapp Tamás,  
Dr. Szörényi Gábor, Tamás Tibor,  
Dr. Tombor Antal,  
Dr. Vajda György, Dr. Varga Sándor,  
Dr. Varjú György, Dr. Vámos Gábor,  
Dr. Vetési Emil, Dr. Zettner Tamás,  
Dr. Zöld András,  
Dr. Wayne C. Turner

Hárfás Zsoltnak, az Energetikai Szakkollégium volt elnökének. Elnöki tevékenysége során sikeresen bővítette a Szakkollégium tevékenységét. Vezetésével szervezték meg a Fialat Energetikusok 1. nemzetközi szakmai konferenciáját, amelyen 31 országból vettek részt előadók.

Orbán Tibornak, a Hőszolgáltatási Szakosztály tagjának, a FÓTÁV Zrt. energiagazdálkodási igazgatójának. Orbán Tibor a FÓTÁV osztályvezetője, majd energiagazdálkodási igazgatójaként vezetője volt a társaság fűtőműveiben létesített gázmotoros és gázturbinás fejlesztéseknek. A Hőszolgáltatási Szakosztályon kívül részt vesz az Energiastratégiai és Szabályozási Szakosztály munkájában is, mint vezetőségi tag.

Dr. Pájer Jánosnak, a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei csoport titkárnak. Dr. Pájer Jánosné a hagyományosan megrendezésre kerülő regionális távhő konferenciák aktív szervezője. Tevékenyen részt vett a Nyíregyháza Önkormányzati intézményeiben energia-megtakarítást eredményező, veszteség feltáró vizsgálatok végzésében, és a város tízéves energiastratégiai tervének elkészítésében.

Tompa Ferencnek, a Hajdú-Bihar megyei Szervezet tagjának. Tompa Ferenc több cég szakmai bemutatóit szervezte, amelyek bevételeiből a tagság részére külföldi szakmai tanulmányutakra kerülhetett sor. Tíz éven keresztül a jól működő Hajdú-Bihar megyei Szervezet titkára volt. Eredményesen közreműködött a csoportot anyagilag is támogató szponzorok felkutatásában és együttműködési szerződésének előkészítésében.

*A kitüntetetteknek gratulálunk, további munkájukhoz sok sikert kívánunk.*

Medgyasszay Péter

## Célok és lehetőségek a fenntartható házak létesítésére\*

Reménykeltő, hogy manapság a szakma és a közélet egyre többet foglalkozik az épületek energetikai korszerűsítésével, sőt tágabban a fenntartható építés kérdésével. Véleményem szerint lassan itt lenne az ideje definiálni ökológiai értelemben mit tekinthetünk fenntartható háznak Magyarországon.

It is promising that the professional community and the society focus on the energy efficient refurbishment of the buildings and on the sustainable construction as well. The author's opinion is that it is the time for defining the term sustainable house in Hungary, from the view-point of ecology.

### Problémafelvetés

Tényként kezelhetjük, hogy a természeti erőforrások az emberiség létszáma és fogyasztási szokásai mellett korlátosak, sőt szűkösek. Az emberi tevékenységek ökológiai korlátosságának problémáját tovább fokozza, hogy az előrejelzések szerint az emberiség népessége és fogyasztása tovább fog nőni az elkövetkező 40 évben.

A probléma kezelésének egyik lehetséges és fontos eleme az épületekhez kapcsolódó környezetterhelés csökkentése. Politikusok által is helyesen hivatkozott szám, hogy az európai országokban az épületek üzemeltetésére használjuk el a nemzeti energiafogyasztás 40%-át. Ezt a tényét és fejlesztési potenciált felismerve az építőipar az elmúlt években nagyon jelentős fejlődésen ment át. Új építési rendszerek jelentek meg (passzív ház, zero CO<sub>2</sub> emissziós ház stb.), amelyek teljesen új épülettervezési módszerek alkalmazását követelik meg, ugyanakkor pl. a fűtési energiaigény egy nagyságrenddel való csökkentését teszik lehetővé.

A következőkben arra keresném a választ, hogy meghatározható-e az ökológiai értelemben fenntartható ház definíciója és kritériumrendszere.

### Fenntartható építés

Mielőtt megpróbálnám a fenntartható házat definiálni, fontosnak tartom tisztázni, hogy az energetikán túlmenően a fenntarthatóság elérése érdekében számos más aspektust is vizsgálni kell. A fenntartható építés leggyakrabban használt definíciója a következő:

„Egészséges épített környezet létesítése és felelős fenntartása az erőforrások hatékony kihasználásával, ökológiai elvek alapján” (Kibert, 1994)

\* A cikk az MTA Energetikai Bizottsága által 2009. november 25-én szervezett konferencián elhangzott előadás alapján készült.

A gyakorlati tervezés során „ökológiai elvek” szempontjából az épület és a négy főelem (tűz, víz, levegő, föld) kapcsolatát kell végiggondoljuk. Meg kell vizsgálni, hogy a természeti erőforrások és a felhasználói igények milyen viszonyban vannak egymással a következő területeken (1. ábra):

- épület és környezetének földhasználata,
- épület energiagazdálkodása,
- épület vízgazdálkodása,
- építési anyagok minősége,
- épület üzemeltetéséhez és bontásához kapcsolódó hulladékok kezelése.

A definícióból adódóan a környezeti terhelést az épület

### Környezeti fenntarthatóság területei az épített környezetben



1. ábra. Épített és természeti környezet ökológiai kapcsolatrendszere

teljes életciklusa alatt kell elemezni, az építőanyag gyártás, építés, használat valamint bontás (hulladék hasznosítás) életfázisát is vizsgálva.

A továbbiakban a fenntarthatóságot csak energetikai aspektusból elemezzük, visszatérve az eredeti főkérdéshez, hogy lehet-e ökológiai értelemben energetikailag fenntartható házat definiálni?

### A „fenntartható ház” definíciója

A definíció megfogalmazása során világos, hogy tekintettel kell lenni a természeti erőforrásokra, és az erőforrás használat mértékére. Egyszerűbben fogalmazva nem mindegy, hogy egy tágas esőerdőben élő család, vagy egy sziklás szigeten élő népes népcsoport fenntarthatósági kritériumait kell meghatározzuk.

Amikor tehát a fenntartható ház definícióját keressük nem vizsgálhatjuk az épületet önmagában, csak egy szűkebb, vagy tágabb, természeti erőforrásokat is magába foglaló környezet részeként. Jó előkép a természeti erőforrásokat is figyelembe vevő értékelésekhez az ökológiai lábnyom számítás, amely egy adott népesség

eltartásához szükséges terület számítási módszerét fektette le. [1: Wackernagel, 2001] A fenti előképek alapján a fenntartható ház definíciója a következőképpen fogalmazható meg:

„A fenntartható ház olyan épület, amelynek teljes életciklusára vetített erőforrás-használata nem nagyobb, mint a vizsgált terület, adott épületre jutó erőforrása.” (2: Medgyasszay, 2009)

A definícióhoz a fenntarthatóság, illetve a fenntartható építés tágabb aspektusait is figyelembe véve legalább két fontos kiegészítést kell tenni:

- 1) A területi (regionális) erőforrás használat mellett helyi (lokális) környezetterhelést is!
- 2) Az épületek létesítése során nem a környezetterhelés (jelen esetben energiahasználat) minimalizálására, hanem a területi adottságoktól függő, költség-hatékony optimalizálására kell törekedni!

Az 1) kiegészítés azért fontos, hogy ne veszítsük szem elől azt a célt, hogy egészséges épített környezetet szeretnénk létrehozni. Számos olyan technológiai megoldás lehetséges (pl. korszerűtlen fatüzelés), amely természeti erőforrások használatára épül, de beltérben, vagy mikrokörnyezetben nagy mennyiségű káros kibocsátással jár.

A 2) kiegészítés pedig a fenntarthatóság gazdasági illetve társadalmi „pillérei” szempontjából fontos. Nehezen cáfolható az az állítás, hogy a jobb (energetikai) minőségű épület nagyobb beruházási költségeket igényel. Emellett európai szinten általánosságban megfogalmazható, hogy a sűrűbben lakott, fejlettebb régiók nagyobb gazdasági, ugyanakkor kisebb természeti erőforrásokkal rendelkeznek. Társadalmilag igazságtalan, gazdaságilag pedig nehezen megvalósítható lenne, ha minden régióra ugyanazon követelményeket szabnánk meg. A fenntartható ház követelményrendszerét regionális szinten kell meghatározni, és az alkalmazható technológiákat költséghatékonyaságuk szerint időről időre értékelni kell.

### A magyarországi „fenntartható ház” energetikai kritériumrendszere (1.0 verzió)

A továbbiakban egy viszonylag nagyobb térség, az egész ország területére vonatkoztatva mutatnánk be miként is számítható ki a fenntartható ház energetikai kritériumrendszere.

A magyarországi viszonyokra értelmezett „fenntartható ház” csak az ország természeti tőkéjének hozamát (megújuló energiaforrások fenntartható mértékű fogyasztása) használhatja. Az ország természeti adottságai és a jelenlegi technikai lehetőségek függvényében az épületek energiaszükséglete a következő forrásokból biztosíthatók:

- *fűtés*: biomassa hasznosítás, hévíz hasznosítás, napenergia;

- *használati melegvíz termelés*: napenergia, biomassa hasznosítás;
- *hűtés*: szükség esetén megújuló forrásból nyert elektromos áram;
- *főzés*: biomassa, megújuló forrásból nyert elektromos áram;
- *világítás*: megújuló forrásból nyert elektromos áram.

### Mit jelent a megújuló energiaforrások fenntartható mértékű fogyasztása?

#### *Fűtés - használati melegvíz termelés – főzés (termikus energiaigény)*

Az ország területére érkező napenergia a szükségleteket messze meghaladónak tekinthetők (1800 PJ), annak használata korlátlanul történhet egyéni és közösségi léptékben, azonban problémát jelent a napenergia tárolása, és a hasznosításhoz szükséges berendezések költségigénye.

Az ország energetikai célra hasznosítható elméleti biomassa potenciálja 203-328 PJ, amiből MTA számításai szerint 200, míg korábbi minisztériumok által készített anyag szerint 67 PJ energia hasznosítható. [3 Gilber, 2005] Jelenleg a hasznosított biomassa jelentős részét fordítják erőművi elektromos áram termelésre, amely energetikai hatékonysága azonban megkérdőjelezhető. Javasolt a biomassa nagy részének hőenergetikai célú hasznosítása, hogy legalább 90 PJ biomasszát az épületek fűtésére és a használati melegvíz előállítására hasznosíthassunk.

További lehetőség – elsősorban nagyobb léptékben – a hévíz energia hasznosítása. Az MTA Megújuló Energetikai Technológiák Albizottsága szerint az elméleti 63 PJ potenciálból 10 PJ energia reálisan hasznosítható. [4: Bohoczky, 2008]

### Elektromos energia

Magyarországon megújuló energiaforrásból elektromos energiát napenergia, szélenergia és biomassa energiából lehet előállítani. Az elméleti potenciál igen jelentős<sup>2</sup>, azonban a reálisan hasznosítható potenciál biomassa hasznosítás nélkül csekély, kb. 15-25 PJ évente.

### Milyen energetikai követelményeket kell kielégítsen egy „fenntartható ház”?

A használati melegvíz 60%-ban napenergiával, 40%-ban biomasszával biztosítható, ami 10 000 000 „egységfogyasztóra” tekintve nettó 10 PJ, bruttó 12,5 PJ energiaigényt jelent.<sup>3</sup>

1 Magyarország éves primer energiaigénye 1153,2 PJ [2: KSH, 2005]

2 MTA számításai szerint a napenergia elméleti fotovillamos hasznosítási potenciálja 1750, míg a szélenergiáé 530 PJ/év.

3 10 000 000 lakos 40 l/nap melegvíz igénye, amely energiamennyiség 60%-a napenergiából biztosítható. Gépészeti rendszer feltételezett hatásfoka 80%.

A lakossági és a kommunális energiafelhasználás területei 2005-ös KSH adatok alapján  
[6: KSH, 2005; 7: Medgyasszay, 2007]

1. táblázat

Szektor	Lakossági		Kommunális		Összes % (országos)
	PJ	%	PJ	%	
Fűtés	229,7	54	141,5	65,0	32,19
Közlekedés	110,6	26	19,6	9,0	11,29
Hűtés, világítás, főzés, egyéb elektromos áram	38,3	9	45,7	21,0	7,28
Melegvíz termelés	46,8	11	10,9	5,0	5,00
Fenti tételek összesen	425,4	100	217,7	100,0	55,77
Összes energiafogyasztás Magyarországon	1153,2				100,00

A fűtési energiaigényt két feltételezéssel számíthatjuk:

- 1) Az egy négyzetméterre jutó energiaigény alapján a következőképpen: A hazai épületállomány kb. 480 000 000 m<sup>2</sup><sup>4</sup>, amely terület fűtési energiaigényének fedezésére a fenti feltételezések mellett 90+10–12,5=88,5 PJ energia fordítható. 85%-os gépészeti rendszereket feltételezve Magyarországon a fenntartható ház nettó fűtési energiaigénye 43 kWh/m<sup>2</sup>a<sup>5</sup>.
- 2) Az egy főre jutó energiamennyiség alapján a következőképpen: A 10 000 000 lakosra jutó energiamennyiség 8,8 GJ, vagy 2.400 kWh/év/fő, ami kb. 5,8 q, vagy 1 m<sup>3</sup> tüzfát jelent évente, személyenként. Mivel ezen mennyiség a lakó és munkahely fűtési igényt is fedeznie kell, a lakóház fűtésére 4 q, vagy 0,7 m<sup>3</sup>/fő/év tüzifa mennyiség számítható.

A hűtési energiaigényt lakóépületeknél radikálisan csökkenteni kell, ami családi házas beépítés esetén megfelelő építészeti és épületszerkezeti tervezéssel teljességgel ki is küszöbölhető. Irodáknál és többszintes épületeknél a jelenleg szokásos klimatizálás helyett hőviszanyerős szellőztetéssel, szerkezethűtéssel, vagy geotermikus hőszivattyúk alkalmazásával nagyságrendileg kisebb energiával hűthetők az épületek.

Az egyéb fogyasztók (tűzhely, világítás, mosógép stb.) elektromos energiaigénye a magyarországi viszonyokra értelmezett fenntartható épületbe nem lehet nagyobb, mint 25 PJ / 10 000 000 fő, azaz 700 kWh/év, ami 50%-os lakossági és 50%-os kommunális megosztást feltételezve 350 kWh/év/fő fogyasztási határértéket jelent.

### A „fenntartható ház” koncepció értékelése

A koncepció értékelésekor szólni kell a jelenlegi fogyasztási viszonyok és a számított potenciál viszonyáról, továbbá a megvalósíthatóság műszaki, gazdaságossági lehetőségeiről. Az 1. táblázatban látható, hogy a lakossági és kommunális termikus hőigény (fűtés, használati melegvíz termelés) összege mintegy 427 PJ, míg a termikus bio-

massza és a geotermikus energia jelenlegi felhasználása a KSH 2009-es adatai alapján összesen kb. 43,5 PJ (kb. 40 PJ biomassza és 3,6 PJ geotermikus). Még nagyobb aránytalanságot figyelhetünk meg, ha a villamos energia igényt és potenciált vetjük össze. Az 1. táblázatból látható, hogy a jelenlegi fogyasztás 84 PJ, míg a biomassza, szél és víz-energiából 6,8 PJ (5,7 PJ biomassza és 1,1 PJ szél és víz) energiát állítunk elő [5: KSH, 2009]. A kritériumrendszerben feltételezett megújuló energia hasznosítás elérése érdekében tehát lényegesen növelni kell a hasznosítás mértékét!

Amennyiben a megújuló energiaforrások hasznosítását a kritériumrendszerben megfogalmazott mértékig meg tudjuk emelni, kijelenthető, hogy a számított követelményértékek alapján nincs műszaki akadálya annak, hogy a teljes épületállomány üzemeltetése az ország belső erőforrásait használva megvalósítható legyen!

A fűtési energiaigényt tekintve a 43 kWh/m<sup>2</sup>a fűtési energiaigény magasabb, mint a passzívházaknál új épületekre előírt 15, vagy felújításokra javasolt 30 kWh/m<sup>2</sup>a érték. A passzívházaknál alkalmazott műszaki megoldások tanulságai alapján tervezhetők olyan épületek, amelyek mind új építés, mind felújítás esetén kielégítik a fenntarthatóság kritériumát. Szükséges azonban itt hangsúlyozni, hogy a fenntartható házaknál olyan gépészeti rendszereket kell alkalmazni, amelyeket az ország meglévő belső erőforrásai használatával lehet fenntartani!

A fenntartható házak gazdaságos megvalósításának lehetőségei további kutatásokat igényelnek. Valószínűsíthető azonban, hogy az alacsonyabb energetikai követelményérték miatt a fenntartható házak létesítése a passzív házak megvalósítási költségeinél kedvezőbb áron is megvalósítható.

### Összegzés

- 1) Megfogalmazható, és magyarországi területi adottságokat tekintve megfogalmazható olyan „fenntartható ház” kritériumrendszer, amely műszakilag

4 Becslés: 4.000.000 lakás átlag 80 m<sup>2</sup>-rel, és még félszer ennyi iroda és középület.

5 88,5 PJ \* 0,85 = 75,23 PJ = 20 912 000 000 kWh; 20 912 000 000 kWh / 480 000.000 m<sup>2</sup> = 43 kWh/m<sup>2</sup>a

megvalósítható és teljesítése esetén az ország épületeinek energiaellátása az ország belső, megújuló energiaforrásaival biztosítható.

- 2) A fenntarthatósági kritériumokat az energetikán túlmenően a környezeti fenntarthatóság összes területére is meg kell fogalmazni.
- 3) A fenntarthatósági kritériumrendszert regionális, vagy kistérségi szinten, a helyi adottságok függvényében javasolt meghatározni.
- 4) Fenntartható házak létesítése során nem az épületek energiaigényének minimalizálására, hanem a területi adottságoktól függő költséghatékony optimalizálására kell törekedni! Időszakosan vizsgálni és értékelni kell a választható technológiákat azok költséghatékonyasága szempontjából is.

## Felhasznált irodalom

1. Mathis Wackernagel és William E. Rees: Ökológiai lábnyomunk. Föld Napja Alapítvány, 2001.
2. Medgyasszay Péter: Fenntartható ház. Belső Udvar Építész és Szakértő Iroda, 2009. ([www.belsoudvar.hu/fenntarthatohaz.html](http://www.belsoudvar.hu/fenntarthatohaz.html))
3. Giber János (et. al.): A megújuló energiaforrások szerepe az energiaellátásban, GKM. Budapest, 2005.
4. Bohoczky Ferenc: Megújuló energiaforrások jövője Magyarországon. Konferencia előadás, 2008. ([www.mee.hu/files/images/3/Bohoczky.pdf](http://www.mee.hu/files/images/3/Bohoczky.pdf))
5. Statisztikai tükör : Fosszilis és nem fosszilis energiaforrások, KSH. Budapest, 2009/107
6. KSH: Magyar statisztikai évkönyv 2005.
7. Medgyasszay Péter (et. al.): A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia háttéranyagaként az éghajlatváltozás csökkentése és az alkalmazkodás lehetőségei az épített környezet alakításával, Független Ökológiai Központ. Budapest, 2007.

## Mit hozna a klímavédelmi törvénytervezet?

### Konferencia az ipar, az energetika és a környezetvédők részvételével

Rendhagyó eseményt, parázs vitákat ígért az Egyesület május eleji konferenciájának meghívója, ahol telt ház várta az előadókat. A Kossuth téri épületben tartott eseményen az energetika elméleti és gyakorlati szakértői, az ipar képviselői mellett a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács vezetői is felszólaltak.

A *Felsmann Balázs* által moderált konferencia témája az idén év elején nyilvánosságot látott klímavédelmi törvénytervezet volt. A Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács olyan javaslatot tett le az asztalra, amely jogilag kötelező érvényű vállalásként 2020-ra 60 millió, 2050-re pedig 20 millió széndioxid-egyenérték tonnára csökkentené a hazai üvegház-hatású gázemissziót. Ez a rendszerváltáskor regisztrált nemzeti kibocsátáshoz képest 40, illetve 80 százalékos csökkenést jelentene.

*Dr. Molnár László*, az ETE főtitkára globális nézőpontból közelítette meg a hazánkban aktuális kérdéssé lett klímavédelmi törvénykezést. Átfogó elemzését az Európai Unió törekvéseivel kezdte. Emlékeztetett a koppenhágai klímapolitikai csúcstalálkozó kudarcára, az Európai Unió hangoztatott céljai és a gazdasági realitások között húzódozó feszültségekre. Az Unió úgy akar a kibocsátás-csökkentésben vezető és példaadó szerepre tömni, hogy közben gazdasági súlya egyre csökken. Koppenhágában a tárgyalások utolsó szakaszában az Unió képviselői már jelen sem lehettek – Obama amerikai elnök maga egyeztetett a feltörekvő gazdasági hatalmakkal. Dominique Strauss-Kahn IMF elnök nem véletlenül emlékeztetett rá a közelmúltban: az Uniót az fenyegeti, hogy a geopolitikai szereplők másodvonalba csúszik vissza.

Az öreg kontinens elkötelezett az üvegház-gázkibocsátás és az energiafogyasztás csökkentése mellett, miközben

maga csak az emisszió töredékéről tehet, és részesevé vártatón tovább fog csökkenni. Az Egyesület főtitkára szerint az Unió mozgásterét korlátozott: ha a lisszaboni stratégia legfőbb célkitűzését – a világ legversenyképesebb régiójának megteremtését – nem szeretné sok más vállalásával együtt feladni, akkor óvakodni kell az olyan energetikai lépésektől, amelyek a jelenleg érvényes modellek alapján sosem térülnek meg. Az Unió reálisan a végfelhasználói hatékonyság terén tudna úgy előrelépni, hogy a gazdasági versenyképesség és a klímavédelem szempontjai se sérüljenek.

Hazánkról szólva, Molnár László az Unió és Magyarország helyzete, lehetőségei közötti párhuzamokra irányította rá a hallgatóság figyelmét. Ugyanúgy fontos a hazai versenyképesség visszaállítása, a foglalkoztatottság növelése, mint az Unióban. Jelenleg az Unió legtöbb országa egyre súlyosbodó pénzügyi-gazdasági válságban van, a tagállamok államháztartási hiánya rendkívül magas, és eladósodottsága messze az Unió által előírt határ (az éves GDP 60%-a) felett van. Három-négy ország közvetlenül a pénzügyi összeomlás határán van. Ez súlyosan érinti Magyarországot is, hisz ezek az országok a magyar export felvevő-piacai. Az export erőteljes növekedése nélkül pedig a válságból – csupán belső gazdaság-élénkítéssel – az ország nem tud kilábalni. Így nem lesz meg a forrása az extra CO<sub>2</sub> csökkentés költségeinek. Hazánk ezért a jelen rendkívül kockázatos helyzetben bőven elég az Unió világvilágviszonylatban szigorú kibocsátás-politikai vállalásait teljesítenie, ezeken felül hiba lenne a versenyképességet veszélyeztető egyoldalú önkorlátozást vállalni, melynek társadalmi-gazdasági-pénzügyi hatásai ma még nincsenek kellőképpen kielemezve.

Az Egyesület titkára után *Dr. Stróbl Alajos*, az ETE elnökhelyettese, vette át a szót. A klímavédelmi tervezetet az egyik legfontosabb előfeltétel, az alternatív energiaforrások áramtermelési hasznosíthatósága szempontjából vizsgálta meg alaposabban. A klímavédelem mögött meghúzódó, a környezetvédők által alapul vett előfeltevésekkel szemben sajnos a megújuló energiahordozók elterjedésének jelenleg még számos technológiai korlátja van, amelyek miatt a Nemzetközi Energiaügynökség legfrissebb előrejelzése (IEA World Energy Outlook 2009) szerint sem várható, hogy a megújuló energiaforrások részaránya jelentősen növekedne a belátható jövőben. A szakértő szerint Magyarországon érdemes folytatni a megújuló energiahordozók kiaknázását – a biogáz és a földhő terén kifejezetten kedvezőek az ország adottságai. Azonban a kötelező átvételi tarifa (KÁT) rendszerének ösztönző hatásait figyelembe véve sem várható, hogy az energiaszükséglet tizedénél-ötödénél nagyobb arányt érjen el a megújuló energiahordozók az áramterelésben. Stróbl Alajos józanságra intett minden érintettet, és arra emlékeztette a hallgatóságot, hogy a realitás – a Nyugat-Európában mértéknél – jóval magasabb hatásfokot szoktak alapul venni a hazai kormányzati és civil előrejelzések során a megújuló energiahordozókkal működő erőművek esetében.

Egészen más megközelítést képviselt *Feiler József*, a jövő nemzedékek országgyűlési biztosi irodája osztályvezetőjének előadása. A jelenlegi korlátok és akadályok helyett szerinte a felmelegedést okozó gázok kibocsátás-csökkentésének objektív kényszerét, energiafogyasztásunk fenntarthatatlanságát kell alapul venni, amikor hosszú távú stratégiáról gondolkodunk.

*Folytatás a 15. oldalon.*



Tóth László, Koncz Annamária, Schrempf Norbert

## Új szélerőművek épülhetnek

Cikkünket tájékoztatás céljából állítottuk össze, mivel úgy tapasztaltuk, hogy a szélparkok létesítését elhatározó vállalkozások jelentős része a szélenergia alapvető összefüggéseinek értelmezésében nem jártas.

A szélesebbeséget minimálisan két magasságban kell mérni, amelyből a szélprofil meghatározható, s így megfelelő korrekciókat is figyelembe véve, kellő bizonyossággal kiszámítható a választott géptípusunk generátora által termelhető energia mennyisége.

A beruházásaik gazdaságos üzemeltetése jelentős mértékben sérülhet, ha a tulajdonos az adott területen nem végez szélmerést, vagy az értékelő elemzést nem végzi el kellő alaposággal, ha nem vizsgálja meg az adott területre vonatkozóan a szélviszonyokat, az áthaladó energia trendjét több év viszonylatában.

This article provides information about wind farm planning because we experienced that the companies which decide in wind farm establishment are not aware of the basic connections of wind energy. Wind speed must be measured at least at two heights. From these recorded data the wind profile can be determined. With regarding these and the appropriate corrections estimated energy production can be calculated. The economical operation of their investments can significantly be damaged if there are no wind measurements made at the planned sites; or the data evaluation is not made with adequate precision; or the wind conditions are not examined properly; or the trends of the fronts crossing the site are not monitored.

### 1. Bevezetés

Jelenleg 200 MW (2009 dec. 31) szélerőmű kapacitás üzemel Magyarországon, amellyel évente 360–450 millió kWh villamos energia termelhető, s ez 120–160 ezer családi ház villamos energia igényének felel meg. 2009-ben egy újabb fontos állomáshoz érkezett a magyar szélerőmű potenciál fejlesztése. 2009. szeptember 15-én a Magyar Energia Hivatal, közreműködve az energiaipar vezető képviselőivel (MAVIR, MVM és a feljogosított áramszolgáltatók), további 410 MW villamos teljesítmény létesítésére írtak ki ún. kvóta pályázatot. Ennek lényege, hogy a pályázat feltételeinek eleget tevő és nyertes pályázatok a következő években 410 MW teljesítményű szélerőmű beruházást végezhetnek, melyhez az illetékesek biztosítják az átvétel feltételeit, az

ezzel járó ún. KÁT (a villanyszámlákban jelzett ún. zöldenergia díjból befolyó összeg) támogatást – felárat –, és folyamatosan gondoskodnak az energia átvételéről. Ezzel elvileg 740 MW-ra bővül a villamos rendszerbe integrálható szélerőmű termelési kapacitás, amely – ha megvalósul – 2013-ra a Magyarország villamos energiatermelésének évi 3,0–4,0%-át szolgáltatja.

Részletesebben lásd a Magyar Energia Hivatal honlapján: [//www.eh.gov.hu/home/html/szelmain.asp](http://www.eh.gov.hu/home/html/szelmain.asp).

A kiírt pályázat elkészítése meglehetősen összetett. E cikkünkben részletesebben a szélenergia potenciál meghatározásának és elbírálásának fontosságával foglalkozunk. Az anyag a <http://www.SZEL-MSZTE.HU/> honlapon részletesebben is megtalálható.

### 2. A szélből nyerhető energia meghatározása

A pályázat számos különféle bírálati szempontjai között szerepel, hogy meg kell vizsgálni, azaz auditálni<sup>1</sup> kell a pályázatokban benyújtott szélmérési eredményeket, azaz a várható energia potenciál meghatározását. Írásunkban ehhez szeretnénk néhány témakört pontosabban megvilágítani.

#### 2.1. A hely kiválasztása

2006. év óta rendelkezik az ország ún. széltérképpel, ennek hivatalos változatát a Meteorológiai Szolgálat, a Debreceni Egyetem, valamint a Szent István Egyetem munkatársai készítették [a térkép forrása megtekinthető: 7. és 8.].

Hangsúlyozzuk, a széltérkép csak globálisan nyújt információt arról, melyek az ország azon területei, ahol jelentősebb szélpotenciál várható. Ebből a szempontból saját belátásunk szerint a szélerőmű telepítésekre alkalmas területekre 3 kategóriát határoztunk meg, így vannak: I., II. és III. osztályú szélviszonyokkal rendelkező régiók. I. osztályú területek azok, ahol az éves átlagos szélesebség 6,1 m/s fölött adódik, II. osztályú ahol 5,9–6,1 között és III. osztályú ahol ennél kisebb adódik, 5,7–5,9 m/s. E szélviszonyok egy-egy területegységet jellemeznek, de azokon belül jelentős eltérések lehetnek. Éppen ezért a szélpotenciált korrekten leírni csak az adott helyszínre vonatkozó energetikai célú szélmérésekkel lehet.

E mérési módszernek európai vonatkozásban jól kialakult rendszere van. A mérési és számítási rendszer egyes elemei szabványokban fogalmazódtak meg, amelyek európai elfogadást nyertek (DIN EN ISO/IEC 64000 szabványcsalád szerint). Célja a leírásoknak, hogy egységes

1 A magyar auditorokat a Magyar Szélenergia Társaság, a Magyar Szélenergia Tudományos Egyesület, és a Magyar Megújuló Energiák Szövetsége jogosítja fel.

értelmezést adjon az alapvető paramétereknek és azok mérése is azonos módszerrel történjen.

## 2.2. Energiatermelés szempontjából a szél néhány jellemző tulajdonsága

### Magassági kritériumok

Nemzetközi viszonylatban a szélviszonyok alakulását 3 fő területi egységre határozzák meg:

1. A tengeri, tengerparti szelek, a még sekély parti-vizeken. Az ide épülő ún. offshore berendezések gyakorlatilag a víz felszíne fölé kerülnek, ahol a szél áramlásának semmiféle akadálya nincsen, s a szél a sima vízfelülethez igazodik.
2. A következő kategória a mérsékelt, ún. tengerparti-, szárazföldi szelek. Ezek a tengerpartokon 20, maximális 50 km-es távolságban jellemzőek.
3. A harmadik kategória az ún. szárazföldi (onshore) szelek, amelyek a tengerpartoktól nagyobb távolságokban, a szárazföldek belsejére a jellemzőek.

Meg kell említeni, hogy az utóbbin belül igen jelentős eltérés van a síkvidéki és hegyvidéki szelek jellemzői között.

Magyarország területi elhelyezkedését vizsgálva nyilván a szárazföldi kategóriába tartozik. Hosszú időn keresztül tartott az a vélemény, hogy Magyarországon a Kárpát-medence topográfiai adottságaiból, s a medence jellegeből fakadóan elégséges szél nem áll rendelkezésre szélerőművek működtetéséhez.

Valójában a légmozgás nemcsak a föld közvetlen felszínében, hanem magasabb légköri tartományokban jön létre. A domborzati viszonyok ezekre is hatnak, de nincs elimináló hatásuk. Lényeges viszont, hogy a föld felszíne közelében a szélnek ún. sűrűdása van. A különféle akadályok miatt a sűrűdésből fakadó energia (potenciál) veszteség igen jelentős lehet.

Ezért szárazföldi viszonyok között is három jelentősebb eltérést különböztetünk meg:

A síkvidéki, ahol az áramlásnak számottevő akadálya nincsen.

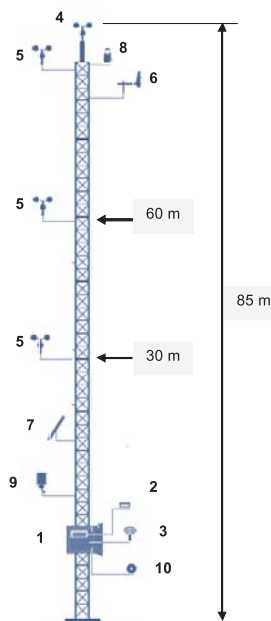
A hegy és dombvidékek, ahol a domborzati viszonyok, a makro és a mikro topográfiai jellemzők meghatározzák a kialakuló sűrűdásokat és szélirány-változásokat is okoznak.

A városok, falvak (építmények), növényborítottság közelében kialakuló szelek, ahol a magas építmények, erdősávok jelentős mértékben megváltoztatják a szél sebességét, és a helyi irányját.

A szél sebessége a földfelszíntől számítva magassági hatványfüggvény szerint változik (1.ábra). Nagyon leegyszerűsítve: közvetlen a talaj közelében a szélesebesség közel nulla, és ahogy távolodunk a talajtól, a szél sebessége folyamatosan növekszik. E növekedés mindaddig tart, amíg a felszíni sűrűdés hatása meg nem szűnik és e kiegyenlítődés be nem következik, ahol már a földfelszínnek nincs hatása, s az áramlás akadálymentes.

## 2.3. Az energetikai célú szélmérés

A használatos hatványfüggvény szerinti ún. szélprofil csak úgy lehet meghatározni, ha a földfelszíntől elindulva több magasságban meghatározzuk a szél valós sebességét. Az ilyen, ún. energetikai célú szélmérésekhez minimálisan egy év szükséges. A szélmérés pontossága annál nagyobb, minél több magasságba helyezünk el sebességmérőket ún. anemométereket. A mai gyakorlat szerint minimálisan 50–80 m magasságú tornyot kell felépíteni, és kettő, előnyösebben három magasságban kell mérni (1. ábra).



1. ábra. 85 m magas mérőtorny

Az ábra jelei: 1 – műszerdoboz, 2 – adatrögzítő, 3 – adattovábbító, 4 – anemométer(kontrol), 5 – anemométerek 30, 60 és 80 m magasságban, 6 – szélirány érzékelő, 7 – energiaforrás (nap-elem, PV), 8 – jelzőfény, 9 – páratartalom, 10 – légnyomás.

Az adatgyűjtők által szolgáltatott mérési adatbázis adja a későbbi számítás alapját, amelyek már a gyártmányokra, a beruházások gazdaságosságára, a kapható pénzügyi hitelekre, az investíciók mértékére vonatkoznak. A jó adatbázis hitelesített műszerekkel nyerhető, megbízhatósága döntő jelentőségű.

A méréseknél minden ponton másodpercenként veszünk mintát. 10 percenként rögzítünk adatokat. Ezen 600 érték alapján rögzített napi 144 adatsor (minden magasságban):

1. az értékek átlaga = átlagos szélesebesség
2. a legnagyobb (max) és
3. a legkisebb (min) érték, valamint
4. az adatok normális szórása (m/s).

Mérési helyenként az adatgyűjtők évente 500–700 ezer adatot gyűjtenek be. Ilyen hatalmas adathalmaz megbízhatóan a vonatkozó fizikai, műszaki és halmazelméleti számításokkal, vagy az e célokra létrehozott programokkal értékelhető.

### 3. A mérésekre alapozott számítási módszer

A számításához (nem a teljesség igényével), főként a kinyerhető energia meghatározásához e szakterületen ismert, alábbi formulákat használtuk.

A szélérőművek várható teljesítménye (gyakran a  $W_p$  jelzés is használatos):

$$P_{\max} = \frac{16}{27} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_{\infty}^3 \quad (\text{kW}), \quad (1)$$

ahol

$\rho$  – a levegő sűrűsége  $\text{kg/m}^3$ ,

$A$  – a vizsgált (rotor által súrolt –  $D^2\pi/4$ ) felület  $\text{m}^2$ ,

$v_{\infty}$  – a zavartalan szél sebessége a leszabályozásig  $\text{m/s}$ .

A mért szélesebbesség adatsorok rendezését és a hosszabb távú becsléseket a Weibull eloszlásfüggvény segíti:

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (2)$$

Ahol (a mérések adataiból számítható):

$k$  = Weibull alaktényező;

$C$  = a helyi szélviszonyokra jellemző sebesség érték (becslésnél, ha külön nem számítjuk  $C \cong 1,12 \cdot v_a$ , ahol:  $v_a$  = a mért átlagos szélesebbesség).

Az átlagos teljesítmény a  $K_F$  kihasználási tényező (értéke 0,16–0,45) bevezetésével:

$$P_{G,\text{átl}} = P_{Gn} \cdot K_F = \eta_e \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_2 \cdot v_n^3 \cdot K_F \quad (\text{kW}) \quad (3)$$

Ahol:  $P_{Gn}$  a névleges teljesítmény, az  $n$  számú tartományra osztott szélesebbesség átlagértékek ( $v_n$ ) alapján.

$\eta_e$  az aerodinamikus, a villamos és a mechanikus hatástényezők együttesen (kísérletekkel kerül meghatározásra a szélesebbesség – teljesítmény-, ill. a szélesebbesség – teljesítménytényező diagramok alapján, amelyeket a gyártó szolgáltatja). A jelleggörbék tájékoztatnak arról a maximális szélesebbeségről is, amelyet a gépek még képesek felhasználni, vagyis a leszabályozásuk nem kezdődik meg.

A szélérőmű éves energiatermelése

$$E = K_F \cdot P_{Gn} \cdot 8760 \quad (\text{kWh}). \quad (4)$$

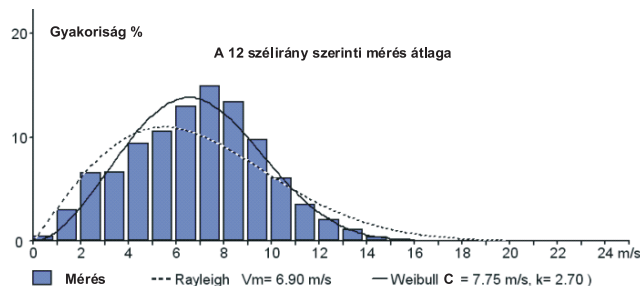
#### 3.1. Az értékeléshez szükséges főbb paraméterek és jellemzők (nem a teljesség igényével)

Ma már a hosszadalmas számítások helyett programokat használunk. Ilyenek, pl.:

- *Windpro*, vagy a
- *WASP*. (Wind Atlas Analysis and Application Program)

Az adatbázis rendezésében az ismert statisztikai eloszlási formulák segítenek (Rayleigh, gyakrabban Weibull) A programokban e függvény-formák értékei tetszés szerint lekérdezhetők, a szélirányok, az időtartamok – esetleg rövid időszakok – szerint is.

A 2. ábrán egy mérőhelyen a 12 fő szélirány szerinti számított Weibull szélesebbesség eloszlási függvények láthatók (a vastagabb vonal pedig a 12 irány átlagolt értékeiből kapott eloszlást mutatja). Mindegyikhez kiszámítjuk a 3. összefüggésben használt szélirányonkénti  $k$ ,  $C$  és  $i$  értékeket is. E szélirányonként eltérő tényezők, az energiatar- tam számításához szükségesek, de információt szolgáltatnak arra is, hogy mely szélirányban van akadály, vagy árnyékhátas. Például arra: melyek azok a szélirányok, ahol a gépek között nagyobb távolságot kell biztosítani, hogy a mögöttük lévő térben a szélviszonyok zavarmentesen helyreálljanak.



2. ábra. A szélesebbességek gyakorisága a mérés -, a Rayleigh és Weibull szerint, a 12 szélirány átlagában egy éves időtartamban (az alábbiakban a 3. összefüggéshez igazodóan:  $C$ ;  $k$ ;  $V_m = v_a$ )

A szélklíma igen fontos jellemzője az adott pontra jellemző turbulencia. A turbulencia a szél kiegyenlítetttségére utal (legtöbbször a szórás és az átlagsebesség hányadosával jellemzik), s meghatározza a statikai és dinamikai szempontokból alkalmazható gépkonstrukciót. Méréseink szerint az ültetvényekkel szabdalts felületeken, a beépített területeken, létesítmények, továbbá a szélvédő erdősávok közelében, a kisebb magasságokban nagyobb a turbulencia. Ez is indokolja hazánkban a nagyobb oszlopmagasságú turbinák telepítését.

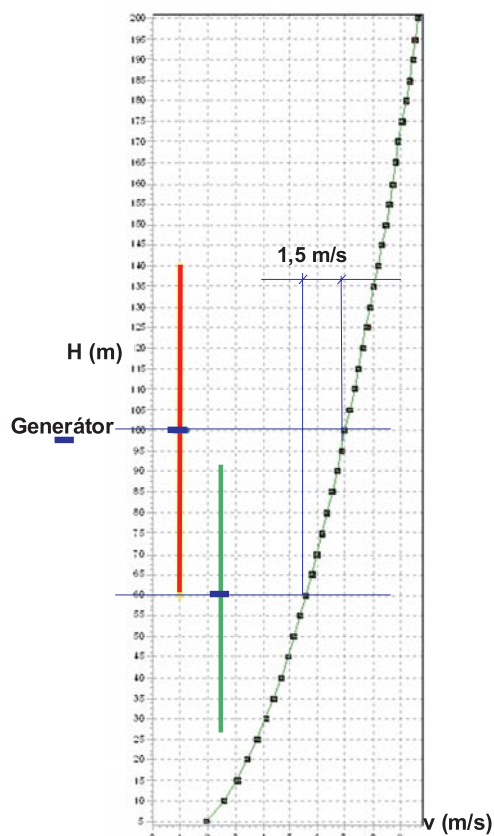
A sebességmérések a mérőoszlopokon  $H_x$ , (a kisebb) és  $H_y$  (a nagyobb) magasságokban folynak. A mért sebességek így:  $v_x$  és  $v_y$  (m/s).

A mért adatokból az  $a$  szélprofil tényező (Hellmann paraméter) az alábbi összefüggés (5) alapján határozható meg:

$$v_x = v_y \cdot \left(\frac{H_x}{H_y}\right)^a \quad [\text{m/s}], \quad (5)$$

E függvény alapján kijelölhető a nagyobb magasságokban várható szél alakulása. A méréseket – főként gazdasági okokból – döntően a használatos méretű generátor oszlopoknál kisebb mérőtornyokkal végezzük. Így a szélprofil kitevő segít, a mérési adatokból a nagyobb magasságokban várható szélesebbesség becslésében (5).

A függőleges szélprofil a lapátok dinamikus igénybevételére is utal. Egy 2 MW névleges teljesítményű szélérőmű gondolája (a generátorház), valamint a lapátkerék forgási központja  $H = 105 \text{ m}$  magasságban van (3. ábra).



3. ábra. A 85 m magas szélmérő oszlopon mért adatok alapján számított átlagos szélprofil (a szélsebesség különbség – 1,5 m/s – a két különböző gondolamagasságú gépnél)

A lapát hosszúsága  $D/2 = \sim 45$  m, tehát a leírt kör átmérője  $\sim 90$  m. Ez annyit jelent, hogy a lapát csúcsa a felső állásban  $H + D/2 = 150$  m magasságig nyúlik fel, s forgás során az alsó szintje 60 m lesz. A 90 m-es szintkülönbségnél a szélsebesség már jelentősen eltérő. Tehát a lapátok csúcsain a felső és az alsó állásban akár 1–3 m/s-nyi szélsebesség-különbség is felléphet. Az ebből fakadó (a lapátokra ható) dinamikus igénybevétel is jelentős vibrációt okoz. Ennek mértékével is számolni kell, mivel a szerkezeti elemekre és az alapozásra ható dinamikus erőhatásokat gerjeszt (kritikus értékét a maximális széllekezesnél keletkező impulzus erők tovább erősítik). Ezek is információt nyújtanak arra (az említett turbulencia mellett), hogy egy adott területen milyen konstrukciójú alap szükséges stb.

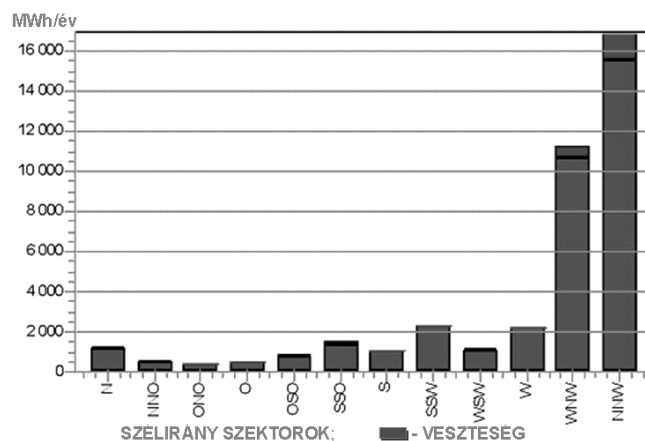
### 3.2. A várható teljesítmény

A fenti adatbázisok ismeretében már konkrét szélérőmű típusal lehet az értékelést folytatni. Ezen értékelések alapján kapott adatok már viselik az adott berendezésre jellemző sajátosságokat, főként az energia-kihozatal volumenét illetően. E számításokhoz az adott berendezésre jellemző teljesítmény- és szélsebesség-függvény, valamint teljesítmény- és nyomatéktényező adatsorának ismerete is szükséges (a gyártók szolgáltatják).

A későbbiek miatt lényeges, különféle magasságokban a hosszabb- és rövidebb távú, pl. napi szélsebességek alakulásának (8. ábra) ismerete a különböző szélirányok szerint is. Ezen adatok kapcsolatából a várható energiatermelési menetrendre lehet következtetni, amely az energia átvivője szempontjából igen lényeges, utal a hálózat várható terhelésére, s amely a tulajdonosnak is fontos, hiszen a különféle időszakokra várható termelési volumenekre is választ ad (9. ábra), ami a villamos-energiatermelés időszaki árbevételét határozza meg.

A szélsebesség mérése mellett nagyon lényeges a szélirány változásának meghatározása különösen az irányváltozás gyakorisága. A ma már általánosan alkalmazott 2 MW-os típusoknál egy-egy lapát tömege 8–15 tonna, és ebből három van egy-egy berendezésen. Ezekhez a gondola tömegét (generátor, ház, csapágyak, tengelyek stb.) is hozzáadva, összességében a szélirányba forgatáshoz 40–60 tonna tömeget kell megmozdítani. Az elmozdítás-hoz és helyzetbe, szélirányba állításához villamos energia szükséges, amelyet a szélérőmű a villamos hálózatból vételez, s ez energiafogyasztást jelent. Olyan helyeken, ahol nagyon gyakori a szélirányváltozás, nagyon jelentős a saját energia felhasználás is, hiszen gyakran kell a lapátkerékkel szélirányba állni, s lapátszöveget változtatni. Vagyis a gyakori szélirányváltozás rontja a várható energiatermelést.

A számítás eredményeképpen megkapjuk a szélirányonkénti várható éves energia-termelést, amelyből majd az összes energiatermelés számítható ( $E = \text{kWh/év}$ ), de a szélérőmű várható kihasználási tényezőjét is ( $K_F$  értéke, a  $P_{\max}$ , ill.  $W_p$  %-ában megadva).



4. ábra. A várható évi energiatermelés és -vesztés szélirányok szerint (valós), ha a parkon belül egyes gépek árnyékolást jelentenek

A számításokkal kapott eredményt a különféle hibalehetőségek miatt (mérés-, értékelés-, szélklíma éves trendjének felvételi hibája stb.) *10%-al csökkentjük*, közelítve a valós értékhez.

A bankok a szélérőmű parkok nagy értékű beruházásait csak akkor finanszírozzák, ha a mérések eredményei a jó

energiatermelésre megfelelően bizonyító erejűek. Vegyünk egy 10 gépből álló, 2 MW-os egységekből összeállított szélparkot, ami 20 MW beépített teljesítményt jelent, melynek a gépi beruházási költsége, hozzávetőlegesen 20–22 millió €. A park a szállítással, a felszereléssel és az egyéb infrastrukturális egységekkel 7 milliárd Forintnyi tőkét köt le. E jelentős banki kölcsön visszafizetése csak akkor válik lehetővé, ha a berendezés működése során annyi energiát képes termelni, hogy a befektetett összeg minél korábban megtérül, és nyilvánvalóan a befektetőnek is haszna származik a beruházásból.

## Összefoglalás

Csak akkor lehetünk nyugodtak a tervezett szélparkunk beruházásának megvalósítása során, ha a bemutatott normák és előírások szerint legalább egy éves időtartamban, minimum 50–80 m magasságban *energia célú* szélmerést végeztünk és az értékelés alapján bizonyítást nyert, hogy a parkban termelhető energia a befektetett- és a későbbi költségeket fedezi.

A szélességet minimálisan két magasságban kell mérni, amelyből a szélprofil meghatározható, s így megfelelő korrekciókat is figyelembe véve, kellő bizonyossággal kiszámítható a választott géptípusunk generátora által termelhető energia mennyisége.

Cikkünket tájékoztatás céljából állítottuk össze, mivel úgy tapasztaltuk, hogy a szélparkok létesítését elhatározó vállalkozások jelentős része a szélenergia alapvető összefüggéseinek értelmezésében nem járta. A beruházásaik

gazdaságos üzemeltetése jelentős mértékben sérülhet, ha az adott területen nem végez szélmerést, vagy az értékelő elemzést nem végzi el kellő alaposítással, ha nem vizsgálja meg az adott területre vonatkozóan a szélviszonyokat, az áthaladó energia trendjét több év viszonylatában. Egyes évek között 10–15%-os eltérés is előfordul az évente kinyerhető összes energia vonatkozásában. Havi eltérés azonban 50–70%-ban is valószínű, különösen a kora tavaszi és a késő őszi időszakban

Az energetikai szélmerés a beruházás előkészítésének leginkább sarkalatos pontja, miközben ez az összes előkészítő munka költségének legfeljebb 10–12%-át teszi ki, nem beszélve arról, hogy a beruházás teljes értékéhez viszonyítva csupán egy-két ezreléket jelent.

## Irodalmak, letöltések

1. Sembery P–Tóth L. (2005): Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 522 p.
2. Tóth L. –Horváth .: (2003): Alternatív energia, szélmotorok, szélgenerátorok. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 383 p.
3. Tóth L. (2006): Megújuló energiák hálózatra csatlakoztatása, VET követelmények „Certified Energy Regulatory Manager Course”, Institute of International Research (The Word's Leading Conference Company), Budapest, 2006.aug. 22–24. Konferencia kiadvány 110 p. 8p.
4. <http://www.emd.dk/WindPRO/>
5. <http://www.wasp.dk/>
6. <http://www.eh.gov.hu/home/html/index.asp?msid=1&sid=0&hkl=596&lng=1>
7. <http://www.SZEL-MSZTE.HU/>
8. <http://www.met.hu/>

## Önkormányzati elismerés a FŐGÁZnak

**A Települési Önkormányzatok Országos Szövetsége május 13-án megtartott küldöttgyűlésén adta át a szervezet kitüntetését a Fővárosi Gázművek Zrt. képviselőjének. Az elismerést, a TÖOSZ emléklapját évente, a szövetség munkáját segítő szervezeteknek ítéli oda.**

A Települési Önkormányzatok Országos Szövetsége, az elnökség döntése alapján, minden évben kitünteti a szövetség munkáját támogató szervezeteket és szakértőket. 2010-ben eredményes és következetes tevékenységéért, az önkormányzatok támogatásáért a Fővárosi Gázművek Zrt. nyerte el a TÖOSZ-Emléklap kitüntetését.

A Fővárosi Gázművek Zrt. támogatási programján belül kiemelten fontosnak tartja a kerületi önkormányzatok, és rajtuk keresztül a főváros lakosainak érdekeit szolgáló együttműködési lehetőségeket. A társaság a folyamatos és biztonságos földgázszolgáltatás mellett arra törekszik, hogy támogassa a műszaki-biztonság színvonalának növelését, a takarékos ener-

giafelhasználás elterjedését valamint a korszerű fűtési rendszerek további térhódítását.

A FŐGÁZ 2000-ben indította el máig tartó lakossági támogatási programját a fejlesztésekre, korszerűsítésekre nyitott önkormányzatokkal. A kezdeményezés az önkormányzatok által létrehozott korszerűsítési alap kiegészítő támogatására jött létre.

A lakossági fogyasztók és a lakóközösségek a gázkészülékek cseréjére, fűtési rendszer felújítására, gáz alap- és felszálló vezeték rekonstrukciójára használhatják fel a pályázat útján elnyerhető támogatást.

A program sikerességét bizonyítja, hogy 2008-ig *fűtőkorszerűsítési támogatásra több mint 220 millió forintot, alap- és felszálló vezeték rekonstrukcióra 100 millió forintot biztosított* a Fővárosi Gázművek Zrt.

2009-ben új önkormányzati program indult, mely célja, hogy pénzügyi forrásokkal támogassa az együttműködéshez csatlakozó fővárosi kerületek intézmé-

nyeinek fűtőkorszerűsítési, felújítási beruházásait.

A FŐGÁZ a felajánlott 1-1 millió forintos támogatással azon önkormányzati intézmények megújulásához járult hozzá, amelyek az adott kerület lakóinak a legfontosabbak (óvodák, orvosi rendelő, iskolák stb.). A takarékos, gazdaságos és környezetkímélő fűtési megoldások alkalmazása egyaránt szolgálja a lakosság, az önkormányzatok és a FŐGÁZ érdekeit.

Az önkormányzati fűtőkorszerűsítési program természetesen folytatódik, a már csatlakozott 15 kerület mellett társaságunk az igényüket már jelző kerületi önkormányzatok fejlesztési törekvését is támogatja.

A FŐGÁZ – társadalmi szerepvállalási tevékenysége keretében – az *elmúlt tíz évben jelentős mértékű, összesen több mint 335 millió forintos támogatást nyújtott az önkormányzatok és rajtuk keresztül a fogyasztók részére.*

**Fővárosi Gázművek Zrt.**

Munkácsy Béla

## A napelemek egyre szélesebb körű elterjedése

**Az Európai Közösség több célkitűzést is megfogalmazott 2010-es határidővel a napelemekkel kapcsolatosan. Most, hogy átléptünk 2010-be, úgy gondoltuk érdemes vizsgálnunk a napelemes technológiák múltját és jelenét, azt, hogy mennyiben sikerült az elképzeléseket, célokat elérni. Ez annak tükrében is érdekes feladatnak mutatkozik, hogy az utóbbi években az EU tagországai által telepített új villamosenergia-termelő kapacitás nagyobb része már megújulóakra támaszkodó technológiákat, elsősorban szélturbinákat (2009-ben 39%) és napelemeket (2009-ben 16%) jelent.**

**The European Union has made several aim about photovoltaics to 2010. As we stepped into 2010, so we thought we should analyze the past and the present of the PV technologic.**

Manapság a fosszilisak mellett egyre fontosabbá válik a megújuló energiák használata. A fosszilis készletek nemcsak fogyóban vannak – miközben az emberiség energiaigénye folyamatosan nő – de elmondható, hogy nagyobb a szennyezőanyag kibocsátásuk is: környezetünket és saját magunkat károsító anyagok, így a globális klímaváltozást okozó üvegházhatású gázok képződnek használatuk során. Az EU megcélozta, hogy 2020-ra energiaszükségletünk 20%-át, 2050-re 60%-át kell biztosítani megújuló energiaforrásokból, ezáltal csökkentve a szén-dioxid kibocsátást a globális felmelegedés megelőzése érdekében, illetve mérsékelve Európa import energiákra vonatkozó igényét is. Az energiafüggés nemkívánatos, mivel a külső forrásokból történő ellátás sebezhető, ráadásul nemzeti adósságokhoz is vezethet.

1993-ban az EU jóváhagyta az ALTENER programot, mely a megújuló energiaforrások használatának fejlesztését és a megújuló energiaforrást hasznosító termékek nemzetközi kereskedelmének kiterjesztését volt hivatott elősegíteni. A program speciális célja volt, hogy évi 180 millió tonnával csökkentse a szén-dioxid kibocsátást azáltal, hogy 2005-re megduplázza a megújuló energiaforrások használatát, amivel végeredményben akár meg is háromszorozódhatott volna a villamosenergia-termelés Európában. A napelemeknek fontos szerepet szántak ebben a folyamatban, amelynek nem titkolt célja volt az is, hogy növeljék az európai PV-ipar termelését és termékei nemzetközi kereskedelmének volumenét.

A PV-technológia alkalmazása több mint 350 000 tonna szén-dioxid kibocsátás-csökkentést eredményezett 1994-ig. Környezeti előnyei mellett ma már akár azt is kijelenthetjük, hogy számos esetben ez a leggazdaságosabb megoldás, hogy megbízhatóan hozzáférhető villamos energiát biztosítsunk a fogyasztóknak. Segítségével akár

közvetlenül a felhasználás helyén állíthatjuk elő a villamos energiát, így megspórolható a szállítás költsége és energiavesztése, továbbá nincs sem zavaró hang-, sem káros gázkibocsátása, nem foglal el értékes területet. Bár a felszínre eső napenergia mennyiségét befolyásolja a földrajzi elhelyezkedés, a tengerszint feletti magasság, a napszak, az időjárás és az hogy milyen szögben felállított felületen vizsgáljuk a napsugárzást, de az energia forrása állandóan elérhető minden, az ember által élhető helyen – ami a villamosenergia-termelés demokratizálása szempontjából lényeges tényező.

### Visszatekintés 1994-be

Noha a napelemek kifejlesztése az 1950-es években kezdődött, a technológia egyre korszerűbbé és hatékonyabbá válásával párhuzamosan igazán csak az 1980-as években kezdett elterjedni használatuk. Ebben az időszakban a világ 10 MW-os összes éves teljesítménynövekedést produkált, 1994-re azonban mintegy 70 MW-tal nőtt évente az újonnan üzembe helyezett PV-k összteljesítménye – ami évi 15%-os növekedésnek felelt meg

Ami az EU15 országsoportot illeti, 1994-ben a kb. 3000 TWh villamosenergia-fogyasztásának fedezéséhez az üzembe helyezett napelemek 70 MW összteljesítménnyel járultak hozzá, így annak kevesebb, mint 0,005%-át adták – ugyanakkor évente mintegy 50 000 tonnával csökkentették a szén-dioxid kibocsátását. (European Commission, 1996)

Az ALTENER elfogadásával az EU először hagyott jóvá olyan tervezetet, amely a megújuló energiaforrások hasznosításának növelését célozta. Ez 2005-ig összesen 500 MW fotoelektromos energia előállítására alkalmas modul telepítésének elérését jelentette.

Az ALTENER projekt részeként megalkotott PV2010 Programban az európai PV-ipar azt a célt tűzte ki maga elé, hogy a lakosság körében 2010-re elérje a 2000 MW összes kapacitást, az ipari léptékű hasznosítás terén pedig évente 1000 MW új teljesítményt helyez üzembe – ami egyébként összesen 2 millió tonna szén-dioxid csökkenést jelentene. Ezzel együtt azt is remélték, hogy a nemzetközi PV kereskedelem európai részaránya meghaladja majd a 40%-ot. (European Commission, 1996)

A legmerészebb program a MADRID-terv (Action Plan for Renewable Energy Sources in Europe, 1994) volt, amely 2010-re az Európai Közösségben már 16000 MW teljesítményű napelem üzemelésével számolt.

A 2010-re szóló tervezetek különböző modellszámítások eredményei alapján születtek. A 2000 MW-os teljesítmény eléréséhez – a 1993/94-es 15%-kal szemben –évente 20%-os, a MADRID-terv eléréséhez pedig 45%-os növekedésre lett volna szükség. A megvalósítást segítette, hogy

már rendelkezésre álltak jelentős PV-tető tapasztalatok a Közösség egyes tagországaiban: Németországban az 1000 tetőprogram 60 000 kutatást generált, amelyek 2250 kisebb PV-beruházást (egyenként 1–6 kW) eredményeztek 1990–1994 között, melyek teljes, üzembe helyezett teljesítménye megközelítőleg 6 MW. Ausztriában pedig 1992-ben indítottak egy 200 kW-os PV-tető programot.

Az Európai Közösség háztetőiben rejlő PV-telepítési potenciált 618 GW-ra vagyis lakosonként 1,6 kW-ra, így a lehetséges áramtermelést kb. 500 TWh-ra becsülték évente. Ráadásul egy 1987-es kalkuláció szerint az akkori EU12 teljes lakosságából – főleg az elszigetelt mediterrán területeken – 1,2 millióan voltak, akik állandóan vagy időlegesen áram nélkül éltek, és ahol körülbelül 70 000 lakóépület (50 MW-nyi áramigénnyel) számára olcsóbb áramellátást lehetett volna biztosítani napenergiával, mint az elektromos áram távról történő odaszállításával. A Közösséghez 1995-ben csatlakozott Finnországban, Svédországban és Ausztriában, ahol akkoriban nagyrészt dízelmotoros áramfejlesztő készülékeket használtak a villamos hálózattól távoli állandóan lakott, vagy alkalmanként használt épületek áramellátására, a számítások szerint 150 MW-nyi napelemnek lehetett volna piaca.

A környezeti tudatosság és maguk a döntéshozók is komoly akadályai a PV-technológia terjedésének. A PV-rendszerek viszonylag magas beruházási költsége például jelentős gátnak bizonyul a rendszerek elfogadottságában. Kulcsfontosságú volna ezért a jelenlegi környezet-szennyező energiatermelési-rendszer támogatásának mielőbbi leépítése, illetve szükség esetén átcsoportosítása a környezetkímélő megújuló technológiák fejlesztésére, elterjesztésére. Lényeges volna, hogy programokkal támogassuk a PV-technológiát is, hogy elmozdítsuk abból a fázisból, amikor csak az „újító” gondolkodásúak vásárolnak ilyen rendszert. Éppen ezért a PV2010-es program megalkotói kezdetben 49%-os támogatással számoltak, amely fokozatosan nullára esett volna vissza 2006-ra. Ez a hozzájárulás 3 szintű lett volna: 60%-ban uniós, 30%-ban állami és 10%-ban helyi forrásokból történt volna. A programban megfogalmazott végső eredményként a villamos energia egységnyi költsége 2010-re már versenyképes lenne a hagyományos áramtermelés költségével.

A PV2010 Programban megfogalmazott elképzelések szerint 2010-ig lehetővé válna a szénalapú energiatermelés részbeni leváltása olyan energiatermelő megoldásra, amely nem bocsát ki szén-dioxidot. A koncepció kidolgozói az átlagosnál szennyezőbb széntüzelésű erőművek kiváltásával a program végére évente több mint 2 millió tonna káros CO<sub>2</sub> kibocsátásának megelőzésével számoltak. Ha a kisebb terhelésű (pl. gázturbinás) erőművek 0,55 tonna/MWh szén-dioxid kibocsátásával számolunk, az éves szén-dioxid kibocsátás csökkentés 1,1 tonna/év lenne.

A PV2010 Program szerint a világban üzembe helyezett PV-kapacitásnak 2010-ig el kell érnie a 4000 MW-ot. Ha Európának sikerül megerősítenie piaci pozícióját és nagyobb növekedést tud elérni, mint a világ többi része, akkor az európai PV-rendszerek teljesítménye 2010-re ön-

magában elérheti a világ összes kapacitásának 32%-át, ami meghaladná az 1200 MW-ot. Ha a PV-technológiák népszerűsítése és a regionális és nemzeti szinten megvalósuló pénzügyi ösztönzés által lehetővé válna Európa számára, hogy 2005-re elérje az 500 MW-os szintet, azután reális esélyei lennének 2010-re akár 2000 MW-os kapacitás kiépítésére is.

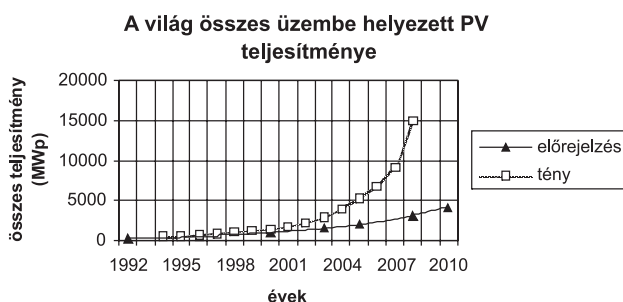
A PV2010 Program megállapítása szerint nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a PV-rendszerek remélt terjedésével 2010-re több mint 150 000 embert foglalkoztathat ez a szektor. A Programban megfogalmazott javaslatok betartásával ez Európában várhatóan 58000 új munkahely létrehozásával jár. A foglalkoztatottsági modell egyértelműen mutatja, hogy a PV-technológia rövid időn belül sokszorozó hatással bír a munkahelyteremtésre. Emellett lényeges szempont, hogy folytonos foglalkoztatást garantál, nem pedig időszakos munkát. A hatás nagy területre kiterjedő, ráadásul a munkahelyek egy része azokon a területeken jön létre, amelyek a leginkább igénylik a gazdasági fejlődést, mivel kiemelt cél a távoli, vidéki területek bevonása a telepítésekbe. A megalkotók szándéka szerint a PV2010 Program végrehajtása így különösen a vidéki területeken és a kisebb közösségekben jelentősen javíthatja az életminőséget – a napelemek ugyanis megteremtik a lehetőséget a villany, a víz, a hűtés és a kommunikációs igények lefedéséhez, ami jelentős lökést adhat a helyi egészségügy és oktatás fejlődésében.

## A 2008-as helyzet

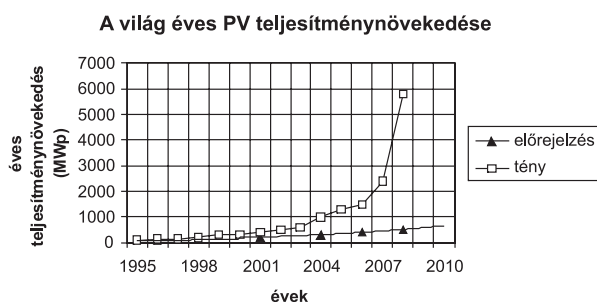
Tanulmányunk első részében áttekintettük a PV 2010 Program vállalásait, de írásunk tulajdonképpeni célja, hogy felmérjük, vajon hol tart ma a Program megvalósulása és mennyi esély van az itt megfogalmazott szerény vagy épp a merészebb célkitűzések 2010-es elérésére.

A legfrissebb adatok azt mutatják, hogy a napelemek terjedése jóval gyorsabb volt a Programban vártnál. Az egész világra vonatkozó eredményeket illetően már 1994 végére sikerült a csupán 1996-ra várt 500 MW-os teljesítményt elérni, a 2000-re tervezett 1000 MW-os érték is körülbelül 2 évvel korábban teljesült. Az ezredfordulón már a 2003-ra várt 1500 MW-os teljesítményt is megvalósult. Ettől kezdődően pedig még erőteljesebb lett a növekedés üteme, így 2005-re, amikor a modell számításai alapján 2000 MW-ot vártak volna, már több mint 5000 MW-nyi kapacitás állt rendelkezésre. A 2008-ban tapasztalt több mint 5000 MW-os növekedésnek köszönhetően az év végére végeredményben majdnem 15 000 MW összteljesítményű PV-rendszer volt telepítve világszerte. (Jäger-Waldau, A. 2009)

Amint a tényadatokból kiolvasható, 1994–1996-ig átlom volt csupán a modell alapjául szolgáló 15%-os növekedési ráta. 1997-től kezdve viszont már bőven teljesült ez a mértékű emelkedés, sőt a térnyerés üteme 2003-tól meghaladta a 20%-ot, majd 2007/2008-ban megközelítette az évi 40%-ot. A teljesítménynövekedést vizsgálva kiderült, hogy ez már 2001-ben a duplája volt a tervezettnek, 2008-ra pedig több mint a tízszerese volt az előre vártak.



1. ábra. A jósolt és a megvalósult összes PV teljesítmények a világon



2. ábra. A tervezett és a megvalósult éves napelem-kapacitás növekedése a világon

Mindez a technológia folyamatos fejlődése és hatékonyabbá válása mellett vélhetően az elmúlt tíz év során megváltozott világgazdasági viszonyoknak köszönhető. Először drasztikusan megemelkedett az olaj, majd ezzel párhuzamosan megnőtt a belőle előállított termékek és a villamos energia ára. Ennek számos oka volt, de szerepet játszott benne az is, hogy az utóbbi évtizedekben az olajtermelő országok alig bővítették termelő kapacitásaikat, és különféle politikai konfliktusok (leginkább az iraki háború) is hozzájárultak az ár megugrásához. Ez a nem várt mértékű drágulás mozdíthatta el az egyre kiszámíthatatlanabb fosszilis energiaforrások használatáról a világot a megújuló felé. Európa például a gázellátásban is megtapasztalhatta, hogy nem előnyös más országok energiaforrásaitól függeni. Ennek következtében pedig nemcsak a vállalatok gázfelhasználását korlátozták, de volt olyan ország, ahol lakossági felhasználásra sem jutott a fagyos tél közepén.

Eközben folyamatosan érkeztek az új információk az üvegházgázok okozta globális éghajlatváltozással kapcsolatosan. Ezeknek a kiugró mértékben emelkedő légköri koncentrációjáért ma már vitathatatlanul az emberiséget tesszük felelőssé. A felgyorsuló éghajlatváltozás következtében gyakoribbá válnak a szélsőséges időjárási események – mint például a hurrikánok – és megnövekedik a tengerszint is, melyek következtében milliók válnak majd környezeti menekültekké. A fentiek tükrében érthető miért fordultak a felelősen gondolkodó döntéshozók világszerte ilyen meglepő gyorsasággal a helyben előállítható, nagyrészt állandóan elérhető megújuló energiaforrások használata felé.

Az EU pedig az éllóvasa a fosszilis erőforrásoktól való függetlenedésnek. Jól látható ez már a Kiotói Jegyzőkönyvben megfogalmazott vállalásain, melyben célul tűz-

te ki, hogy az iparilag fejlett országok átlagos, 5,2%-os üvegházgáz-kibocsátás csökkentésével szemben az EU15 8%-ot szeretne elérni 2008–2012-ig (bár a jelenlegi trendek alapján most úgy néz ki ez a merészebb cél nem fog teljesülni). Ennek a vállalásnak pedig az egyik pillére éppen az a terv, amely szerint 2010-re a megújuló energiák használatának aránya 12%, 2020-ra 20%, 2050-re 60% kell, hogy legyen, miközben 2007-ben még csak 8,5% volt. (European Commission, 2008)

Az EU megújulók felé törekvése a napelemek terén is megnyilvánult. Az Unió a 2005-re tervezett 500 MW-os célt már 2004-ben bőven túlszárnyalta, és 2008-ban már a 2010-es célérték több mint négyszerese, 9500 MW napelem-kapacitás állt rendelkezésre. Ez azt jelenti, hogy az EU-ban üzembe helyezett napelemeket illetően évről évre minimum 35%-kal emelkedett a telepítések összes kapacitása. A leglátványosabb növekedés is Európában volt 2008-ban, ugyanis a spanyol kormány ösztönző intézkedései nyomán Spanyolországban egy év alatt a 2007-es növekedés ötszörösével, 2700 MW-tal nőtt az üzembe helyezett napelemek teljesítménye. A szintén EU-tag Németországban, ahol 2008-ban 1500 MW-tal nőtt a teljesítmény, már az ezt megelőző években is 500–1000 MW körüli kapacitásbővülés valósult meg. Sajnos az 5300 MW német és a 3400 MW spanyol összkapacitáson kívül az EU többi 25 tagországában 2008-ban összesen még mindig csak 1000 MW körüli napelemkapacitás állt rendelkezésre.

Az iparág összesen 7300 MW-os termeléséből 2000 MW-nyi volt EU-gyártású PV-termék 2008-ban, tehát a kereskedelmi forgalomban csupán 27,4%-os részesedéssel voltak jelen, főként a 2006-tól nagy versenytárs, Kína térnyerése következtében.

Az előnyök közt említett munkahelyteremtést nézve, a napelemek gyártásához, telepítéséhez kapcsolódó munkahelyek száma 2008-ban több mint 100 000 volt a gazdasági válság sújtotta EU-ban. Persze a munkalehetőségek döntően a telepítésekben élenjáró Spanyolországban és Németországban álltak rendelkezésre. A Kiotói Jegyzőkönyv szempontjából sem elhanyagolható további szempont, hogy Európában a napelemeknek köszönhetően körülbelül 7 millió tonnával csökkent a szén-dioxid kibocsátás, noha sajnos közben nőtt az energiafogyasztás.

### A PV2010 Program megvalósulásának esélyei

A világ PV-technológiával előállított teljesítményét illetően tehát már bőven felülmúltuk a 15%-os növekedési rátával 2010-re előrejelzett 4000 MW összes kapacitást. A 2008-as 39%-os növekedési ütemmel számolva 2009-re nagyjából 20000 MW, míg 2010-re 28000 MW lehet a világ összes napelemes teljesítménye. Ha pedig az EU tartja a 2008-as 27,4%-os kereskedelmi részesedését, az 2009-ben körülbelül 5500 MW, 2010-ben pedig 7700 MW-nyi PV modul termelését jelenti majd.

Az EU-ban üzembe helyezett napelemekkel kapcsolatban az elmúlt években rohamos terjedést tapasztalhattunk



– ha az utolsó négy év átlagos növekedési rátájával, 40%-kal számolunk 2009-re elérhetjük akár a 14 000 MW, 2010-re pedig megközelíthetjük a 20 000 MW napelem-teljesítményt. Ez a szerényebb 2000 MW-os PV2010-tervnek majdnem a tízszerese, de a legmerészebb 16 000 MW-os MADRID-tervet is bőven túlteljesíti. Ezzel párhuzamosan a 2008-ashoz képest évente 14 millió tonna szén-dioxid kibocsátást válthatunk ki, és mintegy 200 000 embernek adhatunk munkát, miközben függetlenedhetünk más országok energiaforrásaitól. Ily módon a megújuló energiaforrások segítségünkre lehetnek mind a gazdasági válságból való kilábalásban, mind a globális éghajlatváltozás mérséklésében – következésképpen hosszú távon az emberiség fennmaradásában. Remélhetőleg a növekedés a jövőben egyre nagyobb mértékű lesz és az energiafelhasználásunknak egyre nagyobb részét fogják majd tiszta, azon belül pedig PV-technológiákkal előállítani.

A Greenpeace kutatói szerint a 2010-es 20 GW körüli napelemes teljesítmény 2050-re akár 2900–3800 GW-ra is nőhet, a politikai támogatás függvényében. A napelemek így az energiahatékonyság radikális javítása és a takarékos felhasználás mellett a jövőben jelentős szerepet játszhatnak a megújuló energiaforrásokra való visszatérés útján.

## Felhasznált irodalom

- European Commission, 1996: Photovoltaics in 2010 – A Strategic Plan for Europe. Volume 1. 54 p.  
 European Commission 2008: Second Strategic Energy Review an EU energy security and solidarity action plan.  
 Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC), 2008: Energy [r]evolution,  
 Jäger-Waldau, A. 2009: Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaics. – European Commission, DG Joint Research Centre, 118 p.

### Folytatás a 6. oldalról.

Ha ugyanis a globális átlaghőmérséklet több mint két Celsius fokkal emelkedik, az súlyos és visszafordíthatatlan következményekkel jár az emberiségre és az élővilágra nézve.

A fenti alapállásból kiindulva, egy átléphetetlen globális szén-dioxid kibocsátási keret („CO<sub>2</sub>-költségvetés”) felállításának szükségességét hangsúlyozta. Olyan dekarbonizációs ütemtervet sürgett, amely képes a fenti hőmérséklet-emelkedés előtt megállítani a klímaváltozást. A XXI. századra érvényes ilyen kvóta egyharmadát a világ már felhasználta, és a jelen trendek mellett 2020-ig átlépjük a kétharmados határt is. A hazai helyzet valamivel kedvezőbb: a számunkra a modellből következően jutó kibocsátási keret egynegyedét juttattuk a légkörbe az ezredforduló óta.

Feiler József helyeselte a klímátörvény-tervezet által 2020-ig előírt 40, 2050-ig 80 százalékos (a rendszerváltáskor mért szinthez képest értett) emisszió-csökkentést – állítása szerint a megfelelő technológiai előrelépésekkel akár a 45 százalékos visszafogás is elérhető. Hangsúlyozta, hogy a szükséges energiahatékonysági beruházások során nem érdemes az apró lépéseket választani: az erőművek, a közlekedés és a lakóépületek felújítása terén sok esetben csak az egy-szeri, nagy megtakarítást lehetővé tevő fejlesztések kifizetődőek.

Varró László, a MOL stratégiai fejlesztési igazgatója határozott kritikát fogalmazott meg a tervezet megvalósíthatóságával kapcsolatban. Arra emlékeztette a konferencia résztvevőit, hogy a rendszerváltás után leépült a szovjet típusú nehézipar, végbement a gazdasági szerkezetváltás. Úgy sikerült jelentős GDP-növekedést mutatunk, hogy közben a kibocsátás érdemben nem emelkedett. Azonban ez a

hatékonyságnövelés nem folytatható az eddigi ütemben, mert immár objektív, technológiai korlátokba ütközik.

A magyar ipari szereplők energiahatékonysága jó, a magyar energiaszektor CO<sub>2</sub>-hatékonysága az atomenergia és a földgáz magas részaránya miatt kedvezőbb sok nyugati államénál is. A gazdaság viszonylag rossz karbon-intenzitását (az egységnyi nemzeti össztermékre jutó kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége) a szolgáltató szektor alacsony jövedelmezősége okozza. Ez azonban Varró László szerint gazdaságélénkítő, és nem indokolatlan korlátokat emelő lépésekkel orvosolható.

A klímátörvény-tervezetbe foglalt, 2020-ig 40 százalékos emisszió-csökkentést megcélzó terveket álláspontja szerint mintegy 8000 milliárd forint költség és jelentős gazdasági megrázkódtatások árán lehetne végrehajtani – miközben az sem garantált, hogy sikerülne globálisan bármekkora CO<sub>2</sub>-megtakarítást elérni vele (Magyarország a világ CO<sub>2</sub> kibocsátásának 2 ezrelékét adja).

A költségkalkuláció során a szükséges lépések pozitív hozadékával is számolt a szakember, azonban a legnagyobb hazai erőművek bezárása, az új paksi blokk vagy blokkok megépítése, a lakásállomány közel teljes körű felújítása és a közlekedés teljes megreformálása így is szinten biztosan finanszírozhatatlan kiadást jelent a költségvetésnek.

Sajnos a megújuló energiára épülő erőművek alig-alig teremtenek munkahelyet. A berendezéseket külföldön gyártják, az üzemeltetés élőmunka-igénye pedig elhanyagolható. Jelentős munkahelyteremtő potenciál egyedül az épületek energiahatékonyságának javításában rejlik. Ráadásul, hazánk egyszemélyes önkormányzatoké csak a termelés és így az emisszió határon túlrá szorulásához vezetne – adott esetben a magyarokénál sokkal rosszabb szennykezé- si mutatókkal rendelkező üzemekbe.

Az egyik leginkább energia-intenzív iparág, a cementgyártás képviselőjében Dr. Szabó László válaszolt a törvénytervezettel kapcsolatos aggályait. A Magyar Cementipari Szövetség Műszaki Bizottságának elnöke szerint az ágazat számára valószínűleg elviselhetetlen terhet okozna az újabb korlátozás. A „gazdasági barométernek” is tekintett magyar cementgyártás már most is komoly hátrányban van a környező országokéhoz képest az uniós emisszió-kereskedelmi rendszer (ETS) kvótáinak kedvezőtlen kiosztása miatt. Már ma is kihasználatlan sok gyártókapacitás, és jelentős az import-cement aránya a hazai felhasználásban. Arra is emlékeztetett, hogy a gyártás során a legtöbb szén-dioxid az alapanyag előkészítése, a mészkő feldolgozása során kerül a levegőbe, ami a ma ismert technológiákkal nem szüntethető meg. További probléma, hogy az 1450 Celsius fokos kemencék fűtése csak magas kalóriaértékű fűtőanyagokkal oldható meg.

Dr. Gyulai Iván az Ökológiai Intézet a Fenntartható Fejlődésért igazgatója és Láng István akadémikus, az NFFT képviselőjében vettek részt a konferencián. Maguk is elismerték, a törvénytervezet kidolgozására kevés időt kapott a Tanács, így nem sikerült minden szükséges társadalmi-gazdasági egyeztetést lefolytatni. A délután talán legmeglepőbb kijelentése is az NFFT-hez fűződik – a testület elismerte, hogy a törvénytervezet gazdasági hatásai ma még nagyrészt beláthatatlanok. Láng István ezzel együtt nyomatékosította, hogy a „takarékoság-hatékonyság-helyettesítés” hármas célkitűzést továbbra is megkerülhetetlennek tartják, és a szemléletformáló kampányok mellett a gazdasági szféra számára kidolgozott további ösztönző, illetve szankcionáló mechanizmusok felállítását is szükségesnek látják.

**Dr. Molnár László**

Molnár Károly Zsolt

## Növekvő feszültség a feszültségcsökkentés terén

**Az ipari és üzleti célú világításban a legelterjedtebb megoldás a féncsövek használata. A féncsövek és az előtétetek folyamatos fejlesztése nagyfokú megtakarítást biztosít. A féncsövek működtetéséhez előtét szükséges, amely lehet induktív vagy elektronikus. Melyik rendszer hatékonyabb? Érdemes dimmelni? Hogyan lehetséges az induktív előtéteteket az elektronikus előtét-nél hatékonyabbá tenni?**

**Linear fluorescent lamps are the most common type of lighting currently used in businesses. Lamp and ballast technologies have improved greatly during the last ten years creating the opportunity for significant energy savings, when replacing any prior generation of fluorescent lighting. Ferromagnetic and electronic ballasts used with linear fluorescent lamps. Which lighting system is really energy efficient? How much from magnetic to electronic ballasts? Is dimming worthwhile? How to make magnetic ballasts more efficient than electronic ones?**

Nagy alapterületű és viszonylag kis belmagasságú belső terek korszerű világításához – ha az esztétikai elvárások megengedik – ma még a féncsövek a legelterjedtebb fényforrások. Jó fényhasznosításuk valamint a fénypor-technológia fejlődésének köszönhető kiváló szintani tulajdonságaik miatt kevés vetélytársuk akad, és belső téri világítására gazdaságosságuk miatt előszeretettel használjuk. A fényforrásgyártók folyamatos fejlesztésének köszönhetően egyre jobb fényhasznosítású féncsövek jelennek meg a piacon, és az előtétgyártók is nagymértékben hozzájárulnak, hogy a féncsöves világítást napjainkban a leggazdaságosabb belsőtéri világítási megoldások közé soroljuk. Nagy előnyt jelent, hogy az okosan megválasztott előtétetek alkalmazásával a féncsövek fényhasznosítása javul, például a szabályozható elektronikus előtétetek esetében lehetővé válik a fényáramuk szinte 100%-os le szabályozhatósága. Ezekre alapozva olvashatjuk számos cikkben és termékismertetőben, hogy korszerű, szabályozható előtétetek alkalmazásával a féncsöves világítással a világításra szánt energiának akár 50–70%-a is megtakarítható.

Kétségtelen, hogy új létesítményekben a szabályozható elektronikus előtéttel üzemeltetett T5-ös féncsöves lámpatestek alkalmazása korszerű műszaki színvonalat és gazdaságos világítási megoldást eredményezhet. Ehhez azonban jól átgondolt tervezés szükséges. A fényáram-szabályozás ugyanis valóban energia-megtakarítással jár ahhoz képest, mintha a fényforrásokat névleges fényáramukon üzemeltetnénk, de a le szabályozott rendszer (fényforrás + előtét) fényhasznosítása csökken (ld. hi-

vatkozás ...), így tartós, nagy mértékű le szabályozással az elérhető megtakarítás olyan mértékben csökkenhet, hogy nem áll arányban a drágább beruházási költséggel.

Sok olyan létesítmény is van azonban, ahol jelenleg még T12-es vagy T8-as féncsövek üzemelnek hagyományos, vasmagos előtéttel, és ezen berendezéseknél szeretnének energia-megtakarítást elérni. Ha ezen világítótestek műszaki állapota még nem indokolja a teljes körű felújítást vagy cserét, akkor felmerül a kérdés, hogy energia-megtakarítási célból érdemes-e ezek fényáramát egyszerű műszaki megoldással, feszültségcsökkentéssel szabályozni (mint azt néhány energiaracionalizálással foglalkozó cég ajánlja), vagy gazdaságosabb az átszerelésük? A kérdés megválaszolásához szeretnék segítséget nyújtani az Óbudai Egyetem világítástechnikai laboratóriumában végzett mérések eredményeinek közzétételével.

Köztudott, hogy izzólámpák esetében a fényáram és a teljesítmény exponenciálisan függ a hálózati feszültség értékétől, mégpedig úgy, hogy a feszültség csökkentésével mindkét paraméter értéke csökken, de a fényáram nagyobb mértékben. Ennek következtében az izzólámpák fényhasznosítása a feszültség csökkentésével romlik, tehát fényáramuk ilyen módon történő le szabályozása nem gazdaságos. Ez a megállapítás nagyjából igaz a nagynyomású kisülékes fényforrásokra is, de ezeknél a fényhasznosítás-feszültség karakterisztika más jellegű. Féncsövek esetében azonban más összefüggést tapasztalhatunk.

Az Óbudai Egyetem világítástechnikai laboratóriumában méréseket végeztünk arra vonatkozóan, hogy miként alakul ugyanazon POLYLUX XLR 36W 835 típusú féncső fényárama valamint a fényforrásból és különböző típusú előtétetekből álló rendszer által felvett hatásos teljesítmény ill. a rendszer fényhasznosítása a hálózati feszültség függvényében. Vizsgálatunkat 6 különböző előtéttel végeztük el. Az előtétetek gyártmánya a vizsgálat szempontjából indifferens volt, hiszen nem a különböző gyártmányok összehasonlítása volt a cél. Azt viszont szem előtt tartottuk, hogy különböző EEI besorolású előtéteteket hasonlítottunk össze. Az alkalmazott típusok nevét (pusztán az azonosíthatóság miatt, és nem minősítési céllal) a mérési eredményeket tartalmazó ábrákon feltüntettük.

### Mérési eljárás

A féncsövet egy közvetlen sugárzó, bura nélküli lámpatestbe helyeztük (típusa a mérés szempontjából indifferens). A lámpatestet felszereltük a goniofotométerre, bekapcsoltuk, majd megfelelő pozicionálás és a fényáram stabilizálódása után két fősíkban, síkonként 5 fokonként léptetve meghatároztuk a lámpatest fényerősség-eloszlását. Ebből zóna-fényáramok módszerét alkalmazva kiszámoltuk a lámpatest fényáramát (esetünkben ez 2724 lu-

A mérés során felhasznált eszközök:

Eszköz megnevezése	Típusa	Gyártási száma
Goniofotométer	LMT GO-V-1900	018612
Hálózati analizátor	HA 1600	214302
Toroid transzformátor	TD-1001	1986/II
Teljesítménymérő	METRIX PX 110	1390172DH

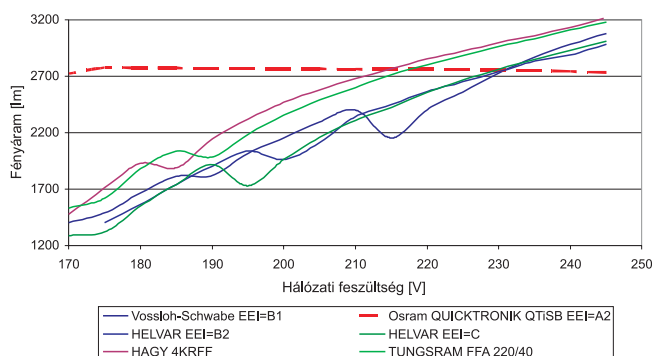
mennek adódott). Ezt követően a még bekapcsolt lámpatestet visszaforgattuk olyan pozícióba, hogy az érzékelő a  $C_{0-180}$  fősík  $\gamma = 0^\circ$  irányba mutató fényerősséget mérje (esetünkben 824 cd), és meghatároztuk az adott irányú fényerősség és a fényáram közötti konverziós számot (3,3058 lm/cd).

A konverziós szám meghatározása után a lámpatestet változatlan pozícióban hagyva mind a hat előtétrel elvégeztük a következő méréseket: A hálózati feszültséget toroid transzformátor segítségével 245 V-ra állítottuk be, és megvártuk a fényáram stabilizálódását. Regisztráltuk a hálózati feszültség ( $U$  [V]), a hálózati áram ( $I$  [mA]), a hálózatról felvett hatásos teljesítmény ( $P$  [W]) és a fényerősség ( $I_{PH}$  [cd]) értékét. A fényerősségből a korábban meghatározott konverziós szám felhasználásával kiszámoltuk a lámpatest aktuális fényáramát ( $\phi$  [lm]), és ebből valamint a felvett hatásos teljesítményből meghatároztuk a fényforrás + előtét rendszer fényhasznosítását ( $\eta$  [lm/W]). Ezt követően a toroid transzformátor segítségével a feszültséget 5 V-os lépésekben 170 V-ig csökkentettük, és minden feszültség szinten – a fényáram stabilizálódását megvárva – regisztráltuk a felsorolt paramétereket. A mérési eredményeket grafikonon foglaltuk össze.

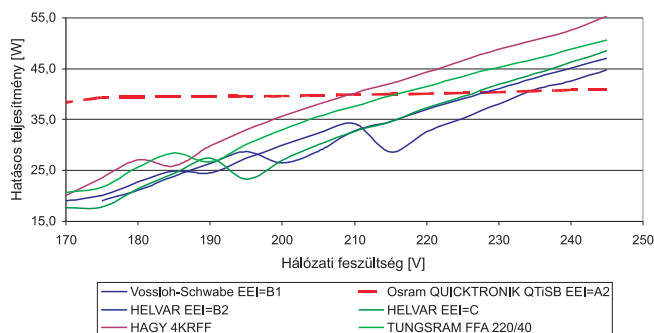
### Mérési eredmények

A fényáram változását a hálózati feszültség függvényében különböző EEI besorolású előtétek alkalmazása esetén az 1. ábra, a hálózatról felvett teljesítmény feszültségfüggését pedig a 2. ábra szemlélteti.

Az ábrákon piros szaggatott vonallal jelöltük a viszonyítási alapul szolgáló, nem szabályozható elektronikus előtéttel mért értékeket, és eltérő színekkel a különböző

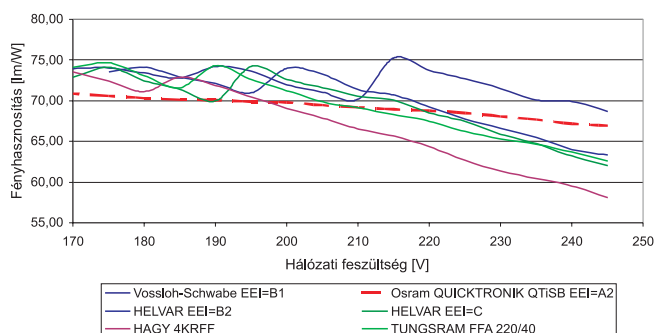


1. ábra. Lámpatest fényárama a hálózati feszültség függvényében



2. ábra. Hálózatról felvett hatásos teljesítmény a hálózati feszültség függvényében

EEI besorolású, hagyományos, vasmagos előtétekkel mért értékeket. Az 1. és 2. ábrából kitűnik, hogy az elektronikus előtét precízen „tudja, amire tanították”, azaz igyekszik a feszültségváltozás hatását kiküszöbölni, és a vizsgált feszültségtartományban gyakorlatilag konstans értéken tartja mind a teljesítményt, mind a fényáramot. A vasmagos előtétek is „ismerik a fizikát”, és a feszültségcsökkenésre teljesítmény- illetve fényáram-csökkenéssel reagálnak. Az ívkisülésben lezajló fizikai folyamatok következtében azonban ez a csökkenés már nem írható le olyan egyszerűen, mint az izzólámpák esetében, azonban ennek elemzése nem tárgya jelen tanulmánynak. Érdekes azonban megvizsgálni, hogy hogyan alakul a rendszer fényhasznosítása. Ezt a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra. Fényhasznosítás változása a hálózati feszültség függvényében

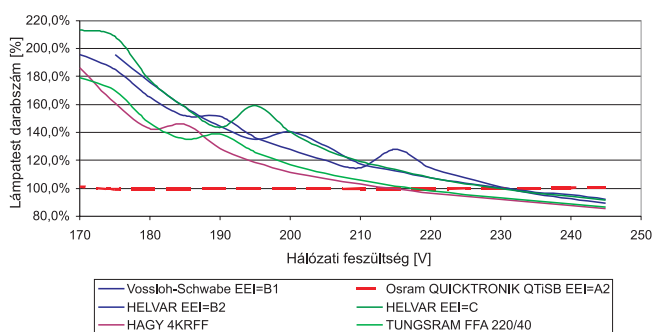
Meglepő lehet, hogy az izzólámpáktól eltérően a fénycsövek fényhasznosítása a hálózati feszültség csökkentésével egy darabig növekszik, majd egy töréspontot követő visszaesés után újabb növekedés tapasztalható. Az elekt-

ronikus előtét alkalmazása esetén ugyancsak megfigyelhető a fényhasznosítás növekedése kisebb feszültségszinten, de ennek mértéke jóval kisebb, mint a vasmagos előtétetek esetében. Ennek köszönhető, hogy más-más feszültségnél ugyan, de mindegyik *vasmagos előtét esetében létezik egy olyan maximális hálózati feszültség, ami alatt a rendszer fényhasznosítása jobb, mint ugyanezen feszültségen az elektronikus előtéttel üzemelő rendszer fényhasznosítása.* Erre a megállapításra alapozva feltehető a kérdés:

Létezik-e olyan üzemi körülmény, amikor az elektronikus előtétetek alkalmazása helyett gazdaságosabb a fénycsöves világítási rendszert hagyományos, vasmagos előtéttekkel, de csökkentett feszültségszinten üzemeltetni?

A választ nem hamarkodhatjuk el pusztán a 3. ábra alapján. Ebből kitűnik ugyan, hogy fényhasznosítás szempontjából bizonyos feszültség alatt a vasmagos előtétetek jobbnak bizonyulnak, de figyelembe kell vennünk, hogy ezen a feszültségszinten (az 1. ábrának megfelelően) a fényáram – és ezzel együtt a világítási rendszerrel elért megvilágítás és fénysűrűség – is csökken. A 4. ábra azt illusztrálja, hogy a különböző előtétetekkel, eltérő feszültségszinten mennyi lámpatestre lenne szükségünk ahhoz, hogy ugyanakkora megvilágítást érjünk el egy helyiségben, mint 230 V-os hálózati feszültségen, elektronikus előtétetek alkalmazása esetén.

A 4. ábrából egyrészt kitűnik, hogy a *HAGY 4KRFF* és a *TUNGSRAM FFA* előtéteteket még 220 V-os hálózati fe-



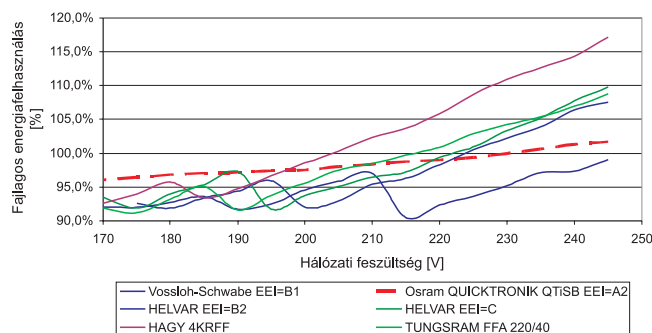
4. ábra. Fajlagos lámpatest darabszám igény a hálózati feszültség függvényében

szültségre méretezték, de ennél lényegesebb megállapítás, hogy változatlan megvilágítási szintre törekedve a hálózati feszültség csökkentésével mintegy exponenciálisan növekszik a beépítendő fényforrások (lámpatestek) száma. A feszültségcsökkentés tehát – az energetikai szempontoktól függetlenül – csak akkor alkalmazható, ha a világítási rendszerben „van akkora tartalék”, hogy a csökkent fényáram mellett is elérhető a kívánt megvilágítás. Ellenkező esetben szükségessé válik a lámpatestek darabszámának növelése, ami a beruházási költségek növekedését eredményezi.

Itt meg kell említeni, hogy a vizsgálatokat Polyflux fénycsövel végeztük, amelynek fényárama mintegy 17%-kal nagyobb, mint a hagyományos T8-as fénycsö-

veknek (ld. katalógus adatlap). Ez azt jelenti, hogy olyan helyeken, ahol nem kisebb fényáramú T8-as, esetleg még T12-es fénycsövek üzemelnek, ott a feszültségcsökkentés miatti megvilágítás csökkenés a fénycsöveknek jobb fényáramú típusra történő cseréjével is kompenzálható, így nem szükséges a lámpatestek számának növelése. (A 4. ábra alapján például a hagyományos fénycsövek Polyflux-ra történő cseréje esetén mintegy 15–20 V-os feszültségcsökkentés megengedhető anélkül, hogy a lámpatestek számát növelni kellene.)

Ha a lámpatest bővítés elengedhetetlen, akkor a ráfordítás megtérülése attól is függ, hogy mennyi villamos energia takarítható meg a feszültségcsökkentés alkalmazásával. Az 5. ábra azt mutatja be, hogy ugyanakkora megvilágítás eléréséhez mekkora beépített teljesítményre (fogyasztott villamos energiára) van szükség az elektronikus előtét 230 V-os alkalmazásához viszonyítva. (Az ábrán tehát már figyelembe vettük a lámpatest darabszám növekedési elvárását is.)



5. ábra. Fajlagos energiafelhasználás a hálózati feszültség függvényében

Az ábrából jól látható, hogy – figyelembe véve a megvilágítási szint megtartása miatti lámpatest darabszám növekedést is – bizonyos feszültségszint alatt a feszültségcsökkentés módszere mindenképpen energia-megtakarítást eredményez, de ennek mértéke csak néhány százalék. Vajon elegendő-e ez a megtakarítás ahhoz, hogy a feszültségszabályozó berendezés és a lámpatest darabszám növelésének költségeit reális megtérülési időn belül fedezze? Erre vonatkozóan egy egyszerűsített, közelítő megtérülési idő számítását végeztem.

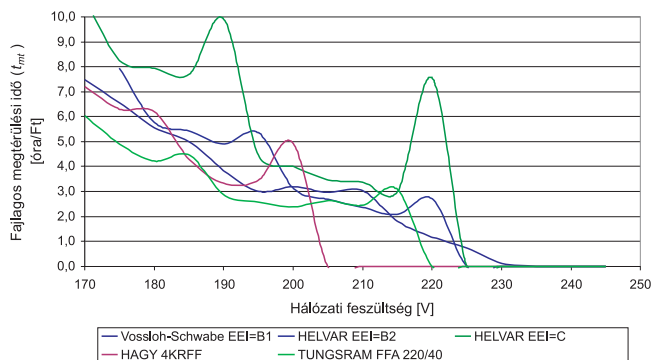
Legyen a feszültségszabályozó beépítésének beruházási költsége  $K_{SZ}$  [Ft], a létesítményben eredetileg beépített fényforrások száma  $n_{FF}$  [db]. Ha egy fényforrás (több fényforrásos lámpatest esetében az egy fényforrásra eső) beépítési költsége  $K_{BFF}$  [Ft], és a fényáram csökkenés miatt  $b$  [%] mértékű lámpatest bővítésre van szükség, akkor az energiaracionalizálást célzó teljes beruházási költség egy fényforrásra eső hányada  $K_{FF} = \frac{K_{SZ}}{100 + b} + K_{BFF} \cdot n_{FF}$

[Ft/db]. Egy fényforrás előtéttel együtt felvett teljesítményét  $P_{FF} = 40,4$  W-nak tekintve (elektronikus előtéttel üzemeltetve 230 V-on), a villamos energia egységárát  $\dot{A}_{egys} =$

40 Ft/kWh-val számolva, adott mértékű feszültségcsökkentés esetén  $p_{MT}$  [%] mértékű beépített teljesítmény megtakarítás mellett a beruházás megtérülési ideje:

$$t_{MT} = \frac{K_{FF}}{\frac{p_{MT}}{100} \cdot \frac{P_{FF}}{1000} \cdot \dot{A}_{egys}} \text{ [óra]. (Ez az érték természetesen}$$

üzemidőben értendő.) A különböző előtéttekkel elérhető, az egy lámpatestre eső beruházási költség ( $K_{FF}$ ) egy forintjára vonatkozó megtérülési időket a 6. ábra szemlélteti. (Az ábrán a nulla óra megtérülési idő nem azonnali megtérülést jelent, hanem azt, hogy nem érhető el megtakarítás.)



6. ábra. Fajlagos megtérülési idő a hálózati feszültség függvényében

A tényleges megtérülési idő természetesen függ az egy lámpatestre eső beruházási költségtől, valamint a napi üzemidő hosszától. Az ábra alapján azonban kijelenthetjük, hogy nagy lámpatest darabszám, kis fajlagos beruházási költség és viszonylag hosszú napi üzemidő esetén reális esélye van annak, hogy a vasmagos előtéttek meghagyásával és feszültségcsökkentés alkalmazásával a világástechnikai paraméterek romlása nélkül költségmegtakarítást érjünk el a régebbi létesítésű fénycsöves világítási rendszereknél. Példaképpen: egy olyan létesítményben, ahol az elvárt megvilágítást B1 vagy B2 EEI besorolású 36 W-os fénycsöves lámpatestekkel valósították meg, és ahol az éves üzemidő 4000 óra, valamint egy lámpatestre jutó beruházási költség 8000 Ft, ott a világítási rendszer feszültségét 215 V-ra csökkentve, a lámpatestek darabszámát mintegy 20%-kal növelve cca. 4 év alatt megtérülő beruházásra számíthatunk. Itt is meg kell azonban jegyeznünk, hogy a régi fénycsöveket nagyobb fényáramúra cserélve elmaradhat a lámpatestek darabszámának növelése, így az előző példánál maradva, kihasználva a fényforrások cseréjének előnyét, a megtérülési idő akár 1 év alá is csökkenhet. Ez pedig már egyértelműen gazdaságos beruházásnak számít.

A fenti számítás csak nagyon közelítő jellegű, mert számos egyedi tényező befolyásolja. Vizsgálatunkat csak egyetlen fényforrásra és néhány előtétre végeztük el, de a kapott eredmények összhangban vannak az Óbudai Egyetemen (korábban BMF) rendszeresen végzett hallgatói mérések tapasztalataival, így kijelenthető, hogy – bár a pontos szám adatok csak konkrét világítási rendszerre határozhatók meg pontosan – a fentebb bemutatott jellegör-

bék trendje helytálló, és a gyakorlati alkalmazás alapjául szolgálhatnak.

A vizsgálati eredményekből levonható következtetések:

1. A hagyományos, vasmagos előtéttekkel üzemeltetett fénycsövek fényárama és teljesítménye a hálózati feszültség bizonyos mértékű csökkentésével úgy csökken, hogy a rendszer fényhasznosítása növekszik.
2. Ennek köszönhetően létezik olyan maximális hálózati feszültség, amely alatt a vasmagos előtéttel üzemeltetett fénycsöves világítási rendszerek kisebb energiafelhasználással üzemeltethetők, mint az ugyanolyan feszültségen üzemeltetett, nem szabályozható elektronikus előtéttel üzemeltetett fénycsöves világítási rendszerek.
3. A feszültségcsökkentéssel a kibocsátott fényáram csökken, ezért ez a „költségcsökkentő” módszer csak abban az esetben alkalmazható közvetlenül, ha a feszültségcsökkentéssel a megvilágítás nem csökken az elvárt szint alá (pl. hálózati adottságokból eredő nagy hálózati feszültség, eredetileg túlméretezett világítási rendszer, gazdaságosabb fénycsőtípus alkalmazása esetén).
4. Feszültségcsökkentés esetén szükségessé válhat újabb lámpatestek felszerelése is, azonban megfelelő gazdasági és műszaki körülmények esetén így is elérhető gazdaságilag megtérülő beruházás.
5. A feszültségcsökkentést – mint költségcsökkentő módszert – csak meglévő létesítményeknél lehet alkalmazni. Új létesítményt erre alapozva tervezni nem célravezető. Meglévő létesítményeknél azonban – főként hosszú napi üzemidő esetén és olyan helyeken, ahol a fényáram-szabályozás nem jöhet szóba – a feszültségcsökkentés módszere előnyösebb lehet, mint a vasmagos előtétteknek nem szabályozható elektronikus előtéttekre való cseréje. Ennek mérlegelését viszont mindig az adott világítási rendszer ismeretében kell elvégezni.
6. A feszültségcsökkentés módszere műszakilag nem lehet alternatívája a jól megtervezett, korszerű, szabályozható előtéttekkel üzemeltetett, a természetes világításhoz illesztett, nagy fényhasznosítású fénycsöves világítási rendszereknek. Ebből adódóan alkalmazását csak akkor célszerű megfontolni (akkor viszont célszerű megfontolni), ha korszerű világítási rendszer kiépítésére nincs lehetőség, vagy az nem gazdaságos.
7. További vizsgálat tárgyát kell, hogy képezze, hogy a fénycsövek csökkentett feszültségen történő üzemeltetése hogyan befolyásolja azok élettartamát, bár egyes vizsgálatok arra utalnak, hogy a feszültségcsökkentés az élettartam és a fényáramtartás javulását eredményezi, de legalábbis nem rontja.

Végezetül meg kell még említenünk egy – gyakorlati szempontból fontos – észrevételt: Egy régi, elkoszolódott világítási rendszer esetén a fényforrások és burák tisztításával, cseréjével azonnali, látványos megvilágítási szintjavulás érhető el. A feszültségcsökkentés módszerét – mint

alternatív energia-megtakarítási lehetőséget – nem az elavult világítási rendszerhez kell viszonyítani, hanem annak újszerű állapotához. Megtévészto lenne a tisztítás és a fényforráscsere hatását a feszültségszabályozó javára írni, és olyan mértékű feszültségsökkenéssel számolni az elérhető megtakarítást, amivel „csak” az elavult rendszer világítási paraméterei teljesülnek. A tényleges megtérülési számításoknál mind a régi, mind az új rendszert azonos avultsági szinten kell figyelembe venni. Ki lehet azonban használni a feszültségsökkenésnek azon lehetőségét, hogy a fényforrások fényáramának időbeli csökkenését a feszültség fokozatos növelésével kompenzálni lehet, azaz a világítási rendszer azonos fényáramon tartható, és az avulás miatt nem kell kezdetben nagyobb beépített teljesítménnyel számolnunk. Korrekt megtérülési számításoknál azonban ezt a folyamatos „felszabályozást” is figyelembe kell vennünk.

A korszerű elektronikus előtétek nagyfrekvenciás üzemeleséből adódó előnyök (súlycsökkenés, villogásmentesség, fényhasznosítás-növekedés, „katód-kímélő” üzem stb.) elvitathatatlanok, de nem szabad megfeledkeznünk azok hátrányáról sem, azaz a jó minőségű, hosszú élettartamú, a hálózatot felharmonikusokkal nem terhelő, a hálózati viszonyokat elviselő előtétek meglehetősen drágák. Műszaki szempontok alapján tehát javasolt lehet ezek alkalmazása, de gazdaságossági oldalról oktalanság lenne mérlegelés nélkül mindenhová elektronikus előtétet javasolni, és „nyugdíjazni” a vasmagos előtétet. Méréseink alapján kijelenthetjük, hogy van olyan terület, ahol átgondolt, korrekt számítások alapján a hagyományos előtétek még kedvezőbbek, mint elektronikus vetélytársaik.

A nemzetközi tapasztalatokról és a feszültség redukció gyakorlati alkalmazásáról bővebb információ található a [www.cyeb.hu](http://www.cyeb.hu)-n.

### Horváth Péter a Magyar Energia Hivatal új elnöke

Horváth Péter 1961. november 11-én született, egy gyermek édesapja.

#### Végzettségek:

1981–1986 okl. olajmérnök, Moszkvai Kőolaj és Gázipari Egyetem;  
1989–1991 külgazdasági szakirányú közgazdasági szakokleveles mérnök, Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem

#### Szakmai életút:

2010. július – elnök,  
Magyar Energia Hivatal;  
2006–2010 nemzetközi beszerzés kiemelt vezető, MOL Nyrt. Budapest;  
2005–2006 ügyvezető igazgató,  
Ural Group Limited, egyidejűleg Representative Office vezető,  
MOL Caspian Kazakhstan, Uralsk;

2000–2005 beszerzési vezető,  
MOL Rt. (MOL Nyrt.) Budapest;  
1991–2000 kirendeltség-vezető,  
MOL-Chem Kft. Szolnok;  
1989–1991 Anyagellátási főosztályvezető-helyettes,  
Kőolajkutató Vállalat, Szolnok;  
1986–1989 fűrommérnök, Kőolajkutató Vállalat Hajdúszoboszló

#### Választott tisztségek:

1991– kuratóriumi tag (2007 – elnök),  
Jász-Nagykun-Szolnok megyei Vállalkozásfejlesztési Alapítvány, Szolnok;  
2010– felügyelő bizottsági elnök,  
Szolnoki Városfejlesztő Zrt, Szolnok

**Nyelvtudás:** angol (tárgyalási szint);  
orosz (tárgyalási szint)



**Kinevezéséhez gratulálunk, felelősségteljes munkájához sok sikert kívánunk!**

### 2009. az Egyesült Államok gázpiacán

*A gazdasági válság az Egyesült Államokból indult, végigseper az egész világon. A fellendülés első jelei is Amerikában észlelhetők. Milyen hatása volt ennek a válságnak az USA földgáz piacán?*

Az Egyesült Államok a legnagyobb földgáz fogyasztó ország, és a földgáz termelésben is megelőzte Oroszországot 2009.-ben, a világ legnagyobb termelője lett. A pontos adatok 2009.-ről:

Bruttó termelés: 746,4 milliárd m<sup>3</sup>  
Értékesítés a termelésből:  
598,4 milliárd m<sup>3</sup>

A 2008. évi 729,3 milliárd m<sup>3</sup> bruttó termelés megoszlása is rendelkezésre áll:

510 milliárd m<sup>3</sup> gázkutakból, 165,5 milliárd m<sup>3</sup> olajkísérő gáz, és 53,8 milliárd m<sup>3</sup> kőszén telepekből származik. Ez utóbbi gázforrás 2007.-ben jelent meg először a statisztikákban, és a nem

konvencionális gázkészletek súlyának erősödését mutatja.

A belföldi termelést importból egészítik ki:

2009-ben 105,8 milliárd m<sup>3</sup> gázt importáltak. Ebből Kanadából érkezett csővezetéken 92,2 milliárd m<sup>3</sup>, Mexikóból pedig 0,8 milliárd m<sup>3</sup>. Ugyanakkor kisebb mennyiséget exportáltak is ebbe a két országba, nyilván a hatalmas távolságok miatt elkülönülnek az egyes országreszek adottságai. 12,8 milliárd m<sup>3</sup> cseppfolyós gázt (LNG) is vásároltak öt országból, a legtöbbet Trinidadból, és Egyiptomból. Az LNG vásárlás mindig a kiegyenlítő gázforrás az amerikai gazdaságban, míg 2007-ben 21,8 milliárd m<sup>3</sup>-t, addig 2008-ban csak 10 milliárd m<sup>3</sup>-t vette. Az LNG szállítók között még nem jelent meg Oroszország, bár

tudjuk, hogy az orosz szállítások előkészületei folynak.

A földgáz felhasználás 646,9 milliárd m<sup>3</sup> a jelentések szerint. Ennek megoszlása:

– Háztartások: 134,9 milliárd m<sup>3</sup>  
– Általános célú fogyasztók:  
88,2 milliárd m<sup>3</sup>  
– Ipar: 173,8 milliárd m<sup>3</sup>  
– Jármű üzemanyag: 0,9 milliárd m<sup>3</sup>  
– Villamos erőművek: 195,0 milliárd m<sup>3</sup>  
A fogyasztás 2008-ról 2009-re mintegy 2%-al csökkent.

A földgáz ára 2009-ben az Egyesült Államokban sok évre visszatekintve a legolcsóbb volt, az éves átlag ár 148 dollár/ezer m<sup>3</sup>, a 2008. évi 307,2 dollárhoz képest.

**Sz. Zs.**

Mannheim Viktória

## Szerves vegyipari hulladékok termikus kezelése plazmatechnológiával

A cikk a termikus hulladékkezelés egyik innovatív lehetőségét, a plazmatechnológiával történő ártalmatlanítást mutatja be. Az ismertetésre kerülő technológia megoldást kínálhat a hulladékfeldolgozás egyik legnagyobb problémájára, a szerves vegyipari hulladékok kezelésére.

The article presents an innovative option of the thermic waste processing, the waste elimination with plasma-technology. The alleged technology can find a solution for one of the worst problems of waste processing which is waste processing of the organic chemical wastes.

### Bevezetés

A szerves vegyipari technológiák nagy mennyiségben termelnek halogéntartalmú veszélyes szerves hulladékokat, amely hulladékok ártalmatlanítása megoldatlan környezetvédelmi problémát jelent. A szerves vegyipari technológiák POP (perzisztens szerves szennyezők) tartalmú hulladékait a hulladékolajok, a PCB/PCT tartalmú hulladékok és a növényvédőszer hulladékok jelentik. E hulladékok terén uralkodó szerepet tölt be a veszélyes hulladéklerakókban történő elhelyezés, ezért ártalmatlanításukat illetően korszerűsítési megoldások válhatnak szükségessé. Az Európai Unió által publikált BREF referenciadokumentum megadja azokat a speciális technikákat, amelyek e problémák megoldására irányulnak. A hulladékégetéssel kapcsolatos BREF-et az Európai Bizottság 2006-ban fogadta el „Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration” címen.

### A plazmaállapot jellemzése.

#### A plazmaeljárás rövid bemutatása

A plazmaállapot az anyag negyedik halmazállapotát jelenti (nagy energiátartalmú gáz). A világegyetemben található anyagok 99 százaléka plazmaállapotú. A plazmák alkalmazása napjainkban igen széleskörű, gondoljunk csak az anyagok szintézisére, illetve lebontására. A plazmát plazmagenerátorral képezett, villamos íven át bocsátott gáz vagy gázelegy magas hőmérsékletre történő felhevítésével hozzák létre. A villamos ív elektromos energiája hővé alakul, ami a plazmaképző gázt (semleges, oxidáló és redukáló gázok) a célnak megfelelő hőmérsékletre hevíti ( $T > 3000\text{ °C}$ ). Természetesen a kémiaiilag stabilabb és nehezen bomló PCB-k hőbontási folyamatai magasabb hőmérsékletű ( $T > 5000\text{ °C}$ ) plazmalángot igényelnek, így a plazmaláng és a gázfázis között viszonylag nagy hőmér-

sékletdifferencia alakul ki. A gázáramlás sebessége és összetétele széles határok között változtatható. Ha a gázok lehűlnek, akkor ismét visszatérnek atomos, illetve molekuláris állapotukba, azaz rekombináció jön létre. Az így keletkezett végtermékek összetétele eltérő a kiindulási veszélyes hulladékkomponensek összetételétől (a végtermékek elsősorban: szintézisgáz, metán, nagy fűtőértékű pirolízis olaj/gáz stb.).

A plazmaeljárás (plazmával történő hőbontás) főbb szakaszai a fentiekben leírtaknak megfelelően, sorrendben a következők:

- A plazma létrehozása
- Felhevítés (magas hőmérsékletű pirolízis)
- Reakciók létrehozása
- Lehűtő, rekombinációs szakasz
- A termékek elválasztása
- Gázkezelés (pl. a pirolízis gáz tökéletes kiégetése)

A plazmaeljárás alkalmas megoldásnak tűnik a veszélyes hulladékok hőbontására is. A biológiai, a kommunális, a kórházi és a fémhulladékok mellett a szerves vegyipari hulladékaikra is alkalmazható, így például a kezelhető szerves hulladékokra, növényvédőszerre, gumihulladékokra és műanyag hulladékokra is.

### Plazmatechnológia, mint ígéretes hulladékkezelési lehetőség

A szerves hulladékok ártalmatlanítása elsősorban termikus kezelési eljárásokkal történik (biológiai ártalmatlanításuk még nem megoldott, kémiai ártalmatlanításuk viszonylag költséges). Az égetés és az égetőművek fogalmát az Európai Parlament és a Tanács hulladékégetésről szóló 2000/76/EK irányelve határozza meg, ami alapján az égetés magában foglalja a hulladék oxidálását és más hőkezelési eljárásokat, a pirolízist, a gázosítást vagy a plazmaeljárásokat. A termikus kezelés leggyakoribb eljárásai az égetés és a pirolízis. Bár az említett jogszabály különbséget tesz az *égetés* (oxidáció a levegő oxigénjével) és a kémiai értelemben nem oxidálásnak minősülő eljárások között, sokszor azonban ez a különbségtétel nem érvényesül. A hulladékégetés több technológiai folyamatból álló komplex megoldás, amelynek során a hulladékok szerves vegyületei oxidálódnak és egyszerűbb összetételű gázok, folyadékok, valamint szilárd anyagok keletkeznek. Az így keletkező szilárd halmazállapotú termékek (salak és pernye) sokszor nagyobb veszélyt jelenthetnek a feladásra kerülő hulladékoknál, mivel toxikus elemeket koncentrálnak. A keletkező füstgázok káros gázhalmazállapotú szennyezőket (CO, szénhidrogének), PCDD/PCDF, PCB és nehézfém tartalmú vegyületeket, illetve egyéb szilárd

maradékokat (elsősorban korom és szén-szén vegyületek formájában) tartalmazhatnak, ezért az égetési technológia nélkülözhetetlen részét képezik a füstgáz-tisztítási eljárások és a füstgáz-tisztítási maradékok kezelése is. A *pirolízis* oxigén hiányában, hő hatására végbemenő endoterm kémiai folyamat. A folyamat során képződő elemek lehűlés közben újraegyesülnek, és egyszerűbb vegyületeket alkotnak; a veszélyesebb hulladékokból kevésbé veszélyes szilárd és gáz halmazállapotú reakciótermékek keletkeznek. Mivel itt a feladott anyag összetételében csak kisebb ingadozás engedhető meg, ezért az előkezelés költségeiből és külön figyelmet kell fordítani arra, hogy a reakcióter oxigénben szegény maradjon. A technológia füstgáz-tisztítási, szennyvízkezelési és szilárd maradékkezelési eljárásokat igényel. A teljes oxidációs technológiához képest számos előnnyel bír a parciális pirolízis, ahol kevesebb a füstgázokban lévő nehéz- és átmeneti fémszennyezés és a lassú, jól szabályozott égés folyamán kisebb emisszió lép fel. A parciális pirolízis azonban költséges és szerkezeti problémákkal jár.

A szerves hulladékok a hagyományos 300–1600 °C-on működő hulladékégető eljárásokkal nem bonthatók le teljes mértékben, és a véggázok nem lekötött klórszármazékokat is tartalmaznak. A reakciók során a bomlástermékekből dioxin- és furánszármazékok, poliklórozott-dibenzo-p-dioxin (PCDD) és poliklórozott-dibenzo-furán (PCDF) vegyületek keletkezhetnek. Jelenleg a legkisebb környezeti terheléssel járó termikus ártalmatlanítási technológia a plazmatechnológia, amely eljárás elhanyagolható mértékre csökkenti a PCDD és a PCDF képződést. Az ún. PYROPLASMA technológia során a szerves oldószerekkel összekevert poliklórozott szerves hulladékokat egy plazmareaktorba injektálják. A forró plazmagázban, az oxidáció feltételeit fenntartva, végbemegy a PCB teljes bomlása. A füstgázt lúgos kezelésnek vetik alá. A hagyományos termikus kezelési eljárásokkal szemben a plazmatechnológia 100 %-os hulladék-ártalmatlanítást valósít meg, előkezelés nélkül, és még további előnyös tulajdonságokkal bír (ld. 1. táblázat). Dinamikusan fejlődő, ígéretes, rugalmas, sokoldalú és versenyképes technológia. Olyan anyagok ártalmatlanítására is alkalmas, amelyekre nincs ismert megoldás.

*A plazmatechnológia összehasonlítása a hagyományos égetéssel*

1. táblázat

Hagyományos égetés	Plazmatechnológia
T < 1200–1300 °C	T > 2000 °C
Nagy gázforgalom	Kis gázforgalom
Lassú felmelegedés és lehűlés	Gyors felmelegedés és lehűlés
Esetenként utóégetés szükséges	Nem szükséges utóégetés

*A plazmatechnológia környezetvédelmi előnyei:*

- A hulladéklerakók terhelésének csökkentése.
- Vegyes hulladékok együttes kezelése.
- A hulladéktérfogat jelentős csökkenése.
- A szerves hulladékok részben lebomlanak, részben megolvadnak és elüvegesednek.
- A szerves anyagok teljes lebomlása.
- A halogének kémiai megkötődnek a keletkező olvadt üvegben, nem oldódnak ki.
- A plazma által kibocsátott erős ultraibolya sugárzás meggyorsítja a klórtartalmú szerves vegyületek bomlását.
- Kisebb környezetterhelés, mivel gyakorlatilag nincs emisszió (nem keletkeznek dioxinok, furánok és más mérgező anyagok).

*A plazmatechnológia műszaki és gazdasági előnyei:*

- Kis térfogatban nagy mennyiségű hulladék kezelhető.
- Kisméretű, mozgatható egységek.
- A gázáramok és a szilárd részecskéket tartalmazó anyagáramok gyorsan befagyaszthatók.
- Alacsonyabb fajlagos beruházási költségek.
- Alacsonyabb üzemeltetési és karbantartási költségek.
- Nagyobb elektromos áramtermelés.

*Nemzetközi és hazai ipari példák plazmatechnológiára:*

- Thermoselect-eljárás (Karlsruhe)
- PACT eljárás (RENTECH Inc.) Veszélyes hulladékok kezelése ívplazmás centrifugális reaktorban
- SOLENA eljárás – SOLENA Group (USA)
- PEPS eljárás (Plazma és Pirolízis Rendszerek Kft.)
- Environplasma AG (Berlin)
- Plasma-Gasification-Prozess (PGP) (Ottawa)
- GEOPLASMA (USA)
- ELINO Industrie-Ofenbau Carl Hanf GmbH & Co. KG Carl Hanf (Düren)
- EUROPLASMA (égetőműi pernye üvegesítése)
- PYROPLASMA technológia (Westinghouse Pyroplasma System)

### Következtetések. Összefoglalás

A termikus hulladékkezelés egyik legkorszerűbb lehetősége a plazmatechnológiával történő ártalmatlanítás, ami egyedülálló megoldást kínálhat a hulladékfeldolgozás egyik legnagyobb problémájára, a szerves vegyipari hulladékok kezelésére. A termikus plazmatechnológia a szerves hulladék kezelésének környezetvédelmi csúcstechnológiáját jelentheti a jövőben. Egy jól kidolgozott plazmatechnológia nem csak a halogéntartalmú szerves vegyipari



hulladékok ártalmatlanítására, hanem azok értékes vegyipari alapanyagokká történő átalakítására is alkalmas lehet. A sokszor környezet- és klímabarát jelzővel ellátott technológiának tudományos érdekességén túlmenően, igen jelentős gyakorlati vonzatai is vannak, hiszen a plazmák alkalmazása jelentősen csökkentheti az adott folyamatok energiaigényét. A technológia költségvonatát illetően megoszlanak a vélemények. Vannak olyan álláspontok, mi szerint ezt az eljárást olyan veszélyes anyagok ártalmatlanítására dolgozták ki, ahol nem a költség, hanem a tökéletes ártalmatlanítás az elsődleges, illetve léteznek álláspontok, amelyek a technológia költséghatékonyságát hangsúlyozzák. Fontosnak tartom itt is megemlíteni azt, hogy sem a plazmatechnológia, sem a hagyományos termikus kezelési eljárások nem versenyképesek az integrált hulladékgazdálkodás által jobban preferált megoldással, a hulladék újrahasznosításával. (A szerves vegyipari technológiák halogéntartalmú hulladékait illetően azonban ez a valódi megoldás kevésbé kerülhet előtérbe). Magyarország meglehetősen kevés információval és szakirodalmi háttérrel (ezen a területen Dr. Szépvölgyi János munkássága kiemelkedő) rendelkezik a plazmatechnológiáról, így a rendelkezésre álló információk további bővítése és a technológiai megvalósítás valószínűleg nagy előrelépést jelenthetne a hazai hulladékgazdálkodás területén is.

## Felhasznált irodalom

- [1] Szépvölgyi J.: Ipari ökológia és hulladékfeldolgozás. A Visegrádi országok ipari ökológia konferenciája. MTA Kémiai Kutató Központ, Anyag- és Környezetkémiai Intézet
- [2] Szépvölgyi J.: Bepillantás a plazmatechnológiába. Előadásanyag. MTA Kémiai Kutató Központ, Anyag- és Környezetkémiai Intézet
- [3] Szépvölgyi J.: Veszélyes hulladékok kezelése plazmatechnológiával. Előadásanyag. MTA–MSZH tanfolyam, 2009.
- [4] Szépvölgyi, J.: Anyagok átalakítása magas hőmérsékletű plazmákban. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények. 36. évfolyam, 65. szám. 2000.
- [5] Doros, J.: A hulladékégető és a tők. Népszabadság. 2008. november 10.
- [6] Hargitai, M.: Garé: megoldás a plazmakemence? Népszabadság. 1998. augusztus 25.
- [7] A kommunális hulladék újrahasznosítása, a szén hatékony felhasználása plazmaenergiás pirolízis technológiai eljárással. Plazma és Pirolízis Rendszerek Kft. Budapest, 2009.
- [8] Örvös, M.: Levegőtisztaság-védelem. 5.2. fejezet. Ártalmatlanítás termikus eljárásokkal. Elektronikus jegyzet. BME, 2007.
- [9] Plazmagázosító és integrált gázturbinás kombinált ciklusú erőmű. (<http://www.ebpower.eu>)
- [10] Chikán, Á.: Mi mindenre jó a negyedik halmazállapot? Népszabadság. 2010. febr. 27.

## Újabb előrelépés az egységes európai villamosenergia-piac felé: *fél év múlva indulhat a magyar áramtőzsde*

*Szándéknyilatkozatot irt alá a magyar áramtőzsde létrehozásának letéteményese, a MAVIR-leányvállalat HUPX Zrt. és az egyik legnagyobb európai tőzsdei szolgáltató, az EPEX Spot SE. A szándéknyilatkozatban foglalt együttműködés lehetővé teszi a szervezett magyar villamosenergia-piac elindítását előrelátóan 2010. júliusában.*

Az együttműködés a kereskedési rendszer szolgáltatására, valamint a HUPX-en lebonyolított tranzakciók pénzügyi elszámolására irányul – ez utóbbit várhatóan a European Commodity Clearing AG (az EPEX Spot valamennyi piacának elszámolóháza) biztosítja. A magyar piac szereplőinek számára ezen felül kézzelfogható előnyöket jelent majd az EPEX Spot szakmai tudása és tapasztalata – különösen a szomszédos áramtőzsdék későbbi együttműködése szempontjából.

Az MVM Csoport tagjaként a MAVIR-leányvállalat HUPX, valamint az EPEX Spot is egyaránt elkötelezett olyan kereskedési rendszer kialakításában, amelyek megbízható működés és alacsony tranzakciós költségek mellett nyújtanak likviditást a piaci szereplők számára. A leendő tőzsdei kereskedési rendszer használata leegyszerűsíti a résztvevők részére az adminisztratív folyamatokat, a szerződéskötések és az el-

számolások automatikusan történnek a menetrendkezeléssel párhuzamosan. A HUPX tevékenysége – referenciaár, valamint kereskedési felület biztosításával – hatékonyan hozzájárul majd a magyar villamosenergia-piac fejlődéséhez.

Jean-François Conil-Lacoste, az EPEX Spot elnöke hangsúlyozta, hogy vállalatuk kész vezető szerepet vállalni az európai villamosenergia-piac integrációjában és a HUPX beindításában. „A HUPX kulcsfontosságú tényező lehet az árampiacok harmonizációjában – a régióban pedig az egyik legfontosabb szereplő lesz.”

Tari Gábor, a HUPX Zrt.-t tulajdonló MAVIR Zrt. vezérigazgatója kiemelte, hogy az együttműködés gyakorlatilag a harmadik a villamosenergia-ipari integrációk sorában: „Először maga a villamosenergia-rendszer csatlakozott Európához 1995-ben, két év próbaüzem után. Majd Magyarország – az európai uniós irányelveknek megfelelően – 2003-tól fokozatosan megnyitotta villamosenergia-piacát. A MAVIR, illetve jogelődei mindkét folyamatnak aktív részesei voltak. Most újabb lépést teszünk az egységes piac és az európai technológiák meghonosításában. Ez nemcsak azért fontos számunkra, mert törvényi kötelezettségünk és szakmai felelősségünk megfelelően ennek a feladatnak, de azért is, mert reméljük, hogy a HUPX segíti majd az árak átláthatóságát.”

Mártha Imre, az MVM Csoport első embere fontosnak tartotta kiemelni, hogy az együttműködés létrejötte igazolja a tulajdonos eddigi álláspontját. „A piacnyitás óta törekszünk arra, hogy élénkítsük a hazai kínálatot és kereskedelmet. Ezt a célt szolgálja az MVM által létrehozott Powerforum nevű internet alapú kereskedési rendszer is, melynek szolgáltatásait jól kiegészíti a nemsokára beinduló áramtőzsde. Az MVM csak olyan megoldásokat támogathat, amelyek nem terhelik meg a magyar fogyasztók pénztárcáját és a működési költségeiket alapvetően a bevételek fedezik. Az EPEX Spot ajánlata pénzügyileg a legkedvezőbb, továbbá a legnagyobb kontinentális áramtőzsdéként szerzett tapasztalata garanciát jelent a létrejövő magyar tőzsde színvonalára is. Rendkívül nagy eredmény, hogy a MAVIR-nak sikerült olyan megoldást találnia, amelynek segítségével töredékére csökkenthetők a korábban lényegesen magasabbra becsült költségek. Komoly sikerként könyvelhetjük el, hogy a rendszer-irányító külső tőke bevonása nélkül, saját erőből, a tulajdonos és a szabályozó hatóság támogatása mellett tudja elkezdni a megvalósítást. Az MVM ebben a folyamatban aktív kereskedői szerepvállalással kívánja támogatni az induló tőzsdét”.

A HUPX indulása 2010 júliusában várható, függően a szükséges szabályzatok engedélyezésétől.

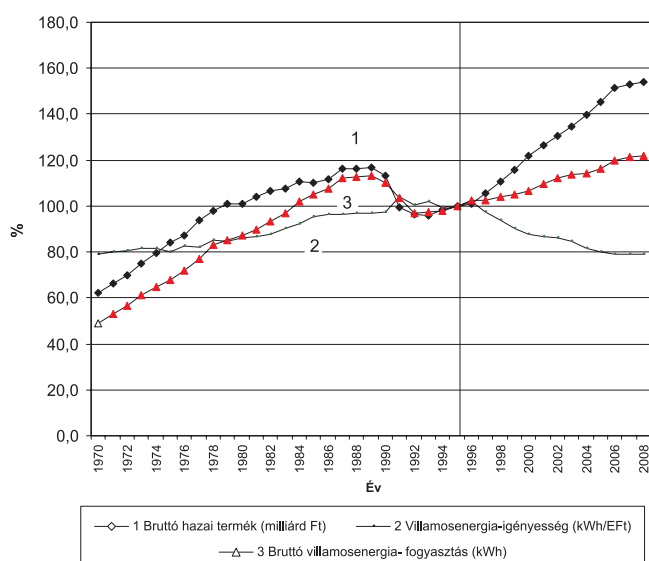


fogyasztó addigi spontán korlátozásának megszüntetését, amely a politikai elégedetlenségeket is fokozta. A rendelet elveinek következetes alkalmazás tette lehetővé, hogy bevezetése óta nem volt *Magyarországon tartós villamosenergia-fogyasztói korlátozás és az összes kiesés sem haladta meg az éves fogyasztás 0,2 ezrelékét, ami nemzetközileg is leismerésre méltó eredmény.*

Az adminisztratív szabályozást 1978 után tarifális ösztönzéssel lehetett felváltani, amikor a villamosenergia-rendszerünk, a VER, már kellő, erőműi tartalékkal rendelkezett. Itt szeretnék rátérni cikkem fő céljára, amely iparágunkban az elemző statisztika fontosságát kívánja bemutatni. Könyvem maga is a Magyar Villamos Művek által kiadott és általam szerkesztett VILLAMOSENERGIA STATISZTIKAI Évkönyveken alapul, amelynek szöveges részei értékelték is a száraz adatokat és tanulságot vontak le a számokból mind az éves, mind a hosszú távú tervezés számára. Ezek közül is kiemelem azt a felismerést, hogy az ország villamosenergia-igénye szoros összefüggésben áll a nemzetgazdaság bruttó hazai termékének (GDP) értékével. Számos vád érte iparágunkat, hogy távlati céljait többször is megváltoztatta. A változás azonban csak következménye volt, annak, hogy az Országos Tervhivatal változtatta meg a népgazdaság céljait és az energetika, azon belül a villamosenergia-ipar statisztikái alapján dolgozta ki, hogy az egyes ágazatok fejlesztéséhez mennyi villamos energia kell.

## 2. A villamosenergia-fogyasztás és a GDP összefüggése

A számításnál figyelembe kellett venni az *energia igényesség* várható alakulását is. Az ország bruttó hazai termékét a GDP-t a hazai adottságok mellett egyre inkább a világ globális gazdasági hatásai befolyásolják.



2. ábra. A GDP és a bruttó villamosenergia-fogyasztás változása 1970–2008. között (1995 = 100)

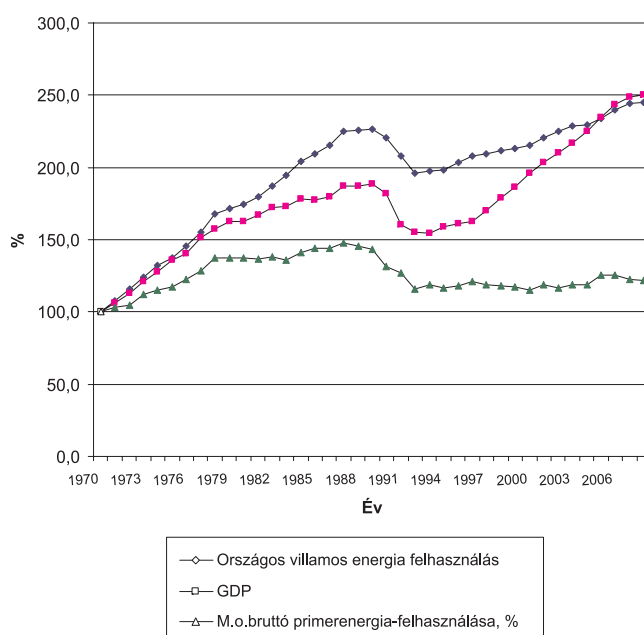
Az iparági statisztikákban a 70-es évektől közöltük a GDP, a bruttó villamosenergia-fogyasztás és az energia igényesség együttes alakulását. Ezt mutatja be a 2. ábra, ami a 2008. évi VER Statisztika 45. oldalán is megtalálható.

Jól látható, hogy a GDP az 1989. évi maximum után – a politikai rendszerváltás gazdasági változásai miatt – a villamosenergia-fogyasztással együtt esett vissza és csak 1994-től kezdett ismét növekedni. A villamosenergia-igényesség, azaz ezer forint GDP előállításához szükséges villamosenergia-mennyiség viszont csökkent. A szocialista termelési viszonyok között azért növekedett, mivel a termelési technológiák korszerűsítése kevés ágazatban valósult meg. Az 1991. évi csúcserték után jól érzékelhető a javulás, hiszen 2008-ban már kb. 25%-pont a csökkenés. Ez jelzi, hogy pl. a nagy autógyárak modern technológiájának alkalmazásával és az energiaigényes kohászat visszaesésével a hatékonyabb lett az energiafelhasználás.

## 3. A villamos energia-, a primer energia fogyasztás és a GDP összefüggései

A korszerű gyártás technológiák teszik lehetővé, hogy a primer energia felhasználás csökkenjen. Nem az energetika felelős tehát, hogy egy termék előállításához mennyi energia kell, hanem a gyárak tulajdonosai, akik műszaki fejlődést képesek biztosítani.

Míg az előző diagram a GDP és a villamosenergia-igényesség alakulását mutatja be, addig a jelen diagram az erőművek önfogyasztását is tartalmazó összes felhasználással veti össze a GDP és a primerenergia-felhasználás növekedését az 1970–2008. évek között. Az indexek alakulásából az a fontos következtetés vonható le, hogy a



3. ábra. Magyarország halmozatlan primerenergia-, villamosenergia-felhasználása és a GDP alakulása, 1970–2008.

GDP változása hosszú távon szorosabban összefügg a villamosenergia-fogyasztással, mint a primer energiával, de az aránya az energiaigényességgel változik. A primerenergia-felhasználás csökkenő trendet is elérhet, ha az alkalmazott technológiák energetikai hatásfoga az adott időszakban jelenősen javul.

Az energiaigények távlati becslésénél ennek egyre nagyobb jelentősége van, mivel alapvetően a GDP növekmény előirányzathoz kell a villamosenergia-igény trendszámát is becslülni. A távlati koordinált ágazati tervek hiányában ugyanis csak makro-ökonómiai összefüggések – rugalmassági mutatók – alapján lehet mind a primer-, mind a villamosenergia-igényeket távlatilag becslülni és az energiaigényesség figyelembe vételét konkrétan tervezni is.

#### 4. A rugalmassági mutatók

A rugalmassági mutatók a távlati energetikai becslés fontos eszközei. Míg a tervgazdaságban az egyes népgazdasági ágazatok távlati terveit egyedileg tervezték és ezek összesítése alapján állapították meg az eredő primer és villamos energia igényt, a kapitalista gazdaságban csak globális módon lehet becslülni a szükségleteket. Erre szolgál a rugalmassági mutató, ami a tervezett GDP %/év és az energia %//év növekmény hányadosa.. A statisztikák egy-egy időszak trendszámait tartják nyilván. Ezek alapján becslülni a jövő igénye is. Az 1. pont indokai alapján érdekes összevetni a lineáris és a féllogaritmikus léptékekkel készült ábrákat. Természetesen figyelembe kell venni egy-egy ágazat már ismert energiaigényesség

változásait is. A fentiekben csak arra kívántam, rámutatni, hogy a gondos elemző statisztika milyen segítő eszközökkel tud adni a nemzetgazdaság távlati energia igényének megállapításához.

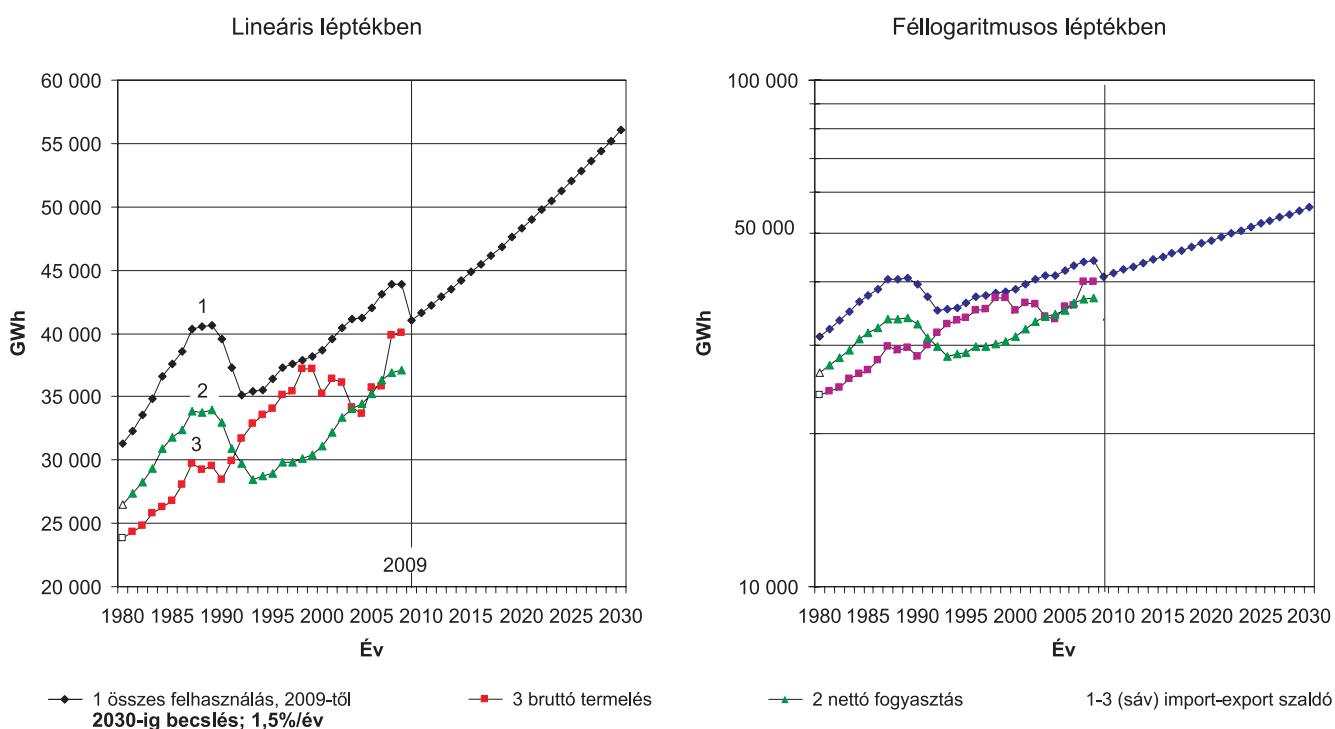
A 4. ábra bemutat egy felhasználás becslést 2030 évre, ami a minimumnak tekinthető, mivel már tartalmazza a várható igényesség javulás és energia megtakarítás eredményeit is.

#### 5. fejlődési ütem hosszú távon fokozatosan mérséklődik

A nemzetgazdaságok fejlődése a világ statisztikai adatok tanúsága szerint telítődési görbe szerint mérséklődik.. Ezért a fejlettebb országokban már nem a villamosenergia-igény növekedési üteme, hanem a meglévő erőműpark avulás miatti selejtezése szabja meg az új korszerű erőműépítés programját.

A könyvem vezérfonalát képző 1. ábra jó példa erre is. Az eredeti tanulmány rámutat arra is, hogy Magyarországon kb. 30 évenként megtízszereződött a villamos energia felhasználása.

A 30 év a villamos művek amortizációs szakasza, azaz élettartama is. Mondhatnánk tehát azt is, hogy minden egy nemzedéket megújult. áramszolgáltatás lát el villannyal. Bízom abban, hogy fenti gondolataim hasznosak lehetnek a távlati tervezéssel foglalkozó szakértők számára és egyben tájékoztatást adnak e munkáról a ma már 5,4 milliót meghaladó villamos energia fogyasztó részére is.



4. ábra. A villamosenergia-felhasználás becslése 2030-ra 1,5 %/év növekménnyel

Csűrök Tibor

## Zöld Fény és Zöld Épület

A programokat az EU Közös Kutatóközpontja (JRC – Joint Research Centre) menedzseli. A Zöld Fény első-sorban energiatakarékos világítási rendszerek alkalmazását bátorítja, a Zöld Épület kezdeményezés számos, az épületek energiahatékonyágát fokozó megoldást helyez előtérbe, egészen a hőszigeteléstől a hatékony hűtésen és fűtésen, az intelligens szabályozáson át a napelemekig. A díjak átadására idén Frankfurtban, a „Kereskedelmi Épületek Energetikai Hatékonyágának Növelése” Konferencián (IEECB'10) került sor április 13-án és 14-én. Összesen 24 díjazottja van a versengésnek, a kiválasztás az elért eredmények alapján, szektoronként (középületek, kereskedelmi épületek, irodaépületek stb.). Az alábbiakban a két projekt nyertes pályázatait mutatjuk be táblázatosan.

### Zöld Fény

A Zöld Fény programhoz a 2000-es indulás óta több mint 500 résztvevő csatlakozott, egész Európából. Korszerű, alacsony energiafelhasználású fényforrások és modern szabályozási megoldások révén éves szinten 241 GWh megtakarítást értek el, amely 24 MEUR költség és 94 ezer tonna CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenésnek felel meg. A program

2010. évi nyertesait az 1. táblázat foglalja össze bemutatva az elért megtakarítást is.

### Zöld Épület

A Zöld Épület kezdeményezés 2005-ben indult útjára, a Zöld Fény program sikeréből kiindulva. Azóta 185 partnere van, az érintett 286 épület évi 304 GWh primerenergiát takarít meg, amely átlagosan 41%-os megtakarításnak felel meg. Az eredményeket hatékonyabb hűtési és fűtési rendszerek kiépítésével, az épületek hőszigeteltségének fokozásával, valamint hatékonyabb világítással érték el. A nap- és a geotermális energia hasznosítása szintén hozzájárul a megtakarításhoz. A program tapasztalatai azt mutatják, hogy az új épületek esetében az energiahatékonyági beruházások többletköltsége nem éri el az összes költség 10%-át. A projektek többségénél az elért megtakarítás meghaladta az eredetileg tervezettet. A program 2010. évi díjazottjait a 2. táblázat mutatja be.

A JRC értékeli mindkét program eredményeit, összefoglaló jelentését az EU „Zöld Hét” programjának keretében 2010. júniusában teszi közzé.

A programmal kapcsolatban további információ található a <http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency> honlapon.

A Zöld Fény Program 2010. évi díjazottjai

1. táblázat

Szervezet/résztvevő	Ország	Világítási energia megtakarítás
Águas do Cávado (vízszolgáltató)	Portugália	39,4%
Dagda Város Önkormányzata	Lettország	85%
Decathlon	Spanyolország és Románia	Románia: 70% Spain: 35,2% (átlag)
E-on (Németország)	Németország	71,9%
ING Real Estate	Hollandia	70% (átlag)
Le Centre de Dialyse du Bearn (dialízis központ)	Franciaország	53%
Dobrich Önkormányzata	Bulgária	50%
NH Hotels – 1 hotel	Spanyolország	60,2%
O.S.V.O Comp, a.s.	Szlovákia	18% (a fényforrások számának és a világítási időtartamnak a növelése mellett)
Prague Marriott Hotel	Csehország	68%
Villingen-Schwenningen közszolgáltatója	Németország	58%
Saule Birinius Pils SIA	Lettország	76%
A legjobb promóter: Infrac CVBA	Belgium	

Folytatás a 28. oldalon.

**Folytatás a 27. oldalról.**

A Zöld Épület Program 2010. évi díjazottjai

2.táblázat

<i>Legjobb vállalati partner</i>	<i>Megtakarítás</i>	
Brostaden	Svédország	34 felújított épület 38% primerenergia megtakarítás
<i>Legjobb felújítási projekt</i>		
Középiskola, Hengersberg	Németország	81% primerenergia megtakarítás
Piraeus Bank Syggrou	Görögország	30% energiafelhasználás csökkenés
NH Principe de la Paz	Spanyolország	49% villamosenergia felhasználás 48% gázfelhasználás
Irodaépület, Manschein – kiemelt elismerés innovatív megoldásokért	Ausztria	82% primerenergia felhasználás csökkenés
<i>Lejjebb új projektek</i>		
Phoenix Plaza	Horvátország	71% fűtési energiaigény csökkenés
ASILO Cologno Monzese	Olaszország	81% primerenergia igény csökkenés
Port of Ghent irodaépület – kiemelt elismerés a széles körben hasznosítható megoldásokért	Belgium	67% primerenergia igény csökkenés
Irodaépület, ENERGYbase – kiemelt elismerés innovatív megoldásokért	Ausztria	72% fűtési energiaigény csökkenés
<i>A zsűri különdíja</i>		
AB Vasilopoulos	Görögország	32% villamosenergia felhasználás csökkenés
SeaBridge Logistics	Belgium	73% primerenergia igény csökkenés
<i>Legjobb promóter</i>		
Levenger	Spanyolország	
Bengt Dahlgren	Svédország	

**A Vértesi Erőmű Zrt. folytatja a végelszámolásra történő felkészülést –  
a végelszámolására vonatkozó konkrét döntés a tulajdonosi és kormányzati egyeztetéseket,  
és a részletes elemzéseket követően hozható meg**

2010. június 15-én a Vértesi Erőmű Zrt. rendkívüli közgyűlést tartott, melynek során a tulajdonosok képviselői tudomásul vették a Vértesi Erőmű Zrt. Igazgatósága által készített beszámolót a 2010. május 18. napján megtartott előző rendkívüli közgyűlésen hozott határozat végrehajtásáról.

Az MVM mint főtulajdonos kezdeményezésére a közgyűlés felkérte a Vértesi Erőmű Zrt. Igazgatóságát, illetve ügyvezetését, hogy folytassa a végelszámolásra történő felkészüléshez szükséges feladatok részleteinek és alternatíváinak kidolgozását.

A Vértesi Erőmű Zrt. ennek keretében tárgyalásokat kezd az érintett önkormányzatokkal a Vértesi Erőmű Zrt.-t kiváltó, a távhőellátás biztosítására szolgáló

erőmű ill. alternatív fűtési rendszer létesítésére, finanszírozására vonatkozóan. A közgyűlés fontosnak tartotta kiemelni, hogy az egyeztetések során kiemelt figyelmet kell fordítani a távhőszolgáltatásról szóló 2005. évi XVIII. törvényben foglalt rendelkezésekre, melyek az önkormányzatok helyi távhőellátás terén vett kötelezettségéről rendelkeznek.

A végelszámolásra történő felkészülésről hozott korábbi döntésben foglaltakkal összhangban a közgyűlés felkérte a Vértesi Erőmű Zrt. Igazgatóságát, hogy az érdekképviselőkkel együttműködve készítsen részletes tervet egy jövőben létrehozandó térségi foglalkoztatási alap megvalósításáról és részletesen dolgozza ki a humán erőforrás kezelés pénzügyi kereteit és forráslehetőségeit. Az Igazga-

tóság további feladata, hogy mérje fel a társaság átmeneti működtetésével összefüggő teljes körű finanszírozási igényt.

A Vértesi Erőmű Zrt. Igazgatósága által, a Társaság végelszámolására történő felkészülés keretében elkészített beszámoló alapján a főtulajdonos MVM Zrt. kezdeményezésére a közgyűlés úgy döntött, hogy a Vértesi Erőmű Zrt. végelszámolására történő felkészülést – az egyes feladatok részleteinek és alternatíváinak kidolgozásával – folytatni kell. A végelszámolásra vonatkozó tényleges döntéshez a fent ismertetett részletes elemzéseket és egyeztetéseket le kell folytatni. Ennek érdekében az MVM Zrt. megkezdte a szükséges tulajdonosi és kormányzati egyeztetéseket.

**(Forrás: MVM)**

Balikó Sándor

## A hibrid hőszivattyú

Lapunk XXXI. évf. 1990. 1. számában (pp. 1–7) jelent meg Bergmann György összeállításában egy cikk ezzel a címmel. A cikk egy olyan termodinamikai lehetőségre hívja fel a figyelmet, ami főleg a hőhasznosítási folyamatokban eredményezhet jelentős (rendszerint villamos energiából előállított) mechanikai munka megtakarítást.

A hőhasznosítási folyamatokban számos esetben találkozunk azzal a jelenséggel, hogy a rendelkezésre álló alacsony hőmérsékletű közeg hőmérséklete akár 20–30 °C-kal is csökkenthető lenne, de a hőszivattyúban a hőfoklépcső csak 5–7 °C-os lehet. A problémát a gyakorlatban az alábbiakkal hidalják át:

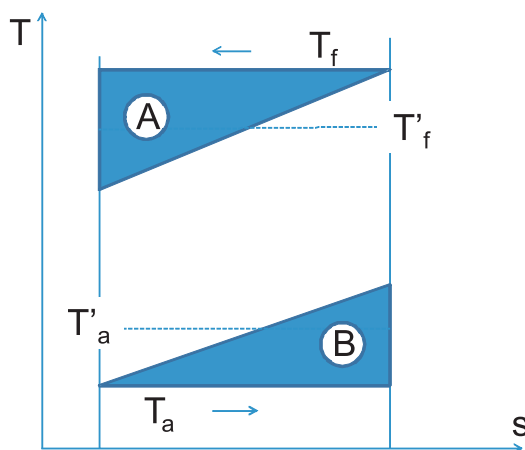
- kevesebb hőt hasznosítanak a lehetségesnél
- közbenső hőcserélőt alkalmaznak, ami egy többlet hőfoklépcsőt eredményez
- a visszatérő ágból visszakevernek a belépő ágba, hogy csökkentsék a hőfokszintet.

Hasonló problémák merülnek fel a kondenzátor oldalon is: a kis hőfoklépcső miatt pl. a radiátorokban és/vagy a HMV bojlerokban nagyobb mennyiségű vizet kell keringetni a szokásosnál, ami szivattyúzási többleteljesítményt igényel.

Az elpárolgató és/vagy a kondenzátor konstrukciójának speciális átalakítását széria berendezéseken a gyártók nem vállalják.

Ha a hőelvonás és a hőleadás nem egy állandó hőmérsékleten történne, hanem követné a hűtött, ill. fűtött közeg hőmérsékletváltozását, termodinamikailag lényegesen kedvezőbb rendszereket lehetne kialakítani.

A gondolatmenet lényege a *hőmérséklet (T) – entrópia (s)* diagramban jól követhető (1. ábra). Ha a hűtendő közeg legalacsonyabb hőmérséklete  $T_a$ , a melegítendő közegnek a legmagasabb hőmérséklete pedig  $T_f$ , a hőszivattyú elpárolgási hőmérséklete is legfeljebb  $T_a$  lehet (végtelen hőcserélővel) és a kondenzációs hőmérséklete is legalább  $T_f$  kell legyen (szintén végtelen hőcserélővel). Ha



1. ábra. Állandó- és változó hőmérsékletű hűtőkörfolyamat

fordított Carnot-körfolyamatot választunk, a fajlagos fűtőteljesítmény ( $COP$ ):

$$COP_C = \frac{T_f}{T_f - T_a}$$

Ha a hőelvonás folyamatosan növekvő, átlagosan  $T'_a$  hőmérsékletszinten, a hőleadás pedig egy csökkenő, átlagosan  $T'_f$  hőmérsékletszinten történik, a fajlagos fűtőteljesítmény nő:

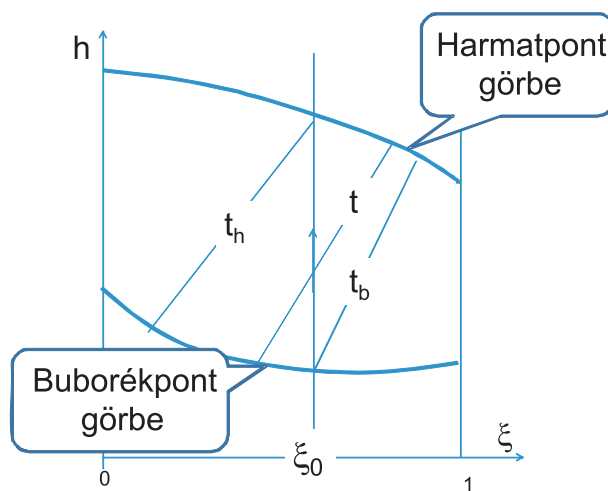
$$COP = \frac{T'_f}{T'_f - T'_a} > COP_C$$

Változó hőmérsékletű hőelvonású és hőleadású hűtő körfolyamatot gáz hűtőközeggel vagy oldatokkal lehet megvalósítani.

Ez utóbbiakat nevezzük hibrid hőszivattyú körfolyamatnak.

„A hibrid hőszivattyú olyan kompresszoros hőszivattyú, amelynek munkaközege egymásban jól oldódó, de különböző illékonyaságú alkotók nem azeotrópos elegye.”

Ezekben a közegekben az elpárolgás és a kondenzáció nem állandó hőmérsékleten, hanem egy, az összetételtől függő, hőmérséklet tartományban megy végbe (2. ábra).



2. ábra. Oldat fázisváltozása az összetétel ( $\xi$ ) – entalpia ( $h$ ) diagramban

A hibrid hőszivattyú egyik kézenfekvő munkaközege az ammónia vizes oldata lehet, de természetesen a feladathoz illetően más oldatok is szóba jöhetnek.

A fent hivatkozott cikk szerzője kiszámította egy olyan ammónia-víz közegű hőszivattyú fajlagos hűtőteljesítményét, amely 25/5 °C hűtővízből 15/85 °C hőmérsékletű melegvizet állít elő és  $COP=9,51$  értéket kapott. Ugyanez a feladat fordított Carnot körfolyamattal  $COP=4,48$  értékre adódott.

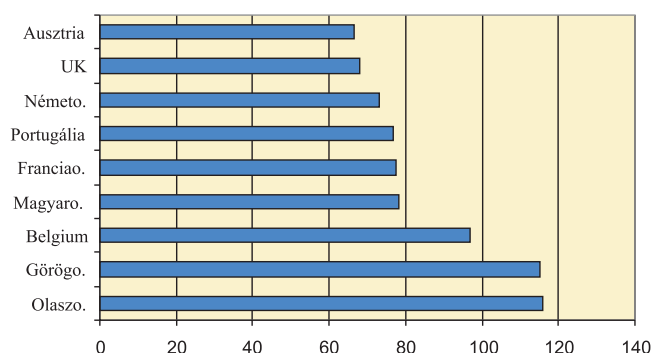
Molnár László

## Miért van szükség gazdasági-energetikai paradigmaváltásra Európában és Magyarországon?

A régi Európai Unió, amelyet akkor még Közös Piacnak hívtak, rendkívül sikeres gazdasági formáció volt. Pragmatikus, realiztikus célkitűzései segítették a háború utáni Európa újjáépítését és az ezeréves német-francia ellentétek leszerelését. A 70-es évekre már látványos gazdasági sikereket értek el, és Európa ismét a világ egyik vezető régiójává vált, köszönhetően részben a német gazdasági csodának, a „Wirtschaftwunder”-nek, és annak, hogy Európában a katonai kiadásokat a minimális szinten tartották.

A rendszerváltás után azonban az Unió egyre inkább politikai szerepet vállalt. Az új közép-európai demokráciák integrálása, az Unió erőltetett bővítése háttérbe szorította a gazdasági kérdéseket, és helyükre grandiózus víziók léptek az egységes Európáról, az európai Egyesült Államokról, ahol Brüsszelből irányítanak félmilliárd európai polgárt. Az egyre magasabb szintű integráció hajszolása, a politikailag népszerű célok hivatalos megfogalmazása közben egyre inkább elszakadtak a brüsszeli bürokraták a valóságos lehetőségektől. A nagyvonalú szociális, emberjogi és környezetvédelmi programokra nem lehetett nemet mondani.

A 90-es évek végére ugyan már feltűnt, hogy itt-ott baj van. Ki is tűzték gyorsan, hogy 2010-re az EU legyen a világ legversenyképesebb régiója. A kétezres évek első évtizedében 10 tagállammal bővült az EU, és bár jól látszott, hogy az USA, Kína, India és még egy sor fejlődő ország sokkal gyorsabban fejlődött, mint az EU, ezzel nem foglalkoztak. Egyre ambíciózusabb szociális és környezetvédelmi célokat tűztek ki, melyek piaci alapon soha nem valósultak volna meg, ezért a célok elérését kötelezővé tették. Mindenki tudta, ezek a célok csak erőteljes állami támogatással valósíthatók meg. A politikai ígéretés, az irreális célok hajszolása irtatlan túlköltekezéshez vezetett az EU tagállamokban.



1. ábra. Kormányzati adósság néhány EU tagállamban a GDP %-ában

A 2008–2009-es világgazdasági válság az EU-t sújtotta a legjobban, és az EU lából ki a leglassabban a válságból. De a válsággal elérkezett az igazság órája. Kiderült, az egész jóléti-környezetbarát szociális piacgazdaság hitelekkel épült, a tagállamok elképesztő mértékben eladósodtak (lásd 1. ábra).

De az USA és Japán 100 illetve 180%-os eladósodottsága is figyelmeztető, tőlük már nem lehet hitelt-segélyt kapni. Az éves államháztartási hiány szinte minden EU tagállamban magasba szökött, pl. Görögországban 13,6%, Egyesült Királyság 11,5%, Spanyolország 11,2%, Portugália 9,4%. Jelenleg több mint 20 EU tagállam ellen folyik túlzott deficit eljárás, mert költségvetési hiányuk túllépte a megengedett 3%-ot. Az ok: a populista gazdaság- és szociál-politika, melyet még súlyosbított a tragikus demográfiai helyzet, a túl kevés gyermek. Megtudtuk, hogy pl. Görögországban átlagban 54 évesen mennek nyugdíjba az emberek, és a nyugdíj összege az utolsó fizetés 95%-a, a gyermekét egyedül nevelő nő örökli szülei nyugdíját. Vagyis az állam, félrevezetve az embereket, fedezet nélkül, a jövő felélésével ígér jólétet, egészséges környezet az embereknek.

És miközben naponta hallottunk a fenntartható fejlődésről, Brüsszel és a nemzetállami kormányok többsége fenntarthatatlan pályára állította a gazdaságot. Sőt, az eurózóna egységes monetáris politikájával és az évtizedekre szóló kötelező környezetvédelmi célkitűzéseivel – nem törődve azzal, hogy az Unió kívüli piaci vetélytársaink mit tesznek – még akadályozza is a letérést a fenntarthatatlan pályáról.

Szomorú, de az Unió tagállamok többsége csak egyetlen dologban tartozik a világ élvonalába: a gazdasági adatok kozmetikázásában. Bár lassú az ébredés, és nehéz szembenézni az új helyzettel, Strauss-Kahn IMF elnök már kimondta: „Európa számára az a nagy gazdasági kockázat, hogy hamarosan nem a focihajlény első osztályában fog játszani, hanem visszazorul a második ligába.”

Az eurózóna pénzügyi válságával, a zóna stabilizálására felállított 950 milliárd eurós mentő-alap felállításával elérkezett az igazság pillanata, és ki kell mondani: ez így nem mehet tovább! Az EU tagállamok eladósodottsága nem növelhető tovább, véget kell vetni a szociális álmódosításoknak, és az európai polgároknak is a kemény munkát kell választaniuk a sokhetes évi szabadság, a korai nyugdíjba menetel és a nagyvonalú segélyek-támogatások helyett. A szociális piacgazdaságból egyelőre törölni kell a szociálist, mert különben az EU tagállamai válságból-válságba botladoznak, és egyre mélyebbre süllyednek.



## Hogyan érinti mindez Magyarországot?

A hazai politikának is tudomásul kell vennie, hogy a korábbi ígéretes, külföldi hitelekre épülő gazdaságpolitika nem folytatható tovább. Magyarország a leginkább eladósodott, legsebezhetőbb országok közé tartozik. A gazdaságpolitikának nem lehet más célja, mint a versenyképesség növelése, exportképes gazdaság kiépítése, mely szigorú fiskális és megfelelő monetáris politikával, közel nullszaldós költségvetéssel rövid időn belül lehetővé teszi, hogy a GDP 3–4%-kal növekedjék. A megtermelt többlet-jövedelmet részben az adósság törlesztésére kell fordítani.

A szigorú költségvetési politika nyilván érinti a gazdaság és az ellátó rendszerek számos területét, de itt csak az energetikával foglalkozunk. Az ágazat piaci szereplőinek biztosítani kell, hogy kizárólag szakmai feladataikkal foglalkozzanak, és ne lássanak el szociálpolitikai (nyomott, piaci érték alatti árak!) és foglalkoztatási feladatokat. Az állami árszabályozás (pl. rendszerhasználati díjak) feladatait a független Magyar Energia Hivatal lássa el, és az államnak ne legyen beleszólása a MEH által szabályozott árakba.

Az energiahatékonysági és a megújuló energia programokat is alapvetően a racionalitás talajára kell állítani. Olyan helyzetben, mikor az ország még nemrég a pénzügyi összeomlás határán állt, és még most is veszélyeztetett, akkor ne akarjunk „környezetvédelmi éltanulók” lenni, és évtizedek múlva bekövetkező környezetvédelmi hatásokkal foglalkozni. Csak egy egészséges gazdaságú ország tud komoly összegeket fordítani a környezetvédelemre. Ezért most csak azokat az energiahatékonysági projekteket érdemes folytatni, melyek kedvező megtérülésűek és elősegítik a hazai foglalkoztatottság növekedését. Ilyenek pl. a soklakásos épületek (pl. panelházak) és nagy irodaházak szigetelése, nyílászáró cseréje, fűtőkorszerűsítése illetve a lakossági és irodai elektromos készülékek (hűtőszekrények, számítógépek, világítás stb.) cseréje hatékonyabbra. A kapcsolt energiatermelés több-tízmilliárdos támogatását nem tartjuk indokoltnak, mert ezt a támogatást évről-évre újra ki kell fizetni (míg egy épület-szigetelési program egyszeri beruházással 20 évig takarít meg energiát), továbbá a kapcsolt termelés nem segíti elő a foglalkoztatást. Ezért a KÁT rendszert át kell alakítani, és a hangsúlyt a megújuló energiák támogatására kell helyezni.

Az eddigi megújuló energia politikát is újra kell gondolni. Egyrészt ezen a területen nem érdemes előrerohanni, mert a megújuló energiás technológiák gyorsan fejlődnek, és könnyen lehet, hogy 2–3 év múlva sokkal olcsóbb és hatékonyabb technológiához lehet hozzájutni. Másrészt nem indokolt olyan megújulós fejlesztést támogatni, melynek semmiféle pozitív foglalkoztatási hatása sincs. Felmerül a kérdés, miért érdemes olyan megújuló energia technológiát támogatni, melyet külföldről importálunk, és mely egyaránt igényel beruházási és üzemeltetési támogatást, semmiféle foglalkoztatási hatása nincs, és véletlenszerűen, nem az igényeknek megfelelő időszakban termeli az energiát, viszont állandó tartalékot igényel, és speciális szabályozási gondokat okoz, megjegyezzük, ez utóbbi kettő komoly költséggel jár. (Aki nem tudná, ez a szélenergia. A németek ezt a technológiát azért futtatják, mert jelentős exportot bonyolítanak le ezen a területen.)

Ehelyett azokat a megoldásokat kell támogatni, melyekkel kapcsolatban Magyarország valamilyen komparatív előnnyel rendelkezik, amelyek beilleszkednek a hazai hőellátási és villamosenergia rendszerbe, rugalmasan szabályozhatók és elősegítik a hazai gyártást és/vagy foglalkoztatást. Ilyen megoldások pl. a biomassza tüzelésű kazánok, a kiserőművek, a gázvezeték hálózatra dolgozó biogáz termelés, vagy a különféle második generációs bio-üzemanyagok.

## Záró megjegyzés

Független szakértőként megjegyzem, hogy az EU-ban az elmúlt évtizedben sorozatban nem teljesítették a különböző célkitűzéseket (pl. a Lisszaboni program: az EU legyen a világ legversenyképesebb régiója), vagy a 2010-es energetikai célokat (megújuló energia és zöldáram célok), sőt az alapvető fontosságú maastrichti pénzügyi stabilitási célkitűzéseket is semmibe vette a tagállamok nagy többsége. Ezért, különösen tekintettel a jelenlegi elhúzódozó és mélyülő EU gazdasági válságra, és a példátlan méretű eladósodottságra, biztosra vehető, hogy a 2020-as 320-as célkitűzéseket sem fogja betartani a tagállamok többsége. Ezért a mostani nehéz helyzetben indokoltnak tartom, hogy a magyar érdekeknek és lehetőségeknek megfelelően járjunk el, és csak addig menjünk el a célok teljesítésében, ameddig azt a magyar gazdasági érdekek lehetővé teszik.

## A KPMG energetikai és közüzemi tanácsadó csoportja bemutatja a 2010-es év magyar energetikai évkönyvét

Az évkönyvben a magyarországi energiaipar vezetői és a KPMG energetikai szakemberei fejtik ki gondolataikat az ágazat legégetőbb kérdéseiről, valamint, hogy milyen forgatókönyveket valószínűsítene, és milyen megoldásokat látnak, vagy látnának szívesen saját szűkebb szakterületükön. A tartalomról:

– Közép-kelet-európai és a hazai energiaipari trendek, összefüggések áttekintése

– A globális pénzügyi válság hatásai a primer energiahordozók árára, és a kereslet-kínálat egyensúlyára  
 – Hogyan érvényesül Európában az ellátásbiztonság, a verseny és a fenntarthatóság hármass célkitűzése  
 – Az EU-s szabályozás legfontosabb kérdéseinek, így az emissziós kvótaelosztás, az unbundling szabályok átalakulásának, a megújuló energiahordozók

részeseledésének bővítésére irányuló brüsszeli törekvések áttekintése  
 A magyar nyelvű, ingyenesen elérhető kiadvány az [energy@kpmg.hu](mailto:energy@kpmg.hu) e-mail címen rendelhető meg, vagy elérhető elektronikus formában a [kpmg.hu](http://kpmg.hu)-n.

## Az energetika új irányítói

A Kormány az energetika állami irányítását két minisztérium között osztotta meg. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium hatásköréhez az iparág országos fejlesztési feladatai fognak tartozni. Dr. Völner Pál – az infrastruktúráért felelős államtitkár, területa a közlekedés és energetika, mellette Kovács Pál lesz az energetikai helyettes államtitkár. A Nemzetgazdasági Minisztériumban az irányítási feladatokat Bencsik János államtitkár és Olajos Péter helyettes államtitkár fogják ellátni. A munkamegosztást lapzártunk ideje alatt pontosítják.

### Nemzeti Fejlesztési Minisztérium

#### Dr. Völner Pál államtitkár

Dr. Völner Pál 1962. november 30-án született Győrben.

*Végzettség:* 1977–1981 Pannonthalmi Bencés Gimnázium; 1982–1988 ELTE Állam- és Jogtudományi Kar; 1988–1990 ELTE Jogi Továbbképző Intézet

*Szakmai életút:* 1988 APEH Pest Megyei Adófelügyelőség, jogi előadó; 1988–1990 Eternit Vállalat, jogtanácsos; 1990–1998 Nyergesújfalu Ügyvédi Iroda, ügyvéd; 1998–2006 Dr Völner Ügyvédi Iroda, ügyvéd; 2006–2010 Komárom-Esztergom Megyei Közgyűlés, elnök; 2010– Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, államtitkár

*Közéleti megbízatások, tisztségek:* 1990– Eternit Sportegyesület, elnök; 1994– Szamaritánus Alapítvány, elnök; 2006– Komárom-Esztergom Megyei Vállalkozásfejlesztési Alapítvány, elnök; 2007– Térségi Integrált Szakképzési Központ, elnök; 2006– Komárom-Esztergom Megyei Területfejlesztési Tanács, elnök; 2006– Közép-dunántúli Területfejlesztési Tanács, tag; 2006– Európa Tanács Helyi és Regionális Kongresszus, tag; 2006– Fidesz Komárom-Esztergom megyei elnök

*Családi állapot:* nős, három gyermek apja



#### Kovács Pál energetikai helyettes államtitkár

Kovács Pál 1963. január 14-én született Karcagon.

*Végzettség:* 1982–1988 Moszkvai Energetikai Egyetem, mérnök-hőfizikus képzés, „Atomerőművek és Berendezések” szak; 1991–1993 Külkereskedelmi Főiskola, közgazdász, levelező szak

*Szakmai életút:* 2010– Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, energetikai helyettes államtitkár; 2009–2010 Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium, Energiagazdálkodási és Szabályozási Főosztály, atomenergetikai szakértő; 2004–2009 OECD Atomenergia Ügynökség (Nuclear Energy Agency – NEA), atomenergetikai szakértő; 1988–2004 Paksi Atomerőmű Rt., osztályvezető, műszaki vezérigazgató-helyettes műszaki titkár, kapacitás fejlesztési pályázat atomerőművi projekt vezető, vezérigazgató műszaki titkár

*Közéleti megbízatások, tisztségek:* 2000–2004 Napsugár Alapítvány – elnök

*Nyelvtudás:* orosz, angol és francia (társalgási)

*Családi állapot:* nős, két leánygyerek apja



### Nemzetgazdasági Minisztérium

#### Bencsik János államtitkár

Bencsik János 1965. július 31-én született Szarvason.

*Végzettség:* 1994–1996 DATE Szarvasi Főiskolai Kar, Szarvas; 1993–1996 ELTE Szociológiai Intézet (szociológus); 1990–1993 Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai és Tanárképző Főiskola, Budapest (általános szociális munkás); 1988–1990 Pázmány Péter Hittudományi Akadémia, Budapest; 1985–1987 R. K. Hittudományi Főiskola, Szeged.

*Szakmai életút:* 1990– polgármester (Tatabánya); 1988–1990

Családsegítő Szolgálat Tatabánya, családgondozó; 1987–1988 KEM GYIVI Tatabánya, nevelő; 1987 Oroszlány, rakodó

*Szabadidő:* kajak, kertművelés



#### Olajos Péter helyettes államtitkár

Olajos Péter 1968. április 18-án született Budapesten.

*Végzettség:* 1987–1992 Veszprémi Egyetem mérnöki kar, okleveles szervező, vegyész-mérnök; 1992–1993 Európai Műszaki Egyetem (Párizs), Európai Környezetvédelmi szakmérnöki diploma MSc. (TEMPUS program keretében)

*Szakmai életút:* 1994–1996 Parlamenti titkár Magyar Országgyűlés (Lezsák Sándor mellett); 1996–1998 MDF Elnöki titkárságának vezetője; 1998–1999 kabinettfőnök, pártigazgató; 1999–2004 a Magyar Rádió Közalapítvány kuratóriumának elnökségi tagja; 2004–2009 Európai Parlamenti Képviselő Környezetvédelmi, Közegészségügyi és Élelmiszerbiztonsági Bizottság tagja, Fenntartható Fejlődés Munkacsoport Alelnöke, Klímaváltozással foglalkozó Ad hoc bizottságának tagja; 2010– Nemzetgazdasági Minisztérium Klíma- és Energiapolitikai helyettes államtitkára

*Közéleti megbízatások, tisztségek:* 2008–2009 az MDF Elnökségének tagja és alelnöke; 2009-től a tiszteletbeli elnöke a hazai Kis- és Középvállalkozók Egyesületének (KKVE); 2001 óta szerkesztője a „Ma és Holnap” fenntartható fejlődési folyóirat EU magazinjának

*Nyelvtudás:* angol, francia

*Családi állapot:* nős

**A kinevezett vezetőknek gratulálunk és felelősségteljes munkájukhoz sok sikert kívánunk!**



## Környezetbarát és gazdaságos: Weishaupt szolártechnika.

Egy Weishaupt szolárberendezéssel Ön az ingyenes napenergiát hasznosítja; mely biztonságos és folyamatosan megbízható. A Nap az éves melegvíz-szükségletének 60%-át fedezi. Ha a Weishaupt kollektort fűtésének segítésére is használja, akár 30% tüzelőanyag-megtakarítást érhet el. Ez nem csak jelentős pénzmennyiséget jelent, hanem a klímavédelemhez való tudatos hozzájárulást is. További hasznos információk a Weishaupt szolárrendszerekről közvetlenül a Weishaupt Hőtechnikai Kft.-től 2051 Biatorbágy, Budai u.6. kaphatók, telefon 23/530-880, [www.weishaupt.hu](http://www.weishaupt.hu).

Ez a megbízhatóság

–weishaupt–



A Weishaupt termékprogram:

szolárberendezések   hőszivattyúk   kondenzációs olajkazánok   kondenzációs gázkazánok   tüzelőberendezések

ENERGIAGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
HŐSZOLGÁLTATÁSI SZAKOSZTÁLYA *rendezésében*



## 23. Távhő Vándorgyűlés

# „ZÖLDÜL A TÁVHŐ!”

*Megújuló energiák felhasználása  
és új technológiák alkalmazása  
a távhőszolgáltatásban.*

**PÉCS,**

*Európa Kulturális Fővárosa*

**2010. szeptember 13–14.**

*További információk:*

**TRIVENT RENDEZVÉNYIRODA**

[www.trivent.hu](http://www.trivent.hu) • [trivent@trivent.hu](mailto:trivent@trivent.hu)