



# ENERGIA- GAZDÁLKODÁS

AZ ENERGIAGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET SZAKFOLYÓIRATA

51. ÉVFOLYAM 2010. 4. SZÁM

*"Vitassuk meg a jövőnket"*

## 3. Energiastratégiai Konferencia 2010



Szervező: Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület  
2010. november 11-12.  
ABACUS Business & Wellness Hotel\*\*\*\*  
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 3.



További információ:  
Congress Rendezvényszervező Kft.  
06 12120056  
szekely.roni@congress.hu

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



Az MVM új erőmű beruházása,  
a sopronkövesdi szélenergia-park

Szolar-parabola elvén  
működő napkollektor



# Az MVM a környezetért



Holnapra is marad.  
Ha okosan gazdálkodunk az árammal!



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

**Főszerkesztő:**

Dr. Zsebik Albin

**Felelős szerkesztő:**

Bartha Tibor

**Tudományos Bizottság vezetője:**

Dr. Molnár Károly

**Szerkesztőbizottság:**

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

**Honlap szerkesztők:**

Gerda István Zsolt, Kormányos Szilvia

www.enga.hu  
www.energiamedia.hu

**Kiadja:**

Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület

**Felelős kiadó:**

Bakács István

**A szerkesztőség címe:**

Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület

1027 Budapest,  
Fő u. 68. V. em. 525.  
Telefon: 353-2751; 353-2627.  
Telefax: 353-3894  
E-mail: mail.ete@mtesz.hu

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

ISSN 0021-0757

**Tipográfia:**

Bausz Sándor

**Nyomdai munkák:**

HAXEL Kft.

## TARTALOM • CONTENTS • INHALT

### *Energiaiac • Energy market • Energiemarkt*

*Dombi Mihály*

- Egy fenntartható energiarendszer hatékonysági vizsgálata 3  
Efficiency analysis of a sustainable energy system  
Analyse der Wirksamkeit eines nachhaltiges Energiesystems

*Szilágyi Zsombor*

- Orosz földgáz Európában 10  
Russian Natural Gas in Europe  
Russisches Erdgas in Europe

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

*Sándor Csaba, Ósz János*

- A szilárd biomassza kémiai összetétele és tüzeléstechnikai tulajdonságai 14  
The chemical composition and combustion characteristics of solid biomass  
Chemische Zusammensetzung und Feuerungstechnische Eigenschaften der festen Biomasse

*Kujbus Attila*

- Megújuló energiák európai technológiai platformjai és a geotermikus energia 18  
European Renewable Energy Technology Platforms and the Geothermal Energy  
Die Plattform der europäischen regenerative Energia und die geotermische Energie

### *EU-hírek • EU news • EU Nachrichten* 23

### *Energiahatékonyság • Energy efficiency • Energieeffizienz* 25

### *Ötletlap • Project Ideas • Projekt Ideen* 26

### *Vélemény • View • Meinungen*

*Forrai György*

- A hőbázisú hőellátás jövőbeni hosszútávú marketing kérdéseiről 27

### *Hírek, információk • Informations • Mitteilungen* 29

**MVMERBE Zrt.**

Akkreditáció a villamosiparban



Lapunkat rendszeresen szemlézi  
Magyarország legnagyobb  
médiafigyelője, az

**»OBSERVER«**

BUDAPEST MÉDIAFIGYELŐ KFT.

## Szerzők

Dombi Mihály  
egyetemi hallgató  
Debreceni Egyetem  
Gazdálkodástudományi  
és Vidékfejlesztési Kar  
dombim@gmail.com

Forrai György  
okl. gépészmérnök  
EN-BLOCK Kft.  
ügyvezető igazgató  
forrainb@hu.inter.net

Kujbus Attila  
okl. bányamérnök,  
geotermikus energia szakmérnök,  
DMS, MBA  
Geotermia Expressz Kft.  
ügyvezető igazgató  
akujbus2010@gmail.com

Dr. Ósz János  
egyetemi docens, PhD  
BME Energetikai  
Gépek és Rendszerek Tanszék,  
osz@energia.bme.hu

Sándor Csaba  
PhD hallgató  
BME Energetikai  
Gépek és Rendszerek Tanszék,  
csaba.sandor4@gmail.com

Dr. Szilágyi Zsombor  
iparági kapcsolatok divízió igazgató  
EMFESZ Kft.  
Tel.: 06 30 3366 539  
e-mail: szilagyzs@emfesz.hu

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

Dr. Barótfi István, Bányai István,  
Bohoczy Ferenc,  
Dr. Böszörményi László,  
Dr. Csoknyai Istvánné,  
Czoch Árpád, Dohanicz László,  
Dr. Garbai László, Györke Béla,  
Horváth J. Ferenc, Hausenauer András,  
Dr. Iring Rezső, Dr. Kerekes Sándor,  
Kerényi A. Ödön, Kováts Imre,  
Lengyel Gyula, Dr. Penninger Antal,  
Dr. Reményi Károly,  
Dr. Szabó Szilárd, Dr. Szabó 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

## Mohácsi Miklós 80 éves

Mohácsi Miklós Egyesületünk Esztergomi szervezetének alapító elnöke, 2010-től tiszteletbeli elnöke, 1930. július 3-án született Nyergesújfalun. 1950-ben a Bencés-Szalézi Gimnáziumban érettségizett. Ezt követően az Eternitgyárban dolgozott, majd innen volt módja bejutni a Budapesti Műszaki Egyetemre, ahol 1956-ban szerzett okleveles gépészmérnöki diplomát. 1956–1971-ig a Dorogi Erőműben dolgozott. Tevékenysége nagyon sikeres volt, 1963-tól már az erőmű főmérnöke, majd műszaki igazgató-helyettese.

Mohácsi Miklóst 1972-ben kinevezték az akkor létesülő, új nagyteljesítményű lignittüzelésű erőmű, a jelenlegi Mátrai Erőmű főmérnökévé. Az erőmű akkor az ország legnagyobb beruházása volt. A külfajtsról érkező alacsony fűtőértékű lignit fogadása, kezelése és tüzelése rendkívüli feladatok teljesítését tették szükségessé. Mohácsi Miklós vezetői és szakmai tevékenységével, sokkal járult hozzá az erőmű sikeres üzembe-helyezéséhez és eredményes működtetéséhez. Az erőmű zavartalan üzemeltetése elsősorban a szak személyzet felkészültségén múlik. Mohácsi Miklós egyik legfontosabb feladatának tartotta az üzemeltető és karbantartó szakemberek képzésének megszervezését. Ebben kiemelkedő eredményeket ért el.

Mohácsi Miklós a szakképzés iránti vonzalmának engedve a NIM – Továbbképző Központ Ipari Vezetőképző Intézetnél vállalt és látott el kiemelkedő ered-



ménnyel számos szervező, irányító feladatokról. Ezen időszak alatt elvégzett Münchenben egy menedzserképzőt. Több hazai és külföldi cég kérte fel továbbképzéseket, szakelőadásokat tartására. 1995-től 2005-ig a Dunagáz Rt. mérnökmenedzsere. Fő szervezője volt a főenergetikus szemináriumoknak, energetikai fórumoknak, konferenciáknak, valamint számos szaktanfolyamnak. 2001-ben német nyelvű pályázatára megkapta a brüsszeli székhelyű FEANI-tól az Európa Mérnök-i címet.

Mohács Miklós 1964-től tagja Egyesületünknek. Mind a Dorogi Erőmű, mind a Mátrai Erőmű főmérnökeként vezető tisztségviselője és egyben aktív tagja volt az ETE üzemi szervezeteinek. Számtalan egyesületi rendezvény szervezője és szak-

mai előadója volt. Az ETE Esztergomi Szervezetének alapító tagja és elnöke. Az Esztergomi Szervezet – bár jelentős energetikai bázisvállalat nem áll mögötte – egyike Egyesületünk legeredményesebben működő közösségeinek. Nagyszámú rendezvény, aktív szervezeti élet jellemzik hosszú évek óta tevékenységüket. Létrehozták az ETE első, és eddig egyetlen határon túli szervezeti egységét, a Párkányi Csoportot. Kiemelkedően eredményes az Esztergomi Szervezet által a középiskolákban folytatott energetikai ismeretterjesztés. Az érintett tanárok, oktatók részt vesznek az ETE munkájában, a diákoknak szakelőadásokat tartanak, a legérdeklődőbbek számára lehetővé teszik az energetikai rendezvényeken való részvételt.

Mohácsi Miklós az ETE-n kívül közreműködik más civil szervezetek munkájában is, elsősorban az Esztergomi MTESZ-ben és a GTTSZ-ben. Ezzel elősegíti, illetve tartalommal tölti meg a szervezetek közötti együttműködést.

Mohácsi Miklós tevékenységért számos kitüntetésben részesült. Egyesületünk 1978-ban szikla Géza Díjjal, 2005-ben Segner János András Díjjal tüntette ki, 2006-ban pedig Választmányunk Tiszteletbeli Taggá fogadta.

Szerkesztőségünk nevében köszöntjük születésnapja alkalmából. Jó erőt, egészséget, és mint az Esztergomi Szervezet aktív tiszteletbeli elnökének sok sikert kívánunk neki.



Dombi Mihály

## Egy fenntartható energiarendszer hatékonysági vizsgálata\*

A jelenlegi technológiai fejlettségi szint mellett felvázolható egy – a maitól eltérően – fenntartható energiarendszer. Tanulmányomban megkíséreltem leírni és jellemezni Magyarország jövőben leginkább elképzelhető energiarendszerét, mely megfelel a fenntarthatóság követelményeinek. A primer energiaforrások összetétele szerint különböző változatokat alakítottam ki, és ezek energiahatékonyságát vizsgáltam input-output szemléletben.

Today's technological level of knowledge makes it possible to sketch a sustainable energy system – which stays in contrast with the present situation. This article describes the most probable energy structure in the future, which meets sustainability requirements. This study combines primary energy sources into different sustainable energy systems' scenarios, which are analysed in terms of their efficiency using the kind of input-output methodology.

### Bevezetés

Az emberiség előtt álló talán legjelentősebb feladat az elkövetkező évtizedekben a globális energiarendszer átalakítása lesz. A szén-dioxid kibocsátás nagyrészt az energetikai folyamatokhoz köthető, ezért a klímaváltozás elleni küzdelemben megkerülhetetlen az egyes nemzetgazdaságok energiakeverékének változtatása. Rövid távon ellátás-biztonsági problémák felmerülése várható, hosszú távon pedig szembe kell néznünk a fosszilis energiahordozók végecséjével is.

A tudomány mára a fosszilis energiahordozók helyettesítésének minden problémájára talált megoldást, ezek egy része már működőképes technológiát képvisel. Fel tudunk tehát vázolni egy olyan energiarendszert, amely teljes mértékben megújuló energiaforrásokra és környezetkímélő energiahordozókra épül. Tanulmányomban arra teszek kísérletet, hogy Magyarország tekintetében felvázoljam egy ilyen energiakeverék lehetséges változatait, majd ezeket összehasonlítsam energiamérlegük, energetikai hatékonyságuk szempontjából, nem tekintve az esetleges gazdaságossági kérdéseket.

A hatékonyság a fenntarthatóság egyik általános alapkövetelménye; fontos, hogy az egyes rendszerek közül melyik esetén lép fel a legkisebb terület-, anyag-, energia- és költségigény, különösen ha figyelembe vesszük, hogy a

jövőben az energia mennyisége lehet a gazdaság behatároló tényezője.

A vizsgálat az egész energetikai rendszerre kiterjed, az energiaforrások előállításától, kinyerésétől kezdve, minden átalakítási folyamaton keresztül a véghasználatig. A módszer hátránya, hogy a felvázolt energiarendszer egyes változatai előreláthatóan a század második felében válhatnak realitássá, ami jelentős bizonytalanságot jelent a technológiai fejlődés irányának és ütemének megítélésében, ugyanakkor a vizsgálat rámutathat egyes technológiák kiemelkedő szerepére, eredményei segíthetik az egyes stratégiai energiapolitikai és innovációs döntéseket; valamint lehetőséget ad további kutatásokra, pl. költséghatékonysági vizsgálatokra.

### Szakirodalmi áttekintés – energiamérleg-számítások

A múlt század 70-es éveiben kezdődött meg a különböző energiamérleg-számítási módszerek kialakítása. A kutatásokat főleg az 1973–74-es valamint az 1980–81-es energiaár-robbanás ösztönözte, mivel azok rávilágítottak az energia-ellátás kiemelt gazdasági és geopolitikai jelentőségére [9][25].

Az első módszer az „energy account” volt, amelynek segítségével közös nevezőre hozhatóak egy adott termék vagy szolgáltatás által igényelt természetes ráfordítások [16]. A módszer segítségével összegezhetővé vált a termelés során felhasznált anyag és energia [7]. Az energy elszámolás a 80-as évek óta különböző ökológiai, ipari és gazdasági rendszerek vizsgálatára irányul. *Hau és Bakshi* [19] szerint a módszer hátránya a túlzott részletesség, a nehezen hozzáférhető adatok magas aránya, illetve hogy a kapott eredmény nehezen hozható kapcsolatba más termodinamikai mutatókkal. Később az életciklus elemzés (LCA) kezdtek használni energetikai vizsgálatok elvégzéséhez, majd kialakult az „energetikai életciklus elemzés” (LCEA) [26].

A jelen tanulmányban elvégzett számítások leginkább a „nettó energia vizsgálat” (net energy analysis) módszerein alapulnak. Az EROI (energy return on investment) a szolgáltatott energia és a felmerült energiaköltségek hányadosa (1). A vizsgálat tárgyát képezhetik energiarendszerek, termékek vagy beruházások [7][25].

$$EROI = \frac{\text{összes szolgáltatott energia}}{\text{összes energiaköltség}} \quad (1)$$

*Cleveland és munkatársai* [8] arra hívták fel a figyelmet, hogy az EROI a tüzelőanyagok, üzemanyagok minőségjele. „Ceteris paribus, azok a gazdaságok, melyek

\* A cikket Bai Attila és Kuti István lektorálta

jobb minőségű természeti erőforrásokhoz, főleg magasabb EROI-val jellemezhető tüzelőanyaghoz jutnak hozzá, nagyobb gazdasági teljesítményre képesek”. Jelen tanulmány azonban a felvázolt magyar energiarendszer költségvonzatát nem vizsgálja, ezért az EROI számítási módszere nem alkalmazható. Vizsgálatom során az EROEI (energy return on energy invested) módszert vettem alapul, mely a rendszer működtetéséhez szükséges energiához viszonyítja a kinyert hasznos energiát (2).

$$EROEI = \frac{E_{\text{output}}}{E_{\text{input}}} \quad (2)$$

A módszer legnagyobb hátránya, hogy míg az  $E_{\text{output}}$  könnyedén mérhető, addig az  $E_{\text{input}}$  nehezen összegezhető.  $E_{\text{input}}$  két fő részre bontható: a primer energiainputok könnyen mérhető ráfordítások, főleg energiahordozók; a szekunder energiainputok viszont már nehezen vehetők számba, pl. az anyagok szállítása, az épületek, berendezések energiatartalma [33]. Ezen nehézségek jelen tanulmány számértékeit is torzítják kismértékben.

Bai Attila és munkatársai [2] a fenti viszonyozószámot „energiahatékonysági mutatónak” (EH) nevezik, tanulmányomban én is ezt a kifejezést használtam.

Büki Gergely [4] a biomassa-felhasználás energia-mérlegének vizsgálatakor a „relatív névleges energiafogyasztás” mutatóját használta, mely az energetikai ráfordításokat a felhasznált anyag mennyisége és energiatartalma alapján viszonyítja a nyert energiamentiséghez (3).

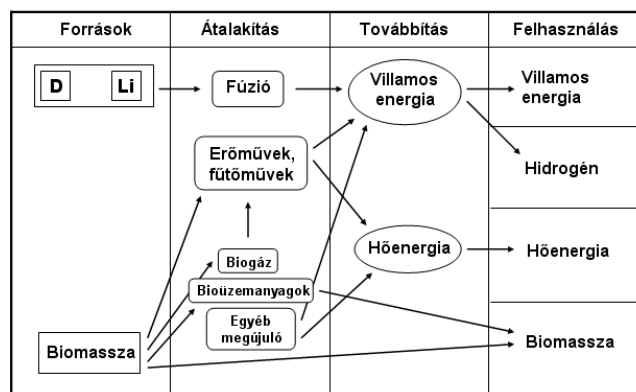
$$\varepsilon = \sum \frac{m_i h_i}{m_{\text{bio}} h_{\text{bio}}} \quad (3)$$

ahol:  $m_i$  a felhasznált energiatartalmú anyag tömege;  $h_i$  a felhasznált energiatartalmú anyag fajlagos energiatartalma;  $m_{\text{bio}}$  a megtermelt biomassa tömege;  $h_{\text{bio}}$  a megtermelt biomassa energiatartalma.

## A rendszer bemutatása

A mai technológiai tudásunk arra enged következtetni, hogy a fosszilis energiahordozókat helyettesíteni képes források Magyarországon részben a megújuló energiaforrások lesznek, jelentős szereppel bírhat a jövőben azonban a magfúzió is, amennyiben a kutatások sikerrel járnak. A közlekedés energiaigényeit – vizsgálatomban változatoként kisebb-nagyobb mértékben – a hidrogén, mint energiahordozó, valamint biohajtóanyagok elégítik ki. Az ilyen felépítésű energiarendszer struktúráját figyelhetjük meg a 1. ábrán. A tanulmányomban felvázolt energiakeret fenntarthatónak tekinthető, hiszen az energiaforrások kinyerése, átalakítása, és az energiaszolgáltatás során nem lépnek fel a környezet regenerálódó-képességét meghaladó hatások, emellett pedig kellő alapot szolgáltat a további fejlődéshez.

A fúziós energia hasznosítása az energetikai kutatások közül jövőnk szempontjából a legfontosabbak közé sorolható. Kimagasló az energiasűrűség: a használt anyagok



1. ábra. Az egyes változatok alapját képező, fenntartható energiaszerkezet

fűtőértéke a fúzióban 400 millió MJ/kg [21]. A jelenlegi kutatások és az eddigi eredmények a D + T reakcióra irányulnak, mivel annak küszöbenergiája a legalacsonyabb [34]. Ez esetben a trícium előállításához azonban lítiumra is szükség van, ami – lévén az bányászott nyersanyag – a fenntarthatóságnak némileg ellentmond, bár az igényelt mennyiség nagyon alacsony.

Magyarország primer energiafelhasználásában a megújuló energiaforrások aránya meghaladja az 5%-ot, ennek közel 90%-a biomassa. Különböző becslések szerint hazánk technikai potenciálja kb. 300 PJ/év, az összes megújuló energiaforrás technikai potenciálja Magyarországon a mai energiaigény (1125 PJ) kb. egyharmadára-felére tehető [11].

A gazdasági tevékenység bővülése, a technológiai fejlődés és az életminőség javulása miatt a villamos energia kereslete a jövőben is folyamatos növekedést fog mutatni [31]. 2030-ig a magyar villamos energia-fogyasztás a hatékonyság folyamatos növekedése mellett is évi 1,9 ±1%-al nőhet [17]. A hőenergia a lakosság és az ipar energiaellátásában játszik jelentős szerepet, segítségével növelhető az energetikai rendszer hatékonysága (pl. kapcsolt energiatermelés, hulladék hőhasznosítás), és egyes megújuló energiaforrások hasznosítása csak ilyen formában gazdaságos. A biomassa, mint energiahordozó a végenergia-fogyasztásban bioüzemanyagok és közvetlen eltüzelés révén jelenik meg.

A jövőben a magfúzió energiájának hasznosíthatóságával lehetőség nyílik nagymennyiségű hidrogén előállítására vízbontás segítségével. A közlekedés terén az akkumulátorok nem értek el gazdaságos méretet, tömeget és határfokot [29], a folyékony üzemanyaggal működő járművek határfoka pedig nagyon alacsony. Az új hajtóanyag bevezetése érdekében várhatóan az ellátás decentralizált módja fog megvalósulni, a hidrogén töltőállomásokon történő termelésével [28][22], mert a különböző szállítási módok jelentős energiaigénnyel rendelkeznek [27], a villamos energia hálózat pedig adott, egyéb vezetékes vagy mobil infrastruktúra kiépítésének költsége nem terheli a technológiaváltást.

	Megújuló energiaforrások a primer energia-fogyasztásban, %	Fúziós energia a primer energia-fogyasztásban, %	Biohajtóanyagok aránya, %	Megújuló energiaforrások összetétele, %	
				biomassza	egyéb megújuló
M/a	70	30	50	80	5
M/b	70	30	50	50	12,5
F	40	60	20	80	5
K/a	50	50	40	80	5
K/b	50	50	40	60	10
FN	100	0	100	80	5

A fent bemutatott energiakeverék egyes változatait külön-külön vizsgáltam energiámérlegük szempontjából. Az elkülönítés célja, hogy a megújuló energiaforrások összetétele, a fúzió-megújuló arány, és a gépjárműpark üzemanyaga szerint megközelítőleg kijelölhető legyen a leghatékonyabb kombináció. Ezen változatokat a 1. táblázat mutatja be.

Az M (megújuló) változatok a megújuló energiaforrások dominanciáját feltételezik az energiarendszerben, míg az F (fúzió) változat a fúziós energia-termelését. A K (ki-egyenlített) változatok az egyensúlyt feltételezik, az FN (fúzió nélkül) pedig a fúziós kutatások teljes kudarcának lehetőségét vázolják fel. Az FN verzióban feltételeztem a többi változatnál alacsonyabb energiafogyasztást, mivel láthattuk, hogy hazánk energetikai potenciálja a megújuló energiaforrások terén véges.

### Az energiarendszer vizsgálata

Az egyes változatok energiámérlegének számítása során először a rendszer energifolyamait számítottam ki, ez szolgáltatja a későbbi mérlegszámítások alapját. Előzetesen megállapítottam egyes véghasználati energiaformák várható keresletét, illetve a biomassza-felhasználás összetételét. A hőigényeket 180 PJ értéken állapítottam meg, ez a mai hőenergia-fogyasztásnál kb. 100 PJ-al magasabb. A hőenergia-felhasználás jelenleg a végenergia-fogyasztás 7%-ra tehető [14]. A hőenergia-kereslet növekedése mellett a szilárd biomassza-felhasználást 200 PJ értéken számítottam a mai 70 PJ-al szemben, ugyanis részben ezen két energiahordozónak kell helyettesítenie a földgáz hőenergia-szolgáltató szerepét a lakosság körében. A szilárd energiahordozók szerepe napjainkban mindössze 8% a végfelhasználásban. A villamosenergia-felhasználás 2008-ban 192 PJ volt [24], ennek további növekedése várható, szerepét a végfelhasználásban 300 PJ-ra becsültem. Az FN verzióban ezen igényeket 40%-al csökkentettem.

Az energifolyamok számítása során első lépésben az üzemanyag-szükségletet kell kiszámítani, hiszen az egyes változatok eltérő arányban feltételezik a bioüzemanyagok és a hidrogén keresletét, ami alapvetően befolyásolja a rendszert. A magyar gazdaság benzinfogyasztása 2030-ra várhatóan 1,662 Mt-ra, míg dízelolaj-felhasználása 2,757

Mt-ra emelkedik [18]. Várhatóan csak bioetanol terén valószínűsíthető meg az ország önellátása, a kereslet az alacsonyabb árak irányában a benzint helyettesítő üzemanyag irányába toódik majd. A gépjárművek hatásfokának növekedését, valamint a fogyasztói környezettudatosság növekedését figyelembe véve a bioetanol illetve a biodízel évi 2 ill. 2,3 Mt keresletével számoltam. A gazdaság fennmaradó üzemanyag-igényét a hidrogén fedezi, a következő lépésben tehát kiszámítható a hidrogén formájában megjelenő véghasználati energiámennyiség (5).

$$E_u = v_{bio} (2h_b \alpha + 2,3h_d \beta) \quad (4a)$$

ahol:  $v_{bio}$  az adott változatban meghatározott bioüzemanyag-arány;  $h_b = 26$  MJ/kg a bioetanol fűtőértéke;  $h_d = 37$  MJ/kg a biodízel fűtőértéke;  $\alpha = 1,6$  a bioetanol benzinegyenértéke;  $\beta = 1,13$  a biodízel dízelegyenértéke

FN verzió számításakor a képlet a következőképpen módosul:

$$E_u = v_{bio} (1h_b \alpha + 1h_d \beta) \quad (4b)$$

$$E_H = (1 - v_{bio})(2 + 2,3)h_H \lambda \quad (5)$$

ahol:  $h_H = 126$  MJ/kg a hidrogén fűtőértéke;  $\lambda = 0,11$  a hidrogén üzemanyag-energiaegyenértéke

Az előzetesen meghatározott végső energiafogyasztási tételeket ismerve és az (4) (5) lépéseket követően már kiszámítható az adott változat végső energiafogyasztása:

$$E_V = 180 + 300 + (200 + E_u) + E_H \quad (6a)$$

FN verzió esetén a képlet a következőképpen módosul:

$$E_V = 108 + 180 + (120 + E_u) \quad (6b)$$

A modell egyszerűsítésének érdekében feltételeztem, hogy a fúziós energia, a víz és a szél energiája a villamos energia-termelést szolgálja, míg a geotermikus és napenergia közvetlenül a felhasználókat látja el hőenergiával. A fogyasztók hőellátásának energiaigénye a hálózat bemeneti oldalán tehát:

$$Q = (1 + \varepsilon_{vh})(180 - v_{geo} \eta_{geo} E_p + v_{nap} \eta_{nap} E_p) \quad (7)$$

ahol:  $v_{geo}$  az adott változatban meghatározott geotermikus energia-arány;  $\eta_{geo} = 0,6$  a geotermikus-átalakítás hatásfoka;  $v_{nap}$  az adott változatban meghatározott napenergia-



arány;  $\eta_{nap} = 0,3$  a napenergia felhasználás hatásfoka;  $\varepsilon_{vh} = 0,05$  a távhálózat hővesztesége

Ugyanígy felírható a fogyasztók villamos energia-igénye a hálózat bemeneti oldalán (9), miután a hidrogénellátás hálózati igénye is kiszámításra került. A vízbontással történő hidrogéntermelés energiaigénye [29] szerint 201 MJ/kg, [30] szerint pedig 140 MJ/kg. A technológia fejlődését feltételezve 150 MJ/kg értékkel számoltam.

$$E_e = (1 - \nu_{bio})(2 + 2,3)\lambda' E_e \quad (8)$$

ahol:  $'E_e = 150$  MJ/kg az elektrolitikus hidrogéntermelés fajlagos energiaigénye

$$E_{vill} = (1 + \varepsilon_{vv})(300 + E_e) \quad (9)$$

ahol:  $\varepsilon_{vv} = 0,1$  a villamos energia rendszer vesztesége  
A következő lépésben egy egyenlet segítségével kiszámolhatjuk az adott változatban  $E_v$ -hez hozzárendelhető  $E_p$  primer energia-felhasználást. Itt használjuk fel az előre meghatározott biomassza-forma arányokat, melyek szerepét a villamos- és a hőenergia-ellátásban Magyarország biomassza-potenciálja alapján becsültem [1]. A kapcsolt energiatermelés a primer energiafelhasználás csökkentésének egyik lehetősége, ezért a számítás során a villamos energia-előállítás hatásfokát szándékosan magasabbra becsültem, hogy így érvényesítsem a kapcsolt energiatermelés energetikai előnyeit. A fúziós energiatermelés hatásfokát az [13] adatai alapján, míg az egyes magújuló energiaforrásokat Vajda György [31], és Büki Gergely [5][6] munkái alapján becsültem.

$$\frac{[v_{bm}E_p - (200 + E_u)] - \frac{Q}{0,4\eta_{1h} + 0,2\eta_{2h} + 0,3\eta_{3h} + 0,1\eta_{4h}}}{E_{vill} - (v_f\eta_f E_p + v_v\eta_v E_p + v_{sz}\eta_{sz} E_p)} = \quad (10)$$

$$\frac{0,4\eta_{1v} + 0,2\eta_{2v} + 0,3\eta_{3v} + 0,1\eta_{4v}}{0,4\eta_{1v} + 0,2\eta_{2v} + 0,3\eta_{3v} + 0,1\eta_{4v}}$$

$$E_{vill} - (v_f\eta_f E_p + v_v\eta_v E_p + v_{sz}\eta_{sz} E_p) \geq 0 \quad (11)$$

ahol:  $v_{bm}$  az adott változatban meghatározott biomassza-arány;  $\eta_{1h} = 0,72$  a biogáz-alapú hőenergia-előállítás hatásfoka;  $\eta_{2h} = 0,82$  a mezőgazdasági és ipari melléktermékekre alapozott hőtermelés hatásfoka;  $\eta_{3h} = 0,85$  az erdészeti termékek hőenergia-átalakításának hatásfoka;  $\eta_{4h} = 0,8$  a mezőgazdasági termékekre alapozott hőelőállítás hatásfoka;  $\eta_{1-4v}$  villamos hatásfokok ugyanezen alapokon, rendre: 0,45; 0,25; 0,35; 0,3.  $v_f$  az adott változatban a fúziós energiatermelés aránya és  $\eta_f = 0,36$  annak hatásfoka;  $v_v$  az adott változatban a vízenergia aránya, és  $\eta_v = 0,85$  annak hatásfoka;  $v_{sz}$  az adott változat szélenergia-aránya; és  $\eta_{sz} = 0,35$  annak hatásfoka

Az  $E_p$  kiszámításával a rendszer minden energiafolyama ismertté válik, így lehetőség nyílik az energiahatékonysági mutató kalkulációjára. Az energiahatékonysági mutató kiszámításához sorban ki kell számítani az energiarendszer ellátása érdekében felmerült energiainputokat. A magfúziós energiatermelés energiárfordításait (12) szerint összegezzük:

$$E^{inp}_f = E_D + E_{Li} + E_{ef} \quad (12)$$

ahol:  $E_D$  a deutérium-előállítás energiaigénye;  $E_{Li}$  a lítium-termelés energiaigénye;  $E_{ef}$  a fúziós energia-előállítás önfogyasztása

Egy 1000 MW-os blokk évi 7000 órás üzemidővel 25,2 PJ energia termelésére lesz képes, melyhez mindössze 100 kg deutériumot és 3 t lítiumot igényel [12]. Mindezek alapján 1 PJ, fúzió által előállított villamos energia deutérium-igénye 3,98 kg, valamint lítium-igénye 119,01 kg. A deutérium előállításának energiaigénye 342 GJ/kg [32], a lítium-termelés energiafelhasználása 0,162 GJ/kg [20].

A fúziós erőművek önfogyasztásában felmerülő tételek a plazmaállapotban lévő anyag fűtésére és áramoltatására fordított energia, valamint a divertor által igényelt energia. A mágneses összetartás érdekében felmerült energiaigény elhanyagolható, mivel az szupravezető tekercsek segítségével fog megvalósulni [34][35]. A fúziós energiatermelés önfogyasztásának tételeit a *European Fusion Development Agreement (EFDA)* tanulmányára [13] alapoztam, a szilárd lítiumot tartalmazó trícium-termelő köpennyel rendelkező, 3600 MW névleges teljesítményű reaktor adatainak figyelembevételével.

$$E_D = v_f W_p' D' e_D \quad (13a)$$

ahol:  $'D = 3,98$  kg/PJ a fúzió fajlagos deutérium-igénye;  $'e_D = 324$  GJ/kg a deutérium-előállítás fajlagos energiaigénye

$$E_{Li} = v_f E_p' Li' e_{Li} \quad (13b)$$

ahol:  $'Li = 119,1$  kg/PJ a fúzió fajlagos lítium-igénye;  $'e_{Li} = 0,162$  GJ/kg a lítium-termelés fajlagos energiaigénye

$$E_{ef} = (\varepsilon_{pa} + \varepsilon_{pf} + \varepsilon_d) E_f \quad (13c)$$

ahol:  $\varepsilon_{pa} = 0,12$  a plazmaáram fenntartására fordított villamos teljesítmény a névleges teljesítmény arányában;  $\varepsilon_{pf} = 0,075$  a plazmafűtésre fordított villamos teljesítmény a névleges teljesítmény arányában;  $\varepsilon_d = 0,19$  a divertor villamos teljesítménye a névleges teljesítmény arányában

Az energiamérleg-számítás következő lépése a biomassza-előállítás alrendszerének energiaigényét számítja ki.

$$E^{inp}_b = \quad (14)$$

$$E^{inp}_u + E^{inp}_{Pvill,b} + E^{inp}_{WP,b} + (\Xi_5 200 + S_5)$$

ahol:  $E^{inp}_u$  a bioüzemanyagok előállításának energiaigénye;  $E^{inp}_{Pvill,b}$  a biomassza-alapú villamosenergia-előállítás energiaigénye;  $E^{inp}_{QP,b}$  a biomassza-alapú hőenergia-előállítás energiaigénye;  $\Xi_5 = 0,05$  a lakossági szilárd biomassza-felhasználás relatív névleges energiafogyasztása;  $S_5$  a lakossági szilárd biomassza-felhasználás szállítási energiaigénye

A különböző biomassza-feldolgozási módszerekhez és az egyes alapanyagokhoz eltérő relatív névleges energiafogyasztás rendelhető, ami az energiabefektetést számszerűsíti. A 2. táblázatban szereplő adatokat használtam  $E^{inp}_u$ ,  $E^{inp}_{Pvill,b}$  és  $E^{inp}_{QP,b}$  kiszámítása során, ezen értékeket [2], [4], [16] és [23] munkákra alapoztam. Megfigyelhető,



hogy a legjobb energiamérlege az erdészeti termelésnek van, míg a leggyengébb energiamérleggel a bioüzemanyag-előállítás rendelkezik. A különböző bioüzemanyagok aránya terén feltételeztem az 3. táblázatban látható megoszlást ( $m$ ). A bioetanol és a biodízel összesített felhasználási aránya megfelel az egyes változatokban feltételezetteknek. Biogázt 70–30% arányban állítunk elő hulladékból, és termesztett növényekből.

*Az egyes biomassza-termelési és -átalakítási eljárások relatív névleges energia-fogyasztása* 2. táblázat

	Relatív névleges energiafogyasztás ( $\Xi$ ), %
Természetes erdő (a)	3
Energetikai faültetvény (b)	7
Lágyszárú energianövények (c)	10
Bioetanol (búza) (d)	60
Bioetanol (kukorica) (e)	50
Bioetanol (cellulózalapú) (f)	38
Biodízel (repce) (g)	60
Biodízel (napraforgó) (h)	80
Biogáz (hulladékból) (i)	35
Biogáz (főtermékből) (j)	20

*A bioüzemanyagok feltételezett megoszlása, felhasznált tömeg alapján (zárójelben az arányok FN verzió esetén)* 3. táblázat

	$m$ , %
Bioetanol (búza) (1)	7 (10)
Bioetanol (kukorica) (2)	20 (20)
Bioetanol (cellulózalapú) (3)	20 (20)
Biodízel (repce) (4)	26,5 (25)
Biodízel (napraforgó) (5)	26,5 (25)

Az energiaráfordítások között figyelembe kell vennünk a szállításhoz köthető energiaigényt is. Az áruszállítás energiaigénye az EU-ban 2006-ban átlagosan 2,74 MJ/tkm volt, ami 12%-os javulást jelentett 1990-hez képest [15]. Feltételezhetünk további javulást, a szállítási energia-felhasználás számítása során 2,5 MJ/tkm értékkel dolgoztam. Feltételeztem továbbá, hogy a bioüzemanyagokat valamint a szilárd biomasszát átlagosan 50 km távolságra szállítják, a biogázt pedig az előállítás helyén hasznosítják. A szállításra kerülő szilárd biomasszát 20 MJ/kg fűtőértéken számítom át tömegre.

$$S = \frac{2,5m_b l}{k} \quad (15)$$

*ahol:*  $m_b$  az egyes biomassza-formák mennyisége;  $l$  az átlagos szállítási távolság;  $k$  a szállítójárművek kapacitása: bioetanol esetén 26,4 t, biodízel esetén 29,7 t (33e l), szilárd biomassza szállítása esetén pedig 20 t.

A villamos energia rendszerben külön energiafogyasztással nem kell számolnunk, a hálózati veszteségeket pedig már számításba vettük. Számoltunk a távhőrendszer hőveszteségével is, azonban külön energiaráfordítást jelent az áramlás fenntartása érdekében végzett szivattyúzás villamos energia-felhasználása. A szivattyúzás energiaigénye a szállított hő 0,5–2%-ra tehető, számításaimban 1%-al vettem figyelembe ezen ráfordítási tételt:

$$E^{inp}_{Qz} = 0,01Q \quad (16)$$

Az energia-ráfordítások között fel kell sorolnunk a hagyományos felépítésű erőművek és fűtőművek önfogyasztását is, ugyanúgy, mint a fúziós reaktorok esetében. Ennek mértéke azonban jóval kisebb a befektetett energianál [3].

$$E^{inp}_\varepsilon = \varepsilon(E_{p_{vill,b}} + E_{Q_{p,b}}) \quad (17)$$

*ahol:*  $\varepsilon = 0,02$  önfogyasztási hányad

A hidrogén-alrendszerben a hidrogén-előállítás (elektrolitikus vízbontás) energiaigényét kell figyelembe vennünk, valamint a nagy nyomáson történő tárolásra való átalakítás energiaráfordítását. 1 mol hidrogénre a kompresszió energiaigénye 0,217 J, ami megegyezik 0,217 J/g-al:

$$E_{kH} = \left( \frac{RT_0}{\eta_k} \right) \ln \left( \frac{P_{max}}{P_{atm}} \right) \quad (18)$$

*ahol:*  $R = 8,314 \text{ J/(m}\cdot\text{K)}$  általános gázállandó;  $T_0 = 298 \text{ K}$ ;  $P_{max}$  igényelt nyomás;  $P_{max} = 300$ ;  $P_{atm} = 1$  atmoszféra  $\approx 1$  bar

$$W^{inp}_H = (1 - v_{bio})2 + 2,3 \lambda' E_\varepsilon + (1 - v_{bio})(2 + 2,3)\lambda E_{kH} \quad (19)$$

Az energiamérleg-számítás során sajnos nem tudtam számolni az energetikai berendezések előállításának és karbantartásának energiaráfordításaival, mivel azok nagyon nehezen becsülhetők. A berendezések teljes életciklusát tekintve azonban ezek valószínűleg elhanyagolható tételek. Az energiaráfordítások immár összegezhetők, és kiszámítható az energiahatékonysági mutató:

$$EH = \frac{180 + 300 + (200 + E_u) + E_H}{E^{inp}_f + E^{inp}_b + E^{inp}_{Qz} + E^{inp}_\varepsilon + E^{inp}_H} \quad (20)$$

## Eredmények, kiértékelés

Az FN kimagaslóan jó hatásfokú rendszer (0,59), a többi verzió közül legalacsonyabb szintű a primer energiafogyasztás az M/b esetén, a hatásfok is itt a legmagasabb: 0,54. A legkevésbé hatékony rendszernek az F bizonyult, hatásfoka csak 0,49. A legfőbb eredményeket, az energiahatékonysági mutatókat a 4. táblázat tartalmazza.

Az egyes változatok energia-mérlegét tekintve elmondható, hogy a legkevésbé hatékony a fúziót legnagyobb arányban hasznosító F változat. Ezzel szemben a leghatékonyabb rendszer ( $EH = 3,13$ ) éppen a fúzió nélküli. Fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy ezen változatban a végenergia-felhasználás mindössze 545,8 PJ, ami hazánk jelenlegi fogyasztásának mindössze kb. két-harmada.

Az egyes változatok energiahatékonysági mutatója (EH), és energiafogyasztása

4. táblázat

	M/a	M/b	F	K/a	K/b	FN
Primer energiafogyasztás, PJ	1526,3	1475,4	1553,3	1532,2	1516,4	929,1
Végző energiafelhasználás, PJ	799,5	799,5	763,5	787,6	787,6	545,8
Hatásfok	0,52	0,54	0,49	0,51	0,52	0,59
EH	2,01	2,29	1,42	1,59	1,66	3,13

Az egyes kiemelkedő energia-inputok aránya az összes inputban, %

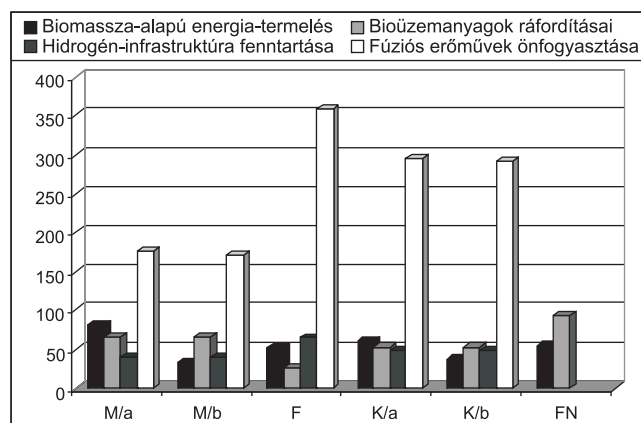
5. táblázat

	M/a	M/b	F	K/a	K/b	FN
EH	2,17	2,29	1,41	1,59	1,66	3,13
Fűziós erőművek önfogyasztása	43	49	67	60	62	
Hidrogén-infrastruktúra fenntartása	10	12	12	10	10	
Bioüzemanyagok ráfordításai	16	19	5	11	11	54
Biomassza-alapú energiatermelés	20	10	10	12	8	31

Az M/b és M/a valamint a K/b és K/a viszonyát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy azon rendszerek energiamérlege magasabb, amelyekben kisebb arányban szerepel a biomassza-hasznosítás. Ennek oka az, hogy a szélturbinák, geotermikus energiát hasznosító berendezések, napkollektorok és vízerőművek nem járnak magas energiaráfordítással, üzemeltetésük során szinte kizárólag a berendezések karbantartása igényel jelentősebb energiát. Ha FN verziót nem vesszük figyelembe, akkor a legjobb energiamérleggel az M/b változat rendelkezik. Az F verzió energiamérlegét tovább rontja, hogy itt kiugróan magas a hidrogén szerepe az üzemanyag-ellátásban, ezen alrendszer energiamérlege negatív.

Most vegyük sorra az egyes változatok energiamérlegének bemeneti oldalán legnagyobb jelentőséggel bíró tételeket. Ezen inputok mértéke figyelhető meg a 2. ábrán, a 5. táblázat pedig e ráfordításoknak az összes inputhoz viszonyított arányát mutatja be.

Látható, hogy a legmagasabb energiaráfordítás a fűzióhoz köthető, méghozzá az erőművek magas önfogyasztása révén. Az egyes változatokban EH annál kisebb, minél magasabb a fűziós energia-ráfordítás aránya.



2. ábra. Az egyes kiemelkedő energia-inputok mértéke, PJ

A hidrogén előállítása és a gépjárműpark kiszolgálása érdekében felmerült energia-befektetés minden változatban kb. 10–12%-át teszi ki az inputoknak. A biomassza-alapú hő- és villamos energiaelőállítás ráfordításai – FN-t leszámítva – a legnagyobb arányban M/a és K/a verzióban jelennek meg, ez okozza, hogy energiahatékonysága gyengébb az M/b ill. K/b verzióknál.

### Következtetések

A jövőben Magyarországon elképzelhető, fenntartható energiakeverék egyes változatainak energiahatékonysági mutatóit vizsgálva megállapítható, hogy a leghatékonyabb a kizárólag megújuló energiaforrásokra alapozott energiarendszer. Legfontosabb következtetésem a következők:

- Magyarország energiarendszerének időbeli alakítása során a megújuló energiaforrások maximalizálására kell törekednünk, amennyiben az energiahatékonyság elsődleges stratégiai kérdés, de a teljes energiaigény fedezésére várhatóan ez nem lesz elegendő.
- A fűziós energia alkalmazása a napjainkban elképzelhető módon kevésbé hatékony a megújuló energiaforrások hasznosításánál.
- A különböző megújuló energiaforrásokra alapozott energiakeverékben a biomassza-felhasználás magasabb aránya csökkenti az energiahatékonyságot.

Az energiahatékonysági mutató kiszámításával tehát arra az eredményre jutottam, hogy az energiaráfordítások és -hozamok arányának alapján a leghatékonyabb energiarendszer a megújuló energiaforrások alkalmazásán alapul, lehetőleg minél nagyobb arányú szél-, víz-, geotermikus és napenergia-hasznosítás mellett. Magyarország mai technikai potenciáljára való tekintettel azonban egy ilyen energiarendszer kialakítása az energiaigények jelentős csökkenését feltételezi, ezért elsődleges feladatként kell kezelnünk a felhasználói hatékonyságot, és a racionális energiafogyasztást.

## Irodalomjegyzék

- [1] Bai A. et al.: 2007. A biogáz. Száz magyar falu könyvesháza Kht. Budapest, 284 p.
- [2] Bai A. et al.: 2002. A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 226 p.
- [3] Balogh A. – Bihari P.: 2002. Erőművek. Budapest, 341 p.
- [4] Büki G.: 2007. A biomassza energetikai hasznosítása. Bio-energia. Vol. 2. No 4–5–6, pp. 2–6.
- [5] Büki G.: 1997. Energetika. Műegyetemi Kiadó. Budapest, 416 p.
- [6] Büki G.: 2004. Erőművek. Műegyetemi Kiadó. Budapest, 608 p.
- [7] Cleveland, C. J. et al.: 2000. Aggregation and the role of energy in the economy. Ecological Economics. Vol 32, pp. 301–317.
- [8] Cleveland, C. J. et al.: 1984. Energy and the U. S. Economy: A biophysical perspective. Science. Vol. 225. No. 4665, pp. 890–897.
- [9] Constanza, R.: 1980. Embodied energy and economic valuation. Science. Vol. 210. No. 4475, pp. 1219–1224.
- [10] Csom Gy.: 2007. Energiapolitikai prioritások. Magyar Tudomány. Vol. 167. No. 1, pp. 4–10.
- [11] Dombi M.: 2009. Fenntartható energiagazdálkodás – a megújuló energiaforrások hasznosításának jelentősége, korlátai és lehetőségei. Agrártudományi Közlemények (Acta Agraria Debreceniensis). No 33, pp. 145–154.
- [12] European Commission (EC): 2009. Fusion and Industry together for the future. Directorate General for Research. Brussels, 44 p.
- [13] European Fusion Development Agreement (EFDA): 2005. A conceptual study of commercial fusion power plants, 38 p.
- [14] Eurostat: 2009a. Panorama of energy. Eurostat Statistical Books. Luxembourg, 150 p.
- [15] Eurostat: 2009b. Panorama of transport. Eurostat Statistical Books. Luxembourg, 168 p.
- [16] Felix, E. – Tilley, D. R.: 2008. Integrated energy, environmental and financial analysis of ethanol production from cellulosic switchgrass. Energy. Vol 34. 2009, pp. 410–436.
- [17] Gerse K. et al.: 2006. A magyar energiapolitika tézisei 2006–2030. MVM közlemények. Vol. 43. No 11, pp. 1–68.
- [18] Giber J. – Réti F.: 2008. Bioüzemanyagok: tények és trendek. MVM Közlemények. Vol. 45. No 1, pp. 42–57.
- [19] Hau, J. L. – Bakshi, B. R.: 2004. Promise and problems of Energy Analysis. [www.che.eng.ohio-state.edu/~bakshi/EcolModel3.pdf](http://www.che.eng.ohio-state.edu/~bakshi/EcolModel3.pdf), 13 p.
- [20] Kipouros, G. J. – Sadoway, D. R.: 1998. Toward new technologies for the production of lithium. <http://web.mit.edu/dsadoway/www/81.pdf>
- [21] Kovács F.: 2007. A megújuló energiafajták várható arányai az energiaigények kielégítésében. Magyar Tudomány. Vol. 167. No 11, pp. 1446–1456.
- [22] Kovács K.: 2005. Tiszta, megújuló energia: a hidrogén alapú gazdaság kihívása az emberiség és a biotechnológia számára. Magyar Tudomány. Vol. 165. No 3, pp. 258–277.
- [23] Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM): Klímapolitika – A biomassza energetikai alkalmazásának főbb problémái, jövője. Budapest, 133 p.
- [24] Központi Statisztikai Hivatal (KSH). 2009. 08. 04. Villamosenergia-mérleg (1990–). [http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/tabl3\\_08\\_02i.html](http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/tabl3_08_02i.html)
- [25] Kubiszewski, I. et al.: 2009. Meta-analysis of net energy return for wind power systems. Renewable Energy. Vol. 35. 2010. (Online elérhető: 2009. 02. 25.) pp. 218–225.
- [26] Malca, J. – Freire, F.: 2006. Renewability and life-cycle energy efficiency of bioethanol and bio-ethyl tertiary butyl ether (bioETBE): Assessing the implications of allocation. Energy. Vol 31. 2006, pp. 3362–3380.
- [27] Réti F.: 2009. A „hidrogéngazdaság” – Stratégiai kérdés az olaj/gáz korszak után. MVM Közlemények. Vol. 46. No 1, pp. 17–21.
- [28] Schultz Gy.: 2008. A légszennyezés csökkentése: zöldenergia-források felhasználása áram és hidrogén termeléséhez. Műszaki Információ: Környezetvédelem. 2008/2, pp. 41–51.
- [29] Schultz Gy.: 2006. Fenntartható és gazdaságos a hidrogén termelése nukleáris energiából. Műszaki információ: Energiaellátás, energiatakarékosság világszerte. No 6, pp. 32–46.
- [30] Stróbl A.: 2007. Hidrogén az energiagazdálkodásban. Környezetvédelmi füzetek. No 11, pp. 1–56.
- [31] Vajda Gy.: 2004. Energiaellátás ma és holnap. MTA Társadalomkutató Központ. Budapest, 285 p.
- [32] White, D. et al.: 1997. Optimization of electrolytic plants for deuterium production: steady-state analysis. Nuclear Technology. Vol. 120. No 11, pp. 149–157.
- [33] Yu, S. – Tao, J.: 2009. Economic, energy and environmental evaluations of biomass-based fuel ethanol projects based on life cycle assessment and simulation. Applied Energy, Megjelenés alatt.
- [34] Zoletnik S.: 2007. A fúziós energiatermelés jelenlegi helyzete és távlatai. Magyar Tudomány. Vol. 167. No 1. pp. 40–45.
- [35] Zoletnik S.: 2005. Szabályozott magfúzió mágneses összetartással. Fizikai Szemle. No 3; 7, pp. 100–104; 234–239

## Megválasztották a Magyar Villamos Művek Zrt. vezető testületeinek elnökeit

## Faragó Csaba az Igazgatóság, Kovács Árpád a Felügyelő Bizottság elnöke

A Magyar Villamos Művek Zrt. Igazgatósága Faragó Csabát választotta az Igazgatóság elnökévé. Az MVM Zrt. Felügyelő Bizottsága a testület elnökévé Kovács Árpádot választotta. A társaság 2010. július 30-i rendkívüli közgyűlése a főtulajdonos MNV Zrt. előterjesztésére visszahívta a vezető testületek tagjait, egyben megválasztotta az MVM új tisztviselőit. A közgyűlés Baji Csabát, az MVM Igazgatóságának tagját a társaság vezérigazgatójává nevezte ki.

A közgyűlést követő időszakban a társaság újonnan megválasztott vezető testületei is ülést tartottak. Az MVM Zrt. Igaz-

gatósága tagjai közül a testület elnökévé választotta Faragó Csabát.

Az MVM Zrt. most megválasztott Igazgatóságának elnöke, Faragó Csaba 54 éves, címzetes egyetemi docens, gépészmérnöki és külgazdasági szakmérnöki diplomával rendelkezik. Korábban az ÁPV Rt. elnök-vezérigazgatója volt. Az utóbbi években az MKB Bankban elnöki tanácsadóként és az OTP Bank Szerbia és Horvátország vállalatánál igazgatósági tagként tevékenykedett.

Az MVM Zrt. Felügyelő Bizottsága is megtartotta alakuló ülését, melyen tagjai sorából Dr. Kovács Árpád urat a testület elnökévé választotta. Dr. Kovács Árpád az MVM Felügyelő Bizottságának új el-

nöke, az MNV Zrt. igazgatóságának tagja, pályáját tervezőmérnöként kezdte. Az Állami Privatizációs és Vagyongazdálkodási Rt. igazgatóságának elnökeként tevékenykedett, majd tavaly évvégéig az Állami Számvevőszéknek az elnöke volt.

A július végi rendkívüli közgyűlésen az MVM Zrt. Igazgatóságának tagja lett Faragó Csaba, Baji Csaba, Hamvas István, Németh Lászlóné, Dr. Molnár Zoltán, Dr. Murányi Ernő, Rozgonyi Árpád.

A közgyűlést követően az MVM Felügyelő Bizottságának tagja lett Dr. Kovács Árpád, Dr. Virág Miklós, Kovács Márta Judit, Dr. Szalai Krisztina.

*MVM Zrt. Kommunikáció*



Szilágyi Zsombor

## Orosz földgáz Európában

Az Európában eltüzelt földgáz negyede orosz származású. Európa orosz földgáz függése egyszerre nagyon fontos kérdés is, meg nem is olyan jelentős. Ezt annak alapján jelenthetjük ki, hogy az EU egyes országaiban nincs is jelen az orosz gáz, más országokban pedig minden gáz molekula orosz eredetű. Egyre egységesebb ebben a kérdésben az EU. Komoly tárgyalások folynak az orosz gáz európai jövőjéről. Nézzünk meg néhány számot erről a kérdéskörrel.

The quarter of the natural gas consumed in Europe comes from Russia. On one hand, the dependency of Europe on the Russian natural gas is a very important issue, on the other hand it can be considered unimportant. We can declare this due to the fact that Russian gas is not present in some countries of EU at all, while in other countries every gas molecule comes from Russia. In this matter EU is getting more standardized gradually. Heavy debates and continuous negotiations feature this ongoing process in the European Union about future of Russian gas inside this territory. Let's see some figures respectively.

Az európai földgáz piacon az orosz gáz szerepét a különböző intézmények és vállalatok más-másképp ítélik meg. Általában azt mondhatjuk, hogy egyik oldalon a Gazprom jelenik meg magabiztos exportőri fellépéssel, annak tudatában, hogy az orosz gázt az EU nem tudja kiváltani, a másik oldalon az Európai Unió szintén magabiztos energia felhasználóként, annak tudatában, hogy az orosz gáz kiváltható. A Gazprom magabiztossága hatalmas földgáz készleteiből, az exporthoz szükséges infrastruktúra kapacitásaiból és az európai országok orosz import függőségéből fakad. Az EU pedig energiatakarékossága miatt földgáz igényének várható csökkentéséből, a beszerzési források bőségéből és változatosságából meríti azt a határozottságot, amellyel új tárgyalási pozíciókat akar a Gazprommal.

Irak készletét a CMX akár 7,8–8,5 ezer milliárd m<sup>3</sup>-re is becsüli, ha a geológiai-geofizikai kutatások befejeződhetnek.

Valamennyi elemző egyetért abban, hogy Oroszország készletei többszörösére is ugorhatnak az Uraltól keletre lévő területek alaposabb geológiai és geofizikai feltérképezése után. Ugyanezt állapítják meg Dél-Amerika és Közép-Afrika területeiről.

Az előző táblázat a konvencionális készleteket mutatta be, ugyanakkor a figyelem egyre inkább a nem konvencionális készletek felé fordul. A nem konvencionális készleteket kis permeabilitású tömör homokkő, agyagpala rétegekben, széntelepekben, az Északi Sark alatti rétegekben,

Az ipari földgáz készleteket a következők szerint becsülik az egyes elemzők 2010. elején (ezer milliárd m<sup>3</sup>):

	IEA	CMX	Edison	Exxon
Oroszország	56,7			
Irán			29,61	32,8
Irak		3,1 (7,8–8,5)	3,17	
Türkmenisztán			7,94	
Kazahsztán			3,4	
Azerbajdzsán			1,2	
Algéria			4,5	
Észak-Amerika	7,5			
Dél-Amerika	7,3			
Kaszipi-térség				10,9
Európa	6,6			
Afrika	13,8			
DK-Ázsia	12,3			
Ausztrália	4			

és a metán-hidrát készletekben találjuk. A tömör kőzetek és palák kutatása első sorban az Egyesült Államokban haladt előre, de Magyarországon is folyik kutatás, például a makói árokban.

Nem konvencionális készletek (ezer milliárd m<sup>3</sup>):

Észak-Amerika	148
Közép-Ázsia és Kína	110
Dél-Amerika	95
Mediterrán térség és Észak-Afrika	94
EU 15	85
Dél-Afrika	30
Dél-Kelet-Ázsia	24
Dél-Ázsia	6
Kelet-Európa	5
Északi sark	47

Forrás: BGR

Az európai nem konvencionális készletek is hozzájárulnak ahhoz, hogy Európa csökkentse az orosz gáznak történő kiszolgáltatottságát.

Európa földgáz igénye szorosan függ a gazdaság alakulásától, más energiahordozók kínálatától és az energiahordozók árainak arányától. Az EU döntése az üvegház hatású gázok kibocsátása csökkentésére, az energia fel-

használás hatékonyságának emelésére, a megújuló energiahordozók fokozottabb használatára vonatkozóan csökkenteni a földgáz igényt, ezzel együtt az orosz földgázvásárlásokat. A 2008-ban kezdődött gazdasági válság Nyugat-Európában eljutott a mélypontig, már a kilábalás jelei jelentkeznek. Kelet-Európában a fellendülést inkább 2011–2012 körül várják. A gazdasági válság a földgáz igényeket is visszavetette.

#### Földgázfogyasztás Európában (milliárd m<sup>3</sup>):

	2005	2009	2015	2020	2030
Wood Mackenzie		550	600	640	680
ECONGAS	600	550	560	600	600
Edison	575			650–700	
E.ON Ruhrgas	520			620	619
IEA	456		540	550	580

A fenti táblázat is mutatja, hogy a már a lezárt évek földgáz felhasználásában is vannak bizonytalanságok, a számítási módszerek eltérhetnek. Példaként említhetjük, hogy a földgáz kitermeléséhez, feldolgozásához, szállításához felhasznált gázt beszámítjuk-e az adott statisztikába, vagy nem.

Az egyes elemzők a jövőt másképp látják. Minden elemző reméli, hogy a földgázfelhasználás a gazdasági fellendüléssel emelkedni fog, minden, a földgáz felhasználás csökkentésére irányuló erőfeszítés mellett.

Az Európai Unió tagországai a földgáz források diverzifikálására egy sor intézkedést indítottak el. Ezek egyike a földgázforrások között az LNG (cseppfolyós földgáz) szerepének erősítése.

#### LNG Európában (milliárd m<sup>3</sup>)

	2009	2015	2020	2030
Wood Mackenzie	18	130	155	180
OGP-IEA	45	55		115

A két elemző adatai erősen eltérnek, és csak a növekedés tendenciája közös bennük.

Az EU minden, tengerparttal rendelkező országában üzemel, vagy épül, vagy terveznek LNG terminált, a nyugat-európai nagy felhasználóknál (Olaszország, Franciaország, Németország) többet is. Folyik az építés előkészítése Lengyelországban is.

Megjelenik az LNG-piacon Oroszország is, előkészületek folynak terminál és kikötő építésére. Lassan halad a Magyarországot is érintő LNG-terminál előkészítése a horvát tengerparton.

További lépés az ellátás biztonság növelésére az európai földgáz szállítóvezeték hálózat többszörös összekapcsolása, és a szállítóvezeték kétirányú szállításra alkalmassá tétele. Ennek részeként épült meg a magyar–román

szállítóvezeték, épül a magyar–horvát összekötés és előrehaladott tárgyalások folynak a szlovén és a szlovák rendszerhez átkötés építésére is.

Európában nagyon hiányzik egy észak–dél irányú nagy szállítóvezeték, amely összekapcsolná a norvég–holland–brit forrásokat az észak-afrikai lelőhelyekkel.

A világon a földgáztermelést 2009-ben 3000–3200 milliárd m<sup>3</sup>-re becsülik. A legjelentősebb termelők:

#### Földgáztermelés 2009-ben (milliárd m<sup>3</sup>)

	IEA	CMX	Edison
Oroszország	582,3		
Irán		103	116
Irak		10 (15)	
Türkmenisztán		27	66
Kazahsztán			92,4
Azerbajdzsán		25	14,7
Egyesült Államok	624		

Irak mai termelése lényegesen elmarad a készletei alapján lehetőségtől, elsősorban a belpolitikai, katonai viszonyok miatt. A termelés 5 milliárd m<sup>3</sup>/év mértékű emelésének a feltételei rövid időn belül biztosíthatók.

Az EU országok saját földgáz termelése ma még jelentős, de a (konvencionális) készletek gyorsan csökkennek.

#### EU saját termelés (milliárd m<sup>3</sup>)

	2009	2015	2020	2030
ECONGAS	200	150	100	50
Edison	290	280	250	
OGP-IEA	300	280		220

Gázforrások megoszlása együtt az EU 15 tagországában, 2006-ban:

Oroszország:	21%
Norvégia:	19%
Hollandia:	15%
Egyesült Királyság:	19%
Algéria:	13%
Egyéb:	13%

Gázforrások megoszlása az EU 12 új tagországában, 2006-ban:

Oroszország:	64%
Egyéb:	36%

Oroszország bejelentette, hogy az európai piaci részesedését a 2009. évi 25%-ról 28%-ra növeli 2015-ig, és ez a részesedés 2020-ban már 32% lehet. Az oroszok szándéka mögött elsősorban a közép-ázsiai térségből (volt szovjet tagköztársaságokból) felvásárolt források állnak, 2015 után beléphet az európai szállításokba a Shtokman mező termelése is, és elindulhat az LNG szállítás is.

Az orosz gáz tervezett előretörésénél vegyük figyelembe, hogy néhány nagy gázfogyasztó ország egyálta-

lán nem vesz orosz gázt: Spanyolország, Olaszország, Nagy Britannia, Hollandia, de Franciaország felhasználásában is csak 6%-kal részesedik az orosz gáz. A Kelet-Európai országok függése az orosz gáztól pedig nagyon magas, több országban 100%. Az Európai Unió fellépése a 2009. januári szállítások kimaradása után éppen emiatt a differenciált függés miatt késett, határozatlan és gyenge volt.

*Gazprom export Európába (milliárd m<sup>3</sup>):*

	2009	2010	2015	2020	2030
Gazprom	140,2	160,8		210	250
Wood Mackenzie	100	100	105	105	205

Az oroszok expanzív piaci szereplését kissé mérsékeltebben becsüli a Wood Mackenzie, mert figyelembe veszi az oroszországi belső fogyasztás növekedését, a lelőhelyek és az európai határok közötti szállítóvezetékek távolságát és állapotát, és a Gazprom beruházási lehetőségeit új lelőhelyek termelésbe állítására, vagy a szállítási kapacitás növelésére.

EU import földgáz függése:

2000:	51%
2010:	61%
2020:	76%
2030:	81%

Forrás: EU DG TREN

Sergei Komlev, a Gazprom szerződéseikért és árazásért felelős igazgatója 2010. januárjában a következők szerint foglalta össze a Gazprom álláspontját, az Európai Unió forrás diverzifikációs törekvéseivel kapcsolatban (Komlev úr nyilatkozata: *dőlt betűs szöveg*, a megjegyzéseket álló betűvel olvashatják):

- *A Kaszpi-régió lenne a globális energia egyensúly egyetlen kiegészítő földgázforrása, amely azonban önmagában nem képes kielégíteni az Európai Unió energia igényét.*

A Kaszpi-régió mai földgáz termelése lényegesen meghaladja a Gazprom európai exportjának mennyiségét, de ebből a termelésből le kell vonni az egyes térségbeli országok saját felhasználását és kevés kínai exportot. Minden további termelést a Gazprom megvásárolt, tehát a Gazpromtól függetlenül Európába szállítható érdemi mennyiség nincs a térségben. A geológiai-geofizikai kutatások még hozhatnak akár jelentős új forrásokat is, de ezek ma még nem láthatók.

- *A Kaszpi-öböl szénhidrogén termelésének növelése környezeti katasztrófákhoz vezethet*

Bármely lelőhely gondatlan vagy erőltetett termelése jórészt káros károkhöz vezethet, nem kivétel ez alól a Kaszpi-térség sem.

- *Közgazdászok ellenzik a Kaszpi-tengeren átmenő fő szállítóvezetékek építési terveit.*

Egyetlen tenger alatti átvezetést sem lehet műszaki kockázatok nélküli vállalkozásnak tekinteni. Hogy miért éppen a közgazdászok aggódnak, és nem a mérnökök, azt nem tudjuk megválaszolni. A közgazdászok aggódása csak a viszonylag alacsony gázárak időszakában látszik indokoltnak, de ekkor a projekt hitelezésének feltételei sem kedvezőek.

- *A víz alatti vezetékek egyéb nyílt tengeri és Kaszpi-öbölbeli – mint különleges, szárazfölddel határolt öböl – megépítése nem tekinthető precedensértékűnek.*

Ezt a megállapítást egyébként a Gazprom két nagy európai vezetéke (Északi Áramlat, Déli Áramlat) esetére is kijelenthetjük, bár éppen orosz szakértők a Fekete-tengeren átvezetés műszaki problémáit extrémnek minősítették. Talán éppen ezért bízza a Gazprom ezt a feladatot olasz vállalkozókra.

- *Ahol vezetékek vannak, ott nem beszélhetünk egyoldalú függőségről, azaz a földgáz termelő épp annyira függ a fogyasztótól és a tranzit országoktól, mint amennyire ez utóbbiak függnek a termelőtől*

Oroszországból – vagy a Kaszpi-térségből – Európába irányuló gáz szállításoknál nem nagyon hallottunk a földgáz fogyasztó kockázatáról. Az Oroszország és az európai határok közötti tranzit országok szállítási kockázatáról annál többet hallhattunk, és ez a kockázat valóban érinti a termelőt is. A Gazprom a 2009. januári kéthetes nem szállítással mintegy 4,5 milliárd m<sup>3</sup> exportot veszített.

- *Oroszország nincs monopolhelyzetben az EU felé irányuló földgáz exportban.*

Ez a mondat egy abszolút reális megállapítás. Az EU inhomogenitása azonban az oroszok számára is egyértelmű: az oroszok kereskedelmi politikája például hidegen hagyja Spanyolországot, és az EU is csak szolidaritást vár el a spanyoloktól az orosz gázimport tárgyalásainál. Súlypontot képeznek az orosz gázexport stratégiában az orosz gázra erősen rászoruló kelet-európai országok.

- *Az EU-országokba irányuló orosz földgázexport arányának csökkentése nem növeli az EU ellátásbiztonságát*

Határozottan orosz meglátás, szerencsére a Gazprom többoldalú lépésekkel elejét akarja venni az exportja szűkülésének: tranzitkockázat nélküli (?) új szállítóvezetékek, bekapcsolódás az LNG exportba, a vevők kereskedelmi igényeihez való rugalmasabb hozzáállás.

- *Más források irányába fordulni költséges és kockázatos.*

Ezt a megállapítást értékelhetjük rövid és hosszú távon is.

Ukrajna 2010 februárjában 305 USD/ezer m<sup>3</sup> árat fizetett a Gazpromnak. Ez 200 HUF/USD árfolyamon számolva 61 Ft/m<sup>3</sup> árat jelent. Az ukránok a 2009. januári szállítási



vita során árkedvezményt (úgy tudjuk, 10% körülit) értek el, vagyis az előző ár alacsonyabb, mint az EU részére szállított gáz átlagára.

Angliai tőzsdei földgáz árak 2010. február 1. hete:

Napi ügyletek: 35–36 penny/therm = 35–36 Ft/m<sup>3</sup>

Határidős árak 2010. febr–ápr.: 38–41 penny/therm = 38–41 Ft/m<sup>3</sup>

2010 télre: 46 penny/therm = 46 Ft/m<sup>3</sup>

2010. február 5-én a New York-i tőzsdén 2010. márciusra 5,22–5,50 USD/mmBtu áron lehetett üzletet kötni, áprilisra 5,20–5,46, májusra 5,26–5,50 áron. Ez 200 HUF/USD árfolyamon, és tőzsdei közép árfolyamon márciusban 32,16, áprilisban 31,98, májusban 32,28 Ft/m<sup>3</sup> árat jelent.

Vagyis a tőzsdei árak az idén várhatóan nem érik el a kedvezményes ukrán árat.

Tajvan a 2009. év átlagában 531,5 USD/t árat, azaz 297 USD/ ezer m<sup>3</sup> árat fizetett az LNG-ért. 200 HUF/USD árfolyam mellett ez 59,4 Ft/m<sup>3</sup> árat jelent.

Mindegyik ár információhoz hozzá tartozik, hogy az olcsóbb források igénybe vételéhez vagy szállítóvezetési kapcsolat kellene az egyes eladókhoz, vagy LNG terminál.

Vessünk egy pillantást a Wood Mackenzie elemzőinek táblázatára, a 2010. évi határidős, és a később becsülhető gázárak alakulásáról:

#### Gázár előjelzés (USD/mmBtu)

	2009	2010	2015	2020
UK NBP	6,2	4	9,5	7,8
US Henry Hub	5,7	4	5,7	6,3
Orosz olajár alapú indexálás	8	7,8	9,5	9,8

(UK NBP: londoni tőzsdei árat, US Henry Hub amerikai árat jelent.)

A táblázat adatai mutatják az Egyesült Államok markáns törekvését a földgázzal önellátásra, és a hatalmas nem konvencionális készleteik biztató hatását az árak alakulására.

A jelenlegi árviszonyok, és a kilátások alapján teljes mértékig egyet tudunk érteni az EU törekvésével, hogy a Gazprom álljon át a tőzsdei árazásra, de az oroszok törekvése is érthető, hogy (még) ragaszkodnak az olajár alapú árazáshoz.

- *A források diverzifikálását célzó stratégia csupán kismértékű változásokat eredményez a meglévő egyensúlyban.*

Helyes az oroszok meglátása. Nem látszik semmilyen eszköz sem arra, hogy egyik évről a másikra az EU orosz import függése lényegesen lecsökkenjen. Az EU 20+20+20 programja azonban markáns célokat tűzött ki a megújuló energiahordozók arányának növelésére, az energiafelhasználás hatékonyságának fokozására, és az abszolút energiatakarékosságra. Ha nem is teljesül mindhárom 20-as cél, azért a célok részleges megvalósítása mindenképp földgázfelhasználás csökkenést fog eredményezni.

- *Az EU-tagállamok számára a földgázszállítási útvonalak diverzifikációja több, mint a földgázszállító országok diverzifikációja.*

Pontos ez a megfogalmazás is. A földgáz szállítási útvonalak diverzifikációja érdekében éppen a Gazprom tesz a legtöbbet. Az EU országok az egymás közötti szállítóvezeték építésekkel az ellátásbiztonságot növelik, és kisebb szerepet kap a több forrásból beszerzés stratégiája.

Az EU és Oroszország tárgyalásai a földgáz piac jövőjéről nem könnyű döntéseket készítenek elő. Oroszország számára a földgáz export meghatározó jelentőségű az ország fejlődése szempontjából, ezért hosszú távú szerződésekkel akarja bebiztosítani a hatalmas gázipari beruházásai fedezetét. Az Európai Unió igényei között kiemelkedő a tőzsdei árazásra áttérés, és a rövid távú szerződések túlsúlyának elfogadtatása. Az EU törekvései azonnal reálisá válnak, ha megépülnek a nemzeti szállítóvezeték hálózatok összekötései, és az európai tőzsdéken kötött üzletek fizikai forgalmazása szinte bármelyik európai országban lehetővé válik. Eddig még pár év el fog telni, a két fél egyezkedése pedig addig is folytatódik.

## Gázipari Díjak átadása végzett BSc-s gázmérnököknek a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán

A Magyar Gázipari Egyesülésnek és a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának megállapodása alapján a Kar Kőolaj és Földgáz Intézetében gázipari témakörben elkészült, kiemelkedő színvonalú diplomamunkák és szakdolgozatok minden évben jutalmazásra kerülnek.

Az 2009/2010. akadémiai évben a két végzős műszaki földtudományi alapszakos, olaj- és gázmérnök szakirányos hallgató nyerte el a Gázipari Díjat és a velejáró pénzjutalmat.

#### Díjazottak:

**Kis László** – „Gázelosztó rendszerek kapacitásvizsgálata” című dolgozatáért

Konzulensei: Dr. Csete Jenő tanszékvezető, egyetemi docens (ME, Kőolaj és Földgáz Intézet), Horánszky Beáta, egyetemi tanársegéd (ME, Kőolaj és Földgáz Intézet), Berkes Gábor, osztályvezető (Égáz–Dégáz Földgázelosztó Zrt.)

**Dudás Gábor Miklós** – „A földgázár alakulásának vizsgálata a liberalizált földgázpiacon” című dolgozatáért

Konzulensei: Dr. Csete Jenő tanszékvezető, egyetemi docens (ME, Gázmérnöki Intézeti Tanszék), Horánszky Beáta, egyetemi tanársegéd (ME, Gázmérnöki Intézeti Tanszék), Dr. Szilágyi Zsombor, iparági kapcsolatok divízió igazgató (EMFESZ Kft.)

A Gázipari Díjakat a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar 2010. szeptember 4-én rendezett ünnepélyes tanévnyitó kari tanácsülésén a Magyar Gázipari Egyesülés nevében Molnár Gábor igazgató úr adta át a kitüntetett ifjú mérnököknek.

Ósz János, Sándor Csaba

## Szén és biomassza együtttüzelése az oroslányi erőmű hibridfluid-ágyas gőzkazánjában<sup>1</sup>

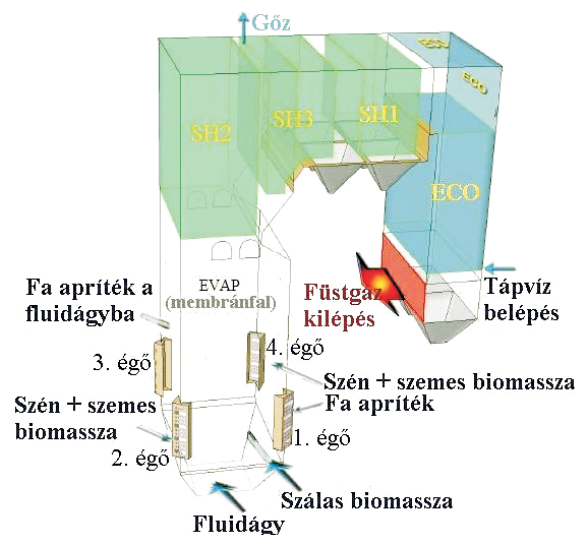
*A Vértesi Erőmű Zrt. 2006-tól folyamatosan növeli szénportüzelésű hibrid-fluid kazánjaiban a biomasszák részarányát, jelentős CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkenést érve el. A cikk 2009 októbere és 2010 márciusa között végzett mérési sorozat eredményei alapján mutatja be a biomassza együtt-tüzelés gőzkazánra gyakorolt hatásait.*

*Since 2006, Vértesi Erőmű Zrt. (Oroslány, Hungary) has continuously increased the proportion of biomass in its pulverized coal hybrid-fluidized boilers, achieving thereby considerable decrease in CO<sub>2</sub>-emission. This paper demonstrates the impact of biomass co-combustion on steam boiler through a measurement series, which were carried out between October 2009 and March 2010.*

A hazai, megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia nagy részét ( $\eta_{KE}\%$ ) kondenzációs gőzerőmű blokkok állítják elő (CO<sub>2</sub>-semleges) biomasszából. A szénpor-tüzelés mellett egyre növekvő részarányban biomasszát (tűzifát, szemes és szálas anyagot) tüzelnek az oroslányi erőmű (Vértesi Erőmű ZRt) 1–2. blokk hibridfluid-ágyas gőzkazánjában. A gyenge minőségű barnaszén eltüzelésével ötvenéves tudás halmozódott fel az erőműben, ami az elmúlt években kiegészült a szén és különböző biomasszák együtttüzelésének ismeretével. A cikk bemutatja a szénpor és biomassza különböző tüzelőhő-részarányú együtttüzelésének mérési eredményeit, melyet a szerzők a „Második generációs biomassza-technológiák kidolgozása hő- és villamosenergia-termelésre, ezek alkalmazási lehetőségei a Vértesi Erőmű ZRt-ben”, Sándor Csaba PhD kutatását biztosító K+F szerződés keretében végeztek. A PhD kutatás támogatásáért a szerzők köszönetet mondanak a Vértesi Erőmű ZRt-nek.

A salak-éghető veszteség mérséklése érdekében az 1–2. kazánt átalakították, nevezetesen a kazántér alsó részét, a

salaktölcsért fluidágygyá. Az ún. hibridfluid-ágyas 2. kazán felépítését az 1. ábra szemlélteti, míg a hűtőadó felületeket az 1. táblázat foglalja össze.



1. ábra. Az oroslányi erőmű 2. hibridfluid-ágyas gőzkazánja

A szálas anyag (szalma) bevitele a tüztérbe levegőárammal történik a tüztér oldal falán kialakított nyíláson keresztül. A szemes anyag a szénnel összekeverve, a malmon és a hozzátartozó szénporégőn keresztül, a faapríték egy része külön és a szénnel összekeverve szintén a malmon és a hozzátartozó szénporégőn keresztül jut a tüztérbe. A faapríték másik része a silón át közvetlenül a fluidágyba kerül.

### 1. Teljesítmény, hatások

A két referenciaszámítás [1] a szénportüzelésű (nem átalakított 3–4.), míg az öt mérés a hibridfluid-ágyas (átalakított 2.) gőzkazánra vonatkozik. A 2+5 eset hő- és villamos telje-

A gőzkazánok csöves hűtőadó felülete [ $m^2$ ]

1. táblázat

	Konvektív			Besugárzott	
	ECO	TH1	TH3	TH2	E
Szénpor (3–4. kazán)	3188+72 <sup>1</sup> =3260	130 <sup>2</sup> +89 <sup>3</sup> +828=1047	1160	710	910
Szénpor és biomassza(1–2. kazán)	4047+72=4119	130+89+828=1047	1160	10	910

1 – membrán, 2 – mennyezeti, 3 – oldalfali besugárzott felület

<sup>1</sup> Lektorálta: Juhász Sándor (Üzemeltetési főmérnök, Vértesi Erőmű Zrt.) és Papp Renáta Magdolna (Kalorikus üzemviteli vezető, Vértesi Erőmű Zrt.)

	RUN-17	RUN-22	'09.10.12.	'09.10.15.	'09.11.19.	'10.02.10.	'10.03.25.
Biomassza részarány	0,0	0,321	0,585	0,600	0,752	0,381	0,515
$\dot{Q}_1$ [MW <sub>th</sub> ]	164,09	165,51	163,15 ±3,07	157,14 ±3,60	160,82 ±3,80	163,01 ±0,27	167,78 ±0,41
$\dot{Q}_i$ [MW <sub>th</sub> ]	188,93	193,08	207,47	205,74	219,36	227,05	220,01
$\bar{\eta}_K \pm 3s_{\eta_K}$ [-]	0,8685	0,8572	0,7863 ±0,0440	0,7638 ±0,0524	0,7331 ±0,0520	0,7180 ±0,0037	0,7626 ±0,0019
$P_{KE \pm Sp}$ [MW <sub>e</sub> ]			56,602 ±1,342	56,042 ±1,400	60,237 ±0,077	60,318 ±0,023	60,280 ±0,164
$\bar{\eta}_{TG}$			0,3469	0,3566	0,3745	0,3700	0,3592
$\bar{\eta}_{KE}$			0,2728	0,2724	0,2745	0,2657	0,2740

sítményét valamint a direkt hatásfokát 2. táblázat tartalmazza. A gőzkazán általában a névleges vagy ahhoz közeli gőzhő-teljesítményével ( $\dot{Q}_1$ ) üzemelt, ami 163,4 MW<sub>th</sub>, és referencia (szénportüzelésű) hatásfokához ( $\eta_K=0,8685$ ) tartozó tüzelőhő-teljesítménye ( $\dot{Q}_i$ ) 188,1 MW<sub>th</sub>.

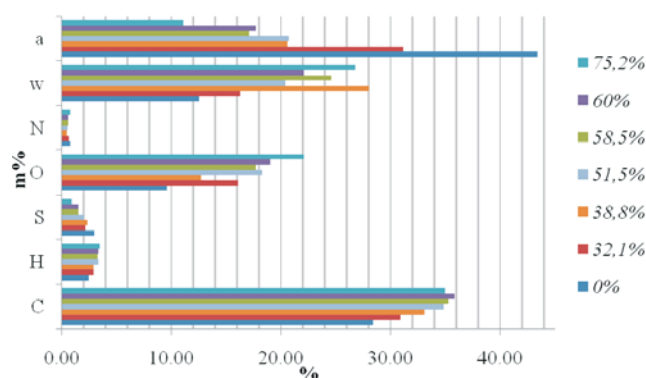
A méréseknél a vízgőz jellemzők ingadozása – nyilván a szabályozás megfelelősége miatt – minimális volt, ezért a gőzhő-teljesítmény ingadozása is minimális volt.

A tüzelőhő-teljesítmények szénpor és biomassza keveréknél – a tüzelőanyagok tömegének nagyobb mérési hibája és a pontszerűen vett minta fűtőértékének valószínű ingadozása mellett – 15–30 MW<sub>th</sub>-al nagyobbak, mint a szénportüzeléshez tartozó névleges tüzelőhő-teljesítmények. A biomassza részarány növekedésével a kazán hatásfoka csökken, mert a bevitt tüzelőhő-áram többletének egy része a biomassza tüzelőanyagok szárítására fordítódik. Például a '10.02.10-i mérésnél a fa nedvesség-tartalma (52,56%) kiugróan nagy volt, s ez magyarázza az öt mérés legnagyobb tüzelőhő-teljesítményét. A biomassza (döntően faapríték) nedvesség-tartalmának szezonális ingadozása miatt télen a kazán hatásfoka kisebb, nyáron nagyobb azonos biomassza részarány mellett.

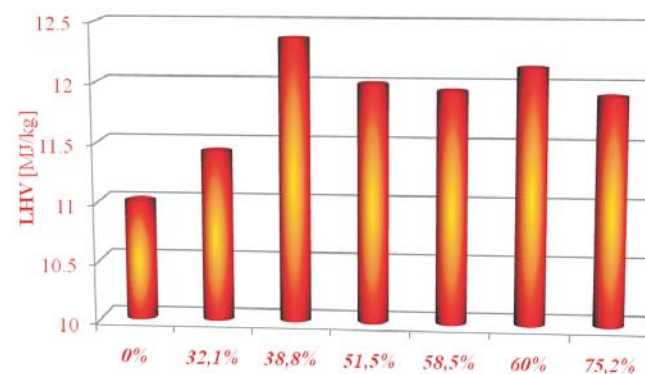
## 2. A tüzelőanyag kémiai összetétele

A tüzelőanyagok kémiai összetétele meghatározza az égés (oxidációs „láncreakció”) sztöchiometriai mennyiségeit. Az átlagos tüzelőanyag-keverék kémiai tömeg összetételét – a biomassza tüzelőhő-részarány függvényében – a 2. ábra, átlagos fűtőértékét a 3. ábra szemlélteti. Az orosz-lányi szén fűtőértéke általában kisebb a szalmas és szemes biomasszáénál, de a tűzifáénál nagyobb. A biomassza részarányának növelésével általában

- nő a karbon- és hidrogén-tartalom, következésképpen nő a fűtőérték,
- csökken a kéntartalom,
- a nitrogén-tartalom jelentéktelen,
- nő az oxigéntartalom, következésképpen csökken a levegőigény,
- a hamutartalom jelentősen csökken,



2. ábra. Az átlagos tüzelőanyag-keverék kémiai összetétele a biomassza-részarány függvényében



3. ábra. Az átlagos tüzelőanyag-keverék fűtőértéke különböző biomassza részarányánál

- a nedvesség-tartalom főleg a tűzifa víztartalmától függ (szezonálisan télen nagyobb, nyáron kisebb), és csökkenti a fűtőértékét.

## 3. A füstgáz kémiai összetétele

A 2010. 02. 10-i mért jellemzők alapján meghatároztuk a levegő- és füstgáz hipotetikus kémiai összetételét és közegáramait azzal a feltételezéssel, hogy a tüzelőhő-teljesítményt ( $\dot{Q}_i=220,01$  MW<sub>th</sub>) csak egy tüzelőanyag fedezi.



A sztöchiometriai anyagmérlegből az alábbi következtetések vonhatók le.

1.) A tüzelőanyag oxigénigényét az éghető (oxidatív) komponensek (C, H, S) tömegaránya határozza meg, amit csökkent a tüzelőanyag oxigéntartalma.

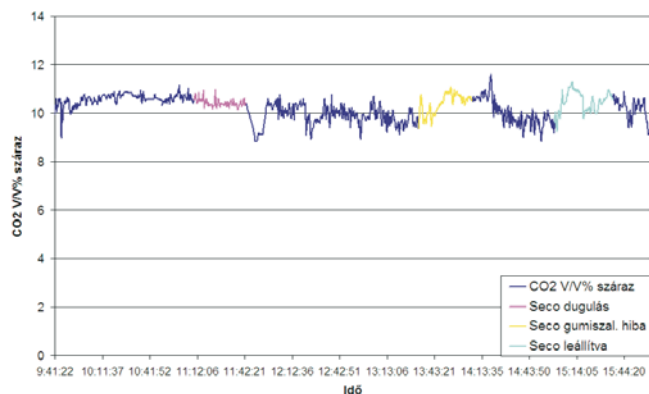
- A '10-02-10-i szén oxigénigénye a legnagyobb (1,202 kg O<sub>2</sub>/kg tüa), mert viszonylag nagy az összes karbon tartalma (0,3753 kg C/kg tüa), és legkisebb az oxigéntartalma (0,0659 kg O<sub>2</sub>/kg tüa).
- A szén oxigénigényét megközelíti a szalma, mert a szénél nagyobb az összes karbon tartalma (0,4301 kg C/kg tüa), miközben szénél jóval nagyobb a szalma oxigéntartalma (0,363 kg O<sub>2</sub>/kg tüa).
- A meghatározó részarányú biomassa, a tüzifa oxigénigényét jelentősen befolyásolja a nedvességtartalma:
  - A '10.02.10-i faapríték kiugróan nagy nedvességtartalma (0,5256 kg H<sub>2</sub>O/kg tüa) eredményezte a legkisebb oxigénigényt (0,663 kg O<sub>2</sub>/kg tüa).
  - Az átlagos nedvességtartalmú (0,342 kg H<sub>2</sub>O/kg tüa) faapríték oxigénigénye (1,008 kg O<sub>2</sub>/kg tüa) már megközelíti a szalma és a szén oxigénigényét.

2.) A füstgázban a meghatározó részarányt az „átmenő” nitrogén képviseli, ami 69,2% (szén) és 60,1% (extrém nedves fa) tömeg-részarány között változik, és 76,4% (szén) és 67,6% (extrém nedves fa) térfogat-részarányának felel meg.

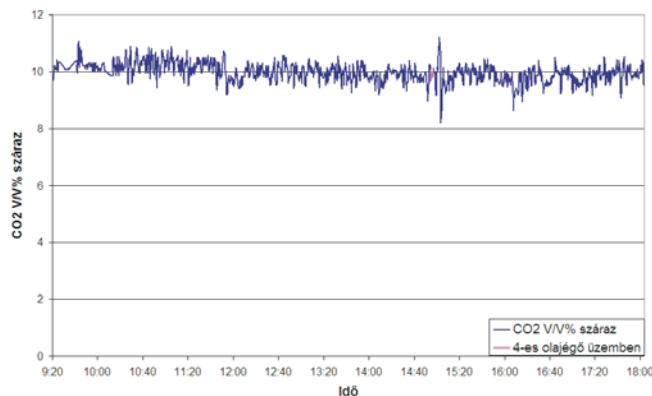
A meghatározó égéstermék a CO<sub>2</sub> részaránya – a tüzelőanyag karbon-tartalmától függően – 21,5% (szalma) és 18,8% (szén) tömeg-részarány között változik, ami 15,2% (szalma) és 13,2% (szén) térfogat-részarányának felel meg. A '10.02.10-i és a '10.03.25-i mérés kilépő füstgázának mért CO<sub>2</sub> koncentrációját mutatja a 4–5. ábra, ami 51,5% biomassa tüzelőhő-részarányánál kisebb, mint 38,1%-nál.

3.) A légfelesleg-tényezőt a füstgáz oxigén koncentrációjáról szabályozzák, ami a különböző tüzelőanyagoknál minimális mértékben tér el egymástól:

- tömeg-részarány (száraz füstgáz): 4,6% (szén) – 4,0% (extrém nedves fa),
- térfogat-részarány (száraz füstgáz): 4,4% (szén) – 3,9% (extrém nedves fa).



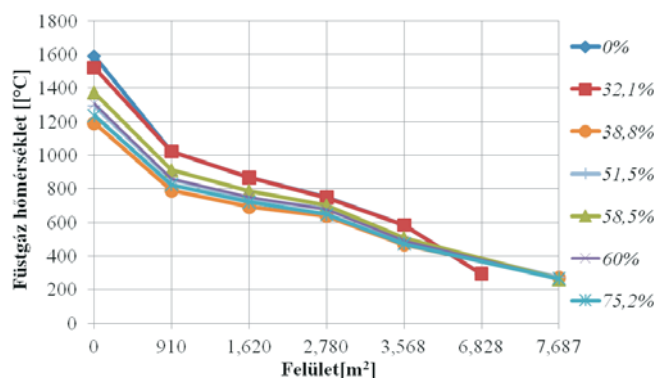
4. ábra. CO<sub>2</sub> koncentráció alakulása 2010.02.10-én (2. blokk)



5. ábra. CO<sub>2</sub> koncentráció alakulása 2010.03.25-én (2. blokk)

#### 4. A füstgáz lehülése

A füstgáz számított lehülését a két referenciaszámításra [1] valamint az öt mérés átlagjellemzőire határoztuk meg, míg mért lehülését a bal és jobb oldalon mért átlaghőmérsékletekkel jellemeztük. A füstgáz oroslányi eröműben nem mért TH2 előtti és tüztéri induló hőmérsékletét pedig a két felület számított gőzhő-áramának valamint a füstgáz számított hőkapacitás-áramának ( $\dot{C}_{fg} = \dot{m}_{fg} \bar{c}_{fg}$ ) ismeretében számítottuk. A füstgáz számított lehülése – a konvektív és besugárzott hőtadó felület mentén – a különböző részarányú biomassa-tüzelőhő mellett (6. ábra)



6. ábra. A füstgáz számított lehülése különböző biomassa tüzelőhő részarányánál

azt mutatja, hogy a biomassa-részarány növekedésével általában csökken a füstgáz maximális hőmérséklete.

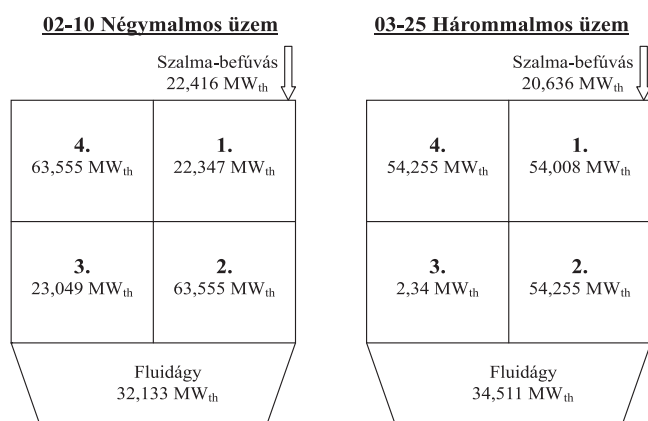
- A füstgáz legnagyobb hőmérséklete ( $t_{fg} \approx 1520$  °C) szénportüzelésnél volt;
- A biomassa részarány növelésével csökkent a füstgáz maximális hőmérséklete (38,8%-nál  $t_{fg} \approx 1340$  °C, 75,2%-nál  $t_{fg} \approx 1235$  °C);
- A csökkenés mértékében szerepet játszik a biomassa típusa (pl. az oroslányi szénél nagyobb karbon-tartalmú szalma növeli, viszont a nagyobb nedvesség-tartalmú faapríték csökkenti a tüztér induló hőmérsékletét).

A füstgáz lehülésének mért és számított értéke között sem jelentős az eltérés, nyilván a maximális hőmérsékleteknél

a legnagyobb, de 100 °C-nál minden esetben kisebb volt. A füstgáz mért lehűlése – kisebb-nagyobb mérési hibák mellett – alátámasztja, hogy a biomaszra-részarány növekedésével általában csökken a füstgáz maximális hőmérséklete.

### 5. A tüzelőhő-bevitel egyenlőtlensége

A bemért tüzelőanyag-tömegek alapján a 10-02-10-i mérés négymalmos, a '10-03-25-i mérés hárommalmos üzemmel történt. *A jellemző üzemmód a hárommalmos üzem.* A tüzelőanyag-bevitel egyenlőtlenségét a tüztérben kialakult átlagos hőteljesítményekkel szemlélteti a 7. ábra.



7. ábra. A bevitt tüzelőhő-áram egyenlőtlensége

- Négymalmos üzemmódnál két-két malom hőteljesítménye azonos (I2/2, 2/4, ill. 2/1, 2/3), miközben a fluidágyon keresztül közel azonos tömegáramú (13,7, ill. 13,9 t/h) faapríték vihető be, miközben hőárama a faapríték fűtőértékétől (nedvesség-tartalmától) is függ. A levegővel szintén közel azonos tömegáramú szalma fűjhető be a tüztérbe (4,9 ill. 5,06 t/h), és hőárama szintén függ a fűtőértékétől (jóval kisebb mértékű az ingadozása, mint a fái).
- Hárommalmos üzemmódnál három malom hőteljesítménye közel azonos (2/1, 2/2, 2/4), míg a negyedik malomnál gyakorlatilag nem volt tüzelőanyag-bevitel.
- Mindkét mérésnél a silón keresztül bevitt faapríték és a levegővel befűjt szalma tömegárama közel azonos, a hőteljesítmény különbségét a faapríték nedvesség-tartalma okozta.

A mérések alapján a tüzelőanyag-bevitel stratégiája az erőműben a következő:

- a fluidágyon keresztül a maximális tömegáramú (15 t/h) faapríték,
- a levegővel befűjt maximális tömegáramú (kb. 5,0 t/h) szalma bevitel mellett,
- egy malmon keresztül faapríték és két malmon keresztül szén (kevés szemes anyaggal keverve) bevitel.

*A tüzelőanyag-bevitel meglévő adottságainak következménye* – három- és négymalmos üzemmódnál egyaránt – *a tüztér egyenlőtlen hőáram-eloszlása* a tüzelőanyag-bevitel egyenlőtlensége miatt.

A négymalmos és hárommalmos üzem tüztéri hőáramának egyenlőtlensége megjelenik a konvektív felületek jobb és bal oldali hőmérsékletében is. Négymalmos üzemenél a füstgáz – gőzhő-teljesítményekből számított – hőmérséklete és a mért hőmérsékletek között nagyobb az eltérés, mint a hárommalmos üzemenél, továbbá a számított hőmérséklet minden esetben kisebb a mérténel.

### Összefoglalás

*A tűzifa és mezőgazdasági melléktermékek eltüzelése villamosenergia-termelésre  $\eta_E < 30\%$  gőzerőművekben nem hatékony.* Néhányszor hatékonyabb e megújuló tüzelőanyagok eltüzelése forróvíz-kazánokban ( $\eta_Q > 75\%$ ), vagy ellennyomású gőzerőművekben ( $\eta_{E+Q} > 65\%$ ), vagy a tűzifából és mezőgazdasági melléktermékekből előállított pellet eltüzelése egyedi kazánokban ( $\eta_Q > 80\%$ ), azaz egyedi és távfűtésre való hasznosításuk. A deponálandó térfogat csökkentése szempontjából hatékony a kommunális hulladék energetikailag hasznosítható részének eltüzelése (max. 15% tüzelőhő-részarányig) korszerű, jó hatásfokú ( $\eta_E > 40\%$ ), szénportüzelésű gőzerőműben. Az oroszországi szénpor és biomasz tüzelésű gőzkazánok hozzájárultak a hatékonyabb biomasz-hasznosításhoz szükséges, hazai ismeret megszerzéséhez.

A tulajdonos MVM Zrt a Vértesi Erőmű ZRt-t 2014-ig – jelenleg – végelszámolni kívánja, miközben a telephely a meglévő engedélyével, infrastruktúrájával és szakmalkultúrájával közel tízmilliárd Ft-ot ér. A meglévő telephelyen a négy régi blokk elbontása után például új, korszerű ( $\eta_{KE} 40\%$ ), széntüzelésű, szuperkritikus, menetrendtartó blokk, és a környék biomaszra potenciálját leghatékonyabban hasznosító, harmadik generációjú, kombinált technológiájú (szekunder energiahordozókat (üzemanyagot, villamos energiát és távhőt) valamint különböző anyagokat előállító) biomasz üzem létesíthető. A jövőbeli korszerű erőmű megvalósításához is hozzájárultak az elvégzett mérések.

### Irodalom

- [1] Varga L.: Megnövelt részarányú biomaszra kiegészítő tüzelés modellezése az oroszországi erőmű kazánjaiban. A kazán termikus hatásfokának optimalizálása. 2009. június.
- [2] Ósz J., Sándor Cs.: Coal and biomass co-combustion in a hybrid-fluidized boiler with 220 MW<sub>th</sub> nominal power. 18th European Biomass Conference and Exhibition, Conference Proceedings, Lyon, 3–7 May, 2010.
- [3] Sándor Cs., Ósz J.: A szilárd biomaszra kémiai összetétele és tüzeléstechnikai tulajdonságai. *Energiagazdálkodás* (megjelenés alatt).
- [4] Ósz J., Sándor Cs., Kaszás Cs.: A maximális biomaszra részarányú tüzelés stratégiájának kidolgozása az oroszországi erőmű 1–2. blokkjára. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, *kutatási jelentés*, 2010. május 31.

Kujbus Attila

## Megújuló energiák európai technológiai platformjai\* és a geotermikus energia

A cikk tájékoztatást nyújt a Megújuló Energia Fűtés-Hűtés, valamint a Geotermikus Alapú Villamosenergia Termelés európai technológiai platformok alapításáról, céljaikról és az általuk felvázolt főbb fejlődési irányvonalakról a megújuló energiaiparban. Leírja, hogy a Geotermikus Energia Szekcióban miként közelítik meg a műszaki fejlődési prioritások kiválasztását és bemutatja a jelenlegi változatot. Ezek alapján áttekinti a hazai geotermikus erőművek létesítésének lehetőségeit és kiemeli az európai műszaki fejlesztési folyamatokba való integrálódás fontosságát.

The article informs about the establishment and aims of the Renewable Energy Heating&Cooling, and GEOELEC European Technology Platforms as well as the development directions in the renewable energy industry drafted by them. The article describes the approach of the Geothermal Energy Panel to the selection of the technology development priorities and provides the actual version. Based on these issues the article reviews the opportunities of establishment of domestic geothermal power plants and emphasizes the importance of the integration of the European technological development processes.

### 1. Megújuló energia technológiai platformok

Európához való integrációkat egyénileg úgy élhetjük meg legjobban, ha az hivatásunkon keresztül is megtörténik. A legutóbbi időszakban Brüsszelben két, megújuló energiákkal foglalkozó technológiai platform kezdte el működését, melyek kiváló lehetőséget teremtenek a hazai szakemberek számára, hogy csatlakozzanak európai szintű műszaki fejlesztési programokhoz. Ezekben a platformokban meghallgatnak mindenkit, hozzá lehet férni a közös dokumentumhoz, kapcsolatokat lehet teremteni. Igazi szakmai integráció azoknak, akik hosszú távra építik elképzeléseiket.

A két platform alapvető célja az, hogy támogassák az Európai Uniót az energia-, és klímapolitikával kapcsolatos céljainak elérésében.

A Megújuló Energia Fűtés – Hűtés Technológiai Platformhoz a világhálón vagy személyesen bárki csatlakozhat (honlapja: [www.rhc-platform.org](http://www.rhc-platform.org)).

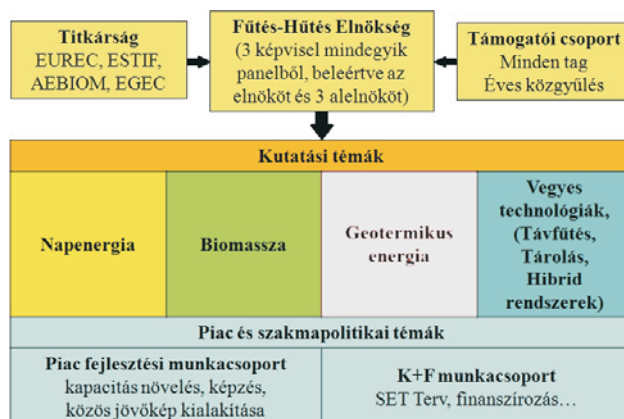
Az európai összes energia fogyasztás csaknem fele fűtési vagy hűtési célt szolgál. Ebből a hűtési igény egyre

jelentősebb, a fejlett nyugati országokban a fűtéssel összemérhető mértékűvé növekedett. A megújuló energiával foglalkozó európai technológiai platform kialakításánál ezért a hűtési rendszerek a fűtéssel egyenrangúan jelentek meg. A technológiai platform alulról szerveződően alakult, nyitottan, az európai szintű szakmai szervezetek bábáskodása mellett, az Európai Bizottság különböző intézményeinek tudtával, támogatásával.

A Megújuló Energia Fűtés – Hűtés Technológiai Platform céljai [1]:

- Az Európai Unió által használható, egységes rövid-, közép- és hosszú távú megújuló energia jövőképet alakítson ki,
- Stratégiai Kutatási Menetrendet hozzon létre a különböző megújuló energia fajtákra, amely elemzi kutatás-fejlesztési irányokat és stratégiai prioritásokat állít fel,
- Meghatározza a megújuló energiák fűtés-hűtési technológiáinak fejlesztésének főbb nyomvonalát és harmonizálja ezt a képzéssel valamint az infrastruktúra korszerűsítésével.

A Platform négy szekcióra osztotta munkáját: napenergia, biomassza, geotermikus energia, valamint egy vegyes szekció, amelybe beletartoznak a távfűtéses, tároló és hibrid rendszerek. Közösén foglalkoznak a piacok felfejlődésével és a kutatás-fejlesztési politikákkal. Felépítését az 1. ábra mutatja [1].



1. ábra. A Megújuló Energia Fűtés – Hűtés Technológiai Platform felépítése

A Platformban önkéntesen és ingyenesen tevékenkedő szakemberek először különböző időtávú jövőképet alkottak meg saját témakörükben, jelenleg Stratégiai Kutatási Menetrendek kialakítása folyik.

A másik, Geotermikus Energia Alapú Villamosenergia Termelés Technológiai Platform (GEOELEC) irányítása

\* A Platform további hazai tagjai: Dr. Tóth Anikó az MMK Geotermikus Szakosztály elnöke és Szita Gábor az MGE elnöke



szintén Brüsszelből történik. Ez a munkacsoport is hasonlóan működik; jövőkép és kutatási menetrend megalkotásával foglalkozik. A Platform munkáját az Európai Geotermikus Energia Tanács (EGEC) szervezi, így eredményeiket a [www.egec.org](http://www.egec.org) honlapon lehet megismerni.

## 2. Megújuló energiák műszaki fejlődési irányvonalai

A két technológiai platform eddigi munkássága alapján körvonalazhatóak a főbb műszaki-technológiai irányvonalak.

Burkhart Sanner, az Európai Geotermikus Energia Tanács elnöke azt állapította meg, hogy a jelenleg ismert megújuló energia termelési potenciál magasabb, mint az Európában 2050-re extrapolált fűtés-hűtési igény [2]. Elemezte a földhő termelési potenciál és a piaci igények kapcsolatát, ezt az elemzést a 2050-es állapotig végezte. A szokásos gyakorlat szerint megkülönböztette az elméleti, geológiai, műszakilag kitermelhető, gazdaságosan kitermelhető potenciált és összevetette a 2050-es várható piaci potenciállal és ennek alapján tette közzé megállapítását.

A megújuló energiák magasabb szintű elterjesztéséhez a kitermelhető potenciált kell minél nagyobb arányban piacképessé tenni. Ehhez széleskörű műszaki – technológiai fejlesztésre van szükség, amely nemcsak a műszaki újdonságokra, hanem a költségek csökkentésére is komoly figyelmet fordít [2]. Projekt-, és piaci modellek is szükségesek azért, hogy a megújuló energiák hasznosítása végrehajtható és pénzügyileg megtérülő legyen.

Az Európai Unió energia felhasználásának 48%-a fűtés. Jelenlegi becslések szerint a „közel nulla kibocsátású” épületek elterjedése miatt a fűtési igény növekedése nem lesz domináns [3]. Ezért a fűtés-hűtés célú hőszolgáltatásban a hagyományos és megújuló energiaforrások valamilyen formában megnyilvánuló versenye várható. A megújuló energiák szinte minden formájában megjelentek a műszaki megoldások, de még nem teljesen kifejlesztett technológiák. Ezért sok irányban jelentős műszaki fejlődési potenciállal rendelkeznek.

Az európai szintű műszaki fejlesztési folyamatokban figyelembe kell venni a különbözőségeket:

- hőfogyasztási igények a klimatikus viszonyok miatt,
- fogyasztási hagyományok,
- természeti erőforrások,
- meglevő fűtési rendszerek,
- méretek,
- gyári típusok,
- szabványok,
- szabályozások.

A technológiák, igények és hagyományok sokféleségéből adódik, hogy egységet elsősorban energiastratégiai és koncepcionális kérdésekben lehet teremteni.

Tekintettel arra, hogy Európa tagolt földrajza régióként különböző megújuló energiákat biztosít és egyben változó fogyasztási igényeket generál, az energiaforrások konvertálása és tárolása [4], valamint az évszakonkénti különböző rendszerű hasznosítás teheti kedvezőbbé eze-

ket az erőforrásokat. Technológiai fejlődésük során együttes használatukból adódó szinergiák, valamint a különböző hőmérsékleti tartományok különböző módon történő felhasználásai sok műszaki és gazdasági tartalékot rejtnek. Így a megújuló energiaforrások új technológiai irányai párhuzamosan több területeken kezdenek kialakulni:

- energiatárolás,
- interszezonális energiamenedzsment,
- hibrid technológiák,
- kaszkád rendszerek.

A megújuló energiaforrások fejlődésének üteme legközvetlenebbül a hagyományos energiaforrások technológiai fejlődésétől és árától függ. Ugyanakkor, a fejlődés fontos tényezője az is, hogy a jelenlegi pénzügyi válságból történő kilábalás során milyen gazdaságpolitikai filozófiák kerülnek ki győztesen. Legjobban mégis az gyorsíthatja meg a megújuló elterjedését, ha a környezeti ártalmak egyre markánsabb megjelenésére a globális megoldásokban kiemelt szerepet kapnak.

## 3. Kutatás-fejlesztési prioritások a geotermikus energia iparágban

A zárt módon, hévíz visszasajtolásos rendszerben működő földhőtermelés az egyik legkörnyezetkímélőbb technológia. Részben ezért, részben hazánk közismerten kiemelkedő geotermikus potenciálja miatt a geotermikus energiatermelés a gazdaságpolitikai jövőképünkben egyre nagyobb szerepet kap. Csakúgy, mint a többi környezetkímélő energiaforrás esetében, a technológiai fejlesztés jelenti a növekedés egyik fő kitérési lehetőségét.

Geotermikus energia alapú távfűtés és közvetlen hőszolgáltatás ipari vagy mezőgazdasági célra a leghatékonyabb földhő felhasználás, de nagyobb távolságba történő és regionális ellátásra a villamos erőművek is kedvezőek. Nagy távolságba a földhő nem szállítható gazdaságosan, ezért azokon a területeken, ahol arra alkalmas hévízadó rétegek vannak, vagy képezhetők, de a hőigény csekély, a geotermikus energiából villamosáram termelés is gazdaságos lehet.

A mélységi geotermikus energia hasznosítás főbb műszaki- fejlesztési prioritásainak megközelítését az 1. táblázat mutatja [5]. Fontos megjegyezni, hogy a Stratégiai Kutatási Menetrend kialakítása jelenleg is folyik, tehát az ábra a folyamat aktuális állapotát tartalmazza. Érdemes mégis áttekinteni a prioritások megközelítését a platform geotermikus szekcióján belül.

A különböző szakterületekre munkacsoportok alakultak, meghatározták a főbb műszaki témaköreiket, kutatás-fejlesztési témáikat, majd azok prioritásait. Ezeknek a végleges listája képezi majd azoknak a programoknak az alapját, amelyeket a Geotermikus Szekció és a Megújuló Energia Platform támogatásra javasol.

Az 1. táblázat csak a mélységi geotermikus energia kutatásához, termeléséhez és hasznosításához szükséges kutatás-fejlesztéseket foglalja magába, ez is mutatja, hogy a geotermikus energia hasznosítása milyen sok szakterületet átfogó iparág. Ezért nem szabad a földhővel kapcsola-



<i>Munkacsoport</i>	<i>Főbb témakörök</i>	<i>K+F témák</i>	<i>Prioritások</i>
Földtani kutatás, készlet értékelés	Kútadatok, Geotermikus adatbázisok Rezervoár értékelések Geofizikai, geokémiai tanulmányok Földtani kockázatok	Készlet rangsorok Adatbázisok Integrált geofizikai/ geokémiai kutatás Mezők kiválasztása	Készlet leltár, Integrált földtani kutatási folyamatok, Demonstrációs mezők kijelölése
Mélyfúrás	Korszerű technológiák Szénhidrogénipar tapasztalatainak átvétele Szelvényezések, műszerezések Környezetvédelmi szempontok Költségelemzések	Új technológia lehetőségek Kutak átképzése Magas hőmérsékletű, magas nyomású anyagok, műszerek Anyagvizsgálatok Költség szimulációk	Fejlődési trendek elemzése Teszt mező kijelölése magas hőmérsékletű, nagynyomású műszerezés vizsgálatára
Termelő technológiák	Szivattyúzás, termelő-visszasajtoló technológiák Kútfej, csővezetékek tervezése Kút kiképzések Korrózió, vízkőkiválás Fenntarthatóság	Magas hőmérsékletű búvárszivattyúk, Anyagkutatás Új kútkiképzési koncepciók Inhibitor kísérletek Visszasajtolási tapasztalatok elemzése	Magas hőmérsékleten működő szivattyúk Anyagtesztelések Víz visszasajtolási tesztek elemzése
Felszíni technológiák Közvetlen hőszolgáltatás, kaszkád rendszerek, Távfűtés-hűtés	Kombinált fűtés-hűtési technológiák Piacelemzések Hőszigetelések Hálózattervezések Villamosáram generálása Fenntarthatóság Készletmenedzsment	Fűtés-hűtési teljesítmények javítása Szakmai terminológia egységesítése Hatékony ORC rendszerek Abszorpciós hűtés	Kombinált áramtermeléses-hőszolgáltatásos tesztek elemzése További demonstrációs projektek Abszorpciós hűtés alacsony hőmérsékletű vízzel
Javított hatékonyságú geotermikus rendszerek (EGS)	Fúrás kemény kőzetekben Rétegserkentések Rétegvizsgálatok Mikroszeizmika Kőzet és víz kölcsönhatásai	EGS egységes terminológia Fúrás és kútkiképzés magas hőmérsékleten és nyomáson Rétegserkentések továbbfejlesztése Interaktív hidro-termo-mechanikai modellezés Repedéstérképek / hőleadási felület meghatározása EGS rendszerek fenntarthatósága	Interdiszciplinális műszaki munkacsoport felállítása Hosszú távú részletes munka menetrend EGS Vízió 15–20 EGS pilot helyszín meghatározása Költségelemzések

tos gazdaságpolitikai döntéseket egy szakterület véleménye alapján meghozni!

A műszaki fejlesztések alapján nem csak technológiai fejlődés várható, de a legújabb szakmai anyagok becsléseket tartalmaznak a költségek csökkenéséről is. Ezen alapul a GEOELEC Technológiai Platform jövőkép vázlatára a földhő alapú villamosenergia termelésről:

- 2020-ig a geotermikus alapú villamosenergia termelő ipar széles megalapozása. Ekkor a geotermikus erőművek létesítése támogatást igényel.
- 2030-ig versenyképes áramtermelés fejlesztése, részben EGS rendszerek létesítési költségeinek csökkentésével és offshore rendszerek létesítésével.
- 2050-ig jelentékeny áramtermelés kialakítása, ekkor már a földhő alapú villamosenergia termelésben az EGS lesz a domináns technológia.

#### 4. Hazai geotermikus erőművek létesítésének lehetősége

Az Európai Unió irányadatai, valamint saját elvárásaink szerint is hazánkban 2020-ig a 2007. évihez képest meg kell háromszorozni a megújuló energia felhasználás arányát az összes energia felhasználáson belül. Ebben a geotermikus energiának is fontos szerepe lehet. Az utóbbi években a geotermikus energiatermelés növekedése európai szinten elsősorban az állami támogatásoktól függött. A hangsúly nem a legkiválóbb potenciálú területek feltárásán volt, ezért Magyarországon is komoly fejlődési tartalékok vannak. Hazánkban jelentős mennyiségű ismert, de még nem szakszerűen megkutatott és emiatt feltáratlan készlet van. A geotermikus energia tudatos feltárására irányuló mélységi kutatási projektek nagyszámú, jelenleg

még nem ismert hőforrást, jó esetben hévízkészletet tárolhatnak fel.

Magyarországon, csakúgy, mint minden jó geotermikus potenciállal rendelkező országban a földhőtermelésnek három fő szegmense van:

- földhőszivattyúk, amelyek a maximum 300 méter mélyséig található hőt használják,
- hévíztermeléses közvetlen hőszolgáltatás, amely a 2500 méter mélyséig feltárt földhőt hasznosítja és
- földhő alapú villamosenergia termelés, amely a mélységi hévizek hőjét használja fel.

Az első két szegmens már felmutatott komoly eredményeket. A földhőszivattyúk terjedése az utóbbi években egész világon a geotermikus energia termelés növekedésének motorja, ez figyelhető meg hazánkban is. Hévíztermeléses hőszolgáltatásban pedig Magyarország évtizedek óta a világ élvonalában van.

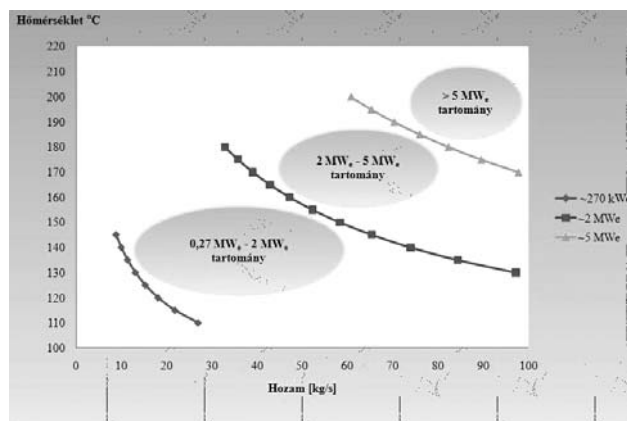
A hazai hűtési igény jelenleg csekély és elsősorban elektromos árammal van megoldva. Az elkövetkezendő évtizedben a hűtési igény jelentős növelése várható. Ezt a megnövekedett igényt elektromos árammal ellátni nem gazdaságos és nem eléggé környezetkímélő ezért hasznos lenne minél nagyobb arányban megújuló energiával, például földhővel kiváltani.

Régi dilemma a geotermikus energia iparágban a mélységi földhő felhasználása. A három fő szegmens közül a mélységi rétegek geotermikus energiamennyisége a legnagyobb. Ráadásul, a technológia fejlődésének függvényében a műszakilag, valamint a gazdaságosan kitermelhető földhő mennyisége növekszik. Ennek a vagyonszrnek feltárása, kitermelése, hasznosítása kiemelkedően fontos nemzeti érdek!

Villamos áram termelésének alacsony a hatásfoka, de jól szállítható. A földhő közvetlen felhasználásának jó a hatásfoka, de a pénzügyileg megtérülő méretű hőteljesítménynek nehéz helyi fizetőképes piacot találni, szállítása pedig nehézkes, költséges. A majdan feltárandó mélységi földhő készletek felhasználására mindkét eljárás alkalmas, a felhasználás arányait a készlet feltárása és a helyi piaci igények alapján kell meghatározni.

A Javított Kihozatalú Geotermikus Rendszerek (EGS) technológiája világszerte, így Európában is kialakítás alatt van. Az Európai Unió a következő évtizedben várhatóan közvetlen brüsszeli támogatással több nagy projektet fog pályáztatni. Az európai geotermikus szakma általános véleménye az, hogy a kedvező geotermikus potenciállal rendelkező Pannon medencében legalább egy EGS projektet végre kell hajtani.

Magyarországon a földhő alapú villamosenergia termelés készletei európai szinten is jelentősnek mondhatók, de a hőenergia bázist jelentő mélységi készletek még nincsenek szakszerűen feltárva. Amit jelenleg tudunk a mélységi készletekről, azt a szénhidrogén kutatások nem földhő kutatásra irányuló, ezért nem mindig megbízható adataiból ismerjük és az adatok helyszínei sem geotermikus kutatási céllal lettek kiválasztva. Ezért jelenlegi adataink a valóságtól kisebbnek mutatják mélységi földhő készleteinket.



2. ábra. Geotermikus erőmű létesítésének lehetősége [6]

A Pannon-medence földhőpotenciálja alapján készült a 2. ábra, amely a lehetséges geotermikus erőmű teljesítmény tartományokat mutatja a hévíz hozamának és hőmérsékletének függvényében [6]. A tartományokat elválasztó reciprok görbék meghatározása a Bobok Elemér professzor által hazánkban is meghonosított, Massachusetts Institute of Technology módszerével történt. Az ábrán látható, hogy nincs egzakt módon meghatározható minimuma a geotermikus erőmű létesítéséhez szükséges hévíz hőmérsékletnek, ismeretes, hogy az alaskai Fairbanks-ben 74 °C hőmérsékletű melegvízből is termelnek elektromos áramot. A geotermikus erőmű forrásoldali teljesítménypotenciálja a hévíz hozamától és hőmérsékletétől együttesen függ.

Az ábra alapján a 0,27 MW<sub>e</sub> – 2 MW<sub>e</sub> mikro-, 2 MW<sub>e</sub> – 5 MW<sub>e</sub> kis-, és 5 MW<sub>e</sub> teljesítmény fölötti közepes méretű teljesítménytartomány különböztethető meg. Magyarországon ismeretesek olyan mélyfúrású kutak, amelynek mért vagy számított adatai alapján mindhárom ábrázolt tartományba eső geotermikus erőmű létesíthető.

Az EGENC a Pannon-medence geotermikus potenciálját figyelembe véve Magyarországra 2020-ig 80 MW<sub>e</sub> hagyományos és 300 MW<sub>e</sub> EGS rendszerű földhő alapú villamosenergia termelést becsül. Ezt az adatot használja a Fűtés-Hűtés Technológiai Platform is. Itthon jóval pesszimistább adatok az elfogadottak, de a geotermikus potenciál alapján az első földhő alapú erőművek üzembe helyezése a közeljövőben megtörténhet.

Az Európai Unió a megújuló energiák támogatása során nem kizárólag projekteket támogat, jelentős forrásokat fordít műszaki fejlesztésekre is. A következő évtizedben Magyarországnak integrálódni kell ehhez a folyamathoz. Ennek következtében a mélységi geotermikus energia kutatás és termelés költségeinek csökkenése és a projektek versenyképességének javulása várható.

A fejlesztés egyik nélkülözhetetlen eleme a képzés. A felsőfokú képzést, a geotermikus energia szakmérnöki oktatást a Miskolci Egyetem már elindította.

A fejlesztés másik nélkülözhetetlen eleme az üzemi fejlesztés. A meglévő műszaki fejlesztési potenciált illusztrálja a 3. ábra, amely a Csepel Techno Kft. műszaki megoldása.



3. ábra. Decentrikus, magasnyomású hévíztermelő kútfej és nagynyomású, zárt hévízvezeték, építés közben

A hazai geotermikus energia iparágban a következő évtized egyik nagy kérdése az, hogy sikerül-e a közismeretlen jó földhő potenciált gazdaságosan feltárni és hasznosítani. Ehhez nyújthatna hathatós segítséget egy Nemzeti Geotermikus Energia Technológiai Platform, valamint az elméleti és gyakorlati műszaki-technológiai fejlesztési törekvéseink teljes körű európai integrációja.

### Szakirodalom, a cikkben hivatkozott előadások

- [1] Stryi-Hipp, G.: Leading the way towards sustainable heating and cooling, RHC TP Annual Meeting, Bilbao, 2010 február
- [2] Sanner, B.: Vision 2050, Geoelec Workshop, Pisa, 2010 június
- [3] Land, A.: Research Priorities in District Heating and Cooling, RHC TP Annual Meeting, Bilbao, 2010 február
- [4] van Gelder, J.: The Thermal Battery, RHC TP Annual Meeting, Bilbao, 2010 február
- [5] Ungemach, P.: R&D Priorities, RHC-GP Focus Group 2, RHC-GP Workshop, Pisa, 2010 június
- [6] Kujbus A.: Exploration of Deper (2-5 km) Geothermal Resources in Hungary, World Geothermal Congress, Bali, 2010 április

## T Á J É K O Z T A T Ó

### az ETE Esztergomi Területi Szervezet által tartott MAGYAR ENERGETIKAI VÁLLALKOZÓK ÉS FELTALÁLÓK FÓRUM ÉS SZAKKIÁLLÍTÁSRÓL – 2010. szeptember 8-9., Esztergom Királyi Vár

A Fórumot köszöntötte – az Esztergomi Önkormányzat nevében – Németh József alpolgármester, aki jelentősnek tartotta e rendezvényt Esztergomban és mondanóját, a tudás értékelésével fejezte be. Majd Bakács István ETE elnök elismerését fejezte ki azért a hosszú évek óta tartó kiemelt tevékenységért, amivel az Esztergomi Szervezet létrehozta határon túli csoportját, és az energetikai diákköröket, amivel az ETE számára is jelentős tevékenységet fejtett ki. Horváth Péter – a Magyar Energia Hivatal új elnöke – köszöntőjében szólt a Hivatal előtt álló fontos feladatokról, melyben számítanak a nagy tapasztalattal rendelkező energetikai szakemberek tudására.

Dr. Stróbl Alajos a villamosenergia-tárolás, Lakatos Gábor az atomerőmű bővítés aktuális témáiról szólt. Megismerhettük a magyar áramtözsde szerepét Medveczki Zoltán vezérigazgatótól, majd

a magyar geotermiáról, az épületek szellőztetéséről, a hidrogénenergetikáról és a hőszigetelésről hangozott el előadás. Szebeni Márton a CYEB cégcsoport nevében bemutatta az alacsony beruházással megterülő villamosenergia hatékonysági lehetőségeket. Ezzel párhuzamosan a Márványteremben szakkiállítók gyakorlatban mutatták be a közvilágítással, hidrogén tüzelőcellák alkalmazásával, geotermiával kapcsolatos gyakorlati tapasztalatokat.

A program folytatásaként Gémes Zsolt Energiasztratégiai főosztályvezető tartott ismertetőt a Kormány energetikai koncepciójáról, a Széchenyi tervről. Ezt követően Hajdú Judit főosztályvezető a szabdalmasztatással kapcsolatos aktuális témákról, Bohoczky Ferenc önkormányzati feladatokról, továbbá a megújuló energiákkal kapcsolatos lehetőségekről, fejlesztésekről, tapasztalatokról tartottak elő-

adást. Ezek közül kiemeljük Dr. Kovács L. Kornél tanszékvezető professzort – Biogáz Egyesület elnökét –, Dr. Tóth Péter elnököt – Szélerenergia Társaság elnökét –, továbbá Németországból Michael Willi Kraus urat aki a Merkendorfi Energiaparkot mutatta be. Előadások hangzottak még el új fejlesztések tapasztalatairól, pl. Poseidon hidrogengenerátor, energetikai projektekről, „merre tart a világ a Geotermikus energia vonatkozásában”.

A Fórummal párhuzamosan a Márványteremben bemutatásra, illetve ismertetésre került „hazai gyártású CHP egységek”, fűtőberendezések, termográfia témaköre, illetve megújuló energiákkal kapcsolatos tudnivalók.

A Fórumunkon tiznél több kiállító vett részt, mintegy huszonöt szakmai előadás hangzott el. Külön kiemelendő a közel száz diák részvétele, a megújuló energiák iránti érdeklődés, a résztvevők igen aktív szerepe. A fő érdeklődés kört a megújuló energiák és az önkormányzati energetikai témakörök képezték.

A Fórum Dr. Steier József elnök összefoglalójával zárult.

Ezúton is köszönetet mondunk előadóinknak, kiállítóinknak, támogatóinknak, szervezőknek és valamennyi résztvevőnek.

Esztergom, 2010. szeptember 10.

**Mohácsi Miklós**  
ETE Esztergomi  
Területi Szervezet tb. elnöke





Csűrök Tibor

## Dinamikus növekedés a megújulók hasznosításában

Az EU 2010. júliusában két közleményt is kiadott a megújuló energiahordozók hasznosításának uniós trendjére vonatkozóan. Az elsőként közreadott hír az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontjának (Joint Research Centre – JRC) „Renewable Energy Snapshot” című kiadványának megjelenése kapcsán jelent meg, a második az Eurostat 2008. évet bemutató adatai kapcsán.

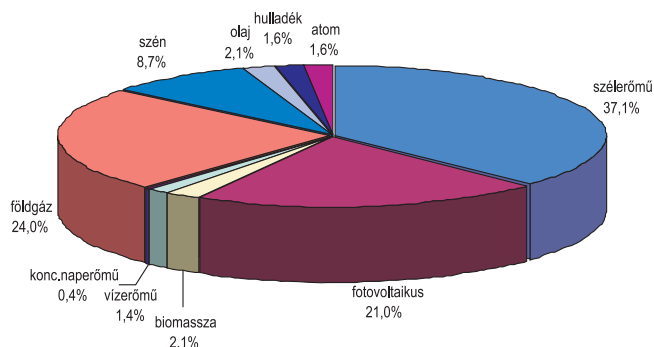
### Az EU-ban 2009-ben beépített új villamos kapacitások 62%-a megújuló

A JRC kutatásai, elemzése szerint (lásd: The 2010 Renewable Energy Snapshots: <http://re.jrc.ec.europa.eu/refsys/>) 2009-ben a 2008. évi 57%-ról 62%-ra növekedett a megújuló energiát hasznosítók aránya az újonnan létesülő villamosenergia termelő kapacitások között. Beépített teljesítményben a 2009. évi arány 17 GW-nak felel meg az összes 27,5 GW-ból.

A tanulmány szerint az EU villamosenergia felhasználása 3042 TWh volt 2009-ben, ebből 608 TWh származott megújulókból, ez 19,9%-os aránynak felel meg. A termelésből a legnagyobb arányt a vízenergia képviseli 11,6%-kal, ezt követi a szél (4,2%), a biomassza (3,5%), majd a napenergia (0,4%).

Más képet mutat a 27,5 GW új kapacitás megoszlása: a szélenergiák aránya 37,1%, a fotovoltaikus „naperőművek” 21%, a biomasszáé 2,1%, a vízerőműveké 1,4%, a koncentrált napsugárzást hasznosító naperőműveké 0,4%, míg a hagyományos erőművi technológiák esetében a részarányok a következők voltak: 24% földgáz, 8,7% szén, 2,1% olaj, 1,6% hulladék, 1,6% atom (lásd 1. ábra)

Az új kapacitásokkal tervezett termelés értékei természetesen eltérő sorrendet mutatnak, a földgáz bázisú villamosenergia termelés a 2009-ben épült egységek esetében évi 28 TWh-ra becsülhető, míg a szélenergiáké 20 TWh-ra, a napelemes rendszereké 5,6 TWh-ra. Ha a meg-



1. ábra. Az EU-ban 2009-ben létesült új villamosenergia termelő kapacitások megoszlása energiahordozónként

újulók tapasztalt erőteljes növekedése fennmaradna, akkor 2020-ra a villamosenergia felhasználás 35-40%-a megújuló energiahordozóból lenne fedezve az EU-ban.

Néhány kiemelendő megállapítás:

**Szélenergia:** A 2010-re kitűzött 40 GW értéket 80%-kal meghaladó 74 GW-ot ért el a szélenergiák beépített teljesítménye; az Európai Szélenergia Társaság a 2020-as célt 230 GW-ra emelte.

**Biomassza:** A biomassza esetében az elmúlt évek trendjeit alapul véve 2010-re 200 TWh érhető el, amely a

A megújuló energiahordozók részaránya primerenergia felhasználásban

1. táblázat

	2006	2007	2008	2020. évi cél
EU27	8,8	9,7	10,3	20
Ausztria	24,8	26,6	28,5	34
Belgium	2,7	3,0	3,3	13
Bulgária	9,3	9,1	9,4	16
Ciprus	2,5	3,1	4,1	13
Cseh Köztársaság	6,4	7,3	7,2	13
Dánia	16,8	18,1	18,8	30
Egyesült Királyság	1,5	1,7	2,2	15
Észtország	16,1	17,1	19,1	25
Finnország	29,2	28,9	30,5	38
Franciaország	9,6	10,2	11,0	23
Görögország	7,2	8,1	8,0	18
Hollandia	2,5	3,0	3,2	14
Írország	3,0	3,4	3,8	16
Lengyelország	7,4	7,4	7,9	15
Lettország	31,3	29,7	29,9	40
Litvánia	14,7	14,2	15,3	23
Luxembourg	0,9	2,0	2,1	11
Magyarország	5,1	6,0	6,6	13
Málta	0,1	0,2	0,2	10
Németország	6,9	9,0	8,9	18
Olaszország	5,3	5,2	6,8	17
Portugália	20,5	22,2	23,2	31
Románia	17,5	18,7	20,4	24
Spanyolország	9,1	9,6	10,7	20
Svédország	42,7	44,2	44,4	49
Szlovákia	6,2	7,4	8,4	14
Szlovénia	15,5	15,6	15,1	25



2008-as érték duplája. További elterjedését gátolhatja a biomassza alapú motorhajtóanyagok és fűtési célú tüzelőanyagok iránti igény növekedése.

**Koncentrált napenergia:** Az eddigi teljesítmények csekélyek Európában, 2010. májusáig 430 MW-ot ért el, a projektek gyakorlatilag Spanyolországra koncentrálnak.

**Napelemes projektek:** A beépített teljesítmények 2003. óta évenete megduplázódnak, 2009-ben 16 GW-ot ért el, ez az összes erőművi teljesítmény 2%-a. A növekedés folytatódik, 2010-re 10 GW új teljesítményt prognosztizálnak.

## 2008-ban az EU 27 tagállamában a primerenergia igény 10,3%-a megújuló energiából származott

Az Eurostat frissen publikált 2008-as adataiból stabil növekedés olvasható ki, a primerenergia igény kielégítésében a megújulók részaránya folyamatosan növekszik. A megújuló energiahordozók részaránya a legnagyobb Svédországban, Finnországban, Lettországban, Ausztriában és Portugáliában. Az egyes tagállamok adatait az 1. táblázat foglalja össze.

## Megújuló energiával a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentéséért

Közel 4 milliárdból épül Magyarország legnagyobb biogáz erőműve

Magyarország energiafüggősége miatt nemzetgazdasági érdek, hogy minél hatékonyabban használjuk fel a természet adta lehetőségeinket. Hazánk jelentős kiaknázatlan forrásokkal rendelkezik az alternatív energiaforrások terén – hangsúlyozta Bencsik János, belgazdasági államtitkár, a 3,9 milliárd forintból épülő szarvasi biogáz erőmű alapkövetésénél, 2010. július 16-án.

A németországi székhelyű Aufwind Neue Energien GmbH, és magyarországi leányvállalata, az Aufwind Schmack Első Biogáz Kft., valamint Gallicoop Pulyka-feldolgozó Zrt. együttműködésével Szarvas külterületén valósul meg hazánk legmodernebb vágóhídi hulladék sterilizálója és biogáz üzem. A 2010 augusztusában kezdődő beruházáshoz mintegy 500 millió forint uniós forrást nyert a pályázó.

Az erőmű a Gallicoop Zrt., valamint a környékbeli gazdaságok tevékenysége

során keletkező hulladékok és más mezőgazdasági melléktermékek feldolgozásából éves szinten 13 ezer Nm<sup>3</sup> biogázt állít elő, amely évente 15 millió m<sup>3</sup> földgáz kiváltására alkalmas.

Emellett az üzem 11 ezer tonna CO<sub>2</sub> kibocsátás elkerülését teszi lehetővé, amely a tervezett 20 éves üzemidőre, mintegy 212 526 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátást elmaradást jelent.

*Nemzetgazdasági Minisztérium*

## A „Dr. Kocsis Károly-díj” átadása – 2010

A 2010. évben harmadik alkalommal adták át a Dr. Kocsis Károly Díjat. A díjat munkatársa, Dr. Barótfi István és a Szent István Egyetemen (2002) elsőként végzett EU energiagazdálkodási szakmérnök hallgatói alapították<sup>1</sup>, hogy a megújuló energiaforrások hazai alkalmazásában jelentős tevékenységet folytató szakemberek kitüntetésével felhívják a figyelmet ennek fontosságára, az ebben a tevékenységben jeleskedő személyek megbecsülésére.

A Díj alapításával a volt hallgatók a Szent István Egyetem professzorát, vezetőként és oktatóként megnyilvánuló emberi nagyságát kívánják megtisztelni és fejtegetni személye és tevékenysége előtt.

Dr. Kocsis Károly 1982–1990 között Rómában az ENSZ Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Szervezetében dolgozott, ahol a FAO Európai Regionális Hivatal program-koordinátoraként sokat tett az energiatakarékos agrártechnológiák és a megújuló energiaforrások mezőgazdasági hasznosítására irányuló tudományos kutató és fejlesztő munka európai elindí-

tásáért és hazai fellendítéséért. Hazatérve Dr. Barótfi Istvánnal megalakították a Magyar Biomassza Társaságot, melynek első elnöke volt. 1959 évtől a Szent István egyetemen, illetve annak jogelődjénél a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen dolgozott és 1990 – 1996 között az Egyetem rektora volt. Munkásságában mindig elkötelezett híve volt a megújuló energiaforrások alkalmazásának, széleskörű elterjesztésének, ezt oktatóként és kutatóként egyaránt fontos feladatának tekintette.

A díjazottak kiválasztása az Alapítók által előterjesztett javaslatok alapján egyszerű többségi szavazással történik. Ezen elismerésben csak a megújuló energiagazdálkodáshoz tevékenységével kötődő mérnöki végzettségű szakember részesülhet.

A Díj átadása évente a SZIE Gépészmérnöki Kar évzáró ünnepélyes tanácsülésén történik.

*Az első díjazott (2008) Zsuffa László okl. gépészmérnök volt, aki az elismerést Pornóapáti (Pernau) település faapríték alapú falufűtésének megvalósításáért kapta.*

*Második alkalommal a díjat (2009) Szeles Zoltán élelmiszertechnológus mérnök a Kaposvári Cukorgyár operatív igazgatója nyerte el. Az elismerést a repaszelet biogáz gyártásba vitelért ítélték oda, melynek eredménye 40 %-os technológiai földgáz megtakarítás volt. A megoldás jelentős környezetterhelést is megszüntetett.*

*Ebben az évben az Alapítók a Dr. Kocsis Károly Díjat Ádám Béla okl. bányamérnöknek, megújuló energiagazdálkodási szakértőnek ítélték. Ádám Béla a Hidro-Geodrilling Kft. ügyvezető igazgatója az elismerést a földhő-hasznosítás terén elért eredményeiért, azért a műszaki-tudományos tevékenységért kapta, amely példaértékű a földszondás, hőszivattyús hőellátás területén.*

*A Díjazott jelentős publikációs tevékenységén túlmenően, megalapította a Magyar Hőszivattyús Szövetséget, amelynek jelenleg elnöke is.*

*Az alapítók nevében és képviselőjében:  
Bácsai Attila*

<sup>1</sup> A Díj alapítói: Bába István, Bácsai Attila, Dr. Barótfi István, Bodnár Attila, Csordás Csaba, Dukát István, Farkas Csaba, Köteles Géza, Oberkamp Péter, Perneky Antal, Pusztai Miklós, Székely Gábor, Tózsér Béla, Vityi Andrea dr.

Molnár László

## A hazai energiahatékonyság helyzete nemzetközi összevetésben

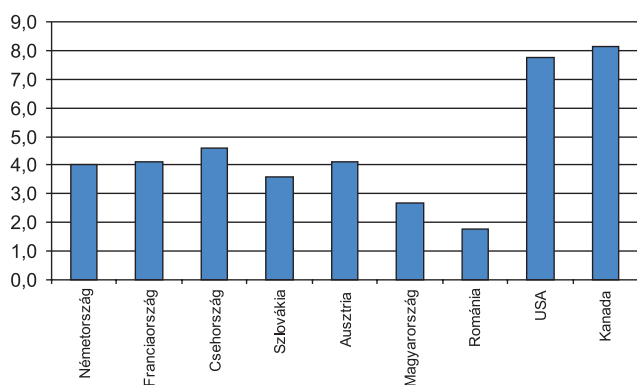
Hazánkban az energiahatékonyság jelentősége az elmúlt időszakban jelentősen megnőtt, egyrészt a két fontos EU program következtében:

1. Az EU Szolgáltatási Direktívája 9%-os végsőenergia csökkenést írt elő a tagállamok részére 2008–2016 között;
2. Az EU 2020-ra 20%-os energiahatékonyság javulást tett kötelezővé.

Másrészt az új kormányzat is jelentős súlyt helyez a „zöld gazdaság” fejlesztésére, ezen belül is kiemelt jelentőséget kapott a lakó- és középületek energiafelhasználásának csökkentése. A magyar energiahatékonyság helyzetével kapcsolatban sokféle – gyakran téves – vélemény létezik, ezért a legújabb EU statisztikák alapján áttekintjük, hol is tartunk most. A 2009. évet az elemzéseknél nem vettük figyelembe, egyrészt mert a nemzetközi statisztikák nem állnak rendelkezésre, másrészt mert a világgazdasági válság hatásait csak időszakosnak tekintjük.

Egyértelmű, hogy az egy főre eső hazai energiafogyasztás az egyik legkisebb az EU-ban, és messze elmaradunk az amerikai fogyasztástól.

Az EU-27-ben 1993–2008 között a GDP 2,4, a primerenergia fogyasztás 0,7 és a villamosenergia fogyasztás 1,9%-kal nőtt évente. A hazai GDP növekedés a fenti periódusban 3,6, a primerenergia fogyasztás 0,4%-kal és a villamosenergia fogyasztás 1,6%-kal nőtt évente. Azaz Magyarország az EU-nál másfélszer gyorsabb GDP növe-



1. ábra. Az egy főre eső energiafogyasztás néhány országban, toe/fő

Forrás: IEA, Key World Energy Statistics 2009

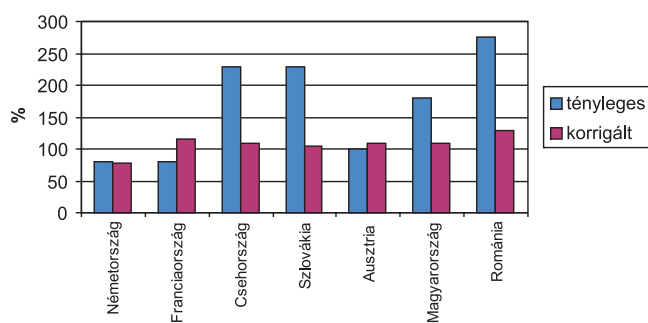
kedést ért el szinte stagnáló összenergia felhasználással. E mögött a pozitív eredmény mögött nemcsak az energiahatékonyság javulása áll, hanem más tényezők is, mint az ipari szerkezet-váltás (eltűnő energia-intenzív ágazatok, felfutó kis energiaigényű ágazatok), a nyomott energiaárak költségarányos szintre emelése és az energiatudatoság növekedése.

Az EU-27-nél és Magyarországon a 2007. évi végső energiafelhasználás szerkezete az alábbiak szerint alakul:

Míg az EU-ban az ipar és a közlekedés a két legnagyobb fogyasztó, addig Magyarországon a lakosság dominál, egyrészt a korszerű iparszerkezet és a kevésbé intenzív közlekedési aktivitás miatt, másrészt a hazai lakásállomány rendkívül gyenge energiahatékonysági állapota miatt. (Egy hazai lakás 1 m<sup>2</sup>-re eső fűtési energiaigénye a nyugat-európainak kb. a kétszerese.)

Az energiahatékonyság egyik legfontosabb makrogazdasági mérőszáma a végső energiaintenzitás, melynek 2007. évi alakulását mutatja a 2. ábra.

Az első oszlop a nominális intenzitást mutatja, mely azonban félrevezető, mert az intenzitás a Ft (a nemzeti valuta) túl- vagy alulértékelttségétől (a vásárlóerő-paritástól), a gazdaság szerkezetétől (több-kevesebb nehézipar) és a klímától (fűtési energiaigény!) erősen függ. Ha végrehajtjuk az összes korrekciót, akkor a magyar végső energia intenzitás a nominális 180%-ról 108%-ra csökken, vagyis alig haladja meg az EU átlagot. De tennivaló van még bőven, pl. az épületenergetika terén.



2. ábra. A végső energia intenzitás, 2007, % (EU-27=100)

Forrás: EU, Odyssee report

A 2007. évi végső energiafelhasználás az EU-ban és Magyarországon, %

1. táblázat

	Ipar	Közlekedés	Háztartások	Szolgáltatások	Mezőgazdaság
EU-27	30	30	25	13	2
Magyarország	20	25	35	17	3

Forrás: EU, Odyssee report

Balikó Sándor

## Energiaveszteségek értelmezése

Az energiagazdálkodásban rendszeresen használjuk a veszteségek fogalmát, de nem mindig értelmezzük egységesen azokat.

Általánosan elterjedt, ha egy a rendszerből kilépő áramunk van, a kilépő és belépő áramok hőtartalmának a különbségét tekintjük veszteségnek. Pl. egy átfolyós rendszerű vízűtésnél a veszteségáram:

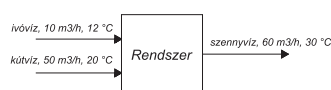
$$\dot{Q}_v = \dot{m}c(t_{ki} - t_{be})$$

ahol  $\dot{m}$  a kiáramló víz tömegárama,  $c$  a fajhője,  $t_{be}$  és  $t_{ki}$  pedig a víz belépő és kilépő hőmérséklete.

Ha egy összetett rendszer esetén nem tudjuk, vagy nem vizsgáljuk a belépő víz hőmérsékletét, akkor viszonyíthatunk a környezethez is:

$$\dot{Q}_v = \dot{m}c(t_{ki} - t_k)$$

ahol  $t_k$  a környezet hőmérséklete, amit szintén kétféleképpen értelmezhetünk, mert vehetjük a környezeti levegő hőmérsékletét, vagy a vízelvezetőben áramló közeg hőmérsékletét. A kétféle módon számított veszteség nem azonos. Bonyolultabb, ha a rendszerbe több belépő áram van (1. ábra).



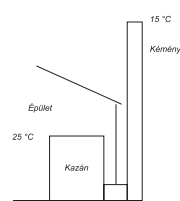
MÉRLEG							
Belépő áramok	Tömeg-áram	Hőmér-séklet	Hőáram	Kilépő áramok	Tömeg-áram	Hőmér-séklet	Hőáram
	kg/h	°C	kW		kg/h	°C	kW
Ivóvíz	10000	12	139,33	Szennyvíz	60000	30	2090
Kútvíz	50000	20	1161,11				
Hő			789,56				
	60000		2090				2090
Környezeti hőmérséklet			18 °C				
Veszteség a környezethez viszonyítva			836 kW				

1. ábra. Több-bemenetű rendszer

Itt kézenfekvőnek számít a környezeti paraméterekhez viszonyítás, viszont azt tapasztaljuk, hogy a veszteségek és a hasznosított hő összege nem lesz azonos a bevitt energiával: a számított veszteség 836 kW, valójában pedig az a 789,56 kW hő veszik el, amit a víz kivon a rendszerből.

Hasonló ellentmondást fedezhetünk fel pl. egy kazánüzemnél (2. ábra).

Ha a környezethez viszonyítjuk a veszteséget, akkor füstgázvesztésre 6,63 kW értéket kapunk, ami a tüzelőanyaggal bevitt hőnek a 4,45%-a. A mérlegből számítva a füstgáz 48,6 kW hőt visz el, ezzel a füstgázvesztés 5,15%-ra adódik.



Környezeti hőmérséklet 15 °C  
Füstgáz veszteség a környezethez viszonyítva: 6,63 kW

MÉRLEG			
Belépő áramok	Tömeg-áram	Hőmér-séklet	Hőáram
		°C	kW
Tüzelőanyag	100 m³/h	25	944,4
Égési levegő	1045 m³/h	25	9,4
			953,9
Kilépő áramok	Tömeg-áram	Hőmér-séklet	Hőáram
		°C	kW
Hasznos hő			886,4
Füstgáz	1148 m³/h	110	48,6
Falazati veszteség			18,9
			953,9

2. ábra. Kazán hőmérlege

A környezethez viszonyított számítás lényegében azt a hőáramot mutatja, amit még elméletileg hasznosíthatnánk, ha a füstgázt környezeti hőmérsékletig lehűtenénk<sup>1</sup>. A módszernek azonban nagy hibája, hogy így számolva a füstgázvesztés, a falazati veszteség és a hasznos hő összege (947,25 kW) nem adja ki sem a tüzelőanyaggal bevitt hő értékét (944,4 kW), sem az összes bevitt hő értékét (953,9 kW). Ennek oka, hogy a rendszer környezete nem homogén: a belépő áramok hőmérsékleti potenciálja nagyobb, mint a kilépésnél a környezet hőmérsékleti potenciálja.

Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a veszteség önmagában nem egy általánosan meghatározott, és minden rendszerre egyformán használható fogalom, értelmezése egy-egy nagyobb rendszeren (üzemben, telephelyen, stb.) belül is többféle lehet a vizsgálat célja szerint. Ezért, ha veszteséget határozunk meg, mindig pontosan adjuk meg annak az adott vizsgálatban való értelmezését is.

Veszteség helyett használjuk a veszteségáram fogalmát, amit mindig a 0 potenciáltól értelmezzünk<sup>2</sup> és olyan áramokat értünk alatta, amelyek a rendszer határán lépnek ki a környezetbe és a vizsgálatunk céljából nem tekinthetők hasznosnak.

A veszteségáramok energiataralma mindig a kilépési ponton (ha pontszerű) ill. a kilépési felületen (ha felületi veszteség) adott állapotra értendő. Ebben az értelmezésben nem lényeges, hogy a környezet állapota a rendszer határa mentén homogén-e, vagy sem. Ehhez tartozik, hogy a belépő áramokat is a belépési ponton (felületen) értelmezzük.

A vizsgálatokhoz nagyon lényeges a rendszer határainak a pontos definiálása és így a veszteségáramok és hasznos áramok összege – stacioner vagy kvázistacioner esetben – a belépő áramok összegével egyezik meg.

1 itt eltekintünk a füstgáz kondenzációs hőjének hasznosításától, de a gondolatmenet entalpiákkal számolva hasonló a kondenzációs hőhasznosításnál is.

2 ami rendszerint a 0 °C hőmérséklethez tartozó atmoszférikus nyomású állapotot jelent, de ettől eltérő értékben is meg lehet állapodni

Forrai György

## A hőbázisú hőellátás jövőbeni hosszútávú marketing kérdéseiről

A hő (hűtő) energia előállítására szolgáló energetikai eljárások „hő”, vagy „villamos” bázisú besorolásának szükségessége egyre inkább érződik, mivel az egyebek között az arra szolgáló primer energiaforrások decentralizált- vagy koncentrált ellátási formái hatékonyságát is jellemzi.

Első közelítésben csupán a nagy területet kiszolgáló, együttműködő villamos ellátó rendszerek lennének villamos bázisúnak nevezhetők. Minden egyéb, a helyszínen (decentralizáltan) üzemelő berendezés, beleértve az áramot is termelő gázmotorokat, vagy kisebb régiókat kiszolgáló távhőellátó rendszereket is, feltételeken hőbázisúnak lenne tekinthető. A kettő közötti lényeges különbség ugyanis egyfelől a primer energia hasznosítási lehetőségében, másfelől a díjakban rejlik.

Az utóbbi években azonban az energiaipar marketing feltelei alapvető változáson mentek keresztül: a fogyasztói piacon a hőenergia ellátásra növekvő befolyással bír a villamos hőszivattyúzás. Amelynek előnye, hogy nyáron hűtésre is hasznosítható, továbbá, hogy a berendezéseket dömping áron forgalmazzák, valamint a díjfizetésben is kedvező bevezető intézkedések tapasztalhatók (GEO-program).

Vagyis egy korábban ismeretlen szituáció: a fogyasztói höigények: „villamosbázisú”, és „hőbázisú” ellátási módzatainak versenyhelyzete formálódik, azonban jelenleg még a villamosipar egységesebb, tudatosabb fellépésével, lendületével, és ma már nehezen behozható, jelentős előnyével!

A hőbázisú energiapiac minden szegmensét, a gyártást, beruházást, üzemeltetést már ma is érinti ez a változás, azonban az érdekeltjei (csökkentve annak jövőbeni fejlődése lehetőségeit) egyenlőre láthatólag a még meglévő piac újrafelosztásával foglalkoznak! Amely pedig sajnálatos módon könnyen kicsúszhat alóluk, mígnem a maradék is összeomolhat!

A hőbázisú energetika, a primer energia és berendezés forgalmazók, a felhasználók egységesebb, tudatosabb fellépésére lenne szükség ahhoz, hogy az összességében a környezetvédelem, a primer energia hasznosítása, és társadalmi hatások szempontjaiból kedvezőbb megoldásaik támogatottságát a villamosbázisúval azonos szintre emeljék.

Hőbázisúnak a gáz, a távhőellátás, és az egyéb megújuló és hulladékenergia forrásokon alapuló hőellátási módzatok tekinthetők. Ezek eszköztára műszaki szempontból ma már nem marad el a villamosbázisútól, azonban kereslet hiányában jelenleg még lényegesen drágább.

A kialakuló versenyhelyzetben elsősorban ezen, a díjképzés és támogatottság területén kellene a hőbázisú eljárásoknak „lobbizniuk” és lépniük, különben tévesztésük (a szerző nézete szerint) nehezen gátolható. A hőbázisú fűtési-hűtési energiaipar legfontosabb fogyasztói berendezései az abszorpciós, és az adszorpciós hűtők és hőszivattyúk.

Ezek bármely primer hőforrást hasznosíthatnak, amelyek 60 °C nál nagyobb hőmérsékletűek.

A körfolyamat EER/COP értékei ugyan alacsonyabbak, mint a villamos berendezéseké, ugyanakkor viszont a hűdij lényegesen olcsóbb, illetve a berendezés kialakításával, a primer közeg nagyobb hőmérsékletével az arányok is javíthatók.

Például a COP (fűtési hőszivattyúzás esetén), ~40 °C előremenővel:

- Füstgáz közeggel, vagy kétfokozatú körfolyamattal (500 °C) – 2,2–2,5
- Gőzzel 200 °C: közvetett kiűzésű: 2,0–2,2
- forróvízzel 1,9–2,2
- melegvíz 90 °C: 1,6–1,8
- melegvíz 60 °C: 1,2–1,4

Ezek a berendezések tehát többféle hőforrással üzemelhetnek, mint a villamosbázisúak, azonban jelenleg még drágábbak azoknál.

A villamosbázisú hűtéssel összemérve a gázalapú hűtést, az utóbbi energiaköltsége, és a készülék ára is kevésbé még nagyobb.

- 1 kWh hűtés árammal (EER~3,5) ~13 Ft/kWh
- 1 kWh hűtés gázzal, közvetlen égésnél (EER ~1,0) ~16,0 Ft/kWh

Így valamely fogyasztó, amennyiben csupán hűtést kívánna végezni, a villamos bázisút választaná ma még.

A hűtés azonban önmagában korlátozott igény, és a berendezések létesítése nem jelenti a fogyasztás mértékadó növekedését, hanem inkább nehezen kivédhető, fejlesztett igénylő csúcsokat, és valójában az év nagy részében kihasználatlanul hagyott beruházásokat.

A fogyasztókat sokkal inkább a költségesebb, ám folyamatosabban igényelt hőszivattyúzás érdekelhetné, amelyben viszont helyes marketing politikával a hőbázisú energiaszolgáltatás sok tekintetben jobb, és támogatásra méltóbb lehetne!

Emellett, a növekvő villamosenergia-igény helyi villamosáram termelés útján történő kielégítésével ő is befolyást gyakorolhatna az áramtermelő piacra, csökkentve annak növekvő nehézségeit.

A hőellátási piac helyes marketing tevékenysége esetén a gáz és a távhő ellátásnak megmaradhatnának az előnyei a villamossal szemben, mert be tudják fogadni, illetve biztos hátteret tudnak nyújtani a többi hőbázisú eljárásnak, a megújuló és a hulladékenergiáknak is.

A hőbázisú hűtés-hőszivattyúzás gyakorlati megvalósítása nagyon sok módon történhet.

Erre például nemcsak új hőtermelők, hanem a meglévő melegvíztermelő kapacitás is felhasználható lenne, hiszen ugyanazon kazánra épülő berendezéscsoport, amely a téli



csúcsban fűt, nyáron elláthatja a hűtési – H MV igényeket, átmeneti időszakban pedig hőszivattyúzást is végezhet.

Ugyanebbe a kategóriába sorolhatók azonban a gázmotoros blokkfűtőerőművek, és még sokf más megújuló, vagy hulladékhő hasznosító berendezés is, amelyek *sokféle módon kombinálva együttműködhetnek, és így hatékonyabban kihasználhatók, mint a villamos bázisúak*. Amelyek azonban, ha a hőellátás területén már teret foglaltak, csekély az esély, hogy az elvesztett tér veszteség nélkül visszafoglalható lesz.

Természetesen megfelelő feltételek között mindkét eljárásnak lehet kedvező hatása a hőellátásban. Jelenleg azonban egyre inkább fennáll a veszélye annak, hogy a hőbázisú hőellátás indokolatlan mértékben visszaépülhet. Pedig az egyik lehetősége a nyereségessége fenntartására valamely, a jelenleginél komplexebb energia szolgáltatásra való felkészülés lehetne. Annak azonban része kellene, hogy legyen egy jelentős műszaki fejlesztő, gyártóipari, és marketing tevékenység is, amelynek jelei kevésbé látha-

tók. Pedig bármely késelemnek a károsultjai nemcsak a szolgáltatók, de méginkább a fogyasztók lehetnek!

## Irodalomjegyzék

- [1,2,3] *Gázmotoros trigeneráció...*I–III. rész (Forrai György, Magyar Installateur 2007.09.11.)
- [4] *Milyen legyen a hűtés...*(Forrai György, Magyar Installateur 2008.09.12.)
- [5] *Energetikai hatékonyság...* ( Forrai György, Magyar Energetika 2008./1, hozzászólás )
- [6] *Abszorpciós folyadékhűtéshez felhasznált kapcsolt távhő versenytára* (Orbán Tibor, Metzinger József, Magyar Energetika 2007/3 )
- [7;8;9] (Táv)hőbázisú hűtés-hőszivattyúzás: miért? I–III. rész (Forrai György, Magyar Installateur 2008.09.11.)
- [10] (Hőbázisú hőszivattyúzás és hűtés a távhőellátásban: Többet!?! – Kevesebbet?! (Forrai György, 21. TÁVHŐ Vándorgyűlés Szeged 2008.09 23–24
- [11] (Hőbázisú hőszivattyúzás és hűtés a távhőellátásban: Többet!?! – Kevesebbet?! (Forrai György, Energiagazdálkodás, 49. évfolyam, 2008.6. szám)

## Új vezetés a Paksi Atomerőmű Zrt. élén

**Hamvas István vezérigazgató, Baji Csaba az Igazgatóság elnöke, dr. Bánfi László a Felügyelő Bizottság elnöke**

A főtulajdonos Magyar Villamos Művek Zrt. (MVM Zrt.) kezdeményezésére rendkívüli közgyűlést tartott 2010. szeptember 13-án a Paksi Atomerőmű Zrt. Társaság rendkívüli közgyűlésén az új vezérigazgató mellett új Igazgatóságot és Felügyelő Bizottságot is választottak. Társaság új vezérigazgatója **Hamvas István**, eddigi műszaki vezérigazgató-helyettes lett, aki több mint 3 évtizede dolgozik az atomerőműben. Az 58 éves, fizikus végzettségű szakember az idén megkapta a Köztársasági Arany Érdemkeresztet, és Wahrmann Mór éremmel is kitüntették, mely az MTA Vezetői Kollé-

giuma által adományozott díj. Szakmai munkáját korábban Szilárd Leó díjjal is jutalmazták. Karrierjét fizikusként kezdte a paksi atomerőműben.

A Paksi Atomerőmű Zrt. Igazgatóságának tagja lett 2010. szeptember 14-től Baji Csaba Sándor, Hamvas István László, dr. Vámos Gábor, Nagy Sándor, Kollár Károly Attila és dr. Murányi Ernő.

A rendkívüli közgyűlésen a PA Zrt. Felügyelő Bizottságának tagja lett dr. Bánfi László, dr. Kevés Tibor, Hajdú János, Kovács Pál, továbbá a munkavállalói oldal delegáltjai: Berkes Sándor és Lőrincz László.

A társaság Igazgatósága **Baji Csabát** választotta az Igazgatóság elnökévé. A PA Zrt. Felügyelő Bizottsága a testület elnökévé **dr. Bánfi Lászlót** választotta.

**Baji Csaba** a Magyar Villamos Művek Zrt. vezérigazgatója és tagja az MVM Zrt. Igazgatóságának. A 46 éves közgazdász korábban a paksi atomerőmű vezérigazgatója volt és akkor az MVM Zrt. igazgatósági tagjaként is tevékenykedett.

**Dr. Bánfi László** 42 éves jogász, Európa jogi szakjogász diplomával rendelkezik, illetve 2008 óta mediátor. Jelenleg az MVM Zrt. vezető jogtanácsosa, jogi igazgatója.

(Forrás: MVM Zrt. Kommunikáció)

## Százmilliárd forinttal növelte vagyonát az MVM két év alatt

Majdnem 100 milliárd forinttal nőtt a Magyar Villamos Művek Zrt. (MVM) vagyona az elmúlt két évben az akvizícióknak és a fejlesztéseknek köszönhetően. A csaknem 100 százalékból állami tulajdonú cég tulajdonosa által jóváhagyott konszolidált mérleg szerint a cégcsoport eszközeinek értéke 815 milliárd forint volt a múlt év végén, a csoport szintű adózott eredmény pedig meghaladta a 60 milliárd forintot. Nem csak a vagyongyarapodás szempontjából különösen sikeres az elmúlt időszak, hanem minden idők – a legjobb gazdálkodási teljesítményét érte el a társaság csoport 2009-ben az inflációs hatást kiszűrve. A gazdasági válság ellenére az idei év a harmadik legjobb éve lehet az MVM-csoportnak, bár szerényebb, 30 milliárd forint körüli adózott nyereséggel számol a menedzsment. A válság ugyanis erősen érinti az energetikát. A fogyasztás egy év

alatt mintegy hat százalékkal csökkent, miután a rendszerváltás időszakában tapasztalt jelentős visszaesést követően folyamatosan nőtt az áramfelhasználás. Ráadásul a válság másként hat az energiapiacra, mert jellemzően olyan ágazatokat érint, amelyek, ha leállítják a termelést egy adott helyen, nagy valószínűséggel már egy másik országban indítják újra. A múlt évi tevékenység eredményességét jellemző üzemi szintű konszolidált nyereség elérte a 77,3 milliárd forintot, amelyet 10,9 milliárd forint pénzügyi nyereség növelt. Így az adózás előtt nyereség 85,4 milliárd forintot tett ki, az adófizetés után pedig 60 milliárd forint volt a profit. Az előző, a 2008. év volt a második legjobb éve az MVM-nek, amikor az üzemi szintű nyereség megközelítette az 52 milliárd forintot. Az MVM csoport pénzügyi helyzetét jól tükrözi, hogy az eladósodottsági mutató,

azaz az idegen források aránya mindössze 18 százalék.

Az MVM csoport tavaly a vagyonát a Mavir hálózatfejlesztéseivel, a szélerőmű parkot üzemeltető Hungarowind Kft. megvásárlásával, a német RWE többségi tulajdonában lévő Elmű és Émász tavaly megszerzett 15, illetve 10 százalékos tulajdoni hányadával, két új erőműprojekt már megvalósult befektetéseivel és a megvásárolt székházzal növelte.

A társaság csoportnál komoly mértékben szigorodott a belső kontroll: személy szerint még a vezérigazgató sem jogosult egyedül aláírásra, és a belső ellenőrzési tevékenység felügyeletét a vezérigazgató a társaság felügyelő bizottságához delegálta. A társaság csoport egyetlen tagja sem köthet szerződést az anyavállalat tulajdonosának hozzájárulása nélkül offshore hátterű céggel.



## Akkreditáció a villamosiparban

Az MVM ERBE Zrt. Méréstechnikai Labort a Nemzeti Akkreditáló Testület sikeresen akkreditálta egyes energetikai mérések végrehajtására, valamint erőművi létesítmények és főberendezések teljesítmény és hatásfok mérésére, meghatározására. Az akkreditáció kiterjed a villamos teljesítmény, hőmérséklet, nyomás és nyomáskülönbség, relatív páratartalom, rezgés, zaj, füstgáz O<sub>2</sub> és CO tartalom mérésére, hőteljesítmény mérésére/számítására, valamint mindezekből teljesítmény és hatásfok meghatározására a szén-, szénhidrogén-, megújuló- és a nukleáris tüzelőbázisú energetikai létesítményekben. Az akkreditált vizsgálólaboratórium az általa végzett energetikai méréseket követően közokirat besorolású mérési jelentést ad ki, amely az akkreditáció eredményeképpen az Európai Unió egész területén nemzetközileg elfogadott. A vezetőség a Méréstechnikai Labor tevékenységének és az akkreditáció területi érvényességének bővítését tervezi a közeljövőben a helyhez kötött légszennyező pontforrások által kibocsátott gázok mintavételének és helyszíni vizsgálatának megkezdésével.

The Measurements-Testing Laboratory of MVM ERBE Ltd. has been successfully accredited by the National Accrediting Body for various power engineering measurements, as well as the measurement and definition of performance and efficiency of power plant facilities and main equipment. The accreditation is valid for the measurement of power output, temperature, pressure, differential pressure, relative humidity, vibration, noise, the O<sub>2</sub> and CO content of flue gas, the measurement / calculation of thermal output and, from all these, the definition of the performance and efficiency of power plants based on coal, hydrocarbon, renewable and nuclear energy sources. Following the measurements carried out by the accredited testing laboratory, an official report is issued which, as a result of the accreditation, is internationally recognized all over the European Union. In the near future the Corporate Management plans to extend the activities of the Measurements – Testing Laboratory together with the scope of validity of the accreditation by the sampling and on-site analysis of gases emitted by fixed air pollutant point sources.

Az energetikai főberendezések telepítését, karbantartását, felújítását, garanciális javítását stb. követően kiemelten fontos kérdés azok hatásfokának, műszaki és üzemviteli jellemzőinek pontos mérése (meghatározása). Így volt ez korábban is, amikor az Erőmű Beruházási Vállalat szervezeti felépítésébe tagozódva létrejött a Mérőcsoport, amely a magyarországi és külföldi beruházások során létesített erőművek garanciális méréseit végezte el (pl.: Gagarin Hőerőmű, Dunamenti Hőerőmű, Leninvárosi Hőerőmű, Paksi Atomerőmű, Kangal Törökország, Catalgzi Törökország stb.). 1992-ben az ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Kft. megalakulásával párhuzamosan létrejött a korábbi Mérőcsoportból a Méréstechnikai Labor, mely a legképzettebb és legtapasztaltabb szakemberekkel, a kor műszaki színvonalán elérhető legjobb mérőeszközökkel hajtott végre a mérési feladatokat (pl.: Pécsi Hőerőmű, Ajkai Hőerőmű, Dunamenti Hőerőmű, Girne Ciprus, Litér, Sajószöged, Lőrinci, Borsodchem, Vértesi Hőerőmű, AES Tisza). Jelenleg a Méréstechnikai Labor a 2007. év végén megalakult az MVM ERBE Zrt. egyik szervezeti egységként, a Műszaki Igazgatóság alárendeltségében



végzi mérés-technikai feladatait (pl.: MVM Észak-Buda, Csepel II., Miskolci Fűtőerőmű, Bakonyi Erőmű).

A mérési eredmények alapján számítással meghatározott hatásfok és teljesítmény, valamint a műszaki és üzemviteli jellemzők értéke alapvetően meghatározza a Megrendelő és a Vállalkozó közötti szerződéses kötelezettségek teljesítésének mértékét. Ebből következően kritikus terület az energetikai jellegű mérések, mérési módszerek és számítási eljárások megbízhatósága, pontossága és a nemzetközi szakmai irányelveknek való megfelelése. A mérési eredmények elfogadásának legfontosabb feltétele a hitelesített és/vagy kalibrált mérőeszközök használata, szabványos vagy validált mérési és kiértékelési módszerek alkalmazása, valamint szakmailag kompetens mérőszemélyzet biztosítása.

Az MVM ERBE Zrt. Mérés-technikai Labor által több évtizede végzett energetikai mérések objektivitását, pártatlanságát és szakszerűségét 2010. május 19. óta tovább erősíti az a tény, hogy az általa végzett mérés-technikai folyamatok szakmai megfelelőségét és feltételrendszerének alkalmasságát egy akkreditációs eljárás keretében a Nemzeti Akkreditáló Testület (NAT) is elismerte.

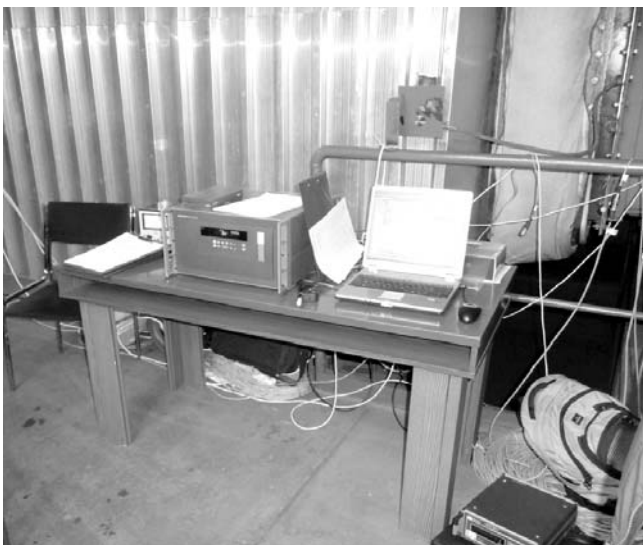
A NAT, mint erre jogszabályban feljogosított köztestület, az akkreditációs eljárás keretében végzett minősítő vizsgálaton ellenőrizte az MSZ EN ISO/IEC 17025:2005 szabvány követelményeinek való megfelelést.

Az akkreditációs eljárás részeként a NAT akkreditáló mérnöke és energetikai szakértője három szakaszban vizsgálta a Mérés-technikai Labor megfelelőségét. Az első szakaszban az alkalmazott mérési módszerek áttekintésével, a kiértékeléshez felhasznált szabványos módszerek vizsgálatával és a mérési pontosság meghatározásának ellenőrzésével kezdték a minősítő vizsgálatot. Ezt követően, a második

szakaszban a Budapesti Erőmű Zrt. Kelenföldi Erőművében végzett helyszíni ellenőrzéssel győződtek meg az adott mérésre vonatkozó mérési terv előírásainak betartásáról, a mérést végző munkatársaink és az alkalmazott mérőeszközök alkalmasságáról. A harmadik szakaszban az elkészített mérési jelentést tekintették át és a mért értékek kiértékelésénél alkalmazott módszertant minősítették.

Az akkreditációs eljárás eredményeként az MVM ERBE Zrt. Mérés-technikai Labor akkreditált vizsgálólaboratóriumként végzi az erőművi létesítmények és főberendezések teljesítmény és hatásfok mérését, meghatározását az alábbi szakmai területeken:

- Villamos teljesítménymérés,
- Hőmérsékletmérés,
- Hőteljesítmény-mérés/-számítás,
- Nyomásmérés, nyomáskülönbség mérés,
- Relatív páratartalom mérés,
- Rezgésmérés,
- Zajmérés,
- Füstgáz O<sub>2</sub> és CO mérés; valamint mindezekből





Teljesítmény és hatásfok meghatározás a szén-, szénhidrogén-, megújuló- és a nukleáris tüzelőbázisú energetikai létesítményekben.

Az akkreditációs okiratban és határozatban rögzítettek szerint a Méréstechnikai Labor akkreditált vizsgálólaboratóriumként a felsorolt méréseket az alábbi erőművi létesítményekben végezheti:

- Gázturbinás erőművek:
  - nyílt ciklusú gázturbinás erőművek,
  - kombinált ciklusú gázturbinás erőművek,
  - kogenerációs gázturbinás erőművek.
- Hagyományos kazán-gőzturbina villamosenergia termelő blokkok:
  - szilárd tüzelésű blokkok,
  - biomassza tüzelésű blokkok,
  - gáztüzelésű blokkok,
  - olajtüzelésű blokkok.
- Villamos energiatermelő gázmotorok,
- Lakóparkok, bevásárló centrumok energiaközpontjai.

A Méréstechnikai Labor által végzett energetikai mérések általában a következő főberendezések hatásfokának, teljesítményének, műszaki és üzemviteli jellemzőinek mérésére (meghatározására) irányulnak:

- Gázturbinák,
- Gőzturbinák,
- Kazánok,
- Hőhasznosító kazánok,
- Gázmotorok.
- Ipari klímák (abszorpciós, kompresszoros)
- Hűtőtornyok
- Csővezetékek

Az akkreditált vizsgálólaboratóriumként végzett energetikai méréseket követően a Méréstechnikai Labor közokirat besorolású mérési jelentést ad ki, amely az akkreditáció révén az Európai Unió egész területén nemzetközileg is elfogadott rangot jelent számára.

A Méréstechnikai Labor jelenlegi gyakorlata szerint átvételi, ellenőrző és nulla-állapotú méréseket végez. Az egyes mérési projektek előkészítése, végrehajtása és kiértékelése során az alábbi (általános) folyamatot követi:

### Mérési projektek megtervezése, előkészítése

Az előkészítés első lépéseként a Laborvezető begyűjti és egyezteteti a Megrendelővel a mérendő energetikai főberendezések műszaki és technológiai adatait a mérési feladathoz illeszkedően. A dokumentumok áttekintésével és helyszíni bejárással pontosítja az egyes mérési pontok és



mintavételi helyek kialakítását, műszaki jellemzőit. Pontos meghatározza a rendszerhatárokat a Megrendelővel való egyeztetést követően. Előzetes mérési tervet készít, amely tartalmazza a mérés tárgyát, célját, ütemezését és időpontját, az alkalmazott szabványokat, a mérendő és számítandó jellemzőket, rendszerhatárokat, a mérőhely listát, a mérőeszközöket, mérőszemélyzetet, mintavételi eljárást, létesítményi üzemállapotokat, a mérés és kiértékelés módszertani leírását, az alkalmazható korrekciókat és a mérési bizonytalanság meghatározását.

Az előzetes mérési terv Megrendelő által történő elfogadását követően a Méréstechnikai Labor munkatársai felülvizsgálják a rendelkezésre álló mérőeszközöket illető lehetőség, méréstechnikai alkalmasság és kalibráltság (hitelesítettség) szempontjából. Kiválasztják az alkalmas mérőeszközöket a jóváhagyott mérési tervben rögzített előírásoknak megfelelően. A Laborvezető a Megrendelővel közösen mérőhely bejárást tart annak érdekében, hogy a mérőhelyek megfelelő kialakítása, biztonságos megközelíthetősége és kábelezhetősége biztosított legyen.

Az előkészítés befejező lépéseként a Laborvezető a véglegesített és a Megrendelő által elfogadott mérési tervet minden érdekelt félnek megküldi és gondoskodik annak elfogadtatásáról.

### Helyszíni mérési feladatok végrehajtása

A kiválasztott, hitelesített vagy kalibrált mérőeszközök és a mérést végző személyzet helyszínre szállítása a tényleges mérés megkezdése előtt történik meg. A mérőeszközök felszerelését, adott mérési pontokhoz és mintavevő

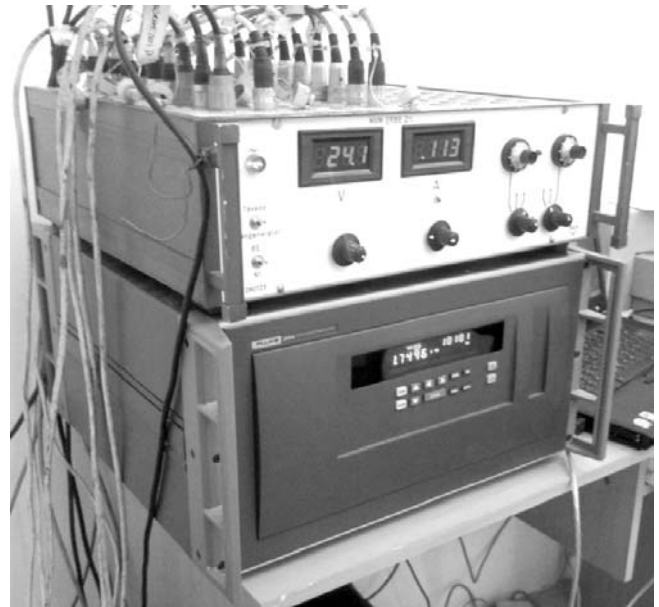


helyekhez való illesztését a Méréstechnikai Labor munkatársai végzik a jóváhagyott mérési terv mérőhely listája alapján. Az összeállított mérőrendszert a Laborvezető ellenőrzi a mérési tervnek való megfelelés és a próbamérés által szolgáltatott értékek helyessége szempontjából. A Laborvezető mérőhelyenkénti bontásban személyre szabottan osztja ki a mérési feladatokat a Méréstechnikai Labor munkatársainak.

Az adott technológiai rendszeren vagy főberendezésen beállíttatja a Megrendelő üzemviteli személyzetével a mérési terv szerinti terheléseket és/vagy üzemállapotokat. A Méréstechnikai Labor személyzete az adott terhelés beállítását, adott üzemállapot stabilizálását követően végrehajtja a mérést a mérési tervben meghatározott módon, amiről mérés indító-záró jegyzőkönyvet vesz fel minden terhelési ponton. A mérési adatokat automatikus mérési adatgyűjtő rendszer rögzíti és tárolja, szoftveres illesztő felülete segítségével támogatva a későbbi számítógépes elemzést, kiértékelést. A Laborvezető a mérés során keletkezett összes jegyzőkönyvet másolati formában átadja az érdekelt felek részére. A Méréstechnikai Labor munkatársai a telepített mérőrendszert szétszerelik, a mérőeszközöket leválasztják a technológiai rendszerről és visszaszállítják a Méréstechnikai Laborba. Gondoskodnak a mérési folyamat részeként vett azonosított anyagminták (pl.: földgáz, tüzelőolaj, szén, salak, pernye stb.) akkreditált vizsgálólaboratóriumba való továbbításáról.

### **Mérési eredmények kiértékelése, mérési jelentés összeállítása**

A Méréstechnikai Labor szakértői a mérési eredmények és a minták vizsgálati eredményei alapján speciálisan erre a célra fejlesztett szoftvertermékek alkalmazásával elvégzik a mérési eredmények elemzését és kiértékelését. Összeállítják a mérési jelentést, amely felsorolja a mérőszemélyzet tagjait és kompetenciáit, tartalmazza a mérés tárgyát és célját, a mérés helyszínét és időpontját, a Megrendelő és a Méréstechnikai Labor adatait, a mérési és értékelési módszer leírását, a mért és számított adatokat, a mérési bizonytalanságot, mérési tervet, a mérőhely listát, az alkalmazott mérőeszközöket azok egyértelmű azonosításával és kalibrálási (hitelesítési) igazolásával, az akkreditált alvállalkozók által végzett mérések eredményeit, az üzemállapotokat és üzemviteli körülményeket. A mérési jelentést a Laborvezető ellenőrzi és hagyja jóvá. Gondoskodik a Megrendelőnek és az érdekelt feleknek való továbbításáról és elfogadtatásáról. Igény szerint személyesen prezentáció keretében bemutatja annak tartalmát.



A hatvan éves tapasztalattal rendelkező MVM ERBE Zrt. magasan képzett csapatával sikeresen látja el az energetikai beruházások előkészítő munkáit, tervezését, megvalósítását, műszaki- és minőségi irányítását. A sikeres akkreditáció megerősítette az MVM ERBE Zrt. vezetőségét abban, hogy a Méréstechnikai Labor tevékenységének és az akkreditáció területi érvényességének bővítése a vállalat fejlesztésének egyik lehetséges területe lesz a jövőben. Terveink között szerepel a Méréstechnikai Labor akkreditált tevékenységi körének bővítése a helyhez kötött légszennyező pontforrások által kibocsátott gázok mintavételével és helyszíni vizsgálatával. Ezáltal a vezetőség célja egy olyan komplex, energetikai és környezetvédelmi mérés-technikai szolgáltatás biztosítása az Ügyfelek részére, amely teljes körűen kiszolgálja az energetikai létesítmények üzemeltetését és karbantartását végző vállalatok mérési igényeit.



### **MVM ERBE Zrt.**

H-1117 Budapest, Budafoki út 95.  
 Postacím: H-1519 Budapest, Pf. 469  
 Tel.: (36-1) 382-4700, (36-1) 204-4200;  
 Fax: (36-1) 204-4198  
 Udvarhelyi Nándor laborvezető  
 Mobil: (36-30) 634-8029  
 E-mail: [nandor.udvarhelyi@erbe.hu](mailto:nandor.udvarhelyi@erbe.hu)  
<http://www.erbe.hu>

## Környezetbarát és gazdaságos: Weishaupt szolártechnika.

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

Ez a megbízhatóság

– **weishaupt** –



A Weishaupt termékprogram:

szolárberendezések   hőszivattyúk   kondenzációs olajkazánok   kondenzációs gázkazánok   tüzelőberendezések



36%\*

**IX. ker.,**  
Csengettyű utca 19.



34%\*

**XI. ker.,**  
Vásárhelyi Pál  
utca 10.



33%\*

**VIII. ker.,**  
Losonci tér 4.



21%\*

**IV. ker.,**  
Bőrfestő utca 2.

## ÖKOPLUSZ = ÉRTÉK = ÁTLAGOS 21%-OS MEGTAKARÍTÁS A TÉNYEK MAGUKÉRT BESZÉLNEK!

További 9800 lakás korszerűsítése 2010 év végéig.

Már több, mint 16.000 távfűtött lakástulajdonos fűtésrendszerét korszerűsítette a FŐTÁV Zrt.



23%\*

**XVII. ker.,**  
Pesti út 161.



20%\*

**III. ker.,**  
Apát utca 10–20.



18%\*

**XXI. ker.,**  
Technikus utca 3.



21%\*

**X. ker.,**  
Bebek utca 12–14.

\* a viszonyítási alap minden esetben a kivitelezést megelőző teljes fűtési időszak