

ENERGIA- GAZDÁLKODÁS

AZ ENERGIAGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET SZAKFOLYÓIRATA

51. ÉVFOLYAM 2010. 6. SZÁM

VI. NEMZETKÖZI KLÍMAVÁLTOZÁS ENERGIATUDATOSSÁG, ENERGIAHATÉKONYSÁG KONFERENCIA

Győr, 2011. április 6-7.

VI. INTERNATIONAL CLIMATE CHANGE ENERGY AWARENESS ENERGY EFFICIENCY CONFERENCE

6-7th April 2011, Győr, Hungary



Congress

rendezvényszervező KFT.

1026 Budapest, Szilágyi E. fasor 79.
Fax: 356 65 81
e-mail: liszikai.nora@congress.hu



Energiát adunk a mindennapokhoz



Az MVM, mint a legnagyobb nemzeti energetikai vállalatcsoport, erőművein, átviteli hálózatán, kereskedőin keresztül járul hozzá az ország biztonságos energiaellátásához.

MAGYAR VILLAMOS MŰVEK ZRT. 1031 Budapest, Szentendrei út 207-209. 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

1091 Budapest,
Ülői út 25. IV. em. 420.

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

Tudomány • Science • Wissenschaft

Balikó Sándor

Épületenergetikai modellezés hőmérsékletmérések segítségével 3

Modeling energy performance of buildings
by using thermal/temperature measurements

Gebäudeenergetisches Modellierung durch Temperaturmessungen

Dülk Marcell

Klímaberendezés-beruházások műszaki modellezése 7

Technical modelling of air conditioning projects

Technische Modellierung von Klimaanlage-projekten

Energiapiac • Energy market • Energiemarkt

Szergényi István

Az energia és a jövő 10

The Energy and the Future

Die Energie und die Zukunft

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

Mayer Zoltán

Néhány fontosabb EU-s fejlemény
a hidrogén-technológiák területéről 21

Hydrogen energy and fuel cells: some important developments
from the EU

Einige wichtige EU-Entwicklungen auf dem Gebiet
der Wasserstoff-Technologien

Vélemény • View • Meinungen

Szilágyi Sándor

Vak száguldás...? 25

Dr. Szilágyi Zsombor

Kína szerepe a világ energia piacán 26

EU-hírek • EU news • EU Nachrichten

27

Ötletlap • Project Ideas • Projekt Ideen

28

Energiainformációk • Energy news • Rundblick

30

Hírek, információk • Informations • Mitteilungen

Komlós Ferenc

Heller Lászlóra emlékezünk 31



Lapunkat rendszeresen szemlézi
Magyarország legnagyobb
médiafigyelője, az

»OBSERVER«

BUDAPEST MÉDIAFIGYELŐ KFT.

Szerzők

Dr. Balikó Sándor
okl. gépészmérnök
energiagazdálkodási
és tüzeléstechnikai szakértő

Dülk Marcell
okl. műszaki menedzser
TRAVEX Kft.
üzleti tanácsadó
marcell@travex.hu

Komlós Ferenc
okl. gépészmérnök,
a Magyar Napenergia Társaság
Szoláris hőszivattyúk
szakcsoportjának vezetője

Mayer Zoltán
okl. energiamegazdálkodási
szakmérnök
zmayer@index.hu

Dr. Szergényi István
Pasteur-díjas vegyészmérnök,
PhD, a BME tiszteletbeli tanára,
az ENSz EGB Energia Bizottságának
volt elnöke

Szilágyi Sándor
okl. gépészmérnök
Komfort 2001 Épületgépész
Tervező Kft.
ügyvezető

Dr. Szilágyi Zsombor
okl. gázmérnök
igazgató
EMFESZ Kft.

A Szerkesztőbizottság munkáját az ETE választott tisztviselői, 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. Szebenyi 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

Meghívó a Magyar Kapcsolt Energia Társaság XIV. konferenciájára 2011. március 8-9-10.

2008. óta új, majd 2009-től módosított szabályozórendszere van a kapcsolt energiatermelésnek és a kötelező átvételi rendszernek, továbbá e levél kiküldésekor folyamatban van az energetikai törvények módosításának előkészítése, ami érintheti a kapcsolt energiatermelés szabályozását is. A konferencia jó lehetőséget ad az eltelt időszak tapasztalatainak összegzésére, a további teendők, valamint az ágazat jövőjével kapcsolatos kérdések megvitatására. A kötelező átvételi rendszer fokozatos megszüntetése, ill. átalakítása, az eredetigazolás szabályozása, továbbá az, hogy a villamosenergia- és földgázpiac jelenlegi és középtávon várható helyzete nem kedvez a földgáz alapú kapcsolt energiatermelők piacra lépésének, jelentős mértékben érinti e technológia alkalmazásának jövőjét is, közép- és hosszútávon egyaránt.

A kapcsolt energiatermelés fenntartása és bővítése alapvető nemzeti energiastratégiai érdek és cél.

XIV. konferenciánk jelmondata: **Kapcsolt energiatermelés lehetséges jövője Magyarországon**

A konferencia főbb témaköréi a következők:

- jogszabályi környezet tapasztalatai,
- KÁT időtartamának meghosszabbítására irányuló eljárás eredménye, tapasztalatai és hőszolgáltatást érintő hatásai,
- kapcsoltan termelt villamos energia értékesítésének lehetőségei 2011-ben, a KÁT rendszeren kívül,
- lehetőségek a liberalizált piacon,
- hely és szerep az együttműködő villamosenergia-rendszerben,
- energetikai, klíma- és környezetvédelmi haszon,
- kapcsolt energiatermelés jövőképe az EU szabályozási rendszerében (klíma-energia csomag, 3. energia csomag),
- 2004/8/EC direktíva alkalmazásának aktuális helyzete,
- kapcsolt energiatermelés az energiapolitikában,
- támogatási rendszerek,
- üvegházhatású gázok kereskedelme a második és a harmadik kereskedési időszakban,
- kapcsolt energiatermelés hőpiaci, erőműépítési, iparfejlesztési vonatkozásai,
- kapcsolt energiatermelés és alternatív energiaforrások,
- befektetők és finanszírozók szempontjai,
- műszaki kérdések, kihívások, új technológiák.

A konferencia helye: Velence Resort & Spa**** – Időpontja: 2011. március 8-9-10.

A rendezvény részvételi díja: 58.000 Ft + szállásdíj – Jelentkezés: 2011. január 12-ig az MKET titkárságon
Részletek: www.mket.hu honlapon

Magyar Kapcsolt Energia Társaság elnöksége
1117 Budapest, Budafoki út 95. – Tel.: (1) 382-4740; 382-4836 – E-mail: mket@erbe.hu

Balikó Sándor

Épületenergetikai modellezés hőmérsékletmérések segítségével

Az épületenergetikai auditoknál gyakran találkozunk olyan tanulmányokkal, amelyek megelégszenek azzal, hogy az általánosan elfogadott szoftverek valamelyikével és a 7/2006. sz. TNM rendeletben megadott fajlagosokkal elvégzik a tanúsításhoz szükséges paraméterek kiszámítását, de nem foglalkoznak az adott épület tényleges veszteségeivel. Ezzel pedig az audit egyik lényeges eleme veszik el, mégpedig az, hogy legalább körülhatároljuk azokat az okokat, amelyek miatt az épület energetikailag nem úgy viselkedik, mint ahogy „kellene”. Jelen dolgozatban azt mutatjuk be, hogyan lehet néhány egyszerű méréssel az épület jellemzőit valószínűbben meghatározni.

During energy audits regarding buildings we often come across studies, which, while using commonly accepted softwares and the specific values based on 7/2006 TNM regulation, do calculate the required parameters for the audit purpose but do not take into consideration the real energy losses of the buildings. Due to this approach an important component of the audit goes lost, namely that at minimum those reasons are identified, due to which the building shows a different energy behavior than expected. In this paper we introduce how more realistic building parameters could be determined with some simple measurements.

A meglévő és üzemelő épületek energetikai auditjának legalább három fontos kérdésre kell választ adni:

- az építészeti és gépészeti kialakítás alapján átlagos fajlagos veszteségek mellett milyen éves fajlagos primerenergia-fogyasztás várható, azaz a hasonló kategóriájú épületek között a vizsgált létesítmény milyen kategóriába sorolható. Ennek alapján készül a tanúsítás
- milyen veszteségei vannak valójában az épületnek, azaz miből adódik az épületfenntartásra fordított tényleges éves hő- és villamosenergia-fogyasztás.
- milyen intézkedésekkel lehet az épületfenntartásra fordított energiahordozók mennyiségét csökkenteni és az egyes intézkedések mekkora megtakarítást eredményezhetnek.

Sokan – általában a megrendelők határozott igénye miatt – az auditba beleértik a javasolt fejlesztések beruházási költségeinek becslését is, ez azonban nem lehet feladat, hiszen az audit, mint a döntés előkészítés egyik állomása, éppen azokat a lehetőségeket tárja fel, amelyek közül kiválasztandó az a néhány változat, amit műszaki-gazdasági szempontból optimalizálva a megvalósíthatósági tanulmánynak kell elemezni.

A gyakorlatban nagyon sok olyan audittal lehet találkozni, amelyik a második lépést elnagyolja, vagy teljesen elhagyja, majd a harmadik lépésben egy projekttervet javasol (esetleg néhány kisebb módosítással több változatban), amihez hozzárendel egy megtakarítási értéket. Ez a megtakarítási számítás ilyenkor vagy az első lépésben meghatározott modell értékeihez viszonyít, de sokszor el is marad.

Az épületenergetikai modell elemei

A 7/2006 TNM rendelet alapján készített modellek elsősorban a tanúsítást segítik és így eredményül a besorolás alapját képező fajlagos primerenergia-fogyasztást adják meg.

Az auditnak viszont meg kell határozni az épületfenntartásra felhasznált (vásárolt) energiahordozók mennyiségét is úgy, hogy az lehetőleg ne nagyon térjen el az energiaszámlákon feltüntetett fogyasztási adatoktól.

Az egyeztetést megnehezíti, hogy a családi- és társasházaknál, de még a középületeknél is rendszerint egy, vagy csak néhány fogyasztásmérő van felszerelve, és a több mérős rendszereknél sem funkció szerint vannak szétválasztva a fogyasztói csoportok.

Ráadásul néhány éve a villamos és gázfogyasztás mérése évente csak egy alkalommal történik, így még a szezonális fogyasztási ingadozások sem követhetők.

Az energetikai modellből az épületgépészet villamosenergia-igényét a fajlagosokból kapjuk meg:

$$E = A_N \sum_{i=1}^m E_{s,i} + \sum_{j=h}^k E_{h,j}$$

ahol A_N a hivatkozott rendelet szerint értelmezett fűtött alapterület, $E_{s,i}$ ($i=1,2,..,m$) a hőtermelés és HMV szolgáltatás villamos segédenergia-igénye, ilyenek pl. a hőtermelők, a keringető szivattyúk, a légkezelők és a szabályozások villamosenergia-fogyasztása, és $E_{h,j}$ ($j=1, 2, ..,k$) a villamos hőtermelők (pl. hőszivattyúk, bojler) villamosenergia-fogyasztása.

Ha E értéke nagyobb, mint a számlázott éves fogyasztás, akkor bizonyos, hogy rosszul vettük fel a fajlagos értékeket. Ha sokkal kisebb, azt illik az auditban indokolni.

A hőtermelők által leadott (hasznos) hő a modell alapján:

$$Q_h = A_N \left(q_F + q_{HMV} + \sum_{i=1}^p q_{v,i} \right)$$

ahol q_f a fűtés, q_{HMV} a HMV termelés fajlagos nettó hőigénye, q_{vi} ($i=1, 2, \dots, p$) pedig a fajlagos veszteségek, mint pl. a hálózat, a szabályozás és a tárolás veszteségei.

A vásárolt energia a fenti értéktől a teljesítménytényezővel tér el:

$$Q_{be} = C_k Q_h = \frac{Q_h}{\eta} \quad \text{kazán esetén és}$$

$$E_{be} = C_k Q_h = \frac{Q_h}{\varepsilon_f} \quad \text{hőszivattyú esetén}$$

ahol C_k a teljesítménytényező, η a kazán tüzeléstechnikai hatásfoka, ε_f pedig a hőszivattyú szezonális átlagos fajlagos fűtési tényezője¹.

Távhő fogyasztás esetén a fenti összefüggés használható $\eta \approx 1$ behelyettesítéssel.

Távhővel ellátott vagy kazánal rendelkező épületeknél, ha nincs más technológiai fogyasztó, a modellszámításból kapott Q_{be} értékének jó közelítéssel meg kell egyeznie a számlákon szereplő fogyasztással. Hőszivattyúknál és bojlernél sajnos, rendszerint olyan jelentős egyéb fogyasztók (világítás, lift, automatikus garázsajtó stb.) is azonos mérőre vannak kötve, hogy a beépített mérő(k) alapján lehetetlen a fogyasztás ellenőrzése.

A használati melegvíz (HMV) hőigényének ellenőrzése

A használati melegvíz termelés fajlagos nettó hőigénye:

$$q_{HMV} = \frac{1}{3600 A_N} V \rho c (t_{HMV} - t_{be})$$

ahol V az éves melegvíz-fogyasztás, m^3 , t_{HMV} a kiadott HMV hőmérséklete, $^{\circ}C$ és t_{be} a belépő hidegvíz hőmérséklete. Ha a fajlagos hőkapacitást $\rho c = 4180 \text{ kJ}/(m^3K)$ értékkel helyettesítjük be, akkor az eredményt a modellel számolttal azonosan $\text{kWh}/(m^2\text{év})$ mértékegységben kapjuk meg.

A képletben a $\Delta t = t_{HMV} - t_{be}$ hőmérsékletkülönbség éves átlagértékével kell számolni.

Ma már sok épületben mérik a melegvíz-fogyasztást, ilyen esetekben a modellszámításnál ezzel az értékkel kell számolni a javasolt fajlagos helyett.

Ha nincs más hőfogyasztó, vagy a többi (pl. fűtési) fogyasztást ismerjük, a melegvíz termelés veszteségeit határozhatjuk meg az alábbi összefüggésből:

$$\sum q_{HMV,y} = \frac{1}{3600 A_N} \left(\frac{Q_{be}}{C_k} - V \rho c \Delta t \right)$$

Itt Q_{be} alatt a HMV készítés céljából elfogyasztott hőt értjük.

Az alábbi példában egy 32 m^2 fűtött alapterületű társasházi lakás HMV fogyasztását ellenőriztük le.

¹ Az ε_f helyett elterjedt az SPF jelölés, vagy az átlagos COP megnevezés is.

A lakásban sem hideg, sem melegvíz fogyasztás mérésére nincs mód, a HMV felmelegítésének mértékét is csak becsülni tudjuk. Mérti tudjuk viszont a gázfogyasztást és két szondával (ún. data logger-rel) ötperces leolvasási intervallumokkal 35 órán keresztül regisztráltuk a külső és belső hőmérsékletet. Az éjszakai mérésekkel a fűtési, a nappali mérésekkel az együttes fogyasztást határoztuk meg. A mérés borús időben történt így a besugárzásból adódó hőnyereséget elhanyagoltuk. Elhanyagoltuk a belső hőfejlődést is.

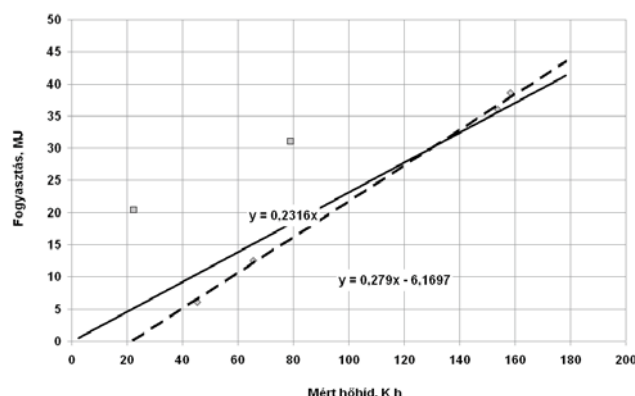
Az energetikai modell az alábbi fajlagos értékek használatát javasolja:

fajlagos HMV igény: q_{HMV} 30 $\text{kWh}/(m^2\text{év})$
 elosztási veszteség: $q_{HMV,v}$ 10%
 teljesítménytényező: C_k 1,3
 ezzel a melegvíz készítés várható
 éves földgáz fogyasztása: $Q_{be,HMV}$ 4942 $\text{MJ}/\text{év}$

A fajlagosok alapján számítva a napi melegvíz fogyasztás 56,63 literre adódik.

A méréseket úgy végeztük, hogy bizonyos időszakonként leolvastuk a gázóra állását és egyszerű összegzéssel közelítettük a két leolvasás közötti T időszakra a $H = \int_T (t_b - t_k) d\tau$ hőhidat, ahol t_b a belső, t_k a külső hőmérsékletet jelenti.

Az 1. ábra a földgázfogyasztások mért értékeit mutatja a számított hőfokhid függvényében. Jól látható, hogy a



1. ábra. A fogyasztási adatok a mért hőfokhidak függvényében a 32 m^2 -es lakásnál

nappali két mérési adat jelentősen eltér annak a négy mérési pontnak a trendjétől, amelyek csak a HMV fogyasztás nélküli időszakokra vonatkoznak. Azt is észrevehetjük, hogy elsősorban a belső hőforrások elhanyagolása miatt a legjobb közelítésű egyenes nem megy át az origón, mint azt a továbbiakban felvettük.

A két mérési pontra elvégezve a számítást:

Összes gázfogyasztás	kJ	20 434	31 076
Hőhid	K h	22,417	79,125
Számított fűtés	kJ	5 193,7	18 332,5
HMV termelésre	kJ	15 240,3	12 743,5

A két számított fogyasztási érték egy nap HMV célú fogyasztását jelenti. Ha ez átlagos napnak tekinthető, az éves fogyasztás a fenti két érték összegének a 365-szöröse.

Visszaszámolva a fajlagosokra, ha továbbra is $C_k = 1,3$ értéket veszünk figyelembe és az elosztási veszteséget is 10%-nak tételezzük fel:

Éves HMV célú gázfogyasztás	10 214 MJ/év
	2 837,2 kWh/év
Bruttó HMV célú fajlagos	88,664 kWh/(m ² év)
Nettó HMV hőigény (q_{HMV})	62,00 kWh/(m ² év)

A nettó fajlagos HMV hőigény (q_{HMV}) a modell szerintinek a kétszeresére adódott, amit egy auditnál, vagy egy energia-megtakarítási projektnél (mint a fogyasztói igények) figyelembe kell venni.

A fűtési célú fogyasztás becslése a hőmérsékletmérési adatokból

Az előző fejezetben ismertetett módszerrel, azaz a külső és belső hőmérsékletek regisztrálásával, és a tüzelőanyag-fogyasztás időszakonkénti leolvasásával a fűtési hőigényre is jó közelítést kaphatunk.

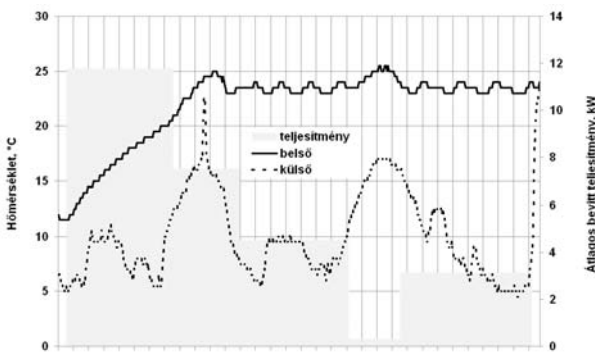
Példánkban egy családi ház szerepel, amelynek a tervek alapján elvégzett modellszámítás szerint az alábbi paramétereit állítottuk össze.

fűtött alapterület:	136,36 m ²
fűtött térfogat:	309,83 m ³
hővesztési tényező:	0,5386 W/(m ³ K)
nettó fajlagos fűtési hőigény:	117,64 kWh/(m ² év)

Az épületben a HMV termelés villamos energiával történik.

A méréseket 2010. nov. 12–15. között végeztük.

A hőmérsékletadatokat a 2. ábra mutatja, a fogyasztási adatok pedig a 1. táblázatban láthatók.



2. ábra. Családi házban mért hőmérsékletek nov. 12–15. között

A táblázatban a hőhidat a két leolvasási időpont közötti szakaszra értelmeztük. A numerikus integrálást a trapéz-módszerrel végeztük:

$$H_j = \int_{T_i} (t_b - t_k)_i dt \approx \left[\frac{1}{2}(t_b - t_k)_{0,j} + \sum_{T_j} (t_b - t_k)_{i,j} + \frac{1}{2}(t_b - t_k)_{n,j} \right] \Delta t \quad [\text{k h}]$$

$$(i = 1, 2, \dots, n-1), (j = 1, 2, \dots, m)$$

ahol n a két leolvasás közötti hőmérsékletmérések száma és m a fogyasztásmérések száma.

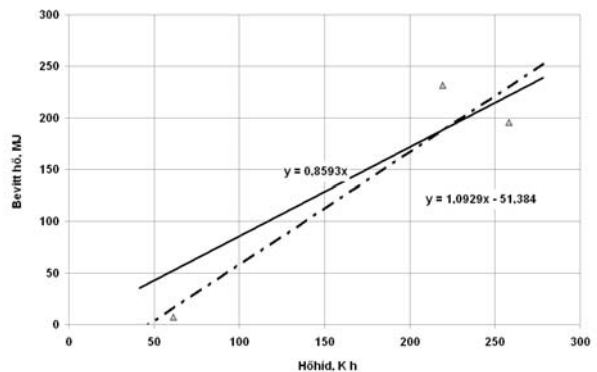
A mért fogyasztási adatok

1. táblázat

Leolvasási időpontok	Fogyasztás		Idő h	Hőhid K h
	m ³	MJ		
2010. 11. 12. 19:10				
2010. 11. 13. 9:15	17,551	596,73	14,08	123,13
2010. 11. 13. 18:00	6,966	236,84	8,75	83,58
2010. 11. 14. 8:20	6,820	231,88	14,33	188,04
2010.11.14 15:05	0,204	6,936	6,75	61,25
2010.11.15 8:30	5,759	195,81	17,42	258,50

Az ábrából is látható, hogy az épület kezdetben fűtetlen volt, így az első másfél szakasz a felfűtési időszak.

A fűtési hőigény megállapításához a felfűtött időszakot vizsgáltuk és elhanyagoltuk a belső hőfejlődést. Ekkor a (földgáz) tüzelőanyag-fogyasztás két mérés között a hőhíddal arányos. Az arányossági tényezőt a rendelkezésre álló pontok lineáris trendvonalával határozhatjuk meg (3. ábra). Mint az előző példában, itt is látható, hogy az elhanyagolások miatt az origón átmenő görbe nem a legjobb



3. ábra. A hőhíddal arányos fogyasztás görbéjének felvétele

közelítés. Az arányossági tényezőből becsülhetjük a hővesztéstényező értékét, ami erősen függ a légcsereszámától, vagy, ha ismerjük a hővesztés tényezőt (pl. az épület falainak és nyílászáróinak a felméréséből), kaphatunk egy közelítést a légcsereszámra.

Példánkban a

$$Q_{be} = q' H = \frac{1}{\eta_{össz}} V \left(q + n \frac{\rho c_p}{3600} \right) \frac{3,6H}{1000} \quad [\text{MJ/év}]$$

összefüggés alapján (q' a Q_{be} - H görbe meredeksége, amit bruttó hővesztés-tényezőnek neveztünk el, és $\eta_{össz}$ a fűtési rendszer összes hatásfoka) a légcsereszám $n = 0,5352$ - értékre adódik, tehát a szokásos 0,5 érték helyes feltételezés volt.

A q' érték az épület jellegzetes paramétereit tartalmazza, aminek a segítségével az éves hőhíd (az épület használatától is függő) értékének ismeretében az éves fogyasztás is becsülhető, de az épület hőszükségletét is becsülni tudjuk:

Éves hőhíd	72000 (K h)/év
Éves tüzelőanyag fogyasztás	61,870 GJ/év
	1819,7 m ³ /év
Az épület hőszükséglete	4,69 kW

Az épület hőkapacitásának becslése

Ha már ismerjük a q' bruttó hőveszteség értékét, akkor a mérési adatokból kiszámíthatjuk a hőveszteséget a felfűtési szakaszra is:

$$Q_{v1} = q' H_1$$

Feltételezve, hogy a felfűtési szakaszban a fűtés teljes kapacitással üzemel, kiszámíthatjuk a felfűtésre fordított összes hőmennyiséget, amit viszont az épület hőkapacitása határoz meg:

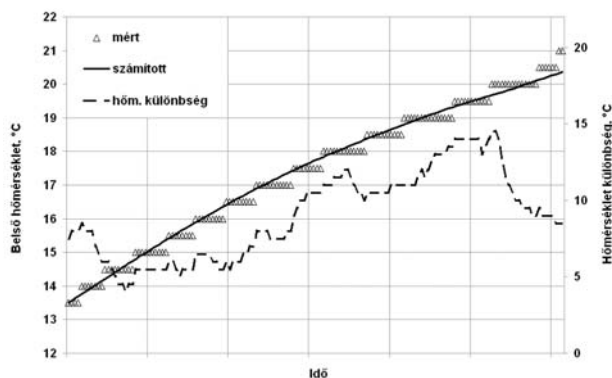
$$Mc(t_{b1} - t_{b0}) = (P\Delta T - q' H_1) \eta_{\text{össz}}$$

ahol t_{b0} és t_{b1} a vizsgált szakasz első és utolsó belső hőmérséklet mérési értéke °C, P a fűtési teljesítmény, kW és ΔT a vizsgált időszak hossza, h.

Az összefüggésből az épület Mc hőkapacitása számítható. Példánkban $Mc = 56,43$ MJ/K értékűre adódott.

A közelítés itt sem pontos, hiszen nem vettük figyelembe, hogy a fűtési rendszer hasznos teljesítménye a belső hőmérséklet csökkenésével csökken.

A 4. ábra a hőkapacitás visszaellenőrzésének diagramját mutatja. Az ábra mutatja, hogy a számított görbe nem il-



4. ábra. A hőkapacitás értékének visszaellenőrzése

leszkedik teljesen a mérési pontokra, ami megerősíti, hogy a számítás csak nagyságrendi becslésekre használható.

Összefoglalás

Jelen cikk legfontosabb mondanivalójának azt szántam, hogy rámutassak: az épületenergetikai szoftverek használatánál próbáljunk olyan számítási vagy mérési kapaszkodókat keresni, amelyekkel a modellünket identifikálni, azaz a vizsgált épület valóságos tulajdonságaihoz közelíteni tudjuk.

A bemutatott mérésen alapuló közelítés egy viszonylag olcsó lehetőséget ad, hiszen ilyen adattároló loggerek ma már bármelyik épületgépészeti boltban beszerezhetők.

Fel kell azonban hívni a figyelmet arra, hogy a mérésnek jelentős hibái lehetnek és ezek az összegzések során még össze is adódnak, és az ismertetett összefüggések is csak közelítőek. Ezért a „józan ész” kontrollját itt sem lehet elhagyni.

Energiastratégiai Konferencia 2010 – „Vitassuk meg a jövőnket!”

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület 2002 óta évente szervez konferenciákat a hazai energiagazdaság legaktuálisabbnak tartott kérdéseiről „Vitassuk meg a jövőnket” sorozattal.

E nem hagyományos módon szervezett konferenciánkon a témakörök legnevesebb szakértői (kutatók, az államigazgatás és energetikai vállalatok szakmai vezetői) vitatkoznak egy-egy témakörben a konferencia aktív résztvevői – közöttük meghívott politikuskok előtt – azzal a céllal, hogy a viták alapján valami összkép és a szakmailag szükséges cselekvési irányok kristályosodjanak ki.

Egyesületünk első alkalommal 2002-ben szervezett Energiastratégiai Konferenciát, mivel úgy véltük, hogy az Országgyűlés által 1993-ban elfogadott energiapolitikai dokumentum helyett egy új energiapolitikára lenne szükség, az időközben lezajlott privatizáció, a küszöbön álló energiliberizáció, illetve hazánk EU belépése okán.

Mivel abban a kormányzati ciklusban csak az energiliberizáció valósult meg, 2006-ban újabb konferenciát tartottunk. Ugyan az Országgyűlés az elmúlt ciklusban elfogadott egy energiapolitikai határozatot, annak szakmai előkészítése, az azt megalapozó vizsgálatok elmaradtak.

Egyesületünk vezetősége örömmel értesült arról, hogy az új kormány napirendjére tűzte egy új energiastratégia megalkotását. Egyesületünk szerény eszközeivel szeretné e munkát előmozdítani és úgy döntött, hogy a témában harmadik alkalommal is megrendezi a konferenciát. A 3. energiastratégiai konferencia 2010. november 11–12-én, Herceghalmon volt.

A résztvevők az energetika legfontosabb területeit tekintették át. Megkíséreltek (kör)képet adni az egyes területekről, és a vitában javaslatokat tenni mind a rövidtávú (2015-ig megvalósítható) intézkedésekre, mind a hosszabb távú (2025-ig) célkitűzésekre.

A konferenciát Bakács István ETE elnök nyitotta meg, majd azt követően dr. Molnár László az ETE főtárgyaló bevezető előadásaként Magyarország energetikai helyzetképét foglalta össze. Olajos Péter helyettes államtitkár a délutáni szekció bevezető előadásaként ismertette a kormány új energiastratégiáját, főbb energiapolitikai célkitűzéseit, majd válaszolt a résztvevői kérdésekre.

A másfél napos konferencián négy fő témát tárgyaltunk (vitattunk) meg a közvetkezők szerint: A moderátor bevezetőjében vázolta a környezetünk alakulását és a tényhelyzetet, majd az előadók és a felkért hozzászólók különféle nézőpontokból bemutatták a közeli és távolabbi jövőben várható helyzetet, a lehetőségeket, az előnyöket, a veszélyeket, és felhívták a figyelmet a legfontosabb teendőkre. Ezt követően került sor a résztvevők véleményének kifejtésére és a vitára.

Folytatás a 9 oldalon.

Dülk Marcell

Klímaberendezés-beruházások műszaki modellezése

A légkondicionálás a villamosenergia-felhasználás egyre növekvő hányadát teszi ki. Szakirodalomban fellelhető módszerek összegzéseként írásomban egy olyan valószínűségi számítási és statisztikai alapokon nyugvó modellt ismertetek, amely a klímaberendezés-beruházások műszaki tervezéséhez és a további gazdasági számításokhoz nyújthat hatékony segítséget. Az egyszerűség kedvéért csak a hűtési üzemmódot vizsgálom, példákön szemlélítve.¹

Air conditioning is taking an increasing share in electricity consumption. As a sum of various methods known from scientific literature, I introduce a probability and statistics-based model, which helps the planning of air conditioning projects and their economic analysis. For the sake of simplicity, I examine only the cooling mode, and provide examples.

Alapvető műszaki paraméterek

A műszaki kérdések közül az első a klímaberendezés méretezése, vagyis hogy mekkora teljesítményű gép kerüljön beépítésre. A méretezés sok tényezőtől függ (pl. épületszerkezeti anyagminőség, kialakítás, kivitelezési mód, az épület tájolása, belső hőforrások jellemzői, stb.), melyek részletes ismertetése túlmutat jelen írás keretein. Itt egyetlen összefüggést emelnék ki, mégpedig hogy a szükséges hűtőtelijsítmény egyenesen arányos a külső (környezeti) és a kívánt belső hőmérséklet különbségével.²

$$P_{\text{leadott}} = k \cdot \Delta T$$

ahol P_{leadott} a klímaberendezés által leadott hűtőtelijsítmény [W], k arányossági tényező [WK⁻¹], ΔT a hőmérséklet-különbség [K].

A figyelembe vett legnagyobb hőmérséklet-különbség számolva a fenti képlet megadja, hogy mekkora teljesítményű gépre van szükség, egyéb DT esetére pedig azt, hogy a beépített gép mekkora teljesítményen fog üzemelni. A k paramétert valamilyen közelítéssel a korábban említett tényezők közül lehet meghatározni.

Példaként számoljunk egy átlagos lakással, melynek alapterülete legyen 64 m², belmagassága 2,7 m, átlagos kialakítással és normál ablakokkal, egyéb hőforrás nélkül.

Aszükséges hűtőtelijsítmény becsült értéke ez esetben kb. 6kW [1]. Ennek ellátására tételezzünk fel egy B és C energiaosztály határán lévő, 3 jóságú fokú (*EER*, *Energy Efficiency Ratio*) hagyományos (*on/off*) berendezést.³

Itt meg kell jegyezni, hogy egy ilyen gép csak nulla vagy maximális pillanatnyi teljesítmény leadására képes, míg a képletben időben folytonos függvények szerepelnek. Ez a gyakorlatban azonban nem probléma, mert belátható, hogy a bekapcsolás időtartamának változtatásával előállíthatók a köztes teljesítményszintek, így a gép leadott teljesítmény függvénye folytonosként értelmezhető. Úgy tekinthetjük, hogy ha a gép egy τ vizsgálati időtartam során t ideig járt $P_{\text{leadott,max}}$ maximális teljesítményen, az ekvivalens azzal, mintha τ ideig járt volna a maximális teljesítmény t/τ százalékán ($P_{\text{köztes}}$). A fogyasztott energia (W) mindkét esetben ugyanannyi:

$$W = P_{\text{leadott,max}} \cdot t = \frac{t}{\tau} P_{\text{leadott,max}} \cdot \tau = P_{\text{köztes}} \cdot \tau$$

A külső hőmérséklet vizsgálata

A leadott teljesítményt meghatározó összefüggésből következik, hogy a mindenkori felvett villamos teljesítmény (ami a leadott hőteljesítmény osztva a jóságú fokkal), és ezen keresztül a felhasznált energia, a külső hőmérséklettől függ – a kívánt belső hőmérsékletet ($T_{\text{belső}}$) állandónak feltételezve. Szükséges ezért a külső hőmérséklet időbeli alakulásának előrejelzése.

A hőmérséklet időfüggvényének meghatározására a szakirodalomból több módszer ismeretes, melyek közül itt a valószínűségi számítási és statisztikai elemekből építkező matematikai modellt alkalmazom [4]. Eszerint a külső hőmérséklet valószínűségi változóként értelmezhető, melynek eloszlási paramétereire főként múltbeli adatok alapján becslés adható. Empirikus vizsgálat is alátámasztja, hogy a környezeti hőmérsékletet (Gauss-féle) normális eloszlásúnak tekinthetjük [2]. Ezt elfogadva a várható értéket és a szórást kell meghatározni, mely két paraméter egyértelműen definiálja az eloszlást. E két paramétert a klímaberendezés telepítési helyének minél szűkebb környezetére vonatkozóan kellene meghatározni, de mivel hőmérsékleti adatok többnyire csak városokra vannak megadva, így közelítésként ezeket használhatjuk. A becsléseket éves

1 A modell természetesen a hűtéssel analóg módon kiterjeszthető fűtés esetére is.

2 Az arányossági tényező ugyan hőmérsékletfüggő, de a klímaberendezések relatíve szűk üzemelési tartományát tekintve (pl. 20–40 °C) ez elhanyagolható, és a tényező állandónak vehető.

3 Az *on/off* működési elvű berendezés feltételezése nagyon fontos, mert ez teljesítménytől független jóságú fokot jelent (szemben pl. a modern inverteres klímákkal), így a számítások jóval egyszerűbbek. A modell persze a teljesítmény – jóságú fok függvény megadásával kiterjeszthető.

időhorizonton javasolom elvégezni, mert az üzleti élet „periódusideje” is ennyi. Egy ilyen „jellemző év” hőmérsékleti paramétereinek előállítását mutatja be az alábbi példa Budapestre.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) honlapján napi szintű hőmérsékleti adatokhoz lehet ingyenesen hozzáférni [3], ezekből elkészíthetők a becslések. A beruházás időtávját (a klímaberendezés élettartamát) tekintjük 10 évnek, ezzel összhangban elemezzük a rendelkezésre álló legfrissebb adatok közül csak az utolsó 10 évnek (1991–2000) a hőmérsékletadatait. Határozzuk meg külön-külön az egyes évekre a várható értéket egyszerű számtani átlaggal, a szórásat pedig a korrigált empirikus szórás képletével, mely módszerek torzítatlan becslést szolgáltatnak. Ezt követően az egyes évek paramétereinek számtani átlagolásával megkaphatjuk egy „jellemző év” paramétereit. A felsorolt műveleteket Budapestre elvégezve a várható értékre kb. 12 °C, a szórásra pedig kb. 9 °C adódik.

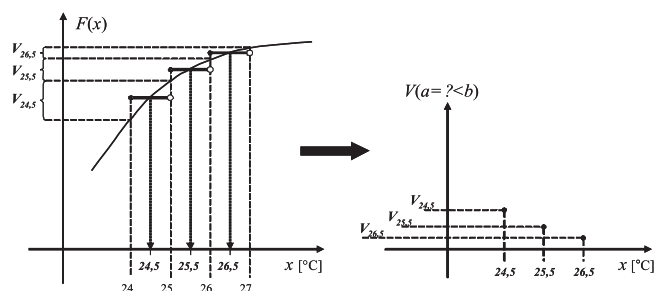
Az eloszlás paramétereinek – pontosabban az eloszlásfüggvénynek – az ismeretében már könnyen meghatározhatók a hőmérséklet tetszőleges intervallumokba esésének valószínűségei.⁴ Így például annak a valószínűsége, hogy Budapesten, egy év során a hőmérséklet 25 és 26 °C között lesz 1,44%. A valószínűségekből pedig egyértelműen származtathatunk időtartamokat [4] is: ha a hőmérséklet egy év során 1,44% valószínűséggel esik 25 és 26 °C közé, akkor az azt jelenti, hogy az évnek pont ekkora részében, azaz $8760 \cdot 0,0144 = 126,1$ órán keresztül lesz a hőmérséklet ebben a tartományban. Általánosan megfogalmazva: ha t ideig vizsgálódva a ξ folytonos valószínűségi változó $[a,b)$ intervallumba esésének valószínűsége V , akkor ξ a vizsgálat során várhatóan $t \cdot V$ ideig lesz eleme $[a,b)$ -nek.

Az energiafelhasználás számítása

Az egyes hőmérsékleti állapotok időtartamának ismeretében energiafogyasztást tudunk számolni, hiszen ismert a külső hőmérséklet – teljesítmény kapcsolat is. Mivel a munkához a teljesítmény idő szerinti integrálásával jutunk, ezért a pontos megoldás az volna, ha az energiafelhasználást a teljesítményfüggvény és az eloszlásfüggvény kombinációjának integrálásával határoznánk meg.

A normális eloszlásfüggvény nagyfokú bonyolultsága miatt azonban célszerű egyszerűsítésekkel élni, melyek jelentősen csökkentik a számítás munkaigényességét, ugyanakkor a pontosság még nem romlik számottevően. Az egyszerűsítés egyik kézenfekvő módja a folytonos eloszlásfüggvény diszkrétté tétele, így integrálfüggvény helyett a számítások összegzéssel elvégezhetők. A folytonos függvényt diszkrétte pedig úgy tesszük, hogy egységnyi tartományokra bontjuk fel, melyek mindegyikéhez pontosan egy értéket rendelünk [4].

Ezzel kapcsolatban két kérdés merül fel: mekkora legyen az „egységnyi” tartomány, és mi legyen a hozzárendelt érték. Az általam elvégzett elemző számítások szerint az 1 °C-os felbontás ad optimális eredményt. A tartományhoz rendelt érték pedig az intervallum középértéke, ehhez tartozik az intervallumba esés valószínűsége [4]. Ábrán szemléltetve (1. ábra, $F(x)$ az eloszlásfüggvény, V valószínűség):



1. ábra. A hőmérséklet eloszlásfüggvényének diszkrét felbontása és a diszkrét valószínűségfüggvény

Kérdés még, hogy az eloszlásfüggvény mely tartományán végezzük el a diszkrétte tételt, azaz mi a hőmérsékletnek a számunkra releváns tartománya? A tartomány alsó határa a kívánt belső hőmérséklet, hiszen csak ezen hőmérséklet fölött szükséges hűteni. Ez legyen 24 °C. A tartomány felső határa pedig elméletileg a végtelen. Ez persze végtelen sok számítási intervallumot is jelent, ezért újabb egyszerűsítést kell tenni. Mondhatjuk, annak valószínűsége, hogy pl. Budapesten a hőmérséklet 40 °C fölött lesz, közel nulla, így az e fölötti eseteket elhanyagolva itt húzhatjuk meg a releváns tartomány felső határát. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy klímaberendezésünket ekkora maximális külső hőmérsékletre méreteztük, tehát 40 °C esetén fog maximális (példánkban 6 kW) teljesítményen üzemelni.

Nézzünk az eddigiek szemléltetésére és összefoglalására egy konkrét példát! Az eloszlásfüggvény egyik tartománya a 25 – 26 °C, a hőmérséklet ebbe a tartományba esésének valószínűsége 1,44%. A tartomány középértéke $(25 + 26) / 2 = 25,5$ °C, így tehát a diszkrét függvény a 25,5 °C-hoz az 1,44%-ot rendeli. A valószínűség pedig egyben időtartamot is jelent, egy évre vonatkoztatva 126,1 órát, a 25,5 °C tehát 126,1 óra hosszan áll fenn egy év során a modellben. 25,5 °C külső hőmérséklet esetén

$$P_{\text{felvett}} = \frac{\Delta T}{\Delta T_{\text{max}}} \cdot \frac{P_{\text{leadott,max}}}{EER} = \frac{25,5 - 24}{40 - 24} \cdot \frac{6}{3} = 0,1875 \text{ kW}$$

felvett teljesítmény szükséges a kívánt belső hőmérséklet fenntartásához, így az éves energiafelhasználás ehhez a hőmérsékleti szinthez tartozó része $0,1875 \cdot 126,1 = 23,64$ kWh.

Ezeket a számítási lépcsőket kell elvégezni minden számunkra releváns hőmérsékleti értékhez, utána pedig egy-

4 Megjegyzés: csak intervallumokat értelmezhetünk, hiszen egy pont (esetünkben egy konkrét hőmérsékleti érték) valószínűsége folytonos eloszlás esetén matematikailag 0.

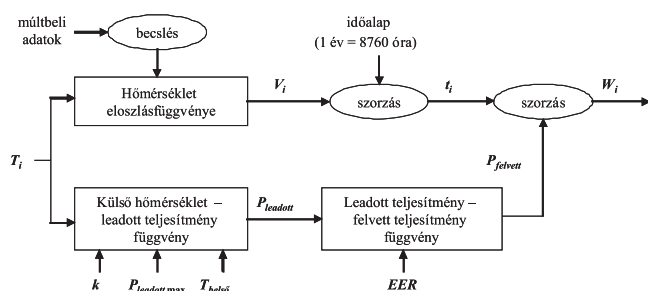
szerűen össze kell adni a kapott energiafelhasználásokat, amik kiadják a légkondicionálás teljes éves energiafelhasználását – példánkban összesen kb. 400 kWh. Megjegyzendő, ez csak egy „várható érték”, melytől a tényleges érték a hőmérséklet alakulásának függvényében eltérhet.

A kiszámított éves energiafelhasználás a gazdasági számítások kiindulópontja is: a fogyasztás és a villamosenergia-árak ismeretében becsülhetők az éves energiaköltségek. Természetesen a vizsgálat nem csak ebből áll, mert a beruházások gazdasági értékének precíz meghatározásához egy megfelelő gazdasági modell felépítésére van szükség, ahol olyan kérdéseket kell kezelni, mint pl. az energiaárak változása, infláció, projektkockázat, stb. Ezzel külön írás keretében foglalkozom.

Összefoglalás

A modell elemeit és a számítások folyamatát összefoglalóan bemutatja a 2. ábra (ahol T hőmérséklet, P teljesítmény, V valószínűség, t idő, W energia, k az arányossági tényező, EER a jósági fok, i pedig az i -edik számítási ciklusra utal).

A bemutatott modell előnye, hogy figyelembe veszi az időjárás bizonytalanságokat, amik egy klímaberende-



2. ábra. A modell elemei és a számítások folyamata

zés-beruházás fő kockázatát rejtik. Emellett az éppen aktuális szituációhoz való hozzáigazításhoz rugalmas kereteket biztosít és szükség esetén kibővíthető. Megoldható vele például több különböző berendezés összehasonlítása, már meglévő berendezések cseréje esetén pedig számszerűsíthetők a megtakarítások, és kiválasztható a leghatékonyabb változat. Így a modell segíti az energiahatékonysági beruházások értékelését, a sikeres üzleti döntések meghozatalát. Természetesen szinte minden elemében még tovább árnyalható, az azonban további kutatások témáját képezheti, hogy mely elemeit, hogyan és meddig érdemes finomítani.

Hivatkozások

- [1] A Klimaker.hu hűtőteltjesítmény-számító programjával számolva. Online elérhető: <http://www.klimaker.hu/klima-szamito-program.php> [2010-03-25].
- [2] Kajtár, L. és Vörös, Sz. (2004): Klímatechnikai rendszerek kockázati elvű méretezése. 16. Fűtés- és légtechnikai konferencia, 2004. márc. 4–5., CD kiadvány, 15 p., Budapest. Online elérhető: <http://host.epgep.bme.hu/cgi-bin/shinji?group=epgep&project=node&job=showitem&node=3406> [2010-03-27].
- [3] Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ): Éghajlati adatok 1901–2000, Budapest. Az adatok elérhetősége: <http://www.met.hu/pages/climate/bp/Navig/Index2.htm> [2010-03-29].
- [4] Tömöry, T. (1980): Energiatakarékos légkondicionálás. In: Kiss, R. (szerk.): Légtechnikai adatok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 195–243. – Hivatkozta: Tömöry, T.: Az energiatakarékos változó légmennyiségű légkondicionáló rendszer. ÉTI Kutatási Jelentés, 993/76 sz. Budapest, 1976. (Nem publikált kézirat.) és Lund, H.: Test Reference Year. Weather Data for Environmental Engineering and Energy Consumption. Paper to CIB S 17 Meeting, London, 1975. és Anderson, B., et al.: Meteorological Data for Design of Building and Installation: A Reference Year. SBI-Rapport 89.

Folytatás a 6. oldalról.

Az energiastratégiai vitatémák a következők voltak:

1. *Villamosenergetikai ágazat stratégiája*, moderátor: dr. Stróbl Alajos, közreműködők: Bertalan Zsolt (MAVIR Zrt.), dr. Gerse Károly (MVM Zrt.), dr. Grabner Péter (Magyar Energia Hivatal), Turai József (Magyar Villamosenergia Kereskedők Egyesülete)
Témák: működési modell és törvényhozás; kereskedelmi és árszabályozási kérdései; erőmű létesítések.
2. *Klímavédelem és megújuló energiák*, moderátor: Felmann Balázs, közreműködők: Ámon Ada (Energia Klub), Kiss Péter (KPMG), Olajos Péter (Nemzetgazdasági Minisztérium), dr. Ruppert László (Közlekedéstudományi Intézet)
Témák: klímavédelem; megújuló energiák; cselekvési tervek; közlekedési kérdések.

3. *A földgázipar stratégiája*, moderátor: dr. Kaderják Péter, közreműködők: Balogh József (EDF Trading), dr. Szilágyi Zsombor (EMFESZ Kft.), Tóth András (E.ON Földgáz Trade Zrt.), Vándor Balázs (GDF Suez), Varró László (MOL Nyrt.)
Témák: a függetlenség kérdései; el látásbiztonság; az árszabályozás kérdései.
4. *Energiahatékonyság – épületenergetika – hőszolgáltatás*, moderátor: dr. Molnár László, közreműködők: Csonka Tibor (Debreceni Hőszolgáltató), Grosser Lagos Enrique (LaGross Kft.), Grónay Andrea (Energia Központ), Széman György (Magyar Építőanyagipari Szövetség), dr. Zsebik Albin (BME)

Témák: a hazai energiahatékonyság helyzete és aktuális feladatai; az új épületenergetikai program, feladatok, kérdések; a távhőszolgáltatás versenyképessége, jö-

vője; az épületenergetikai program hatásai a távhőre.

Elsősorban az új épületenergetikai programok váltottak ki nagy érdeklődést, komoly vita folyt az elérhető megtakarításról, lehetséges-e a 80%, vagy érzük be a kisebb, de jóval olcsóbb 40%-kal. Hasonlóan izgalmas volt a távhő jövőjéről folytatott disputa.

Csonka Tibor szenvedélyesen érvelt a távhő megőrzése mellett, melyet a KÁT és a távhő kedvezményes ÁFÁ-jának esetleges megszüntetése fenyeget. De hasonlóan nehezíti a távhő jövőjét a rendkívül ambiciózus épületenergetikai program: hogyan tudja a távhő gazdaságilag túlélni a nagyléptékű hőigény csökkentést?

A konferencia a parázs vitákkal – célkitűzéseivel összhangban – hozzájárult a résztvevők tájékozottságának növeléséhez, s bízunk benne, hogy legalább kis mértékben az energiapolitika helyes irányban történő alakításához.

Szergényi István

Az energia és a jövő

A szerző a szélesebb összefüggésekből kiindulva, valamint a jövő szempontjából is több megvilágításban tárgyalja az energetika jelentőségét, és a vele való gazdálkodás azonnali teendőit.

Recognising future needs and resource limits, the author provides a broad analysis the importance of energetics. The pressing necessities of a judicious energy economic analysis is also highlighted.

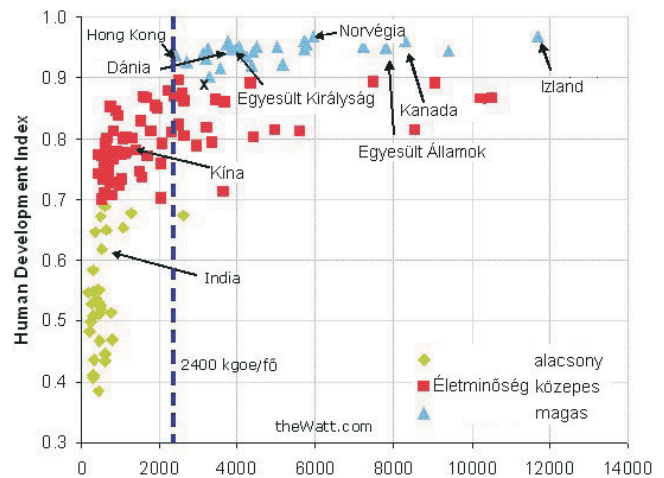
1. Bevezetés

Dennis Meadowsnak a túlfogyasztás és a környezet romlása miatt négy évtizeddel korábban megfogalmazott aggályaitⁱ fokozza a legfontosabb fosszilis tüzelőanyagok termelése tetőzésének közeledte. Világszerte sincs meggyőző válasz – csak különböző vélekedések – arra a kérdésre, hogy milyen konkrét megoldással lehetne biztosan elejét venni egy majdani (hiány)helyzet kialakulásának. A probléma súlyától és összetettségétől, valamint a kilátásokra vonatkozó nézetek különbözőségétől indítva, továbbá azért, mert a politika – az országok eltérő érdekei miatt – nehezen tudja összehangolni a nemzetközi szinten adódó tennivalókatⁱⁱ, közleményünk a szokásosnál szélesebb összefüggésben taglalja azt. Az írás fokozatosan haladva, a 9. pontban jut el néhány olyan egyéni, közösségi, illetve kormányzati feladat körvonalazásához, amelyeknek minden országra, így hazánkra is vonatkozni kellene egy későbbi kritikus helyzet elkerülése érdekében.

2. Az erőforrások jelentősége

A tűz meghódításaⁱⁱⁱ óta az ember saját erejének megsokszorozása és életkörülményeinek javítása érdekében folyamatosan keresi, valamint változó sikerrel használja a talált természeti erőforrásokat. Közülük a korai civilizációkban a

termőföld volt a legjelentősebb. Egyes társadalmak (a sumér, a maja) eltűnéséhez – egyebek mellett – hozzájárult az ellenőrizetlen túlöntözés vagy az erdők kiirtása következtében kialakult talajromlás (erózió, szikesedés) miatt elkerülhetetlenül előállt élelmiszerhiányⁱⁱⁱ. Egyiptom, Kína^{iv} és India civilizációinak fennmaradása viszont nagymértékben tulajdonítható az erős kézzel – a föld- és vízgazdálkodást is – irányító államaiknak. Manapság a mezőgazdaság használja az édesvíz-készletek túlnyomó részét^v. A korlátozott



1. ábra. HDI index és fajlagos energiafelhasználás, kg oe/fő/év

United Nations Development Programme 2003.
<http://www.thewatt.com/node/168>

víz-készletekkel rendelkező országok – amellet hogy szárazságtűrő növények elterjesztésével remélik enyhíteni az élelmiszer gondokat – kénytelenek olyan régiókból importálni a gabonaféléket, amelyek nem szűkölködnek öntöző vízben. De a vízigényes iparágakban is elsődleges szemponttá válik a beruházások helyszínének kiválasztásakor a megbízható vízellátás biztosítása^{vi,2}.

- i A Római Klub arra a kérdésre kereste a választ, hogy a népesedési és a gazdasági növekedés, valamint a környezet romlása miatt egy fenntartható jövő, vagy összeomlás felé haladunk-e? A választ D. Meadows a „Limits To Growth” c. könyvében leírt alapvetően pesszimista elméletét – akárcsak Malthusét – először meghökkenés, majd kritizálás követte.
- ii Ezt bizonyítják a közelmúltban a klímaváltozás tárgyában rendezett vitatható eredményt felmutató Kopenhágai Konferencia tapasztalatai.
- iii A tűz feletti uralom több ezer évvel a földművelés előtt alakult ki. Később szerephez jutott a növénytermesztésben is, amennyiben: a vándorló csoportok általában felégették azokat az erdőterületeket, amelyeket később megműveltek.
- iv A Han-kor (Kr. e. 206–Kr.u. 220) Kína történetének egyik legfényesebb korszaka volt. Olyan vizsgarendszert hoztak létre, amely a legjobbak hatalomra kerülését biztosította, és megszilárdult az egységes, bürokratikus kormányzott Kína eszméje. Szuj Jang-ti uralkodása alatt pedig kétezer kilométer hosszú, hajózható csatornát ásatott a déli gabona/rizstermő vidékek és az északi főváros összekötésére, ami 610-ben készült el.
- v 1 kilogramm búza megtermelése 1500–2000 liter, míg ugyanennyi marhahús előállítása tízszer annyi vizet igényel.
- vi Ne felejtjük el: az energetika is vízigényes iparág. Egy 300 hordó/nap kapacitású olajfinomító vízigénye 21 millió gallon/nap. <http://www.simmonsco-intl.com/files/AON%20Annual%20Energy%20Insurance%20Symposium.pdf>

Mára az *energia* is egyre nagyobb súllyal sorakozik fel az erőforrások közé. A nyugati civilizáció országaiban a magas gazdasági aktivitás (azaz fajlagos GDP érték) mellett az egy főre jutó évi energiafelhasználás többnyire 2,5–5 tonna kőolajegyenérték, sőt néhány esetben még nagyobb is, az ENSZ-nek az életminőséget kifejező komplex ún. HDI-index értéke^{3,vii} pedig meghaladja a 0,9-et (1. ábra). (Magyarország 2005. évi adatok alapján a közepes életminőségű kategória felső határán levő [lásd az ábrán az „x” jelölést] 0,88-as értéket érte el⁴.)

Nem utolsó sorban az ember is egyre inkább erőforrássá válik, méghozzá szellemi erőforrássá, azáltal, hogy a természeti erőforrásokban rejlő lehetőségeket fokozatosan felismeri és kiaknázza.

3. Állami szerepvállalás a kihívásokkal szemben

Visszatekintve a múltat, azt állapíthatjuk meg, hogy a természeti és egyéb tényezők időről-időre kihívásokat támasztottak a társadalmak számára. Az pedig, hogy azokra miként reagáltak a korai civilizációk/társadalmak, nagymértékben közrejátszott sorsuk alakulásában. Ha nem találták meg a helyes választ, az aláásta létüket⁵. Amellett, hogy az egyes országok számos egyedi problémával küzdenek, mára számos súlyos globális kihívással is találkozunk.

És utóbbiak közé tartozik például a túlnépesedés, az energia-, a víz⁶-, valamint – a termőföld területeinek csökkenésével összefüggésben^{7,viii} – az élelmiszerhiány⁸. Globális problémává vált továbbá az erdők kiirtása, a biodiverzitás gyengülése^{ix}, a környezet pusztulása, valamint a klímaváltozás, a városiasodás és a migráció. De ide sorolható a problémákkal lépést nem tartó globális tudás, a gazdasági-pénzügyi instabilitás, a szegények és a gazdagok közötti szakadék további szélesedése, sőt az ember etikátlan magatartása is.

A fentiekből következően egy-egy probléma remélt megoldása nem jelenti azt, hogy túljutottunk a nehézségeken. Lehetőség szerint alkalmazkodnunk kell a már zajló és a még csak körvonalazódó valamennyi globális folyamathoz. *A seregnyi kihívás együttes jelentkezése miatt a*

világon óriási feszültségek jelentkeznek, és ezért az adandó válasszal kapcsolatban bizonyossággal állítható, hogy új típusú együttműködésre, új intézmény- és új értékrendszerre van szükség. Az energiával kapcsolatos forrás- és környezeti problémákat pedig különösen jellemzi a nemzetek kölcsönös függőségének erősödése, ami azokat az egész világot érintő – nem csak piaci – üggyé teszi. Az említett történelmi tapasztalat szerint a civilizációk túlélését az erős államoknak és végrehajtó apparátusaiuknak a természeti erőforrásokkal történő okos gazdálkodása is segíti. Nem lehet kétséges, hogy erre ma fokozottan szükség van. A kormányoknak a világ jelenségeire való rálátása, egyszer s mind a szakmai területek uralásához szükséges rátermettsége egyaránt túlélési követelménnyé vált.

4. Túlélés, vagy az energiapiazarlás folytatása

Hallgatni, mikor beszélni kell, szintoly nagy hiba, mint beszélni, mikor inkább hallgatni kellett volna. (Széchenyi István)

Az emberiség a szénhidrogéneket a keletkezésükéhez viszonyítva közel milliószoros sebességgel fogyasztja^{9,10}. A társadalmi javak termelése és fogyasztása – főleg a jómódú országokban – a megszokott komfort olyan egyensúlyán nyugszik, aminek az olcsó energia volt az alapja. Nem tudható azonban, hogy ez az egyensúly meddig tart. Bár tapasztalható az energiaárak emelkedése, alapjaiban az eddig még nem rendítette meg a fogyasztási struktúrákat. A gazdag társadalmakban a mesterségesen is felpörgetett pazarló/luxus tömegfogyasztás, a fejlődő országokban pedig a népességrobbanás (2. ábra) gerjeszti a növekvő energiafelhasználást^{x,11}. Civilizációnk életképességének, tehát fennmaradásának egyik nélkülözhetetlen feltétele, hogy az emberi és a természeti erőforrásokkal, valamint a környezettel az eddigiéknél lényegesen jobban gazdálkodjunk.

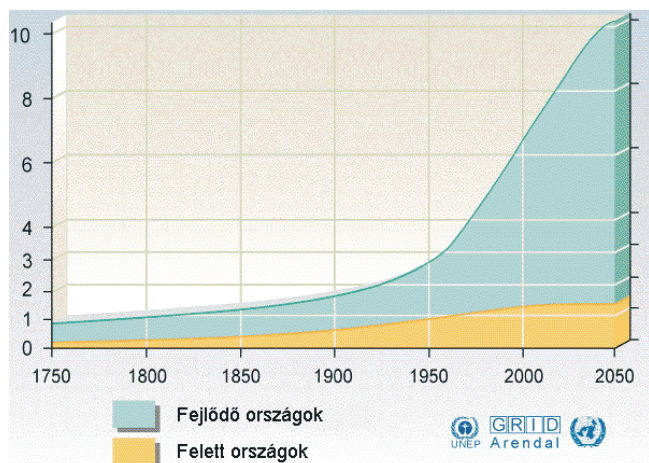
Az emberek zöme – kellő tájékozottság hiányában – nem gondol sem a szénhidrogén-vagyon végességére, sem pedig annak valóságos használati értékére^{xi}. De még a tájékozott ember is, bár tisztában van a globális és egyéni takarékoság jelentőségével, azt inkább másra hagyja¹², esetleg azért nem él vele, mert nincs olyan anyagi helyzetben, hogy annak többnyire költséges megoldásaiba beru-

vii A társadalom fejlődése nem mérhető csupán a gazdasági növekedés mérőszámaival. A HDI (Human Development Index) index figyelembe veszi a várható élettartamot, az oktatási színvonalat, a jövedelmet, a szegénységet, a fajlagos GDP-értéket, és a környezetvédelem helyzetét.

viii A múlt század közepén – amikor a világon még csak 3 milliárd ember élt – az egy főre jutó termőföld még megközelítette a kívánatosnak tartott (0,5 hektár/fő) szintet. Ez a mutató azonban századfordulóiig közelítően a felére csökkent. A műtrágyázás, a növényvédelem ugyan még évtizedekig lehetővé tette a gabonatermelést növekedését, de az már tetőzik, és megközelítőleg sem tud lépést tartani a 7 milliárd felé tartó népesség fogyasztásával.

ix A biodiverzitás csökkenése azért fenyegető, mert a különböző populációk (az emberi is) csak egymással kölcsönhatásban életképesek.

x Egy utast vonat vagy metró negyedannyi-, autóbussz feleannyi energiával szállít, mint a személyautó. Nem tekinthető-e pazarlásnak például, hogy a világ útjain kb. egy milliárd személyautó fut, és ez a szám évente több tízmillióval nő? Egy tonna áru fuvarozása kamionnal háromszor több energiát igényel, mint vonattal. A nagy távolságú szállítások miatt az üzemanyagárak emelkedésével párhuzamosan nő a termékek ára, ami pedig visszahat a kereskedelmi globalizációra. Más példa, hogy – az ADEME szerint – egy régi építésű ház energiafogyasztása évente és m²-enként 160–300 kWó, ami korszerűsítéssel javítandó. Az új építésűeknél pedig el kellene érni, hogy ez az érték ennek fele-harmada legyen. <http://www.cuk.ch/articles/3459>; http://www.logement.gouv.fr/IMG/pdf/rt2005_version09102006.pdf



2. ábra. A világ népessége, Mrd fő, 1800–2100

házzon. Egyébként a pazarlásba eredetileg nem annyira az egyén, hanem az energiabőség bővületében élő és előrelátásra nem képes *társadalom egésze* szinte intézményesen hajszolta bele magát (Magyarországon például százazrek – más választás híján – rossz hőszigetelésű panellakásokba költöztek. A kialakult helyzetben ezért a mindenkori kormány felelősségével kellene az elkerülhetetlen épületkorszerűsítést végrehajtani, méghozzá oly módon, hogy azt a többségükben véltlen egyének ne túlságosan szenvedjék meg). Az épületenergetikán kívül azonban minden egyéb területen is jobb energiahatékonyságú termelésre, szolgáltatásokra és kisebb energiaigényességű fogyasztási cikkek beszerzési lehetőségére, valamint szerényebb életvitelre kell berendezkedni^{xii}. Mindez azonban nem elég! Ha ugyanis a környezet tönkremegy, a társadalom annak

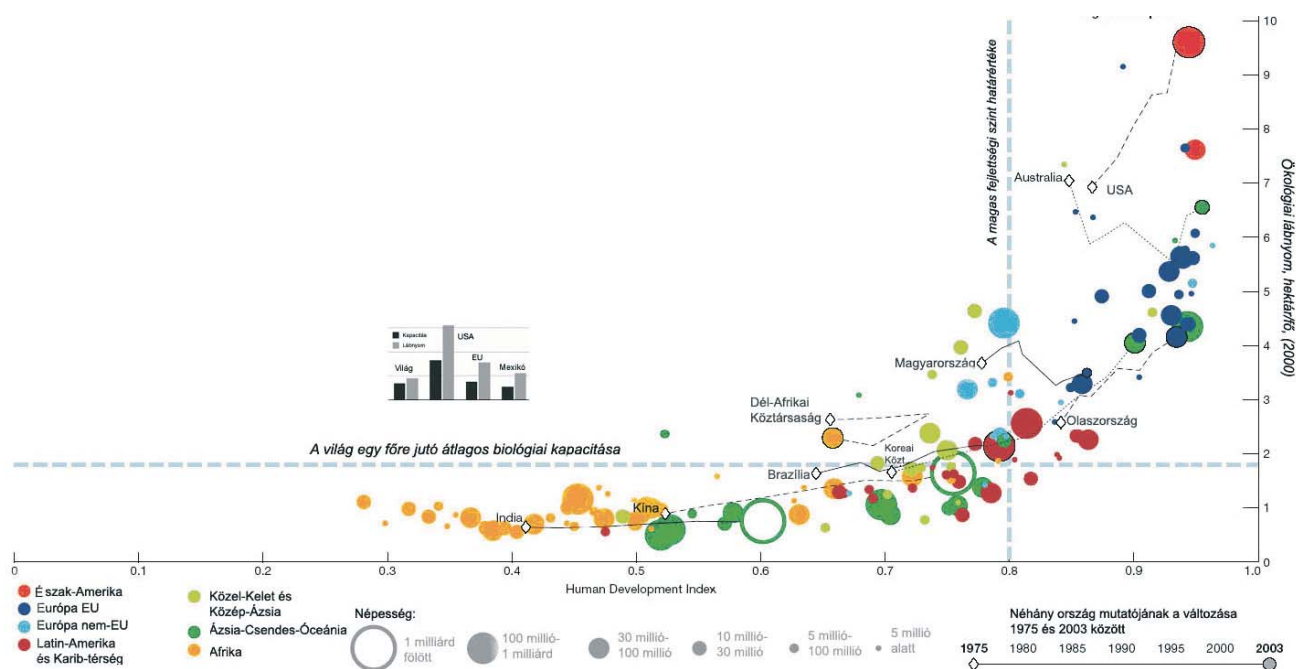
szintén a kárát vállalja. Az emberi természet gyarlóságára tekintettel a megoldást erre a komplex problémára az állam(ok)nak kell megtalálni(uk). Méghozzá mielőbb!

5. Az energia és a környezet

A Római Klub már 1968-ban felhívta a figyelmet a globális veszélyekre, nyilvánvalóvá téve, hogy az erőforrás-felhasználás és a környezetszennyezés mértéke meghaladja a még fenntartható szintet¹³. Ez a túllépés egy, a fenntarthatóság jellemzésére kimunkált statisztikai mutatószám – az „Ökológiai Lábnyom” – szerint a Föld egészére máris 30%-os többletet jelez (3. ábra)^{14,15,xiii}. Az ökológiai probléma globális környezetvédelmi státuszt nyert. A témával foglalkozó kutatók túlnyomó része – szkeptikusok kétségtelenül meglévő csoportja mellett – elfogadja azt a feltételezést, hogy az antropogén emissziók, főleg a CO₂ és a metán, közrejátszanak a Föld hőmérsékletének az ökológiai egyensúlyt felborító emelkedésében^{16,xiv}. A CO₂-kibocsátás legnagyobb felelősei: a villamosenergia-termelés, a szállítás/közlekedés, az ipar és a háztartások^{17,xv}.

A bioszféra (Földünk életközössége) aktivitásának köszönhetően a talaj, a víz és a légkör több százmillió év fejlődése után nyerte el a jelenlegi minőségét. Ez az összetett kéreg jelentős részben élő teremtmények – beleértve az embereket is – halmazának rendszerében kapcsolódik össze. Valóságos csoda, hogy a fagyos világűrben száguldo, a belsejében pedig izzásban levő bolygónk bioszférájában a hőmérséklet évmilliók óta a biogén hőmérsékleti zóna határain belül maradt, és a tapasztalható kilengések amplitúdója – jóllehet a biodiverzitás csökken – nem haladta meg azt, ami az élet fennmaradását összességében lehetővé teszi^{xvi}. Ez az egyensúly természetesen csak a ha-

- xi Egy liter üzemanyag egy fizikai munkás több mint egy heti munkájával, egy Boeing 747 pedig 1–1,5 millió „fantom rabszolga” (L. a 6. pontot) fizikai teljesítményével egyenértékű. Ez utóbbi azt jelenti, hogy minden egyes utasért 2–3 ezer fantom-rabszolga „dolgozik” a repülés időtartama alatt.
- xii Meadows a következőképpen nyilatkozott a luxusról: „Egyszer egy női divatdiktátort meginterjúvoltam az életstílus-változtatásról. Megkérdeztem, hogy hány pár cipője van? Azt válaszolta, 18. Javasoltam neki, hogy három pár legyen elég. Számtalan szokásunk mélyen be van ágyazódva, és gyakorolnunk kell, hogy megszabaduljunk tőlük. Arra a kérdésre pedig, hogy hogyan fog bekövetkezni a szükséges változás, Meadows a következőképpen válaszolt: „Egymást követő krízisek nyomán. Csak a hirtelen és kellemetlen klímaváltozás hozza meg a változtatás szükségességének elfogadását. Az ilyen lehetőségeket fel kell használnunk. A gazdasági krízissel kapcsolatban nem használtuk ki.”
- xiii Az „Ökológiai Lábnyom” (Human Ecological Footprint – HEF-index) a természetbe történő emberi beavatkozást összegző jelzőszám. Azt fejezi ki, hogy az adott népesség mekkora területről fedezi a fogyasztásához szükséges erőforrásokat (ha/fő). Egyesíti a művelésbe vont területek nagyságát, az infrastruktúrával lefedett területnagyságot és a szennyezőanyag-kibocsátás semlegesítéséhez szükséges földmennyiséget. W. Rees és M. Wackernagel szerint ez a Föld egy lakójára átlagosan 2,3 hektárnyi terület. Az USA HEF-indexe 10,3, Magyarorszáé 3,1, Etiópiáé 0,5. Ha minden ember elérné az USA fogyasztási színvonalát, négy további bolygóra lenne szükségünk.
- xiv Amikor az ipari korszak beköszöntött, a légkör CO₂-koncentrációja 280 ppm (milliomod rész) volt. Ez az érték 2009-re felszökött 390 ppm-re. A Nemzetközi Energia Ügynökség a következő két változatot írja le a 2012 utáni állapot stabilizálására: 2 C hőmérséklet-emelkedést okozó 450-, ill. 3 C hőmérséklet-emelkedést okozó 550 ppm CO₂ koncentráció. A Stern-jelentés szerint azonban a 450 ppm-hez tartozó változat irreális, és ha késlekedünk, akkor az 500–550 ppm közötti tartományban való megállás lehetősége is szertefoszlik.
- xv Egy átlag-gépkocsi évente saját súlyá 2–3-szorosának megfelelő CO₂-ot bocsát ki. Egy tonna áru egy km-re történő szállítása kamilonnal hatszoros CO₂-emissziót okoz, mint ami vasúton való szállítás esetén jelentkezik. Kimutatható, hogy egy hektár erdő egy év alatt 22 GJ szén eltüzeléséből keletkező CO₂-t tud megkötni. Sajnálatosan minden évben „eltűnik” kb. 13 millió hektár erdő.
- xvi A Föld belseje felé haladva a hőmérséklet nagy részben a radioaktív anyagok bomlása miatt nő. A hőmérséklet a földképeny alsó részén eléri a 4000 °C-ot.



3. ábra. Az ökológiai lábnyom és a HDI-index

Az ábrából látható, hogy 1975 és 2003 között India növelte legjobban a HDI indexét, miközben ökológiai lábnyomán nem változtatott. E mutatóját az USA viszont 7-ről 10-re rontotta. Hasonló tendenciát mutatnak Olaszország adatai is.

Ausztráliában mindkét mutató javult, és ebben az időszakban Magyarországon is kedvező volt a változás.

<http://www.transitionbooks.net/LocalFoodleaflet.pdf>

talmas természeti erők kölcsönhatása eredményeként maradhatott fenn. Az utóbbi évtizedekben viszont megbomlani látszik a mért hőmérsékleti adatok szerint, bár az inercia még tartja a természet rendszereinek egyensúlyozó folyamatait.

Amennyiben nem teszünk semmit ellene, az üvegházhatású gázok légköri koncentrációja már 2030–2035-re elérheti az ipari forradalom előtti érték kétszeresét. *A probléma pedig akkor válik különösen súlyos veszéllyé, ha az energiahány és a klímaváltozás következményei egyszerre jelentkeznek*¹⁸. A kockázat, hogy – többek között az energiafelhasználás révén – az emberi beavatkozás hatása meghaladja a természet egyensúlyteremtő képességét, és ezáltal a földi ökológiai rendszer felborul, oly nagy, hogy annak mindenképpen elejét kellene venni, amit viszont a szkeptikusoknak is be kell látniuk. Hogy erre lokálisan miként lehet készülni, azzal foglalkozik többek között a Transition Town WIKI Web-lap¹⁹, illetve egy Angliában újonnan (2009 szeptemberében) megjelent könyv²⁰. A nemzetközi szervezetek és a kormányok szerepe pedig megkerülhetetlen.

6. Népesedés – világélelmezés – az energia megbecsülése^{21,22}

A világ népessége egyre gyorsabban szaporodik. Ahhoz, hogy egy milliárddal többet legyünk, a mi időnkben már csak 11 évre van szükség. Csupán a növekmény – ami szinte teljes egészében a fejlődő országokban jelentkezik – annyi, amennyi a 200 évvel ezelőtti (Malthus idejében) élő összes népesség volt. Így a világ természeti környezetének sorsa egyre inkább a fejlődők kezébe kerül. Az 1,5 milliárd hektár megművelhető termőföld jelenleg 6,8 milliárd embert *valamennyire*^{xvii} ellát. Ez a terület azonban a talajok romlása és az egyre nagyobb nyersanyag- és energiatermelési célú igénybevétel miatt egyre kisebb lesz^{xviii}. De az egy főre jutó termőterület a népesség növekedése következtében még jobban csökken²³. Tehát világátlagban az ellátási színvonal romlásával kell számolni, hiszen a természet fokozásának – amihez a mezőgazdaság növekvő energiafelhasználása is nagymértékben hozzájárult – szintén megvannak a határai. Ebből viszont az következik, hogy *a termőföld* stratégiai jelentősége megnő. Ezt – akár csak a vízgazdálkodást – a politikusoknak (Magyarországon is) figyelembe kell venni.

A naponta magunkhoz vett kb. 0,25–0,30 kg (2500–3000 Kcal) olajjegyértékű kész táplálék közel

xvii Csak valamennyire. Ugyanis egyre több, ma kb. egy milliárd ember éheznek. A Világbank vezetője 33 országot sorolt fel, ahol destabilizáló tényező lehet az élelmiszer-drágulás.

xviii Természetesen a szegény országokban ezek az adatok közelítően sem ekkorák.

kétharmad részét szervezetünk saját fenntartására fordítja, és csak egyharmadával végezhetünk „hasznos” fizikai tevékenységet²⁴. Az USA-ban közölt adatok szerint egy ember napi élelmének előállításához – ha figyelembe vesszük a mezőgazdasági munkát, a növényvédelem, az állattenyésztés, a szállítás stb. láncolatát – mögött 2–3 kg olajegyenértékű munka van²⁵. De az átlagos nyugati polgár modern életviteléhez (közlekedés, lakhatás stb.) természetesen ennél lényegesen többre van szükség. Mindent összevetve, a táplálék bruttó energiatartalmához viszonyítva 25–50-szeres (az USA-ban még többszörös) energiamennyiséget használ fel egy ember^{xviii}. Ez mindenképpen egy sereg közepes „hatásfokú”^{xix,26} fantom rabszolga fiktív munkáját jelenti, amit a nyugati átlagember – a természet, a tudomány és technika által létrehozott magától értetődő lehetőségként – messzemenően alulértékeli^{xx}. Csak akkor értékelné igazán, ha e „fantom-rabszolgákat” el kellene tartania. Helyettük ma „olcsón” hozzájut – még hozzá változatos minőségi igényeihez igazodva – a benzinkútnál, a konnektorból stb.

7. Két végtelen elképzelés a jövőről

A politikus, az üzletember – vagy a haderő – csak olyan és csak annyi energiát tud megszerezni, amely és amennyi fizikai mivoltában a kor technikai színvonalán rendelkezésre áll.

A jövőt – mivel azt különböző, egymással kölcsönhatásban álló és egyenként is alig átlátható erők alakítják – senki sem ismerheti pontosan. Ez vonatkozik energetikára is. Mégis nélkülözhetetlen bizonyos lehetséges jövőképek (ek) előrevetítése, hiszen csak általuk lehet olyan „tartós fogyasztási cikkekről” gondoskodni, mint az erőművek, a csővezeték stb. létesítése, vagy hosszú távú nemzetközi szerződések megkötése.

A tudósok a globálisan jelentkező energetikai problémák várható következményeit értékelve két alapvetően eltérő – pesszimista és optimista – szemléletben írják le a jövőt. Bár természetesen előfordulnak közbelső álláspontok is, de a média jobbára szintén csak a szélső megközelítésekben foglalkozik a témával. Ennek a cikknek nem célja a különféle létező jövőképek részleteibe bocsátkozni, mivel azonban célszerű legalább fő vonalaikban ismerni azokat, az alábbiakban röviden utalunk a lényegükre.

Az optimista álláspontot képviselő *Peter Atkins* oxfordi egyetemi tanár szerint a természettudomány még sohasem találta szembe magát olyan akadállyal, amit ne tudott volna leküzdeni, és azt alkalmas időben meg is teszi majd. Ezzel a véleményével nem áll egyedül. A közismert tudósok között a fosszilis energiahordozók kiváltásának lehetőségében hisz *Oláh György* Nobel-díjas is. Ennek egyik járható útját a metanol-gazdaság széleskörű elterjesztésében látja^{xxi}. A nyugati országok vezető politikusaik és közgazdászainak meglehetősen széles körét pedig az a meggyőződés vezérli, hogy (miután megoldódnak a gazdasági problémák) lesz pénz és technológia az energia-probléma rendezésére. Az a hiedelem is befolyásolja őket, hogy az energiához való hozzájutás üzleti alapon mindenkor megoldható.

A pesszimista szemléletű szerzők viszont arra figyelmeztetnek, hogy a fosszilis energiák kimerülése akár katasztrófális hatást is gyakorolhat a Föld lakosainak nagy tömegeire. *Fred Hoyle a Royal Astronomical Society* kozmológusa például állítja, hogy amint elfogynak a fosszilis energiahordozók, nem leszünk képesek megtartani technológiai civilizációnkat, így „csak egy dobásunk van”. *Richard C. Duncan, a San Diegoi egyetem professzora* és sokan mások biztosnak tekintik a visszaesést²⁷. „Olduvai elmélete” szerint az energiatermelés már 2025 tájára bekövetkező csökkenése a népességét is maga után vonja majd²⁸. Ez a „lehetőség” a demográfusok számításaiból mindez ideig jobbára hiányzott. *Sadad al Huseini*, a Saudi Aramco olajtársaság volt kutatási igazgatója szerint már ma elértük a kitermelés globális csúcspontját. Hasonló véleménye van a világ legnagyobb energetikai befektető társasága elnökének, *Matthew R. Simmons*nak, aki 2009-ben New Havenben tartott előadásában bemutatta, hogy a legnagyobb 20 olajmező termelése már túljutott a tetőzésen²⁹. *Dmitry Orlov*^{xxii} pedig az Energy Bulletinben közöl hasonló írásokat. A szakmai pesszimizmust intézményesen leginkább az ASPO táplálja^{xxiii}.

A két végtelenbe sorolható jövőképek között megnyilvánuló különbségeket az 5. ábra szemlélteti. Ennek baloldali részén az látható, hogy a kőolaj termelésének csökkenése az élelmiszerekét, vele a népességét is – maga után vonhatja. Az ábra jobb oldalán viszont a megújuló energiák gyorsuló rendelkezésre állásának a prognózisát mutatja, ami elejét is veheti egy összeomlásnak. Az optimista és

xix Ez alatt 8 órás aktív (~0,1 kWó-s) tevékenységet értünk. Ha a fantom rabszolga fiktív étkeztetését is számításba vennénk, a szorzó elné a 75–150 szeres értéket.

xx Az egyes ember kezdeti, fizikai energián alapuló tevékenysége során felhalmozott tapasztalatai hosszú idő alatt kollektív szellemi energiává, tudássá integrálódtak. Ez alapozta meg a tudományt és – egyre több természeti erőforrást bevonva – a technológiát, mindezzel pedig a jelenlegi nyugati típusú civilizációt.

xxi Oláh György 2009. október 14-én „Beyond the fossil fuels...” címmel a Magyar Tudományos Akadémián tartott előadásában kifejtette, hogy a $\text{CO}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ reakcióegyenlet alapján történő metanol előállítás ipari elterjedése hozzájárulhat az energia-problémák megoldásához. A nagy kérdés ezzel kapcsolatban az, hogy a hidrogénhez milyen energetikai megtérüléssel jutunk majd hozzá. (lásd: 8. pont: EROEI)

xxii Orlov nézete szerint az összeomlás a következő sorrendben következhet be: pénzügyi, kereskedelmi, politikai, szociális és kulturális terület.

xxiii ASPO: Association for the Study of Peak Oil and Gas.

pesszimista álláspont között közbenső véleményt képvisel az USGS és a CERA^{xxiv}. Szerintük az olajtermelés tetőzése évtizedekkel távolabbra tolódhat az áremelkedések által lehetővé váló kutatási ráfordítások növelése révén. A Nemzetközi Energia Ügynökségnek viszont változik a korábbi bizakodó álláspontja, és vezető közgazdásza – *Fatih Birol* – is az olajkitermelés közeli tetőzéséről (Peak Oil) ír. Megjelentek azok az írások is, amelyek az esetleges összeomlások elkerülésére nyújtanak javaslatokat³⁰. *Meadows* – bár nem vallja magát pesszimistának, valójában mégis az. Aggódo véleménye az összeomlás esélyéről alig változott az említett tanulmányánakⁱ kiadása óta^{31,32}. Ma is azt állítja: hacsak nem korlátozzuk a fogyasztást és a népesség gyors növekedését, nincs esélye a civilizációnak, és összeomlása nem kerülhető el. Arra a kérdésre, hogy ő pesszimista-e, a következőket válaszolta: „*Nem. Nem fogunk kihalni. Az emberiség túlélte a jégkorszakot, most pedig túl fogjuk élni a hőkorszakot.*” Viszont a népességre vonatkozó válasza már kevésbé derülátó. Szerinte „*még 7 milliárd ember is túl sok – legalább is, ha megfelelő életszínvonalon akarnak élni. Ha egy szűk elitréteg kellemes élete mellett a jólétekből a hatalmas többség ki van zárva, akkor a Föld valószínűleg el tud tartani 5–6 milliárd embert. De ha minden embernek biztosítani akarjuk a helyváltoztatás lehetőségét, a megfelelő élelmet, akkor a szám 1 vagy 2 milliárd*”. De hát mi ez, ha nem pesszimizmus? Mindezek a jövőképek különbözőképpen inspirálják a mindennapok kommentálóit.

A fentiekben bemutatott eltérő felfogások minősítése a fő probléma mibenlététől – a jövő ismeretlenségéből – eredően felelősen nem tehető meg. A rövid áttekintés azonban rámutat arra, hogy mivel határozott jövőképet alkotni lehetetlen, forgatókönyvekben kell gondolkodni. Ezekben figyelembe kell venni, hogy a szakmai nézetkülönbségek mellett olyan más, az energiaellátásra potenciálisan ható kulturális tényezők is léteznek, amelyekre általában nem gondolnak. Ezzel kapcsolatban rá kell mutatni, hogy bár közismert a Nyugat felől terjedő modernizáció és az iparosodás többi civilizációra gyakorolt befolyása, észre kell venni azt is, hogy ez a hatás a fokozatos technológiai felzárkózás dacára sem jelenti azok teljes átalakítását. Tapasztalható, hogy a modernizáció globalizálódik ugyan, de a többi civilizációba beágyazódott mély kulturális gyökerekre nem gyakorol lényeges hatást. A nagy demográfiai feszítőerővel – nem egy esetben számottevő energiavagyonnal rendelkező iszlám világ és az ázsiai országok – technikai modernizációjuk ellenére is – kitartanak saját kultúrájuk mellett, ami erőt ad nekik. A Nyugat viszont alig ismeri fel, hogy saját civilizációja kialakulásához és megtartásához nagymértékben hozzájárul(t) a kultúrája^{xxv}. Ez, valamint a már említ-

tett demográfiai különbség változtathat a fejlődő és a fejlett világ korábbi erőviszonyain. A természeti erőforrásokkal (energiával, vízzel stb.) való ellátottság eltérései ugyanis hozzájárulhatnak a civilizációs/kulturális különbségből fakadó ismert feszültségek fokozódásához, esetleg súlyos konfliktusokat okozva. *Huntington* – még az energiaproblémától függetlenül is – felhívta a figyelmet³³ összecsapások kialakulásának veszélyére. Igaz ugyan, hogy ezzel szembeáll *Fukuyama*³⁴ optimista véleménye, amely szerint a különböző kultúrák közötti küzdelmek háttérbe szorulnak, mivel a „földhöz ragadt” természeti (energia) problémák megoldásának kényszere szükségszerűen közös tető alá hozza a népeket egy közös planetáris civilizáció keretében. Minden esetre helyesebb, ha a Nyugat konfliktusmentesen igyekszik importenergia-igényeiről gondoskodni.

8. Az energetika sajátos problémái. Az energetikai megtérülés

A világ növekvő energiafelhasználása lehetővé tette a bámulatos technikai fejlődést, azonban súlyos globális problémák is keletkeztek, amelyek már-már veszélyeztetik a civilizáció(n)kat. Mielőbb paradigmaváltásra van szükség! A fosszilis energiahordozóknak – különösen a szénhidrogéneknek –, azon belül pedig az olajnak az emberiség hosszú történetét tekintve epizód-szerep jut, ami néhány évtizeden belül fokozatosan véget ér. Az már látszik, hogy a hagyományos kőolaj kitermelése a „tetőzés” közelében van. A készletek a tetőzés elérésekor természetesen nem merülnek majd ki, de a termelésükben megindul a hanyatlás. Az exportáló birtokos nemzetállamoknak bevételeik megőrzésére csak az a lehetőségük marad, hogy kivitelek csökkenését árai egyidejű emelésével ellensúlyozzák^{35,xxvi}. Nem kétséges, hogy addig a határig, ameddig a vásárlók képesek lesznek fizetni, az eladók „el fognak menni” az árakban. A rövid távú konjunkturális ingadozások – ami sokak számára megtévesztő – ellenére az olajárak trendje máris emelkedő.

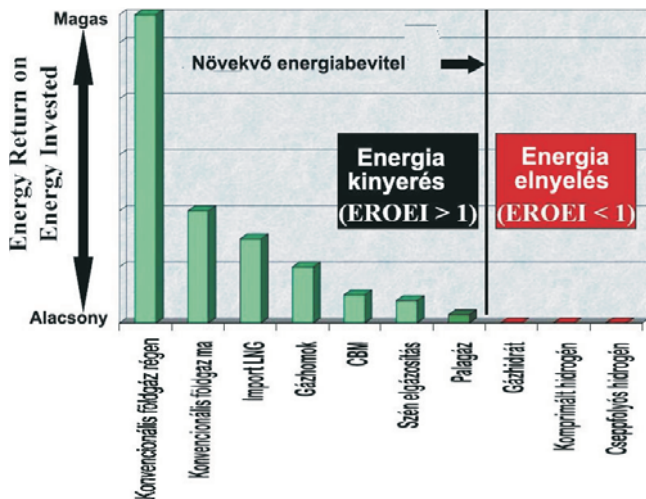
De mi a helyzet a nem hagyományos szénhidrogénekkel? Olvasható, hogy ez utóbbiakból „hatalmas” mennyiségek állnak rendelkezésre. Például azt, hogy Kanada az albertai olajhomok-vagyona révén Szaúd-Arábia riválisává válhat. Felelős válasznál – azonban – különösen a kitermelés lehetőségeivel kapcsolatban figyelembe kell venni az ún. „energetikai megtérülést” (EROEI)^{36,xxvii}, vagyis azt, hogy egységnyi befektetett energiával mennyi termelhető ki. Ha többet kell befektetni, mint ami kinyerhető, a tevékenység értelmetlenné válik. A fosszilis energiavagyon kitermelésének – a hagyományosnak is – előre haladtával az EROEI értéke általában folyamatosan romlik^{xxviii}. A nem

xxiv USGS: United States Geological Survey; CERA: Cambridge Energy Research Associates

xxv Ennek egyik igazolása az európai hagyományok megőrzéséről szóló huzavona a Lisszaboni Szerződés elfogadását megelőzően.

xxvi Az olajvagon közel 90%-a és a kitermelés kb. 70%-a fölött nem a multinacionális társaságok, hanem a nemzetállamok rendelkeznek.

xxvii EROEI: Energy Return on Energy Invested



4. ábra. A kinyerhető gázenergia aránya a befektetett energiára vetítve (EROEI)

Az ábra azt szemlélteti, hogy a földgáz kitermelése ma már jóval több energia felhasználását igényli, mint régen. A hidrogén előállításához pedig a ma elterjedt technológiák mellett több energiára van szükség, mint amennyit ki lehet nyerni belőle. Hasonló a helyzet a gázhidrátnál is, amelynél megbízható technológia még nem is áll rendelkezésre.

Források:

<http://www.theoilrum.com/story/2006/11/8/6636/36918>

http://en.wikipedia.org/wiki/EROEI#Relationship_to_net_energy_gain

hagyományos szénhidrogének kitermelését pedig már eleve kis EROEI-érték jellemzi. Tehát félrevezető e nélkül minősíteni a nem hagyományos szénhidrogének hatalmas voltát. Amint azt a 4. ábra szemlélteti, a homokgáz, a szénbe ágyazott gáz (CBM)^{xxix}, a szénelgázosítás, a palagáz rendre kisebb és kisebb energetikai megtérüléssel áll rendelkezésre. Tehát a nem-hagyományos szénhidrogé-

neknél nemcsak a vagyont nagyságát és azok gazdaságosságát vagy környezeti hatásait, hanem az energetikai megtérülésüket is figyelembe kell venni. Ugyanez érvényes a megújuló energiákra is. Tehát senki nem gondolhatja komolyan, hogy „örökké” tud majd milliárdnyi ember benzinnel^{37,xxx} autózni, de azt sem, hogy százmilliók földgázzal fűteni. Egy majdani energiaváltásban pedig nemcsak intenzív kutatás-fejlesztés eredményeként remélt technológiai „rendelkezésre állás”, hanem a szállítóeszközök és az épületek fűtőberendezéseinek a hatalmas mennyiségéből adódó tehetetlenség is szerepet játszik majd. A fosszilis tüzelőanyagokra alapozó társadalom olyan megastruktúrákat épített ki, amelyek lecserélése nem csupán idő-, hanem erőforrás-igényes is lesz^{xxxi}. Magától értetődő, hogy a vagyont kimerülését jóval megelőzően kell megoldást találni a helyettesítésre, mert az átállás időigénye nagy. *A változások nagy konzekvenciákkal nagy tömegeket fognak érinteni^{xxxii}*. A jövő generációinak sorsát a már megkezdődött előkészítő szerepet betöltő kritikus évtizedek határozzák meg. *Csak remélhető, hogy elegendő lesz az idő.*

A szénhidrogének esetében külön gond, hogy azok nem csupán energiatermelésre szolgálnak, hanem nyersanyagai a mindennapi életünk megszámlálhatatlan termékét (petrolkémiai bázisú közszükségleti cikkek, gyógyszerek, szerkezeti anyagok stb.), műtrágyát és a növényvédőszeret előállító iparoknak^{xxxiii}. A nagyobb bőségben rendelkezésre álló szénvagyonnal kapcsolatban pedig annyiban hasonló a helyzet a szénhidrogénekéhez, hogy az szintén véges. Az urán nem fosszilis energiaforrás, nem a Földön, hanem távoli szupernova robbanásokban keletkezett^{xxxiv}. A készletek tehát szintén nem kimeríthetetlenek (a 2005. évi atomerőmű kapacitás szintjén és a jelenlegi dúsítási technológiák mellett 80–90 évre becsülik élettartamukat). A fejlesztések azonban megnyitják a lehetőséget a jobb uránhasznosítású fissziós technológiák elterjesztésére^{xxxv}, sőt az urán mellett a „fűtőanyagként” az uránhoz képest

xxviii Például az USA ismert adatai szerint 1930-ban egy hordónyi olaj felhasználással még legalább 100 hordónyi volt kitermelhető. Ez a mennyiség 1970-re mintegy a harmadára csökkent, és 2000-ig további felére-harmadára esett, és ma ez az arány kb. 10 az 1-hez.

xxix Coalbed Methane

xxx A benzintakarékosság egy lehetősége – az futáskorlátozás mellett – az elektromos- és a plug-in hybrid meghajtású autókra történő át-térés.

xxxi Egyes becslések szerint a fosszilis energiahordozók 50%-os helyettesítése érdekében 2050-ig napi kb. egy gigawatt teljesítményt kellene nem fosszilis energiára alapozva létrehozni. Ráadásul a váltás *átmenetileg* még nagyobb erőforrás-felhasználást, illetve környezeti terhet generálhat.

xxxii Nagy a kormányok felelőssége abban, hogy egy várható hiány ne okozzon majd pánikot, és elejét vegyék egy későbbi hiányhelyzet teremtette káosznak. Kutatásokkal és technológiai fejlesztésekkel időben fel kell készülni több területen (elsősorban a szállítás/közlekedés, a talajművelés, a százezernyi közszükségleti cikket-, gyógyszert stb. előállító petrolkémiai ipar, a fűtés, a villamosenergia-termelés, valamint a védelem terén) nélkülözhetetlen kőolaj és földgáz helyettesítésére.

xxxiii A petrolkémiai termelésről bizonyos mértékben idővel vissza/át lehet térni szén-, vagy és mezőgazdasági bázisú termékekre, de az utóbbi az élelmiszertermelésre is visszahat.

xxxiv A szupernóva olyan csillag, amelynek fényessége a csillagfejlődés végén bekövetkező robbanás. Ennek során a csillag hetekig felül-múlja az őt tartalmazó galaxis összfényességét. A szétrobbant részek kinetikus energiájuk fontos szerepet töltenek be a galaxisok fejlődésében is. Nehézelemeket – köztük uránt – pumpálnak a környező, új csillaggenerációkat létrehozó intersztelláris anyagba, mint egy „megtermékenyítve” azt.

xxxv Szerencsés esetben az uránból keletkező plutóniumot hasznosító *fast breeder* reaktor alkalmazása esetén több tízezer év is lehetne a vagyont élettartama.

háromszoros mennyiségben rendelkezésre álló thorium alkalmazására is^{38,39,40,41,xxxvi}. A nukleárisenergia termelésnek azonban mégsem a fisszió, hanem a – fél évszázad óta kísérleti stádiumban levő – fúzió lenne az igazi megoldása. E mellett valószínű, hogy az emberiség energiaellátásában a másik ideális, ún. „végleges” megoldás a napenergia lehet^{42,43,44}.

9. A lehetséges megoldások

A globális problémák nem oldhatók meg ugyanazzal a gondolkodásmóddal, amellyel azokat létrehoztuk. (Einstein)

Az írás elején említett, egyidejűleg jelenlevő számos kihívás kezelésére az eddigi csekély eredményű problémamegoldó magatartás hatékonyabbra történő felváltásának még világszerte is csak kezdeti erőfeszítések léteznek. Ezek közé tartoznak az IPCC forgatókönyvei (köztük a lokalizáció és a globalizáció^{xxxvii} is szerepel), az UNEP Global Green New Deal Update programja, az ICLEI tevékenysége, valamint a GTI mozgalom^{xxxviii,45,46}, de természetesen valamennyi energiatakarékossági és a megújuló energiafejlesztési program.

A szerző úgy látja, hogy a jövőbeni (α) energia- és (β) vegyipari-nyersanyag ellátás, valamint (γ) a bioszféra környezeti egyensúlyának megtartása/helyreállítása érdekében gyakorlati szempontból világszerte – hazánkban is – legalább három területen van szükség paradigmaváltásra⁴⁷: a közgondolkodásban, a közgazdasági elméletben és gyakorlatban, valamint az energiapolitikákban.

A) Közgondolkodás. Globális problémákra globális megoldást kell találni! Vagy mindenki csinálja, vagy nem fog menni^{xxxix}. Civilizációnk tartósan csak akkor marad meg, ha az egész emberi társadalom képes lesz mentálisan is alkalmazkodni a globális kihívásokhoz, beleértve az energetikával összefüggőket is. El kell érni, hogy az energiaproblémát az emberek világszerte megismerjék. Tehát oktatásról is, nevelésről is szó van. Az előbbi iskolai feladat, az utóbbi a közgondolkodás megváltoztatására irányul. *Ne felejtjük el: a jövő legnagyobb erőforrása a tanu-*

ló iffjúság. Majdnem bizonyos, hogy a mai (kis)iskolás felnőtt korában a jelenlegitől eltérő energiaellátású világban fog élni. Az *Interacademy Panel* rámutatott, hogy a fiatalok többsége nem jut megfelelő természettudományos ismeretekhez. Ezen változtatni kell, és fel kell vértetni a jövőendő nemzedéket kellő tudással, hogy alkalmazkodni tudjon a majdani körülményekhez. De világszerte nem csak az oktatási, hanem a kutatási támogatás is elégtelen. Foglalkozni kell tehát az oktatás-, tudomány-finanszírozás és a politikai döntéshozatal közötti kapcsolatokkal is, amire az energiapolitikáknak is fel kell hívnia a figyelmet⁴⁸. Azonban még ez sem elég, ha a társadalmak (különösen a gazdagok) túlzott fogyasztásorientált tudata nem változik. *„Az emberek eltávolítják magukat, ha azt hiszik, hogy egy új zöld technológia minden problémát meg fog oldani. Nincs csodaszor. A lényeg az életstílusunk”.* (Meadows). *Az emberek nevelésének ezért etikai összetevőket is tartalmazniuk kell. Túlzás nélkül állíthatjuk, hogy az energiatudatos (takarékos) szemlélet kialakítása részévé válik az emberiség önvédelmének.* A társadalmakat az egyoldalúan a *mostra* irányuló gondolkodásmódból a felelős „írástudók” és a média segíthetnek kiemelni, beláttatva az emberekkel, hogy – technikai korszerűsítésekkel is élve – maguk is járuljanak hozzá a takarékoság kibontakoztatásához. Ez óriási – minden eddiginél nagyobb – feladat. Számottevő eredmény e tekintetben csak akkor várható, ha a feladat élére felvilágosítással, támogatásokkal, szervezéssel a kormányok állnak.

B) Közgazdaság. Yoichi Kaya⁴⁹, Japán első globális modellezési kísérletének vezetője szerint a közgazdaságtudomány egyes korábbi tételei veszítettek hatékonyságukból, és meglehetősen keményen így fogalmazott: *„képviselői nem fogják fel a világ mai helyzetét”.* Soros György szerint pedig *„nem létezik tökéletes, önkorrigáló piac, ahogy azt annyi piaci fundamentalista hiszi”*⁵⁰,xl. Nyilvánvalóan a természettudományos, illetve technológiai teljesítmény az elsődleges, a kereskedelem csak annak eredményeit viszi a piacra^{xli}. Most, amikor az energia az emberiség számára már nélkülözhetetlen, a különösen bonyolulttá vált problémának a megoldása (a rövid táv-

xxxvi 2007. évi adatok szerint összesen 15–20 Mt lehet az összes uránvagyon, amiből kb. 5 Mt nyerhető ki 130 USD költségszint alatt (NEA/IEA 2006). Azonban a Föld uránvagyonával kapcsolatban közölt adatokat óvatossággal kell értelmezniük azoknak az országoknak, amelyek saját urániumvagyon nélkül bővíthetik nukleáris erőműparkjukat.

xxxvii A globalizáció kifejezést először 1983-ban Theodore Levitt marketingprofesszor vezette be a köztudatba, és a termékek globális marketingjét értette alatta. A globalizáció fogalma pedig Japánban bukkant fel először a nyolcvanas évek végén egy olyan stratégia-ként, amely a túlhajtott globális marketing hibáit próbálta kiküszöbölni.

xxxviii United Nations Environment Programme. Az UNEP felhívja a G20 tagországokat, hogy GDP-jük legalább egy százalékát olyan beruházásokra fordítsák, amelyek elősegítik a zöld gazdasági szektorok fejlődését. Kiemelten ajánlja, hogy adjanak prioritást az épülő és meglévő épületek energia-hatékonyságának a javítására, támogassák a megújuló energiafajtákat és a fenntartható közlekedést. Az ICLEI – Local Governments for Sustainability nemzetközi szövetség segíti az egyes városok ezirányú tevékenységét.

xxxix Ha Kína vagy India kimarad, Európa hiába próbálja visszafogni az üvegházhatású gázok kibocsátását.

xl Ezt Soros György írja „A kapitalizmus globális válsága” c. könyvében.

xli Az ember felhalmozódó – elsősorban természettudományos – tudásának bázisán kezdődött el a korábbiakhoz képest összetettebb korszak az ipari forradalommal, a fosszilis energia, először a szén felhasználása révén. A kőolaj XX. századi felhasználása elősegítette a közlekedés és a kereskedelem nagyarányú fellendülését. A mezőgazdaság energiaigényes gépesítése és kemizálása, valamint az öntözés bővülése pedig számottevően hozzájárult a népesség ugrásszerű szaporodásához.

toktól eltekintve) továbbra is csak a tudomány, a kutatás és a természetben rejlő lehetőségek – technológiafejlesztés segítségével történő – kiaknázásától várható. Aki ismeri a kutatómunka nehézségeit, az tisztában van azzal, hogy az eredmények néha véletlenszerűen születnek meg, és nem tudható előre, hogy azokat melyik kísérlet hozza meg. Ezért szembe kell szállni azzal a dogmatikus felfogással, ami szerint a piac mindent megold, elég „csak azt a kutatást támogatni, amelyik közvetlenül hasznot hoz”. A piac sok mindent elrendez, de rövidlátó, nem számol a távolabbi jövővel. Nem várhatjuk meg, amíg annyira feltornyosulnak a problémák, hogy már *muszáj* legyen valamit tenni, mert akkor már késő lesz. Azonban a tudománynak sem lehet természetfölötti hatalmat tulajdonítani, mivel annak várt eredményei mögött – az ember szellemi teljesítménye mellett – szükségszerűen megfelelő pénzügyi forrásoknak is állniuk kell. Rövid-távú üzleti megfontolások miatt a sok helyen (nálunk különösen) szűkösen rendelkezésre álló háttérrel ugyanis sikerre nehezebb számítani. A szállítás drágulása előbb-utóbb várhatóan felértékeli a helyi termelést és – mivel ez leginkább az energiaigényes mezőgazdaságra vonatkozik – a hazai termőföldet és a vizet, amint erre a korábbiakban már utaltunk. Következésképpen a gazdasági prioritások közé célszerű sorolni – a lokális vidékfejlesztéssel összhangban – a helyi energia- és élelmiszertermelést, ez utóbbinak elsőbbséget adva még a mezőgazdaság ipari célú termelésével szemben is^{xlii,xliii}. *Jeremy Leggett*⁵¹ a British Petrol volt olajipari tanácsadójának a leírása alapján Kuba szerencsésen reagálta le a szovjet olajszállítványok 1989-es elmaradását^{xliv}. Energetikai/környezetvédelmi okok miatt előzetes mérlegelést igényelhet továbbá, hogy idővel felmerül bizonyos emberi luxus-tevékenységek lassítása, végső esetben korlátozása, valamint a termelés és a szolgáltatás tudatos – nem csupán a piacra hagyatkozó – alakításának szükségessége⁵².

C) *Energiapolitikák*. Az energiapolitikákat azok széles összefüggéseiben célszerű kialakítani. Minthogy készítésükre az egyes országokban kialakultak a sajátos szempontok, továbbá azokra vonatkozóan a szerző véleményét már másutt kifejtette^{53,54}, ezúttal csak néhány gondolatot említ. 1) Az energiapolitikus feladata az A) és B) pontok-

ban említettekre, valamint az energiatakarékosság/-hatékonyság és a jó nemzetközi kapcsolatok növekvő fontosságára irányítani a professzionális (kül- és pénzügy-) politika figyelmét. 2) Gondolni kell arra, hogy azok az országok, amelyeket hosszú távú energiaszállítási szerződések kötnek össze, gazdasági érdekeik ellenében kevésbé fognak ellenségeskedni. Ennek tudatában az energiafüggőségben levő európai országok politikusainak át kellene értékelni a jelenleg fenntartásokkal kezelt, ugyanakkor nagy energiaszállítási potenciállal rendelkező országokhoz fűződő kapcsolataikat^{xlv}. A szerző már több ízben is felhívta a figyelmet az energetika külpolitikai jelentőségére. Többek között az Energiagazdálkodásban is, ahol a következőképpen írt erről: „Az iráni gázaszállítások – már csak az uniós energiapolitikai alapvetések között említett diverzifikációs szempontból is – kézenfekvőek volnának Európa számára [...]. Az Unió részéről politikai okokból mégis hiányzik az együttműködési készség egyértelmű kinyilvánítása, jöllehet az akkor „Irángáz”-nak nevezett projekt gondolata már több mint másfél évtizeddel korábban is felmerült^{55,56}. Újabban megszólalt a *The Washington Times* is, hangsúlyozva, hogy a politikusok nem fordítanak kellő figyelmet az energetikát érintő eurázsiai folyamatokra^{xlvi}. Ha ezek a figyelmeztetések kevésnek bizonyulnak, segítségül hívjuk *Lord Palmertson* volt angol miniszterelnök szavait, amely szerint „nincsenek örök barátaink és örök ellenségeink, csak örök érdekeink vannak, és az a kötelességünk, hogy ezeket az érdekeket kövessük”. 3) Módszertani szempontból indokolt lehet a Delphi eljárást (korszerűsítve) alkalmazni. Ennek értelmében hozzáértésük alapján gondosan kiválasztott szakértők csoportjának tagjai egymástól függetlenül végeznék munkájukat, ami az energiaprobléma összetettségét legjobban ismerő – célszerűen létrehozandó – Energiapolitikai Tanács által megszerkesztett kérdőív(ek)re interneten történő válaszadást jelenti^{xlvii}. A válaszokat adó szakértők (és az érdekvédők) munkájának értékelése után újabb fordulók következnek mindaddig, amíg a Tanácsban viszonylagos egyetértés nem alakul ki. 4) Tudományos-technológiai tekintetben fel kell hívni a figyelmet arra, hogy kedvező változás mutatkozik a megújuló energiákkal kapcsolatos prognózisok tekintetében. Egyes prognózisok szerint a század közepé-

xlii A világon termelt búzamennyiségnek mintegy ötöd része a nemzetközi kereskedelemben kerül.

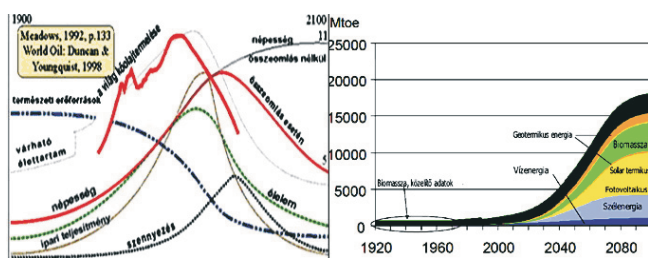
xliii A fogyasztók elérhetősége, életmódja, igényei miatt az élelmiszeripar a közvetlen fogyasztásra szánt, friss élelmiszerek helyett többnyire tartósított élelmiszert gyárt, nagy beszállítói és értékesítési távolsággal és nagy energia igénnyel. A biztonságos és egészséges ellátás érdekében kellene ezen változtatni. Ez lehet a helyi termelés és fogyasztás lehetséges összehangolásával a lokalizáció

xliv Kuba átállt az önfenntartásra alapozott mezőgazdaságra, többek között a gépesítés visszaszorításával. Bármelyik városlakó kaphatott kertművelésre alkalmas, körülbelül egyharmad holdnyi földet a városok szélén.

xlvi Emlékeztetünk, hogy az 1993-ben elfogadott magyar energiapolitika a így fogalmazott: „hosszabb távon számolni kell európai összefogás keretében a világ második legnagyobb földgázvagyonyával rendelkező iráni lelőhelyek elérésével is”.

xlvi <http://www.washingtontimes.com/news/2010/feb/23/energy-geopolitics-deserves-center-stage/>

xlvii A kérdések összeállításakor szempontok lehetnek a következők: az energetikának a nemzetközi kapcsolatokra gyakorolt hatása, a lokális fejlesztés támogatása mindennek előtt a mezőgazdaságban és az élelmiszer termelésben, a tömegközlekedés fejlesztése, a szállításban a külön-külön vasúti, illetve közúti áruszállítás helyett a kombinált fuvarozás bővítése, a megújuló energiák és a nukleáris energia alkalmazásában történő előrehaladás bemutatása, az egyszer használatos termékek helyett tartós termékek használata, illetve azok újrahasznosítása stb.



5. ábra. A pesszimista és az optimista jövőképek összehasonlítása

A bal oldali ábra Meadows közel két évtizeddel korábbi pesszimista szemléletét tükrözi. Szerinte az olajtermelés csökkenése szinte mindennek a visszaesését okozhatja, beleértve a népességet is, 2100-ig akár 5 milliárd főre, szemben az összeomlás nélkül prognosztizált 11 milliárdal. Meadows véleménye mind a mai napig nem változott. A jobb oldali ábra viszont azt az optimista jövőképet mutatja, ahol a megújuló energiák sikeresen ki fogják váltani a fosszilis energiahordozókat (tehát az összeomlás elkerülhető lesz). Ennek a feltételezésnek a forrása: German Advisory Council on Global Change (2003). Hasonló megfontolásra jutott a Ludwig Boelkow Systemtechnik is. E szerint csak az olajtermelés tetőzése és a megújuló energiák tömeges rendelkezésre állása között eltelt időszakot kell majd „átvészelni”. Ebben vállalhat szerepet a szén környezetbarát felhasználása és a nukleáris energia.

re meghaladhatják a világ mai energiafelhasználásának a felét (5. ábra)⁵⁷. Ha ez ma túlzásnak tűnik is, a lehetőség – mint egy távoli vízió – húzóereje lehet az egyébként több irányban folytatandó kutató munkának, tehát a mai teendőknél⁵⁸. 5) A villamosenergiára sokoldalú felhasználhatóságára tekintettel különleges szerep várhat⁵⁹. Hosszú távon a nem-fosszilis energiára alapozott villamosenergia-termelés akár a nyugati civilizáció megmentője is lehet, aminek azonban feltétele – többek között – a szupravezetés alkalmazásának és a villamosenergia-tárolásnak a gyakorlati megoldása^{xlviii,60}. Egyelőre azonban – és várhatóan még jó néhány évtizedig – nem kerülhet meg sem egyetlen más megújuló energiaforrás-, sem a nem-hagyományos szénhidrogének-, sem a szén környezetkímélő felhasználása, de a nukleáris energia felhasználásának a bővítése sem. 6) Az energiagazdálkodáshoz indokolt olyan intézmény(rendszer) kialakítása, amelyik a leghozzáértőbb szakértői kört alkalmazza. 7) A kormányoknak, a tudósoknak és a médiának politikai és erkölcsi kötelessége a közvéleménnyel megismertetni a globális energiaproblémát. 8) Amíg a távolabbi jövő tartós energiaellátására vonatkozóan megnyugtató megoldás nem fogalmazható meg, addig az energiahatékonyság javítására, és a takarékosságra kell ösztönözni, valamint az energetikai szellemi bázis kiemelt támogatását szükséges szorgalmazni. És

xlviii American Superconductor Corporation szerint megvalósítható „zöld” villamosenergiának városokba történő eljuttatása. Nagyobb távolságokra a szupravezetés azért is különösen alkalmas lehet, mert (észak-déli irányban) áthidalhatja a fotovillamos energiának a napsugárzás eltérő időpontokban jelentkező maximumát.

xlix Elég gondolni a legendás atomtudósainkra, a dinamó, a transzformátor, a porlasztó, a torziós inga magyar feltalálóiira, a Nobel-díjas Oláh Györgyre.

mindez nem hagyható csak a leggazdagabb országokra. Nem vonhatja ki magát a jövő nemzedékek iránt tanúsítandó felelősség alól egyetlen olyan ország sem, amelyik anyagiakban szegény ugyan, de oktatási hagyományai és szellemi kapacitása alapján átlagon felüli teljesítményre predesztinált! Jó példája ennek Magyarország, ahol – nem kis részben az egykori iskolarendszernek is köszönhetően – olyan jelentős személyiségek éltek, vagy ahonnan olyanok származtak el, akik az energetikában maradandót alkottak^{xlix}.

* * *

Zárógondolatom: Nem szükségszerű pesszimistán tekinteni a jövőre. Az egyébként pesszimistának tartott Madách gondolatával –...nehány anyag más-más tulajdonokkal felruházva, miket előbb, hogysen nyilatkozzanak, nem is sejtettél bennök, most vonzza, űzi, és tisztítja egymást...Az ember ezt, ha egykor ellesi, vegykonyhájában szintén megteszi” – megelőzte Howard Van Till fizikust, a Michigan State University professzorát, aki szerint „az Isten olyan világot teremtett, amelyikben a benne rejlő lehetőségek az Ő beavatkozása nélkül aktualizálhatók”⁶¹. Oktatni, nevelni, kutatni kell. És nem utolsó sorban okosan politizálni!

Irodalom

- 1 Michael Wood: Az első civilizációk nyomában; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Szung-dinasztia>, <http://akg.hu/~tothr/kina/tortelem.php?melyik=kozepekor&a=2>.
- 2 A vízgazdálkodással foglalkozó weblap: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Iv%C3%B3%C3%ADzhi%C3%A1ny>
- 3 United Nations Development Programme. <http://www.thewatt.com/node/168>
- 4 Monitoring human development: enlarging people's choices http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_tables.pdf
- 5 A World Federation of United Nations Associations. http://en.wikipedia.org/wiki/State_of_the_Future; <http://www.millennium-project.org/millennium/challeng.html>
- 6 Rakonczai János: Globális vízproblémák. http://www.sze.hu/~horvbal/vizmin_Global.pdf
- 7 Earth. A Graphic Look at the State of the World. <http://www.theglobaleducationproject.org/earth/food-and-soil.php>
- 8 <http://maps.grida.no/go/graphic/water-requirements-for-food-production-1960-2050>; <http://earthtrends.wri.org/updates/node/264>
- 9 CCFA (Comité des Constructeurs Français d'Automobiles); <http://carfree.free.fr/parc-automobile-mondial-temps-reel.html>
- 10 http://fr.wikipedia.org/wiki/Navire_cargo; <http://futura24.site.voila.fr/petrole/voiture.htm>.
- 11 Jerome Paris: Une proposition pour une politique énergétique sérieuse. Daily KOS. sept 12, 2005.
- 12 Matthew R. Simmons, Chairman Do Fossil Fuels Have a Sustainable Future? Yale Law & Business Society New Haven, CT April 27, 2009 Simmons & Company International.

- 13 <http://atermeszettorvenye.blogspot.com/2009/07/az-energia-mint-mertek.html>
- 14 Carolyn Vanden Dolder: 6.7 Billion People Overconsume by 30%. World Population Balance. 2009. aug. http://www.worldpopulationbalance.org/wpb_newsletters/wp_b_newsletter_2009aug.pdf
- 15 M. Wackernagel and W. Rees: Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Philadelphia and Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 1995–96.
- 16 Science. 2004. December.
- 17 Ron Nielsen: Nuclear Power Plants as Electricity Generators. Solution or illusion? 2007
- 18 Jeremy Leggett: Half gone. Portobello Groups Ltd 2005.
- 19 [http://transitiontowns.org/TransitionNetwork.TransitionNetwork. Útmutató franciául: <http://transitionnetwork.org/Primer/Guide%20des%20Initiatives%20de%20Transition%2025-02.pdf>](http://transitiontowns.org/TransitionNetwork.TransitionNetwork.Útmutató_franciául:_http://transitionnetwork.org/Primer/Guide%20des%20Initiatives%20de%20Transition%2025-02.pdf)
- 20 Tamzin Pinkerton & Rob Hopkins: Local Money – how to Make it happen in your Community. <http://www.transitionbooks.net/LocalFoodleaflet.pdf>
- 21 Dale Allen Pfeiffer. Nous mangeons du petrole. http://www.grappebelgique.be/IMG/pdf/Nous_mangeons_du_petrole_texte_original.pdf
- 22 Mario Giampietro és David Pimentel: The Tightening Conflict: Population, Energy Use, and the Ecology of Agriculture. <http://dieoff.org/page69.htm>
- 23 http://i2.cdn.turner.com/money/2009/06/08/retirement/betting_the_farm.fortune/chart_acres.gif
- 24 David Price: Energy and Human Evolution. From Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies. Volume 16, Number 4, March 1995, pp. 301–19. <http://dieoff.org/page137.htm>
- 25 Richard Manning; “The Oil We Eat”, Harpers, 2005.
- 26 Combien suis-je un esclavagiste ? mai 2005. <http://www.manicore.com/documentation/esclaves.html>
- 27 Richard C. Duncan. Institute on Energy and Man.: Sliding Towards a Post-Industrial Stone Age 1996; Richard Duncan: The Olduvai Theory of Industrial Civilization. <http://www.hubbertpeak.com/duncan/Olduvai.htm>
- 28 Paul Chefurka : Énergie et population mondiales, octobre 2007. Texte original: <http://www.paulchefurka.ca/WEAP/WEAP.html>
- 29 : Autopsy Of Our Energy Crisis. The Pacific Union Club. San Francisco, California. May 29, 2007. <http://www.simmonsco-intl.com/files/Pacific%20Union%20Club%20May%2029,%202007%20BW.pdf>
- 30 Richard Heinberg: How to avoid oil wars, terrorism, and economic collapse. Energy Bulletin. Published Jul 31 2005. <http://www.energybulletin.net/node/7552>
- 31 Meadows D. Randers J., Meadows D.: A növekedés határai – harminc év múltán. Kossuth kiadó, 2005.
- 32 Dmitry Orlov: The Five Stages of Collapse. <http://www.energybulletin.net/node/40919>
- 33 Samuel Huntington: The Clash of Civilizations. Foreign Affairs. 1993.
- 34 Francis Fukuyama: *The End of History and the Last Man* (1992), publ. Penguin. <http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/us/fukuyama.htm>
- 35 Kurt Cobb: Energy Bulletin. Resource nationalism: The last stand for the oil optimists. Published Oct 23 2009 by Scitizen, Archived Oct 24 2009. <http://www.energybulletin.net/50494>
- 36 Reflections from ASPO: Contradiction, EROI, and Future Energy Supplies. <http://www.theoilrdrum.com/node/5908>
- 37 Toby Hagon, drive.com.au, June 11, 2008. What is a plug-in hybrid car? <http://www.drive.com.au/Editorial/ArticleDetail.aspx?ArticleID=53495>
- 38 http://www.worldenergy.org/publications/survey_of_energy_resources_2007/uranium/673.asp;
http://www.worldenergy.org/documents/uranium_6_2.pdf
- 39 Thorium as an Energy Source. <http://www.regjeringen.no/upload/OED/Rapporter/ThoriumReport2008.pdf>
- 40 Tom Whipple: Energy Bulletin. Peak oil review. 2009. nov. 23.
- 41 Michael Dittmar: <http://arxiv.org/abs/0909.1421>
- 42 Amar Jainandunsing: Resources Adoption and Responsible Initiatives and Objectives <http://www.parario.com/resources/economy/articles/1/article.html>; (parario = Portal for Advanced
- 43 Scientific American. 2006. dec.8; <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=superefficient-cost-effect>
- 44 Desertec-UK. Clean Power from deserts. http://www.trec-uk.org.uk/elec_eng/hvdc_impact.html
- 45 United Nations Environment Programme. Global Green New Deal (Update). <http://www.unep.org/greeneconomy/GlobalGreenNewDeal/tabid/1371/language/en-US/Default.aspx>;
<http://climate-l.org/2009/09/25/unep-publishes-global-green-new-deal-update/>
http://en.wikipedia.org/wiki/Green_New_Deal
- 46 Toward a Transatlantic Green New Deal: Tackling the Climate and Economic Crises Prepared by the Worldwatch Institute for the Heinrich Böll Foundation. <http://www.worldwatch.org/files/pdf/Toward%20a%20Transatlantic%20Green%20New%20Deal.pdf>
- 47 Szergényi István: Paradigmaváltás az energetikában civilizációnk megtartása érdekében. Magyar Energetika. 2009/6.
- 48 Kádár György: Az ELFT állásgoglalása a természettudományos közoktatásról és a tanárok helyzetéről. Fizikai Szemle 2010/2.
- 49 Yoichi Kaya, Engineering Research Institute, Tokyo University. <http://web.axelero.hu/eszucs7/modell/Vilagmodell.htm>
- 50 George Soros: The Crisis of Global Capitalism: Open Society Endangered, Little, Brown and Company, 1998.
- 51 Jeremy Leggett: Half gone. Portobello Books Ltd 2005. A fele elfogyott. Tipotex. 2008.
- 52 Zágoni Mikós: Környezet és jövő. Fordulópont előtt a világgazdaság? Konferencia-előadás, 1999. június. <http://hps.elte.hu/zagoni/TANULMANY2.pdf>
- 53 Szergényi I.: A tudás szerepe az energiapolitikákban. Magyar Energetika. 2008. 1.
- 54 Szergényi I.: Paradigmaváltás az energetikában civilizációnk megtartása érdekében cikk XXXI. megjegyzése. Magyar Energetika. 2009. 6..
- 55 Szergényi I. A földgáz világméretű és európai jelentősége. Energiagazdálkodás. 2008.5.
- 56 Szergényi István, Európai Energiapolitika – Magyar Energiapolitika (Budapest: Integrációs Stratégia Munkacsoport, 1997.
- 57 Jörg Schindler–Werner Zittel: A Possible Path towards a Sustainable Future. 2006. Alternative World Energy Outlook. <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844073146.pdf>
- 58 Szergényi I.: A kollektív előkészítés, az oktatás, a tudomány és a technológiafejlesztés szerepe az energiapolitikákban. Fizikai Szemle. 2007/9–10.
- 59 Debra K. Decker and Erwann O. Michel-Kerjan: A New Energy Paradigm Ensuring Nuclear Fuel Supply and Nonproliferation through International Collaboration with Insurance and Financial Markets. <http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/07-06.pdf>
- 60 American Superconductor Corporation. http://www.amsc.com/products/applications/utilities/superconductorpipeline.html?gclid=CiJlMk38_Z4CFmEzAodIIXYNQ
- 61 <http://www.counterbalance.org/search/search.php?query=Howard%20Van%20Till&search=1>

Mayer Zoltán

Néhány fontosabb fejlemény a hidrogén-technológiák területéről

Jelen cikk röviden igyekszik összefoglalni a hidrogén és tüzelőanyag-cellás technológiák területén az utóbbi két évben történt fontosabb előrelépéseket az EU vonatkozó irányelvei, egyéb jogszabályai és egyes energiastratégiai dokumentumai tükrében. Ezek után egy közelmúltban megjelent, a különböző alternatív járműhajtásokról – közte a hidrogén tüzelőanyag-cellás járművekről szóló – tanulmány főbb eredményei kerülnek bemutatásra, amely az iparág meghatározó vállalatainak legfrissebb tapasztalati adatain alapul, és még érdekesebb, informatívabb megvilágításba helyezi a korábban bemutatott EU-s fejleményeket.

This paper briefly summarize firstly the more important developments of the last two years in the field of hydrogen energy and fuel cells from the point of view of EU directives, regulations and other (energy) strategy documents. Then it will conclude a recent study (edited and published by McKinsey&Co) on alternative power trains – including hydrogen fuel cells power train –, which is very informative, based on up-to-date fact, and helps to put the information of the first part of this paper in an even interesting context.

2009–2010. számos fontos fejleményt, előrelépést hozott a hidrogén és tüzelőanyag-cellás (HFC) technológiák területén. Jelen cikk – a teljesség igénye nélkül – próbálja röviden bemutatni az e szektorral kapcsolatos, főként EU-s fejleményeket. Röviden említésre kerülnek azon Közösségi irányelvek vagy más joganyagok, valamint egyéb stratégiai dokumentumok, amelyek az utóbbi másfél évben születtek a hidrogén és tüzelőanyag-cellás technológiákhoz kapcsolódóan, majd kicsit részletesebben bemutatásra kerül egy mértékadónak tekinthető és aktuális tanulmány a járműhajtások területéről, mivel egyrészt ez az érintett iparágak meghatározó vállalatainak közreműködésével készült, másrészt még érdekesebb megvilágításba helyezi a cikk első felében olvasható energiastratégiai fejleményeket.

EU-s irányelvek és egyéb dokumentumok

2009/28/EK irányelv: a megújuló energiaforrások felhasználásáról

Elsőként talán legfontosabb megemlíteni a megújuló energiaforrások alkalmazásáról szóló, 2009/28/EK irányelvet, amely jogi formába öntötte az EU „20-20-20” célkitűzését, a 10%-os megújuló részarány elérését a közlekedési

energiafelhasználásban 2020-ra; és Magyarország számára a 13%-os megújuló energia részarány elérését a teljes bruttó energiafelhasználásban. Ezen irányelv néhány ponton említi a hidrogént, pontosabban a megújuló energiaforrások alkalmazásával előállított hidrogént. Az egyik legfontosabb, hogy 2011. december 31-ig javaslat formájában ki kell dolgozni a megújuló energiaforrásokból származó hidrogénnek az üzemanyagok teljes összetételében képviselt aránya kiszámítására vonatkozó módszert. Előírás továbbá, hogy az egyik időközi jelentésben (2014) – egyebek mellett – vizsgálni kell az elektromos, hibrid valamint a hidrogén üzemű járművek kereskedelmi beszerezhetőségét, elterjedtségét. Összességében az mondható tehát el, hogy a 2009/28/EK (RES) irányelv már „fél szemmel” figyel a hidrogénre, elképzelhetőnek tartja, hogy a kötelező közlekedési megújuló részarány elérésben akár 2020-ig – ha csekély mértékben is, de – szerepet játszhat. Ezt támasztja alá az is, hogy a RES irányelv kidolgozásának fázisában megjelent egy olyan olvasata 2008-ban, amelyben előírás lett volna, hogy a 10%-os közlekedési megújuló energia részarányon belül, 40%-ot megújuló energiaforrások segítségével előállított villamos energia és hidrogén alkalmazásával kellett volna kielégíteni, és a maradék 60%-ot bio-üzemanyagokkal; de ez az előírás a végső verzióból kimaradt. Ugyanakkor azt is fontos megemlíteni, hogy a hidrogén és tüzelőanyag-cellák „kapcsolódási pontjait” nem csak explicite a hidrogén formájában kell és lehet megtalálni a RES irányelvben, hanem elképzelhető, hogy az irányelv által definiált „bio-energiatorozók” keresztül még fontosabb szerepe lesz, ugyanis egyes tüzelőanyag-cellák működhetnek direkt módon bio-metanollal (DMFC), bio-etanollal (DEFC), biogázzal (MCFC), de egy potenciális „megújuló” hidrogén forrás lehet a bio-etanol reformálásával előállított hidrogén is. Az eddig leírtak különösen a későbbiekben tárgyalandó, McKinsey tanulmány eredményeinek tükrében válnak érdekessé.

COM(2010)186: Európai stratégia a tiszta és energiatakarékos járművekről

Ez a közlemény stratégiát vázol fel a különböző tiszta és energiatakarékos járművek (pl. buszok, teherautók, személyautók, motorkerékpárok, stb.) fejlesztésének és alkalmazásának ösztönzésére, egyrészt mert létfontosságú, versenyképes, innovatív európai gazdasági ágazat a járműgyártás, amelyre számos kapcsolódó ágazat épül, másrészt mert a közlekedés jelentős környezetterhelő és energia-felhasználó ágazattá nőtte ki magát. A közlemény így fogalmaz: „a zöld járművek, amelyek nagy arányban képesek elektromosságot, hidrogént, biogázt és folyékony

bio-üzemanyagokat felhasználni, valószínűleg jelentős mértékben hozzájárulnak majd az Európai 2020 stratégia¹ prioritásainak eléréséhez”. Majd később explicit módon megemlíti a lehetséges fejlesztési irányok között a hidrogén és üzemanyag-cellás járműveket is.

79/2009/EK rendelet: a hidrogénüzemű gépjárművek típusjávahagyásáról

Ez a rendelet meghatározza a hidrogén meghajtású gépjárművek típusjávahagyására, valamint a hidrogénrendszerük és alkotórészeik típusjávahagyására vonatkozó egyetemes európai előírásokat. Egyidejűleg megállapítja az ilyen rendszerek és alkotórészeik üzembe helyezésének előírásait is. E jogszabály egyaránt lefedi a belső égésű motorral és/vagy tüzelőanyag-cellákkal meghajtott hidrogén üzemű járműveket, továbbá a folyékony és komprimált gáz halmazállapotú hidrogénes rendszereket is. A rendeletet 2011. februárjától kell alkalmazni.

COM(2009) 519: az alacsony szén-dioxid-kibocsátással járó technológiák fejlesztésébe történő beruházásról (SET-terv)

A dokumentum címében szereplő SET terv (angolul: Strategic Energy Technology Plan) jelentése „Stratégiai Energia-technológiai Terv”, amely tulajdonképpen az EU energia- és klímapolitikájának technológiai pillére, és amely a 2010–2020 időtávra ad iránymutatást. A dokumentum alacsony szén-dioxid kibocsátású technológiákat azonosít, és ezekkel kapcsolatosan részletes technológiai útiterveket is kidolgoz majd a SET terv megvalósítására, mivel az EU globális szinten vezető szerepet kíván vállalni a tiszta és hatékony energiatechnológiák fejlesztésében. Ezen SET Terv hét technológiai területet azonosít, és ezek között megtalálható a „hidrogén és üzemanyag-cellák” is, olyan technológiák mellett, mint a napenergia, szélenergia, CCS (szén leválasztás és tárolás), negyedik generációs nukleáris erőművek, stb.

COM(2010) 639: Energia 2020 – stratégia a versenyképes, fenntartható és biztonságos energiáért

Ez a közlemény egy átfogó, technológia-semleges stratégiát vázol, amely prioritásokat fogalmaz meg a következő 10 éves időtávra, azonban a dokumentumban megemlített példák (a cselekvési tervekben belül) már konkrétan is említik a hidrogént illetve a hidrogén-technológiákat. A 4. prioritásban, az energiatárolási technológiák között – egyebek mellett – említésre kerül a hidrogén is, mint amellyel kapcsolatosan nagyléptékű európai projektet fognak indítani; továbbá az energetika biztonsági kérdései közt is említésre kerül a hidrogén.

FP7: Hidrogén és tüzelőanyag-cellák Közös Technológiai Kezdeményezés (JTI)

Az EU 7. Kutatási Keretprogramjának végrehajtására úgynevezett Közös Technológiai Kezdeményezéseket (JTI) hozott létre azon meghatározott ipari területekre, amelyek nagy léptékű, nemzetközi kutatási tevékenységeket kíván megvalósítani, és amely területek egyidejűleg fontos és versenyképes ágazataivá válhatnak az európai iparnak. A jelenlegi JTI-ok olyan technológiai területekre léteznek, mint innovatív gyógyszerek, nano-elektronikai technológiák, embedded computing systems (ARTEMIS), és ezek mellett önálló JTI-ként létezik a „hidrogén és tüzelőanyag-cellák”. Külön meg kell említeni, hogy szervezeti és pályázati rendszerét tekintve jelenleg ez a JTI van a leginkább előrehaladott állapotban: 2008-ban létrejött a jogi formája, a HFC Közös Vállalkozás², és 2010-ben már a második körben történt meg az éves K+F pályázati kiírás a hidrogén és tüzelőanyag-cellák területére, amelyre – 2010. október 13-i benyújtási határidővel – 90 millió EUR keret állt rendelkezésre. A hidrogén és tüzelőanyag-cellák JTI teljes programidőszakára – 2008–2013 – összesen 470 millió EUR áll rendelkezésre, amelyet kb. azonos mértékben kiegészít még a magánszféra hozzájárulása, tehát az FP7 keretében kb. 1 milliárd EUR áll rendelkezésre e területen. A HFC JTI teljes pénzügyi keretén belül a két legnagyobb – kb. egyharmad-egyharmad – arányban támogatott terület a villamosenergia-termelés és kogeneráció, valamint a közlekedési alkalmazások és hidrogéntöltő infrastruktúra. (Ezzel még nem említettük meg az egyes EU-s tagállamok saját K+F forrásait, amelyek szintén jelentősek lehetnek; például egyedül Németország 500 millió (!) EUR-t fordít a 2006–2016 időszakban tüzelőanyag-cellás kutatásokra, amit szintén kb. megdupláz a magánszféra hozzájárulása. Ráadásul ezen összegek igen jelentős része már szintén nem csak alapvető célkat szolgál, hanem technológiai validációt, piacralépést, nagyléptékű a hétköznapi használatba illesztett demonstrációs projekteket.)

Az eddigi – közel sem teljes körűnek tekinthető – felsorolással azt szerettem volna érzékeltetni, hogy mára a legtöbb EU-s energiastratégiai dokumentumnak vagy jogszabálynak már részét képezik a hidrogén és tüzelőanyag-cellás technológiák. Egyesek pedig kifejezetten a területet fejlesztését célozzák; és mindezt nem a távoli jövőben, hanem a jelenben illetve a közvetlenül előttünk álló években. A fenti, stratégiai jellegű bemutatás remélhetőleg egy még informatívabb megvilágításba kerül a következő, gyakorlatiasabb jellegű tanulmány bemutatása által.

1 COM(2010) 2020: EURÓPA 2020 Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája

2 http://ec.europa.eu/research/fch/index_en.cfm

Alternatív járműhajtások vizsgálata a McKinsey tanulmányban

2010 novemberében vált elérhetővé a McKinsey & Co., az egyik tekintélyes tanácsadó cég által szerkesztett és publikált tanulmány³, amely három alternatív jármű meghajtási módot vizsgált. A három vizsgált alternatív meghajtású járműtípus az akkumulátoros jármű (BEV), a plug-in hibrid jármű (PHEV) és a hidrogén tüzelőanyag-cellás jármű (FCV).



Forrás: www.zeroemissionvehicles.eu

Fontos kiemelni, hogy a tanulmány készítésében olyan meghatározónak tekinthető vállalatok vettek részt, és szolgáltatott adatot, mint a BMW, Daimler, Ford, General Motors, Honda, Hyundai Motor Company, Kia Motors, Nissan, Renault, Toyota Motor, Volkswagen, ENI Refining and Marketing, Galp Energia, OMV Refining and Marketing GmbH, Shell Downstream Services International, Total Raffinage Marketing, EnBW Baden-Wuerttemberg AG, Vattenfall, Air Liquide, Air Products, The Linde Group, ELT Elektrolyse Technik, Hydrogenics, Hydrogen Technologies, Proton Energy Systems. (A felsorolás még így sem teljeskörű.)

A tanulmány különösen fontosnak ítélte a tüzelőanyag-cellás (FCV) járművek szerepét, az utóbbi időszak technikai fejlődésének tükrében, mivel e járművek energia- és költséghatékonyságában számottevő javulást hoztak az utóbbi évek. Az elemzések eredményei 500 jármű felhasználói tapasztalatain alapulnak, ami együttesen 15 millió megtett kilométert, és 90 ezer tankolási alkalmat jelent. A tanulmány megjegyzi, hogy a vizsgálatok átlagos adatokkal történtek, és nem a véletlenszerűen elért legjobb adatok „kimazsolázása” történt. A tanulmány a hidrogén tüzelőanyag-cellás járművet is elektromos meghajtásnak tekinti, hiszen a tüzelőanyag-cella villamos energiát termel, amelyet a járművet meghajtó villanymotorban használnak fel.

Az alternatív járműhajtások McKinsey féle vizsgálatának jelentőségét az adja, hogy a becslések szerint 2050-re kb. 273 millióra növekedhet az EU-ban a személyautók száma, és 2,5 milliárdra világszerte, miközben ezen időtávra 80% körüli CO₂ kibocsátás-csökkenést tartanának kívánatosnak (az EU és a G8-ak egyaránt). E célok elérése a hagyományos belső égésű motorokkal (ICE) nem teljesíthető, még akkor sem, ha ezek esetében vannak még hatékonysági tartalékok, de a kibocsátások ilyen szintű csök-

kentése – főleg növekvő járműszám mellett – nem valósítható meg kizárólag hatékonyságnöveléssel.

A tanulmány öt főbb megállapítása, rövid kiegészítésekkel az alábbiakban foglalható össze:

- I. A BEV, PHEV és FCV járművek alkalmazása számottevően csökkentheti a szén-dioxid és a lokális kibocsátásokat.

A belső égésű motorral (ICE) ellátott járművek esetében kb. 2020-ig még van lehetőség hatékonyság növelésre (akár 30%-kal is), bár ez egyre magasabb költségekkel érhető majd el; továbbá az ICE járművek bio-üzemanyagokkal is működhetnek, de a bio-üzemanyagok előállításuk (pl. területi korlátok miatt) limitált, és más oldalról is elég sok kritika éri a bio-üzemanyagokat. A három vizsgált elektromos alapú meghajtási lánc viszont az elsődleges energiaforrások széles választékával üzemeltethető, amely egyrészt csökkenti a mostani nyomasztó olajfüggőséget, és növeli az ellátásbiztonságot. Másrészt, amennyiben megújuló energiaforrások felhasználásával történik a villamos energia és/vagy hidrogén előállítása, ez a teljes értéklánc mentén igen alacsony, esetleg nulla-közeli kibocsátást eredményezhet. Harmadrészt a villamos meghajtású járművek számottevően hatékonyabbak a belső égésű motorokhoz képest, tehát adott távolság megtételéhez eleve kevesebb „üzemanyag” felhasználásra van szüksége a járműnek.

- II. 2025-től mindegyik járműhajtási lánc esetében a teljes költségek kiegyenlítődnek, ekkortól a vizsgált alternatív meghajtások is versenyképesek lesznek.

A McKinsey tanulmányban a teljes költséget (TCO, total cost of ownership) vizsgálták, amely a jármű teljes életciklusával összefüggő költségeket jelenti. A BEV és FCV járművek bekerülési ára várhatóan mindig is magasabb lesz, mint az ICE járművéké, az akkumulátorhoz és a tüzelőanyag-cellához kapcsolódó költségek miatt. Viszont alacsonyabb lesz az üzemanyag költségük, a magas hatékonyságuk és az idővel egyre dráguló kőolaj miatt, továbbá a karbantartási költségük is alacsonyabb lesz, kevesebb mozgó alkatrész, egyszerűbb konstrukció miatt. A tüzelőanyag-cellás rendszerek költsége várhatóan 90%-kal, az akkumulátoros rendszerek költsége 80%-kal fog csökkenni 2020-ra a nagy sorozatban történő gyártás, a méretgazdaságosság elérése, és a javuló technológiai színvonal miatt. A PHEV járművek rövidtávon gazdaságosabbak lesznek, mint a BEV és FCV társaik. A költségekben mutatkozó különbségek folyamatosan csökkenni fognak, különösen ha ezt esetleges adókedvezmények is segítik majd. Mindhárom vizsgált alternatív meghajtási lánc 2025-re

3 McKinsey & Co (2010.): A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis – The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles.

gazdaságilag is életképes alternatívája lesz a belső égésű motoroknak.

III. A jármű meghajtási láncok portfóliója fogja lefedni a fogyasztók (és a környezet) igényeit.

Az utóbbi 40 évben nem sikerült egyetlen járműhajtásnak kielégítenie egyidejűleg a gazdaságosság, a teljesítmény, és a környezetvédelem által elvárt igényeket. Emiatt a világ várhatóan el fog mozdulni az egyetlen meghajtási mód (a belső égésű motorok, ICE) alkalmazásának „uralmától” a különböző jármű meghajtások portfóliója felé, és ebben az egyes alternatív meghajtási láncok inkább kiegészíthetik egymást, és nem feltétlenül élesen szembenálló versenytársai lesznek egymásnak.

IV. A kapcsolódó hidrogén infrastruktúra kiépítési költsége nem elérhetetlenül magas

A szükséges hidrogén infrastruktúra költsége nem tekinthető elérhetetlenül magasnak, összehasonlítva pl. a BEV vagy PHEV járművek elektromos feltöltéséhez szükséges villamos hálózatfejlesztési költségekkel. Persze a kezdeti időszakban, a kevés hidrogén üzemű jármű mellett a fajlagos infrastruktúra költség még magas lesz, de a tanulmány később 5% körüli értékre teszi a hidrogén üzemű jármű teljes árához viszonyítva a szükséges hidrogén infrastruktúra fajlagos költségét. Ez az említett hidrogén infrastruktúra költség magába foglalja az előállítás helyétől a kitanakolás helyéig történő szállítást, a működési és tökéletesítési költségeket. Tévhit, hogy az elektromos autók – jelentősebb számban történő – töltéséhez használható villamos energia infrastruktúra fejlesztése egyszerű vagy olcsóbb lenne: az elektromos járműfeltöltés infrastruktúrájának „faj-

lagos” költségére még némileg magasabb érték is adódik, mint a hidrogén infrastruktúra esetében. Új, illetve részlegesen új üzemanyag-töltő infrastruktúra kiépítése jelenleg sem példátlan, így valósul(t) meg például az LPG, CNG, vagy az E85 rendszer.

V. A tüzelőanyag-cellás járművek terjedése a korai szakaszban kormányzati ösztönzést és támogatást igényel. Ha csak egyetlen energetikai szereplő investálna a hidrogén infrastruktúra kiépítésébe, akkor a korai piacra lépők problémájával illetve kockázataival kellene szembe néznie: a kezdetben alacsony tüzelőanyag-cellás járműszám miatt kihasználatlan lesz a kiépített infrastruktúra (hidrogéntöltő állomások), illetve a technológia esetleges nem megfelelőségének vagy késésének kockázata. A kezdeti beruházási kockázat némileg csökkenthető, ha további üzleti szereplők egyidejűleg investálnak a hidrogén infrastruktúrába, továbbá ha az állam megfelelő intézkedésekkel segíti a hidrogén járművek és infrastruktúra terjedését. Az FCV járművek piacának kezdeti időszakában (2010–2020) szoros harmonizáció megvalósítása szükséges a hidrogén üzemű járművek száma és a hidrogén infrastruktúra kiépítése között, amelyet külső (pl. kormányzati) ösztönzőknek is segíteni célszerű, hogy elkerülhető legyen a korai piacra lépők kockázata. A piac fejlődésének következő (2020–2030) időszakában már számottevően kisebb kockázat lesz jelen; ekkortól vélhetően tisztán üzleti alapon működhet a hidrogén üzemű járművek és kapcsolódó infrastruktúrájuk piaca.

A McKinsey tanulmány egyik végső, rövid megállapítása, hogy a hidrogén infrastruktúra „bizonyított és megvalósítható”.

Klíma konferencia: középpontban a megújuló energia és annak tárolása

A környezeti terhelés csökkentéséért többet lehetne tenni, mert az azt szolgáló technológia már rendelkezésre áll, sok helyütt csak a politikai akarat hiányzik – fogalmazták meg a Pekingben megrendezett 3. Klíma világkonferencián.

A 3. Klíma világkonferenciának a Maldív-szigetek mellett Magyarország volt a másik kiemelt vendége, s az esemény során a magyar–maldív tudományos együttműködés lehetősége is felmerült. A fórumhoz kapcsolódó panelmegbeszéléseken megvitatták a megújuló energia termelésének, tárolásának és kutatásának kérdéseit. Pekingben Steier József, az Energia-gazdálkodási Tudományos Egyesület (ETE) esztergomi szervezetének elnöke a vitán szakértőként volt jelen, míg a plenáris ülésen a „Globális klímaszabályozás a zöld Szahara koncepcióval” címmel tartott előadást.

A kínaiak a legnagyobb szélturbina gyártók, de még nem igazán tudják kiszabályozni a hálózatot. Ezért nem csak ko-

moly és előrehaladott kutatásokat folytatnak ezen a területen, de rendkívül nyitottak és érdeklődők is a téma lehetséges technológiai megoldásai iránt. Kínában 2,5 megawatt az a minimális teljesítmény, amivel bármilyen megújuló energiaparkot a hálózathoz lehet csatlakoztatni, míg Magyarországon az alsó határ 50 kilowatt, vagyis ötvenszeres a különbség.

Steier Józsefet meghívták a Kínai Tudományos Akadémia Megújuló Energiák Intézetébe (IEE CAS), valamint a Kínai Energiakutató Intézetbe is és az utóbbiban működés közben látta az első kínai gyártású vanádium redox (VRB) akkumulátort, amely véleménye szerint a világ jelenleg legfejlettebb áramtároló rendszere. Az eredetileg kanadai fejlesztést és a hozzá tartozó világszabadalmakat a kínaiak megvásárolták, elhozták Kínába és további fejlesztésekkel, szabadalmakkal támogatották meg azt. A VRB lokálisan telepíthető, s a végpontokon van fontos szerepe a kiszabályozásban és vélhetően egy-két éven belül használhatóvá válik.

Akkor 65–75 százalék közötti hatékonysággal lesz képes visszaadni a betárolt energiát.

A több mint ötszáz résztvevővel megrendezett konferencia vendége volt Mohamed Aslam a Maldív-szigetek minisztere, akihez hazájában a lakásépítés, a közlekedés és a környezetvédelem is tartozik. Elhangzott: a tizenkilenc szigetcsoportból álló indiai-óceáni állam kíván az első „carbon-neutral”, vagyis szén-dioxid-semleges állam lenni. Egyik megoldásra váró gondjuk a nagy környezet-szennyezést előidéző közlekedés, hajóforgalom. Steier József felajánlotta szervezetének együttműködését a kérdés kutatásában és tanácsadásban, a közlekedés mellett a szél és napenergia tárolásának megoldásában, továbbá az energiaszennyezés hatékonyságának növelésében is. Mohamed Aslam készséget mutatott arra, hogy Steier József meghívására eljön az ETE 2011. februári magyarországi rendezvényére.

Forrás: MTI

Szilágyi Sándor

Vak száguldás...?

„Feladataink megoldása során járjunk el kézenfekvő egyszerűséggel, de a nehézségeket ne kezeljük primitív módon”

Albert Einstein

Cikkem apropóját egy szakmai beszélgetés adja. A szakmai és nem szakmai folyóiratokban nap mint nap a környezet- és energiatudatosságról lehet olvasni, ezt látja és hallja az ember (ha van hozzá szeme és füle) a rádióban és a televízióban. Mindenki pályázni szeretne, illetve „talált” pénzekből energetikai korszerűsítéseket kívánnak végrehajtani. A mérnökök épületek energetikai tanúsítását gyártják, a pályázatkészítők megfellebbezhetetlennek tűnő érvek felsorakoztatása mellett napkollektorok beépítésével, hőszivattyú telepítésekkel vagy biomassza hasznosításával kínálják sikeres pályázati ajánlataikat.

A szlogenek jók, a felkínált technikai elemek kitűnőek, mondhatnánk, hogy kitűnő úton járunk. *Először is szögezzük le, a cél helyes! Az energia- és környezettudatosság követendő, mondhatni elvárt igény. Mégis, mi akkor a probléma?*

A mérnöki szakma az energia- és környezetvédelmi politika statisztálása mellett szabad utat ad a legolcsóbban kivitelezhető, ún. energetikai korszerűsítéseknek, ezzel javarészt elkölti a rendelkezésre álló pénzeket. Ezzel együtt azonban legtöbbször figyelmen kívül hagyjuk a komplex, energetikailag logikus törvényszerűségeket (pl. a hő- és villamosenergia-termelés egyensúlyából származó gazdaságosság).

Nézzünk néhány példát a gazdaságtalan és környezet-szennyező, az uralkodó nézet szerint mégis kritikán felül álló fűtési megoldásokra:

1. az alacsony és többszintes épületekben lakótelepi méretekben üzemelő – sok százezer – elavult, sokszor már életveszélyes, gazdaságtalanul működtethető és környezetszennyező gázkonvektorok;
2. az alacsony és többszintes épületekben lakótelepi méretekben üzemelő fali-kazánok és fali vízmelegítők
 - mivel a legtöbb ilyen berendezés még mindig nyílt égésterű, így ezek a berendezések a helyiségekben egészségtelen légállapotot idéznek elő,
 - mint ismert, az égéstermék-elvezetések huzatviszonyai rendszeresen kritizálhatók, illetve sok esetben konkrét életveszélyt jelentenek,
 - különösen a régebbi berendezések rossz hatásfokúak, és az égéstermék-elvezetésük nagymértékű környezetszennyezést jelent,
 - a berendezések jelentős része – különösen ha HMV termeléssel kombinált 24 kW teljesítményű – a fűtési idény jelentős részében 15–20%-os részterheléssel dolgozik, ez a hővédelmi (pl.: nyílászáró) korszerűsítések után 5–10%-os részterhelésre csökken, ami a fűtőberendezések éves ha-

tásfokát tovább rontja, illetve fokozza a környezetszennyezést,

- a nyitott égésterű fűtőberendezések alkalmazásához előírt légbecjők alkalmazása – ami egy szakmai kényszer – nem olyan megoldás, amire hosszú távon büszkének kellene lennünk;
- 3. a tömegével üzemelő, kifogásolható minőségű tömbkaszánházak
 - rossz tüzelési hatásfokkal
 - rosszul megválasztott teljesítménnyel (sokszor gazdaságtalan részterheléssel üzemelnek).

A teljesség igénye nélkül miért kellett ezeket felsorolni? Be kell mutatni egy kontrasztot. A távhőszolgáltató rendszerek, szemben az előbb felsorolt rendszerekkel, azt a kritikát kapják, hogy magas a távhőszolgáltatás díja. A fogyasztók szempontjából további hátránya volt ezeknek a rendszereknek, hogy nem volt megoldott a helyiségenkénti szabályozás, illetve a fogyasztásarányos elszámolás. Az elmúlt években azonban törvényi szinten is szabályozták ezeket a problémákat, így napjainkra a hőmennyiségmérés vagy költségmegosztás már biztosított, illetve biztosítható, valamint a helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozás biztosított, illetve biztosítható. Látható, hogy a szakmai problémák korrekten orvosolhatók, egy probléma marad csak, hogy a költségek (eltekintve a higiéniai, levegőtisztasági és kényelmi szempontoktól) még mindig magasak.

Egy pillanatra most érdemes megállni és szétnézni: a távhőről ellátott épületeknél egyre inkább elterjed az utólagos hővédelem. A távhőrendszerekben az épületek energia-megtakarításából következik, hogy ez már most is szabad kapacitásként jelentkezik, a szigetelések egyre szélesebb körű elterjedésével pedig további kapacitások szabadulnak fel.

Mivel a korábban (az 1–3. pontokban) bemutatott rendszerekre szinte általánosan igaz, hogy a tüzelőberendezések, energiahordozók elavultak, tömeges méretben, és nem mellékesen szinte ellenőrizhetetlenül környezetszennyezők valamint a lakások belső légállapota rossz, illetve sokszor életveszélyes, így logikusnak látszó lehetőségként kínálkozik, hogy ezeket a lakásokat be kell vonni a távhőszolgáltatásba.

A már röviden ismertetett energia-megtakarítások miatt hosszú távon a távhőrendszeren szerény becslés szerint is 50% szabad kapacitás keletkezik. Ez azt jelenti, hogy a fogyasztók száma megduplázódhat, ami a távhőszolgáltatás alapdíjának megfelelőedését eredményezheti, végeredményben a hőenergia fogyasztás (hővédelem után) 60–80%-os csökkenése a távhőszolgáltatás vonzó, jövőbe mutató lehetőséget kínálja.

Folytatás a 29. oldalon.

Szilágyi Zsombor

Kína szerepe a világ energia piacán

Kína a világ legnépesebb országa, a 2010. évi GDP növekedés 10,5%-ra várható, külkereskedelmi többlete 20 milliárd USD körül alakul 2010-ben, devizatartalékát 2450 milliárd USD-re becsülik. A dinamikus növekedés a következő években valamivel visszafogottabb lesz, de 2011-re is 9,6%-os GDP növekedést prognosztizálnak.

Óriási ország, 1 milliárd 328 millió lakos, felpörgött gazdaság: hogyan lehet ezt győzni energiahordozóval? Néhány számmal próbáljuk megvilágítani Kína extrém szerepét a világ energia termelésében és kereskedelmében.

A lakosság számát 2020-ra 1,424 milliárdra becsülik, ez mintegy 7%-os növekedés (minden ötödik ember kínai lesz a világon). A 2008. évi 8148 milliárd dollár értékű nemzeti jövedelem 2020-ra elérheti a 26872 milliárd dollárt, ami 3,3 –szoros növekedést jelent. 2020-ra az egy főre jutó GDP szorosan megközelítheti a világátlagot: Kínában 18866 USD/fő, a világ átlagban 19466 USD/fő várható.

Kína energia ellátottsága egyszerre mondható kiemelkedőnek és szerénynek is. Például villamos áram termelése 2008-ban 3433 TWh volt, fogyasztása pedig 3209 TWh, ami 2416 kWh fejenkénti fogyasztást jelent. A világátlag 2568 kWh/fő volt. 2020-ra 4499 kWh/fő fogyasztást terveznek, amihez 3424 TWh áramtermelés növekedésre van szükség. Az attraktív átlagok mögött húzódik meg az a tény, hogy az ország lakosságának kb. 60%-a olyan helyen él, ahol nincs vezetékcsatlakoztatás.

Kína területének megkutatottságát az energiahordozó készletek megállapítására eléggé egyenetlennek tekinthetjük. Nyilvánvaló, hogy jelentős, gyorsan kitermelhető szén és szénhidrogén készleteket csak üledékes kőzetekben érdemes keresni, de ezek a reménybeli területek megkutatottsága is 50% alatti. A kutatás technikája is rohamosan halad előre a világban, és a kínai készlet adatok nagyobb része tíz-húsz évvel ezelőtti eredmények, az akkori kutatási technikán alapulnak. Kínában a nem konvencionális rétegekben lévő szénhidrogén készletet egyszerűség kedvéért akár a végtelenhez közeleink is tekinthetjük. Tekintsük át Kína bizonyított geológiai készlet adatait, és az évenkénti termelést az alábbi táblázaton.

Lépten-nyomon halljuk, hogy Kína a széntermelésével világelső, a második az Egyesült Államok (2009-ben 1080

millió tonna). Kína széntermelése ma a világ termelés 45,5%-a! Szénkészletei is kiemelkedőek: a világ készletének 14%-a.

Nagy figyelmet fordítanak a szénrétegekből kinyerhető metánnak is: 2007-ben még csak 4,3 milliárd m³ gázt termeltek, és ezt 2015-ig 10 milliárd m³-re akarják emelni.

A világ napi 90 millió hordónyi olaj fogyasztásából Kína részesedése még szerény: 10%. A 2009. évi 404 millió tonnás kőolaj felhasználás több, mint kétszerese a kínai termelésnek, és tíz év alatt nagyjából kétszereződött. A 200 millió tonnás kínai importból a világ minden olajexportáló országa részesedni szeretne, és amelyik ország teheti, vezetékcsatlakoztatáson keresztül igyekszik minél többet szállítani.

A világ földgáz készleteit 187 ezer milliárd m³-re becsülik. A legnagyobb készlettel Oroszország rendelkezik: 44 ezer milliárd m³ (olvasható már 75 ezer milliárd m³-es készlet becslés is), de jelentős a készlet Iránban (30 ezer milliárd), Katarban (25 ezer milliárd). A kínai földgáz készletek nem tűnnek jelentősnek, de a megkutatottságról előzőekben leírtak alapján ezek a készletek lehetnek sokszorosak is. Ma még Kína alig támaszkodik a földgáz világkereskedelmére (első sorban az infrastruktúra hiánya miatt): Oroszországból és a volt FÁK országokból vásárol vezetékcsatlakoztatást az ország nyugati régiói ellátására, és LNG-t a keleti országrészben. A földgáz fogyasztás az 1999. évi 21,5 milliárd m³-ről 2009-re 88,7 milliárd m³-re nőtt, ez a világ fogyasztás 3,5%-a. A növekedés az infrastruktúrában is dinamikus, a jelenlegi 27 500 km-es szállítóvezeték hálózat 2015-ig 48 500 km-re nőhet. 2011-ben üzembe áll a 30 Md m³ éves kapacitású szállítóvezeték Türkmenisztánból, és további monumentális vezetéképítések folynak az országban. Új LNG terminálok épülnek, az LNG-t árban a szénnel versenyképes energiahordozónak ítélik.

A nukleáris energia felhasználásában is igen komoly a fejlődés: az 1999. évi 3,4 millió tonna olaj egyenérték 2009-re 15,9-re nőtt, de Kína teljes energia mérlegében még igen szerény a szerepe.

Hallhatunk azokról a kínai fejlesztésekről is, amelyek a fotoelektronikai termelés ipari méretei elérését tűzték ki célul, nyilván azoknak a területeknek a villamos energia ellátására, ahol az áramtermelés még elmaradott.

Folytatás a 29. oldalon.

Év	Szénkészlet	Szén termelés	Kőolaj készlet	Kőolaj termelés	Földgáz készlet	Földgáz termelés
	millió tonna		millió tonna		milliárd m ³	
1999	...	1292	2200	160,2	1020	25,2
2009	114500	3106	2000	189,0	2460	85,2

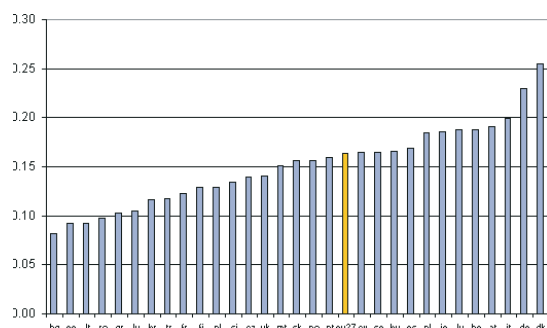
Csűrök Tibor

Végfelhasználói energiaárak az EU-ban

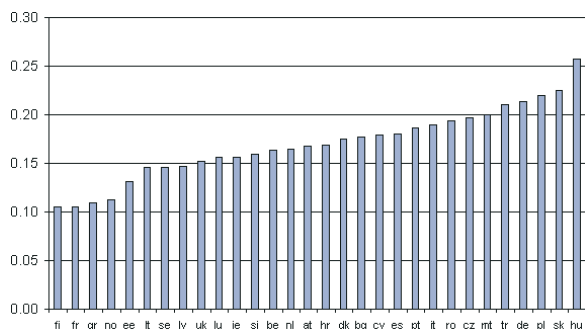
Az Európai Unió Bizottsága 2010. decemberének elején publikálta a villamosenergia és földgáz szektor piaci helyzetét elemző jelentéseit. A statisztikai adatok, amelyeken az elemzések alapulnak, jellemzően 2009. második félévére és 2010. első félévére vonatkoznak. A két jelentésből (lásd: http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/index_en.htm) a végfelhasználói árakra vonatkozó részeket emeljük ki az alábbiakban.

Villamosenergia

A tanulmány (Quartely Report on European Electricity Markets, Volume 3, Issue 2: April 2010 – June 2010) érdekes összehasonlítást mutat be a 2009. második félévi adatok alapján. Amint az bizonyára mindeki számára ismert, a statisztikai adatok fogyasztói kategóriák szerinti bontásban kerülnek feldolgozásra, az éves felhasználás szerint. A 0–1000 kWh/év fogyasztású lakossági és a 0–20 MWh/év fogyasztású ipari fogyasztók árait felvive egy diagram két tengelyére egy ponteloszlást kapunk. Ebből az derül ki igen szemléletesen, hogy Magyarországon mindkét fogyasztói kör az EU 27-ek átlagánál alacsonyabb áron jut a villamosenergiához. Az ipari fogyasztók esetében Szlovákia a legdrágább és Észtország a legolcsóbb, a lakossági fogyasztók számára Írországban a legdrágább és Bulgáriában a legolcsóbb a villamosenergia – adók nélkül és adókkal együtt egyaránt.



1. ábra. Az EU tagállamok „C” fogyasztási tartományba eső fogyasztóinak villamosenergia költsége, EUR/kWh

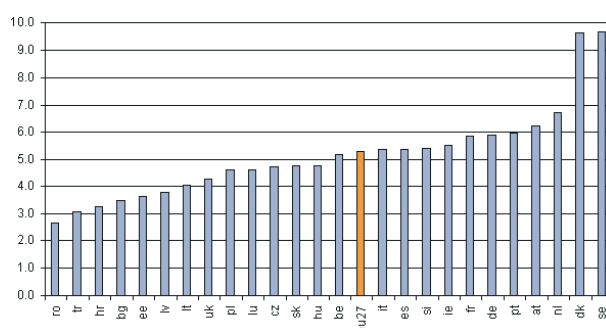


2. ábra. Az EU tagállamok „C” fogyasztási tartományba eső fogyasztóinak villamosenergia költsége vásárlóerő paritáson (PPS), PPS/kWh

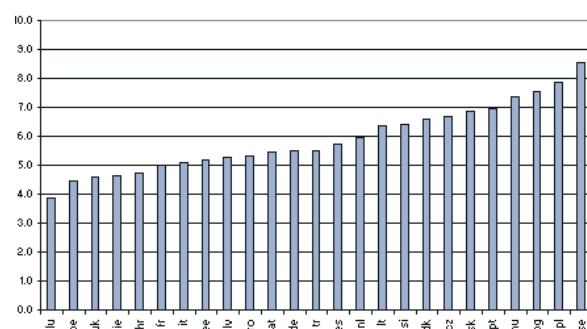
Tanulságos összehasonlítási lehetőséget nyújt a nagyobb lakossági fogyasztók (C kategória, 2500–5000 kWh/év – átlagos, vagy annál nagyobb családi ház) árainak összehasonlítása. Az 1. ábrán az árak EUR/kWh-ban vannak országonként feltüntetve, a 2. ábrán viszont vásárlóerő paritáson. Az 1. ábra szerint ebben a csoportban a hazai lakossági fogyasztók gyakorlatilag az EU-27 átlagánál jutnak a villamosenergiához, vásárlóerő paritáson azonban ez a legmagasabb ár, azaz a hazai árszínvonalhoz képest drágán.

Földgáz

A földgázpiacot leíró tanulmány (Quartely Report on European Gas Markets, Volume 3, Issue 2: April 2010 – June 2010) az előző, a villamosenergia piaccal foglalkozóhoz hasonlóan mutatja be a végfelhasználói piacot. A legkisebb fogyasztású lakossági és ipari kategóriákban az az érdekesség, hogy a hazai ipari fogyasztói földgáz árak magasabbak az EU-27 átlagnál – adó nélkül és adóval is. A 3. ábrán a második lakossági fogyasztói intervallum (5,56–55,6 MWh/év, azaz 589–5887 m³/év) árai láthatóak, eurocent/kWh mértékegységben. A 4. ábra vásárlóerő paritáson, PPS-ben mutatja ugyanezen árakat. Megfigyelhető, hogy az adott fogyasztói csoport földgáz ára az EU-27 átlag alatti, vásárlóerő paritáson azonban a hazai ár a nyedek legmagasabb az EU-ban.



3. ábra. Az EU tagállamok „2” fogyasztási tartományba eső fogyasztóinak földgáz költsége, eurocent/kWh



4. ábra. Az EU tagállamok „2” fogyasztási tartományba eső fogyasztóinak földgáz költsége vásárlóerő paritáson (PPS), PPS/kWh

Balikó Sándor

Hőszivattyús párátlanító

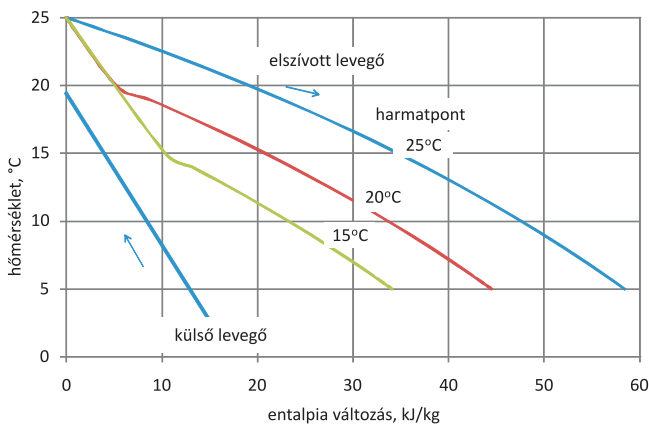
Az ötlet nem új, már Magyarországon is alkalmazzák, de nem mindenki ismeri a működési elvét.

Az épületgépész technikában elterjedt a légkezelők használata elsősorban ipari vagy nagy tömegeket befogadó csarnokok gépi szellőztetésére. Ezek a berendezések szívják el a csarnokból az elhasznált levegőt és biztosítják a frisslevegő bejutását.

Energiamegtakarítási célból az utóbbi évtizedben már nem illik légkezelőt hőhasznosító nélkül beépíteni. A hőhasznosító az elszívott meleg (és párás) levegővel előmelegíti a beszívott levegőt, így a frisslevegő további felmelegítésére lényegesen kisebb hőre van szükség, mintha a külső hőmérsékletre kellene azt felmelegíteni a befűzési hőmérsékletre.

Uszodákban, fürdőkben jelentős a pára képződés, ezért, hogy elkerüljük a pára kicsapódását, a nedves (párás) levegőt folyamatosan kisebb páratartalmúra kell kicserélni. Emiatt nagy levegőforgalomra van szükség, ami – még hőhasznosító alkalmazása mellett is – magas értéken tartja a helyiség fűtési igényét.

Minél nagyobb az elszívott levegő páratartalma, annál kevésbé tudja a hőhasznosító kihasználni a nedves levegőben lévő összes hőt.



1. ábra. az elszívott nedves és a befűjt száraz levegő entalpiaváltozása a hőhasznosítás során

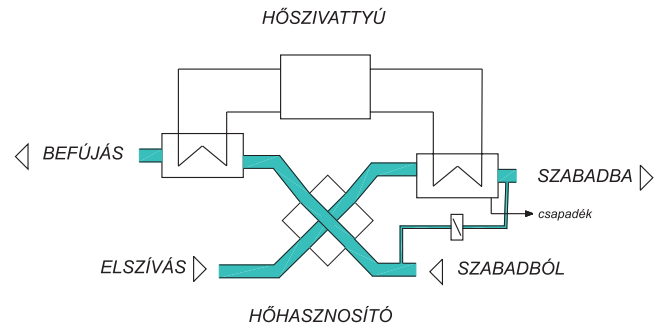
Az 1. ábra felső görbéi mutatják a nedves levegő entalpiaváltozását hűtés hatására 25 °C elszívási hőmérséklet esetén. A harmatpont eléréséig a hőmérsékletcsökkenés a száraz levegő hőmérsékletváltozásával közel azonos, további hűtés esetén azonban megindul a csapadék-kiválás, a hőmérsékletcsökkenés meredeksége lényegesen kisebb lesz.

1 pontosabban a légtechnikában szokásos módon az elszívott nedves levegő szárazlevegő-tartalmának tömege.

2 Az irodalomban helyette elterjedten használják a COP jelölést.

A száraz beszívott frisslevegő hőmérsékletváltozása nem tudja ezt a változást követni, azaz a nedves levegőt lehűtő hűtőközeg nem elegendő a nedves levegő hőtartalmának teljes kinyeréséhez. Innen adódik az ötlet, hogy a nedves levegőt hűtsük tovább egy olyan hőszivattyú elpárolgatójával, amelyik a meleg oldalán alkalmas az előmelegített frisslevegőnek a befűzési hőmérsékletig történő felmelegítésére.

A megoldás elvi kapcsolását a 2. ábra mutatja.



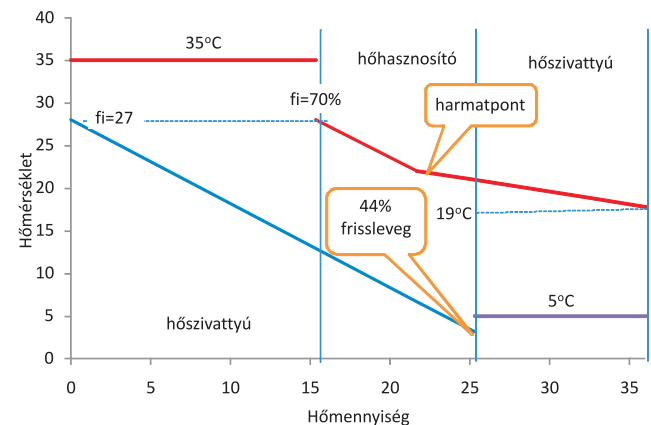
2. ábra. A hőszivattyús hőhasznosítás elvi kapcsolása

Az alkalmazás feltétele, hogy a frisslevegő végső felmelegítéséhez szükséges hőt a hőszivattyú úgy tudja biztosítani, hogy az elpárolgási hőmérséklet a kilépő, lehűlt nedves levegő hőmérsékleténél alacsonyabb legyen:

$$W_h(t_{be} - t_e) = \dot{m}_{el} = h_{nki} - h_{ki} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon_f}\right) \text{ és}$$

$$t(h_{ki}) > t_0$$

ahol W_h a hideg frisslevegő hőkapacitás-árama, t_{be} és t_e a frisslevegő hőmérséklete a befűzéskor és a hőhasznosítóból történő kilépéskor, \dot{m}_{el} az elszívott közeg tömegárama¹, h_{nki} és h_{ki} a hőhasznosítót ill. az elpárolgatót elhagyó nedves levegő entalpiája, végül ε_f a hőszivattyú fajlagos fűtőteljesítménye².



3. ábra. Hőszivattyús hőhasznosítás visszakeveréssel

Az ábrán berajzoltunk egy visszakeverő ágot is, amivel – ha a nedvességtartalom és a szennyezettség megengedi, a kilépő, melegebb és részben páratlanított levegőből egy részt visszajuttathatunk a befűjt áramba. Hideg környezeti hőmérsékletek esetén ezzel további bevitt energiát takaríthatunk meg.

A 3. ábra egy olyan hőszivattyús páraelszívó $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ külső hőmérséklethez tartozó, számított paramétereit mu-

tatja be, amelyiknél a befűjtés hőmérséklete a terem hőmérsékletével egyezik meg, azaz a falazati veszteségeket radiátoros fűtés fedezi.

A $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os frisslevegőhöz 66%-ban visszakeverjük az elszívott, nedvességtartalmában csökkentett levegőt, így az előmelegítést csak $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról kell kezdeni.

A visszakeverés segít abban is, hogy ne legyen túlságosan száraz a befűjt frisslevegő.

Folytatás a 25. oldalról.

Ezzel szemben mi történik? Évi 100 000 lakás energetikai rekonstrukciójának kapujában különböző elegáns ideológiákkal még pályázati pénzeket is megszerezve a távhőről leválasztásokat engedélyeznek, ezzel a távhő rendszeren lévő (megmaradó) fogyasztók fajlagos terheit tovább növelik. Természetesnek tartom a megújuló energiák minél szélesebb körű elterjesztését és támogatását, de nem lenne szabad – szabad prédaként – engedni a legjobb infrastruktúrával rendelkező távhőbe kötött lakások kiszakítását.

Az energiapolitika szerves részeként az 1–3. pont alatt bemutatott rendszerek távhőszolgáltatásba történő beléptetése lehet a cél. A beléptetéssel (mivel azok új pontszennyezők bevonása nélkül, a távhőszolgáltató rendszeren felszabaduló kapacitás eredményeként kapnák a szolgáltatást)

- a távhőszolgáltató rendszer energiaátalakítási hatékonysága változatlanul fenntartható lenne,
- a beléptetett lakások környezetszennyezése 100% ig megszüntetethető volna,
- a beléptetés eredményeként a lakások komfortja megnövekedne,
- a fogyasztók számára a távhőszolgáltatási díj minimalizálódhatna,

- ár/érték arányban – ezen koncepció esetén – optimalizálódna a munkahelyteremtés, mivel az élő munka ráfordítás emelkedése mellett új hőtermelő berendezések száma minimalizálódna,
- a megfelelő lakáskorszerűsítési koncepció esetén téli hőkomfort mellett nyári hőkomfort lehetőségét is biztosítva a távhő rendszer hidegenergia termelése mellett az éves kihasználtság is javítható lenne, ami az energiatermelés és a távhőszolgáltatás üzemviteli hatékonyságát is javíthatná.

A koncepció alkalmazása a környezet- és energiatudatosság mellett a rendelkezésre álló pénzkeretek leghatékonyabb gazdaság fellendítő irányát is megadja ebben a szektorban.

Ha a célokat és a Kormány energia- és környezettudatos és lakásrekonstrukciós politikáját komolyan vesszük, és az említett megoldásokat alkalmazzuk, akkor elkerülhető lenne egy rossz irányba haladó, koncepcionálisan és eredményekben is ellenőrizhetetlen folyamat által alakított káosz állapot. Az elvárt célok érdekében – esetleg központilag irányítottan – a távhőszolgáltató társaságok esetében (ami a legtöbb esetben az önkormányzatok kezében van) – azok profittermelő koncepcióját feladva – talán célszerű volna nonprofit állapot kialakítását megcélozni.

Folytatás a 26. oldalról.

A kínai tőke jelen van a fejlett világ minden pontján, és mondhatni minden gazdasági ágazatban. Nemcsak állampapír felvásárlásokról hallhatunk, hanem nagy multinacionális cégekből (egyelőre még kisebbségi) tulajdonrész vásárlásáról is. A befektetések legnagyobb része a kínai gazdaság szükségleteinek előteremtésére irányulnak. A világ energiahordozó termelésre irányuló befektetése között legalább 15% kínai eredetű tőke. A kínai befektetők megjelentek az energiahordozó piacokon is; 2010. novemberi hír, hogy Kína olajmezőket vásárolt Texasban.

Félnünk kell-e ettől a dinamikus energiaigény növekedéstől, a terjeszkedéstől a világ energia piacán? Ma még azt mondhatjuk, hogy pár év távlatában nem. Ezalatt a pár év alatt a kínai ipar tovább erősödik, a belső fogyasztás nő, fejlődik az energiahordozó infrastruktúra. A mai 200 millió tonnás kőolaj import tíz év múlva 400 millió lehet, a földgáz import is közelítheti a 100 milliárd m^3 -t, vagyis a szénhidrogének piacán meghatározó lehet a kínai kereslet. A nö-

vekvő igények árfelhajtó hatását nehéz megbecsülni, de ilyen ütemű kereslet növekedés könnyen 100 dollár fölé emelik a kőolaj hordónkénti árát. A szénhidrogén felhasználás növekedésével a szénfogyasztás kissé csökkenhet, és a szénfelesleg megjelenhet a világ kereskedelemben.

Ne felejtsük el, hogy a rohamosan növekvő kínai gazdaság mellett India, Brazília is igen dinamikusan fejlődik. Ha Oroszországot is hozzávesszük ehhez az ország csoporthoz (BRIC országok), akkor már a Föld népességének 42%-ról, és a világ GDP termelésének 30%-ról beszélünk. Ugyanakkor ezek az országok adják a szénhidrogén külkereskedelem legalább 20%-át 2020-ban. A BRIC országok közül egyedül Oroszország nettó energiahordozó exportőr.

A BRIC országok energia éhsége két dologra hívja fel a figyelmet: ha a készletek növekedése, a kutatás nem tud lépést tartani a fejlődő országok szükségletével, akkor az árak robbanásszerűen emelkedhetnek. A másik tényező: ragyogó befektetési lehetőséget kínál a BRIC országok fejlődő gazdasága az energetikai infrastruktúra építésére.

Molnár László

Új nukleáris erőművek a világban

A Csernobili Erőmű balesete után jégkorszak kezdődött az új nukleáris erőművek építése terén. Különösen igaz ez Európára, ahol több mint másfél évtizedig nem épült új atomerőmű. Ezt a helyzetet törte meg a 2005-ben megindított finn atomerőmű építése.

2010-re azonban, a szénhidrogének árainak emelkedése, az importfüggés csökkentésének szándéka, a klímaváltozás ellene küzdelem és a hosszútávon meglévő optimizmus az áramfogyasztás növekvése tekintetében egy új „nukleáris nyarat” varázsolt elénk.

Mára világszerte 300 új atomerőmű blokk építését készítik elő és mintegy 200 blokk építése várható a következő 20 évben. A működő és az építés alatt álló atomerőmű blokkok számát mutatja az 1. ábra.

Azaz ma a világban 431 atomerőmű blokk működik, és 59 épül. Érdekes megnézni, hogy a fejlett világ – EU és Észak-Amerika – mennyire nem épít új atomerőművet, míg a Távol-Keleten és Kelet-Európában meglepően sok új blokk épül. De ha a tervezés vagy előkészítés alatt álló blokkok számát nézzük, akkor az USA és az EU is igen aktív.

Különösen gyorsan változott a helyzet az EU-ban. Egy sor vezető EU tagállamban alapvető fordulat ment végbe.

John Prescott korábbi angol miniszterelnök-helyettes erről az Európa Tanács által szervezett nukleáris konferencián beszélt Strasbourgban. A konzervatívok és a liberális demokraták koalíciós kormánya a közelmúltban megerősítette, nyolc lehetséges telephelyet jelöltek ki az új atomerőművi blokkok számára. Az első új blokk 2018-ban kezdheti meg a termelést.

Prescott szerint az atomenergia megítélése megváltozott, mert az emberek elfogadták, hogy az atomenergia biztonságos, melyre szükség van a klímaváltozás elleni

harcban és az ellátásbiztonsághoz. Az emelkedő olaj- és üzemanyagárak az atomenergiára irányítják a figyelmet, de kétségtelenül a klímaváltozás is hatással volt a közvéleményre az országban.

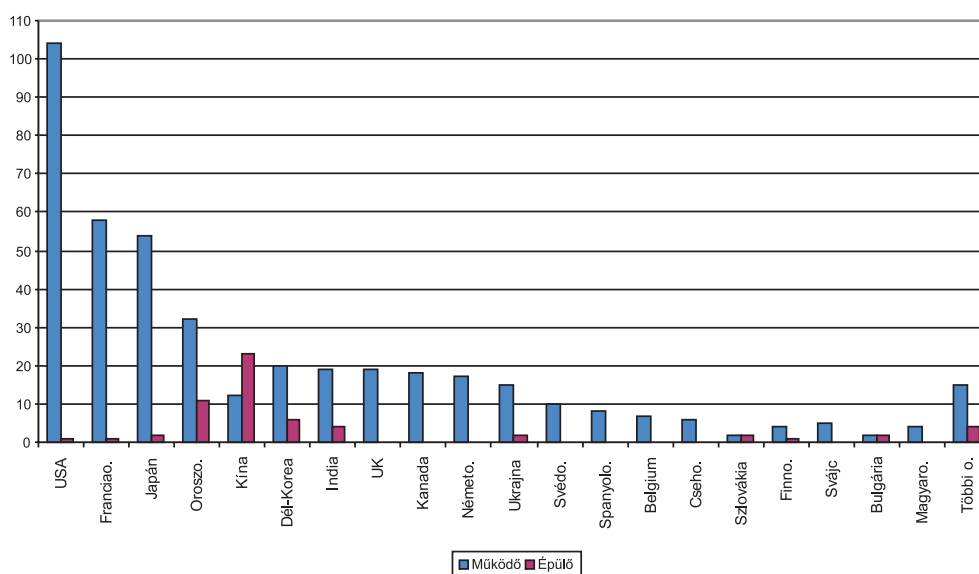
„Más országokhoz hasonlóan Angliában is látják az összefüggéseket, és azt kérdezik: mit fogunk csinálni? Nem úgy tekintenek az atomenergiára, mint ami a biztonságot fenyegeti, ahogy a nyolcvanas években, a csernobili balesetet követően.”

A finn parlament is döntött: megszavazta (2010. júliusában) két új atomerőmű felépítését, az energiabiztonság növelése és a széndioxid kibocsátás csökkentés jegyében.

A döntés két héttel azt követően született meg, hogy a szomszédos Svédország 30 év után feloldotta az atomerőmű építésre vonatkozó moratóriumot. A nukleáris energia meglehetősen vitatott a környezetvédelmi kérdéseket előtérbe helyező észak-európai államok között, ám a svéd és finn döntés rávilágított, hogy a klímaváltozás elleni küzdelem fontossága felülkerekedett a biztonsági rizikón.

A két ország így részesévé vált annak a több mint egy tucat európai államnak, akik reaktorok építésével kívánnak alternatívát találni a fosszilis energiahordozókkal szemben. A finn parlament döntése egyben az ipar nagy győzelmekén értelmezhető, mely régóta próbált nyomást gyakorolni a nukleáris szektorba való fokozottabb befektetések kapcsán.

A német Bundestag 2010. novemberében megszavazta a legújabb atomtörvény-tervezetet. Eszerint az 1980 óta működő atomerőművek működését 8 évvel, a nem olyan régóta energiát termelő reaktorok működését pedig 14 évvel meghosszabbítanák ahhoz képest, mint amiben 2002-ben a szociáldemokrata-zöld koalíció megegyezett.



1. ábra. Működő és építés alatt álló atomerőmű blokkok a világban (forrás: International Atomic Energy Agency)

Heller Lászlóra emlékezünk

Heller László volt az, aki magyar mérnökként a világ energetikai közvéleménye számára érvényesen, tudományosan foglalkozott a hőszivattyúk széles körű energetikai hasznosításával. Megérett a világ, és megérett Magyarország is a hőszivattyú széles körű alkalmazására. Írásunkkal a 30 évvel ezelőtt elhunyt tudós emléke előtt is tisztelgünk.

Heller László (1. ábra) Nagyváradon kezdte meg elemi iskoláit, majd középiskolai tanulmányait Budapesten folytatta. 1927-ben beiratkozott a Zürichi Műszaki Főiskolára (ETH). 1931-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet az ETH-n. Tanácsadó mérnöki munkája során – a Goldberger Textilgyár energetikai korszerűsítésén dolgozva – Magyarországon elsőként javasolta a hőszivattyú alkalmazását már 1937-ben. Az ipari energetika kínáló lehetőségei és a hőszivattyúval kapcsolatos zürichi élményei – 1938 óta a zürichi városházát hőszivattyúval fűtik – arra ösztönözték, hogy a hőszivattyú területén új megoldásokat keressen. Mélyreható kutatási munkájának eredményeit összefoglaló disszertációját 1948-ban nyújtotta be a zürichi ETH Doktori Tanácsához, amellyel elnyerte az egyetem Dr. sc. techn. címét.

A hőenergetikával foglalkozó iskola-teremtő professzor elképzelései között szerepelt, hogy a magyar Parlamentet (2. ábra) és a Műegyetemet a Duna segítségével hőszivattyús fűtéssel lássák el.

A hőszivattyú múltjának magyar vonatkozásával kapcsolatban jelezni kell, hogy 1948-tól a Heller közreműködésével kidolgozott kompresszoros hőszivattyú áttörést jelentett e technológia történetében. Heller László magyar mérnök-ként, a világ energetikai közvéleménye számára tudományosan vázolta, hogy a hőszivattyút miként lehet az energetika egészébe illeszteni. Felhívta a figyelmet, hogy az erőművi hatásfok (η_{eromu}) és a hálózati hatásfok ($\eta_{halozat}$) valamint a hőszivattyú teljesítmény-sokszorozási tényezőjének (COP [kWh/kWh]), illetve a hőszivattyús rendszer szezonálisteljesítmény-tényezőjének (SPF [kWh/kWh]) állandó növekedése – ami a technika fejlődésével feltétlenül következik – folyamatosan javítani fogja a hőszivattyúk gazdaságosságát. A hőszivattyúk világméretű terjedésével napjainkban igazolódhatnak gondolatai.

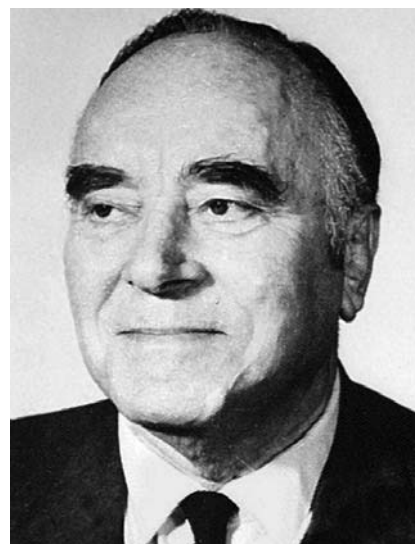
A különböző fűtési megoldások között a hőszivattyús technika kiemelkedő minőségi előnyei: minimális helyi károsanyag-kibocsátás, a megújuló energia nagymértékű felhasználása, hőkomfort, energiahatékonyság.

A következő tényezők növekedése hozzájárul, hogy a hőszivattyús technika az elkövetkező években hazánkban is fejlődésnek induljon:

- munkahelyteremtés,
 - energiaárak (a szóba jövő alternatív tüzelőanyagok árai),
 - importhányad (energiahordozók, új eszközök és berendezések),
 - a megújuló energiaforrásból származó villamosenergia-termelés aránya,
 - erőművi hatásfok (a magyarországi összes erőművi technológiák hatásfokaiból és részarányából számítható, értéke a kezdetektől fogva növekedik) – ma is és előre várhatóan a jövőben is határozottan növekedik),
 - hálózati hatásfok (szállítási- és elosztási hatásfok, ez csak hosszabb távon növekvő érték),
 - a hőszivattyúk teljesítmény-sokszorozási tényezője (a gazdasági verseny miatt növekvő érték),
 - a hőszivattyús rendszer szezonálisteljesítmény-tényezője (a teljes hőszivattyús rendszer, beleértve a hőforrás/hőelnyelő és a hőleadó/hőfelvevő-oldali, szüntelenül fejlődő megoldásai eredményeként egy növekvő érték),
 - az épülethőszigetelés hatásossága,
 - a felületfűtésből (padló-, fal- és mennyezetfűtés) és a nagyfelületű radiátoros fűtésből adódó kisebb fűtési hőmérséklet,
 - a központi fűtés és/vagy hűtés terjedése.
- Ezek a tényezők a technika fejlődésével folyamatosan javítani fogják a hőszivattyúk és a hőszivattyús rendszerek térhódításához a piaci feltételeiket.

Napjainkban a hőszivattyúk alkalmazhatók építmények fűtésére, hűtésére, de akár szellőzésére és használati meleg víz (hmv) előállítására is. A hőszivattyús rendszerek jól alkalmazhatók egyaránt önkormányzati létesítményekhez, uszodákhoz, fürdőkhoz, középületekhez, lakó- vagy más szállásépületekhez, ipari és mezőgazdasági épületekhez: növényházakhoz, állattartási épületekhez; öntözővíz-temperálásához; szárításhoz, valamint élelmiszeripari célokra, távfűtésre és távhűtésre.

Országunk adottságai, nevezetesen Magyarország napenergia- és földenergia-potenciálja, valamint magas színvonalú szellemi tőkéje kedvez a megújuló energiát hasznosító innovatív hőszivattyús technológia elterjesztésének. A magyar mérnökök egyik kiemelkedő apostolának mintegy hetven éves tudományos műve, amely hungarikumnak számít, a hőszivattyúipar magyarországi megteremtésével tárgyasodhatna. Az *Új Széchenyi Terv* segítségével egy hőszivattyús program kitörési ponttá válhat gazdaságunk dinamizálására! 2011-ben az Európai Unió magyar elnöksége idején tárgyalják az EU Duna Régió Stratégiáját, így lehetőségünk van egy *Hőszivattyú-program* elindítására!



1. ábra. Heller László (Nagyvárad, 1907. augusztus 6. – Budapest, 1980. november 8.)



2. ábra. Kép Heller László elképzeléséhez (nem megvalósult terv)

1995. szeptember 15-én az első Heller-rendszerű erőművi léghőköndenzátor üzembehelyezése 40. évfordulóján Heller László emlékülést tartottak az MTA Dísztermében. Hét éve, 2003. november 3-án, a Tudomány Napján avatták fel *Kő Pál* Kossuth-díjas szobrászművész „*Tudósok fala*” című alkotását a Nyugati pályaudvar mellett a Váci út elején. A kőszobron Heller László neve is szerepel. 2007. november 7-én volt mellészobrának felavatása, abban az épületben, ahol 1951-ben megszervezte az Energiagazdálkodási Tanszék (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, D épület, Aula). 2008-ban Heller László díjat alapított a Magyar Kapcsolt Energia Társaság elnöksége, majd 2009-ben magyar szerzőktől „*Hőszivattyús rendszerek. Heller László*”-

letésének centenáriuma” című lektorált szakkönyv jelent meg tiszteletére.

Befejezésül Heller László gondolatával zárom írásomat, melyet különösen nehéz helyzetek megoldása után mondta: „Az a csapás, amibe nem pusztulok bele, csak erősebbé tesz.”

Irodalom

- *Heller László doktori disszertációja:* Die Bedeutung der Wärmepumpe bei

thermischer Elektrizitätserzeugung (cím magyarul: „A hőszivattyú jelentősége termikus villamosenergia-termelés esetében”).

Egyetemi Nyomda, Budapest, 1948.

- *Korényi Zoltán - Tolnai Béla:* Az áramlás- és hőtechnika nagyjai. Életrajzi gyűjtemény. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007.

- *Jászay Tamás:* Heller László iskolatremtő, tudósi és oktatói öröksége. Magyar Energetika, 1995/6. szám.

- *Komlós Ferenc - Fodor Zoltán - Kapros Zoltán - dr. Vajda József - Vaszil Lajos:* Hőszivattyús rendszerek. Heller László születésének centenáriuma. Magánkiadásban, Komlós F., Dunaharaszti, 2009. www.komlosferenc.info

Komlós Ferenc

Helyreigazítás

Az Energiagazdálkodás 2010. 5. számában megjelent „Világítástechnikai előadások az ETE Senior Klubban és a Világítás Házában” című cikknek a kompakt fénycső tulajdonságait ismertető negyedik mondat (31. oldal első hasáb második bekezdés) helyesen:

- „Igaz, hogy villog, de csak hálózati feszültségű (50 Hz-es) előtéttel használva, a kb. 20 ezer herzes elektronikus előtéttel **nem!**”

Az Organikus LED-ről írtakban (31. oldal második hasáb második bekezdés) „...**az 1. táblázat 3. oszlopa...**” szövegrész helyesen: „...**a vetített táblázat 3. csoportja...**”.

Kedves Tagtársunk!

Szíves tájékoztatásul közöljük az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Szenior Energetikusok Klubjának 2011. I. félévi programját:

I. 20.	<i>Dr. Berta István</i> tanszék csoportvezető <i>BME Villamos, mágneses, elektromágneses erők élettani hatásai</i> (Házigazda: Princz Zoltán)
I. 27.	<i>Dr. Zsebik Albin</i> egyetemi docens <i>BME Energiahatékonyság-növelő lehetőségek</i> (Házigazda: Bárdy László)
II. 3.	<i>Balázs László</i> globális innovációs igazgató <i>GE Lighting Villamos hálózatok és világítástechnika</i> (Házigazda: Iring Rezső)
II. 10.	<i>Gajdos István</i> építész <i>Az urbanisztikai gondolkodás fejlődése</i> (Házigazda: Szabó Benjamin)
II. 17.	<i>Dr. Zoletnyik Sándor</i> tudományos főmunkatárs <i>KFKI Fúziós reaktorok</i> (Házigazda: Kostyál László)
II. 24.	<i>Dr. Szatmári Zoltán</i> egyetemi tanár <i>BME Csernobili anomáliák</i> (Házigazda: Kostyál László)
III. 3.	<i>Dr Gyulai József</i> akadémikus <i>Nanotechnika</i> (Házigazda: Kostyál László)
III. 10.	<i>Dr. Zrínyi Miklós</i> egyetemi tanár <i>MTA levelező tagja Intelligens anyagok</i> (Házigazda: Kostyál László)
III. 24.	<i>Hónig Péter</i> okleveles gépészmérnök <i>Eredményes kommunikáció a sikeres karrierhez</i> (Házigazda: Szabó Benjamin)

III. 31.	<i>Látogatás a 4. metro egyik épülő állomásán</i> (a találkozás pontos helye és időpontja később lesz meghatározva.) (Házigazda: Bárdy László)
IV. 7.	<i>Dr. Illés Erzsébet</i> csillagász <i>MTA Csillagászati Kutatóintézet A Naprendszer-kutatások legújabb eredményei</i> (Házigazda: Munk Endre)
IV. 14.	<i>Dr. Légrády Dávid</i> egyetemi docens <i>BME Orvosi fizikai kutatások</i> (az orvosság fizika helyzete hazánkban: képzés, kutatás, fejlesztés) (Házigazda: Elek János)
IV. 21.	<i>Dr. Gács Iván</i> egyetemi docens <i>BME Megújulókról reálisan</i> (Házigazda: Elek János)
IV. 28.	<i>Dr. Petschnig Mária Zita</i> közgazdász <i>A gazdaság elemzése</i> (Házigazda: Munk Endre)
V. 5.	<i>Kirándulás</i> (A meglátogatásra kerülő gyár és helyszín, később kerül meghatározásra)
V. 12.	<i>Klubnap</i> <i>Beszélgetés végrehajtott programjainkról, gondolatcsere a jövő irányairól.</i> (Házigazda: Szabó Benjamin)

Az ülések helye és ideje:
Magyar Elektrotechnikai Múzeum
Zipernovszky terem II. emelet
Budapest, VII. Kazinczy u. 21. 10 óra
Budapest, 2010. december 13.

Szabó Benjamin
a Szenior Energetikusok Klub elnöke

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.

Ez a megbízhatóság

–weishaupt–



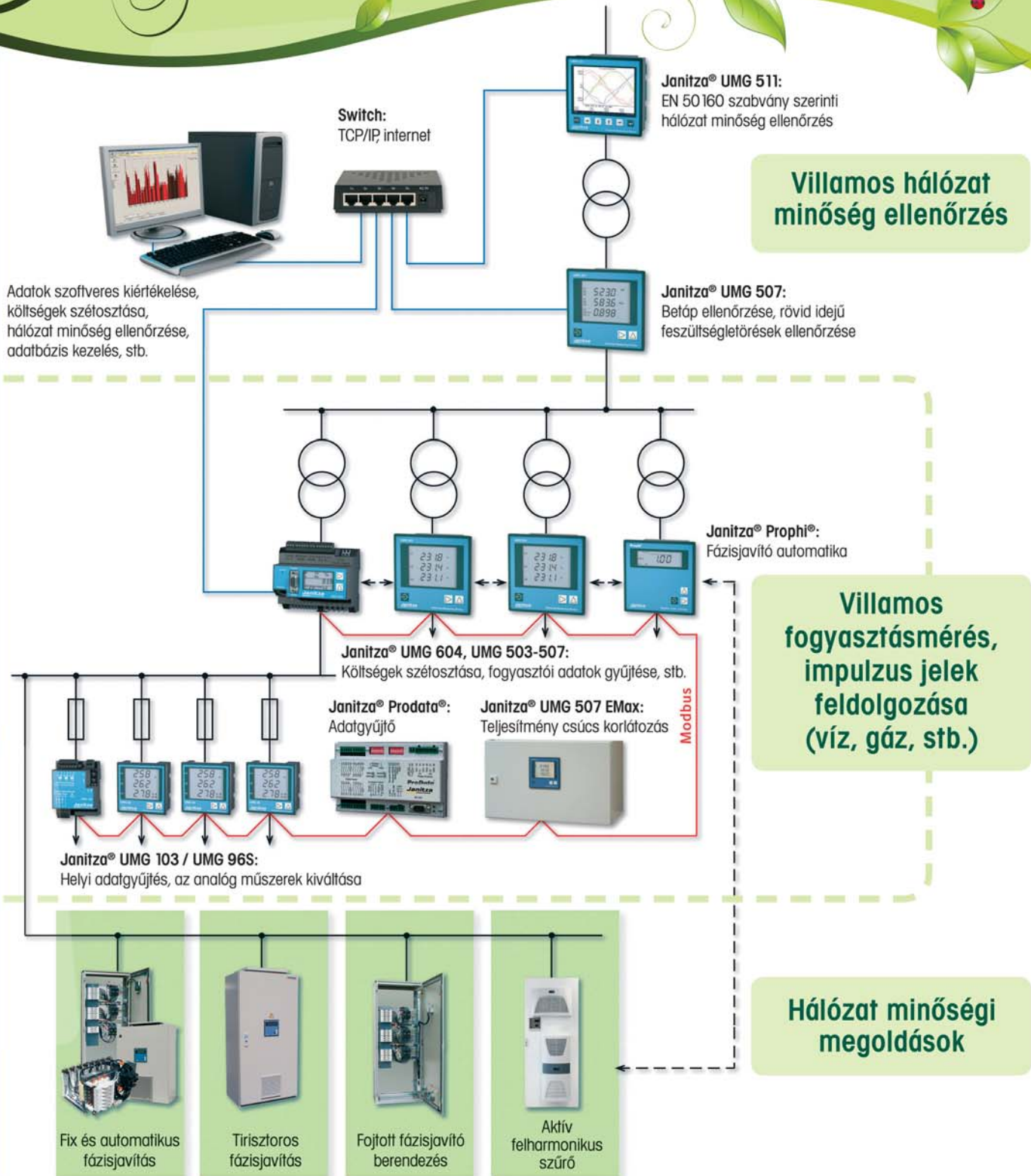
A Weishaupt termékprogram:

szolárberendezések hőszivattyúk kondenzációs olajkazánok kondenzációs gázkazánok tüzelőberendezések



HUNYADI Kft.

Az új évben is számíthat ránk! Mi számítunk Önre!



Adatok szoftveres kiértékelése, költségek szétosztása, hálózat minőség ellenőrzése, adatbázis kezelés, stb.