ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata *54. évfolyam 2013. 1-2. szám*

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

A Budapesti Műszaki és Gazdaságutományi Egyetem
Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
rendezésében

HŐERŐGÉPEK ÉS KÖRNYEZETVÉDELEM

11. NEMZETKÖZI KONFERENCIA

Megújuló Energiaforrások és Üzemanyagok Helye az Energetikában

BALATONFÜRED, 2013. június 3–5.

MŰEGYETEM 1782

www.heep.energia.bme.hu

További információk:

TRIVENT RENDEZVÉNYIRODA

www.trivent.hu • info@trivent.hu

Ha fontos a teljesítmény

Annak érdekében, hogy egy épületgépészeti rendszer optimális és energiatakarékos legyen, elengedhetetlen, hogy a komponensek az elvártnak megfelelően teljesítsenek. Csak egy hivatalos szabvány létezik az épületgépészeti lemezes hőcserélők teljesítményének tanúsítására - az AHRI 400.

Az Alfa Laval AlfaQ™ sorozat tagjai voltak az elsők, amelyek rendelkeztek AHRI 400 tanúsítvánnyal - a választás így egyértelmű.

AlfaQ™ hőcserélők - ha fontos a teljesítmény.

JOMUTI Kft.

www.jomuti.hu

Authorised Distributor

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata *54. évfolyam 2013. 1-2. szám*

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

Főszerkesztő:
Dr. Zsebik Albin

Felelős szerkesztő:
Dr. Gróf Gyula

Szerkesztőség vezetők:
Molnár Alexa, Szigeti Edit

Szerkesztőbizottság:
Dr. Balikó Sándor, Dr. Bihari Péter, Czinege Zoltán, Dr. Csűrök Tibor, Dr. Dezső György, Eörsi-Tóta Gábor, Gáspár Attila, Juhász Sándor, Korcsog György, Kövesdi Zsolt, Lipcsei Gábor, Mezei Károly, Dr. Molnár László, Németh Bálint, Romsics László, Dr. Steier József, Dr. Stróbl Alajos, Szabó Benjámin István, Dr. Szilágyi Zsombor, Vancsó Tamás, Végh László

Honlap szerkesztő:
Csernyánszky Marianne
www.ete-net.hu
www.energiamedia.hu

Kiadja: Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület

Felelős kiadó:
Bakács István, az ETE elnöke

A szekesztőség címe:
BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
D épület 222 sz.
Telefon: +36 1 353 2751, +36 1 353 2627, +36 30 278 2694, +36 1 463 2981.
Telefax: +36 1 353 3894.
E-mail: enga@ete-net.hu

Megjelenik kéthavonta.
Előfizetési díj egy évre: 4200 Ft
Egy szám ára: 780 Ft

Előfizethető a díj átutalásával a 10200830-32310267-00000000 számlaszámra a postázási és számlázási cím megadásával, valamint az „Energiagazdálkodás” megjegyzéssel
ISSN 0021-0757

Tipográfia:
Büki Bt.
bukibt@t-online.hu

Nyomdai munkák:
Innova-Print Kft.

Lapunkat rendszeresen szemlézi Magyarország legnagyobb médiafigyelője, az

»OBSERVER«
BUDAPEST MÉDIAFIGYELŐ KFT.

TARTALOM • CONTENTS • INHALT

Nemzeti Energiastratégia • National Energy Strategy • Nationale Energiestrategie
Kerényi A. Ödön
Időszerű módosítani Magyarország Nemzeti Energiastratégiáját 3
Time To Change the National Energy Strategy of Hungary
Es wird Zeit, Ungarns Nationale Energiestrategie zu ändern

Katona Tamás János
Észrevételek a Nemzeti Energiastratégiához 5
Comments on the National Energy Strategy
Anmerkungen zur Nationalen Energiestrategie

Tudomány • Science • Wiessenschaft
Cséfalvay Edit
Cukorcirok préslé eltarthatóságának vizsgálata 9
Storability of Sweet Sorghum Juice
Überprüfung der Haltbarkeit von Mohrenhirsensaft

Klímaváltozás • Climate Change • Klimaveränderung
Pomucz Anna Boglárka, Csete Mária
A különböző turisztikai kínálat típusok karbonlábnyom meghatározása a turizmus fejlesztési döntések támogatásához 13
Determining the Carbon Footprint of Different Tourism Supplies to Assist the Decisions of Tourism Development
Bestimmung der Kohlenstoff-Fußabdrücke von verschiedenen Touristenangeboten zur Unterstützung von Entscheidungen in der Tourismusentwicklung

Gács Iván
Szén-dioxid leválasztás szerepe a jövő villamosenergia-termelésében 17
The Role of Carbon-dioxide Capture in Future Power Generation
Die Rolle der Kohlendioxid-Absonderung in der Stromerzeugung der Zukunft

Buzea Klaudia
Az erőművi szén-dioxid leválasztási és tárolási (CCS)technológiák jelenlegi módszerei 21
Recently Known Methods of Carbon Capture and Storage (CCS) Technologies Used in the Energy Field
Die heutigen Methoden der Absonderung und Speicherung von Kohlendioxid (CCS) in Kraftwerken

Fazekas András István
Az atomerőművi bővítés klímavédelmi vonatkozásai 24
The Planned Expansion of the Hungarian Power System with Nuclear Power Plant Units from the Point of View of Climate Protection
Die geplanten neuen nuklearen Kraftwerkseinheiten des ungarischen Karftwerkparkes von dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes

Földgáz • Natural Gas • Erdgas
Horánszky Beáta
Földgázkereskedelmi csomópontok Európában 28
Natural Gas Trading Hubs in Europe
Erdgas Handelspunkte in Europa

Szunyog István
Szén-dioxid kibocsátás csökkentése biogáz előállításával és földgázhálózati továbbításával 31
Reduction of Carbon-Dioxide Emission with Biogas Injection into the Natural Gas Pipeline System
Kohlendioxidausstoß-Reduzierung mit Biogasherstellung und – Förderung im Erdgasnetz

Molnár Gábor
A földgáz aranykorának első évei 35
The First Years of the Golden Age of Natural Gas
Die ersten Jahre des goldenen Zeitalters des Erdgases

Szilágyi Zsombor
A 10%-os lakossági gázár csökkentés 39
Lowering Residential Natural Gas Prices by 10 %
Die 10 %-ige Gaspreisreduzierung für Haushalte

Energiahatékonyság • Energy effiency • Energieeffizienz
Hamza Attila
Gyakorlati tapasztalatok az energiamanagement terén az iparban 41
Practical Experience in Energy Management in Industry
Praktische Erfahrungen auf dem Gebiet des Energiemanagements in der Industrie

Történelmi visszatekintés • Historical Retrospect • Historischer Rückblick
Lévai András
Az Ipari energiafogyasztás racionalizálásának irányelvei 43
Principles of Rationalizing Industrial Energy Consumption
Grundsätze der Rationalisierung des Energieverbrauchs der Industrie

Megújuló energiaforrások • Renewable energysources • Erneuerbare Energiequellen
Kovács Gábor, Elek Barbara
A termálvíz közvetlen hőhasznosításának hidrogeológiai kockázatai 47
Hydrogeological Risks of the Direct Utilization of Thermal Water

(folytatás a 3. oldalon)

A folyóirat szerkesztésénél különös figyelmet fordítottunk a környezetvédelmi szempontokra!

A beküldött kéziratokat nem őrizzük meg, és nem küldjük vissza. A szerkesztőség fenntartja a jogot a beküldött cikkek rövidítésére és javítására. A szakfolyóiratban megjelent cikkek nem feltétlenül azonosak a szerkesztők vagy az ETE vezetőségének álláspontjával, azok tartalmáért az írójuk felelős.

TARTALOM • CONTENTS • INHALT

(folytatva a 2. oldalról)

Hydrogeologische Risiken der unmittelbaren Wärmeverwendung vom Thermalwasser

Szeredi István
A vízenergia hasznosítás ösztönzői és korlátai 49
Incentives and Barriers to Utilizing Hydropower
Anreize und Grenzen der Wasserenergieverwendung

Lipcsei Gábor
Megújuló támogatási rendszer vizsgálata napelemeken keresztül; német és magyar viszonyok 53
Analysis of Renewable Energy Subsidy Policies; German and Hungarian Conditions
Überprüfung des erneuerbaren Subventionssystems bei Solarelementen; deutsche und ungarische Verhältnisse

Gondok és remények az energiaellátásban • Problems and Hopes in Energy Supply • Probleme und Hoffnungen in der Energieversorgung
Stróbl Alajos
Az erőművek kihasználása 57
Utilization of Power Plants
Die Ausnutzung von Kraftwerken

Szemlélet • Approach • Ansicht
Dezső György
Gondolatok a problémamegoldásainkról és döntéseinkről 60
Thoughts on How We Solve Problems and Make Decisions
Gedanken über unsere Problemlösungen und Entscheidungen

Magyar szabadalmak • Hungarian patents • Ungarische Patente
Végh László
Seidner Mihály szabadalmai 64
Patents of Mihály Seidner
Mihály Seidners Patente

Alapismeretek • Basic knowledge • Grundkenntnisse
Balikó Sándor
Bázisadatok az energetikai felülvizsgálatokban 66
Basic Data in Energy Reviews
Basisdaten in Energieüberprüfungen

Egyszerű energetikai számítások • Simple calculations in the field of energetics • Einfache Berechnungen aus dem Bereich der Energetik
Zsebik Albin
A fűtési hőszükséglet és energiafelhasználás bázisértéke 68
Basic Value of Heat Needed for Heating and Energy Use
Basiswerte des Wärmeverbrauches und der Energieverwendung bei Heizungen

Vélemény • Opinion • Meinung
Szűcs Gábor
Terminusok vagy szakkifejezések? 69
Terminus Technicus or Technical Terms?
Terminus Technicus oder Fachbegriffe?

VEP • VEP • VEP
Domokos Péter
VEP és ISO 50001, audit tapasztalatok 72
VEP and ISO 50001, Experience in Audits
VEP und ISO 50001, Auditerfahrungen

Energiainformációk • Energy news • Rundblick
Molnár László
Energiahatékonysági beruházások elemzése 73
Analysis of Energy Efficiency Projects
Analyse von Energieeffizienzinvestitionen

EU hírek • EU news • EU Nachrichten
EU-számvevőszék: nem költséghatékonyak az energiahatékonysági beruházások 74
European Court of Auditors: Energy Efficiency Projects Are Not Cost Efficient
Der Europäische Rechnungshof: die Investitionen für Energieeffizienz sind nicht kosteneffizient

Hírek • News • Nachrichten
Gábor Dénes-díj 2012 75
Gábor Dénes Prize 2012
Gábor Dénes Preis 2012

Tüzeléstechnika 2012 76
Firing Technology 2012
Feuerungstechnik 2012

Major László
Tanulmányútjaim tapasztalatai 78
Experience of My Study Trips
Erfahrungen meiner Studienreisen

Szakkollégiumi hírek • Professional Collage • Fachkolleg
Jubileumi Emlékfélévet zárt az Energetikai Szakkollégium 79
The Student Association of Energy Celebrated a Jubilee Half-year
Das Energetik-Fachkolleg hat das Jubiläums Halbjahr abgeschlossen

Emlékezünk, bemutatkozunk • Memories, introductions • Erinnerungen, Vorstellungen 80

KLENEN '13, 2013. március 7-8.

Tisztelt Olvasó!

A hatékony energiagazdálkodás mindnyájunk érdeke és kötelessége. Hazánk a II. Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Tervben fogalmazta meg az Európai Bizottság részére a végsőenergia-megtakarítást elősegítő nemzeti célkitűzéseket és intézkedéseket a 2008-2016 időszakra.

Ahhoz, hogy a kitűzött célokat teljesíteni tudjuk, össze kell fognunk.

- Fontos, hogy ki-ki a saját munkakörében tegyen az energiafelhasználás gazdaságosságának növeléséért.
- Fontos, hogy beszámoljunk eredményeinkről, megosszuk tapasztalatainkat.
- Fontos, hogy az energiahatékonyság növelésével kíméljük környezetünket.

Az Energiahatékonysági Kiválósági Pályázathoz (www.virtualiseromu.hu) kapcsolódva ezt kívánjuk segíteni a **„Klímaváltozás – Energiatudatosság – Energiahatékonyság"** konferenciák szervezésével, az Energiagazdálkodás szakfolyóiratban a cikk formában elkészített előadások közzétételével.

Az energiahatékonysági világnaphoz (március 6.) közeli napokban évente megrendezésre kerülő konferencián plenáris előadások keretében kerülnek ismertetésre az európai energiahatékonysági politika újabb fejleményei, az energiahatékonysági irányelv hazai átültetésének és megvalósításának tapasztalatai.

A konferencián fontos szerepet kap az Energiahatékonysági Kiválósági Pályázatban induló vállalatok és szakértők energiahatékonysági intézkedéseinek és minta-projektjeinek bemutatása, a tapasztalatcsere és a megújuló energia hasznosítás legújabb hazai eredményeinek ismertetése. A konferenciához kapcsolva gyűjtjük és bemutatjuk az energiahatékonysági intézkedések hozzájárulását a Virtuális erőmű építéséhez.

A konferenciára hívjuk és várjuk azokat a szakembereket, akik szívesen megosztják tapasztalataikat az érdeklődőkkel, vagy érdeklődnek mások tapasztalatai iránt.

Tisztelettel meghívjuk és várjuk olvasóinkat is a konferenciára!

Ha a 2013. március 7-8-i konferenciára már nem tudna eljönni, jegyezze elő naptárába, hogy

2014. március 11-12., KLENEN '14.

és kövesse a konferenciához tartozó eseményeket a **klenen.org** honlapon.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a konferencia előadásai, a tapasztalatcserék, valamint az energiagazdálkodás hatékonyságának növelését eredményező módszerek és technikák bemutatása hozzájárul a résztvevők ismereteinek bővítéséhez és segítik mindennapi munkájuk végzésében.

KLENEN '14, 2014. március 11-12.

Időszerű módosítani Magyarország Nemzeti Energiastratégiáját

Kerényi A. Ödön
Rubin-diplomás villamos-gépészmérnök, kerenyia1@t-online.hu

A világ és Európa válságos gazdasági helyzete indokolttá teszi hazánk energetikai helyzetének gondos elemzését és távlati fejlesztési tervek módosítását. A témával több tanulmány is foglalkozott. Ezek közül is a nemzetgazdaság működésének alapját biztosító villamosenergia-ellátással foglalkozók érdemesek különös figyelemre, amelyeket az iparág vezető társasága, az MVM ZRt. csoport nagy tapasztalatú szakértői készítettek.

*

The economic crisis in the world and Europe necessitate the thorough investigation of the energy situation in Hungary and the modification of the long-term development plans. Relying on his 63 years of experience in the energy industry and energy management as well as relevant studies, the author proposes criteria to review the National Energy Strategy based on figures from 2010-2011.

* * *

Állításomat 63 évi, iparági, vezetői tapasztalat alapján a következőkkel támasztom alá. A magyar villamosenergia-rendszert működető MAVIR Zrt. megbízásából készült dr. Stróbl Alajosnak, PÖYRY-ERŐTERV munkatársának egyik legújabb kapacitáselemzése. A 2010-2011. évek tényszámaiból kiindulva, megfontolandó szempontokat ad a Nemzeti Energiastratégia időszerűvé vált felülvizsgálatához. Mindezt az Európa Unió legfőbb energetikai szerveinek, az ENTSO-E és ENTSO-G várható fejlődésének keretében elemzi. A tanulmányhoz az alábbi megjegyzéseket fűzöm.

1. A tanulmány szerkezeti felépítése és vizsgálati módszere logikus, és azzal teljes mértékben egyetértek. Legfontosabb megállapításai és javaslatai az EU legutolsó tíz éves fejlődését bemutató első rész tényszámain alapulnak.

2. Helyesnek tartom az elemzés alapelvét, miszerint nem a világszintet vizsgálja, hanem hazánk környezetének azon országaival foglalkozik, amelyek saját tervezett energetikai fejlődésük során energetikánkra hatással lehetnek. Ez alatt rövid távon a 2020-ig, hosszú távon a 2030-ig terjedő időszakok valószínűsíthető import-export lehetőségeit kell érteni, amelyek kiegészíthetik a magyar VER teljesítménymérlegének időszaki hiányát vagy többletét. Nem foglalkozik a 2050-ig szóló kitekintéssel sem, mivel erre nincs elég tárgyi alap, és így csak jóslásnak lenne tekinthető.

3. A vizsgálat egyik legmeglepőbb megállapítása az, hogy az ENTSO-E Kontinentális Villamosenergia-rendszer Egyesülésben (VERE) az, hogy a beépített erőműi teljesítőképesség félig sincs a fogyasztói terhelésekkel kihasználva. Ennek fő oka az, hogy tagországok leginkább a megújuló energiát használó erőművek (szél, nap, biomassza stb.) kapacitását növelték, amelyeknek a termelését maga a természet korlátozza. A fosszilis energiahordozót használóknál viszont az üzemanyag gyakorlatilag korlátlanul áll rendelkezésre, de mivel annak ára szabja meg a termelés eredő önköltségét, ha drága, visszafogja a felhasználást. Az önköltséget, a tüzelő ára mellett, elsősorban az erőmű hatásfoka befolyásolja, ami viszont az elavult berendezések korszerű egységekkel való cseréjére ösztönzi a tulajdonosokat. Ez a tény indokolja, hogy hazánk várható, alacsony (0,8%/év) igénynövekedése mellett is közel 9000 MW új kapacitást kell létesíteni 2030-ig az elavult erőművek selejtezése miatt.

4. A tanulmány célja, hogy a lehetséges építési ütemezés mellett a teljesít-ménymérleg időszakos hiányát mennyiben lehet importtal pótolni, és ezzel mérsékelni a beruházási kiadásokat.

5. A fentiek miatt szór erősen az erőművek kihasználási óraszáma, ami az atomerőművek 8000 h/év mutatatójától a szélerőművek 1500 h/év, sőt pl. a szekundér gázturbinák 10 h/év értékéig terjed, és ebből adódik a VERE 3600 h/év joggal kritizálható alacsony átlaga.

6. Sajnálattal kell megállapítani, hogy az EU maga a legfőbb okozója az Európában kialakult energetikai helyzetnek, mivel túlértékelte a megújuló energiák szerepét a Föld klímaváltozásában. Kötelező irányelvei károsan befolyásolják, azaz megdrágítják az energetika fejlesztési terveit, és emiatt növekednek a villamos energia tarifák.

7. Az EU téves szemléletét bizonyítja a következő. A világ CO_2 kibocsátása jelenleg kb. 32 Mrd t/év, amiből az EU részesedése évi 3,8 Mrd t. A mindössze 12% részesedése mellett nyilván nem lehet megakadályozni a kibocsátás évi 1 Mrd tonnás növekedését a világon.

8. Nem véletlen, hogy a kiotói egyezmény csőd előtt áll. A világ legnagyobb energetikai hatalmai (USA, Kína, India, Brazília stb.) megtagadták részvételüket a 20 éves kvótarendszer meghosszabbításában, amiben az EU akar fő támogató lenni.

9. Még fontosabb tény, hogy egyre inkább terjed a fizikusok véleménye, miszerint nem az emberi tevékenység okozza a Föld globális hőmérsékletének emelkedését és a klímaváltozást, amely a kiotói egyezmény téves, politikai alapelve volt, hanem a földtörténet 100 000 években mérhető geofizikai ciklusai.

10. A PÖYRY-ERŐTERV tanulmánya az előző pontok kihatását nem is vehette figyelembe, mivel az EU irányelvek érvényben vannak, és megszabják a Nemzeti Energiastratégia kereteit.

11. Az 1990. évi, magyar politikai rendszerváltás óta viszont, éppen a miatt kifogásoltam számos tanulmányomban a kormányok energetika terveit, hogy az EU megújuló energiahasznosítást támogató irányelvei ellenére nem számoltak a Duna komplex hasznosításával, amely 4 TWh megújuló vízenergiát lenne képes adni hazánknak, a folyami vízerőművek magas, kb. 5000 h/év tervezhető kihasználásával.

12. A vízerő-hasznosítás legjobb szakértője, dr. Szeredi István (MVM Zrt.) legújabb tanulmánya egyértelműen bizonyítja, hogy az EU jelenlegi gazdasági körülményei között is a távlati terveknek a dunai vízerőművek a legversenyképesebb elemei között lehetnek.

13. Az EU és hazánk fő problémája, hogy az eddigi gazdaságpolitika mellett a villamosenergia-termelés költsége oly mértékben növekszik, hogy nincs fedezet az új erőművek létesítésére.

14. A villamos energia árak növekedését hazánkban elsősorban az iparág 1990. évi szervezeti átalakítása okozta. Az MVM Tröszt megszüntetése az erőműveket önálló társaságokká alakította, és a VER eddigi növekményarányos teherelosztása helyett egyedi árakon kellett termelésüket szabályozni. Az állandó költségeket be kellett építeni az egységárakba, és emiatt nem az energiaköltség alapján lehetett a terhelést szétosztani az erőművek között. A tröszt egy gazdasági egységében működő erőművek eredő önköltsége nyílván kisebb volt, mint az önálló részvénytársaságokba soroltaké, amelyek már saját hasznukat

keresték. Az áramszolgáltatók tehát eleve magasabb áron kapták a villanyt, és a fogyasztók is drágább tarifán jutottak hozzá.

15. Az 1994-95. évi privatizáció tovább növelte a villany árát. Megszűnt az állami tulajdonban alapelvnek tartott eredő minimális költségre való törekvés, és a profit szerzés vált céllá, ami ellentétes a fogyasztók érdekével.

16. Az EU közös piaca a szabad piaci elvekkel tovább bonyolította az ellátást, de ugyanakkor a drágább szinten is keresi a költségcsökkentés lehetőségeit. Ezt célozza a piacok összekapcsolási folyamata, amely hozhat ugyan szerény (ezrelék nagyságrendű) eredményt, de az informatika drága csúcstechnológiája és különlegesen képzett személyzet kell hozzá. Félő csak rágondolni is egy rosszindulatú hackertámadásra, ami rémálma lehet az érintetteknek.

17. Természeti jelenségek és csapások is különleges vészhelyzetet okozhatnak. Az EU 27 országában 2000 és 2011 között 84 000 MW szélerőmű és 47 000 MW naperőmű épült be. Ezek tömeges üzemképtelensége katasztrófához vezethet, amire komolyan fel kell készülni. Ezt számos, a német szélerőművek miatt bekövetkezett eset bizonyítja.

18. Jelentősebb villanyár-csökkentést lehetne elérni az erőművek teljesítőképesség költségeinek tarifális különválasztása révén, amely az egy gazdasági egységbe tartozó erőművek esetén bevált módszer volt. De ez változtatás az EU bonyolult piaci viszonyai mellett igen nehéz feladat. Németországban már folyik elméleti kutatás, és a PÖYRY-ERŐTERV tanulmánya javasolja is a témával való foglalkozást – kapacitás-mechanizmusok címen.

19. Rá kell mutatnom az MVM Zrt. másik, távlati tervek készítésben járatos, tapasztalt szakértőjének, dr. Gerse Károly, volt vezérigazgató helyettes tanulmányára, amit a Magyar Elektrotechnikai Egyesület 2012. évi vándorgyűlésén ismertetett. Lényegében ő is hasonló következtetésre jutott, mint a PÖYRY-ERŐTERV tanulmánya. A villamosenergia-árak feltartóztathatatlan növekedése várható, ha az EU megmarad jelenlegi energetikai felfogásában. Jellemző erre a magyar villamosenergia-ipar 2011. évi 1200 milliárd Ft összes, halmozatlan, értékesítési árbevétele – az EU által elvárt megújulós fejlesztés teljesítésekor – a GKI, illetve a Pylon Kft. számítási alapján 2020-ra mintegy 200 milliárd Ft-tal növekedne, ami 17% növekedést jelent, a villamosenergia-termelés mindössze 7,4% növekményével szemben. A 2,3-szoros érték az eredő ár gyors emelkedésének a következménye.

20. A PÖYRY-ERŐTERV tanulmányának legfontosabb javaslatait csak nagyon röviden foglalom össze, de ajánlom az MVM Zrt. vezetésének, hogy azt terjessze az illetékes kormányszervek elé – jelen megjegyzéseimmel együtt –, hogy a Nemzeti Energiastratégia korszerűsítésnél vegyék figyelembe. Ezek a megjegyzések a következők.

21. A Paksi Atomerőmű már elhatározott nagybővítése előtt is kell erőműveket építeni. Ehhez azonban állami támogatás szükséges, mivel magánvállalkozások a bizonytalan gazdasági helyzetben nem vállalják a beruházások kockázatát. Célszerűen az MVM Zrt. állami vállalatot kellene felhatalmazni a kijelölt erőműves nagyberuházások lebonyolítására.

22. A rövid távú (2020) időszakra kijelölni javasolt állami erőmű beruházások:

- A hazai lignitkincs kihasználását szolgáló Mátrai Erőmű Zrt. már korábban előirányzott 450 MW-os, esetleg nagyobb bővítése, amely gázimportunkat mérsékelné, és növelné a VER biztonságát importfüggőségünk csökkenése következtében.
- A Duna komplex hasznosítását lehetővé tévő vízerőművek közül a Nagymarosi Vízerőmű újraépítése, a hágai Nemzetközi Bíróság 1977. évi ítéletének végrehajtásaként. Ez lenne a legolcsóbb nagy vízerőmű-beruházás, mivel már megvalósult jelentős elemei (gátak, munkagödör stb.) felhasználhatók. Emellett azonnal megkapnánk a Bősi Vízerőmű egyharmad vízjogos termelését is.

23. A közép és hosszú távú (2025-2030) időszakban folytatódnak az előző pontban kijelölt beruházások, a finanszírozás megszabta ütemezés szerint, és folynak a paksi nagybővítés munkálatai Paksi Atomerőmű II. ZRt. beruházás címen.

24. A tanulmány számos értékes javaslatát nem részletezem, de a VER fejlesztési terveiben hasznosíthatók. Alkalmazásuk pl. az okos mérések témában a magyar ésszerű tartózkodást igényel, mivel a legfejlettebb országokhoz hasonlítva a VER nagyságát, a fajlagos mutatóinak szintje a gazdaságosságát kétségessé teszi.

Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Klíma- és Energiaügyért Felelős Államtitkárság

Szakfolyóiratunk 2012. 2. számában Kovács Pál államtitkári kinevezéséhez kapcsolva már ismertettük a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Klíma- és Energiaügyért Felelős Államtitkárság felelősségi területeit. Most egyszerre tesszük közzé a részterületekért felelős helyettes államtitkárok névjegyét.

dr. Pőcze Orsolya, atomenergetikáért felelős helyettes államtitkár
Születési hely, idő: Győr, 1976. március 3.
Végzettség: *2007* Jogi Szakvizsga Bizottság, jogi szakvizsga
1997–2002 Eötvös Loránd Tudományegyetem, Állam- és Jogtudományi Kar
Szakmai életút:
2002–2007 ügyvédjelölt (szakterületek: energia jog, polgári jog, társasági jog, közigazgatási jog)
2007–2009 ügyvéd (energiaipari társaságok tevékenységéhez kapcsolódóan polgári jogi, energia jogi, közigazgatási jogi ügyekben jogi szolgáltatás nyújtása, általános jogi tanácsadás)
2009–2010 Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium, Energiagazdálkodási és Szabályozási Főosztály, szabályozási referens
2010–2011 Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, főosztályvezető – titkárságvezető
2011– Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, helyettes államtitkár
Nyelvismeret: Angol

Horváth Attila Imre, Zöldgazdaság fejlesztéséért, klímapolitikáért, és kiemelt közszolgáltatásokért felelős helyettes államtitkár

Születési hely, idő: Budapest, 1974. október 26.
Végzettség: *1993–2001* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnök Msc/Ma
Szakmai életút:
2008. február – 2011. december BudaSolar Kft. ügyvezető igazgató
2005. október – 2008. február EnergoSolar Kft. ügyvezető igazgató
2001. október – 2005. február Oster Lízing Zrt. Termelőeszköz finanszírozási igazgató
1999. február – 2001. október Király Lízing Kft. Termelőeszköz divízió vezető
Családi állapot: Nős. **Nyelvismeret:** angol

A helyettes államtitkárok felelősségteljes munkájához sok sikert kívánunk!

Észrevételek a Nemzeti Energiastratégiához[1]

Katona Tamás János
okleveles mérnök-hőfizikus, katonat@npp.hu

A cikkben a Nemzeti Energiastratégia feltétel- és eszközrendszerét vizsgáljuk a fenntarthatóság és a megvalósíthatóság, az innováció-igény és a foglalkoztatottsághoz való hozzájárulás szempontjából.

*

In the paper the boundary conditions and the possible tools and methods of the National Energy Strategy are commented from the point of view of sustainability, feasibility, needs for innovations and effects on the employment.

* * *

A Nemzeti Energiastratégia közösségi meghatározottsága

Korunk egyik alapvető problémája a technikai-fogyasztói társadalom energiaellátása, s ezzel együtt a természeti források kiélése és a környezet, a klíma károsítása. Az elementáris igény az energiaellátást illetően egyszerűen megfogalmazható: az energia mindenki számára elérhető, az ellátás biztonságos és segítse a gazdaság fejlődését, legyen a termelés és a fogyasztás takarékos, környezet- és klíma-kímélő.

Az „EURÓPA 2020, Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája" c. dokumentum az Európai Unió alapszerződésben foglalt célokat technologizálta: legyen 2020-ra az emisszió a bázisévhez képest húsz százalékkal kevesebb, a megújuló energiaforrások hányada az energiafogyasztásban érje el a húsz százalékot, és csökkentsük húsz százalékkal a teljes energiafelhasználást [1].

Az „Európa 2020..." céljai kötelező elemként, de módosított mértékben megjelennek a Széll Kálmán Tervben, a Nemzeti Energiastratégiában, s a kapcsolódó politikákban. Magyarország 2020-ig a megújuló energiaforrások részarányának 14,65%-ra történő növelését, tíz százalékos teljes energia-megtakarítást, valamint az üvegházhatású gázok kibocsátásának bázisévhez mért tíz százalékos csökkentését vállalta.

Az energiastratégia szempontjából is fontos az „Európa 2020..." stratégia általános célkitűzése azaz, éljen meg mindenki a munkájából, legyen a munka könnyebb, legyen kevesebb szegény (EU-szinten 20 millióval), legyen a környezet élhető a jövő nemzedékének is. Ahogy az energetika terén, úgy ezen a területeken is meg kellett határozni a nemzeti stratégia céljait, ami a 75%-os foglalkoztatottság elérése, és a kutatás-fejlesztés által motivált gazdaságfejlesztés terén egyaránt megjelennek.

Az alábbiakban a Nemzeti Energiastratégia feltétel- és eszközrendszerét vizsgáljuk a fenntarthatóság és a megvalósíthatóság, az innováció-igény és a foglalkoztatottsághoz való hozzájárulás szempontjából.

A Közösségi Energiastratégia filozófiai alapja

Az energiagazdaság céljainak „Európa 2020..." stratégiában látott megfogalmazását az Unió egyes vezetőinek politika-filozófiai beállítottságára, s leginkább Jeremy Rifkinnek szellemi befolyására lehet visszavezetni [2]. Rifkin szerint akkor következtek be ipari forradalomként felfogható változások, amikor az energiatermelés és a kommunikáció módja változott. Most az internet és a megújuló energia-felhasználás képezi az alapját a minőségi változásnak, a harmadik ipari forradalomnak, amelyben az intelligens villamoshálózatok segítségével zajlik a kollektivizált termelés és felhasználás, egyfajta energetikai kommunizmus formájában. E grandiózus kísérletnek az Európai Unió a színtere [3], ahol a jövő építésének öt programpontja van: (1) a megújuló energiák felhasználása; (2) a lokális, megosztott energia-termelés megvalósítása; (3) a villamosenergia-tárolás megoldása a hidrogén-energetika és más módszerek alkalmazásba vételével; (4) az okos villamos-hálózatok kiépítése, egyfajta energia internet létrehozása, amelyben mindenki egyszerre termelő és fogyasztó (producer+consumer=prosumer); (5) a közlekedés átállítása villamos és üzemanyag-cellás hajtásra. Ez a program egy új ipari platformot, megatechnológiát hoz létre, amelyen új termelési módok valósulnak meg.

A fenti program műszaki értelemben nem irreális. Léteznek megoldások, technológiák a fenntartható energiaellátás megvalósítására, ahogy azt már többen is bemutatták [4], [5] és [6], bár a technológiák némelyike inkubációra, fejlesztésre és támogatásra szorul. Az Unió szénmentes gazdaságának létrehozása 2050-re addicionálisan mintegy évi 270 milliárd eurót igényel [1]. Következésképp az „Európa 2020..." stratégia csak állami akarattal és finanszírozással valósítható meg.

Lehet, hogy az „Európa 2020..." stratégia, vagy a radikális német energiapolitika [7] az igazi út egy jobb világ felé. Tény, hogy ennek a forradalmi kísérletnek egyelőre még nem látszanak az európai élettérre gyakorolt kedvező hatásai. A klímavédelemben is marginális az Európai Unió törekvéseinek hozadéka, s nem kompenzálja a feltörekvő gazdaságok erőteljes emisszió-növekedését [8], [9]. Az, hogy belátható időn belül az országok leépítik az energia- és kibocsátás-intenzív termelést és fogyasztást, s ezáltal majd az Unió karbon-mentes gazdasága az élre tör, igen valószínűtlen víziónak tűnik. Ilyen radikális váltás a jelenlegi erőtérben aligha várható, s ezt a legutóbbi, a dohai klímakonferencia sikere sem teszi valószínűvé.

Az energiagazdaság globális keretei

Ma egyetlen ország sem tekinthető elszigeteltnek a világ energiagazdasági folyamataitól. Az országok mozgásterét energia-igényeik és gazdasági erejük mellett, s legalább annyira, a kőolaj és földgázkitermeléshez, értékesítéshez fűződő érdekek és geopolitikai szándékok befolyásolják. Az International Energy Agency 2011-ben egyértelműen a földgáz új aranykorát vetítette elénk [10]. 2012-ben a prognózis alig változott [9]. Ma a megújuló energia-felhasználás támogatott fejlesztése mellett, ami 88 milliárd USD 2011-ben és várhatóan 240 milliárd USD lesz 2035-ben, a földgáz és kőolaj nem konvencionális kitermelésének rohamos növekedése határozza meg a világ energia-gazdaságának perspektíváit. Új tényezőként az USA 2020-ra a világ meghatározó olajtermelőjévé, Észak-Amerika pedig 2030-ra nettó olajexportőrré válik. Az USA olaj- és földgáz

[1] A szerzőnek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

önellátásból származó előnye (földgáz már ma is ötször olcsóbb az USA-ban, mint az EU-ban, s nyolcszor olcsóbb, mint Japánban) nem csak a versenyképességében fog megnyilvánulni, hanem az energiahordozók világkereskedelmének alakításában is. Mindemellett az USA-ban a földgáz szénnel szembeni térnyerése jelentős emisszió-csökkenést fog eredményezni, ami készségesebbé teszi az USA politikáját az emisszió globális korlátozásával kapcsolatban. Az energiaszámla az importra szorulók számára nem fog csökkenni még akkor sem, ha a földgáz ára elmozdul a kőolajétól, s átmenetileg esetleg kínálati piac fog kialakulni.

A nukleáris villamosenergia-termelés egyes országokban csökkenni fog vagy megszűnik, míg más, pro-nukleáris országokban fejlesztik azt, ami eredőben a nukleáris energia alkalmazásának mérsékelt növekedését jelzi. A nukleáris villamosenergia-termelés leépítésével számolni kell a CO_2 emisszió növekedésével. Japánban az atomerőművek leállításával évi 60 millió tonnával nőtt a CO_2 kibocsátás. Elsősorban az importfüggőség csökkentésének szándéka magyarázza Finnország és több kelet-közép-európai ország nukleáris energetikával kapcsolatos politikáját.

Ami a globális felmelegedés +2 °C-os korlátozását illeti – az energia-hatékonyság és megújulók hányadának rohamos növekedése ellenére – a 2050. évi cél kudarca egyre inkább bebetonozva látszik a jelenlegi energetikai infrastruktúrában és iparszerkezetben függetlenül attól, hogy az Európai Unió milyen dekarbonizációs sikereket ér el 2050-re.

Az energiahatékonyság globális szerepe

Az International Energy Agency 2012-ben közzétett prognózisában hangsúlyozza az energiahatékonyság fontosságát, megállapítva ugyanakkor, hogy a háztartási fogyasztást tekintve a lehetőségek négyötöde, az ipari fogyasztásban pedig a lehetőségek fele még kihasználatlan [9]. Az energiahatékonyságot szolgáló, a már ismert módszereket alkalmazó beruházások jelentős hozadékkal járnak az ellátásbiztonság, a gazdasági növekedés és a környezetvédelem szempontjából. A globális primer energia igény növekedési rátája jelentősen csökkenthető 2035-re az energiahatékonyság sikeres megvalósításával. Az ehhez szükséges mintegy 11,8 trillió (2011. évi) USD beruházás praktikusan megtérül a csökkent energiaköltségek révén. Az energiahatékonyság révén újra reménykedni lehet legalább a +3 °C-os globális hőmérsékletnövekedés megvalósíthatóságában. Mindezek ellenére az energiahatékonyság növelését számos tényező fékezi, főleg a megosztott érdekek, szokások és kultúra, lásd [11], amelyekkel szemben a kormányoknak intézkedni kell [9].

Az energiahatékonysággal kapcsolatban feltétlenül meg kell említeni az immáron százötven éve zajló vitát a Jevons paradoxon, illetve a múlt század nyolcvanas éveitől ennek modernizált változatának, a Khazzoom-Brookes posztulátumnak helytálló voltáról. A dolog lényege, hogy változatlan energia árak mellett az energiahatékony eszközök, termékek bevezetése nem, vagy nem a hatékonysággal arányosan csökkenti az energiafogyasztást, mivel az ezzel járó relatív olcsóság miatt bővülhet ezen eszközök, termékek fogyasztása és használata. Ezt az ellenhatást, rebound effektust – bár különböző mértékben több esetben tetten érhető – nem lehet egyértelműen, empirikus vagy elméleti úton igazolni. Egy reprezentatívnak tekinthető tanulmány szerint [12], a bár vitathatatlanul pozitív hatása van az energiahatékonyságnak, a rebound effektust csökkentésére párhuzamosan megfelelő (emelkedő) emissziós és energia árakat célszerű bevezetni. Globálisan az ellenhatást növeli az is, hogy minél kisebb fajlagos energia-igényű termékek, eszközök lesznek a piacon, annál nagyobb mértékben fogja azt használni a harmadik világ ma még alulfogyasztó vagy a fogyasztásból kizárt népessége is.

A Nemzeti Energiastratégia céljai és főbb eszközei

Nemzetközi összehasonlításban a magyar primer energia és villamosenergia-fogyasztás mérsékelt, sőt alacsony [13]. Ausztria, Németország, vagy akár Szlovákia egy főre jutó energia-fogyasztása még akkor is magasabb lesz, mint Magyarországé, ha ezek az országok megvalósítják 2020-ra a húsz százalékos fogyasztáscsökkentést. Ergo, a gazdasági-jóléti felzárkózásunknak Európához a fogyasztás növekedésével kell járni, még akkor is, ha egy GDP-egység megtermelésére fajlagosan egyre kevesebb energiát használunk fel. Az nem jósolható meg, hogy a nemzetgazdaság fejlődésének pontosan milyen éves üteme lesz, s az milyen éves energia-felhasználást igényel, s ezen belül mennyi lesz az egyes ágazatok, illetve az egyes energia-fajták felhasználása. Arra kell készülni, hogy hosszabb távon a gazdaság növekedése lesz a jellemző, illetve arra, hogy az energetikai infrastruktúra, mindenekelőtt az erőművi kapacitás kétharmada műszaki avulás miatt tíz-tizenöt éven belül megújításra szorul.

A villamosenergia-ipar fejlesztését tekintve a Nemzeti Energiastratégia „Atom-Szén-Zöld” forgatókönyvet határoz meg.

A hazai szénvagyon kiaknázása ésszerű döntés, lévén ez az egyedüli belső tartalék egy energetikai krízishelyzetben. A jelenleg alkalmazott technológiákkal a szén erőművi felhasználása gazdaságos, hátránya a jelentős CO_2 kibocsátás. Ez korlátozza a fejlesztést is. Távlati lehetőség a széndioxid leválasztási és tárolási technológiák alkalmazása, ami viszont lerontja a szénerőművek versenyképességét. A CO_2 mélységi tárolása legalább annyira kényes műszaki és etikai kérdés, mint a nagyaktivitású radioaktív hulladéké [14]. Magyarországon a vörösiszap-katasztrófát megelőzően CO_2-kitörés miatt kellett falvakat kitelepíteni 1998-ban [15].

A mértékadó nemzetközi források szerint a nukleáris energia a XXI. században nem mellőzhető [9], ahogy az ésszerű választás hazánkban is [16] az import-függőség csökkentése, az ellátásbiztonság és az alacsony termelési költség miatt. A legolcsóbban termelő paksi atomerőmű üzemidejének biztonságos meghosszabbítása szinte ingyen van. Az új atomerőmű, melyet az avuló erőművi kapacitások pótlása tesz szükségessé, beruházás-igényes projekt, de egy kilowatt atomerőművi teljesítmény létesítése olcsóbb, mint a CO_2 visszatartással megvalósuló szénerőműé, vagy a fotoelektromos villamosenergia-termelésé [17].

Gondolhatnánk, hogy a szélerőmű és a fotoelektromos villamosenergia-termelés kibocsátás és hulladék-mentes, szemben a nukleáris villamosenergia-termeléssel. Valójában, a „bölcsőtől a sírig” számított fajlagos kibocsátás a víz-, a szél- és az atomerőművek esetében a legalacsonyabb, melyhez képest a fotoelektromos villamosenergia-termelés legalább négyszer magasabb emisszióval jár egy kWh-ra vetítve [18], [19].

Az atomerőművek kétségkívül potenciálisan veszélyes létesítmények, de ezt a veszélyt – a többi energetikai technológiával összehasonlítva – irracionális módon kezelik emberek. Emóciók nélkül fogadják, hogy a klímaváltozás hatásain túl a fosszilis energetika légszennyezése miatt évente milliós nagyságrendre tehető rákos esetek száma. Ezzel szemben a kollektív aggodalom tárgya a nukleáris energetika, bár a nukleáris balesetek promt és hetven évre vetített latens fatalitása az előbbinél legalább két nagyságrenddel

kisebb a csernobili és fukushimai katasztrófát is beleszámítva [20], [21]. Az új atomerőművek védettek a természeti katasztrófáktól és az antropogén veszélyektől, a beruházási költségük részint emiatt magas.

Helyesek az Energiastratégia preferenciái az energiatakarékosság, hatékonyság és megújuló energiaforrások kihasználása tekintetében. Az energiatakarékosság és a hatékonyság növelése alapvető érdeke a fogyasztónak, ám mindkettő beruházást, fejlesztést igényel, melyek megtérülése hosszú távú, s ehhez türelmes tőke kell. A megújuló energia alapú villamosenergia-termelést az Európai Unióban átvételi ártámogatással, kötelező átvétellel, zöld bizonyítvánnyal vagy prémium rendszerrel segítik, míg a megújuló energia alapú fűtést és hűtést beruházási támogatás, adókedvezmény vagy kedvezményes hitel segíti [22]. A megújuló energiaforrások kihasználása, s részben az energiahatékonyság fokozása is a rendelkezésre álló állami támogatás mértékének kérdése. Ennek pedig a gazdaság teljesítménye és a társadalom teherviselő képessége mindenkor határt szab.

A megújuló energia hasznosításának műszaki feltételei is vannak. A villamosenergia-rendszer csak korlátozottan tud befogadni nem szabályozható termelőket, mint a szélerőművek, mindaddig, amíg az okos hálózat ki nem épül, és meg nem oldjuk a villamosenergia-tárolást, például szivattyús tározókkal. Ma Németországban a legjelentősebb fejlesztést épp ezért a villamosenergia-hálózat igényel (27,5-42,5 milliárd euró, [23]). Vannak a jövőben kiaknázható szinergiák is, mint a közlekedés villamosítása és a villamosenergia-tárolás között.

Hazánkban a biomassza hasznosítása a legjelentősebb, ami bár megújuló, de kibocsátás-intenzív technológia, csak a CO_2-körforgás révén minősíthető emisszió-mentesnek. Hazánk jelentős geotermikus potenciállal rendelkezik, amely a műszaki-gazdasági lehetőségek szerint feltétlenül kiaknázandó.

Nyilvánvaló, hogy a megújuló technológiák még hosszú ideig nem fogják kiváltani a fosszilis energia felhasználását. A földgáz a legtisztább fosszilis erőművi tüzelőanyag, s az ipar és a háztartások hőigényét is célszerűen ki lehet elégíteni vele. A beruházások piaci alapon valósulnak meg. A földgázra épülő energetika fejlesztése esetén az import-függőség kezelése állami szerepvállalást igényel.

Az Energiastratégia fontos szerepet szán az energiahatékonyságnak. Az egységnyi GDP-re jutó energia-fogyasztás jelzi a fejlettséget, s főleg az egy főre jutó villamosenergia-fogyasztás a fejlettség mutatója. Az energiahatékonyság javítása rendkívül fontos a magyar gazdaság versenyképessége, illetve a lakosság energiaköltségeinek – épületenergetikai innovációk és beruházások által történő – hosszú távú csökkentése szempontjából, de kár lenne azt hinni, hogy hazánkban az energia-fogyasztás abszolút értelemben vett csökkentése az üdvözítő cél.

Az energiastratégia és az innováció

Az emisszió-mentes és megújuló forrásokra épülő karbonmentes energetika lényegében a ma ismert technológiákkal megvalósítható. Kutatás-fejlesztést, innovációt az ipari alkalmazás és a gazdaságosság javítása igényel. Az energiahatékonyság javítása szinte végtelen teret ad az innovációnak, hisz minden ipari technológia, termék, s általában a termelés és a fogyasztás minden elemének energia-intenzitása csökkenthető valamilyen mértékben. Az energia-fogyasztást ezek az innovációk nem feltétlenül csökkentik, s nem is kell ezt elvárni, sőt növelheti az energia felhasználást, ha az energiahatékonyság növelése valamely keresett termék termelésében, vagy a hatékonyság révén az alkalmazások bővülésében valósul meg. Jó példa erre a villanymotoros hajtás feltalálása, ami az alkalmazások olyan sokasága követett, hogy az igen jelentős energiafogyasztást eredményezett, s mindemellett jelentősen növelte a foglalkoztatottságot is, s összességében igen jelentős fejlődést indukált. Az innovációk, s köztük az energetikai innovációk is, három fő csoportba sorolhatók [24], [25]: (1) gyarapító, amelyek lehetővé teszik, hogy a terméket széles fogyasztói réteg elérje (Ford T Model, személyi számítógépek); (2) fenntartó, amikor egy meglévő terméket egy másik vált fel; (3) hatékonyság javító, amikor a termelő vagy a szolgáltató költségei csökkennek. Ideális esetben a termelő, szolgáltató tervékenységek e három fázis mindegyikét ciklikusan megélik. Új munkahelyeket a gyarapító innováció teremt, a hatékonyság javító pedig általában munkahelyeket spórol meg. A tapasztalat azt mutatja, hogy korunk befektetői a hatékonyság javító innovációt preferálják, amelyek azonban a gyarapító innovációk nélkül új munkahelyeket nem teremtenek.

Az árutermelés és szolgáltatások terén az energiahatékonyságot javító innováció spórolhat energiát, emissziót a termelőnek, szolgáltatónak, de ettől nem feltétlenül fog nőni sem a javak mennyisége, csökkenni a termék, szolgáltatás ára, hanem a megtérülési mutató lesz kedvezőbb a nevező csökkentése révén. A lakossági energiafelhasználás hatékonyságának növelése esetében a nyereség effektíve megjelenik a fogyasztónál, aminek valamilyen időtávlaton a fogyasztó takarékossági intézkedésébe befektetett pénzének meg kell térülni. Az energiahatékonyságot javító innovációba történő befektetés nem feltétlenül gyors megtérülésű, ahogy az energetikai technológiák fejlesztésébe történő befektetések sem azok, ha a promt állami szubvenciót nem számítjuk. A közjó szempontjából nyereségként a környezet és a klíma kisebb terhelését tudjuk elkönyvelni. Itt kör újból bezárul, ez a nyereség csak közpénzből finanszírozható.

Az energiastratégia és a foglalkoztatottság

Tetszetős érv a megújuló források hasznosítása és az energiahatékonysági invesztíciók mellett a foglalkoztatottságra gyakorolt pozitív hatás. Való igaz 2010-ig a világon a zöld energetika mintegy három és félmillió munkahelyet teremtett döntően Brazíliában, Kínában, Németországban és az USA-ban, de a jelentős megújuló energetikával bíró Spanyolországnak azonban már csak néhány tízezer munkahelyet hozott [19]. A hazai foglalkoztatási gondokon a megújuló energiaforrások kihasználásának fejlesztése és az energiahatékonyság növelése rövid-közép távon nem segít, az a technológiát birtokló és gyártó országoknak ad munkát. A biomassza termelés élőmunka igénye számottevő lenne, de az iparszerű termelés épp oly kevés munkahelyet biztosít, mint az iparszerű mezőgazdaság.

Az energetikai ágazat beruházásai, az energiatakarékossági programok adhatnak munkát, s az ágazat maga is foglalkoztató, de a fentiek azt mutatják, nem ez a döntő. Az energiastratégia akkor jó, ha szolgálja a gazdaság versenyképességét, mert így fejlődhet a gazdaság, és az növeli a foglalkoztatottságot. Ehhez ésszerűen olcsó és biztonságos energia-ellátás kell. Ezért nem valósítható meg a megújuló technológiák állami szubvenciókkal segített fejlesztése az olcsó energia-ellátás ellenében, hisz akkor nem lesz forrása a szubvencióknak, s annak a kutatás-fejlesztésnek sem, ami általában a fejlődés motorját képezi. Enékül a Rifkin által elképzelt technológiai megaplatform, amelyen egy új gazdaság létrejön, irreális vagy csak igen távoli perspektíva, főleg Magyarország számára.

Közakarat, közvélemény és energiastratégia

Ahogy a bevezetőben hangsúlyoztuk, az igazi stratégia a közösség szándékát kívánja megvalósítani. Joggal kérdezhetjük, hogy az „Európa 2020..." stratégia, vagy a Nemzeti Energiastratégia menynyire fejezi ki a közösség szándékát. Szakpolitikai kérdésekben igen nehéz valóságos társadalmi vitát folytatni, a pártok és mozgalmak megnyilatkozásaiban és vitáiban pedig elsikkadhat az igazság, s a köz érdeke is. A köz akaratának megnyilvánulásai ambivalensek lehetnek. 2012-ben a litván ellenzék hívei a megszorítások ellen tiltakozva leszavazták az új atomerőmű építését is. Bulgáriában 2013 januárjában népszavazáson kapott a nukleáris villamosenergia-termelés – a választásra jogosultak egy hatodának részvétele mellett – 61%-os, lényegében igen kétséges támogatást. Németország antinukleáris, zöld energiapolitikája biztosnak tűnő társadalmi alapokon nyugszik, de ugyan ilyen biztos alapon nyugvó a némettől gyökeresen eltérő francia energiapolitika.

A társadalmi konszenzus elérése és a közérdek felismerése a fenntartható energia-gazdaság ügyében nem politikai, hanem nevelési-oktatási kérdés. Csak az oktatás-nevelés segíthet abban, hogy a polgár különbséget tudjon tenni a saját érdekei és a manipuláció között. A nevelés-oktatás segíthet abban, hogy a túlfogyasztó/pazarló életfelfogást felváltsa egy új, környezettudatos. A megújuló energiák hasznosítása és az energiahatékonyság növelése lehet az önmegváltás hittétele, de hatástalan a modern gazdaság és társadalom fogyasztás-centrikus közegében.

A Nemzeti Energiastratégia célkitűzései megítélésünk szerint helyesek, de a megvalósítást minősíteni ma, a 2008 óta tartó válság miatt, aligha lehet. Bár a remény nem stratégia, de ebben a pillanatban csak reménykedhetünk, hogy a válság utáni gazdaság feltehetően jó környezetet nyújt az energiastratégia céljainak megvalósításához, s viszont, az energiastratégia jól szolgálja a gazdaság, a köz érdekeit.

Irodalom

[1] EU (2010): EURÓPA 2020 Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája, Európai Bizottság, Brüsszel, 2010.3.3. COM(2010), http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:HU:PDF

[2] Rivkin J. (2012): Industrial Policy Communication Update, A Contribution to Growth and Economic Recovery, http://ec.europa.eu/enterprise/initiatives/mission-growth/files/jeremy-rifkin-industrial-policy-communication-update-executive-summary_en.pdf

[3] Rivkin J. (2011): The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World, Palgrave Macmillan, 2011, ISBN 978-0230115217

[4] Pacala S. – Socolow R. (2004): Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies, Science, 13 August 2004: Vol. 305 no. 5686 pp. 968-972, DOI: 10.1126/science.1100103

[5] Deng Y. Y., Blok K., van der Leun K. (2012): Transition to a fully sustainable global energy system, Energy Strategy Reviews 1 (2012) 109-121

[6] Capros, P., Tasios, N., De Vita, A. Mantzos, L., Paroussos, L. (2012): Transformations of the energy system in the context of the decarbonisation of the EU economy in the time horizon to 2050, Energy Strategy Reviews 1 (2012) 85-96

[7] Bundesregierung (2011): DeutschlandsEnergiewende – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft, http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2011/07/2011-07-28-abschlussbericht-ethikkommission.pdf?__blob=publicationFile&v=4, 30. Mai 2011, Berlin

[8] IEA (2011a): World Energy Outlook 2011, International Energy Agency, ISBN 978-92-64-12413-4

[9] IEA (2012): World Energy Outlook 2012, International Energy Agency, ISBN 978-92-64-18084-0

[10] IEA (2011b): Are we entereing a golden age of gas?, Special Report, World Energy Outlook 2011, International Energy Agency, http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2011/WEO2011_GoldenAgeofGasReport.pdf

[11] Thollander, P., Palm, J. Rohdin P. (2010): Categorizing Barriers to Energy Efficiency: An Interdisciplinary Perspective, in: „Energy Efficiency", edited by Jenny Palm, ISBN 978-953-307-137-4, www.intechopen.com

[12] UKERC (2007): The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency, UK ENERGY RESEARCH CENTRE, October 2007, ISBN 1-903144-0-35

[13] OECD (2011): OECD Factbook 2011: Economic, Environmental and Social Statistics, ISBN 978-92-64-11150-9, OECD 2011

[14] Quattrocchi F et al. (2012): Synergic and conflicting issues in planning underground use to produce energy in densely populated countries, as Italy, Geological storage of CO2, natural gas, geothermics and nuclear waste disposal. Applied Energy, http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.04.028

[15] Bencsik I. – Dercsényi L. (2000): Szén-dioxid gáz kitörésének elhárítása és tapasztalatai, Kőolaj és Földgáz 33, (133.) évfolyam 5-6. szám, 2000. május-június, pp. 49-54

[16] Katona T. J. (2010): Nuclear power generation as a reasonable option for energy strategies, in Nuclear Power, edited by Pavel V. Tsvetkov, Sciyo, ISBN 978-953-307-110-7, pp. 1-16

[17] EIA (2012): Annual Energy Outlook 2012, U.S. DoE Energy Information Administration, http://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity_generation.cfm

[18] IPCC (2012): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, ISBN 978-1-107-60710-1, http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf

[19] IEA (2011c): Deploying Renewables – Best and Future Policy Practice, International Energy Agency, ISBN 978-92-64-12490-5

[20] OECD NEA (2010): Comparing Nuclear Accident Risks with Those from Other Energy Sources, OECD 2010 NEA No. 6861, ISBN 978-92-64-99122-4

[21] IEEE (2011): IEEE Spectrum special report: Fukushima and the Future of Nuclear Power (Prachi Patel Three Mile Island, Chernobyl, and Fukushima – A comparison of three nuclear reactor calamities reveals some key differences), November 2011, http://spectrum.ieee.org/energy/nuclear/three-mile-island-chernobyl-and-fukushima

[22] NFM (2011): Szabályozási koncepció a megújuló- és alternatív energiaforrásokból előállított hő- és villamos energia kötelező átvételi rendszerről, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Klíma- és Energiaügyért Felelős Államtitkárság, 2011. szeptember

[23] DENA (2012): Deutsche Energieagentur – Verteilnetzstudie, http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Projekte/Energiesysteme/Dokumente/denaVNS_Abschlussbericht.pdf

[24] Christensen C. M. (2012): A Capitalist's Dilemma, Whoever Wins on Tuesday, The New York Times, November 3, 2012

[25] Christensen C. M. (2011): The Innovator's Dilemma, HarperBusiness, ISBN: 9780062060242

Cukorcirok préslé eltarthatóságának vizsgálata

Dr. Cséfalvay Edit PhD
környezetmérnök, csefalvay@ch.bme.hu

Barabás Nándor *kertészmérnök*
Géczi Nikoletta *biomérnök hallgató*
Dr. Mizsey Péter DSc *vegyészmérnök*
Dr. Németh Áron PhD *biomérnök*
Dr. Tömösközi Sándor PhD *vegyészmérnök*

A cukorcirok ígéretes biofinomító alapanyag, mivel a szárából préseléssel kinyert lé betöményítésével cukorszirup nyerhető; a préselés során visszamaradt bagasz a maradék cukortartalom kinyerése után pelletálva, brikettálva vagy bálázva tüzelhető; a növény bugája és levelei takarmányozási célra felhasználhatók, illetve a növény magja a magas beltartalmi értékének köszönhetően hasznosításra kerül, ezáltal komplex hasznosítása megvalósítható. A préslé tárolhatósága azonban a hasznosítást megkérdőjelezi. A kombinált környezetbarát eljárásokkal történő préslé betöményítéssel előállított cukorszirup-pal a cukorcirok préslé tárolása megvalósítható. A betöményítés egymást követő lépései a következők: centrifugálás, mikroszűrés és nanoszűrés. A cukorszirup előállításának feltétele az optimális műveleti paraméterek kiválasztása és az alkalmazott berendezések megfelelő fertőtlenítése, melyekre az alábbiakat javasoljuk: centrifuga jelzőszáma 5870, 30 perc tartózkodási idő; 0,1 µm pórusátmérőjű mikroszűrő membrán; továbbá DL típusú nanoszűrő membrán, mely utóbbiak esetén Sanosil Super Ag típusú fertőtlenítőszer használatával a mikrobiális fertőzések és a cukorveszteség elkerülhető, ezáltal a cukorcirok préslé eltarthatósága megvalósítható.

*

Sweet sorghum is a promising raw material of a biorefinery due to its suitability for complex utilization. Syrup can be produced from the juice formed by stem-squeezing; the remaining bagasse can be pelletized and burnt; panicles and leaves are available for feeding of animal; the seeds can be utilized as well due to the valuable composition. The storability of sweet sorghum juice, however, is a key factor of the utilization. The use of environmental benign hybrid processes for the concentration of the juice allows the formation of a syrup that is a storable form of the sweet sorghum juice. The hybrid processes studied are as follows: centrifugal separation, microfiltration and nanofiltration. The optimal conditions for the concentration procedure are: relative centrifugal force of 5870; residence time of 30 min in case of the centrifugal separation; microfilter with a pore diameter 0.1 µm and DL type nanofiltration membrane. The use of Sanosil Super Ag sterilizing agent for the disinfection of the filtering apparatus avoid the microbial infection and the sugar loss, therefore a storable sugar syrup can be produced.

* * *

Előzmények

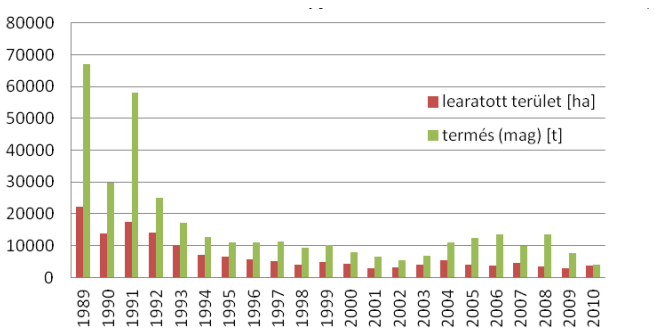
Az EU közös mezőgazdaság politikájának köszönhetően az élelmiszeripari felhasználásra kerülő növények termesztése mellett fennmaradó földterületeken, egyre inkább előtérbe helyezik a komplex módon hasznosítható növények termesztését [1].

A nem elsősorban élelmiszeripari célú felhasználást célzó ipari növények, a mezőgazdasági melléktermékek, és a felhasználásra nem kerülő biomassza hasznosítható termékekké vagy energiává történő környezetkímélő átalakítása a biofinomító üzemek alapvető célja. A „cukorcirok konzorcium" célja a cukorcirok, mint ígéretes biofinomító alapanyag integrált mezőgazdasági termelési, tárolási, feldolgozási és logisztikai rendszerének kidolgozása [2].

Magyarországon a cirok nemzetség három változata (cukorcirok vagy más néven silócirok, szemescirok és szudáni fű) ismert, amelyet a korábbi években főként takarmányozásra használtak [3], de a silócirok-szudáni fű keresztezett hibridje is előfordul. Takarmányozási célú felhasználás esetén szokványos a cukorcirok silókukoricával történő együttes vetése, és szilázs takarmányként történő felhasználása [4].

A FAOSTAT [1] adatai alapján készített diagramból jól látható, hogy a cirok növény vetésterülete Magyarországon a rendszerváltás óta az ötödére csökkent, azaz 22 264 hektárról (1989-ben) 3800 hektárra (2010-ben) (1. ábra). Ugyanakkor a magyarországi állatállomány is lecsökkent, emiatt középpontba került a növény energetikai célú hasznosítása. [5].

A növény szárának belsejében szivacsos állományú szövet található, amelynek sejtjei cukortartalmú nedvvel telítettek. A tenyészidő végén a cukorcirok növény a kukoricához hasonlóan szeptember-, októberben aratható [6] a bugában a szemek viaszérése következtében a szár víztartalma egyre csökken, ezáltal a szár cukor- és keményítő-tartalma maximális lesz [7]. Az aratás időpontját elsősorban az határozza meg, hogy a növényt milyen célra szeretnénk felhasználni, mivel a növény cukor- és víztartalma időben változik. Az égetéses hasznosítás tekintetében kedvező, ha a növény teljesen beszáradt, víztartalma minimális, hiszen az jelentősen csökkenti a fűtőértékét. A növény komplex hasznosításának fő célja az, hogy akkor arassunk, amikor még elég nedves a szár és sok benne a cukor, mivel a préselés során ez könnyen kinyerhető. Ezzel egy időben a cukorkinyerés után visszamaradt bagasz pedig égetésre kerül, vagy alapanyagként biogáz előállításra használható. A cukorcirok konzorcium vizsgálta különböző cirokfajták zöldhozamának és összcukortartalmának változását a termőterület földrajzi elhelyezkedése szerint, illetve a vetéstől eltelt idő függvényében. A termesztési kísérletekből megállapítható, hogy a vizsgált különböző fajtájú cukorcirkok zöldhozama elérte a hektáronkénti 70-100 tonnát, és közülük a Sucrosorgho fajta szárazanyagtartalma a termőtalaj minőségétől (földrajzi elhelyezkedéstől) függetlenül állandó, 25 m/m% körül alakult [8].



1. ábra. **Cirok termesztés Magyarországon a FAOSTAT [1] adatai alapján (vetésterület és magra vonatkozó termésmennyiség)**

Már a II. világháború után is foglalkoztak a növény cukortartalmának kinyerésével, és a cukorgyártás beindulásáig annak szárából kisajtolt és besűrített cukordús szirup helyettesítette a cukrot [2, 9].

Energetikai hasznosítás szempontjából egy 2008-ban megjelent közlemény szerint a cukorcirok növény két alternatív hasznosítási lehetősége ismert: biogázerőművekben alapanyagként történő hasznosítás, illetve cukorcirok alapon történő bioetanol gyártás [10]. Technológiai és gazdasági számítások is készültek a cukorcirok alapú etanol gyártásra vonatkozóan [11]. Biogáz üzemekben az állattenyésztésben keletkező trágya kiegészítőjeként cukorcirok növény, vagy feldolgozása során keletkező maradék vagy melléktermék adagolható, és égetéssel, energetikai szempontból hasznosítható [10].

A növény szárából kipréselt lé cukortartalma 10-20 m/m% között változik, amelyet több irodalom is alátámaszt. Meg kell említeni azonban, hogy a cukortartalom a növény fejlődési periódusától is függ, ezért az 1. táblázatban felsorolt értékek a préslé cukortartalmának optimális értékei, amelyet a növény megfelelő fejlettségi állapotában történő aratás utáni préseléssel nyertek.

1. táblázat. Cukorcirok préslé összcukortartalmának jellemző értékei különböző források alapján

Préslé összcukor tartalma	Irodalmi forrás
9,5-21,2%	[9]
14-17%	[12]
16-18%	[13]
18-20%	[14]

A 2009-es aratású Sucrosorgho fajta préslevére mért átlagos összcukor tartalom 14,96 m/m%, amely glükóz, fruktóz és szacharóz összetételre utal.

A növényből nyert besűrített préslé akár alkohol [10] és üzemanyag előállítására is alkalmas, de előnyösebb a növény komplex hasznosítása. A hasznosítás problémája a cukros lé tárolhatósága, hiszen a szár préselésekor keletkező lé 5 óra alatt habzó, savanyú szagú lesz [14]. Réczey és munkatársai [14] kimutatták, hogy a préslében a Lactobacillusok száma 24 óra alatt több mint háromszorosára nő, ezáltal a cukor lebontása fokozódik. A tárolhatóság kérdése a préslé feldolgozásának ütemezése szempontjából kulcsfontosságú, ezért a „cukorcirok konzorcium" a présléből egy eltartható, eltárolható cukorszirup gyártását tűzte ki célul. Ez a szirup gyakorlatilag cukoralapanyagként bármely, akár energetikai célú felhasználású technológiához illeszthető.

Az eltárolható cukorszirup előállításával a cukoralapon működő technológiák működése gazdaságosabbá tehető, hiszen a folyamatosan rendelkezésre álló alapanyaggal egy folyamatos technológia tervezhető.

Egy 2009-ben bemutatott technológiatervezés és költségszámítás a növény préslevéből bepárlással előállított cukorszirup alapanyaggal történő bioetanol előállítást vizsgált a bagasz, mint melléktermék biogázosítással történő hasznosításának kiegészítésével. A tanulmány rávilágít arra, hogy a bioetanol gyártó üzem költségének 36-59%-át a bepárlással történő koncentrálás és a tárolás teszik ki [11]. A cukorcirok konzorcium által vizsgált három lépcsős technológia a centrifugálás, mikroszűrés és nanoszűrés műveletét kombinálja. A bepárlással összehasonlítva ez a többlépcsős betöményítés nem igényel fűtőgőzt, és mivel alacsony hőmérsékleten végrehajtható műveletekről van szó, ezért az üzemeltetése is olcsóbb, mint a bepárlásos betöményítésé. Habár a nanoszűrés nagy nyomást igényel, ami az energiaszükséglet nagy részét jelenti, a felére történő térfogati redukcióval ez még gazdaságosan megoldható. Energia bevitel szempontjából kedvezőbb egy alacsonyabb hőmérsékleten történő koncentrálás, és az így előállított cukorszirup a további feldolgozás szempontjából olcsóbb alapanyagnak minősül.

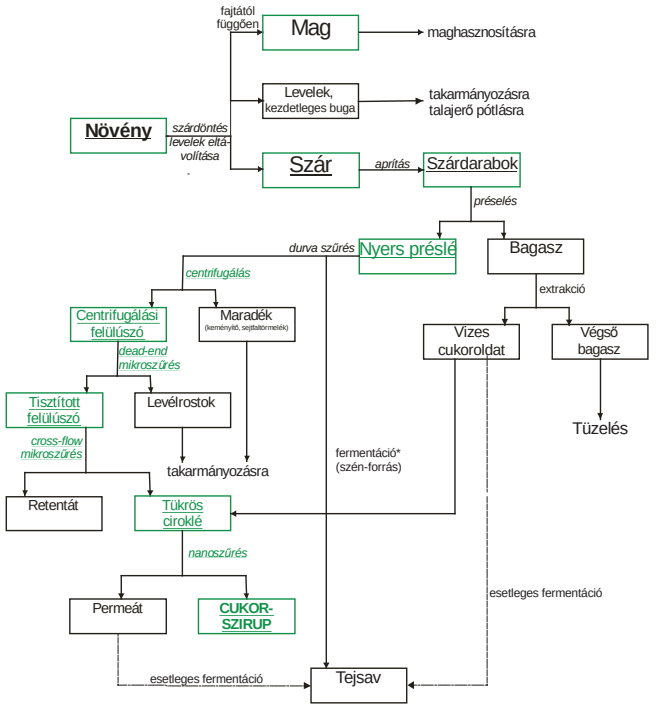
A cukorcirok feldolgozásának lépései

A cukorcirok növény aratása nagyban hasonlít a cukornádnál alkalmazott módszerhez. A betakarításhoz azonban a konzorcium egy kifejezetten cukorcirokhoz igazított betakarító adaptert fejleszt. A biofinomító elvén kialakított feldolgozás folyamatábrája a 2. ábrán látható és elvi lépései a következők:

- Az aratás során a ciroknövény szárát megdöntik, majd a levelek és a buga eltávolítását követően a szárat felaprítják, és a szárdarabokat lepréselik. A buga és a levelek takarmányozási célra vagy beszántással talajerő pótlásra felhasználhatók.
- A szár préselésével bagasz és nyers préslé keletkezik.
- Mivel a bagasz továbbra is tartalmaz cukrot, ezért azt vizes extrakcióval kinyerik. Szükség esetén az extrakciós idő növelésével, vagy a művelet megismétlésével a bagasz cukortartalma tovább csökkenthető.
- Az extrakció során nyert cukoroldat centrifugálás + membránszűrés technológiai vonalba illesztve energiahatékonyan cukorsziruppá sűríthető.
- Az ily módon csökkentett cukortartalmú bagasz szárítást, majd pelletálást és/vagy brikettálást, esetleg bálázást követően tüzelőberendezésekben energetikailag hasznosítható.
- A nyers préslé cukortartalma egyaránt alkalmazható fermentációs technológiáknál szénforrásként, illetve centrifugálással előkezelt többlépcsős membránszűréssel történő cukorszirup előállítására. A cukorszirup előállításának általunk vizsgált lépései a következők:
  - durva szűrés, amellyel a nagyobb méretű növényi részek eltávolítása valósul meg,
  - centrifugálás, amellyel a préslé homok, keményítő és kloroplasztiszt tartalmazó sejttörmeléke távolítható el a centrifugálási maradékban,
  - dead-end mikroszűrés, amellyel a centrifugálási felülúszó préslénél kisebb sűrűségű szivacsos állagú szár maradványai szeparálhatók a felülúszóból,
  - cross-flow mikroszűrés, amellyel a lebegőanyag-mentes lé tükrösre szűrése történik, azaz a nagy molekulájú oldott anyagok, illetve a cukorbontásért felelős mikroorganizmusok szűrhetők ki a léből,
  - nanoszűrés, amellyel a tükrösre szűrt préslé cukortartalmának betöményítése valósítható meg. Ezzel a művelettel a hatékony vízeltávolítás valósítható meg.
- A cross-flow mikroszűrés retentátuma nagy viszkozitású, és bontó enzimeket tartalmazó, sűrű folyadék, mely kis mennyiségben keletkezik, de magas beltartalmi értéke miatt állati takarmányozásban táplálék kiegészítőként alkalmazható. (Ezek a kísérletek jelenleg is folyamatban vannak.)

A nanoszűrés permeátuma a tisztított tükrös ciroklé végső betöményítésének melléktermék a nyers préslé cukortartalmára vonatkoztatva közel 1% összcukortartalommal rendelkezik és esetlegesen fermentációban felhasználható.

A következőkben a 2. ábra aláhúzással kiemelt lépéseit ismertetjük.



2. ábra. **A cukorcirok növény feldolgozásának biofinomító elven történő feldolgozása [15]**
[* Hetényi Kata Zsuzsanna, doktori értekezés 2010]

Centrifugálás

A centrifugálási kísérletekhez Rotina 380 típusú centrifugát használtunk és vizsgáltuk a centrifugálás fordulatszámának, időtartamának és leállításának hatását a centrifugálási felülúszó és maradék arányára vonatkozóan. Nagyobb fordulatszám esetén kevésbé zavaros mintát kapunk, azonban a centrifugálási idő maradékra vonatkozó hatása esetében nem tudtunk egyértelmű következtetést levonni, ezért további vizsgálatokra volt szükség. Ezek alapján azonban elmondhatjuk, hogy a centrifugálási időnek nincs jelentős hatása a maradék és a felülúszó arányának megoszlására (lásd 2. táblázat). A 30 perces centrifugálást követően a felülúszók zavarossága nem változott. A vizsgált 85 mintából 47 esetben a maradék 2-4 m/m% tartományba esett, a legnagyobb gyakorisága a 3,93 m/m%-os értéknek volt. A kiugróan magas értékeket az aratási területen lévő növények inhomogén eloszlása következtében kapott eltérő összetételű préslevek miatt mértünk.

2. táblázat. Centrifugálás második fázisának kiértékelése: centrifugálási maradék nyers préslére vonatkoztatott átlagos m/m%-os aránya és szórása

Centrifugálási idő (min)	Centrifuga jelzőszáma (fordulatszám 1/min)	Mérések darabszáma	Átlagos maradék tömeg%	Szórás
5	59 (500 1/min)	2	5,12	2,60
5	5870 (5000 1/min)	2	8,13	8,56
20	5870 (5000 1/min)	4	2,61	0,06
30	59 (500 1/min)	2	2,69	0,00
30	5870 (5000 1/min)	63	3,95	3,38
40	5870 (5000 1/min)	4	2,20	0,05
60	5870 (5000 1/min)	4	2,76	0,43
90	5870 (5000 1/min)	4	2,37	0,21

Dead-end mikroszűrés

A centrifugálás során a szivacsos szerkezetű szálas anyagok további folyadékvesztés hatására eltérő sűrűségűek lettek, így azok eltérő mértékben ülepedtek ki. A felülúszóban maradó lebegő részek eltömítenék a cross-flow mikroszűrő berendezés csatornáit és a membrán pórusait, ezért annak megkezdése előtt a felülúszót egy 15 µm-es pórusátmérőjű, 603N típusú mikroszűrőn szűrtük át. A nyers préslére vonatkoztatva az így kiszűrt mennyiség 0,75 m/m% veszteséget jelent.

Cross-flow mikroszűrés és fertőtlenítés

A dead-end mikroszűrést követő cross-flow mikroszűrés kivitelezéséhez egy CELFA P-28 (Membrantrenntechnik AG) membrán teszt berendezést használtunk egy 0,10 µm-es pórusátmérőjű C010F NADIR típusú membránszűrővel. Keresztáramú szűrés esetén a finom pórusú membrán felületével párhuzamosan áramlik a szuszpenzió, miközben a komponensek egy része a hajtóerő hatására átlép a membrán permeátum oldalára. A szakaszos üzemű mikroszűrés során a sűrű, nagy cukortartalmú préslé szűrésének megkönnyítésére 10 bar nyomású inert gázt (nitrogén) alkalmaztunk, mely a folyamat hajtóerejét jelentette. Ezen művelet célja, a nagy molekulájú oldott anyagok elválasztása az oldott cukroktól, azaz a kolloid oldat szűrése, és a cukrok szűrletben történő kinyerése. A kinyerni kívánt cukoroldat permeátum formájában, folyamatosan távozik a berendezésből. A maradék, vagyis a retentátum a membrán felett helyezkedik el és csak a mérés befejeztével engedhető le. A mérés során a berendezést 20 °C-ra termosztáltuk, ezzel megakadályozva a fokozott cukorlebontást. A nyers préslé, mivel természetes környezetből származik, igen sokféle mikroorganizmust tartalmaz. A mikrobák szaporodási körülményeit befolyásoló abiotikus környezeti tényezők megváltoztatásával életfeltételeik romlanak. Célunk volt olyan fertőtlenítőszerek kiválasztása, melyek a mikrobák szaporodási körülményeit befolyásolják, és kevésbé terhelik a környezetet, mint a korábban alkalmazott klór tartalmú vegyszer [16]. Ezek alapján a berendezés sterilizésére alkalmazott fertőtlenítőszerek:

- a 70 m/m%-os *etil-alkohol,* mely nagyon erős baktericid hatású és az egészségügyben széleskörűen alkalmazott szer,
- az erősen savas, 1,7-es pH-jú *citromsavoldat* ami számos mikroorganizmus szaporodását gátolhatja, és
- a *Sanosil super 25 Ag,* mely hidrogén-peroxid és ezüst komplexét tartalmazza, mely mellékhatások nélkül elpusztít valamennyi patogén baktériumot, amőbát, gombát, vírust, penészt [17].

A mikroszűrésre jellemző permeációs sebességet, fluxust megvizsgálva az etanolos és a citromsavas fertőtlenítés esetén a mérések sorrendjében egyre csökkenő fluxus értékeket kaptunk. Ebből a membrán egyre csökkenő pórusméretére következtethetünk, ami arra utal, hogy a 70m/m%-os etanol és az 1,7-es pH-jú citromsav oldat használata a berendezés tisztítására nem megfelelő; a kiszűrt anyagok a membrán pórusait eltömik, és az áramlási keresztmetszetet leszűkítik, ezáltal a fluxus csökkenését okozzák. A Sanosil super 25 Ag alkalmazását követően mért fluxusok az első két kísérlet során egybeestek, míg a harmadik a korábbiak alatt helyezkedett el. Ennek oka, hogy a harmadik mérésre betáplált felülúszó kiindulási szárazanyag tartalma eleve magasabb volt, mint az első két mérésre betáplált felülúszóé, és koncentráltabb levek szűrésénél a fluxus mindig alacsonyabb. Az első két mérés viszont egyértelműen igazolja, hogy a Sanosil hatásos tisztítószer, hiszen ugyanolyan mintaösszetételt tekintve, ugyanolyan fluxus érhető el.

A tükrös ciroklé tárolhatóságának vizsgálata

A cross-flow mikroszűrésre betáplált (centrifugálási felülúszó) és a mikroszűrt permeátumból (tükrös ciroklé) élőcsíraszám meghatározást vé-

geztünk, amelyből a minta mikrobiológiai fertőzöttségét mutatja.

A centrifugálási felülúszóban gombákat és baktériumokat egyaránt találtunk. A mikroszűrést követő sanosiles fertőtlenítés során nyert szűrlet steril maradt, mind hűtve, mind pedig szobahőmérsékleten tárolva. A mintatárolási kísérletet 3 hónapig folytattuk, és a minta mindvégig steril maradt.

Nanoszűrés

A cross-flow mikroszűrést követően nyert tükrös ciroklé cukortartalmának további koncentrálása nanoszűrés segítségével valósítható meg. Egy komplex kiértékelés során kiválasztott DL típusú membrán bizonyult a legalkalmasabbnak: a tükrös ciroklé térfogata felére csökkenthető, ezáltal koncentrációja közel kétszeresére növelhető. Cukorveszteségként jelenik meg a nanoszűrés permeátumába transzportálódott cukormennyiség, amely a kiválasztott membrán esetén a kiindulási nyers préslé mindössze 1%-a. A permeát felhasználható fermentációban mikrobák szénforrásaként.

Összefoglalás

Egy biofinomító alapanyagnak alkalmas növény (cukorcirok) préselésével és komplex feldolgozásával nagy cukortartalmú szirup állítható elő, amelyet laborkörülmények között megvalósítottunk. A préslé tárolhatóságának problematikája, a besűrítéssel és a megfelelő fertőtlenítőszer alkalmazásával kiküszöbölhető. Kísérletileg igazoltuk, hogy a három hónapig tartó kísérleti idő alatt, Sanosil Super 25 Ag-val fertőtlenített berendezésből elfolyó tükrös ciroklé szobahőmérsékleten steril maradt. A nanoszűréssel történő végső besűrítésre így szabadabban ütemezhető. Az így előállított cukorszirup a későbbiekben bármely cukoralapú technológia alapanyagaként szolgálhat.

A cukorcirok integrált feldolgozásával foglalkozó konzorcium által kidolgozott technológia melléktermékeként keletkező mosott bagasz pelletálva, brikettálva vagy bálázva tüzelhető, ezáltal energetikai hasznosítása megvalósítható.

Köszönetnyilvánítás

A kísérleti munka kapcsolódik a „A cukorcirok integrált mezőgazdasági termelési, tárolási, feldolgozási és logisztikai rendszerének kidolgozása” című (azonosító: C_CIROK1, szerződésszám: TECH_08_A3/2-2008-0401) NTP projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához.

Köszönet az OTKA 76139, a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0009, a TÁMOP- 4.2.2/B-10/1-2010-0025, a TÁMOP-4.2.1-08/1/KMR-2008-0001, TÁMOP-4.2.2A-11/1/KONV-0443560/130, SH 7/2/14 Swiss-Hungarian Joined project, projektek támogatásáért.

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

Irodalomjegyzék

[1] EU Facts. 2012; Available from: http://www.civitas.org.uk/eufacts/FSPOL/AG3.html.
[2] Fähnrich, A., V. Mavrov, and H. Chmiel, Membrane processes for water reuse in the food industry. Desalination, 1998. 119(1-3): p. 213-216.
[3] Kocsis, L., A cukorcirok betakarításának lehetőségei a feldolgzási folyamat gazdaságosságának figyelembevételével. Mezogazdasagi technika, 2009. 07: p. 12-14.
[4] Barabas, N., L. Kovacs, and S. Tomoskozi, Cukorcirok-energia a szantofoldrol. Agrarium, 2011. 21(5): p. 48-49.
[5] Gyalai-Korpos, M., J. Feczak, and I. Reczey, A Monori Edes cukorcirok, mint lehetseges bioetanol alapanyag. Bioenergia, 2008. 3(3): p. 25-29.
[6] [cited 2012 3 July 2012]; Available from: http://www.agroszemek.hu/docs/monoriedes.pdf.
[7] Banyai, L. and Z. Barabas, A cirok es a szudanifu1985., Budapest.
[8] Konzorcium, C., Szántóföldi fajta és termesztési kísérletek 2010, 2010.
[9] Telegdy-Kovats, L., Fa- es cirokcukor1947, Budapest: Egyetemi Nyomda.
[10] Gyuricza, C., A cukorcirok termesztése energetikai hasznosításra. Agro Naplo, 2008. 12(4): p. 75-76.
[11] Barta, Z., D. Dienes, and I. Reczey. Hogyan tehető gazdaságossá egy cukorcirok alapú alkoholgyártó kisüzem. in LI. Georgikon Napok, 51st Georgikon Scientific Conference. 2009. Keszthely, Hungary.
[12] Pal, M. and E. Rajki, Takarmanycirok takarmany es bioenergia celra. Agroforum, 2007. 18(4).
[13] Feczak, J., Receptura biogazuzemek szamara. Magyar Mezogazdasag, 2008: p. 18-19.
[14] Reczey, J., Z. Kadar, and I. Reczey, A cukorcirok, mint lehetséges bioetanol alapanyag II. Bioenergia, 2007. 2(5): p. 24-27.
[15] Hetenyi, K.Z., Biofinomito technologiainak optimalasa, in Department of Applied Biotechnology and Food Science2010, Budapest University of Technology and Economics: Budapest.
[16] Nagy, R., Cukorcirok presle cukortartalmanak betomenyitese membranszeparacioval, in Department of Chemical and Environmental Process Engineering2011, Budapest University of Technology and Economics: Budapest.
[17] Cassini, A.S., et al., Ultrafiltration of wastewater from isolated soy protein production: A comparison of three UF membranes. Journal of Cleaner Production, 2010. 18(3): p. 260-265.

Tájékoztatás és adatszolgáltatási felhívás az ingyenesen kioszthatóó kibocsátásiegység-mennyiségek meghatározásával kapcsolatban

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium összeállította az EU-ETS III. kereskedési időszakban (2013-2020) ingyenes kiosztásra tervezett kibocsátásiegység-mennyiségeket tartalmazó táblázatot, az ún. NIMs (Nemzeti végrehajtási intézkedések - National Implementation Measures) létesítménylistát. A lista az Európai Bizottságnak 2012-ben elfogadásra benyújtott táblázat kivonata, amely a jogosult intézmények szerinti bontásban részletezi a magyar kvótákat.

A NIMs véglegesítése érdekében minden érintett üzemeltetőnek 2013. február 27-i határidővel további adatokat szükséges szolgáltatnia létesítménye(i) kapacitásának, tevékenységi szintjének és működésének 2011 júniusa és 2012 december vége között bekövetkezett változásairól. A létesítménylista és további részletes információ a Klímapolitika tematikus oldalon (http://klima.kormany.hu) érhető el.

Az Európai Bizottság Éghajlat-politikai Főigazgatósága 2013. január 25-i közleményében jelezte, hogy az összesített lista véglegesítésének elhúzódása miatt az ingyenesen kioszthatóó kibocsátási egységek 2013. február végére tervezett, az üzemeltetői számlákon történő jóváírásában csúszások várhatóak.

A III. kereskedési időszakra vonatkozó (2013. január 1. óta bekövetkezett) változások bejelentéséről és új belépő kérelmek benyújtásáról szintén a Klímapolitika weboldalon olvasható bővebb tájékoztatás.

(2013. február 2., Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Kommunikációs Főosztály)

A különböző turisztikai kínálat típusok karbonlábnyom meghatározása a turizmus fejlesztési döntések támogatásához[1]

Pomucz Anna Boglárka
okl. környezetmérnök, pomucz@eik.bme.hu

Dr. Csete Mária PhD
PhD, okl. műszaki menedzser, csete@eik.bme.hu

A turizmus jelentős energiaigénnyel rendelkező ágazat, mely számottevő mértékben járul hozzá a Föld üvegházgáz kibocsátásához. A nemzetközi és hazai turisztikai áramlatokhoz kapcsolódó különböző turisztikai kínálat típusok karbonlábnyom számítási módszertanának vizsgálata, valamint a számítások elvégzése hazánk vonatkozásában hiánypótló jellegű. A számítások során kiemelt fontossággal kerül elemzésre a kínálat típusokhoz köthető közlekedés éves karbonlábnyoma. A kapott eredmények segítségével összehasonlíthatóvá válnak a különböző kínálati típusok és meghatározható azok köre, melyek fejlesztése és népszerűsítése klímavédelmi szempontból a legkedvezőbb.

*

Tourism is a highly energy-intensive industry which contributes considerably to global greenhouse gas emissions. Therefore, it is necessary to study the calculation methodology and then calculate the carbon footprint of the different tourism suppy types connecting international and domestic tourism. In the course of the calculation, the annual carbon footprint of travel associated with each supply type is of particular importance.The results for different types of tourism can be compared and the supply types whose development carries the least environmental load can be defined.

* * *

A klímaváltozás hatásainak és a különböző gazdasági ágazatok összefüggéseinek vizsgálata egyre fontosabb szerepet tölt be a nemzetközi és hazai kutatásokban egyaránt. A kezdetben folytatott nemzetközi kutatások jellemzően speciális problémákra fókuszáltak, mint például a tengerszint emelkedés várható következményeinek elemzése egyes turisztikai desztinációkban, vagy a klímaváltozás hatásai a síturizmusra. Hazánkban a nemzetgazdaság egyik remélt kitörési pontjának számító turisztikai ágazatban azonban más jellegű, a klímaváltozás várható hatásaival kapcsolatos problémák várnak megoldásra. Továbbá a turizmus kiemelt szerepet tölthet be a gazdaságok zöldítésére vonatkozó programokban, s a tervezett intézkedések a kapcsolódó ágazatok mint például a közlekedés, mezőgazdaság, energetika zöldítését is ösztönözhetik (Szécsi-Csete, 2011). A turisztikai iparághoz tartozó tevékenységek és a Föld, illetve a turisztikai desztinációk klimatikus adottságai között folyamatos kölcsönhatás tapasztalható. Az ágazat alaperőforrásai közé tartoznak a klimatikus viszonyok, ily módon a turizmus számára kiemelkedő jelentőségű tényezőnek számítanak a turisztikai desztinációk jellemző éghajlati adottságai és melyekre változására, illetve a globális felmelegedés már érzékelhető hatásaira az ágazat érzékenyen reagál. Ezen hatások kialakulásához a turizmus is hozzájárul, becslések szerint a globális CO_2 kibocsátás 5% kapcsolódik az ágazathoz (WTO, UNEP 2008.).

A turizmus dinamikusan alakuló, nyílt rendszerként integrálódik a gazdasági-társadalmi és a természeti-környezetbe. A turizmus jelenlegi fejlődése és az ehhez kapcsolódó növekvő üvegházgáz kibocsátása klímavédelmi szempontból nem fenntartható (Peeters P. – Dubois G 2010). Számos kutatás és vizsgálat foglalkozik emiatt az ágazatra vonatkozóan a klímaváltozáshoz való alkalmazkodással és a mitigációval. Az utóbbi kapcsán fontos kérdés a turisztikai döntések változása, azaz turisták megváltoztatják e és milyen módon utazási szokásaikat a klímavédelem érdekében (Becken 2013). A különböző mitigációs politikáknak ez előbbi lehet az egyik eredménye, a másik a piacon keresztül ható intézkedések esetén, a különböző szolgáltatások árainak emelkedése (WTO, UNEP 2008). Más jellegű beavatkozással elérhető mitigációs alternatíva lehet a kínálat olyan módon történő megváltoztatása, hogy a klímavédelmi szempontból kedvezőbb turisztikai termékét helyezze az adott turisztikai piac – ország vagy desztináció – turisztikai termékei közül előtérbe.

Mivel a turizmus jellegéből adódóan globálisan számottevő mértékben járul hozzá a kedvezőtlen környezeti hatásokhoz, melyik közül a legnagyobb problémát a közlekedés általi fosszilis tüzelőanyag felhasználás jelenti valamint az ehhez kapcsolódó üvegházgáz kibocsátás, ezért ez egy fontos beavatkozási pont a kedvezőtlen hatások csökkentésére (Gössling et al 2005). Tanulmányunkban a különböző turisztikai motivációkkal Magyarországra érkező turisták karbonlábnyomát vizsgáltuk, azzal a céllal, hogy ez alapján meghatározhatók azok a kínálati típusok, melyik fejlesztése és népszerűsítése klímavédelmi szempontból az ország számára a legkedvezőbb lehet.

A turizmus és a klímaváltozás összefüggéseinek mitigációs vonatkozású értékelése

A turizmus és a klímaváltozás kölcsönkapcsolatai arra is ráirányítják a a figyelmet, hogy a turizmus az ágazathoz kapcsolódó tevékenységek révén a saját működésének feltételeit rontja, illetve veszélyezteti azokat. Ez a megállapítás nem csak a klimatikus viszonyok kapcsán, de a turizmus többi környezeti feltételére vonatkozóan is érvényes. A turisztikai tevékenységek globális következményei hat kategóriába csoportosíthatók: (1) a terület borítottságának és a terület használatának változása, (2) energia felhasználáshoz kapcsolódó hatások, (3) az élővilág földrajzi területek közti cserélődés és a vadon élő fajok kipusztulása, (4) betegségek kicserélődése és terjedése, (5) a környezeti érzékenység és környezettel való összhang megváltozása, (6) vízzel kapcsolatos problémák (Gössling 2002).

A turizmus környezeti hatásait kiváltó tényezők közül a klímaváltozás szempontjából az ágazat energia felhasználása a legjelentősebb. Mivel napjainkban a világ energiafogyasztásának közel 87%-át fosszilis energiahordozókból biztosítják (BP, 2012), melyek

[1] A szerzőknek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

égése során jelentős mennyiségben keletkezik szén-dioxid, illetve mellett egyéb olyan vegyületek, melyek felelőssé tehetőek a klímaváltozásért. A turizmus kapcsán rendelkezésre állnak arra vonatkozóan adatok, az ágazat milyen mértékben járul hozzá a klímaváltozáshoz. 2005-ben a Földön kibocsátásának CO_2 5%-a a turizmus által globálisan kibocsátott 1302 milló tonna CO_2 volt (Peeters P. – Dubois G 2010).

Egy utazás szintjén vizsgálva az adatokat, figyelembe kell venni, hogy az utazáshoz kapcsolódó döntések meghozatala során a turista több tényező mérlegelése után hozza meg döntését és választ a lehetőségek közül, egyaránt fontos lehet számára a kényelem, az idő és a költség tényezők is. A döntések sorozata által kerülnek kiválasztásra az utazás egyes elemei, melyek összessége határozza majd meg az adott utazás energiaigényét és a kibocsátott üvegházgázok mennyiségét (Becken et al, 2003). A turisztikai ágazat számos tevékenységéhez használ energiát, melyeket három fő csoportba sorolhatjuk: közlekedés, – célterületre való elutazás, illetve a haza utazás, a célterület való további kisebb utazások, – szállás és egyéb turisztikai tevékenységek (WTO, UNEP 2008).

A Föld különböző turisztikai desztinációira, országaira vonatkozó esettanulmányok számos adatot tartalmaznak arra vonatkozóan, hogy a három tevékenység csoport között milyen arányban oszlik meg az energiafelhasználás, de ezek nem minden esetben közvetlenül a felhasznált energia mennyiségét adják meg, gyakran ebből származtatva a kibocsátott CO_2 vagy az üvegházhatás pontosabb szemléltetésére a CO_2 ekvivalens értékét. 2005-ben globálisan a turizmus CO_2 kibocsátásának 75%-a a közlekedéshez kapcsolódott, 21%-a a szállás szolgáltatáshoz és a fennmaradó 4% az egyéb turisztikai tevékenységekhez (WTO, UNEP, 2008). Új-Zélandon a belföldi turizmus esetén a közlekedési energiafelhasználás adja az összes turisztikai energiafelhasználás 73%, a szállásszolgáltatás 17%-ot, az egyéb szolgáltatások pedig 10%-ot, a nemzetközi turizmus esetén ez 65%, 22% és 13% (Becken et al 2003). A tajvani Penghu sziget esetén a közlekedés részesedése 67%, a szállá szolgáltatásé 16%, az egyéb tevékenységeké 17% a turisztikai energiafelhasználásból (Nae-Wen – Pei-Hun, 2009). Ausztráliában a 2003-2004-es év adatai alapján a belföldi turizmus üvegházgáz kibocsátásban a közlekedésnek 63,3%-os szerepe volt, a szállás szolgáltatásnak és a vendéglátásnak 12% az egyéb szolgáltatásoknak 17,6% a vásárlásnak pedig 7,1% (STCRC, 2008). A svájci turizmus üvegházgáz kibocsátásért 87%-ban a közlekedés a felelős, 12% szállás szolgáltatás és 1% az egyéb turisztikai tevékenységek (Perch-Nielsen et al, 2010).

A különböző területekre vonatkozó adatok jól mutatják a közlekedés energiafelhasználásának és üvegházgáz kibocsátásának dominanciáját az ágazaton belül, így ezen a ponton történő beavatkozással várhatóan hatásos eredmény érhető el.A turizmussal kapcsolatban is helytálló az a megállapítás, miszerint a közlekedés a természeti, gazdasági és társadalmi környezet által definiált térben működik, mégpedig oly módon, hogy gazdaságilag hatékonyan és környezetkímélő módon elégítse ki a társadalom mobilitási igényeit (Tánczos, 1994). A vizsgált ágazatban is jellemző növekvő fogyasztói igények kielégítése továbbra is károsítja a környezetet, már már egyértelművé vált, hogy a túlélés elemi feltételei közé tartozik a környezetszennyezés csökkentése (Emőd-Török, 2011), s nincs ez másként az üvegházgázok esetében sem. A különböző közlekedési módok eltérő arányban és fajlagosan is eltérő mértékben járulnak hozzá a klímaváltozáshoz. Ezen munkában a közlekedés csak azon részét vizsgáljuk, mely a szabadidős utazásokhoz kapcsolódik, ez a fejlett országokban a közlekedés 50%-nak felel meg (Gössling, 2002). Az Európai Unió belső turizmusához kapcsolódó közlekedés által éves szinten kibocsátott 210 millió tonna üvegházgáz, az Európai Unió éves kibocsátásnak 4,4%-nak felel meg (Gugel et al 2003, adatai alapján), melynek 57%-t a légi közlekedés, 41% a személygépkocsival való közlekedés, a fennmaradó hányadot az egyéb közlekedési eszközök igénybevétele eredményezi (Peeters et al 2007).A közlekedési módok közül globálisan is kiemelendő a légi közlekedés, mely az összes turizmushoz kapcsolódó CO_2 kibocsátás 43%-át eredményezi, míg az ezen közlekedési módot igénybevevő turisták aránya csupán 17% (Peeters P. – Dubois G. 2010). Az EU 20-20-20-as célkitűzéseinek megvalósításához a turisztikai ágazat közlekedési eredetű üvegházgáz kibocsátásának csökkentése is hozzájárulhat. A folyamat jobb nyomonkövethetőségéhez járulhat hozzá a kialakított módszertan, mely a különböző turisztikai motivációk karbonlábnyomának lehatárolására fókuszál.

A vizsgálatok módszere

A kutatás célja a magyar turizmus kínálatrendszerének vizsgálata, az alapján, hogy az adott motivációval Magyarországra érkező külföldi turisták hazánkba utazása mekkora karbonlábnyommal jár. Az ismertetett nemzetközi statisztikák alapján egyértelmű, hogy az közlekedés a legnagyobb mértékű üvegházgáz kibocsátó tevékenység egy utazás kapcsán ezért fokuszálunk erre az alszektorra.

A vizsgálat során egy meghatározott motivációhoz tartozó utazásra kerültek kiszámításra egy fő egy irányú útjára vetítve a fajlagos szén-dioxid ekvivalens értékét. A Központi Statisztikai Hivatal éves kiadványa alapján (KSH, 2012) rendelkezésünkre álltak adatok arra vonatkozóan, hogy milyen motivációval Európa mely országából illetve a többi kontinensekről földrész szintű bontásban – az Amerikai Egyesült Államokból illetve Kanadából külön is megadva – hány turista érkezett Magyarországra a 2011. évben. Ezen felül szintén motivációnként rendelkezésünkre állt adat arra vonatkozóan hányan érkeztek légi-, illetve közúton – a statisztika a közúti, vízi és vasúti forgalmat sorolta ebbe a kategóriába – hazánkba (KSH, 2012).

A vizsgált motivációk két nagy csoportba sorolhatók, turisztikai- és nem turisztikai motivációk, a turisztikai motiváción belül megkülönböztetnek a statisztikák (KSH, 2012) szabadidős és üzleti motivációt. A szabadidős motivációk közül külön kiemelik a rokon- és barátlátogatást illetve a gyógy és egészség megőrzési céllal történi utazások, az üzleti turizmus esetén a konferencia látogatás a kiemelt motiváció. Nem turisztikai motiváció által kiváltott a tanulási, vásárlási, munkavégzési vagy átutazási szándékkal történő utazások.

Szintén a „Jelentés a turizmus 2011 évi teljesítményéről" című dokumentumban szereplő egyéb statisztikai adatokat felhasználva lehatárolásra kerültek azok a küldő országok, ahonnan 99%-os valószínűséggel a turisták 100% légi úton érkezik hazánkba, illetve azok az országok, melynek polgárai 99%-os valószínűséggel közúton érkeznek Magyarországra. Ezen országokat a további számítások során úgy kezeltük, hogy az összes onnan érkező turista a legvalószínűbb közlekedési módon érkezett. A többi küldő ország esetén a motivációra megadott eredeti aránnyal számoltunk.

Az említett előzetes számítások és vizsgálatok elvégzésével rendelkezésünkre állt egy adatsor arra vonatkozóan, mely országokból milyen motivációval és milyen módon érkeztek hazánkba turisták. A megfelelő középértékek meghatározásával megadtuk a küldő ország és Magyarország közt a turisták által az utazás során megtett távolságot. Az alábbi képletek felhasználásával megha-

tározható az adott motivációval légi-, illetve közúton valamint összesen hazánkba érkező turisták összes szén-dioxid ekvivalensre konvertált (CO_2-e) üvegházgáz kibocsátását, valamint ugyan ezen paraméterek fajlagos értéke.

$$TCFP_x = \Sigma^i n_{xi} s_i \beta_x$$

$$TCFP'_x = TCFP_x / \Sigma n_{xi}$$

A képletben a $TCFP_x$ jelenti az adott motivációval légi-, illetve közúton érkező turisták által kibocsátott összes CO_2-e – $TCFP_{összes}=TCFP_{légi}+TCFP_{közúti}$ – $TCFP'_x$ az egy főre vetített fajlagos érték, ^{i} a küldő ország sorszámát jelöli, n_{xi} egy küldő országból, adott motivációval, adott módon hazánkba érkező turisták számát, s_i a Magyarországra utazás során megtett út hossza, β_x a légi úton illetve a gépkocsival megtett utaskilométerenkénti CO_2-e emisszió.

A β_x (kg CO_2-e/pkm) fajlagos emissziós értéke közúton való közlekedés esetén – ebbe a kategóriába több közlekedési mód is bele tartozott, melyek arányáról nem áll rendelkezésre adat, több lehetséges érték használatát vizsgálva a számítás csekély érzékenységet mutatott, ezért a legmagasabb, kizárólag gépkocsira vonatkozó értéket használtuk – $\beta_{közút}$=0,2339. A 3700 km-nél hosszabb légi utak esetén – a számítások során az Európán kívülről érkező turisták esetén ezzel az értékkel történt a számolás – $\beta_{légi}$=0,1314, míg a 3700 km-nél rövidebb légi utak esetén $\beta_{légi}$=0,1149 (DECC, Defra, 2012).

A számítások során a szén-dioxid ekvivalens használatát az indokolja, hogy bár nagyon kis mennyiségben, de keletkeznek a közlekedés során, a fosszilis tüzelőanyag égetés révén, olyan vegyületek, – pl.: dinitrogén-oxid – melynek üvegházhatása nagyságrendekkel nagyobb, mint a CO_2-é, ezért elhanyagolásukkal torzulna vizsgálat eredménye (DECC, Defra, 2012) (IPCC).

A vizsgálatok eredményei

A számítások során kapott turisztikai és nem turisztikai motivációnkénti összes- és fajlagos kibocsátások értékét közlekedési módonként bontva, illetve a turisták számával súlyozottan összegezve az 1. táblázat foglalja össze.

Az abszolút kibocsátási értékeket vizsgálva látható, hogy a közúton érkező turisták közül azok okoznak komoly terhelést, akik nem turisztikai motivációval érkeznek hazánkba – összesen a CO_2 ekvivalensben kifejezett üvegházhatású gázok kibocsátásának 66% –, különösen az átutazó forgalom és a vásárlás motiválta utak kibocsátása magas. Szintén jelentős a szabadidős motivációval hazánkban érkezők kibocsátása (30%). Ha ezt abszolút kibocsátásokat összehasonlítjuk a fajlagos mutatókkal akkor látható, hogy az abszolút értékben magas kibocsátást generáló motivációk esetén a fajlagos értékek a többi motivációhoz hasonlóak vagy alacsonyabbak, tehát a turisták nagy létszáma okozza a magas kibocsátást. Különösen a vásárlás esetén igaz az előbbi megállapítás, a szomszédos országból Magyarországra érkező vásárlók miatt. A fajlagos értékek esetén a konferencia turizmusnál láthatunk magas értéket, vélhetően az ilyen motivációval utazók távolabbról érkeznek, ez okozza a magas értéket.

A légi úton érkező turisták közül a szintén a szabadidős motivációval Magyarországra látogatók járulnak hozzá leginkább az üvegházgáz kibocsátáshoz – a kibocsátás közel 80% ehhez a motivációhoz köthető. Ezen közlekedési mód esetén – szemben a közúti közlekedéssel – a nem turisztikai motivációval érkezők részesedése az összes kibocsátásból alacsony – kevesebb, mint 7% – mivel ezen motivációk főleg a közeli országok lakosait vonzzák Magyarországra, akik közúton érkeznek. Ennek ellenére a nem turisztikai motivációkhoz tartozó fajlagos kibocsátási értek ez esetben magasak, melynek oka a nagy utazási távolság. A szabadidős turizmus fajlagos kibocsátása is magasabb, mint a légi úton érkezők átlagos fajlagos kibocsátása.

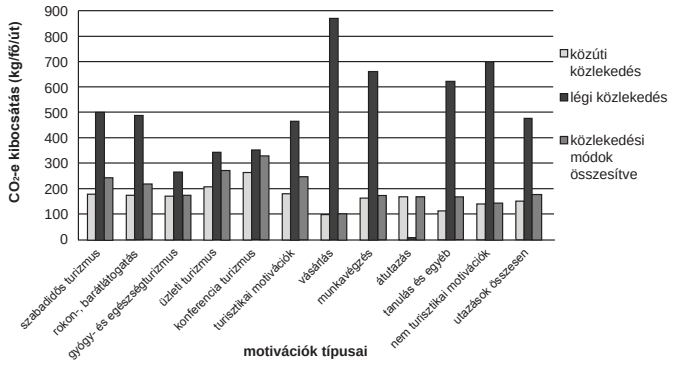
Az összesített kibocsátási értékek alapján, a hazánkba szabadidős turizmus céljából érkező turisták felelősek a turizmushoz kapcsolódó közlekedés által kibocsátott üvegházhatású gázok keletkezésének több, mint 40%-ért. Az átutazás okozta terhelés nagyon jelentős mértékű és a vásárlás motiválta utak részesedése szintén jelentős – 33%, illetve 13,6%. A fajlagos értékek esetén a konferencia turizmushoz kapcsolódó érték a legmagasabb, de magasnak tekinthető a szabadidős turizmushoz kapcsolódó fajlagos kibocsátás is. A legalacsonyabb fajlagos kibocsátással a vásárlás által motivált utak rendelkeznek, ez esetben az utazók nagy többsége közelről érkezik Magyarországra.

1. táblázat. CO_2 kibocsátás értékek motivációnkénti és közlekedési módok szerint (Forrás: saját munka)

CO_2-e kibocsátás / motiváció			közúti közlekedés		légi közlekedés		súlyozott összesített érték	
			összes CO_2-e kibocsátás (10^6 kg)	fajlagos CO_2-e kibocsátás (kg/fő)	összes CO_2-e kibocsátás (10^6 kg)	fajlagos CO_2-e kibocsátás (kg/fő)	összes CO_2-e kibocsátás (10^6 kg)	fajlagos CO_2-e kibocsátás (kg/fő)
turisztikai motiváció	szabadidős turizmus		1682,2	174,1	1238,3	492,6	2920,5	239,9
	ebből	rokon- barátlátogatás	582,5	169,5	282,8	482,3	865,3	215,2
		gyógy- és egészségturizmus	300,6	166,1	20,8	261,2	321,4	170,1
	üzleti turizmus		150,3	203,5	223,8	338,9	374,0	267,4
	ebből	konferencia turizmus	9,6	260,3	34,8	347,5	44,4	324,1
	turisztikai motivációk összesen		1832,5	176,2	1462,1	460,7	3294,6	242,7
nem turisztikai motiváció	vásárlás		924,9	93,2	33,1	863,4	958,1	96,2
	munkavégzés		316,4	159,8	28,9	654,4	345,3	170,6
	átutazás		2321,3	164,3	0	0	2321,3	164,3
	tanulás és egyéb		61,6	109,0	42,5	618,1	104,1	164,3
	nem turisztikai motivációk összesen		3624,3	136,3	104,6	690,9	3728,8	139,4
utazások összesen			5456,7	147,5	1566,7	471,1	7023,4	174,2

Következtetések

A jelenlegi keresleti struktúra mellett a kiszámított fajlagos CO_2 ekvivalensek értékének összehasonlításával meghatározhatók a Magyarország számára klímavédelmi szempontból legkedvezőbb és legnagyobb terhelést jelentő motivációk. A fajlagos üvegházgáz kibocsátás értékeket az 1. táblázat alapján az 1. ábrán láthatók.



1. ábra. **Az egyes motivációkhoz tartozó fajlagos CO_2 ekvivalens kibocsátás értéke** (Forrás: saját munka)

A legfontosabb tény a fajlagos kibocsátási értékekre vonatkozóan, hogy minden motiváció esetén nagyobb fajlagos kibocsátást jelentett egy légiközlekedéssel Magyarországra érkező turista utazása, mint egy közúton érkezőé. Ennek legjelentősebb oka, hogy általában a repülővel érkezők jelentősen nagyobb távolságot tesznek meg útjuk során, mint a közúton érkezők.

Az utazás módjával történő súlyozás után a konferencia turizmus esetén jelentkezik a legmagasabb fajlagos üvegházgáz kibocsátás érték. Szabadidős turizmus esetén ugyancsak magas, tehát összességében a turisztikai motivációval történő utazások karbonlábnyoma magasabb, mint a nem turisztikai motivációval történőké. A konferencia turizmusnál ez a nagy utazási távolságok miatt jelentkezhet. A szabadidős turizmus egy igen tág gyűjtőcsoportja a turisztikai motivációknak és ilyen céllal a világ minden pontjáról érkeznek Magyarországra turisták, így itt is a küldő ország és a cél desztináció távolsága a legfontosabb oka az utazás magas karbonlábnyomának.

A vizsgálat során Magyarországra is igazolódott, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátásának – és ezáltal a klímaváltozás hatásainak –csökkentéséhez a turisták alapvetően két módon járulhatnak hozzá, egyrészt az utazás módjának megválasztásával, másrészt a kevésbé távoli úti cél kiválasztásával (Peeters P. – Dubois G. 2010).Magyarország turisztikai kínálatát tehát úgy kell kialakítani, hogy minél közelebbi küldő ország lakosságát célozza a kínálat összetétele, egyik legjelentősebb lépés, hogy a szabadidős turizmus kínálatát a szomszédos országokban népszerűsítsük. Érdemes beavatkozni az abszolút érték tekinttében magas karbonlábnyomú motivációk esetén, mivel ezek – például a vásárlás által motivált utak – nem turisztikai motiváció által generáltak, így a turizmus kínálatának megváltoztatása nem minden esetben jelent megoldást. Az átutazások esetén érdemes azonban megvizsgálni, akik Magyarországon keresztül utaznak más országba, milyen motivációval utaznak oda és ha lehetséges ezen réteget igényeit kielégítő változtatásokat kell végrehajtani a hazai kínálatban.

Összességében megállapítható, hogy klímavédelmi szempontból a legkedvezőbbek a rövid távolságra történő turisztikai utazások. Jelen vizsgálat azonban csak a turizmushoz kapcsolódó közlekedést vizsgálta, az utazások komplex értékeléséhez elengedhetetlen a további két fő tevékenységi terület – a szállásszolgáltatás és az egyéb turisztikai tevékenységek – vizsgálata, annak ellenére is, hogy a szektor legjelentősebb energiaigényű és üvegházgáz kibocsátással járó tevékenység csoportja a közlekedés.

Köszönetnyilvánítás

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben” című projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TÁMOP-4.2.2.B-10/1--2010-0009 program támogatja. Jelen tanulmány elkészítését az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

Irodalom

[1] Becken S.: A review of Tourism and climate change as an evolving knowledge domain, Tourism Management Perspectives 6 (2013) pp. 53-62
[2] Becken S. – Simmons D. - Frampton C.: Energy use associated with different travel choices, Tourism Management 24 (2003) pp.267–277
[3] British Petrol: BP Statistical Review of World Energy (2012) http://www.bp.com/assets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf (2012. január. 25)
[4] Department of Energy and Climate Change (DECC), Department of Environment, Food and Rural Affairs (Defra): 2012 Guidelines to Defra / DECC’s GHG Conversion Factors for Company Reporting, 2012
[5] Emőd I. – Török Á.: A hazai gépjárműállomány statisztikai vizsgálata különös tekintettel a károsanyagkibocsátásra, Jövő Járműve – Járműipari Innováció 1 (2010) pp.16-21
[6] Gössling S. – Peeters P. - Ceronc J.-P. – Duboisd G. – Pattersone T. – Richardson R. B.: The eco-efficiency of tourism, Ecological Economics 54 (2005) pp.417– 434
[7] Gössling S.: Global environmental consequences of tourism, Global Environmental Change 12 (2002) pp.283–302
[8] Gugele B., Huttenen K., Ritter M.: Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2001 and inventory report 2003 (Final draft) Europen Environmental Agency, Copenhaga, 2003.
[9] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Climate Change 2007 The Physical Science Basis p.212, 2007
[10] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): Jelentés a turizmus 2011 évi teljesítményéről, 2012.
[11] Nae-Wen K. - Pei-Hun C.: Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach, Journal of Cleaner Production 17 (2009) pp.1324-1330
[12] Peeters P. – Dubois G.: Tourism travel under climate change mitigation constraints, Journal of Transport Geography 18 (2010) pp.447–457
[13] Peeters P. – Szimba E. – Duijnisveld M.: Major environmental impacts of European tourist transport, Journal of Transport Geography 15 (2007) pp.83–93
[14] Perch-Nielsen S. – Sesartic A. – Stucki M.: The greenhouse gas intensity of the tourism sector: The case of Switzerland, Environmental Science & Policy 13 (2010) pp.131-140
[15] Sustainable Tourism Cooperative Research Centre (STCRC): The carbon footprint of Australian tourism, 2008.
[16] Szécsi N. – Csete M.: A turizmus szereplőinek klímaváltozáshoz való alkalmazkodása a Szentendrei Kistérségben. Klíma-21 Füzetek 65 (2011) pp. 64-86.
[17] Tánczos Lászlóné: Közlekedésgazdaságtan egyetemi jegyzet, BME Közlekedésgazdasági Tanszék, Budapest (1994)
[18] Török Ádám: Közúti közlekedési szektor klimatikus költségei, Közlekedéstudományi szemle (ISSN: 0023-4362) 2008/4: pp. 28-30. (2008)
[19] World Tourism Organization (WTO), United Nations Environment Programme (UNEP): Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges, 2008.

Szén-dioxid leválasztás szerepe a jövő villamosenergia-termelésében[1]

Dr. Gács Iván
okl. gépészmérnök, ivan@gacs.hu

Napjaink egyik slágertémája a villamosenergia-termelés széndioxid kibocsátásának csökkentése. Ezen belül viszonylag kevés figyelemt kap a foszilis tüzelőanyagok felhasználása a szén-dioxid leválasztásával és eltárolásával (CCS technológia).

Ahhoz nem fér kétség, hogy a szén-dioxid leválasztás – ha megvalósítható, bevezethető eljárás – meg fogja drágítani a villamosenergia-termelést, csak az a kérdés, hogy

- **szükséges-e a szén-dioxid kibocsátás csökkentése?**
- **mennyivel lesz drágább a szén-dioxid leválasztással termelt villamosenergia?**
- **a CCS megélhet-e az egyéb szén-dioxid elkerülési módok mellett?**

Ezekre a kérdésekre kereste a válaszokat a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszéke. Ezen vizsgálatok rövid konklúzióját mutatja be a cikk.

*

One of today's hit themes is the carbon dioxide emission rediction in the power generation. Within this, the fossil fuel use with capture and storage of carbon dioxide (CCS technology) gets a relatively moderate regard. There is no doubt that the carbon capture – if the procedure can be implemented – will increase the power generation cost, the questions only that

- **is the carbon dioxide emission rediction necessary?**
- **how much the power generation with CCS will be more expensive?**
- **will be the CCS competitive with other carbon dioxide rediction technology?**

The Departement of Energy Engineering of the Budapest University of Technology and Economics investigated these questions. This paper present the short conclusion of the investigations.

* * *

Szükséges-e a szén-dioxid kibocsátás csökkentése?

Ma a szakmai közvélemény és különösen a politika és média véleményformálóinak többsége közel egységesen vallja, hogy feltétlenül szükséges a szén-dioxid kibocsátás minél gyorsabb és minél nagyobb mértékű csökkentése. Meggyőződésem, hogy ez legalább annyira táplálkozik a tömegvonzásból („ha mindenki ezt mondja, akkor én is"), mint a szakmai meggyőződésből, a szigorúan tudományosan bizonyított érvekből. A szén-dioxid kibocsátás csökkentésének szükségességét minden mást megelőző prioritásként kezelő érvrendszerekben helyenként jelentős logikai bakugrások lelhetők fel.

Az ismereteink bizonytalanságait bemutató érveket már többször publikáltam (pl. [1] és [2]), most csak néhány elgondolkodtató számot ismétlek meg belőlük:

- az iparosodás kezdete óta a légkör szén-dioxid koncentrációja közel 40%-kal nőt,
- az antropogén széndioxid kibocsátás a természeti folyamatokból adódó kibocsátáshoz kb. 5% növekményt ad hozzá,
- ugyanezen időben a trópusi esőerdők – a legjelentősebb széndioxid nyelő – területe a felére csökkent.

Mindez nem jelenti azt, hogy nem szükséges a szén-dioxid kibocsátás csökkentése, csak azt, hogy ettől nem szabad megváltást várni. Az elsődleges célnak a légköri szén-dioxid koncentráció csökkentése – vagy legalább a további növekedés lelassítása – kell legyen, ehhez egyik lehetséges, de messze nem a leghatékonyabb lépés a kibocsátás csökkentése.

Ezek alapján legyen a kiindulásunk az, hogy kell a kibocsátás csökkentése, de ez önmagában nem elegendő intézkedés, csodát nem szabad várni tőle.

Mibe kerül a szén-dioxid leválasztása a füstgázból?

A szén-dioxid kibocsátás csökkentésének egyik lehetséges módja a széndioxid leválasztása a tüzelések füstgázából és hosszú távú biztonságos eltárolásának megoldása. Ez a technológia már nem csak a fantáziák világában létezik, több eljárást is kidolgoztak erre a célra. A [3]-ban bemutatott eljárások mindegyike elméletben kidolgozott, kulcselemeik kisebb-nagyobb léptékben már kipróbáltak, az ipari léptékű alkalmazás a fejlesztők szerint 6-10 éven belül megindulhat. A mai ismereteink szerint ez a technológia – a füstgáz kéntelenítéshez és nitrogénoxid leválasztáshoz hasonlóan – csak nagyberendezéseknél válhat elfogadható költségűvé, ezért első lépésben csak az erőművi alkalmazásról érdemes beszélni. Ez sem jelentéktelen, mert a földgázfelhasználás több mint egyharmad, a legnagyobb fajlagos szén-dioxid kibocsátással járó széntüzelésnek pedig több mint fele az erőművekben kerül eltüzelésre.

Azt tudomásul kell venni, hogy a szén-dioxid leválasztása megdrágítja a villamosenergia-termelést. Tanszéki vizsgálataink során megkíséreltük az árnövekedés mértékének becslését.

Először alapesetként a szubkritikus, szén-dioxid leválasztás nélküli szénerőmű villamosenergia-termelésének egységköltségét határoztuk meg (1. táblázat). A táblázat adataiból látható, hogy egyes bemenő adatok meglehetősen nagy bizonytalansággal határozhatók csak meg vagy vehetők fel. Ezek közül kettőt kell kiemelni:

- *normatív reálkamatláb:* ez elsősorban hely szerint (országról-országra) változik, időbeli változatossága kisebb,
- *szénár:* elsősorban időben változik, de az amerikai és európai árak között is jelentős eltérés van.

Ehhez hasonló módon lehet meghatározni a szuperkritikus paraméterű, de ugyancsak szén-dioxid leválasztás nélküli szénerőmű villamosenergia-termelésének egységköltségét. Eltérés csak a következő két tételnél van:

- fajlagos beruházási költség: 1250 (1150…1350) $/kW,
- évi átlagos hatásfok 44% (42…46%).

Ezekkel az adatokkal a villamos energia egységköltsége 0,0665 (0,0567…0,0763) $/kWh.

Ezt követően határoztuk meg a két erőmű típusra a széndioxid leválasztás okozta költség-növekedést. Ehhez a következő adatok megváltozását vettük fel:

- fajlagos beruházási költség a gőzparaméterektől függetlenül: 1800 $/kW,
- hatásfok csökkenés a leválasztás miatt 8% (6…10%).

Ezek az adatokat a szkirodalomban fellelhető információk alapján vettük fel indoklásuk részletesen [1]-ben találhatók. A legvalószínűbb értékre vonatkozó számítások eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze és az 1. ábrában ábrázoltuk.

[1] A szerzőnek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

1. táblázat. Szubkritikus, leválasztás nélküli szénerőmű villamosenergia-termelésének egységköltsége

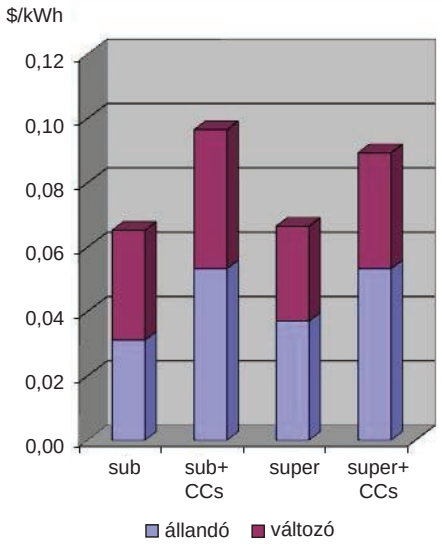
Jellemző	mértékegység	valószínű értéktartomány	legvalószínűbb érték
Kiinduló adatok			
reálkamatláb, p_r	%/év	6…12	10
tervezési élettartam, n	év	25…40	30
interkaláris tényező, i	–	1,2…1,4	1,3
fix O&M költség, $\alpha_{TMK}+\alpha_e$	%/év	3…4	3,5
fajlagos beruházási költség, a	$/kW	1000…1100	1050
*tartalékténye*ző, r	–	1,05…1,12	1,08
önfogyasztása[a.], ε	%	0	0
változó hiány tényezője, v_{VH}	–	0,95…1	0,97
csúcskihasználási óraszám, τ_{cs}	h/év	4000…7500	6500
szén hőárab[b.], p_Q	$/GJ	2,4…4,8	3,6
évi átlagos hatásfok, $\bar{\eta}_{KE}$	%	36…39	38
Számított értékek			
leírási tényező, α_l	%/év	7,26…12,41	10,61
állandó költségek tényezője α	%/év	12,9…19,6	17,3
egységköltség állandó része, $k_{áll}$	$/kWh	0,0233… 0,0353	0,0311
egységköltség változó része, $k_{vált}$	$/kWh	0,0227…0,0455	0,0341
egységköltség, k	$/kWh	0,0538…0,0766	0,0652

Megjegyzések:
[a.] a fajlagos beruházási költségek nettó teljesítményre vonatkoznak
[b.] az alsó határ a 2012. áprilisi szénár az USA-ban (65 $/t, www.infomine.com), a felső határ az európai szénárcsúcs 2011. III. negyedévében (130 $/t, www.bloomberg.com) alapján

2. táblázat. A költségszámítások eredményei, $/kWh

Jellemző	szubkritikus erőmű		szuperkritikus erőmű	
	CCS nélkül	CCS-sel	CCS nélkül	CCS-sel
állandó költség	0,311	0,0533	0,0370	0,0533
változó költség	0,0341	0,0432	0,0295	0,036
összes költség	0,0652	0,0965	0,0665	0,0893
állandó költség növekménye	0,0222		0,0163	
változó költség növekménye	0,0091		0,0065	
összes költség növekménye	0,0313 (48%)		0,0228 (34%)	

Az összehasonlításból – ha helyesek a kiinduló adatok – az a következtetés vonható le, hogy a legvalószínűbb szén ár mellett a szuperkritikus erőmű jobb hatásfoka nem tudja kompenzálni a magasabb beruházási költséget, tehát nem kifizetődő a szuperkritikus paraméterekre való áttérés. Az eltérés nem jelentős és kisebb beruházási költségkülönbség vagy magasabb szénár (kb. 4 $/GJ felett) már gazdaságossá válik.

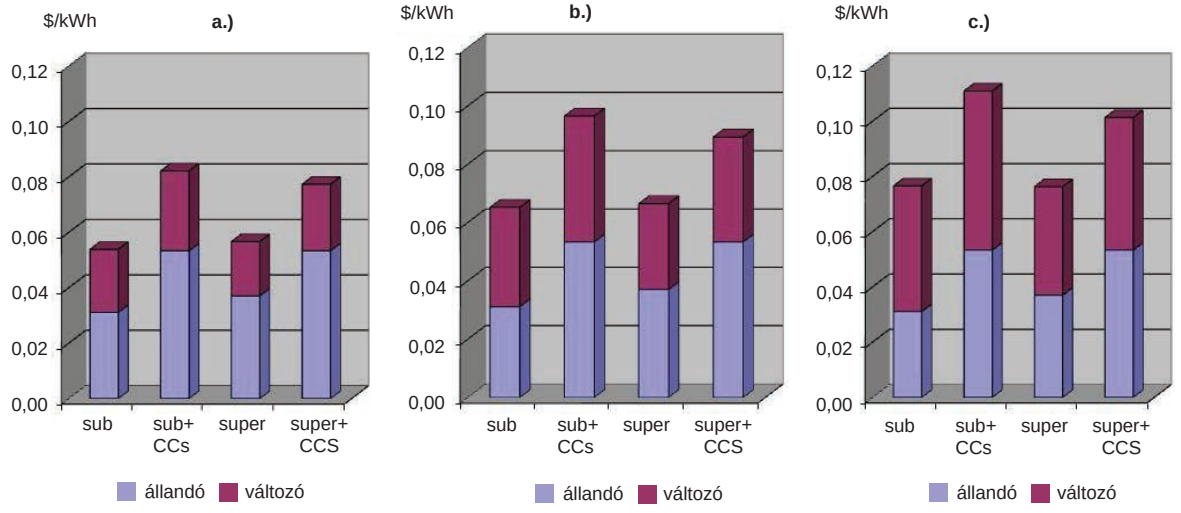


1. ábra. **A villamosenergia egységköltség számítás eredményei**

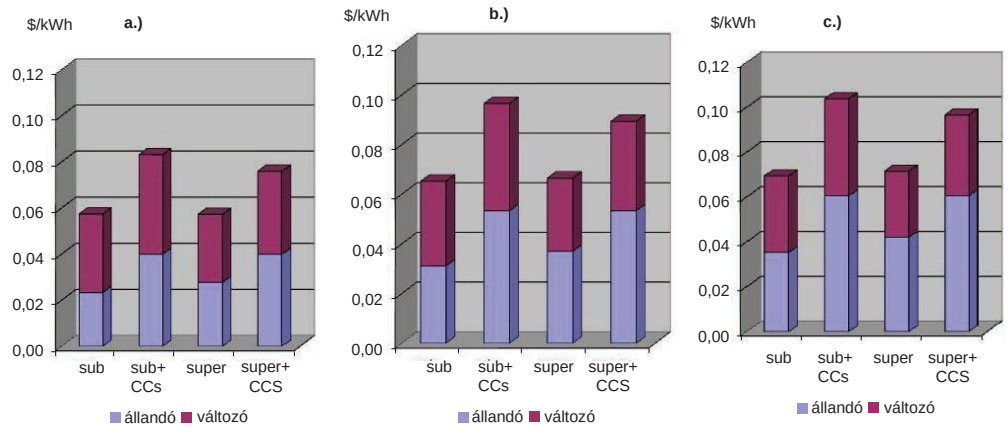
Mint láttuk, a legnagyobb bizonytalanság a reálkamatlábat és a szénárat terheli. E két tényező változásának a hatását is megvizsgáltuk. A számítások alapadatai és eredményei a 3. táblázatban és a 2. valamint a 3. ábrában mutatjuk be.

3. táblázat. A költségszámítások eredményei, $/kWh

Kiinduló adatok		szubkritikus erőmű		szuperkritikus erőmű	
szénár, $/GJ	kamatláb, %/év	CCS nélkül	CCS-sel	CCS nélkül	CCS-sel
alapeset					
3,6	10	0,0652	0,0965	0,0665	0,0893
szénár változtatás					
2,4	10	0,0538	0,0821	0,0567	0,0773
4,8	10	0,0766	0,1109	0,0763	0,1013
kamatláb változtatás					
3,6	6	0,0574	0,0831	0,0572	0,0759
3,6	12	0,0694	0,1038	0,0715	0,0966



2. ábra. **A szénár változtatás hatása a villamosenergia egységköltségére** (szénár: a.) – 2,4 $/GJ; b.) – 3,6 $/GJ; c.) – 4,8 $/GJ)



3. ábra. **A kamatláb változtatás hatása a villamosenergia egységköltségére**
(kamatláb: a.) – 6%/év; b.) – 10%/év; c.) – 12%/év)

4. táblázat. A széndioxid leválasztás költségnövelő hatása

szénár, $/GJ	kamatláb, %/év	költségnövekedés, %	
		szubkritikus	szuperkritikus
3,6	10	48	34
2,4	10	53	36
4,8	10	45	33
3,6	6	45	33
3,6	12	49	35

A szén-dioxid leválasztás okozta költségnövekedés relatív értékét a leválasztó nélküli változathoz képest a 4. táblázatban bemutatott módon alakul.

A költségnövekedésről a következő megállapítások tehetők:

- a leválasztás következtében a villamos energia költsége várhatóan 30…55%-kal fog nőni,
- a költségnövekedés a szuperkritikus erőműveknél kb. 1/3-os, szignifikánsan kisebb, mint a szubkritikus erőművekre jellemző kb. 50%-os növekmény,
- a leválasztás alacsony szénár mellett is kifizetődévé teszi a szuperkritikus paraméterekre való áttérést,
- a kamatláb növekedése – a beruházási teher növekedése miatt – növeli a leválasztás relatív árnövelő hatását,
- a szénár növekedése csökkenti a leválasztás relatív árnövelő hatását.

Ez utóbbi – kissé meglepőnek tűnő – eredmény magyarázata az, hogy az egységköltségben nagyon magas az állandó költségek aránya és ez alacsony szénár mellett még magasabb hányadot képvisel.

Fontos mutató, hogy egységnyi szén-dioxid kibocsátás elkerülése mekkora többletköltséggel érhető el. Az eredmények 26,9 és 42,8 $/t fajlagos kibocsátás csökkentési költségek között mozognak. Fontos következtetés, hogy a szén-dioxid leválasztás a szuperkritikus paraméterű erőműnél mintegy 15…20%-kal mutatkozik olcsóbbnak, mint a szubkritikusnál.

Széndioxid adó hatása

Az előző eredményeket némileg módosítja, ha figyelembe vesszük az esetleges széndioxid adót, illetve a szén-dioxid kibocsátási jog megvásárlásának költségét. A kibocsátási jog árát az EU ETS (EU Emission Trading System) rendszerben kialakult tőzsdei árral számolhatjuk. Ez az idők folyamán lényeges kilengéseket mutatott. A 2006-2008-as időszakban 20…25 EUR/t körül ingadozott, majd a gazdasági válság hatására esett: 2009-re 12..13, 2010-re 14…15 EUR/t átlagár volt jellemző. 2011-től az esés folytatódott, az 10 alá került, 2012-ben 6 és 9, 2013 elején 4 és 6 EUR/t között mozgott. Ezek alapján a szén-dioxid kibocsátási jog árát 3 változatban vettük számításba: 6 EUR/t (8 USD/t), 15 EUR/t (20 USD/t) illetve 23 EUR/t (30 USD/t) értékkel. Az így megismételt számítások eredményeit mutatja be az 5. táblázat.

A táblázatból a következő trendek olvashatók ki:

- a kibocsátási jog árának növekedésével eltünik a szubkritikus erőmű árelőnye, sőt közepes vagy annál magasabb ár esetén már olcsóbban termel a szuperkritikus erőmű,
- a szén-dioxid leválasztás többletköltsége az ár növekedésével lényegesen csökken, a szuperkritikus erőműnél 30 USD/t ár esetén már majdnem eltűnik (kb. 2%),
- a szén-dioxid kibocsátási jogának ára nagyon megdrágítja a széndioxid leválasztás nélküli erőművek költségét (30 USD/t-nál már 36…42%-kal), míg a leválasztással épült erőmű számára majdnem indifferens.

5. táblázat. A széndioxid kibocsátási jog árának hatása

	szubkritikus erőmű		szuperkritikus erőmű	
	CCS nélkül	CCS-sel	CCS nélkül	CCS-sel
alapváltozat				
egységköltség,USD/kWh	0,0652	0,0965	0,0665	0,0893
arányok	100%	148%	102%	137%
CO_2 ár = 8 USD/t				
egységköltség,USD/kWh	0,0726	0,0974	0,0728	0,0901
arányok	100%	134%	100%	124%
változás	11,3%	1,0%	9,6%	0,9%
CO_2 ár = 20 USD/t				
egységköltség,USD/kWh	0,0836	0,0988	0,0823	0,0913
arányok	100%	118%	99%	109%
változás	28,2%	2,4%	23,9%	2,2%
CO_2 ár = 30 USD/t				
egységköltség,USD/kWh	0,0928	0,1000	0,0903	0,0922
arányok	100%	108%	97%	99%
változás	42,3%	3,6%	35,8%	3,3%

További széndioxid csökkentési lehetőségek

Tekintsük át a villamosenergia-termelés széndioxid kibocsátásának csökkentési lehetőségeit. A lehetséges fő irányok:

- a széndioxidmentes (nukleáris és megújuló) primerenergia részarányának növelése,
- a fosszilis tüzelőanyagú erőműveken belül a tüzelőanyag-szerkezet eltolása a kisebb fajlagos széndioxid termelésű tüzelőanyagok felé,
- fosszilis tüzelőanyagú erőművek hatásfokának javítása,
- széndioxid leválasztás és eltárolás.

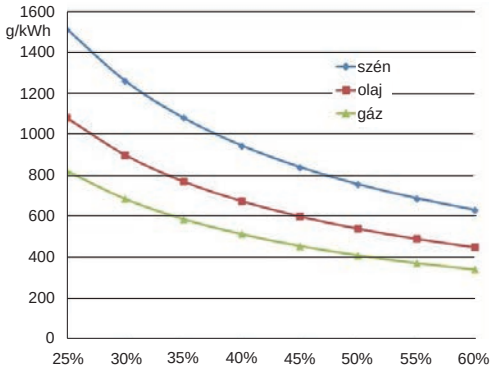
Vegyük sorra a lehetőségeket:

A széndioxidmentes primerenergia részarányának növelése ma ez az egyik leggyakrabban hangoztatott irányzat. Ebben az a baj, hogy ilyenkor legtöbben (elsősorban a nagyközönség és a média) nem a víz- és nukleáris energiára gondolnak, hanem az egyéb megújulókra. Nézzük meg ezek szerepét a közelmúlt (2009-es) termelési szerkezetben (6. táblázat).

A táblázatból látható, hogy vízenergia nélkül számított megújuló forrásból történő termelés az összes villamosenergia-termelésnek alig több mint 3%-át, és a CO_2 mentes termelésnek is csupán 10%-át teszi ki.

6. táblázat. Villamosenergia-termelés primerenergia szerinti felosztása

primerenergia	termelés, GWh	részarány, %	
		összesben	CO_2 mentesben
nukleáris	2 696 765	13,40%	40,34%
víz	3 328 627	16,53%	49,79%
biomassza	217 301	1,08%	3,25%
hulladék	70 850	0,35%	1,06%
geotermikus	66 672	0,33%	1,00%
fotovoltaikus	20 155	0,10%	0,30%
naphőerőmű	842	0,00%	0,01%
szél	273 153	1,36%	4,09%
árapály	530	0,00%	0,01%
egyéb	10 070	0,05%	0,15%
nem víz megújuló	659 573	3,28%	9,87%
összes CO_2 mentes	6 684 965	33,21%	100,00%
összes termelés	20 132 212	100,00%	



4. ábra. **Fajlagos széndioxid kibocsátás az erőmű hatásfok függvényében**

Kétségtelen, hogy ez a csoport mutatja a leggyorsabb növekedést. 2001-ben és 2004-ben részaránya még csak 1,67%, illetve 2,11% volt, vagyis 8 év alatt megduplázta, 5 év alatt megmásfélszerezte a villamosenergia-termelésben elfoglalt szerepét. Ha ezt az aránynövekedést – amire azért nem kéne nagy összeggel fogadni – extrapoláljuk a jövőre, akkor 10 év múlva 7,5%-ot is elérhet. Elsöprő potenciált tehát nem láthatunk benne. Ha a költségeket nézzük, akkor azt láthatjuk, hogy az ún. egyéb megújulók (tehát a vízenergia nélküli csoport) ma csak rendkívül magas támogatás mellett életképes. Ez azt jelenti, hogy a termelési költsége messze meghaladja a mai villamosenergia-piaci árszintet, tehát szélesebbkörű elterjedése ugyanúgy drágítaná a villamos energiát, mint a CCS technológia.

Az atomerőművek részaránya a 70-es évek igen gyors növekedése után az 1979-es Three Mile Island-i, majd az 1986-os csernobili reaktorbaleset után csökkenő trendbe váltott át. Nyilván a fukushimai reaktorbaleset után inkább e trend erősödésére lehet számítani, mint megfordulására. (Mellesleg gondoljuk csak meg, milyen eredményre jutottunk volna 70-es évek gyors atomerőművi növekedési trendjének akkori extrapolálásával! Annak alapján ma már szinte csak atomerőműveknek szabadna lennie.)

A vízerőművek részaránya az utolsó 10 évben végig 16% és 17% között mozog, vagyis a vízerőművi termelés bővülése azonos ütemű, mint az összes termelés növekedése. Nagy trendváltozás, növekvő súlyarány itt sem várható, mert a nagy energiaigényű körzetek olcsón kiépíthető vízerőművi kapacitását már kiépítették, további bővülés a nagy energiaigény-növekedésű körzetekben várható, vagy a hagyományos régiókban, olyan mértékben, ahogy a villamosenergia folyamatos drágulása azt indokolttá teszi.

Csökkenthető a széndioxid kibocsátás tüzelőanyag váltással is. A szén helyett az olaj vagy a földgáz bevetése kb. 25%, illetve 50% fajlagos CO_2 kibocsátás csökkenést eredményezne. Mégsem jelentene ez megoldást, mert

- mindkét szénhidrogénfajtából – különösen olajból – a világ ellátottsága sokkal rosszabb, mint szénből,
- mindkét szénhidrogénfajtára nagy a villamosenergia-iparon kívüli igény (közlekedés, kisfogyasztók, vegyipar), míg a szénnek máshol kisebb a kellettje.

Ez azt jelenti, a tüzelőanyag váltás alacsonyabb karbon-tartalmú tüzelőanyagra esélytelen a jövő problémáinak megoldásában.

A 4. ábra diagramja nem csak azt mutatja be, hogy milyen kibocsátást csökkenést lehet elérni a tüzelőanyag váltással, hanem a hatásfok szerepét is a fajlagos szén-dioxid kibocsátásra.

Az ábra mutatja, hogy a hatásfok szerepe jelentős. Például gáztüzelés esetén a 35% hatásfokú gőzkörfolyamatú erőmű (pl. Dunamenti F blokkok) lecserélése korszerű 55% hatásfokú kombinált ciklusú erőműre (pl. Gönyűi Erőmű) 586 g/kWh-ról 373 g/kWh-ra, vagyis 36%-kal csökkenti a fajlagos kibocsátást. Hasonló (37,5%-os) csökkenés érhető el szénerőműveknél is. Egy régebbi típusú 25% hatásfokú erőmű (pl. Oroszlányi Erőmű) helyett épített korszerű, 40% hatásfokú (erre sajnos nincs hazai példa, pedig ez még nem USC) 1512 g/kWh helyett 945 g/kWh fajlagos kibocsátással termel villamosenergiát. Az természetes, hogy ha ma kell választani, hogy milyen erőművet építsünk, akkor nem fogjuk a rossz hatásfokú megoldásokat választani, különös tekintettel arra, hogy a beruházási költsége sem alacsonyabb (gáztüzelés) vagy alig alacsonyabb (széntüzelés). De mi a helyzet, ha a régi erőmű adottság és az a kérdés, hogy használjuk-e tovább vagy dobjuk el és építsünk helyette újat?

Következtetések

A szén-dioxid leválasztást tehát lehet szeretni és nem szeretni, de elkerülni valószínűleg nem. Ha bármi áron csökkenteni akarjuk az antropogén kibocsátást vagy legalább mérsékelni a kibocsátás növekedési ütemét, az előzőekben áttekintett megoldások az előrejelzések szerint nem lesznek elegendőek. A szén-dioxid leválasztás elkerülésének talán egy egyidejű, nagyon erőltetett ütemű megújuló alapú erőmű (benne kiemelten vízerőmű) és atomerőmű építés esetén lehet esélye. Atomerőmű nélkül a megújulók erőltetésének nincs sok értelme. Ennek a közeli évtizedekben nem sok az esélye. Komoly eredmények elérésének csak e technológiák és a CCS együttes alkalmazásával van esély. Meg kell említeni, hogy vannak a CCS technológiának heves ellenzői is, ilyen pl. a Lengyel Kereskedelmi Kamara [5]. A kiindulópontjuk azonban az, hogy azért nincs szükség a CCS-re, mert nincs értelem a szigorú, csak Európára kiterjedő szén-dioxid korlátozásnak. És ne felejrtsük el, hogy Lengyelországban igen magas a szénerőművek részaránya.

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatta.

Irodalom

[1] Széndioxid leválasztás és eltárolás (CCS – Carbon Capture and Storage). Szerk.: Gács Iván. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tsz. Megjelenés alatt.

[2] Gács I.: Szükség van-e a széndioxid leválasztási technológiákra? XIII. ENELKO– XXII. SzámOkt Nemzetközi Energetikai-elektrotechnikai és Számítástechnikai Konferencia kiadványa. (EMT, Gyulafehérvár 2012. október 11-14.) p.67-72. ISSN 1842-4546

[3] Buzea Klaudia: Az erőművi szén-dioxid leválasztási és tárolási (CCS) technológiák jelenlegi módszerei. KLENEN 2013 – Klímaváltozás, energiatakarékosság, energiahatékonyság konferencia. Siófok 2013 március.

[4] Energy Technology Analysis: Prospects for CO2 Capture and Storage. IEA 2004. Párizs. ISBN 92-64-108-831 2004

[5] Polish Chamber of Commerce: EU ETS – Why an international agreement is needed before structural reform. 19th European Round Table on Coal Brussels, 22. January 2013.

Az erőművi szén-dioxid leválasztási és tárolási (CCS) technológiák jelenlegi módszerei[1]

Buzea Klaudia
energetikai mérnök BSc, buzeaklau@gmail.com

A villamosenergia-termelés okozta szén-dioxid-kibocsátás csökkentésének módszereinek egyike a szén-dioxid leválasztási és tárolási technológia (CCS- Carbon Capture and Storage). Előadásomban a jelenleg ismert három fő CCS módszer:

- **a tüzelés utáni,**
- **a tüzelés előtti és**
- **az oxyfuel leválasztás technológiáinak**

rövid történetét, legfontosabb előnyeit és hátrányait és jelenlegi helyzetét mutatom be.

*

Nowadays Carbon Capture and Strorage (CCS) technology presents a way for mitigating the carbon-dioxid emissions from electricity production. In my presentation the three recently known CCS methodes:

- **post-combustion,**
- **pre- combustion and**
- **oxyfuel sequestration technologies**

are discussed, including their history, advantages, drawbacks, and their current situation.

* * *

A szén-dioxid megkötés és tárolás, vagyis CCS (Carbon Capture and Storage) technológia a magas, koncentrált CO_2 kibocsátású erőművekben, valamint ipari létesítményekben arra szolgál, hogy a szén-dioxid légkörbe jutását megakadályozzák és kötött formában vagy geológiai tárolókban hosszútávon elraktározzák.

A CCS technológiák folyamata három fő részre osztható: CO_2 leválasztás, szállítás és tárolás. A leválasztás lényege, hogy megfelelő technológiával a keletkező üvegházhatású gázt a füstgázból vagy már az égés előtt a tüzelőanyagból kivonják, vízmentesítik és felkomprimálják a szállításnak megfelelő nyomásra. A szállítás során a felkomprimált szén-dioxidot a tároló pontig juttatják csővezetéken, tartálykocsival vagy hajóval. Az utolsó lépés a szén-dioxid besajtolása és hosszútávú, biztonságos tárolása földalatti rezervoárban, esetleg más módon kötött formában. A szén-dioxid megkötése eredendően nem a klímaváltozással hozható összefüggésbe, jelentősége az 1970-es években nőtt meg, amikor a fokozott olajkitermelés (EOR) költséghatékony módszereként kezdték alkalmazni. A lesajtolt CO_2 megnövelte a termelő kutak kihozatalát, de az 1980-as évek közepén a csökkenő olajár a technológia alkalmazását drágává tette, így az addig épült leválasztó rendszerek nagy részének működését felfüggesztették.

A szén-dioxid leválasztás és tárolás az energetikában arra szolgál, hogy a fosszilis tüzelőanyaggal működő erőművek CO_2 kibocsátása jelentős mértékben csökkenjen. Az erőművi alkalmazásról általánosságban elmondható, hogy a szén-dioxid leválasztása és megfelelő nyomásra történő komprimálása csökkenti a hatásfokot és jelentősen növeli a beruházási és üzemeltetési költségeket. Jelenleg három szén-dioxid leválasztási technológiát különböztetnek meg – a tüzelés utáni („post-combustion"), a tüzelés előtti („pre-combustion") beépítést, valamint oxyfuel tüzelést. Dolgozatomban a szén-dioxid leválasztási és tárolási technológia típusait, történetét és jelenlegi helyzetét mutatom be, röviden kitérve a szén-dioxid hosszútávú tárolási módszerei is.

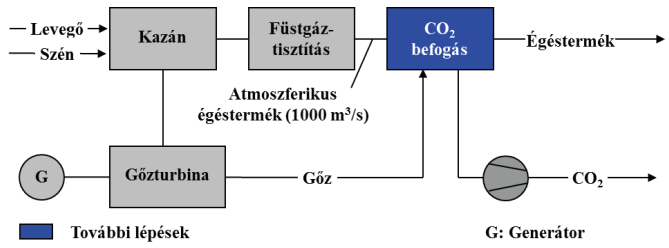
[1] A szerzőnek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

A tüzelés utáni leválasztás módszere

A technológia rövid ismertetése

A tüzelés utáni leválasztás során a szén-dioxidot a kazánból távozó füstgázból távolítják el, földgáztüzelés esetén a CO_2 a füstgáz 4-8 térfogatszázaléka, széntüzelés esetén ez akár 12-15 térfogatszázalék is lehet. A rendszer általános elrendezését az 1. ábra mutatja. A szén-dioxid szeparálása a tüzelés utáni leválasztás rendszerében történhet abszorpciós eljárással (kémiai, fizikai, fiziko-kémiai oldószerekkel), adszorpciós eljárással, illetve membránokkal vagy kriogén desztillációs eljárással.

A tüzelés utáni leválasztás a meglévő erőművekhez legkönnyebben integrálható leválasztási forma és ez egyben a legrugalmasabban működő eljárás, hiszen az erőmű maga a leválasztási technológia meghibásodása esetén is üzemképes. Ez a módszer legnagyobb előnye, viszont a folyamat jelentős energia- és helyigénye korlátozza széleskörű elterjedését.



1. ábra. **A tüzelés utáni leválasztás rendszere**

A technológia rövid története

A tüzelés utáni leválasztás technológiája tehát az 1970-es években indult fejlődésnek. Az egyik módszer a Kerr-McGee által fejlesztett, melynél a már több mint 70 éve is bevált, savas gázok leválasztására használt monoetanol-amin (MEA) oldószert alkalmazták 20%-os vizes oldatként. A másik ekkor megjelenő módszer a Dow Chemical 30%-os vizes MEA oldatos leválasztása volt. Ma az első módszer az ABB/Lummus, a második pedig a Fluor ECOAMINE FG licence alatt él.

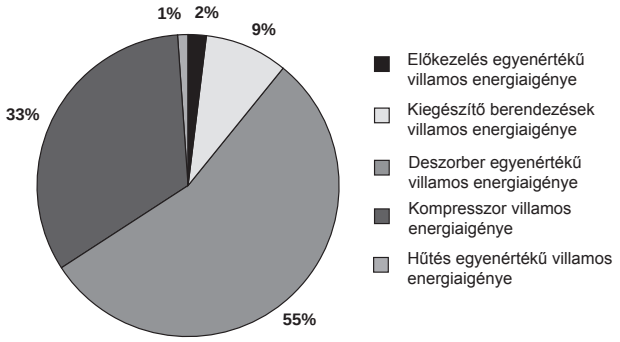
Kutatási programok és teszterőművek világszerte foglalkoznak a tüzelés utáni leválasztás módszereivel. Az egyesült államokbeli University of Texas egyetemen a kálium-karbonát alapú abszorpcióval és a fokozott olajkitermelésre hasznosítható leválasztó rendszerek fejlesztésével foglalkoznak. A kanadai International Test Centre teszterőművében költséghatékony leválasztási módszereket kutatnak, MEA és MDEA oldószereket és ezek keverékeit alkalmazva. Az Európai Unió is több projektet indított ezen a területen, ilyen a CASTOR, a CAPRICE, az iCap és a CESAR, melyek több ország, cég és egyetem közös összefogásában a legújabb és leginkább költséghatékony tüzelés utáni leválasztási technológiák fejlesztésével foglalkoznak. Kínában az egyetemek és az ipar dolgozik együtt a technológiák, esettanulmányok és tároló kapacitások kutatásán, de folynak kutatások Ausztráliában és Új-Zélandon is (CO_2 CRC) erőművi tesztekkel és tárolási kérdésekkel kapcsolatban. Ezeken kívül ma már számos cég tevékenykedik a technológiák forgalmazásának és ehhez kapcsolódó kutatási és fejlesztési területeken. A japán Mitsubishi KM-CDR néven gáztüzelésű erőművek részére kínál tüzelés utáni leválasztást, KS-1 névre keresztelt

szférikusan gátolt aminokat alkalmazva. A HTC Purenergy a kanadai International Test Centre (ITC) kutatási eredményei alapján egy kevert, amin-alapú (MEA bázisú) oldószeres módszert kínál, melynek költséghatékonysága az előre gyártott moduláris egységeken alapul. A norvég Aker Clean Carbon szintén amin bázisú Just Catch néven futó leválasztó rendszerével van jelen a piacon. A Cansolv kanadai cég pedig egy új fejlesztésű, alacsony nyomású füstgáz esetén is hatékonyan alkalmazható, valamint kén- és nitrogénoxid mentesítésre is alkalmas oldószert (Absorbent DC101TM) vizsgál két működő teszterőművében.

A kémiai oldószeres leválasztás másik alternatívája az Alstom cég fejlesztése (hűtött ammóniás eljárás), melynél a leválasztás alapja, hogy az ammónia szén-dioxiddal és vízzel reagálva ammónia karbonátot és bikarbonátot képez, a hőmérséklet növelésével pedig a folyamat visszafordítható. A technológiát egy 5 MW-os erőmű keretében tesztelik és fejlesztik.

A technológia jelenlegi helyzete, előnyei és hátrányai

Összességében azonban elmondható, hogy a tüzelés utáni leválasztás jelenleg kereskedelmi üzemben, gazdaságilag és technológiailag elérhető szinten amin oldószeres alapon, azon belül legfőképp MEA oldószerrel működik. Ezt a leválasztó rendszert négy nagy részre lehet osztani az érintkeztető hűtőre, az abszorberre, a deszorberre és a CO_2 kompresszorra. A legfontosabb, illetve legnagyobb energiaigénye a regenerálásnak van, ez jelenti az alap hőkörfolyamatból a szén-dioxid megkötésre fordított gőzáram nagyságát. A folyamat ezen kívül hűtési igénnyel is rendelkezik a különböző hőcserélők és a kondenzátor megfelelő működéséhez. Mindezek mellett a technológia igényel villamos energiát is a szivattyúk és a füstgázventilátor működtetéséhez, illetve meghatározó tétel a kompresszorok energiafogyasztása is. A folyamat során a füstgáz hűtése, illetve a CO_2 komprimálása hulladékhő keletkezésével jár, amely visszaforgatható az alap hőkörfolyamatba. Korábbi számításaim (és a szakirodalom alapján is) 90%-os és 70%-os leválasztás esetén is több mint 10%-os hatásfokromlást okoz leválasztó rendszer beépítése az eredeti nettó hatásfokhoz képest, a MEA oldószeres leválasztás energiaigényeinek eloszlása pedig a 2. ábra szerint alakul.



2. ábra. **MEA oldószeres leválasztás energiaigényeinek eloszlása**

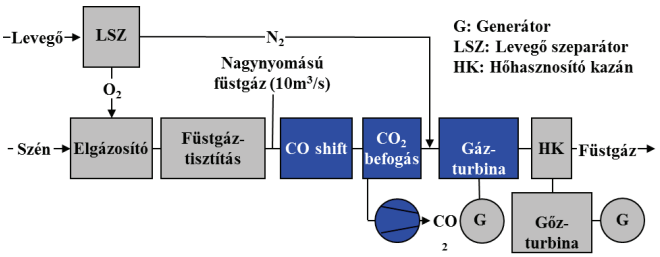
Eredményeim alapján a deszorber energia-, vagyis gőzigényének csökkentése tud jelentősen változtatni a megkötés és komprimálás összesített energiaigényén. Ez az oldószerek fejlesztésének igényét jelzi, vagyis olyan anyagok fejlesztését, melyek CO_2 abszorpciós képessége magas és viszonylag alacsony kötési energiával kapcsolódnak a megkötött gázhoz.

A tüzelés előtti leválasztás módszere

A technológia rövid ismertetése

A tüzelés előtti leválasztás célja, hogy a tüzelőanyag átalakítása révén (például szénelgázosítás) a képződött CO_2 leválasztása a szintézisgáz tüzelése előtt megtörténhessen. Az eljárás során a tüzelőanyagot levegővel vagy oxigénnel reagáltatják, hogy új szénmonoxid- és hidrogéntartalmú tüzelőanyagot állítsanak elő. Ezt a tüzelőanyagot gőzzel léptetik reakcióba, ezzel H_2 és CO_2 keveréket előállítva. Ennek a keveréknek 15% és 40% között alakul a szén-dioxid tartalma. Ezután a széndioxidot a nagy nyomású (70 bar feletti) keverékből leválasztják, amely így alkalmassá válik gázturbina meghajtására tiszta H_2 tüzelőanyag eltüzelésével. A hidrogéntüzelés azért is előnyös, mert jelenleg ez a tüzelőanyag eredményezi a legjobb hatásfokú termikus körfolyamatot. A gázosítás további előnye, hogy a folyamat során keletkező szintézisgáz térfogata kisebb, mint az elsődleges tüzelőanyag égetéséből származó füstgáz térfogata. Ennek hatására kisebb berendezések beépítése is elegendő, ami csökkenti a költségeket. Hátránya, hogy a gázosítók hatásfoka nem 100%-os, a tüzelőanyag hasznosítatlan része szilárd tüzelési veszteségként jelentkezik.

A tüzelés előtti leválasztás alkalmazható földgáz- és széntüzelés esetén is. Földgáztüzelés esetén minimális hatásfoknövelés érhető el, de a rendszer maga sokkal bonyolultabbá válik. Abban az esetben, ha az elsődleges tüzelőanyag szén, ennek elgázosítása kulcsfontosságú folyamat. Ilyen esetben beszélünk integrált szénelgázosítással rendelkező erőműről (IGCC). Itt az elgázosítás a szén részleges oxidációját jelenti, mely során H_2 és CO tartalmú szintézisgáz keletkezik. A rendszert általánosan a 3. ábra mutatja:



3. ábra. **A tüzelés előtti szén-dioxid leválasztás rendszere**

A tüzelőanyagok minőségétől függően alkalmazhatók más-más elgázosító reaktorok, a legnagyobb flexibilitással a fluidágyas gázosítóreaktorok rendelkeznek. A keletkező nyers szintézisgáz szennyezőanyagainak eltávolítása az elgázosítás után következik, a legfontosabb szennyezők a szilárd részecskék, az ammónia, a hidrogénklorid és a kénhidrogén. A szén-dioxid leválasztása a gázturbina előtt, abszorbens vagy adszorbens segítségével, vagy hidrogén leválasztására alkalmas membrán alkalmazásával lehetséges.

A tüzelés előtti leválasztás valamennyi részegysége kísérleti erőműben tesztelt. A rendszer kritikus pontjai a szénelgázosítás és a hidrogéntüzelésű turbinák, valamint a részegységek együttes működésének vizsgálata és optimalizálása.

A technológia jelenlegi helyzete

Az IGCC fontosságát mutatja, hogy sok energetikai vállalat fektet be a fejlesztésébe és állami programok is támogatják a technológiát (Siemens, GE-power, Futuregen project, COORETEC stb.). Versenyképességét tovább növeli, hogy a rendszerben melléktermékként szintetikus motorbenzin és gázolaj vagy tiszta hidrogén is termelhető és értékesíthető.

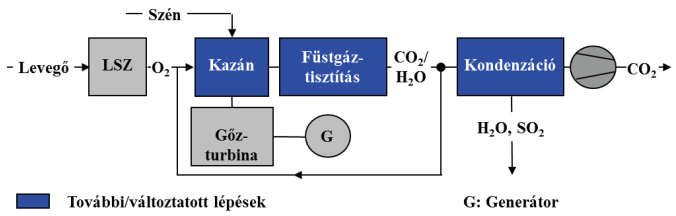
Az eddig megépült demonstrációs IGCC erőművek egyikét sem tervezték még CCS alkalmazására (Wabash River, Buggenum, Tampa, Puertollano). Ennek anyagi és technikai akadálya is volt, mégpedig a megfelelő gázturbina hiánya, ami képes eltüzelni a szinte kizárólag hidrogénből álló gázt. A régebbi F – osztályú gázturbinák maximálisan 45% H_2-tartalmú gázt tudnak hasznosítani, a ma már elérhető H – osztályú ipari gázturbináknál elfogadható hígítási arány mellett a magas H_2- tartalmú szintézisgáz el-

tüzelése már megvalósítható. Kísérleti erőmű a gazdasági válság hatására nem épült még ilyen turbinával.

Az oxyfuel tüzelés módszere

A technológia ismertetése és rövid története

Az oxyfuel tüzelés koncepcióját 1982-ben dolgozták ki, hogy a CO_2-ben gazdag füstgázt a növelt hatékonyságú kőolaj-kitermelési eljárásban (EOR) hasznosítsák. Az olajipar számára mutatkozó potenciális haszonnak köszönhetően az USA Illoinois államában lévő Argonne Nemzeti Laboratórium (ANL) elkezdett foglalkozni a témával. Ennek során műszaki és gazdasági megvalósíthatósági tanulmányok születtek, illetve a technológia demonstrálására egy pilot berendezés is megépítésre került. Az oxyfuel rendszerben a fosszilis tüzelőanyagot közel tiszta oxigénben égetik el és az oxigén, illetve a szén-dioxid tartalmú füstgázt vízzel vagy vízgőzzel visszakeringetik a kazán elé. A visszakeringetés azért fontos, mert a tiszta oxigénben történő égés 3500 °C környékén az eddigi anyagtechnológiai hőmérséklethatárokat átlépi. A kilépő füstgáz főleg szén-dioxidot, oxigént és vízgőzt tartalmaz. A szén-dioxid leválasztása tehát nem más, mint a füstgáz vízgőztartalmának kondenzálása, ami költség és berendezésigény tekintetében is előnyös, leválasztási foka pedig 100%. A CCS technológiába integrált oxyfuel tüzelés beépítésének általános elrendezését a 4. ábra mutatja.



4. ábra. **Oxyfuel tüzelés általános sémája**

A technológia előnyei-hátrányai és jelenlegi helyzete

Az oxyfuel rendszer fontos előnye a szeparálás egyszerűségén túl, hogy a SO_2 és az NO_x kibocsátást is óriási mértékben csökkenti. Az erőművi hatásfokra gyakorolt hatás szempontjából nagy hátrány, hogy az oxyfuel égetés többlet energiaigénye nagyon magas a levegő szeparátor (ASU) energiafelhasználása miatt, így ezen a területen még további fejlesztésekre van szükség. A jelenleg használt levegőszeparátorok kriogén, vagyis mélyfagyasztásos elven alapulnak. A levegőt lehűtik a forráspontja alá, ezután a cseppfolyós oxigént, nitrogént és argont szétválasztják. A technológia energiaigénye nagyon magas, ez indokolja a további fejlesztéseket, például a jobb hatásfokú membránok levegőszeparálást.

A szén-dioxid hosszútávú eltárolása

A szén-dioxid hosszútávú elraktározására alkalmas tárolókkal szemben a következő követelmények fogalmazhatók meg:

- A térségben végezzenek részletes geológiai kutatásokat.
- A tároló tektonikailag legyen stabil.
- A mélyben lezajló kémia-fizikai folyamatok legyenek alaposan ismertek.
- A lehetséges behatások a tárolóhely környékén és a behatások következményei legyenek ismertek, különös tekintettel a CO_2-szivárgás veszélyeire.
- Álljon rendelkezésre technológia a tároló szivárgási megfigyeléséhez (monitoring).

A követelményeknek megfelelően a begyűjtött és megfelelő nyomásra komprimált szén-dioxid tárolására több lehetőség van:

- tárolás kiürült kőolaj és földgázmezőkben összekötve fokozott olaj- és földgázkitermeléssel,
- tárolás mély sósvizes tárolókban (aquiferek),
- tárolás leművelésre alkalmatlan széntelepeken,
- óceáni tárolás,
- és karbonátképzés.

A kiürült olaj- és gázmezők alkalmazása tárolásra azért előnyös, mert tartós gáztömörségük már bizonyított. Problémát okozhatnak azonban a kitermelésre létesített fúrólyukak, melyek tömítése jelentősen megnöveli a költségeket. A fokozott szénhidrogén kihozatalra felhasznált szén-dioxid lesajtolás (CO_2-EOR) viszont segítheti a szén-dioxid infrastruktúra kialakítását, valamint a költséghatékony CCS technológiák megvalósítását.

A mély sósvizes tárolók tipikusan 800 méternél mélyebben fekvő, porózus, magas sótartalmú oldattal telített üledékes kőzetek. A CO_2 a pórusokban nyelődik el, az alkalmazás feltétele, hogy felülről tömör fedőréteg határolja a réteget, valamint, hogy a kiszoruló magas sótartalmú oldat a lehető legkisebb mértékben jusson a talajvízbe. Kapacitásuk globális szén-dioxid kibocsátás alapján még több száz évre becsült.

A leművelésre alkalmatlan szénrétegekbe való lesajtolás során a szén-dioxid a felszínen abszorbeálódva kötődik meg, vagy a pórusokban csapdázódik. Az így tárolt gáz megnövelheti a metán kihozatalt, mivel a szén abszorpciós képessége nagyobb a szén-dioxidra, mint a metánra.

Az óceáni tárolás sok környezeti bizonytalanság miatt még nem elfogadott (óceánok elsavasodása, hatás az élővilágra), ennek ellenére a nemzetközi törvények 2007 óta engedélyezik a CO_2 óceáni tárolását.

A karbonátképzés nem más, mint szén-dioxid és fémoxidok reakciója, amely során stabil fém karbonát keletkezik. Ezek a reakciók maguktól is végbemennek, de csak nagyon lassan. A karbonálás egy stabil és környezetbarát módszer, amely alkalmas egyéb, ipari hulladékok ártalmatlanítására is. A termékek egy része hasznosítható (például az útépítésben), de a technológia magas energiaigénye miatti költségnövekedés nagy hátrány.

A társadalmi és szakmai elfogadottság érdekében ma már nem csak a hosszútávú tárolás területén, de a CO_2 hasznosításának lehetőségeit is kutatják (CCUS). Ez azt jelenti, hogy ipari, mezőgazdasági és biológiai alkalmazásokat próbálnak találni, ezzel egy új K&F területet és versenyszektort teremtve, illetve a tárolás elodázott és megválaszolatlan kérdéseit védve ki.

Összefoglalás

Dolgozatomban bemutattam a szén-dioxid leválasztási technológiákat és hosszútávú tárolás módszereit, melyekről összességében elmondható, hogy a elterjedésük és alkalmazásuk legnagyobb akadálya a finanszírozás kérdésköre, hiszen minden fejlesztés és kutatás jelenleg megakadt a demonstrációs projekteknél. Ennek ellenére várható, hogy a CCS technológia a szén-dioxid kibocsátás mentes energetika meghatározó eleme lesz, alkalmazását elkerülni nem lehet, a kérdés talán csak az, hogy mikor jön el a gazdaságos alkalmazhatóság és széleskörű elterjedés ideje.

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

Irodalom

[1] Buzea K.: Szén-dioxid (CO2) leválasztási technológiák műszaki-gazdasági összehasonlítása. Szakdolgozat. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, 2011.
[2] Gebhardt G.: A szén – dioxid leválasztás és tárolás komplex elemzése. TDK dolgozat, BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, 2008.
[3] Gács I. (szerk.): Szén-dioxid leválasztás és eltárolás (Carbon Capture and Storage). BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék. Megjelenés alatt.
[4] IEA: Energy Technology Analysis: Prospects for CO2 Capture and Storage. Párizs, 2004. ISBN 92-64-108-831.

Az atomerőművi bővítés klímavédelmi vonatkozásai[1]

Dr. Fazekas András István
okl. gépészmérnök, afazekas@mvm.hu

A cikk a hazai erőműpark tervezett, atomerőművi egységekkel történő bővítésének klímavédelmi vonatkozásait mutatja be.

*

The article gives an overview of the planned expansion of the Hungarian power system with nuclear power plant units from the point of view of climate protection.

* * *

A témafelvetés aktualitása

Magyarországon napirenden van a Paksi Atomerőmű üzemidő-hosszabbítása, másrészt új atomerőművi teljesítőképesség létesítése. Mindkét terv igen nagy jelentőséggel bír a hazai energiaszektor fejlesztése szempontjából. E célkitűzések megvalósítása ugyanis nemzetgazdasági léptékben is hatalmas erőforrások e célra történő koncentrált felhasználását teszi szükségessé, másrészt mindkét terv megvalósítása hosszú távon befolyásolja a hazai energiaszektor fejlődését, a hazai erőműpark jövőbeli kiépítését, és értelemszerűen az erőművek okozta környezetterhelés alakulását. Így érthető, és természetes, hogy az üzemidő-hosszabbítással és az új atomerőmű építésével kapcsolatos kérdések a társadalmi érdeklődés és viták középpontjában vannak, mind szakmai körökben, mind a nem szakmai nagyközönség köreiben.

A tervezett üzemidő-hosszabbítás és az új atomerőművi egységek létesítése különféle szempontok alapján vizsgálható, értékelhető. Műszaki, gazdasági, környezetvédelmi, energiastratégiai, biztonsági, politikai szempontból, a társadalmi elfogadtathatóság, elfogadás szempontjából elemezhetők e tervek, s e szempontok figyelembe vételével lehet összehasonlítani e projekteket más, alternatív megoldásokkal.

Az összefoglaló célja

Jelen összefoglaló ismertetés a hazai tervezett atomerőművi bővítést az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló klímavédelmi erőfeszítések kontextusába ágyazva mutatja be. E megközelítést részben az magyarázza, hogy az erőművi károsanyag-kibocsátások abszolút domináns része légszennyezés formájában jelentkezik, másrészt az indokolja, hogy az atomerőművi energiatermelés a széndioxid-kibocsátás csökkentésének egyik leghatékonyabb módja, amely jelentős volumenű villamosenergia-termelés mellett jelentős volumenű szén-dioxid kibocsátáscsökkentést tesz lehetővé. Bizonyítható, hogy ilyen volumenű szén-dioxid kibocsátás-csökkentés más energiatermelési technológiák alkalmazásával (értelemszerűen azonos mennyiségű villamosenergia-termelést tekintve) nem érhető el. Jóllehet jelen vizsgálatnak nem tárgya a szén-dioxid kibocsátás-csökkentés gazdasági hatékonyságának elemzése, bizonyítható, hogy az atomerőművi villamosenergia-termelés gazdaságilag is hatékony módja e cél megvalósításának.

A cikk röviden összefoglalja azt, hogy miképpen alakult a globális szén-dioxid-kibocsátás az elmúlt időszakban. A témakör ezen általános áttekintését követően kerül sor a hazai erőműrendszer atomerőművi egységekkel történő bővítésére vonatkozó tervek ismertetésére. Az összefoglaló egyik fő célja annak bemutatása, hogy a tervezett új atomerőművi egységek milyen módon járulnak hozzá a hazai erőműszektor károsanyag-kibocsátásának és szén-dioxid kibocsátásának csökkentéséhez, s hogyan értékelhetők az új atomerőművi egységek klímavédelmi szempontból.

Az erőművi energiatermelés szerepe a légszennyezésben

A villamosenergia-termelő létesítmények, az erőművek a legtöbb technológiai eredetű szennyezőanyagot a légtérbe bocsátják ki. A villamosenergia-termeléssel összefüggő légszennyezés a szennyezőanyagok kibocsátott mennyiségét tekintve a legjelentősebb légszennyező források közé tartozik, egyes szennyezőanyagokat tekintve a legtöbb szennyezőanyagot kibocsátó szennyező forrás (1. táblázat [1]).

1. táblázat. A villamosenergia-szektor szerepe a légszennyezésben

Légszennyező anyag	A teljes energiaszektor részesedése az összes antropogén eredetű légszennyezésen belül	A villamosenergia-szektor részesedése az energiaszektoron belül
	[%]	[%]
CO_2	95	34
CO	100	4
SO_2	93	65
NO_x	92	25
Szilárd	55	22
NMVOC	52	2

A villamosenergia-termeléssel összefüggésbe hozható légszennyezés fő forrása a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó füstgáz. Világosan kell látni, hogy a legfontosabb légszennyezők közül az összes kén-dioxid-emissziónak átlagban mintegy kétharmada az erőművekből származik. Az összes szén-dioxid-kibocsátás egyharmadáért, az összes nitrogén-oxid-emissziónak pedig mintegy a negyedéért az erőművi szektor a felelős. A szilárd lebegőanyagok (por, korom stb.) egyötöde szintén a villamosenergia-termeléssel hozható összefüggésbe. Természetesen az egyes országok között jelentős különbségek vannak a villamosenergia-szektor összes károsanyag-kibocsátásban való részesedében, attól függően, hogy az adott országban mely villamosenergia-termelési technológiák a meghatározóak, s milyen primerenergia-hordozó bázison történik a villamosenergia-termelés.

Szignifikánsak a különbségek azonban az egyes villamosenergia-termelési technológiák között abban a vonatkozásban, hogy a primerenergia-hordozó kitermelése, felhasználásra való előkészítése, szállítása, illetve magának a technológiai berendezések gyártása, előállítása, az adott erőmű, energiatermelő egység létesítése milyen környezetterheléssel jár. Mindenki számára közismert, hogy a nukleáris bázisú villamosenergia-termelés esetében nem jelentkezik az előzőekben említett károsanyag-kibocsátás.

Az erőműszektor szerepe az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásában

A Föld légköre számos természetes üvegházhatást okozó gázt tartalmaz, nagyrészt szén-dioxidot (CO_2), dinitrogén-oxidot (N_2O), metánt (CH_4) és vízpárát. Ezek a gázok lehetővé teszik, hogy a napból sugárzó energia keresztüljusson rajtuk a Föld felületéig, de elnyelik a Föld felületétől a világűr felé haladó nagyobb hullámhosszú hősugarakat. Ha nem lennének üvegházhatást okozó gázok a légkörben, akkor a Földön az általagos hőmérséklet a mainál körülbelül 33 °C-kal alacsonyabb lenne. Az emberi tevékenységek sokaságából, különösen a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó kibocsátások megnövelik a természetes üvegházhatást okozó gázok koncentrációját a légkörben és az ún. „ember által okozott üvegházhatáshoz" vezetnek. Az ember által okozott üvegházhatás fő okozója a CO_2, az emberi tevékenységekből származó összes kibocsátásból való nagy részesedése és a légköri hosszú élettartama következtében. A légkörbe bocsátott CO_2 természetes folyamatokkal ugyanis kb. 120 év alatt bomlik le. A globális felmelegedés okozójaként a metán a légkörbe kibocsátott egységnyi mennyiségre vonatkoztatva aktívabb a CO_2-nél, azonban összességében ez kisebb jelentőségű a sokkal kisebb kibocsátott mennyiség következtében.

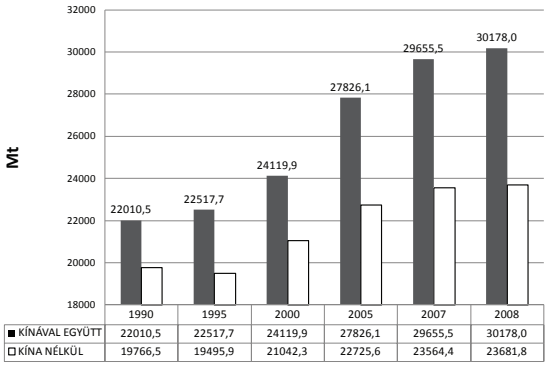
Más gázok melegítési potenciálja jelentősen eltér a CO_2 melegítési potenciáljától. A metán CO_2-re vetített melegítési potenciálja lényegesen nagyobb, mint a szén-dioxidé, de a metán légköri koncentrációja lényege-

[1] A szerzőnek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

sen alatta marad a szén-dioxidénak, s e gáz légkörben tartózkodási ideje is rövidebb. Ennek a következménye az, hogy a metán szerepe az üvegházhatás kialakulásában lényegesen kisebb, mint a szén-dioxidé. Ugyanez a helyzet a különböző nitrogén-oxidok esetében. Ezen, főleg a fosszilis tüzelőanyagok égéséből a légkörbe kerülő gázok melegítési potenciálja a metánét is meghaladja, azonban ezt ellensúlyozza rendkívül alacsony légköri koncentrációjuk. Az erőművi légszennyező kibocsátások közül még a vízgőz említhető meg, mint az üvegházhatás kialakulásában jelentős szerepet játszó tényező.

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulása a világon és az Európai Unióban

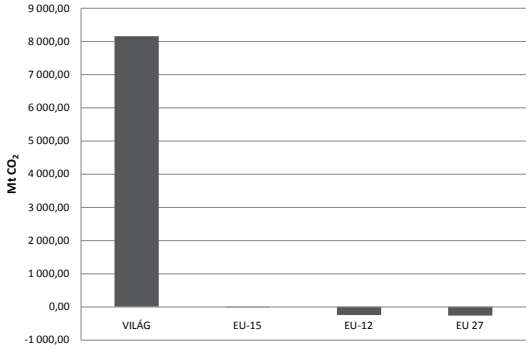
Az 1. ábra [10] a globális széndioxid-kibocsátás alakulását mutatja 1990 és 2008 között. Az ábra szándékosan az 1990 és 2008 közötti időszakbeli változásokat mutatja, tekintettel arra, hogy 2008-ban kezdődött a gazdasági válság a világon.



	1990	1995	2000	2005	2007	2008
KÍNÁVAL EGYÜTT	22010,5	22517,7	24119,9	27826,1	29655,5	30178,0
KÍNA NÉLKÜL	19766,5	19495,9	21042,3	22725,6	23564,4	23681,8

1. ábra. **A világ szén-dioxid kibocsátása Kínával együtt és Kína nélkül**

A 2. ábra [10] a széndioxid-kibocsátás változását mutatja 1990 és 2008 között. Hangsúlyozottan az 1990 óta bekövetkezett változás ábrázolásán van a hangsúly. Lényegi mondanivalója az ábrának az, hogy milyen súllyal esik latba az Európai Unió által realizált kibocsátás-csökkentés a világon bekövetkezett összes szén-dioxid kibocsátás-növekedéshez viszonyítva.



2. ábra. **Az EU régió és a világ széndioxid-kibocsátásának változása az 1990 és 2008 közötti időszakban [Mt]**

Az ábrázolt folyamat azóta tovább erősödött, hiszen 1990 és 2011 között a széndioxid-kibocsátás növekménye 10 063 Mt volt, szemben 2008. évi 8167,5 Mt értékkel!!!

Mindezek alapján, a tényszerű adatokat figyelembe véve megállapítható, hogy az EU tényleges eredményei gyakorlatilag elenyészőek az egyéb régiókban bekövetkezett kibocsátás-növekedéssel szemben. Miközben az EU régióban a kérdéses tárgyidőszakban 254,6 Mt-val (-5,8%) csökkent a kibocsátás, addig a világon a kibocsátás összes növekedése 8167,5 Mt volt. Tovább árnyalva a képet, az is megállapítható, hogy az EU kibocsátás-csökkenésében abszolút meghatározó része a volt szocialista országokban bekövetkezett ipari szerkezetváltásnak. Mindenki által ismert, hogy ez a folyamat az ipari termelés igen jelentős csökkenésének volt a következménye. Jelen vizsgálat szempontjából a hangsúly azon van, hogy a 254,6 Mt kibocsátás-csökkentés abszolút meghatározó része nem tervezett gazdasági folyamatok eredménye volt.

Azaz ez a kibocsátás-csökkenés nem tekinthető a klímaváltozás megakadályozását célzó energiapolitikai intézkedések, erőfeszítések eredményének. Mindezek figyelembevételével – természetesen leegyszerűsítve a valós helyzetet – kijelenthető, hogy az EU energiapolitikai intézkedései 16,4 Mt kibocsátás-csökkentést eredményeztek a vizsgált tárgyidőszakban (azaz az EU-15 régióban). Természetesen ez is óriási eredmény, hiszen a „nem növekedés" is nagyon jelentős erőfeszítés eredménye. Látni kell azonban, hogy az EU 15 16,4 Mt kibocsátás-csökkentésével szemben 8167,5 Mt növekedés van a mérleg másik serpenyőjében. A tény kibocsátás-növekedés a világon hozzávetőlegesen 500-szorosan haladta meg az EU 15 eredményeit 1990 és 2008 között!!!.

Tárgyilagosan megállapítható, hogy – jóllehet politikailag és PR területen az EU meghatározó és vezető szerepet játszik a klímaváltozás elleni küzdelemben – a tényleges kibocsátás-csökkentésben a szerepe gyakorlatilag elhanyagolható. Az EU kibocsátás-csökkentése nem képes a globális trendek megváltoztatására, sőt azok kismértékű befolyásolására sem. Ezzel a ténnyel az EU politikának szembe kell néznie, előbb-utóbb. Nem véletlen, hogy a koppenhágai értekezleten az EU nem volt képes semmiféle politikai eredmény elérésére. s nem véletlen az sem, hogy milyen „megállapodás" született 2011-ben Durban-ben. Ma 2013-at írunk, s a média érthetetlen módon szinte „elhallgatja" (legalábbis nem a súlyának megfelelően kommunikálja), hogy nincs folytatása a Kyoto Jegyzőkönyvben foglaltaknak. Azaz, ellentétben az EU reményeivel, nemhogy fokozták volna az országok a vállalásaikat, hanem éppen ellenkezőleg semmiféle vállalást nem voltak hajlandók tenni e vonatkozásban. Azaz erősen megkérdőjelezhető az EU régió meghatározó politikai szerepe ezen a területen. Ennek a kérdésnek az elemzése azonban nem tárgya e vizsgálatnak. Ez a helyzet rendkívüli mértékben felértékeli azon villamosenergia-termelési technológiák (így mindenekelőtt az atomerőművi) alkalmazását, amelyek nagy volumenű szén-dioxid kibocsátás-csökkenést tesznek lehetővé. Az EU klímavédelmi politikája sarokkövének számító 2 °C-os globális átlaghőmérséklet növekedési határérték nem tartható. Ez ma már tény [11]. Az üvegházhatású gázok kibocsátása olyan mértékben növekszik, amely 3,6 °C-os globális átlaghőmérséklet-növekedést eredményező koncentrációnak felel meg. A Kyotó Jegyzőkönyvben foglaltak alapjául szolgáló 2 °C-os globális átlaghőmérséklet-növekedési határértékkel szemben a jelenlegi trendek 3,6 °C-os globális átlaghőmérséklet-növekedést tesznek valószínűvé [14].

A széndioxid-kibocsátás alakulása Magyarországon

Ismert okok következtében Magyarországon jelentősen csökkent az üvegházhatású gázok kibocsátása, így a szén-dioxid kibocsátása is. A 2. táblázat mutatja be a változásokat e területen 1990 óta.

2. táblázat. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának és a széndioxid-kibocsátásnak alakulása Magyarországon

Évek	Széndioxid-kibocsátás [Mt]	Üvegházhatású gázok kibocsátása [Mt]
1990	72,1	96,8
1995	61,2	78,2
2000	58,3	76,7
2005	60,7	79,5
2008	56,1	73,0
2009	50,4	66,7
2010	51,4	67,7
2011	49,6	65,4

A kibocsátások jelentős részéért az energiaipar a felelős. Mindebből következően felvetődik a kérdés, hogy milyen lehetőségek adódnak a kibocsátás-csökkentés megvalósítására.

Az erőművi energiatermelés területén a széndioxid-kibocsátás csökkentésének alapvetően a következő − reális − lehetőségei vannak:

1. a zérus széndioxid-kibocsátású villamosenergia-termelési techno-

lógiák termelési arányának növelése az energiatermelésen beül;
2. tüzelőanyag váltás a fosszilis tüzelőbázisú erőművekben;
3. az energiatermelés hatásfokának növelése a fosszilis tüzelőbázisú erőművekben.

A felsorolás nem említi szándékosan a CCS (Carbon Capture and Storage) technológia alkalmazását, tekintettel arra, hogy a szakemberek véleménye szerint ez a technológia a fejlesztés kezdeti stádiumában van, s igen nagy biztonsággal állítható, hogy soha nem lesz gazdaságilag versenyképes más megoldásokkal. A technológia alkalmazására ma még csak szórványos példák vannak. Jelenlegi ismeretek alapján e technológia alkalmazása olyan mértékben megdrágítaná a villamosenergia-termelést, hogy az értelmét vesztené. Műszakilag nem megoldott a szén-dioxid kellő biztonságú tárolása sem.

Mindezek figyelembe vételével az atomerőművi villamosenergia-termelés fenntartása, némi bővítése Magyarországon az erőművi szén-dioxid-kibocsátás csökkentésének leghatékonyabb módja, amely nagy volumenű villamosenergia-termelés mellett nagy volumenű kibocsátáscsökkentést tesz lehetővé.

Új atomerőművi egységek a hazai erőműrendszerben

Az Országgyűlés 77/2011. (X. 14.) OGY határozata a Nemzeti Energiastratégiáról az új atomerőművi egységek létesítésének ütemezését a 3. táblázat [2] szerint adja meg. Természetesen jelen pillanatban nincs döntés a létesítésről, nincsenek erre vonatkozó engedélyek, következésképpen mindez előzetes tervnek tekinthető.

3. táblázat. Az új atomerőművi egységek rendszerbe léptetésének tervezett ütemezése

2012	2025	2030	2032	2034	2036	2037	2038
2000 MW	3000 MW	4000 MW	3500 MW	3000 MW	2500 MW	2000 MW	2000 MW
		Paks VI. 1000 MW	Paks VI. 1000 MW	Paks VI. 1000 MW	Paks VI. 1000 MW	Paks VI. 1000 MW	Paks VI. 1000 MW
	Paks V. 1000 MW	Paks V. 1000 MW	Paks V. 1000 MW	Paks V. 1000 MW	Paks V. 1000 MW	Paks V. 1000 MW	Paks V. 1000 MW
Paks I. 500 MW	Paks I. 500 MW	Paks I. 500 MW					
Paks II. 500 MW	Paks II. 500 MW	Paks II. 500 MW	Paks II. 500 MW				
Paks III. 500 MW	Paks III. 500 MW	Paks III. 500 MW	Paks III. 500 MW	Paks III. 500 MW			
Paks IV. 500 MW	Paks IV. 500 MW	Paks IV. 500 MW	Paks IV. 500 MW	Paks IV. 500 MW	Paks IV. 500 MW		

A táblázatban közölt értékekkel kapcsolatban az feltételezett, hogy a hazai erőműrendszer bővítése 1000 MW beépített villamos teljesítőképességű erőműegységekkel történik. Erre vonatkozóan azonban szintén nincsen döntés, a táblázatban szerepeltetett értékek tájékoztató jellegűek. Jelenlegi ismeretek szerint 1000-1600 MW egységteljesítményű erőműegységek létesítése jöhet szóba.

A hazai erőműrendszer atomerőművi egységekkel történő bővítése nem előzmények nélküli gondolat, hanem e program hosszú előkészítő munka eredménye. Ez a munka egyrészt a meglévő erőműegységek biztonságának növelésével, üzemidejük meghosszabbításával készítette elő a hazai nukleáris bázisú energiatermelés fenntartását.

Biztonságnövelő intézkedések a paksi atomerőműben

A Paksi Atomerőműben az üzemkezdetek óta jelentős erőfeszítéseket tettek az üzembiztonság folyamatos növelésére. A 4. erőműegység még nem lépett üzembe, amikor már 1986-ban már megkezdődött az erőmű üzembiztonságának tervszerű növelése. Az ún. AGNES jelentéssel összefüggő biztonságnövelő lépésekre 1991 és 1994 között került sor. Az ún. BNI program megvalósítása 1996 és 2002 között történt. E komplex program keretében javították az erőmű földrengésállóságát, felülvizsgálatra került a konténment, fokozták a tűzbiztonságot, javították a biztonsági rendszerek megbízhatóságát – többek között. A PRISE program célja a primer körből a szekunder körbe irányuló tömörtelenség kezelése, a hibaelhárítás hatékonyságának és gyorsaságának növelése volt. E programot 1998 és 2011 között valósították meg. Több mint tíz éve, 2002-ben kezdődött meg az SBK (Súlyos Balesetek Kezelése) program megvalósítása. E program keretében hidrogén rekombinátorokat telepítettek a hermetikus térbe, megerősítették a pihentető medence hűtőkörének csővezetékeit, megoldották a térfogatkiegyenlítő-tartály biztonsági szelepének független villamosenergia-ellátását, javították a védelmi rendszerek műszerezettségét.

A Paksi Atomerőműben az üzemkezdetek óta számos, mintegy 20 biztonsági felülvizsgálatra került sor. A legutóbbi, Célzott Biztonsági Felülvizsgálatot (CFB) az Európai Bizottság kérésére végezték el a fukushimai balesetet követően. Az atomerőmű védettsége a vizsgált kritikus kulcseseményekkel szemben jónak bizonyult.

A meglévő atomerőmű teljesítménynövelése

Korábbi vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy meglévő technológia lehetővé teszi az egyes meglévő erőműegységek teljesítménynövelését. Hasonló műszaki beavatkozásra külföldön is volt már példa. Megfelelő tervezést és előkészítést követően, figyelembe véve a külföldi tapasztalatokat Magyarországon is sor került a négy erőműegység teljesítménynövelésére (4. táblázat) [3].

4. táblázat. A teljesítménynövelő program megvalósítása

1. erőműegység	2. erőműegység	3. erőműegység	4. erőműegység
BT= 500 MW	BT= 500 MW	BT= 500 MW	BT= 500 MW
2007. július 19.	2008. december 5.	2009. november 13.	2006. szeptember 26.

A teljesítménynövelő program megvalósításának eredményeképpen összesen 134 MW teljesítőképességgel nőtt a Paksi Atomerőmű beépített villamos teljesítőképessége. A program megvalósításának összes költsége mintegy 4,1 Mrd Ft volt, ami hozzávetőlegesen 30,6 MFt/MW fajlagos létesítési költségnek felel meg.

Üzemidő hosszabbítás (ÜH)

Külföldi példák alapján Magyarországon is megvizsgálásra került a meglévő atomerőművi egységek üzemidő-hosszabbításának a lehetősége. Az üzemidő hosszabbítással kapcsolatos vizsgálatok 2000-ben kezdődtek. Az OAH NBI 2009-ben értékelte az ÜH program megvalósítását. A hosszú távú terv keretében mind a négy meglévő erőműegység üzemidő hosszabbítására sor kerül, az 5. táblázat [4] szerint ütemezésben.

5. táblázat. A meglévő atomerőművi egységek üzemidő hosszabbításának ütemezése

Erőműegység	Üzemidő kezdete	30 éves üzemidő	50 éves üzemidő
1. erőműegység	1982. december 14.	2012	2032
2. erőműegység	1984. augusztus 26.	2014	2034
3. erőműegység	1986. szeptember 15.	2016	2036
4. erőműegység	1987. augusztus 09.	2017	2037

Az 1. erőműegység üzemidő hosszabbítására irányuló engedélykérelmet az OAH 2012. 2012. decemberében jóváhagyta.

Az atomerőművi villamosenergia-termelés helye és szerepe a hazai villamosenergia-termlésben

Ma nagyon nehéz, sőt majdnem teljes biztonsággal kijelenthető, hogy gyakorlatilag lehetetlen pontosan megjósolni, hogy milyen erőműegységek épülnek meg 2030-ra, hogy milyen lesz a hazai erőműrendszer forrásösszetétele közel húsz év múlva. Sejtések, feltételezések természetesen vannak, de a közelmúlt változásai (váratlan erőműleállítások, új erőművek igen alacsony kihasználású üzeme) mind azt bizonyítják, hogy nem lehet megalapozott kijelentéseket tenni erre vonatkozóan.

A MAVIR Zrt. hivatalos kiadványai alapján (A Magyar Villamosenergia-rendszer Forrásoldalai Kapacitáselemzése 2011. MAVIR Zrt. 2011;, A várható Magyarországi erőműépítések legfontosabb adatainak beszerzése, rendezése, közép- és hosszú távra, valamint a MAVIR Zrt. 2011. évi forrásoldali kapacitáselemzéséhez az első kiinduló változatnak az összeállítása, MAVIR Zrt., 2011. június 30.; A magyar és az európai villamosenergia-ellátás változásainak elemzése, ellátásbiztonsági és kapacitáselemzési tanulmányok, MAVIR Zrt. 2012. december 10.) az feltételezett, hogy mintegy húsz év múlva, tehát tervezett atomerőművi bővítés megvalósításakor a 6. táblázat [8] szerinti lesz a hazai erőműpark összetétele. Vannak persze részletesebb bontású táblázatok is, de józan megítélés alapján megalapozatlan nagyobb „pontosságú" (részletesebb bontású) adatokat közölni.

6. táblázat. A hazai erőműrendszer várható forrásösszetétele 2030-ban

Erőművi technológia	2012	2030ig leállhat	2030-ban megmarad	2030-ig megépülhet	2030-ban rendszerben van
	MW				
Atomerőmű	2000	0	2000	1200	3200
Szénerőmű	1630	1100	530	600	1130
Gázerőmű	5360	4220	1140	2630	3770
Olajerőmű	530	410	120	1080	1200
Megújuló	580	170	410	2290	2700
Összesen	10 100	5900	4200	7800	12 000

A táblázatban az feltételezett, hogy 2030. január elsején csak egy (Paks V.) új atomerőművi egység van üzemben, 1200 MW beépített villamos teljesítőképességgel. A bruttó villamosenergia-termelés − az előző táblázatban feltételezett erőműpark esetén − feltételezhetően a következőképpen alakul (7. táblázat) [6].

7. táblázat. A villamosenergia-termelés várható alakulása főbb források szerinti bontásban

Erőművi technológia	2012	2030
	TWh	
Atomerőmű	15,8	23,0
Szénerőmű	6,4	6,8
Gázerőmű	10,0	12,6
Olajerőmű	0,1	0,1
Megújuló	2,4	8,5
Import szaldó	7,5	0
Összesen	42,2	51,0

Az erőművi széndioxid-kibocsátás várható alakulása a jövőben

A várható jövőbeli széndioxid-kibocsátás alakulásában meghatározó szerepet fog játszani az atomerőművi villamosenergia-termelés. A 8. táblázat [7] az erőműpark széndioxid-kibocsátásnak feltételezhető alakulását mutatja 2030-ra vonatkozóan, fő tüzelőanyagonkénti százalékos megoszlásban.

8. táblázat. Az erőműpark széndioxid-kibocsátásnak feltételezhető alakulása 2030-ban (fő tüzelőanyagonkénti százalékos megoszlásban)

	2012	2015	2020	2030
	%			
Lignit	41,5	43,4	31,7	23,9
Barnaszén	2,9	0	0	0
Feketeszén	5,1	1,6	1,7	1,2
Olaj	4,9	2,6	1,6	1,1
Földgáz	45,6	52,4	65	73,8
Hazai erőművek	100	100	100	100

A 9. táblázat [8] a hazai erőműrendszer eredő fajlagos (termelt villamos energiára vetített) eredő szén-dioxid kibocsátásának alakulását mutatja néhány sarokévre vonatkozóan. A feltételezések szerint a szénbázisú termelés volumenének, valamint az atomerőművi termelés bővítésének eredményeképpen 2030-ra a jelenlegi 318 g/kWh fajlagos kibocsátási érték 139 g/kWh értékre csökken, ami a 2012. évi bázisértékhez viszonyítva 56 százalékos csökkenésnek felel meg. Ez igen jelentős eredmény.

9. táblázat. A termelt energiára vetített fajlagos széndioxid-kibocsátás alakulása a jövőbe

	2012	2015	2020	2030
	%			
kgCO2/kWh	318	292	250	139
2010: 100 %	100	92	78	44

A 10. táblázat [9] összehasonlításképpen a hazai erőműpark széndioxid-kibocsátásának főbb értékeit mutatja 2011-re vonatkozóan.

10. táblázat. A hazai erőműpark széndioxid-kibocsátásának főbb értékei 2011-re vonatkozóan

	Tüzelőanyag-felhasználás			CO_2-kibocsátás	
	Összes	**Villany-termelési célú**	**Hőtermelési célú**	**CO_2-kibocsátás**	**Fajlagos CO_2-kibocsátás**
	PJ	PJ	PJ	Mt	t/TJ
Lignit	58,204	57,703	0,501	6,624	114,8
Barnaszén	9,917	8,918	0,999	0,964	108,1
Feketeszén	3,102	0,140	2,962	0,013	94,6
Olaj	1,316	1,316	0,000	0,098	74,1
Földgáz	100,607	61,685	38,922	3,461	56,1
Összesen	**173, 146**	**129,763**	**43,383**	**11,160**	

Források, hivatkozások jegyzéke

[1] Dr. Fazekas András István: Villamosenergia-rendszerek rendszerszintű tervezése I. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006, ISBN 978 963 05 8131 8. (IV.7-4 táblázat)

[2] Az Országgyűlés 77/2011 (X.14.) OGY határozata a Nemzeti Energiastratégiáról. p.30295.

[3] Czibolya László (MAFE): Nukleáris energetika. A szerző 2012. október 14-én, Budapesten elhangzott előadásának ábrái, 11. ábra

[4] Czibolya László (MAFE): Nukleáris energetika. A szerző 2012. október 14-én, Budapesten elhangzott előadásának ábrái, 13. ábra

[5] A magyar és az európai villamosenergia-ellátás változásainak elemzése, ellátásbiztonsági és kapacitáselemzési tanulmányok, MAVIR Zrt. 2012. december 10. 6F141201, p.40.

[6] A magyar és az európai villamosenergia-ellátás változásainak elemzése, ellátásbiztonsági és kapacitáselemzési tanulmányok, MAVIR Zrt. 2012. december 10. 6F141201, p.41.

[7] A várható Magyarországi erőműépítések legfontosabb adatainak beszerzése, rendezése, közép- és hosszú távra, valamint a MAVIR Zrt. 2011. évi forrásoldali kapacitáselemzéséhez az első kiinduló változatnak az összeállítása, MAVIR Zrt., 2011. június 30. P.24017, p.70.

[8] A várható Magyarországi erőműépítések legfontosabb adatainak beszerzése, rendezése, közép- és hosszú távra, valamint a MAVIR Zrt. 2011. évi forrásoldali kapacitáselemzéséhez az első kiinduló változatnak az összeállítása, MAVIR Zrt., 2011. június 30. P.24017, p.70.

[9] A magyar és az európai villamosenergia-ellátás változásainak elemzése, ellátásbiztonsági és kapacitáselemzési tanulmányok, MAVIR Zrt. 2012. december 10. 6F141201, p.24.

[10] A témakört elemzi részletesen az alábbi két cikk: [a]: Dr. Fazekas András István: Az EU szerepe és súlya a klímaváltozás elleni globális küzdelemben. Magyar Energetika. XVII. évf., 6. szám, p.38-42., valamint [b] Dr. Fazekas András István: Az üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulása az Európai Unióban. Magyar Energetika. XVIII. évf., 1. szám, p.2-6.

Földgázkereskedelmi csomópontok Európában

Horánszky Beáta
okl. gázmérnök, bea.horanszky@uni-miskolc.hu

Az Európai Unió egyik fő célja az egységes piacok kialakítása, a verseny bevezetése. A nemzeti gázpiacok átalakításának első lépése a liberalizáció során a monopóliumok felszámolása, a gázszektor tevékenységeinek szétválasztása. A gázpiac szereplői többféle formában kereskedhetnek, a bilaterális kereskedelemtől kezdve egészen a tőzsdei kereskedésig. A piacok egyik fő helyszínei az ún. hub-ok, melyek egyfajta fizikai vagy virtuális csomópontot képeznek a rendszerben. A cikk ezeket a kereskedelmi pontokat és azok hatásait mutatja be.

*

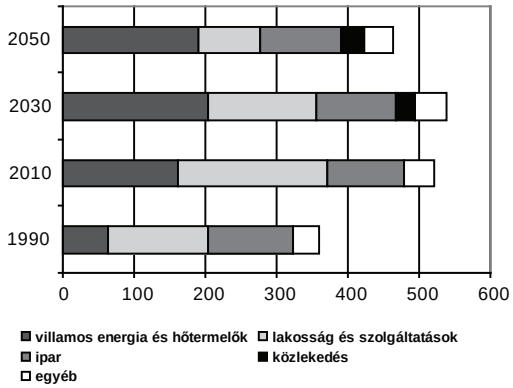
One of the main goals of the European Union is developing the Single Market, introducing the competition. The national gas market modification's first step is to eliminate the monopolies, unbundling the activities of the gas sector during the liberalization. the gas market players can trade in several different forms, form the bilateral trade to the stock market. One of the main locations of the markets is the "hubs", which make a kind of a physical and virtual node in the system. This article presents these trade points, and their effect.

* * *

A földgázt az Európai Unióban évtizedeken keresztül olyan stratégiailag fontos, speciális terméknek tekintették, melynek szállításához, tárolásához, elosztásához különleges infrastruktúrára van szükség. A nemzeti földgázpiacok kiépítése során a legtöbb esetben az egész gázvertikumot átfogó monopóliumok jöttek létre, melyek napjainkra az Unió liberalizációs törekvéseinek és a folyamatosan összekapcsolódó nemzeti csővezeték-hálózatoknak köszönhetően kizárólag az egyes fizikai rendszerekre korlátozódtak. A gázpiacon bevezetett verseny különleges helyzetet teremtett a földgáz-kereskedelemben, új kereskedelmi formák alakultak ki. Ma már a földgáz árutőzsdei keretek között is értékesíthető, s e kereskedési formához szorosan kapcsolódnak a kialakított fizikai, illetve virtuális csomópontok, a hub-ok.

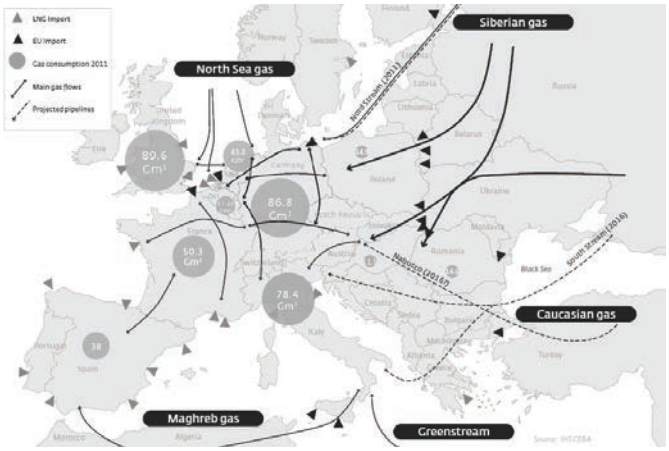
Az Európai Unió földgázigénye

A 27 tagú EU földgáztermelése évről évre csökken. Ezt a statisztikát az új tagországok csatlakozása sem javította, hiszen ezek az országok nem rendelkeznek jelentős földgázkészletekkel (ahogy Magyarország sem). Azonban a gázigény folyamatosan növekszik, az Unió földgáz importfüggősége az Eurostat adatai alapján 2010-re elérte a 60%-ot. Ez a „földgázolló" az előrejelzések szerint a következő években tovább fog nyílni, köszönhetően a tovább szigorodó klímavédelmi előírásoknak, atomenergia részleges kiváltásának, valamint a felhasználói szám enyhe növekedésének. Ezt a folyamatot fékezi le részben az egyre terjedő környezettudatos, takarékos energiafelhasználásból adódó csökkenés és a megújuló energiaforrások felhasználásának térhódítása. Az Eurogas előrejelzése szerint 2030-ig a gázfelhasználás mértéke nőni fog, azonban 2050-ig ez a tendencia megfordul. Az *1. ábrán* látható, hogy a várakozások szerint továbbra is a villamos energia és hőtermelési szektor lesz a legnagyobb felhasználói csoport, a gázfelhasználás időközben megjelenik a közlekedésben is, valamint a lakossági és szolgáltatási szektorban a földgáz iránti kereslet várhatóan csökkeni fog.



1. ábra. **Az EU-27 földgázigénye szektoronként, 2050-ig**
Forrás: Eurogas (2010)

A növekvő gázigény növekvő importfüggőséget is jelent, így szükségessé válik a földgáz-források számának növelése, a gáz teljesen távoli területekről (pl. Brunei) történő behozatala *(2. ábra).*



2. ábra. **Az EU-27 importforrásai**
Forrás: Beckman (2012)

A gázpiaci formák

A liberalizált gázpiacon minden piaci szereplő kérhet és – amennyiben megfelel a törvényben foglalt előírásoknak – kaphat gázkereskedelmi engedélyt. A földgáz a termelőtől a fogyasztóig – a fizikai rendszerelemek használatával – többféle módon juthat el, többféle kereskedési formában. A gázkereskedő alapvetően kétféle magatartást folytathat:

- pusztán megbízásos alapon egyfajta közvetítői szerepet lát el a kínálati és a keresleti oldal szereplői között, azaz jelentős nagyságú vevőköre számára nagy tételben olcsóbban vásárol, vagy
- a kereskedő saját kockázatára vásárol és ad el gázt vagy ahhoz kapcsolódó pénzügyi terméket (ekkor a cél a minél nagyobb profitszerzés spekulációval).

Az *1. táblázatban* láthatók a gázkereskedelem alapvető formái, azok jellemzői.

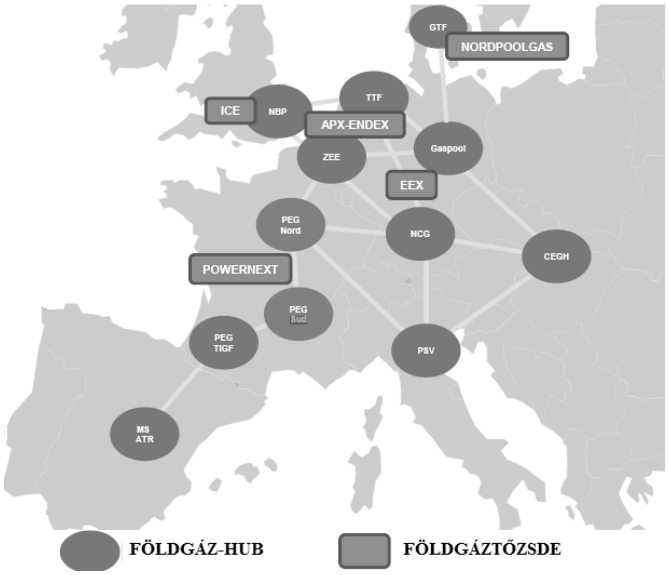
1. táblázat. Gázkereskedelmi helyszínek (Forrás: Horánszky (2004))

BILATERÁLIS PIAC	OTC-PIAC	TŐZSDE
A szereplők közvetlenül kapcsolatba lépnek egymással, tárgyalnak.	Egy nagyobb forgalmú kereskedő vagy harmadik fél koordinálja a kereskedelmi folyamatokat.	Szigorú szabályokhoz kötött tagok közti kereskedés helyszíne.
Az árak átláthatósága alacsony, a megállapodásban kötött árat legtöbbször nem hozzák nyilvánosságra.	Az árakat közzéteszik, mintegy jelzésértékűen.	Lehetőség van a gáz árára vonatkozó spekulációra is, az árak mindig nyilvánosak.
A magas importfüggőségű fogyasztók ellátásuk biztosítására általában hosszú távú szerződéseket kötnek.	Rövidtávú, rugalmas szerződéskötés jellemzi ezt a formát.	Nagyon rövid távú, leszállítással nem járó ügyletek jellemzik, cél lehet a pénzügyi kockázatkezelés
	A piacra való belépésnek nincsenek szabályai, ami növeli a kockázatot.	Tagjai a partnerkockázat minimalizálása miatt szigorú szabályok szerint csatlakozhatnak.
Rugalmasabb, likvidebb ügyletek is kialakulhatnak a tárgyalások függvényében.	Rugalmassági termékek, nagyobb szabadság jellemzi, mint a tőzsdei kereskedést.	Szabványosított termékekkel kereskednek.

Gázszállító hálózat csomópontjai és a kereskedelmi platformok

A 2050-ben 462 milliárd m^3 földgázt igénylő EU (Eurogas, 2011) számára továbbra is fontos feladat a már meglévő földgáz-távvezeték hálózat folyamatos karbantartása, fejlesztése. A tagállamok nemzeti gázhálózatainak összekötése, az uniós egységes földgázrendszer és -piac létrehozása EU álláspontja szerint egy versenyképesebb, nagyobb ellátás-biztonságú gázvertikumot eredményezhet.

Az EU-t átszelő távvezetékek rendszerében lévő csomópontokon – a hub-okon – átáramló, több forrásból érkező, és több felhasználói hely felé távozó gázmennyiségek adják meg az egyik lehetőségét a piaci versenynek *(3. ábra).*



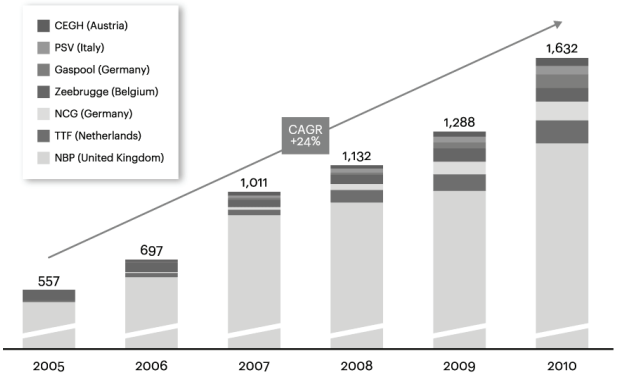
3. ábra. **Hub-ok és tőzsdék Európában**
Forrás: Heater (2012)

A fizikailag is működő hálózati csomópontok mellett Európában megjelentek egy újfajta kereskedelmi platformok, a „virtuális" hub-ok. Ezek a kereskedési helyszínek nem egy-egy létező gáztávvezetéki csomópontot jelölnek, hanem egy olyan elméleti pontot, amely egy gázellátási területen belül áramló gázmennyiségeket egyesíti. A piacok optimális számát a már meglévő infrastruktúra, illetve a kialakításuk költségei befolyásolják döntően.

Az ezredfordulótól napjainkig folyamatosan jöttek létre ezek a hub-ok Európában:

- National Balancing Point (NBP) – Egyesült Királyság − 1996
- Zeebruge (ZEE) – Belgium − 2000 − fizikai hub
- Title Transfer Facility (TTF) − Hollandia − 2003
- Punto di Scambio Virtuale (PSV) − Olaszország − 2003
- Point d'Echange de Gaz (PEG) − Franciaország − 2004
- NetConnect Germany (NCG) − Németország − 2007
- GASPOOL (BEB) − Németország − 2007
- Almacenamiento para la operación comercial (AOC) − Spanyolország − 2007
- Central European Gas Hub (CEGH) − Ausztria − 2009 − fizikai hub

Ezeken a csomópontokon keresztüli gázkereskedelem már a kezdeti időszaktól folyamatosan bővül, fejlődik, mind a kereskedett gázmennyiséget, mind a résztvevő piaci szereplők számát vizsgálva. A likviditásukat mutató éves gázmennyiség értéke folyamatosan nőtt az elmúlt években *(4. ábra).* A legnagyobb likviditással rendelkező hub továbbra is a brit NBP, ahol a leszerződött mennyiségek több mint 20%-a tényleges leszállításra kerül.



4. ábra. **Egyes európai hubok fejlődése az elmúlt években**
Forrás: A.T. Kerney (2012)

A kereskedelmi csomópontok jellemzéséhez alapvetően az alábbi szempontokat lehet figyelembe venni:

- az éves, havi, napi átáramló gázmennyiséget és a „churn rate" *(a kereskedett mennyiségek aránya a kereskedés után a kereskedés helyéről fizikailag leszállított gázmennyiségekhez viszonyítva)* alakulását
- az aktív szereplők számát
- az aktív szerződéskötések számát.

E szempontok szerint összevethetők a két fizikai valamint két virtuális hub jellemzői (2. táblázat). Az adatokból látható, a növekvő gázfelhasználást és gázigényeket növekvő piaci volumen követi. Érdekesség, hogy a két fizikai hub-nak a churn rate mutatója egyenlőre még messze alatta van a két másik, érett piacnak minősülő környezetben működő virtuális csomópontnak. Minden kereskedési pontot nagyszámú szereplő jellemez, melyek között megtalálhatók a kereskedőkön, kívül már a bankok is. Minden kereskedési pont kötődik egy-egy OTC (over-the-counter – tőzsdén kívüli) piachoz, vagy gáztőzsdéhez, így az OTC termékeken kívül futures (határidős) termékek kereskedése is növeli volumenüket.

2. táblázat. Egyes európai hub-ok jellemző adatai
Forrás: Heater (2012) és az hub -okhoz kapcsolódó honlapok

	Mennyiségek és churn	Szereplők	Termékek	Egyéb
NBP	A kezdetektől folyamatosan növekvő kereskedett gázmennyiség (2012 januárjában az éves növekmény 33% volt) és nagy, közel 20%-os churn rate jellemzi.	Az OTC piacon több mint a 130 szereplő. A futures termékek piaca még mindig eltörpül a kontinensen lévő hub-okhoz képest. A legaktívabb szereplők: a BP, a Total, és a Shell.	A legjobban a futures termékek kereskedése volt jellemző 2011-ben. Főbb termékek még az OTC piacon: Day-Ahead (DA), Working Days Next Week (WDNW)	Változó kereskedelmi szokások jellemzik
ZEE	Folyamatosan növekvő kereskedési volumen jellemzi, de a churn rate nem éri el az 5%-ot sem!	Nagyszámú, közel 80 szereplő, legaktívabbak a BP, a Distrigas, Statoil.	OTC termékek: Month Ahead, Day Ahead	Virtuális gáztárolási lehetőség
TTF	2010 és 2011 között több, mint 62%-kal nőtt a kereskedés volumene, a churn rate 10% felett volt.	Max 42 szereplő volt a piacon eddig egy időpontban, a legaktívabb a Gaselys.	Mind az OTC, mind az futures termékek volumene folyamatosan növekszik.	Rugalmasság jellemzi, érett piacnak minősül.
CEGH	Folyamatosan növekvő volumen jellemzi, a churn rate közelíti a 4%-ot.	Közel 100 aktív szereplője van.	OTC és futures termékei is vannak.	Gyorsan fejlődő, dinamikus kereskedelmi pont.

Gázkereskedelmi csomópont Magyarországon?

Az elmúlt évtizedekben számtalan terv született gáztávvezetékek létesítésére, amelyek segítségével az Unió az importfüggőségét kívánja csökkenteni. A forrás-diverzifikációt szolgáló kiépítendő vezetékek nyomvonala hazánkat is érinti, érintheti (pl. a Déli Áramlat vagy a Nabucco). Ezzel párhuzamosan az ország ellátásbiztonságát szolgáló tervek alapján már megkezdődött az enrtry-exit (be-és kiadási) pontok számának növelése, a közép-európai észak-déli korridor megvalósításához való hozzájárulás. A nagyobb számú betáplálási pont és az európai rendszerekhez történő nagyobb kapcsolódás segítségével kialakítható lehet egy – akár virtuális – hub hazánkban *(5. ábra).* E tervekhez kapcsolódóan 2012-ben megalakult a Közép-Kelet-Európai Szervezett Földgázpiac Zrt. (CEEGEX).

5. ábra. **Magyarországi hub**
Forrás: Zsuga (2012)

A földgáz szállítási jellegéből fakadóan árutőzsdén való kereskedése mellett, a szállításhoz használt csővezetékek kapacitás kereskedelmére is lehetőség van. Az FGSZ Zrt. égisze alatt 2011-ben megalakult a Napi Földgáz és Kapacitás Kereskedelmi Piac (NFKP), amely egyfajta virtuális hub-ként koordinálja a kapacitáskereskedelmet Magyarországon.

Összefoglaló

Az egyre növekvő gázigényű Európai Unióban a biztonságos gázellátást a forrás-diverzifikáció és a nemzeti gáztávvezeték hálózatok összekapcsolása is szolgálja. A nyitott piacon a földgáz kereskedelme többféle módon megvalósulhat. A gázkereskedelem koordinálására, a piaci szereplők segítésére jöttek létre a hub-ok, melyek egyfelől az összekapcsolt gázrendszer fizikai részeként alakultak ki, vagy kereskedelmi platformként virtuálisan alakították ki őket a piac szereplői. A kereskedelmi csomópontok nagy szerepet játszanak a gázpiaci liberalizáció elmélyítésében, a gáz-gáz verseny kialakításában. Az elkövetkező években hazánkban is eredményesen működhet egy gázkereskedelmi hub, amely a baumgarteni hub-bal együttműködve sikeresen támogathatja Közép-Kelet Európa gázellátását.

Köszönetnyilvánítás

Jelen szakmai cikk a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

[1] Beckman, K. (2012): The birth of a European gas infrastructure market, Riport, European Energy Review http://www.europeanenergyreview.eu/site/pagina.php?id=3870#artikel_3870 (2012.10.01)

[2] Eurogas (2011): Roadmap to 2050 http://www.eurogas.org/uploaded/Eurogas%20Roadmap%202050%20-%20Explanatory%20Note.pdf (2012. 10.01)

[3] Heater, P.(2012): Continental European Gas Hubs: Are they fit for purpose?, Oxford Institute for Energy Studies http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2012/06/NG-63.pdf (2012.09.28)

[4] Horánszky, B. (2004): Energy exchange – the future of trade of natural gas in Hungary?, Intellectual Sevice for Oil & Gas Industry, Analisys, Solutions, Perspectives, 3rd Volume, (ed.: Prof. Shammazov, A.L - Prof. Besenyei, L.) Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, 2004. (193-197 p.) ISBN 5 98755 001 7

[5] *Oswald, K.(2011):* The Future of European Gas Supply, szakcikk, ATKearney http://www.atkearney.com/paper/-/asset_publisher/dVxv4Hz2h8bS/content/the-future-of-the-european-gas-supply/10192 (2012.09.30)

[6] *Zsuga J. (2012):* 10 éves fejlesztési javaslat. Dunagáz Szakmai Napok, Visegrád, 2012. április 18-19. http://www.dunagaz.hu/UserFiles/File/Dunagaz/DSZN_2012/03_Dr_Zsuga_Janos.pdf (2012.05.02)

Szén-dioxid kibocsátás csökkentése biogáz előállításával és földgázhálózati továbbításával

Dr. Szunyog István PhD
okl. olaj- és gázmérnök, szunyogi@kfgi.uni-miskolc.hu

Az Európai Unió klímavédelmi, energiahatékonysági és importfüggőség csökkentési céljait Magyarország is kötelező jelleggel átemelte a hazai gyakorlatba, és jelenleg is keresi azokat az utakat melyekkel ezek a célkitűzések reálisan megvalósíthatók. A cikk gyakorlatilag e célok összekapcsolásából adódó gondolatokat formázza meg az üvegházhatást okozó gázok (GHG), a biogáz üzemek, és a biometán földgázhálózati továbbításának lehetőségeit felvonultatva. A cikkben vizsgálatra kerülnek a magyar biogáz üzemekben előállított gázmennyiségek, az egységnyi mennyiségű biogáz előállításával megtakarítható, illetve az előállítása nélkül a légkörbe kikerülő szennyező anyagok, valamint a földgázhálózati betáplálással elérhető előnyök a 2013-tól életbe lépő harmadik ETS kibocsátás kereskedelmi periódusban.

*

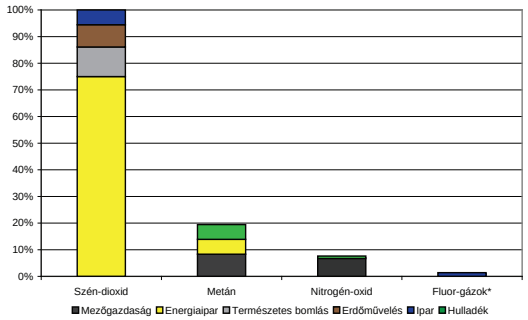
Since Hungary has ensured compliance with the requirements of the EU Directives – targeting climate protection, energy efficiency and the reduction of import dependency – long-term practical solutions are being looked for, to realize these principles in domestic energy management. Topics like GHG emission, facilities for biogas plants and the pipeline transport of biomethane through natural gas transmission network, naturally derive from these correlated issues. This article discusses the production capacities of Hungarian biogas plants and the amount of gaseous pollutants (per unit volume) saved by biogas production – or emitted in the lack of it. Considerations are given to the advantages of feeding biogas into the national pipeline network from 2013 on, when the European Union enters into phase III of the Emission Trading Scheme system.

* * *

Mindenki által ismert az EU azon célkitűzése, mely szerint 2020-ra 20%-kal kívánja csökkenteni a szén-dioxid kibocsátását, 20%-kal kívánja növelni a megújuló energiaforrásokból termelt energia mennyiségét, és mindezek mellett 20%-os energiafogyasztás csökkentést vár az energiahatékonysági intézkedésektől. A célkitűzés fontosságát egyértelműen alátámasztja a klímaváltozással foglalkozó kormányközi bizottság (IPCC) jelentése, mely szerint az üvegház hatású gázok kibocsátási tendenciáját figyelembe véve 2100-ig az atmoszféra szén-dioxid szintje az 1750-es évek koncentrációjának a duplája lesz!

Magyarországnak az EU tagjaként vállalnia kellett a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére irányuló globális elképzeléseket. Ezen célok hazai megvalósítását lehetővé téve született meg Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve, és a Nemzeti Energiastratégiáról szóló országgyűlési határozat az elmúlt években. Ezek a dokumentumok egyértelművé teszik, hogy elkerülhetetlen egy energetikai struktúraváltás, mely láthatóan jelentős szerepet szán az elsődlegesen megújuló energiaforrásokra épülő villamos energia termelés arányának a növelésére, a megújuló és alternatív hőtermelésre, és az alacsony CO_2 kibocsátású közlekedési módokra. Mindazonáltal a dokumentumokból egyértelműen kitűnik, hogy a földgáz 2020-ig minden bizonnyal megőrzi piaci meghatározó szerepét, nem nélkülözhetjük energetikai rendszerünkből. Mind a villamos energia ipar, mind a földgázipar szempontjából érdemes lehet ugyanakkor megvizsgálni a biogáz üzemekben rejlő kibocsátás csökkentési lehetőségeket. A biogáz egy olyan megújuló energiaforrás, mely akár földgázminőségűvé is átalakítható, és kibocsátás szempontjából is közel semlegesnek tekinthető. Ebből következik, hogy akár centralizált módon helyben állítják elő a CHP (kombinált áram és hőtermelő) egységekkel a villamos áramot, vagy éppen a földgázhálózatot, mint transzfer csőhálózatot veszik igénybe az energiahordozó továbbítására, tulajdonképpen egy kibocsátás semleges energiaforrást jelent. Ilyen formában érdemes lehet szerepét a jövőbeli kibocsátás kereskedelem szempontjából is vizsgálni.

Mielőtt ismertetésre kerülnek az elméleti potenciálok, szükséges tisztázni az üvegház hatású gázok fogalmát. A légkör szempontjából nem csak a szén-dioxid jelenti a veszélyt, hanem a metán, a nitrogén-oxidok és az egyéb fluor tartalmú gázok. Az 1. ábra szemlélteti ezen gázok egymáshoz viszonyított arányát (a szén-dioxid képezi a 100%-os viszonyítási alapot), valamint az egyes szektorok közötti megoszlást CO_2 egyenértékben kifejezve. Az összesítésben a CO_2 mennyisége a meghatározó, az összes kibocsátás kb. 80%-át adja. Az energetikához (illetve iparhoz) kapcsolható CO_2 emisszió a kb. 65%-át adja az összes ÜHG gáz CO_2 egyenértékben kifejezett mennyiségének.



* Fluor-gázok: fluorozott-szénhidrogének (HFCs), perfluor-szén-vegyületek (PFCs), kén-hexafluorid (SF6). (Forrás: IEA, World Energy Outlook, 2008.)

1. ábra. **Az üvegházhatást okozó gázok szerepe CO_2 egyenértékre vonatkoztatva**

A kibocsátás legnagyobb részét az energetikai szektor adja, beleértve az áram- és hőtermelést is. A szén-dioxid mögött a metán áll, mint a légkörre szintén veszélyes gáz. A metán kibocsátás kb. a teljes szén-dioxid kibocsátás 20%-ának megfelelő mértékű. Ennek majdnem a felét a mezőgazdaságból és az állattartásból származó biomassza bomlása során felszabaduló mennyiség teszi ki. A maradék rész (kb. ¼-ed–¼-ed) az energiaiparból (beleértve a földgázipari létesítményekből nem ellenőrzött körülmények között kikerülő mennyiséget), és a szervesanyag tartalmú hulladékok természetes úton történő bomlásából (hulladéklerakók) származik. A mezőgazdasági és hulladékipari metán hasznosítása tehát nem csak környezetvédelmi, hanem energetikai és klímavédelmi oldalról is előnyös.

Klímavédelem az EU gyakorlatában

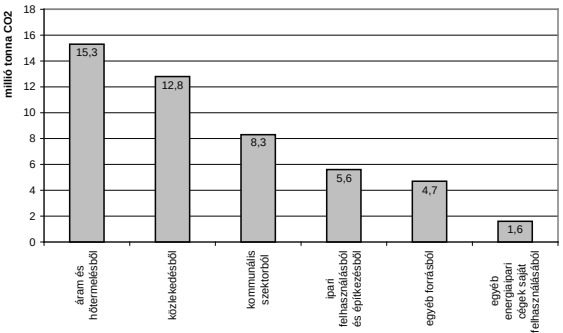
A 3×20-ként ismert intézkedéscsomag azonban önmagában nem működőképes. Pénzügyi forrásokat, ösztönző intézkedéseket és szankciókat kell(ett) mögé helyezni, hogy az elvárt hatás elérhető legyen. A klímavédelmi törekvések talán első igazi áttörését az ENSZ gondozásában született kiotói jegyzőkönyv jelentette, mely már az egyes országok gazdasági fejlettségétől függő, számszerűsített üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentési kötelezettséget írt elő az aláírók számára. Az Egyesült Államok, Kína, India és Brazília sem csatlakozott ehhez. Azért, hogy a kibocsátott

mennyiségek mérséklésének költségei elviselhetőbbek legyenek az aláíró országok számára, egy ösztönző elvű kibocsátás kereskedelmi rendszert hoztak létre. A cél, hogy ezzel minden realizált kibocsátás csökkentés értékesíthetővé vált, és azt egy másik aláíró ország megvásárolhatta. Az immár kötelezővé tett kibocsátás csökkentés hatásától a megújuló energiaforrások felhasználásának és a technológiák hatásfokának növekedését várták. Az irányelv hatálya alá tartozó ipari létesítményekben együttesen meg kellett határozni a szén-dioxid kibocsátás éves felső határát, melyet ún. kibocsátási jogosultsági egységek formájában lehetett visszaosztani az egyes létesítményekben. Ez az érték képezte a kiindulási összkibocsátási felső értékhatárt, melyet a Nemzeti Kiosztási Tervben rögzítettek. Egy kiosztott kvóta egy tonna szén-dioxid kibocsátását engedélyezi, melyhez a rendszer árat is társít, így ösztönözve az alacsony szén-dioxid kibocsátású, vagy éppen -mentes technológiák megvalósítását. További lényeges elem, hogy a rendszerben lévő összes kvótamennyiséget 2005. januárja óta az EU által kidolgozott kibocsátás-kereskedelmi rendszer (EU ETS) keretében ciklusonként csökkentik, ez által szorítva vissza a kibocsátást. Ez a világ első nemzetközi, a korlátozások és a kereskedelem egyidejű alkalmazásán alapuló rendszere. Az 1. fázis 2005-2007-ig tartott, gyakorlatilag a rendszert, annak működőképességét kellett felállítani, meghatározva a rendszer hatáskörébe tartozó vállalkozások kibocsátást és annak ellenőrzési feltételeit. A 2. fázis egybeesett a Kiotói jegyzőkönyv első kötelezettségvállalási időszakával (2008-2012). Ebben a Bizottság az 1. fázisban bejelentett, ellenőrzött kibocsátási értékek mennyiségét 6,5%-kal csökkentette a 2005-ös szint alá. A 3. fázis 2013. január 1-jén kezdődött, és 2020 év végéig fog tartani, mely során az EU ETS rendszer kiszámíthatóbb lesz a piaci szereplők számára, valamint tovább bővül a hatálya alá tartozó létesítmények száma. A maximális kibocsátott egységek mennyisége 1,74%-kal fog csökkeni évente. Így 2020-ra elérhető lesz a 2005-ös kibocsátási érték 21%-kal alacsonyabb szintjének az elérése. Elindul a kibocsátási egységek teljes árverésre bocsátási útja, azaz 2013-tól 50%-át árverésen kell majd megvásárolni. A cél, hogy 2027-re a teljes mennyiség árverésre kerülhessen. Bizonyos nagy energiaigényű, stratégiai fontosságú iparágak – a nemzeti döntéshozók megítélése alapján – kivételes elbánásban részesülhetnek, ha a kibocsátási egységek megvásárlásának kényszere veszélybe sorolná nemzetközi versenyképességüket. Az energetikai ipar szempontjából nem hagyható figyelmen kívül, hogy a harmadik ETS periódusban a létesítmények már nem kapnak ingyenes kibocsátási egységeket, hanem az emissziójuknak megfelelő egységeket aukciókon kell megvásárolniuk a mellett, hogy az uniós összkibocsátási „sapka" évről-évre szűkülni fog. Mindez a kibocsátási egységárakat várhatóan erőteljes mértékben emelni fogja. Innen kezdve olyan kiadást fog jelenteni a cégek számára, mellyel már érdemes lesz foglalkozni. Vagy másik lehetőségként az irányelv hatályába tartozó cégeknek ténylegesen csökkenteniük kell a kibocsátásukat.

A Magyar Köztársaság 2008-2012-es időszakra szóló nemzeti kiosztási tervében 30,7 millió tonna kibocsátás-kereskedelem hatálya alá tartozó átlagos szén-dioxid keret szerepelt évente. Az ágazatokra bontott értékekből a villamos energia termelésre 15,84 millió tonna, az ásványolaj feldolgozásra 1,45 millió tonna, a földgázszállítás és -tárolás létesítményeire 0,36 millió tonna került kiosztásra. A legjelentősebb tétel tehát a villamosenergia-termelés kibocsátása. Az IEA 2011-es adatbázisa alapján 2009-ben Magyarországon a tényleges szén-dioxid kibocsátás 48,2 millió tonna volt, melynek az egyes szektorokon belüli megoszlását a 2. ábra mutatja. A villamosenergia-termelés által okozott kibocsátást szorosan követi a közlekedés, és a kommunális szektor − főként fűtési célú − kibocsátása.

A magyar biogáz üzemekben keletkező biometán mennyiségek

A Magyarországon üzemelő biogáz telepekről nincs hiteles nyilvántartás. Az elméleti vizsgálatokhoz a Magyar Biogáz Egyesület honlapján elérhető adatbázisban szereplő üzemek kerültek felhasználásra. A mezőgazdaságra és állattartásra, csatornagázra valamint depóniagázra alapozott biogáz



2. ábra. **Magyarország szektoronkénti szén-dioxid kibocsátása 2009-ben**
(Forrás: IEA, 2011.)

üzemek közül csak azok kerültek figyelembe vételre, melyekben CHP egységekre alapozott kombinált áram és hőtermelés valósul meg. A számítások minden esetben a beépített villamos teljesítményre lettek alapozva. Az üzemek által termelt biogáz mennyiségek egy feltételezett átlagos elektromos hatásfok (40%) segítségével kerültek meghatározásra. Azaz visszaszámolható volt a leadott elektromos teljesítményhez szükséges, biogáz oldalon beviendő teljesítmény. A CHP egységek feltételezett éves kihasználási óraszáma 7000 volt a számítások során. A mezőgazdasági, állattartási és élelmiszeripari alapanyagokra, valamint a csatornagázra épülő biogáz üzemek esetében 70%-os metán és 30%-os szén-dioxid, a kommunális szeméttelepekre épülő biogáz üzemek esetében 50%-os metán és 50%-os szén-dioxid összetétel került figyelembe vételre a DVGW

1. táblázat. CHP egységre épülő biogáz üzemek Magyarországon

Helyszín	Technológia	Gázmotor elektromos telj.	Visszaszámolt teljesítmény
		kW	kW
Mezőgazdasági, állattartási és élelmiszeripari alapanyagokra épülő biogáz üzem			
Abony	CHP	829	2073
Biharnagybajom	CHP	625	1563
Csengersima	CHP	537	1343
Dombrád	CHP	625	1563
Dömsöd	CHP	1600	4000
Kaposszekcső	CHP	844	2110
Kapuvár-Miklósmajor	CHP	526	1315
Kecskemét	CHP	330	825
Kenderes-Bánhalma	CHP	1052	2630
Klárafalva	CHP	526	1315
Mezőföld	CHP	537	1343
Nyírbátor	CHP	2600	6500
Nyírtelek	CHP	625	1563
Ostffyasszonyfa	CHP	625	1563
Pálhalma	CHP	1737	4343
Pusztahencse	CHP	1000	2500
Összesen		**14 618**	**36 545**
Szennyvíztisztítóra épülő biogáz üzem			
Budapest-Délpest	CHP	836	2090
Budapest-Csepel	CHP	1500	3750
Debrecen	CHP	659	1648
Győr	CHP	660	1650
Kecskemét	CHP	330	825
Sopron	CHP	250	625
Szeged	CHP	330	825
Veszprém	CHP	254	635
Összesen		**4819**	**12 048**
Kommunális szemétlerakó telepre épülő biogáz üzem			
Debrecen	CHP	625	1563
Gyál	CHP	500	1250
Hódmezővásárhely	CHP	160	400
Kecskemét	CHP	875	2188
Miskolc	CHP	500	1250
Nyíregyháza-Oros	CHP	511	1278
Szeged	CHP	109	273
Veszprém	CHP	875	2188
Összesen		**4155**	**10 388**
Mindösszesen		**23 592**	**58 980**

G 260 előírással összhangban. A megtermelt gáz minimális és maximális mennyiségének számításakor az MSZ 1648: 2000 szabvány által, a hálózatban szolgáltatott földgáz felső hőérték tartományának megfelelően 31,00 és 45,28 MJ/m^3 szélsőértékek lettek figyelembe véve. Az elméletileg termelhető biogáz (biometán) mennyisége a visszaszámolt teljesítmény és a felső hőértékek szorzatából kapható órai, napi és éves összesítésben. A számítási eredményeket az 1. táblázat szemlélteti.

A fent ismertetett számítási logikát követve a mezőgazdaságra, állattartásra és élelmiszeripari hulladékokra alapozva 25,5-37,2 millió m^3/év elméleti biometán mennyiség adódik. A szennyvíztisztítókban 8,4-12,3 millió m^3/év, a háztartási szemétlerakó telepeken 7,2-10,6 millió m^3/év, mindösszesen 41,1-60,0 millió m^3/év 2H minőségű biometán egyenérték kerül megtermelésre. A hazai éves földgázfogyasztás 11,8 milliárd m^3 volt 2011-ben a Magyar Energia Hivatal adatai szerint. Mindez azt jelenti, hogy a jelenlegi biogáz-üzem szám mellett az éves földgázmennyiségnek csupán 0,35-0,51%-a keletkezik. Ez a mennyiség jelenleg 100%-ban helyileg kerül felhasználásra áram- és hőtermelés céljából.

A biogáz üzemekben jelentkező kibocsátás-megtakarítás

A biogáz, mint megújuló energiaforrás az üvegház hatást okozó gázok szempontjából közel semlegesnek tekinthető, mivel az alapanyagként felhasznált szerves növényi eredetű anyagok által az életciklusuk alatt megkötött szén mennyisége megegyezik az elégetésük során a légkörbe kibocsátott szén mennyiségével. Az üzemben elérhető kibocsátás megtakarítás elsősorban abból származik, hogy az alapanyagokat mesterséges körülmények között erjesztve állítják elő a metánt és a szén-dioxidot, nem pedig a természetre bízzák a folyamatot. Ez utóbbi esetben a probléma gyökerét a felszabaduló metán jelenti. Amennyiben ezt a metánt sikerül kontrollált körülmények között előállítani, összegyűjteni és elégetni, jóval kisebb hatást gyakorolunk a légkörre. Tudvalevő, hogy egységnyi metán atmoszférába történi kibocsátása megközelítőleg 21 egység szén-dioxid kibocsátásával tart egyensúlyt az üvegház hatás szemszögéből. A kibocsátásban jelentkező megtakarítás tehát elsősorban a biogázban lévő metántartalommal jellemezhető. A már vizsgált magyar biogáz üzemek esetében kiszámításra került ez az elméleti mennyiség. Elméleti, hiszen természetes körülmények között kisebb hatásfokkal valósul meg az aerob, illetve anaerob bomlás, ráadásul időben jóval szélesebb spektrumot felölelve. A számítás első része megegyezik az elméleti biometán mennyiség számítási lépéseivel, azaz a CHP egység elektromos teljesítménye és hatásfoka, valamint az adott biogáz típusra jellemző átlagos összetétel és energiatartalom kerül figyelembe vételre. Ezt követően meghatározásra került a teljes kibocsátott szén-dioxid mennyisége arra az esetre vonatkozóan, amikor a termelt biogáz elégetve jut ki a környezetbe. Ehhez össze kell adni az adott üzemegységben képződő éves átlagos biogáz mennyiség szén-dioxid tartalmát, és a maradék metántartalom elégetésével keletkező szén-dioxid mennyiségét. 1 m^3 tiszta metán elégetéséből 0,9982 m^3 szén-dioxid keletkezik. A számítás alapján a mezőgazdaságra, állattartásra és élelmiszeripari hulladékokra alapozva 68,7·10^3 tonna/év elméleti szén-dioxid mennyiség adódik. A szennyvíztisztítókban 22,7·10^3 tonna/év, a háztartási szemétlerakó telepeken 27,3·10^3 tonna/év, mindösszesen 118,7·10^3 tonna/év elméleti kibocsátott szén-dioxiddal lehet számolni a hazai biogáz üzemekben. Ez Magyarország 2009-es éves szintű szén-dioxid kibocsátásának (48,2 millió tonna) mindössze 0,25%-a.

Abban az esetben, ha a természetben lebomló anyagok metán tartalma nem kerül felhasználásra, az alábbi feltételezéssel élhetünk: a képződő biogáz szén-dioxid tartalma az előző esethez hasonlóan kikerül a légkörbe. A metán tartalom szintén. Mivel a metán 21-szer jobban terheli meg a légkört, ezért azt 21-szeres szén-dioxid tartalommal vesszük figyelembe. A számítást elvégezve a biogáz üzemek nélkül a betáplált szerves alapanyagokból az alábbi szén-dioxid egyenértékek kerülnek kibocsátásra:

- a mezőgazdaságra, állattartásra és élelmiszeripari hulladékokra alapozva 1031,9·10^3 tonna/év,
- a szennyvíztisztítókban 340,2·10^3 tonna/év,
- a háztartási szemétlerakó telepeken 300,9·10^3 tonna/év,

összesen 1673·10^3 tonna/év elméleti kibocsátott szén-dioxid egyenérték.

A biogázok hasznosításával az üzemek által elérhető elméleti szén-dioxid egyenérték kibocsátás megtakarítás 1554,4·10^3 tonna/év értéknek adódik. Ez az ország 2009-es szintű kibocsátásának 3,2%-a. Amennyiben csak az áram és hőtermelésre eső részt vesszük figyelembe (15,3 millió tonna), az éves mennyiség 10,2%-át képviseli. A számítási eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

Az Európai Bizottság Climate Action honlapján elérhető adatok közül kigyűjtésre kerületek a magyarországi, kibocsátás kereskedelem hatálya alá tartozó földgáztároló, földgázszállító, kőolaj finomító és földgáz dúsító üzemegységek kibocsátott mennyiségei 2011 évre vonatkozóan. Az eredményeket a 3. táblázat szemlélteti.

A táblázat adataiból egyértelműen látható, hogy az iparágat érintő kibocsátás döntő többségét a kőolaj finomítás, azon belül is a Dunai Finomító teszi ki. A hajdúszoboszlói tároló ebből az egységből csupán 0,4%-ot, a földgázszállításhoz kapcsolódó kompresszor állomások pedig 5,4%-ot képviseltek. Ha összevetjük ezeket az értékeket a biogáz üzemek által megtakarítható elméleti kibocsátás értékekkel, azt tapasztaljuk, hogy a földgáztároló és szállító létesítmények együttes éves kibocsátása csupán 6,4%-át teszi ki a biogáz üzemek által elérhető elméleti megtakarításnak.

Ez a számérték további lehetőségeket is rejt magában. 2013-tól az Európai Unió folyamatosan kivezeti az ingyenes kvótákat a kibocsátás-kereskedelmi rendszeréből, valamint alakítja át azokat árverési alapú kiosztási egységekké. Közben az évente 1,74%-kal csökkenő elárverezhető kvótamennyiség pedig, várhatóan erőteljes árnövekedést fog generálni. Ebben a helyzetben az energetikai cégeknek már érdemes lesz foglalkozniuk a

2. táblázat. A magyar biogáz üzemek által elérhető elméleti kibocsátás megtakarítás

Helyszín	Visszaszámolt össz teljesítmény	A képződő biogáz mennyisége	A képződő metán mennyisége CO_2 egyenértékben	A teljes kibocsátott CO_2 mennyisége a termelt biogáz elégetésével		A légkörbe kibocsátott egyenértékű CO_2 mennyiség a természetes úton képződő biogáz hasznosítása nélkül ($1CH_4=21CO_2$)		A biogázok hasznosításával elérhető elméleti CO_2 kibocsátás megtakarítás
	kW	m^3/év	m^3/év	m^3/év	tonna/év	m^3/év	tonna/év	tonna/év
Mezőgazdasági, állattartási és élelmiszeripari alapanyagokra épülő biogáz üzem								
Összesen	36 545	34 790 800	511 424 766	34 746 964	68 709	521 862 006	1 031 930	963 221
Szennyvíztisztítóra épülő biogáz üzem								
Összesen	12 048	11 469 207	168 597 342	11 454 756	22 651	172 038 104	340 188	317 538
Kommunális szemétlerakó telepre épülő biogáz üzem								
Összesen	10 388	13 834 959	145 267 070	13 822 508	27 333	152 184 549	300 930	273 597
Mindösszesen	**58 980**	**60 094 966**	**825 289 178**	**60 024 227**	**118 692**	**846 084 659**	**1 673 048**	**1 554 356**

3. táblázat. Magyar kőolaj és földgázipari létesítmények regisztrált kibocsátása 2011-ben
(Forrás: European Union Transaction Log, http://ec.europa.eu/environment/ets/)

Nyilv. tart. szám	Üzem	Kibocsátás 2011-ben (tonna)	
116	EON Földgáz Storage Zrt., Hajdúszoboszlói Tároló	6364	
	Földgáztárolás összesen	**6364**	0,4%
118	FGSZ Zrt. Mosonmagyaróvár Kompr. áll.	41 572	
117	FGSZ Zrt. Beregdaróc Komp. áll.	35 378	
121	FGSZ Zrt. Városföldi Kompr. áll.	14 439	
119	FGSZ Zrt. Nemesbikk Kompr. áll.	996	
120	FGSZ Zrt. Hajdúszoboszló Kompr. áll.	764	
	Földgázszállítás összesen	**93 149**	5,4%
131	MOL Rt. Dunai Finomító	1 452 219	
127	MOL Rt. Algyo Technológiai Ipartelep	78 933	
130	MOL Rt. Zalai Finomító	30 820	
128	MOL Rt. KTD. Szanki Földgázüzem-Dúsító	20 479	
124	MOL Rt. Rt. Tiszai Finomító	18 893	
129	MOL Rt. Algyo C kazánház	17 474	
	Kőolaj finomítás és földgáz dúsítás összesen	**1 618 818**	94,2%
	Magyar Kőolaj és földgázipar mindösszesen	**1 718 331**	100%

kérdéssel, az esetleges kvóták beszerzési áraival, illetve a meglévő berendezéseik, gépeik korszerűsítéseivel, lecserélésével. Az egyetlen probléma, hogy jelenleg ezek a biogáz üzemeknek nincs olyan lehetőségük, hogy az általuk elért kibocsátás-megtakarítást reálisan piacra tudják vinni. Hasonlóan hiányzik a hazai rendszerből egy „green certificate" tanúsítás, mely elő tudná segíteni a megújuló források minél szélesebb körű felhasználását. Mivel jelenleg a megújulók (beleértve a biogázt) piaci ára nem versenyképes, ezért részarányuk növeléséhez pozitív (pl. pénzügyi támogatás), vagy negatív (pl. az energiafelhasználás minimális megújuló forrásra épülő szintjének előírása) piaci szabályozó mechanizmusokat kell beépíteni. Az EU kvótakereskedelemi rendszere is ennek az utóbbi módnak (végfelhasználói bírságolás) a megvalósításával kívánja elérni a kibocsátott üvegház-hatást okozó gázok mennyiségének csökkentését.

A megújuló energiaforrások ösztönzése és a klímavédelmi célok elérése jelenleg két eltérő ágon fut. Egyelőre nem láthatóak olyan jelek, mely alapján a 3×20-as célok közül kettő, vagy mind a három összekapcsolásra kerülhetne. A kibocsátó forrásoknak a jövő évtől kezdődően egyre növekvő mértékben meg kell majd vásárolniuk a kvótájuk egy részét, ami újabb költségeket fog generálni. Ennek bizonyos mértékű ellensúlyozását képviselhetné egy biogáz alapú „green certificate" rendszer, melyben az adott ipari üzem megvásárolhatná a biogáz üzem által termelt biometánt. A gázt a földgázhálózatba táplálva a magyar földgázrendszer másik pontján (exit) kivehetné az adott felhasználó (nem feltétlenül fizikailag). Bizonyos kötelezően megvásárolandó kvótamennyiségek esetén elképzelhetővé válik egy olyan kvóta egységár, mely esetén még állami piaci támogatás nélkül is megérné zöld gázt vásárolnia az üzemnek. Ennek vizsgálata komoly gazdasági elemzéseket követel, mely nem témája jelen írásnak. Azonban igen világosan látható, hogy ez nem a következő évek története lesz Magyarországon.

További problémát jelent, hogy bár a jogszabályi környezet – a részletes előírások még nem készültek el – lehetőséget ad a biogázok együttműködő földgázhálózati betáplálására, de ilyen projekt ennek ellenére még a mai napig sem valósult meg az országban. A biogáz üzemek részéről folyamatos az érdeklődés, de az engedélyezési környezet tisztázatlansága és a pénzügyi támogatások hiánya nem teszi rentábilissá a beruházást. A biogáz inkább jelent ma még környezetvédelmi, mintsem energetikai kérdést.

Összegzés

A cikkben sajátos szemszögből közelítve vizsgálatra kerültek a biogáz üzemek elsősorban a szén-dioxid kvótákhoz köthetően. A biometán a földgáz minőségével megegyező megújuló energiaforrásnak tekinthető, éppen ezért akár CHP egységekben hasznosítják, vagy a földgázhálózatok keresztül szállítják a felhasználás helyére (nem feltétlenül fizikailag a molekulákat), tulajdonképpen egy kibocsátás-semleges energiahordozó kerül hasznosításra. Ilyen értelmezésben érdemes lehet szerepét a jövőbeli kibocsátás-kereskedelem szempontjából is vizsgálni. Az EU ETS 3. fázisa 2013. január 1-jén lépett életbe. Ettől kezdődően az ingyenes kvóták helyét fokozatosan növekvő mértékben a kibocsátási egységek árverése fogja követni. Mivel e közben az éves maximális kvóta egységek 1,74%-kal minden évben csökkenni fognak, egyre erősödő árfolyamokra kell számítani.

Elméleti vizsgálatra kerültek továbbá a hazai CHP egységekkel rendelkező biogáz üzemek által termelhető biometán mennyiségek. A jelenlegi biogáz-üzem szám mellett az éves földgázmennyiségnek csupán 0,35-0,51%-a kerül biometán formájában megtermelésre, ami teljes egészében áram- és hőtermelésre kerül. Az elméleti biometán alapján kiszámításra került a biogáz üzemek szén-dioxid kibocsátása, valamint az az eset is modellezve lett, ha az üzemekben előállított biometán a természetben keletkezne, és annak metán tartalma közvetlenül terhelné a légkört. Az ilyen módon feltételezhető „megtakarítás" Magyarország 2009-es szintű szén-dioxid kibocsátásának kb. 3%-át teszi ki. Kigyűjtésre kerületek továbbá az EU adatbázisából a magyarországi, kibocsátás kereskedelem hatálya alá tartozó földgáztároló, földgázszállító, kőolaj finomító és földgáz dúsító üzemegységek kibocsátott mennyiségei 2011 évre vonatkozóan. Az iparágat érintő kibocsátás döntő többségét (>90%) a kőolaj finomítás tette ki.

Az EU ETS jövő évtől felmenő rendszerben életbe lépő újabb fázisa egyre jobban ösztönözni fogja a kibocsátó létesítményeket a kvóták csökkentésére, illetve egyéb módon történő pénzügyi kiváltásukra. Erre kínálhat lehetőséget a biogázok „zöld gázként" történő értékesítésével elérhető hasznon, mely elgondolás az utóbbi években feledésbe merült a kormányzat oldaláról. A növekvő kibocsátási kvóta árak mellett akár még támogatás nélkül is életképessé válhat. Ehhez viszont a biometán földgázhálózati betáplálásának tényleges megvalósulása is szükséges Magyarországon.

Köszönetnyilvánítás

Jelen szakmai cikk a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósulhatott meg.

Irodalom

[1] 13/2008. (I.30.) Korm. rendelet a 2008-2012 közötti időszakra vonatkozó Nemzeti Kiosztási terv kihirdetéséről, valamint a kibocsátási egységek kiosztásának részletes szabályairól
[2] 2003/87/EK irányelve az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei Közösségen belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról és a 96/61/EK tanácsi irányelv módosításáról
[3] 77/2011. (X. 14.) OGY határozat a Nemzeti Energiastratégiáról
[4] Csete, J., Szunyog I.: A biogáz-alkalmazások elterjedése előtt álló akadályok és korlátok Magyarországon, 2011-ben; Magyar Energetika, 2011/5. ISSN 1216-8599 (pp. 40-44)
[5] Európai Bizottság: Az EU kibocsátáskereskedelmi rendszere; 2009. ISBN 978-92-79-13404-3
[6] European Union Transaction Log, http://ec.europa.eu/environment/ets/
[7] Horánszky, B.: Az emisszió kereskedelem alapjai, oktatási segédanyag; Miskolci Egyetem Kőolaj és Földgáz Intézet, 2012.02., http://www.gas.uni-miskolc.hu
[8] International Energy Agency: CO2 emissions from fuel combustion, Highlights; IEA Statistics, 2011 Edition, ISBN 978-92-64-102835
[9] International Energy Agency: World Energy Outlook, OECD/IEA, 2008. ISBN 978-92-64-04560-6
[10] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium: Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, 2010-2020, A 2020-ig terjedő megújuló energiahordozó felhasználás alakulásáról (2010. december)
[11] Tihanyi L., Szunyog I.: A magyarországi szén-dioxid kibocsátás trendjeinek vizsgálata a nemzeti energiahatékonysági célkitűzések tükrében; Magyar Energetika, 2012/3. ISSN 1216-8599 (pp. 24-28)

A földgáz aranykorának első évei

A nemzetközi földgázpiac alakulása az elmúlt három évben, két gazdasági és pénzügyi válság között.

Molnár Gábor
gázipari szakértő, gbmolnar@freemail.hu

A Nemzetközi Gáz Egyesülés (IGU), a világ földgáziparának legnagyobb jelentőségű és legtöbb tagot tömörítő világszervezetének 2009. évben, Argentínában tartott konferenciáján hangzott el először, hogy a XXI. század a földgáz aranykora lesz. A világ legjelentősebb energetikai vállalatai, meghatározó nemzetközi, független gázipari szervezetek és szakemberek egybehangzóan fogalmazták meg három évvel ezelőtt a következő megállapítást. Az energetikai ipar műszaki-technikai fejlődése, és ezen belül a földgázipar kutatási, termelési eredményei, a tudatos és környezetbarát energiafelhasználás, a világ hosszú távú fenntarthatóságára irányuló törekvések és nem utolsó sorban a földgáz kétségtelen versenyelőnye más fosszilis energiahordozókkal szemben, együttesen fogják eredményezni, hogy a földgáz világméretű térhódítása tovább növekedik és részaránya az elsődleges energiaforrások és felhasználás tekintetében kiemelt jelentőségű lesz. Az IGU 2009. évi gázkonferenciája abban az évben zajlott le, amikor 1981. év óta először csökkent a világ energia felhasználása a 2008-2009. években a világban kialakult gazdasági és pénzügyi válság következtében. Nagy ellentmondások és bizonytalanságok jellemezték az akkori nemzetközi gázipari előrejelzéseket. Jelenleg is a gazdasági visszaesés, az EU régió pénzügyi problémái foglalkoztatják az elemzőket, hiszen egy újabb válságot kell átvészelni. Hogyan hat ki ez a gazdasági környezet a földgázpiacokra? Milyenek napjaink kilátásai? Változtak-e az egyes szakértői megítélések a földgáz jövőbeli szerepét illetően? Számos izgalmas és nehéz kérdés, amelyre tanulságos lenne választ kapni és bíztatást adni a jövőre vonatkozóan. A következő sorokban erre vállalkozunk.

A Nemzetközi Energetikai Ügynökség (IEA) évente megjelentetett összefoglalói alapján ebben az írásban visszaidézzük a három évvel ezelőtti előrejelzéseket és összehasonlítjuk azokat a legfrissebb információkkal. Megvizsgáljuk, hogy milyen hatással vannak az előrejelzésekre a világ és ezen belül Európa pénzügyi- gazdasági válságának történései, valamint a földgázáraknak a nemzeti fogyasztói piacokon tapasztalt jelentős emelkedése. Írásunkban kitérünk arra is, hogy a világ földgáziparának aktualitásai alapján milyen következtetések vonhatók le a magyarországi földgázpiac szereplői, de mind ezek előtt a hazai földgázfelhasználók számára.

*

The author undertakes to compare the World Energy Outlooks issued by the International Gas Union in the three past years. He proposes to highlight the uncertainty of predictions and all factors that affect the global natural gas market outlook. Currently, analysts are preoccupied with the economic downturn and the financial problems in the EU region. How will this economic environment affect natural gas markets? What are the prospects? Have the experts' views changed regarding the future role of natural gas? Numerous interesting and difficult questions which need answers and may provide encouragement for the future. The author aims to give these answers in the following article.

* * *

Hogyan látták a szakértők a világ földgázpiacának kilátásait 2009-ben?

Először is 2010. évtől gazdasági növekedést tételeztek fel azzal a kiegészítéssel, hogy az erősen növekedő fogyasztói földgázigényeket befolyásolhatja az alacsony szénalapú technológiák előtérbe kerülésének sebessége, amely ellentételezheti a földgáz vitathatatlan környezetvédelmi előnyeit más energia hordozókkal szemben. A földgáz igényeket egyedüli és meghatározó módon a villamos energia iparnak a földgáz tüzelőanyagként történő felhasználása tarthatja a növekedési pályán. A földgáz fogyasztásának jövőbeli alakulását azonban három, nagyon hangsúlyosan bizonytalan tényező befolyásolja: a gazdasági növekedés, a gázárak és a kormányzati politikák. A földgáznak, mint tüzelőanyagnak a részesedése a villamos energia termelésében nagyon meghatározó, de jelentős mértékű ár érzékeny szerepe van más tüzelőanyagokkal szemben. Az IEA akkori, 2009. évben készített előrejelzése szerint feltételezve, hogy a kormányzati politikai intézkedések minimális mértékben fogják befolyásolni a gázigényeket, közép- és hosszútávon évente átlagosan 1,5%-os növekedéssel a 2007. évi 3049 Mrd m^3-ről, 4313 Mrd m^3-re növekedhet a világ összes gázfogyasztása. Ez azt is jelenti, hogy a világ energia felhasználásában a földgáz részaránya 20,9%-ról 23 év alatt 21,2%-ra emelkedhet, amely nem jelentős áttörés a teljes energia mérlegben. A növekedés 80%-át a nem OECD országok növekedő gázigényei okozzák.

Az IEA hangsúlyozta, hogy jelentős kormányzati intézkedések hiányában a világ földgázigényeire a világgazdaság recessziójának befejeződését követően 2010-től kezdődően egy lassú, kismértékű növekedés lesz jellemző. Ennek mértéke azonban jóval alatta marad az évi átlagos 2,6%-os növekedési ütemnek, amely 1980 és 2007 között jellemezte a gázigények gyors növekedését.

Az egyes régiónként az eltérő mértékű tendenciák folytatódását prognosztizálták, csak alacsonyabb szintű növekedéssel, míg az USA-ban a gázigények stagnálására számítottak. Az érett piacokon, így Európában ás Dél-Amerikában a növekedési ütem az átlag alatti, míg Ázsiában az átlagot jóval meghaladó, 3,8%-os emelkedését becsülték. Arra számítottak, hogy a villamos energiatermelés marad a fogyasztói szektorok vezetője a legtöbb régióban, hiszen a becsült igénynövekedés 45%-át képviseli. Hangsúlyozta az IEA, hogy a földgáz marad a legversenyképesebb tüzelőanyag a villamos energiatermelő erőművek számára, annak ellenére, hogy a földgáz árak hosszú távú növekedésével számoltak és a megújuló energia bázisú áramtermelő technológiák látványosan növekednek. Különösen igaz ez a prognózis a magas hatékonyságú kombinált ciklusú gázturbinák használatára és a közepes terhelésű áramtermelésre. Európában pedig az EU emisszió kereskedelmi rendszerének magas széndioxid szankciói növelik a földgáz versenyképességét a szénnel szemben a villamos energia és a nehézipar számára. A nemzetközi szakemberek számára sem meglepő a szoros kapcsolat a gázárak és az igények között. Az IEA árérzékenységi vizsgálata szerint 2030-ig becsült átlagos 1,5%-os igénynövekedést 1,3%-ra mérsékelhetik a magas és 1,8%-ra növelhetik az alacsonyabb gázárak. Ez az árérzékenység a világ földgázigényeit 4123-4588 Mrd m^3-os sávban mozgathatja, amely jelentős bizonytalanságot hordoz. A vizsgált időszakban az európai gázigények a világ átlagtól elmaradó mértékben, évi 0,8%-al 544 Mrd m^3-ről az IEA szerint 2030-ig 651 Mrd m^3-re növekedhetnek. Az 1. táblázat táblázat részletesen bemutatja a 2009-ben készített földgázpiaci előrejelzés főbb eredményeit. Az IEA energetikai kitekintései 2008 óta rendszeresen tartalmaznak egy ún. 450-es forgatókönyvet is. Ez az opcionális prognózis azon a célkitűzésen alapul, hogy az energetikai ipar CO_2 kibocsátásának csökkentése révén a Földet körülvevő légkörben lévő CO_2 450 ppm-el, azaz egy millió tonna CO_2 egyenértékekként 450 CO_2 egyenértékkel csökkenjen 2030-ig. Ezzel 2 Celsius fokkal csökkenthető a globális felmelegedés üteme.

Ez a 450-es forgatókönyv alapvetően a kormányzati intézkedések hatékonyságát próbálja bemutatni. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának megfékezése jelentősen befolyásolhatja a vizsgált időszakban a jövőbeli gázigénye-

1. táblázat. A világ elsődleges földgázigénye régiónként Me: Mrd m^3

Régió/ Évek	1980	2007	2015	2020	2025	2030	Növekedés
OECD	958	1527	1555	1636	1690	1761	0,6%
Észak-Amerika	659	813	818	841	863	892	0,4%
- Kanada	56	96	104	112	122	133	1,4%
- USA	581	655	635	635	639	649	-0,1%
Európa	264	544	552	590	617	651	0,8%
Csendes-Óceán	35	170	185	205	210	218	1,1%
- Japán	25	100	102	103	105	111	0,4%
Nem OECD régió	559	1523	1840	2042	2307	2553	2,4%
Eurázsia	438	682	699	711	753	787	0,6%
- Oroszország	n.a.	453	454	460	486	500	0,4%
Ázsia	36	319	460	548	648	748	3,8%
- Kína	14	73	142	176	210	242	5,3%
- India	1	39	78	94	113	132	5,4%
Közép-Kelet	36	294	380	446	519	602	3,2%
Afrika	14	101	143	163	181	187	2,7%
Dél-Amerika	36	127	158	174	206	229	2,6%
- Brazília	1	21	35	39	44	50	3,8%
A világ összesen	1517	3049	3395	3678	3996	4313	2,5%
Európai Unió	n.a.	526	532	564	589	619	0,7%

Forrás: IEA - World Energy Outlook 2009

ket. A 2009. évi kitekintésben a nemzetközi konszenzus abban összegezhető, hogy miközben az energia megtakarítást, az energia felhasználás hatékonyságának javítását ösztönző intézkedések és az alacsony széndioxid kibocsátású technológiák csökkentik a földgáz igényeket, addig ezt a visszaesést jobban kompenzálja a földgáz kedvezőbb versenyképessége más tüzelőanyagokkal szemben. Ennek eredményeként bár a földgáz is fosszilis energiahordozó, de a következő két évtizedben nem veszít piaci részesedést.

A fenti táblázatban szereplő adatokhoz viszonyítva a 2009. évi kitekintésben a világméretű földgáz igények a 450-es forgatókönyv szerint 17%-kal alacsonyabbak. Ezen belül az OECD régióban a 2030-ra jósolt gázigények gyakorlatilag megegyeznek a 2007. évi fogyasztással. Ugyanez a jövőkép rajzolható fel az európai igények alakulására is. Ennek a forgatókönyvnek csak egy részleges megvalósulása is olyan üzenetet hordoz a világ gázipara számára, hogy az előrejelzések példátlanul bizonytalanok! Az európai régióban ugyanis az alap forgatókönyv szerinti több mint 100 Mrd m^3-es igénynövekedés nem tekinthető biztosnak és számos körülmény befolyásolhatja annak mértékét. Ennek tudatában szükséges mérlegelni a piacfejlesztő beruházásokat és azok megtérülését. Nem véletlenül hangsúlyozzák a szakemberek a peremfeltételek között, hogy a kormányzati intézkedésekben nem számítanak földrengésszerű változásokra. Ezen a területen ugyanis a nemzeti kormányok alapvetően tudnának beavatkozni a piaci folyamatokba és a fogyasztói igények megváltoztatásába. Közgazdasági eszközökkel, mint az adókkal és támogatásokkal, szabályozási eszközökkel, mint a szabványokkal, szabályzatokkal, címkézéssel, vagy árellenőrzéssel és közvetlen beavatkozásokkal, mint az energetikai társaságok tulajdonlásának befolyásolásával. Fentiekre tekintettel a globális hosszú távú előrejelzések készítésénél ezeket a kormányzati hatásokat célszerű figyelmen kívül tekinteni. Érdemes megemlíteni a világ földgáz készletét a fenti megállapítások fényében. A 2009. évi IEA jelentés szerint a bizonyított készletek 2008. év végén 180 000 Mrd m^3-t tesznek ki, amely a 2030-ig terjedő időszak gázigényeit többszörösen fedezi. Nagyon figyelemre méltó, hogy ezen belül a nem hagyományos készleteket akkor még csak 4%-ra becsülték.

Nézzük meg a következőkben, hogyan változott a nemzetközi szakmai vélemény a vizsgált jövőbeli időszak földgázigényeinek alakulásáról.

Az IEA 2010. évi energia kitekintésének főbb megállapításai

A nemzetközi szakértők 2010-ben már a lecsengőben lévő gazdasági és pénzügyi válságnak a világ energetikájára gyakorolt hatásait összegezhették. Az összkép lehangoló volt, mert növekedő bizonytalanság és felfordulás jellemezte az energetikai piacokat, amelyben a nemzeti kormányoknak reagálni kellett a klímaváltozás és az energia biztonság kettős kihívására. Az ENSZ 2009. év decemberében Koppenhágában tartott klímaváltozási konferenciája mérföldkőnek volt tekinthető, ahol jelentős előrelépések történtek a fenntartható energetika felé vezető úton.

A nemzeti kormányok sorra jelentették be azokat a politikai elkötelezettségeiket és terveiket, amelyek, ha megvalósulnak, tényleges hatással lehetnek az energia igényekre és a CO_2 kibocsátás csökkentésére. Ezek a jelentős fejlemények befolyásolhatták az IEA szakértőit is és az előző évben kialakított álláspontjukat felülvizsgálva és megváltoztatva, a 2010. évi kitekintésben készítettek egy új forgatókönyvet, melyet az elmúlt évivel párhuzamosan mutattak be. Továbbá az előrejelzési időszakot 23 évről 25-re növelték és 2035-ig készítettek prognózisokat. A szakértők kétségeiket azonban kinyilvánították a politikai elkötelezettségek megvalósításában. Úgy látták, hogy még ha be is következnek az ígért intézkedések, sokkal többet kell tenni annak érdekében, hogy az átalakulás elég gyors legyen. 2010-ben vált egyértelművé, hogy Kína és India által fémjelzett feltörekvő gazdaságok energia igényei világméretű növekedést okozhatnak. A szakértők úgy fogalmaztak, hogy Kína bevezeti a nemzetközi gázipart a földgáz aranykorába. Véleményük szerint a földgáz központi szerepet fog betölteni az elkövetkező 25 évben a világ energia igényeinek kielégítésében. Az előző évi előrejelzés számértékeit viszont lefelé korrigálták és éves átlagban 1,4%-os növekedést láttak reálisnak. Figyelemre méltó azonban, hogy a 2009. évben készített évi 5,3%-os előrejelzéshez képest Kínában 6,0%-os éves átlagot jeleztek. A fogyasztói szektorok megítélésében változást nem hozott ez a prognózis, de megemlített két gyorsan növekedő területet. Az egyik a cseppfolyós földgáz (LNG) előállítása, ahol a földgáz alapanyagnak tekinthető, míg a másik fogyasztói terület a közúti szállítás üzemanyagának számító nagy nyomáson tömörített földgáz (CNG). Ez utóbbiban a nehéz gépjárművek gázüzeműre állítása várhatóan előtérbe kerül a személygépkocsikkal szemben, mert a CNG töltőállomások hálózatának kialakítása jelentős költségtöbblettel jár.

A földgáz készletek tekintetében a 2010. évi kitekintés újabb információkat nem tartalmazott. Itt azért jegyezzünk meg egy igen fontos adatot. A kitekintésben szereplő több mint 184 000 Milliárd m^3-es bizonyított földgáz készlet közel a duplája annak, amit a világ a földgáz készletekről 20 évvel ezelőtt ismert. Ez az adat rávilágít arra a sokat emlegetett kérdésre, hogy meddig áll rendelkezésre a földgáz a világ számára és egyáltalán szabad-e erre a kérdésre egyértelmű választ adni. Hiszen minden újabb műszaki-technikai fejlesztéssel előbbre jutnak a kutatási szakemberek és folyamatosan hangsúlyozzák, hogy az információk az adott műszaki tudományos-technikai ismeretek birtokában értékelhetőek és folyamatosan korrekcióra szorulnak. Ezt a kommunikációt láthatjuk a nem hagyományos készletek terén is, ahol tudja a világ szakmai közössége, hogy léteznek ilyen földgáz készletek, de nagyságrendjük becslésére kevés pontos és hiteles információ áll rendelkezésre.

Milyen súlyponti változások tapasztalhatóak a 2011. évi kitekintésben?

Ez a jelentés alaposabban megvizsgálta azokat a tényezőket, amelyek a földgázt valóban a következő évtizedek kiemelkedő energia hordozójává fogják tenni és létrejöhet a földgáz aranykora. Részletesen meghatározták a kitekintésben azokat a módszertani kereteket és feltételezéseket, amelyek alátámasztják ezt a forgatókönyvet. Feltűnő ennek a kitekintésnek az optimizmusa a földgáz kedvező jövőbeli szerepét illetően más energiahordozók megítélésével, főleg a szénnel és az atomenergiával szemben. Ne felejtsük el, hogy a kitekintést a fukushimai katasztrófa után készítették. A földgáz pozitív megítélésének az alapjait a mérsékeltebb atomenergia felhasználásra, a markánsan növekedő nem hagyományos földgáz termelésére és az alacsonyabb földgáz árak prognózisára alapozták.

A kilátásokat pozitívan befolyásolták továbbá a nem hagyományos földgáz készletekről napvilágra jutott hírek is, amelyek szerint legalább akkora a világ

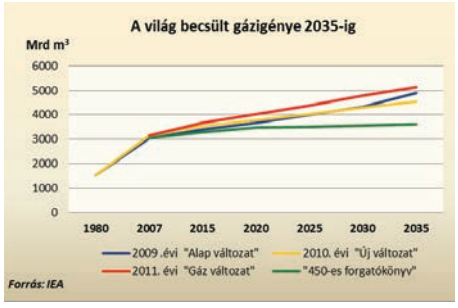
nem hagyományos földgáz készlete, mint a hagyományos földgáz felhalmozódásoké. Továbbá feltűnő a 2011. évi jelentésben, hogy nagyobb a bizalom a kormányzati politikák hatékonysága és megvalósulásuk realitása iránt, szemben az előző évek ilyen jellegű óvatos megítélésével. Mintha a nemzetközi szakértőket meggyőzték volna az egyre növekedő megnyilvánulások a globális felmelegedés megakadályozására és az ezekkel párhuzamosan folyamatosan erősödő politikai elkötelezettség a CO_2 kibocsátás csökkentése érdekében.

Ennek eredményeként az ún. 450-es forgatókönyvet is tovább fejlesztették. Tekintettel a japán atomerőművet sújtó katasztrófát követően várható biztonságpolitikai döntésekre, az atomenergia csökkenő felhasználásával számoltak. Ennek következtében a legveszélyesebbnek ítélt atomerőművek leállítása miatt kieső villamos energia termelést gáztüzelésű erőművekkel fogják pótolni, amely viszont növeli a CO_2 kibocsátást. Ennek ellensúlyozására a kormányzatoknak szigorúbb emisszió csökkentő intézkedéseket kell bevezetni annak érdekében, hogy a kívánt célt, azaz a globális hőmérsékletemelkedést 2030-ig maximum 2 °C-ra mérsékeljék. További érdekesség a 2011. évi kitekintésben a földgáz üzemanyagcélú felhasználásának részletesebb prognózisa is. Az IEA adatai szerint az elmúlt évben közel 12 millió gépjármű 20 Milliárd m^3 földgázt használt fel, amely igen alacsony érték, hiszen a világ motorikus üzemanyag fogyasztásának ez kevesebb, mint 1%-a. Míg a 2010. évi kitekintésben 30 millió CNG felhasználású gépjárművet prognosztizáltak 2035-re, addig a 2011. jelentés már 70 millió darab gázüzemű gépjárművel számolt, amelyek együttes éves felhasználása 2035-ben már meghaladhatja a 100 Milliárd m^3-t.

A nemzetközi szakértők szerint Kína a legfontosabb ország, amely a legnagyobb hatással formálhatja a világ energetikai piacait. Kínában pedig a 2011 márciusában elfogadott 5 éves gazdasági terv egyértelműen a földgázt jelölte meg a növekedő energia igények preferált forrásaként. A világ földgázigény növekedésének 30%-át a kínai gázpiac rohamos növekedése okozza. Miközben a 2009-ben készített előrejelzésben a kínai piaci növekedést éves átlagban 5,3%-ra becsülték, addig 2011-es előrejelzésben már ez a növekedési mutató 7,7%! Csak az ázsiai hosszú távú igények átértékelése a világ összesített igényeit több mint 300 Milliárd m^3-el növelte.

A drámai változás hátterét azzal magyarázták, hogy Kínában olyan mértékben fog megnőni a szén ára, amely a villamos energiatermelésben a tüzelőanyag választást a földgáz javára dönti el. Ez a markáns és nagy jelentőségű preferencia változás Kínában azonban nem jár együtt az elsődleges energia felhasználás növekedésével, mert a hatékonyság a földgáztüzeléssel jelentősen nőni fog. Hasonló, de kisebb mértékű arány eltolódást figyeltek meg Dél-Amerikában is, míg az USA-ban a földgáz árának várható csökkenése fordítja a figyelmet a földgáz felhasználásra. Az USA-ban a hazai termelés 60%-át már a nem hagyományos készletek termelése teszi ki, amely nagyon kényelmes ellátási helyzetet és kínálati piacot teremt az amerikai fogyasztók számára.

Összességében a világ földgáz igényeit a 2011. évi kitekintés közel 600 Milliárd m^3-el magasabbra becsüli az egy évvel azelőtti előrejelzésnél.



Az alábbi ábrán nyomon követhető a 2009. évben, majd a 2010-ben, majd a 2011. évben készített három prognózis és a 450-es jelű forgatókönyv is. A bizonyított földgáz készleteket is tovább pontosították, amely így 2010. év végén 190 000 Milliárd m^3-t tehet ki, míg a hasznosítható készletek ennek a duplájára becsülhetőek, amelynek a fele már nem hagyományos felhalmozódás.

Arany szabályok a földgáz aranykorához – az IEA 2012. évi előzetes kitekintése

Az IEA által 2012. év májusában közzétett előzetes energiapiaci kitekintés középpontjában a nem hagyományos földgáz kutatásának és termelésének kérdései állnak. A földgáz belépett ugyan az aranykorba, de ez a kritikus jövő attól függ, hogy sikerül-e a hatalmas nem hagyományos készleteket környezeti kockázatok nélkül leművelni. Az idei jelentés egyenlő súllyal igyekszik kezelni a környezetvédelmi és társadalmi aggodalmakat és törekvéseket. Az un. arany szabályok elnevezésű javaslatot úgy definiálták, amely a legjobban kivitelezhető szabályokkal egy társadalmi engedélyt biztosít a termelésre, míg ennek ellenpárja szerint a nem hagyományos gáz olyan akadály, amelyet túl nehéz legyőzni. A nemzetközi szakemberek ebben a jelentésben kidolgoztak egy Arany Szabályok elnevezésű csomagot, amely olyan elveket tartalmaz, amelyek lehetővé teszik a politikai döntéshozóknak, szabályozó hatóságoknak, földgáz termelőknek, hogy kiemelten foglalkozzanak a környezetvédelmi és társadalmi hatásokkal. A jelentés kitér arra, hogy a szabályok alkalmazásának feltételei adottak, amelyek lehetővé teszik a nem hagyományos földgáz források beállítását az ellátásba és elősegítik a földgáz világméretű térhódítását, amely a világ energetikai piacára is messzemenő következményekkel jár.

A javaslat aláhúzza, hogy a környezetvédelmi hatások és elkötelezettségek teljes átláthatósága, mérése és felügyelete szükséges, amelyek a helyi közösségek számára létfontosságúak. Azt sem hallgatja el a tanulmány, hogy ezeknek az arany szabályoknak az alkalmazása legalább 7%-al fogja növelni a kitermelés teljes költségét. Ezzel együtt a nem hagyományos gáztermelés részaránya a jelenlegi világméretű földgáztermeléshez viszonyított 14%-ról 2035-ben 35%-ra várható. Elsődlegesen a palagáz termelésnek köszönhetően a mai mintegy 500 Milliárd m^3-es mennyiség 2035-re 1600 Milliárd m^3-re növekedhet. A növekedés nagyobb üteme azonban 2020 után várható, mert időre van szükség és nem utolsó sorban hatalmas tőkebefektetésekre, amelyet a tanulmány közel 3000 Milliárd USD-ra becsül.

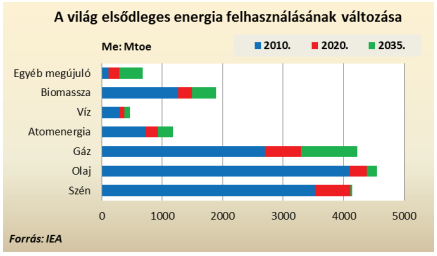
Az Arany Szabályok a következő elveket tartalmazzák:

- A teljes kutatási, feltárási, termelési folyamat során az adatok mérése, rögzítése és közzététele szükséges. Környezetvédelmi határértékek meghatározása minden lényeges területen, úgy, mint használati víz, szennyvíz, emisszió, rétegrepesztő folyadékok stb.
- Figyelni kell a fúrás helyét, hogy a legjobb helyszín kiválasztásával minimálisra csökkenjen a környezeti kockázat, továbbá a hidraulikus rétegrepesztés ne terjedjen túl a gáztermelés geológiai formációján.
- El kell szigetelni a kutakat és megelőzni a szivárgásokat, hogy semmilyen károsodást ne szenvedjen a környezet.
- Felelősségteljes vízkezelést kell garantálni a helyi vízforrások megóvása érdekében.
- Minimalizálni kell a gázszivárgásokat, a fáklyázást és más szennyező-anyagok légkörbe jutását.
- A kitűzött cél a nagy tettekre való képesség igénye, hogy a teljes tevékenység során keressék a legjobb megoldásokat a kockázatok minimalizálására.
- Biztosítani kell a következetesen magas szintű környezetvédelmi tevékenységet.

Az IEA nemzetközi szakértői az elmúlt évi kitekintésük címét egy kérdésben fogalmazták meg. Belépünk a földgáz arany korába? A kérdés nem volt véletlen. Ahogy az előzőekben jeleztük, az igen feltűnő optimizmusa a 2011. évi kitekintésnek a szerzőkben is kételyeket támasztott. A legutóbbi jelentésben elismerik, hogy optimizmusukat négy pillérre alapozták. Nevezetesen a meghökkentően markáns ázsiai gázigények növekedésére, a közúti szállítás nagyobb földgáz-igényeire, az atomenergia termelési kapacitások lassúbb növekedésére és egy nagyon optimista földgázforrás növekedésre, amely elsősorban a nem hagyományos gáztermelés széleskörű bővülésével számol, relatíve alacsony költségszinten. A kérdőjel azonban tükrözte a folytonosan előbukkanó bizonytalanságot

a földgáz jövőjét illetően, amely a legnyilvánvalóbban a nem hagyományos gázkitermeléshez kapcsolódik.

A 2012. évi tanulmányt ezért ennek a kérdéskörnek az elemzésére szánták. A szakmabeliek jól ismerik, hogy a nem hagyományos gázok nagyon kötött, vagy alacsony áteresztőképességű kőzetek csapdájában vannak, ezért az onnan történő kinyerésük sokkal nagyobb erőfeszítésbe kerül, mint egy hagyományos tároló rétegből. Ezért nagyobb intenzitású fúrásra, erőteljesebb ipari tevékenységre, súlyosabb felszíni beavatkozásokra, vagy komoly hidraulikai rétegrepesztésre van szükség a földgáz felszínre juttatásához. Ezek a körülmények pedig növelik a környezeti veszélyeket, amelyek magával hordozzák a közvélemény aggodalmát. Ezért szükséges a bányavállalkozások számára előírt és a fentiekben részletezett magatartásbeli, működési és eljárási szabályok rögzítése és elfogadtatása. Szűkebb régiónkra, Európára vonatkoztatva az IEA szakemberei előzetesen érdemi nem hagyományos gáztermelési potenciált csak Lengyelországban jósolnak, ahol palagáz lelőhelyek vannak a Balti tenger déli részén, valamint kisebb nagyság rendben Franciaországban és Bulgáriában. Előrejelzésük szerint 2035-re 80 Milliárd m^3-es termelés valószínűsíthető az EU régióban. Ebből a kitekintésből megállapítható, hogy a világ primer energia felhasználása hogyan alakulhat a következő két évtizedben.



A következő ábrával kívánjuk szemléltetni, hogy a földgáz térhódítása töretlen marad és meghatározó, 25%-os részarányt érhet el 2035-ben. A 2020. évi adatok a 2010. évtől a 2020-ig évig tartó időszak növekményét, míg a 2035. évi értékek a 2020. évtől a 2035. évig tartó időszak energia igényének növekményét mutatják be. Ezzel az ábrával igazolható az állítás, hogy a földgáz a 2010. évet követően valóban belépett az arany korába. Minden energiahordozóval szemben a földgáz vesz részt legnagyobb mértékben a világ energia igényének a kielégítésében. Az elsődleges energia felhasználás százalékos megoszlását 2010-ben, 2020-ban és 2035-ben – az oldal alján látható – három kördiagram szemlélteti.

Az ábrák tanulmányozásához egy gondolat mindenképpen kiemelést érdemel. A megújuló energiahordozók részaránya a jelenlegi 11%-ról 2020-ig csak további 1%-al, míg 2035-ben összesen 15%-ra emelkedik. Első látásra ezek nem biztató előrejelzések. Ne feledjük azonban, hogy a világ egyes régióinak társadalmi és műszaki-technikai fejlettsége és adottságai rendkívüli módon eltérőek. A megújuló energiák látszólagosan kismértékű növekedése abszolút értékben azonban számottevő, hiszen a jelenlegi közel 1500 Mtoe érték 2035-re megduplázódik. Mindeközben itt Európában, a 2020. évi célkitűzést, a 20%-os megújuló energia részarányt szeretnénk elérni. Ez sem lesz könnyű feladat.

Megállapítások és összegzések.

A földgáz jövőbeli szerepét befolyásoló tényezők egyik legérzékenyebb és legbizonytalanabb eleme a nem hagyományos készletek világméretű hasznosítása. A fentiekben taglalt sajátosságok nagyon körültekintő lépéseket követelnek ezen a területen a nem hagyományos gázkészleteknek az üzletileg is gazdaságos kitermeléséhez.

Az IEA által évente kiadott kitekintések összevetéséből jól kiolvasható, hogy a legtisztább fosszilis energiahordozónak, a földgáznak vannak olyan objektív, nem vitatható jellemzői, amelyek az egyre szigorúbb globális környezetvédelmi követelmények mellett egyre nagyobb versenyelőnyt jelentenek számára más energiahordozókkal szemben. A nyilvánvaló összefüggés a világgazdaság állapota és a földgázigények között azonban olyan külső működési körülményeket teremt a világ földgázipara számára, amelyben a puszta iparági teljesítmény önmagában nem elégséges. Amennyiben a jelenlegi gazdasági és pénzügyi válság, amely most elsősorban az energiában importfüggő Európát hosszú ideig sújtja, akkor annak negatív hatása lesz a földgázigényekre, mert mérsékelni fogja a keresletet. A piaci igények visszaesése túlkínálatot okoz, amely csökkenheti az árakat. A mérséklődő árbevételek és megtérülések visszahatnak a kutatás-termelés eredményeire és a tőkehiány akadályozhatja az üzemeltetést, az iparági beruházásokat, amely visszahat a régió földgáztermelési potenciáljára. Bízzunk abban, hogy a gazdasági válság nem tart sokáig az energetikai piacokon.

Az Európai Unió és ezen belül a magyarországi földgázfogyasztók számára megvonható az a kedvező megállapítás, hogy a földgázforrások a szükséges mértékben rendelkezésre állnak és az ellátás biztonsága hosszútávon garantálható. A régió egyre nagyobb csővezetéki kapacitásokkal rendelkezik, így a növekedő piaci igények kielégítése biztosított.

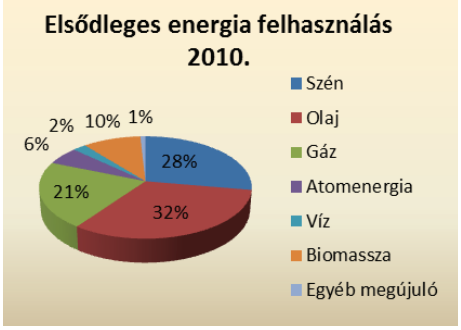
A hazai viszonyok az európai gyakorlattól és tapasztalatoktól annak ellenére sem térnek el, hogy a teljes piacnyitás után nem alakulhattak ki a piaci működés és a tiszta verseny feltételei. Az ipari földgázfelhasználás és a villamos energiatermelő erőművek gázfogyasztása drasztikusan csökkent az elmúlt években. A túlkínálat ellenére a piaci árak azonban nem nagyon változnak, mert a hatóságilag szabályozott rendszerhasználati díjak az üzemeltetési költségek emelkedése miatt időről időre növekednek és ellensúlyozzák az energiaárak versenypiacon elért esetleges csökkenését. A hazai fogyasztói árak alakulását továbbá az USD/Forint árfolyam alakulása is nagymértékben befolyásolja. A hazai fogyasztóknak így marad az a megnyugtató érzése, hogy a földgáz még nagyon sokáig rendelkezésre áll, biztos energiaforrást jelent és nem utolsó sorban a földgáz felhasználásával a legkevésbé károsítjuk környezetünket.

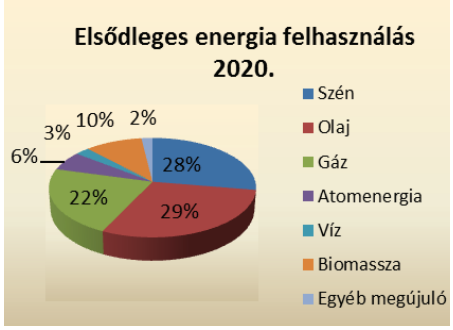
Köszönetnyilvánítás

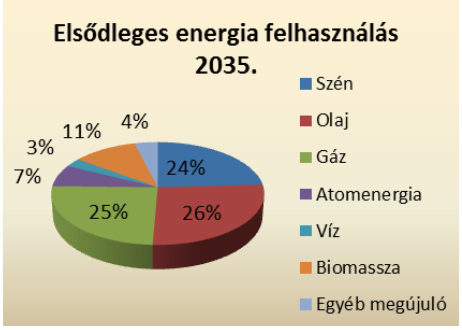
Jelen szakmai cikk a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósulhatott meg.

Forrásjegyzék

[1] Nemzetközi Energia Ügynökség: 2009.évi Energetikai Kitekintés
[2] Nemzetközi Energia Ügynökség: 2010.évi Energetikai Kitekintés
[3] Nemzetközi Energia Ügynökség: Beléptünk a földgáz aranykorába?
[4] Nemzetközi Energia Ügynökség: Arany szabályok a földgáz aranykorához







A 10%-os lakossági gázár csökkentés

Dr. Szilágyi Zsombor
gázipari szakértő, drszilagyizsombor@freemail.hu

A Kormány kihirdette, hogy 2013. január 1-jétől 10%-kal csökken a lakossági földgáz ár. Az intézkedéshez társult még a villamos áram és a távhő árának csökkentése is. Az árcsökkentéseknek nincsen semmilyen gazdasági alapja, de a következményei is csak hosszabb távon jelentkezhetnek. Az árváltozás körülményeit és a lehetséges következményeit tekinti át cikkünk.

*

The Hungarian government has announced that residential gas prices will be reduced by 10% from January 1, 2013. The measure also includes a reduction in the prices of electricity and district heating. These reductions have no economic background but its consequences will be only felt in the long run. The article proposes to give an overview of the circumstances of the reduction and its possible consequences.

* * *

A január 1-jétől érvényes lakossági gázárakat az illetékes miniszter rendelete gázelosztónként állapítja meg. A lakossági gázárak érvényesek a lakóközösségekre is. A lakossági fogyasztó a gázszolgáltató és az elosztó rendelkezésre állásáért éves alapdíjat fizet. A lakossági tarifák differenciáltak még attól függően is, hogy a felhasználó mennyi gázt fogyaszt évente. Az I. árkategóriát fizetik azok, akiknek 20 m^3/óránál kisebb teljesítményű gázmérőjük van, és évi 1200 m^3-nél kevesebbet fogyasztanak. A II. árkategória az összes többi lakossági fogyasztóra vonatkozik. Az árakat ÁFA és egyéb adók nélkül mutatjuk be.

I. árkategória árainak változása január 1-jétől

Az éves alapdíj az ország területén egységes, január 1-től 10%-kal csökkent, és most 11 076 Ft egy évre.

A ténylegesen átvett gázmennyiség után fizetendő gázdíjak az egyes elosztói engedélyesek területén kismértékben eltérőek, de január 1-jétől mintegy 10%-kal csökkentek. Az átlagos gázdíj 2,76 Ft/MJ, ami (34.2 MJ/m^3 fűtőértékű gázzal számolva) 94,45 Ft/m^3 árat jelent.

Az 1200 m^3 földgázt fogyasztó háztartásban az átlagos ár az alapdíjjal együtt így 103,68 Ft/m^3.

II. árkategória árainak változása január 1-jétől

Az alapdíj megegyezik az I. árkategóriával. A gázdíj ennél az árkategóriánál is csökkent január 1-től: mintegy 10%-kal, az elosztói engedélyesek területe szerint kissé differenciáltan. A II. árkategóriában 2000 m^3 gázfogyasztás esetén alapdíjjal együtt az átlagár 106,16 Ft/m^3.

Nézzük meg a hazai piacra kerülő földgáz árát. Az orosz import gáz többféle áron kerül a hazai kereskedőkhöz, az ár 419-431 dollár között volt, ezer köbméterenként januárban. Érkezik gáz a baumgarteni (CEGH) kereskedésből is, itt az átlagár az azonnali piacon januárban 336 dollár körül volt, ezer köbméterre. A hazai kereskedésben már jelen van a holland tőzsde (TTF) ára is, ennek jellemző értéke tavaly december átlagában 344 dollár volt. Ezek az árak a magyar határon a következők voltak:

orosz import: 92–95 Ft/m^3
CEGH: 74 Ft/m^3
TTF: 75 Ft/m^3

(Az átszámításoknál 291 Ft/euro és 220 Ft/USD árfolyamot használtunk.)

Az egyetemes szolgáltatók hatósági áron szerezhetnek be földgázt, kijelölt hazai földgáz kereskedőktől.

Az importból származó gázért 2013. első negyedévben 12,492 USD/GJ árat kell fizetni, ez 220 Ft/USD árfolyam mellett megfelel 80, 36 Ft/m^3 árnak. A hazai termelésből beszerzett gázért az egyetemes szolgáltató 42,8 Ft-ot fizet m^3-ként. Sajnos, a hazai termelésű földgáz mennyiség az országos igények negyedét elégíti ki. Mivel a hazai földgáztermelés döntő többsége a MOL-é, ez az árazás a MOL-t érinti első sorban. A január 1-jétől érvényes hatósági árszabályozások érintik a szállítási, elosztási és tárolási díjakat is. A szállítás teljesítményarányos díjeleme és mennyiségarányos része, a forgalmi díj nem emelkedett. Az egyetemes szolgáltató a szállítási díjból visszatérítést igényelhet, az értékesített földgáz után, ez kb. 6,8 Ft/m^3. Az elosztóhálózat használatáért az egyetemes szolgáltató és a kereskedő ugyancsak kéttarifás elosztási díjat fizet. Az egyetemes szolgáltatók részére az elosztási díj mindegyik eleme csökkent, kb 10%-kal. A nem egyetemes fogyasztók ellátására az elosztóhálózaton kiszolgált gázért az elosztási díjak január 1-jétől nem változtak. Az egyetemes szolgáltató a tervezett gázértékesítésének jelentős részét köteles föld alatti tárolóban elhelyezni, a fűtési időszakra. A tárolásért három komponensű díjat kell fizetni. A be- és kitárolási díj nem változott (betárolás: 33,17 Ft/GJ, kitárolás: 5,4 Ft/GJ). A tárolói kapacitásdíj az egyetemes szolgáltatók részére csökkent 10%-kal, a nem egyetemes szolgáltatásra jogosultak részére nem változott. Próbáljunk egy átlagos kalkulációt készíteni a különböző díjakból egy háztartási felhasználóra, 4 m^3/óra, illetve 80 m^3/nap kapacitás lekötéssel számolva:

(Ft/m^3)

	Éves 1200 m^3 fogyasztás		Éves 2000 m^3 fogyasztás	
Földgáz ára*	85,7		85,7	
Földgáz ára**		72,8		72,8
Szállítási díj	11,7	11,7	7,5	7,5
Elosztási díj	15	15	15	15
Tárolási díj	25,2	25,2	15,7	15,7
Összesen:	137,6	124,7	114,4	101,5
Felhasználó fizet:	**103,7**	**103,7**	**106,2**	**106,2**

* 60% átlagos orosz import ár+40% CEGH ár
** Egyetemes szolgáltató részére hatósági áron, 80% nem hazai termelésből+20% hazai termelésből

Nézzük meg, hogy drága-e nálunk a földgáz?

Az alábbi táblázatban néhány európai ország adatai szerepelnek: a magyar háztartásnak a földgáz európai átlag körüli árat jelent. Ha viszont az átlagkeresetekhez hasonlítjuk a gáz árát, akkor egyértelműen drága a földgáz. A 10%-os árcsökkentés ezen a helyzeten javít valamit.

Ország	1. Átlagkereset (Euro)	2. Földgáz ára (Eurocent/kWh)	Átlagkereset/ földgázár
Magyarország	437	4,65	94
Dánia	2140	10,15	211
Csehország	835	5,98	140
Nagy-Britannia	1752	4,62	379
Románia	325	2,81	115
Olaszország	1704	6,97	244
Franciaország	2200	6,08	362

A 2011. évi átlagkeresetek a Policy Solutions, és a lakossági földgáz árak az Enerdata-Global Energy & CO_2 Data szerint:

Megjegyezzük, hogy az EU keleti országaiban hatósági ár a lakossági gázár. Csak Magyarországon alacsonyabb a lakossági földgáz ára, mint a költsége.

Mi változik meg a háztartások esetében a gázár 10%-os csökkentésével?

A KSH 2010 évi adata szerint a lakások 17,3%-ban nincs jelen a földgáz, ezért a gázár csökkentés náluk nem lesz észlelhető. Sajnos, a lakásoknak ez a hányada növekvő tendenciát mutat.

A gázt használó háztartások legtöbbje biztosan észreveszi, hogy a gázszámla kisebb lesz. Reméljük, hogy a kisebb gázszámla nem csökkenti a törekvést a takarékosságra, ami takarékossági lépést eddig megtettünk a gázszámla miatt, azokat nem adjuk fel ezután sem.

A KSH 2010. évi adatai szerint a háztartások költségei között a vezetékes energia (áram és gáz) 12,7%-ot képvisel, szinte ugyanannyit, mint a közlekedés (11,1%). A háztartási energiaköltségek megoszlása a következő:

- fűtés és hűtés: 75%
- melegvíz előállítás: 11%
- főzés: 7%
- áramfogyasztás 7%

(adatok forrása: Nők Lapja, 2011.)

Ezek a költség arányok biztosan nem változnak meg.

Nem áll le a gázár csökkentés hatására az, hogy a háztartások jelentős része elindított egy beruházási programot a második tüzelőanyag használatára: kandallót, cserépkályhát, vegyes tüzelésű kazánt állítottak be, és a gázfűtés lehetőségét meghagyva fával és/vagy szénnel is fűtenek. Épp a napokban jelent meg a mátraaljai bánya híre a sajtóban, hogy gyorsan nő a lakosság lignit igénye, és a bánya a lakossági célú termelését duplázza. Most ne elemezzük azt, hogy jó beruházás-e a szén vagy fatüzelésre átállás, inkább arra emlékezzünk, hogy ez a tüzelőanyag légszennyezést is okoz. Télen, mozdulatlan légkör mellett a szmogriadókat legalább fele esetben a szén és fatüzeléssel a levegőbe került por okozza.

A lakások többsége régi építésű, hőszigetelése messze nem elégíti ki a mai követelményeket. Ugyanez áll fenn a nyílászárók esetében is. Ha a lakás hőszigetelését és a nyílászáró cserét elhatározza valaki, akkor legalább egy millió Ft költséggel számolhat, és ez a beruházás több, mint tíz év alatt térül meg. Ez a megtérülési idő most 10%-kal nő. A hőszigeteléshez és a nyílászáró cseréhez igénybe vehető állami támogatás csak pár száz lakást segít ki. Ugyancsak pár száz lakás vehette igénybe a fűtés korszerűsítési állami támogatást. Azt is tudhatjuk, hogy sok tízezer lakás tulajdonosa nem tudná előállítani a beruházás saját részét, tehát részükre közömbös, hogy hányan kaphatnak állami támogatást.

Ugyancsak 10%-kal nő a többi megújuló energiahordozó (napenergia, levegő- és földhő, szélenergia) használatra áttéréshez tartozó megtérülési idő is.

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium beszámolója szerint 2012. augusztus 31-én 3 millió 134 ezer lakossági gázfogyasztó volt az országban, ami 187 ezerrel kevesebb, mint a MEH adata a 2011. év végi földgázt használó háztartások száma. A két szám különbsége szinte hihetetlen, de tény, hogy a lakossági fogyasztók tömegei hagyják el a gázszolgáltatást részben a szén-, fatüzelésre átállás miatt, részben a ki nem fizetett gázszámlákat követő kikapcsolás miatt. Szintén a minisztérium számol be arról, hogy augusztus végén 882 ezer lakossági és 71 ezer nem lakossági gázfogyasztónak volt számla fizetési hátraléka, összesen 62 milliárd Ft. Ezen a rémítő helyzeten a 10%-os gázár csökkentés alig-alig változtat. Szintén a NFM beszámolója szerint 76 ezer háztartási és 7 ezer nem háztartási gázfogyasztó volt kikapcsolva 2012. augusztus 31-én, főleg nem fizetés, de kisebb részben gázlopás miatt. Több éves megfigyelések szerint ezeknek a fogyasztóknak legalább a fele nem tud visszatérni a gázszolgáltatásba. Ezeket a számokat sem mozgatja meg észrevehető mértékben a 10%-os gázár csökkentés.

Csökken az ország gázfelhasználása. Amíg 2008-ban 13,6 milliárd m^3 földgáz fogyott itthon, addig 2009-ben 11,2, 2010-ben 11,79, 2011-ben pedig 11,06 milliárd m^3. 2012-re 10,6 milliárd m^3 fogyasztást mutatnak az előzetes számítások. (Az adatok az FGSZ Zrt. beszámolóiból származnak.)

A csökkenő gázfogyasztás ugyanazon a szállító, elosztó, tároló rendszeren keresztül jut el a felhasználóhoz, amelynek a működési költségei részben függetlenek a forgalmazott gázmennyiségtől. A rendszerüzemeltetők joggal igénylik a rendszerhasználati díjak emelését, mindenek előtt a szükséges (és előírt) szolgáltatás biztonsága érdekében.

A 10%-os csökkentés érinti a földgáz szállító, elosztó és tároló társaságokat is, a lakossági célra szolgáló gázt 10%-kal olcsóbban fuvarozzák vagy tárolják. A kisebb rendszerhasználati árbevétel a rendszerüzemeltetőket a felújításokon, a karbantartáson megtakarításra kényszerítik, ami évek múlva súlyos műszaki következményeket jelenthetnek.

Nem az energetikai szakma feladata azt értékelni, hogy a 10%-os árcsökkentés milyen hatással lesz a 2014. évi választásokra.

Többletforrás a kvótabevételből a panelpályázatra

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium a tavaly év végi sikeres kvótaértékesítéseknek köszönhetően 4,56 milliárd forintos keretet biztosít újabb támogatások megítéléséhez a Zöld Beruházási Rendszer lezárt Panel II. pályázatán. A többletforrásból a korábban benyújtott, de miniszteri döntéssel még nem rendelkező pályázatok kaphatnak hozzájárulást panellakások felújításához, energetikai korszerűsítéséhez. Közlemény.

Az elbírálás gyorsítása mellett a minisztérium azzal is segíti a lakóközösségeket, hogy térítésmentes műszaki-gazdasági és pénzügyi tanácsadást nyújt számukra az Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. közreműködésével. A szakemberek átvizsgálják a beadott pályázatokat, és szükség estén javaslatot tesznek a műszaki és költségvetési módosításokra. Így a lakóközösség a legkisebb anyagi terhelés mellett a legnagyobb energia-megtakarítást érheti el.

A „ZBR Panel II." pályázati konstrukcióban már 352 pályázat rendelkezik miniszteri döntéssel. A mostanáig megítélt összesen 16,7 milliárd forint állami támogatás több mint 30 ezer lakás felújítását teszi lehetővé, és mintegy 50,1 milliárd forintnyi megrendelést biztosít a hazai építőiparnak. A felújítások közel 197 millió KWh/év energia-megtakarítást eredményeznek, és 45 tonna/év feletti mennyiséggel mérséklik a hazai szén-dioxid kibocsátást.

A támogatott beruházások megvalósításával csökkennek a nyertes háztartások rezsiterhei, a kivitelezési munkák megrendelésekhez juttatják a hazai vállalkozásokat. A fejlesztések hozzájárulnak Magyarország energiaimport-függőségének mérsékléséhez is.

(2013. február 14., Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Kommunikációs Főosztály)

Gyakorlati tapasztalatok az energiamanagement terén az iparban[1]

Hamza Attila
okl. villamosmérnök, ahamza@phoenixcontact.com

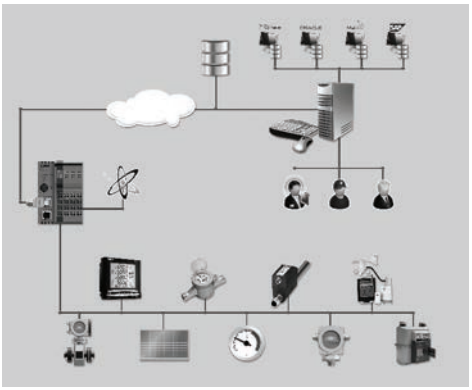
Minden tulajdonos és vállalatvezető érdeke, hogy a működésük során a lehető leghatékonyabban használják fel az energiát. Ezzel majdnem minden felelős személy tisztában is van. Tapasztalataink szerint sokan ennek ellenére sem, vagy csak nagyon nehezen vágnak bele egy energia management rendszer kiépítésébe. Sokan azt várják el, hogy az általunk kínált rendszer csökkentse az energia fogyasztást és mondjuk meg mennyi idő alatt térül meg a befektetés. Mi alapvetően egy mérő, monitorozó és kiértékelő rendszert kínálunk, mely nélkülözhetetlen a korrekt energia gazdálkodásban. Egy vezetőnek értenie kell, hogy ha egy szabályzási rendszerben – mint amilyen az energia management rendszer is – nem mérünk, akkor a beavatkozások hatása nem kontrollálható. Tehát energiát managelni csak egy megfelelő mérő, monitorozó és kiértékelő rendszer birtokában lehet. Előadásomban néhány sikeres és pár sikertelen energia management projektet mutatok be olyan céllal, hogy rávilágítsak a fent említett vezetői magatartásokra illetve hogy bemutassam az energia management rendszerek elsődleges és másodlagos hatásait.

*

The cost effective usage of energy is every owners' and managers' own interest in a company's life. This is well known by nearly all responsible persons. As far as our experiences most of them are even though not really keen on starting installing an energy management system. They expect our system to decrease the company's energy consumption, and also want to know the time when their investments will recover. We basically offer a measurement, monitoring and evaluating system, which is essential in a correct energy management. A manager has to understand that if there were no measurement in a control system – what our energy management system is – than the effect of a meddling cannot be controlled. Consequently managing energy is only possible in case of having a measurement, monitoring and evaluating system. I will present some successful and unsuccessful energy management projects to illustrate manager behaviours like mentioned above and to describe the primary and secondary effects of energy management systems.

* * *

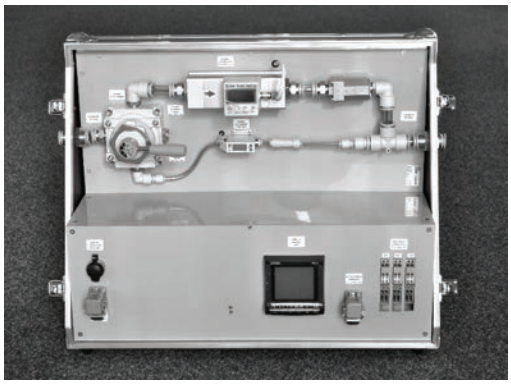
Most, a válság újabb beköszöntével – mely szerencsére annyira nem mély, mint a 2008-2009-es – a költség hatékony gazdálkodás minden korábbi időszaknál fontosabb. Jelen olvasatban a költség hatékonyság energia hatékonyságot jelent, tehát a működéshez szükséges energiahordozók ésszerűbb kihasználását. Ez megvalósítható egyrészt az energia felhasználás csökkentésével, a pazarlások megszüntetésével. Ehhez meg kell keresni azokat a pontokat, ahol jelenleg „elfolyik az energia". Másrészt meg kell ismerni a szervezet/üzem energiafogyasztási szokásait épületekre, egységekre, gyártósorokra, akár gépekre lebontva, tanulmányozni kell a fogyasztási jelleggörbéket, tendenciákat, trendeket, eloszlásokat normálistól eltérő jelenségeket (pl. kiugró fogyasztások, leesett teljesítmények, megnövekedett felharmonikus tartalom stb.). Az ezekből nyert információ alapján lehetőség nyílik a rendszerbe való beavatkozásra, intézkedések meghozására, technikai berendezések beépítésére, cseréjére, szerződések újra tárgyalására stb. Végső soron a költségek csökkentésére. Könnyedén belátható, hogy fentiekben említett folyamatok alapfeltétele a mérés, adatgyűjtés. Az energia hálózat minden pontjára kiterjedő mérő és adatgyűjtő rendszer a legoptimálisabb egy korszerű energia managemet rendszer kialakításhoz (akár szabványos rendszerről is beszélhetünk, pl. ISO 50001). A rendszer logikai felépítése az 1. ábrán látható. A gyakorlatban használt összes energiahordozó mérése megoldható. A rendszer rugalmas, csak azt kell kiépíteni, amire az adott helyen szükség van. Előnye a jelzett megoldásnak, hogy lokális adattárolás is implementált, így a kommunikáció esetleges kiesése miatt nincs adatvesztés. Amikor a kapcsolat visszaáll az adatgyűjtő és az adatbázis között, a helyben tárolt adatok automatikusan feltöltődnek az adatbázisba. Olyan – időnként fontos – paraméterek is rögzíthetők, mint az időjárási adatok, melyek komoly mértékben meghatározzák az adott vállalat valamilyen energia fogyasztását (pl. hűtés, fűtés). Természetesen a nagykiterjedésű, sok mérőponttal rendelkező rendszerek ára magasabb a kisebbekénél. Itt azonban lehetőség kínálkozik fokozatos kiépítésre is. A rendszerépítést célszerű azon helyeken elkezdeni, ahol a legnagyobb a jelenlegi fogyasztás, vagy ahol a legnagyobb megtakarításokat vélelmezzük. Kisebb rendszer, olcsóbb rendszer, a rendszer által feltárt megtakarítási lehetőségekből hamarabb térül vissza a beruházás és a további megtakarítások visszaforgathatók további rendszer fejlesztésbe. Ez a rollirozó technika ügyfeleinknél jól működik.



Azoknál a vállalkozásoknál, ahol egy kis mérő rendszer kiépítése is valamilyen gátba ütközik (anyagiak vagy a hit hiányzik) ott egy mobil eszköz megvásárlása lehet a megoldás. Már akkor, ha a felelős személyek, illetve a tulajdonos elkötelezett az energia hatékonyság mellett. A mobil eszköz előnye az, hogy rendkívül kis beruházás igénye van, és jellegéből eredően bármikor, bárhol használható az energia fogyasztás monitorozására. Indulásként elegendő egy mobil mérő beszerzése és azt a cég különböző mérőhelyeire föltehetjük bizonyos időre. Ezzel a módszerrel is értékes információkat nyerhetünk energia fogyasztási szokásainkból. Azt azonban meg kell jegyezni, hogy ilyenkor elveszítjük azt az információt, hogy egyidejűleg – párhuzamosan tudjuk mérni berendezéseinket, mely időnként nagyon hasznos információ tud lenni, ami alapján ismét intézkedéseket lehet hozni. Ezen beavatkozások pedig további megtakarításokat eredményezhetnek. A mobil mérők kialakítása teljesen testre szabhatók, az adott cég/üzem felhasznált energiahordozóihoz igazodhatnak. Így, ahogy az ábrán is látszik, egy eszköz segítségével mérhetünk sűrített levegő fogyást, villamos paramétereket és minden olyan fizikai mennyiséget, mely villamos jellé alakítható. Ezeket eltárolhatjuk helyben (memória kártyán), de rögtön ethernet hálózaton keresztül egy központi adatbázisba küldhetjük. Ha ez a mérés egy távoli helyen van (pl. gázfogadó, vagy egy

[1] A szerzőnek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

nyomásfokozó, átemelő), akkor a mért adatok modem segítségével GSM hálózaton keresztül juthatnak el a feldolgozás helyére. Ha a mobil eszközök használatával kellő tapasztalatot szereztünk, a megtakarítások révén akár már annak beszerzési költsége is megtérült, ezután bele lehet vágni egy fix telepítésű rendszerbe, amellyel folyamatosan szem előtt lehet tartani a fogyasztásokat.



Fontos cél, hogy a döntéshozók értsék meg: mérés nélkül nincs szabályozás. Nem a mérőrendszer takarít meg energiát, hanem az általa begyűjtött adatok alapján a gondolkodó szakember találja meg azokat a lehetőségeket, ahol energiafogyasztás csökkenést érhetünk el.

Azt tapasztaljuk, hogy a gyakorlatban egyre többen ismerik fel és értenek egyet fentiekkel. Azok a vállalkozások, akik nem csak egyetértenek a mérés nélkülözhetetlenségével, hanem bele is vágtak a technikai rendszer építésbe (vannak akik kisebb, mások nagyon nagy − országos kiterjedésű –, megint mások mobil mérő eszközzel), már értékes tapasztalatok birtokában meghozták első intézkedéseiket és ennek következtében a megtakarított forintok már a zsebükben hevernek.

A Phoenix Contact kft, mint a VEP mentor vállalata azt tűzte ki céljául, hogy partnerei számára segít megtalálni a helyes utat, hogy milyen rendszerrel érdemes nekilátni ennek a gyümölcsöző munkának. Tapasztalataink szerint egy biztos: azok közül, akik elkezdték (és szerencsére sokan vannak), senki nem mondta, hogy kár volt, sőt arról számoltak be, hogy ilyen hamar visszatérülő beruházásuk nem sok volt.

Példamutató megállapodás

Példamutató ötéves megállapodást kötött két, a hazai villamosmérnök képzést támogató alapítvánnyal a MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt.. Az Energetikusképzést támogató Alapítvány és a Kandó Alapítvány összesen 20-20 millió forintnyi támogatásban részesül a rendszerirányítótól.

A létrejött együttműködés kiemelt területe a villamosenergia-rendszer irányítására, a rendszer piaci környezetben való üzemeltetésére, valamint energiatakarékos és környezetbarát berendezések, illetve technológiák kialakítására irányuló szemléletformáló képzés támogatása, különös tekintettel az intézményekben folyó energetikus képzés fejlesztésére, a villamos-energetika szakirányos hallgatók támogatására.

A MAVIR a következő években szakdolgozatok és tanulmányok elkészítéséhez kapcsolódó kutatómunkákat kíván támogatni, olyan, igencsak aktuális, a MAVIR szakmai tevékenységéhez kapcsolódó témakörökben, mint a megújuló energiatermelés integrálásának VER szintű problémái, a háztartási és egyéb kiserőművek viselkedése és üzeme, a nagyerőművi blokkok dinamikus viselkedésének vizsgálata, a nagyfeszültségű távvezetékek üzemzavari dinamikus túlterhelhetőségének vizsgálata, a FAM technológiák alkalmazhatósága vagy pedig az okos hálózatok és okos mérés, valamint azok bevezetési lehetőségei.

„A MAVIR társadalmi szerepvállalásának fontos eleme a szakmai, tudományos, valamint az oktatási, ismeretterjesztő tevékenység támogatása, mindenekelőtt a magyar felsőfokú energetikai oktatást végző intézmények támogatása olyan módon, hogy azok megfelelő létszámú, magas színvonalon képzett energetikusokat bocsássanak ki" – nyilatkozta a megállapodás ünnepélyes aláírásakor Bertalan Zsolt vezérigazgató.

A program két felsőoktatási intézmény, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem villamos- és hőenergetikai képzést folytató tanszékeit, és az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karát érinti. A támogatott kutatási projektek során szerzett hallgatói tudás később, a gyakorlatban is alkalmazásra kerülhet, elősegítve a rendszerirányítás és hálózatfejlesztés hétköznapi tevékenységét. A közelmúltban már számos MAVIR pályázat és ösztöndíjprogram bizonyította, hogy az azokban résztvevő hallgatók, később karrier lehetőséget is kapnak a programot támogató rendszerirányítónál.

A megállapodás példát mutat a hazai vállalatoknak az utánpótlás nevelés terén. Az egyetemi hallgatókkal az együttműködést célszerű már a tanulmányaik során elkezdeni.

A képen Bertalan Zsolt vezérigazgató középen, Kovács Zsolt és Dán András kuratóriumi elnökök bal és jobb oldalon.

Az Ipari energiafogyasztás racionalizálásának irányelvei[1]

Lévai András

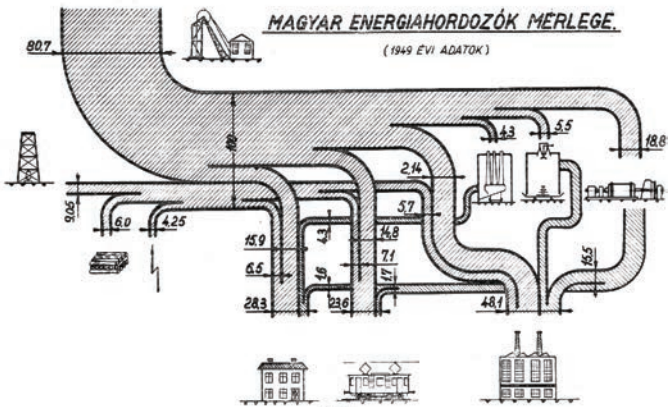
Fundamental principles of rationalizing the industrial consumption of electric and heat energy. Publishing of Hungary's balance of electric und heat energy and setting down in connection with this the signification of industrial consumption. Possibilities of saving to be arrived at by means of rationalism to be carried out from the part of consumers. Savings to be arrived at without any investment. Establishing of offices in the work with the purpose of rendering the consumption of energy economical. Sphere of activity of the latter. Savings to be reached by means of investments. Fundamental principles of investigating the economy. Working out of the equivalent of power-economy cost. Evaluation of problems arising in connection with technology, safety in working, quality etc. Prospective possibilities of a proper power-economy. Restriction to the minimum of the increase of entropy.

* * *

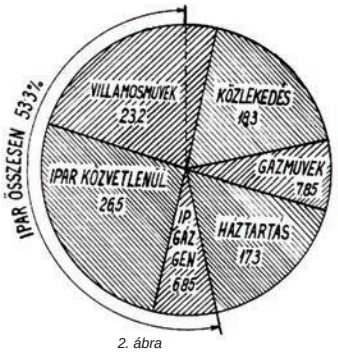
Népköztársaságunk minisztertanácsának a múlt év végén megjelent takarékossági rendelete a legelsők között írja elő az energiával és a szénnel való leggondosabb gazdálkodást. Ezekből ránk, az energiagazdálkodás szakembereire, minő hatalmas kötelezettségek hárulnak. Ezért a mostani országos konferenciánk is egyrészt a takarékossági rendeletnek az energiagazdálkodás terén történő minél szervezettebb, gyorsabb és ezáltal hatékonyabb végrehajtása érdekében jött létre, másrészt azért, hogy megkeressük azokat a módozatokat, melyek segítségével az energiagazdálkodás racionalizálása vonalán teljesíthetjük azokat a feladatokat, amelyek minden építőszándékú műszaki embert határtalan lelkesedéssel töltenek el. Célul tehát ezúttal két súlyponti kérdést tűztünk ki magunknak, éspedig:

1. az ipari energiagazdálkodás racionalizálásának,
2. az ipari energiafogyasztás normái kidolgozásának irányelveit szeretnők országos konferenciánkon a műszaki szakemberek széles nyilvánosságának bevonásával lefektetni.

A kérdés jellemzése céljából legyen szabad először röviden bemutatnom a magyar energiahordozók termelésének és fogyasztásának egy évi mérlegét (1949. évi adatok alapján)



1. ábra
(A széntermelésből közvetlen ipari felhasználásra kerül 21,4%, az ábrán helytelenül 2,14% van!)



2. ábra
Magyar széntermelés megoszlása fogyasztók szerint

3. ábra
Magyar energiatermelés felhasználása fogyasztók szerint

Eszerint az összes magyar energiahordozó anyag, tehát a szén-, gáz-, ásványolaj-, fa- és vízenergia termelésének 80,7%-a fogyasztása a következőképpen oszlik meg: villamosenergia-termelés 23,2%, közlekedés: 18,3%, ipar közvetlen széntüzelései 26,50%, háztartás és közintézmények 17,3%, gázművek és egyéb energiafogyasztók 7,85%, ipari gázgenerátorok 6,85%. Eszerint tehát az energiahordozók közül messze legfontosabb széntermelésünk 1/3 részét az ipar közvetlenül, illetve gázosítás után fogyasztja el, amihez hozzájárul a szénből nyert villamosenergia-fogyasztás 82,5%-a, mint az ipari fogyasztás, úgyhogy végeredményben széntermelésünk 53,3%-át, illetve össz-energiatermelésünk 48,1%-át közvetve, vagy közvetlenül az ipar használja fel. Tehát már a fogyasztás nagyságrendje is indokolja, hogy ezzel a szektorral közelebbről foglalkozzunk. Érdekes itt megemlíteni, hogy 1949-ben az ipari szénfogyasztás 20%-át három üzem, 50%-át 29 üzem, 70%-át pedig 250 üzem fogyasztotta el. Ez is mutatja, hogy az energiagazdálkodás terén a legnagyobb gondot az ipari melegfejlesztésre és ezen belül is a legnagyobb fogyasztókra kell fordítani, mert itt érhetünk el a leggyorsabban jelentős eredményeket.

Mostani konferenciánknak is ezért ez a kifejezett célja és engedjék meg nekem, hogy ennek keretén belül továbbiakban főbb vonalaiban vázoljam azokat az alapelveket, amelyeket a hazai ipari energiagazdálkodás jobb megszervezése és hatékonyabb végrehajtása során követnünk kell.

Mint már említettem, az ipari energiagazdálkodást racionalizálni lehet úgy, hogy a racionalizálást beruházások nélkül oldjuk meg, de lehet úgy is, hogy a jobb energiakihasználás érdekében kisebb- nagyobb összegeket fektetünk be. A beruházások nélküli racionalizálásokra ezúttal csak igen röviden akarok utalni, jóllehet, ezek azok, amelyeket legelsősorban, és a legnagyobb mértékben kell végrehajtani, mert hiszen, mint fogalmazásuk is mutatja, energiamegtakarítást lehet elérni anélkül, hogy a népgazdaság egyéb területeiről pénzt, illetve anyagot és munkaerőt vennénk igénybe a szénmegtakarítás céljaira.

Így pl. rendkívül sokat lehet elérni a különböző energiahordozó anyagokat szállító csővezetékeknél, ha azok rendszeres felügyeletének és karbantartásának megszervezésével meg tudjuk akadályozni, hogy az egyes szerelvényeknél, tömítéseknél stb. gőz, gáz, sűrített levegő vagy egyéb kiömlések álljanak elő. Ezért tehát a csőhálózatok, de ezen kívül általában a fogyasztóberendezések karbantartására megfelelő szerelőcsoportokat kell szervezni, de gondoskodjanak ezenfelül a vállalatok idejében a karbantartási anyagokról és karbantartási hitelkeretről is, mert egyébként sokszor már fellelt hibákat anyagok, vagy hitelkeret hiányában nem tudnak helyrehozni.

[1] Kivonat az országos energia-takarékossági konferencián (1951. március 17-18.) elhangzott előadásból. Teljes terjedelemben olvasható a Magyar Energiagazdaság IV. évf. 1951. 5. számában.

A csővezetéki veszteségek megállapítására, vízhálózatoknál ajánlatos a vezetékek rendszeres lehallgatását megszervezni. Sűrített levegőhálózatnál a vezetéket a vasárnapi üzemszünet alatti csendben kell lehallgatni. A veszteségek számszerű kiértékelésére nagyon jó ilyen napokon az üresjárási teljesítmények mérése is.

Szervezeti kérdéshez tartozik pl. az is, hogy az egyes üzemek, vagy üzemrészlegek főszelepei csak akkor legyenek nyitva, amikor tényleges fogyasztás van. Egyébként pedig ne bízzuk a vezetékek elzárását az egyes fogyasztók előtt levő elzáró, vagy szabályozó szervre, mert ezek tömörtelensége a gyakori kezelés miatt még sokkal valószínűbb, mint a főelzárószelepeké. Fokozott gondot kell fordítani gőzvezetékeknél a kondenz-automatákra, amelyekkel rendkívül sok visszaélés történik. A könnyebb ellenőrizhetőség miatt ajánlatos ezen automatákat nehezen hozzáférhető, eldugott helyekről olyan helyre áttenni, ahol a megfelelő kezelési lehetőség biztosítva van. Bizonyos esetekben célszerű a fogyasztók egy csoportját külön kondenz-automatával ellátni.

Ugyancsak hálás terep nyílik a beruházások nélküli energiagazdálkodás megvalósítására pl. a fűtések vonalán. Attól eltekintve, hogy számtalan iroda, vagy műhely helyiséget a megengedett hőfokon túl fűtenek és így azok szabályozása nem fűtőtesteken keresztül, hanem az ablakok vagy ajtók nyitvahagyása által történik, meg kell szervezni a helyiségek fűtésének az üzemidőn kívüli tökéletes leállítását, nagyobb gondot kell fordítani az ajtók, ablakok és egyéb zárószerkezetek, valamint tetőfedések stb. hiányosságainak rendbehozatalaira. A hőleadó fűtőtesteket tisztán kell tartani és nem szabad azokat különböző darabokkal, szekrényekkel elszárni.

Nemcsak az üzemek fűtésére szolgáló fűtőtestek, hanem általában minden hőátadó felület tisztaságának ellenőrzésére nagyon nagy gondot kell fordítani. Kellő üzemi tapasztalatok és elméleti megfontolások alapján meg kell állapítani minden berendezésnél azt a legnagyobb időközt, ami fűtőfelületnek tisztogatása szempontjából megengedhető. A tisztogatás végrehajtását a hivatalos üzemi feljegyzéseken kívül az illető berendezésnél elhelyezett táblán is fel kell tüntetni.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni annak fontosságát, hogy az értékes energiahordozó-anyagokat elhasználó kemencék szerelvények, tehát kiszolgáló ajtókat, füstgáztolattyúkat ellenőrző műszereket, stb. a legnagyobb gonddal kell karbantartani és ezeket tömítettségükre, a műszereket pontosságukra gyakran ellenőrizni kell.

Mindezek az intézkedések hatékony végrehajtása céljából szükséges az ipari energiagazdálkodás, tehát az energiatermelés, szállítás és elosztás, valamint felhasználás sürgős megszervezése az iparon belül. Mégpedig véleményem szerint egyszerre alulról-felfelé és felülről-lefelé is. Az országos szervezet kiépítése a már folyamatban van, de nem szabad azt várni, hogy a felülről való irányítás és szervezés önmagában elég a helyes energiagazdálkodáshoz.

Semmiesetre sem, mert az aprólékos részletmunkát alul kell kezdeni, tehát ott, azokon a helyeken, ahol energiapocsékolási lehetőségek vannak és ilyenek − sajnos − igen nagy számmal léteznek. Elsősorban mindazon helyeken, ahol energia az üzemben valamilyen formában megjelenik, az ott foglalkoztatott üzemi dolgozók előtt tudatosítani kell az energiatakarékosság jelentőségét, a pocsékolás megszűntetésének lehetőségét és akkor biztos, hogy az első lépés, az üzemek v. üzemen belüli csoportok öntevékeny segítsége hatalmas eredményeket fog mutatni.

Ezt az öntevékeny segítséget alá kell támasztani, és ki kell egészíteni az üzemekben, már működő vagy felállítandó energiaellenőrző szervezetnek, melynek tagjai már külön erre a célra beállított, nyitott szemű és az energiagazdálkodási alapismeretekkel, valamint jó helyismerettel rendelkező egyének legyenek. Ezek ismervén az üzemek minden zugát, fel tudják kutatni a pocsékolás helyeit és azonnal meg tudják szűntetni az okokat, de esetenként mindig felvilágosítólag segítenek is a termelőmunkában közvetlenül résztvevő dolgozóknak is. Szükséges, hogy az üzemi energiaellenőrök szakmai kiképzésének megkönnyítése céljából minél hamarább ügyesen, érthetően, de gondosan megírt brosurákat tudjanak az illetékesek kiadni. Nagyobb üzemeknél ezenfelül energia- vagy hőgazdálkodási irodát is létre kell hozni, amely az energiaellenőröket összefogja, irányítja és ezenfelül kiépítésénél és a vállalatnál elfoglalt helyzeténél fogva, szervezetileg tudja elkezdeni, először a befektetés nélküli, majd a befektetéssel járó energiagazdálkodást. Hogy milyen nagyságú üzemben érdemes ilyen irodát felállítani, vagy legalábbis ezen kérdésekkel egy szakképzett személyt megbízni, azt igen egyszerű kiszámítani. Tételezzük fel, hogy üzemünk havonta 1000 tonna szenet vagy ennek megfelelő egyéb tüzelőanyagot, illetve energiahordozót fogyaszt. Ezen számnak megfelel pl. kb. havi 800 000 kWó villamosenergiafogyasztás, azaz három műszakos üzemet feltételezve kb. 1200 kW fogyasztás csatlakozási érték. Ha ez az üzem energiamegbízott beállítása révén energiagazdálkodásban csupán 5% megtakarítást tud elérni, azaz havi 50 tonna szenet, úgy ennek értéke havi 5000 Ft, azaz nyilvánvaló, hogy az energiagazdálkodási szakközeg fizetése, az azt terhelő szociális juttatással együtt már megtakarítódott és ezen felül megmaradt nemzetgazdaságnak a havi 50 tonna szén. Ha az illető üzem az 1000 tonna szénnek megfelelő 800 000 kWó-t fogyasztja, úgy tekintettel az értékesebb energiafajtára ugyanilyen nagyságrendű, ugyanilyen forintértékű megtakarítást már kb. 1,5% energiamegtakarításnál is el lehet érni. Miután pedig véleményem szerint 5% energiamegtakarítás, még a legjobban vezetett üzemben is könnyen elérhető, egy-egy szakképzett energiamérnök vagy technikus beállítása kifizetődik minden olyan üzemben, amelynek évi energiaköltsége egy millió forint nagyságrendben van.

A fent megjelölt határértéknél kisebb energiafogyasztással dolgozó üzemek a náluk is bevezetendő és az öntevékeny segítséget célzó oktatáson, valamint legalább egy energiaellenőr beállításán kívül megelégedhetnek azzal, hogy energiagazdálkodásukat külső szakemberekkel, mint amilyenek nálunk pl. az EGART keretén belül vannak csoportosítva, egyízben, vagy periódusosan többször is felülvizsgáltatják, és tanácsot adatnak maguknak a helyes szervezésre és üzemeltetésre vonatkozólag. De lehetséges az is, ami éppen kisebb üzemeknél igen gyakori −, hogy az energiagazdálkodás olyan zilált állapotban van, hogy rendbehozásukra nekik is érdemes egy saját energiamérnököt vagy technikust beállítani. Ha üzemüket rendezték, az ellenőrzést később azután folytathatják az erre hivatott országos szervekkel.

Ilyen szervezett energiaellenőrzést végeztek el a könnyűipari minisztérium komplex brigádjai a minisztériumhoz tartozó számos vállalatnál és tudomásom szerint kiváló eredményt értek el. Az energiafogyasztás szempontjából nagynak minősülő üzemek azután az üzem nagysága, de elsősorban energiatermelő és fogyasztó berendezéseik sokrétűsége és bonyolultsága szerint az energia vagy hőgazdálkodási megbízott mellé egy külön irodát szerveznek, amelynek feladatait, illetve a vállalatba történő beépítését az alábbiak szerint körvonalaznám.

Célszerűnek mutatkozik, hogy az energiafelelős mérnök, vagy technikus, vagy annak irodája közvetlenül a műszaki igazgatóság alá tartozzék, mert munkássága során igen gyakran kell a többi üzemekkel érintkezésbe lépnie, és sokszor azok ellenállásával szemben racionalizálási javaslatait megtennie. Mellesleg megjegyezve, én − a bevezetőben említett okokon kívül − éppen a technológiai, tehát gyártó szervek elég gyakori ellenállásában látom egyik okát annak, hogy az ipari energiagazdálkodás nálunk olyan katasztrofális módon el van hanyagolva. Itt persze sok hiba történik az energiaracionalizálók részéről is. Akik − mint vérbeli energiavadászok − nem törődve az üzem igen fontos termelési és minőségi szempontjaival, a maguk energiamegtakarítást célzó javaslata-

it akarják mindenáron végrehajtani. Ez nagy hiba. Energiamegtakarítás sohasem lehet öncél, mert annak mindenkor tekintettel kell lennie a vállalat termelésének mennyiségi és minőségi követelményeire is. Ezért az energiafelelős mérnök vagy technikus posztjára csak olyan embert szabad állítani, aki amellett, hogy jól ért az energiagazdálkodáshoz, egyrészt ismeri az üzem technológiáját, másrészt megfelelő tapintattal és tárgyalókészséggel is rendelkezik. Nyugodtan állíthatom, hogy azok az összeütközések, amelyek az első tárgyalások alkalmával az energia racionalizáló, és az üzemmérnök között adódnak, mindig kiküszöbölhetők, ha az energiafelelős kellőleg ismervén a technológiát, meg tudja beszélni dolgozó társaival a gyártási szempontokat is és meg tudja értetni velük, sőt ami ennél több, be tudja nekik bizonyítani, hogy energiamegtakarítást lehet elérni anélkül, hogy a gyártmányok mennyisége csökkenne, vagy minőségük romlana. Ezen összefüggésekre egyébként később mégegyszer vissza fogok térni.

Folytatván az energiafelelős mérnök vagy technikus, illetve nagyobb üzemekben az energiagazdálkodási iroda szerepét, hangsúlyozni kell, hogy az iroda vezetőjének bizonyos mértékig szabad kezet kell adni oly irányban, hogy joga legyen az üzem összes részlegeitől, azután az adminisztratív szervektől, mint az üzemkönyvelés stb. adatokat lekérni, hogy azokat kellőleg ki tudja értékelni. Joga és kötelessége, hogy az üzem egyes pontjain méréseket eszközöljön, és az adatok, valamint a mérések birtokában javaslatot tegyen a hibák kiküszöbölésére. A vállalat műszaki vezetősége által kiadott intézkedések végrehajtását ellenőriznie kell.

Ahhoz, hogy egy ilyen szerv munkáját jól el tudja kezdeni, szükséges, hogy összegyűjtse a vállalat összes energiatermelő és fogyasztó berendezéseinek helyszínrajzát, a jellemző műszaki adatokkal, és ha ilyenek rendelkezésre állanak, rajzokkal. Össze kell gyűjtenie továbbá a vállalat energiaszállító berendezéseinek, tehát az összes gőz-, gáz-, levegő- stb. vezetékeinek, továbbá kábelrendszerének terveit a szükséges műszaki adatokkal együtt. A rosszul értelmezett éberségnek nem szabad gátolnia az energiagazdálkodás hatékony munkáját.

Fel kell fektetnie azután a mérőhelyek listáját, amiben az összes hőfok, mennyiség stb. mérések lehetőségeit feltünteti, de ugyanakkor számba kell venni a rendelkezésre álló műszereket és berendezéseket is. Ezen előmunkálatokat a szervezetnek el kell végeznie, ha a későbbi munkáját azután zavartalanul, és sok üresjárási futkosás nélkül akarja elvégezni.

Nagyon fontos, hogy az energiamérnök legyen az összes vállalatokra érvényes országos jellegű energiagazdálkodási rendeletek, mint a csúcscsökkentés, alapszénmegtakarítás stb. felelős végrehajtója az üzemen belül. Neki kell megszerveznie azt is, hogy a nagyobb energiatermelő berendezések karbantartási ideje olymódon legyen összhangban a fogyasztó berendezések karbantartási idejével, hogy utóbbi lehetőség szerint az energiatermelő berendezések csúcsterhelésének időpontjára essék.

Összhangba kell hoznia a hajtómotorokat a munkagépek teljesítményszükségletével oly módon, hogy a kettő közötti eltérés 20%-nál nagyobb legyen. Ellenőriznie kell az energiatermelő- és fogyasztóberendezések jó állagát, hogy energiaveszteségek és gépkiesések elkerülhetők legyenek.

Az üzemi szervezet napi munkájához tartozik a nem túlzottan nagyszámú napi mérések megszervezése és azok kiértékelése, valamint a kiértékelt adatok megőrzése. Szükséges az üzem energiamérlegének felállítása és annak rendszeres ellenőrzése. Statisztikai adatokat azonban csak olyan mértékben szabad kérni és összeállítani, amennyiben azok hasznosak, mert a túl sok statisztikához túl sok személyzet is kell és az elért haszon nem mindig áll azzal arányban. Tapasztalat szerint elegendő − természetesen a vállalat vagy üzem nagyságától függően − csak a vállalati összstatisztika állandó vezetése, míg az egyes részletekre vonatkozólag elég, ha időnként, pl. félévenként egyszer végzünk részletes adatfelvételt, és hasonlítjuk össze az előző periódusban felvett adatokkal.

Az irodai munkából minél kevesebbet végezzen a szakember, arra kevésbé képzett káderekre, női munkaerőket stb. is be lehet állítani. Az energiamérnök vagy technikus lehetőleg minél többet tartózkodjék az üzemben kinn, mert neki kell nemcsak az ordító hibákat meglátni, hanem rendszeres munkával a szervi bajokat is megkeresni és rendbehozni. És ebben − mint már említettem, az energiafogyasztó gépekkel és berendezésekkel közvetlen kapcsolatban álló fizikai dolgozók igen nagy segítségre lehetnek, tehát az energiamérnökre is érvényes az, ami az összes üzemi műszaki értelmiségi dolgozókra: minél többet tartózkodjanak az üzemben, az üzemi dolgozók között.

Az üzemi energiafelelősnek, illetve irodájának kell az üzem nagyobb fogyasztóit, mint kemencék, nagyobb gépegységek stb. időnként kimérni és a mérési eredményeket az előző mérési adatokkal összehasonlítva, azokat kiértékelni. Az üzemi energiafelelős részt vesz a befektetéssel járó racionalizálások kimunkálásában, javaslatokat tesz azokra, és ha ilyenek elkészültek, átveszi az új berendezéseket és üzemüket a legszigorúbban ellenőrzi, hogy a tervezésnél alapul vett megtakarítások tényleg elérhetők voltak-e, kezelés és karbantartás helyes-e stb.

Az energiamérnök feladatai közül a legfontosabbak egyike, hogy a vállalaton belül finomítsa ki a megadott iparág és vállalati globális energiafogyasztási normákat az üzemrészek vagy nagyobb termelőegységek normáira és ezeket a termelvényükre, vagy ahol ez nem lehetséges a termelési értékekre vonatkoztassa. Elkészíti ezenkívül az egyes nagyobb energiafogyasztó egységekre a műveleti vagy üzemági normákat is, azon irányelvek alapján, amelyeket mostani konferenciánk során Geszti kartársunk holnap fog ismertetni.

Behatóan kell foglalkoznia neki, de minden szakembernek is, a hulladékenergiák fokozottabb kihasználását célzó újításokkal. Így pl. a Szovjetunióban négy év alatt 627 ilyen pályázatot nyújtottak be és ezek közül 63-at fogadtak el és díjaztak. Nekünk is fokozottan kell irányítani az újítókat és észszerűsítőket ezen, sok lehetőséget nyújtó terület felé.

Még egyszer szeretném hangsúlyozni, hogy nem abban látom a lényeget, hogy ezeket az üzemi energiairodákat lehetőleg nagyszámúvá duzzasszuk fel, mert ez már csak káderhiány miatt sem vihető keresztül, de amellett káros is volna, hanem mert általában egy szervezet annál ütőképesebb, minél kisebb és rugalmasabb. Márpedig az üzem energia- vagy hőgazdálkodási szervezetének ma, amidőn még legtöbb üzemünkben az energiagazdálkodás kérdései igen nagymértékben el vannak hanyagolva egy ütőképes, gyorsan működő és bürokráciától mentes szervezetnek kell lennie.

Az üzemi energiafelelősnek, vagy gazdálkodási irodának a felállítását a beruházások nélküli energiaracionalizálási lehetőségek közé soroltuk, ami természetesen csak részben igaz, mert hiszen magának az irodának a felállítása is végeredményben befektetést jelent, másrészt pedig az iroda jobb működéséhez elengedhetetlenül szükséges mérőműszerek beszerzése természetesen szintén befektetéssel jár. De ezek általában olyan beruházások, amelyek mint láttuk, a legrövidebb idő alatt, tehát sokszor egy hónap alatt is már kifizetődnek. Engedjék meg, hogy ezzel kapcsolatban néhány szót mondjak az energiafogyasztó vagy termelő üzemek műszerezéséről is.

Egy-egy tüzelés ellenőrző, automatikus szénsav-, illetve szénmonoxid regisztráló, huzat-ellenőrző, füstgáz hőfokmérő, vagy regisztráló kWó-mérőműszer beszerzése általában olyan kis összeget igényel, amit a legszerényebb üzem megengedhet magának. Több üzemnél elvégzett vizsgálat alapján mondhatom, hogy az üzem évi szénköltsége 1%-ának

megfelelő beruházási összeggel az üzem fogyasztóinak teljes automatizálását lehetne megvásárolni, amivel pedig az energiafelhasználást tudvalevőleg 5-8%-kal lehet csökkenteni.

Ezzel nem azt akarom mondani, hogy szükség volna mindenütt teljes automatizálásra, csak szeretném hangsúlyozni, hogy az üzemek részéről sokszor érthetetlen ellenállás mutatkozik meg műszerek beszerzésével szemben. Ezen ellenállásnak részbeli magyarázata ma még a hazai műszergyártásunk, legalábbis hőtechnikai műszergyártásunk bizonyos mértékben való felkészületlenségében, illetve a gyártott műszerek minőségében keresendő. Az üzemekben azon a véleményen vannak, hogy jobb a műszernélküli állapot, mint a kifejezetten rossz mutatóműszerből adódó, mert műszer nélkül bizonyos gyakorlati tapasztalatok alapján következtetni lehet az energiafogyasztás minőségére, míg egy rosszul mutató műszer még jó szakembereket is félrevezethet. De téves volna az a követelmény, hogy a műszerek abszolút pontossága üzemi méréseknél elengedhetetlen, mert hisz' − legalább is kezdetben − általában nem érdekel az energiafogyasztás abszolút értéke, hanem csak a relatív, összehasonlító szám, és erre jó az egyszerűbb, tehát olcsóbb műszer is. Tehát inkább egy pontatlan − de nem hamisan mutató műszer −, mint semmilyen.

Hőgazdasági műszerek gyártása területén azonban sokat várunk még hazai műszeriparunktól, amelynek segítenie kell energiagazdálkodóinkat feladataik végrehajtásában, azáltal, hogy jó, megbízható mérőeszközöket ad rendelkezésükre. Nincs is túl sokról szó. Hőgazdasági vonalon csupán mennyiségmérőket kellene kapnunk, mégpedig úgy folyékony, mint gáznemű anyagok mérésére, természetesen különböző rendszerekben a különböző megengedhető nyomásesések szerint. Kellene kapnunk azután jó tüzelésellenőrző műszereket, megbízható, nagy hőfokot mutató hőmérőket, pontozó és vonalazó regisztráló műszereket és ezzel körülbelül kész is vagyunk. A többi szükséges műszereket hazai ipar már ma is megfelelő minőségben gyártja. Mindaddig azonban, amíg ezen műszereket is jóminőségben megkaphatjuk a hazai iparunktól, külkereskedelmi szerveinknek nem szabad elzárni a lehetőségét annak, hogy ilyen műszereket baráti országokból, tehát pl. a Szovjetuniótól, a Német Demokratikus Köztársaságból, vagy Csehszlovákiából beszerezzünk, mert segítségükkel szenet megtakarítván, devizát is takarítunk meg.

Szükségesnek tartanám annak is a megszervezését, hogy egyrészt a hazai műszergyártó cégek, másrészt azon külföldi vállalatok, amelyekből nagyobb mennyiségű műszereket vásárolunk, megfelelő karbantartó szolgálatot szervezzenek meg, mert mint már mondottam, még az egyébként jó műszer is az általában nem éppen tisztának nevezhető üzemi körülmények között hamar tönkremegy és hamisan mutatván, hozzájárul ahhoz, hogy az üzemek a jövőben semmiféle műszert ne szerezzenek be, nem is szólva arról, hegy ezzel azután a kívánt célt nem érhetjük el. Saját műszerész beállítása csak a nagyobb üzemekben indokolt, ahol azután célszerű őt az energiagazdálkodási szervezet keretében beosztani, közepes és kisebb üzemek műszerparkját ellenben rendszeres periodikus felülvizsgálattal a fent említett szolgálatok tartsák karban. A műszerek karbantartási költsége a beszerzési költségnek csak egy kis hányadát teszi ki, és mindenképpen kifizetődnék. Várjuk tehát a hazai műszeripartól a megjelölt néhány műszeren kívül az összes leszállított műszerek rendszeres karbantartását és egyúttal a külföldi szállítók karbantartó szolgálatának a megszervezését is.

A műszerek beszerzésével kapcsolatos befektetések, amint mondottam, a legtöbb esetben igen rövid idő alatt amortizálódnak, de azért vigyázni kell, hogy itt se menjünk túlzásba, és ne szerezzen be az üzem túl sok és ezért hasznavehetetlen műszert, mert ezáltal elvonja azokat olyan helyekről, ahol azokra szükség volna. Nagyon helyes kezdeményezést indított el az Erőművek Ipari Központja, amidőn az Összes erőművek és kazántelepek műszerkészletét revízió alá veszi és az értékes, de kihasználatlan műszereket átdiszponálja olyan helyekre, ahol azok több hasznot hoznak. A kezdeményezést az ipari fogyasztók vonalán is követni kellene.

Az egyéb beruházások megítélésénél, amelyek energiagazdálkodási megtakarításokat céloznak, azután fokozott mértékű elővigyázatosság helyénvaló.

Minden esetben el kell végezzük a rentabilitási, azaz a gazdaságossági számításokat és szembe kell állítanunk az elérhető megtakarításokat a beruházási összegekkel. A befektetési összegek törlesztésénél, amortizációjánál azután fokozott óvatosságot, kell tanúsítanunk, mert sokak részéről felmerül az a gondolat, hogy a szocialista gazdálkodásnál a befektetett összegeket törleszteni kell ugyan, de azok után pl. kamatot számítani nem szabad. Ez teljesen helytelen álláspont, mert, jóllehet a kamatnak, mely a kikölcsönzött pénznek munkanélküli jövedelmet adható forrása, amilyenként az a kapitalista gazdálkodásban szerepel, természetesen nálunk nincsen létjogosultsága, gondolnunk kell arra, hogy a pénzt, amit az energiagazdálkodási megtakarításokba fektettünk be, valahonnan el kell vonnunk, esetleg olyan területekről, ahol arra nagyobb szükség volna. Azt is meg kell fontolnunk, hogy végeredményben minden befektetett tőke valahol, a népgazdaság valamelyik szektorában teljesített munka ellenértékeként szerepel. Tehát ezt a munkát számításainknál tekintetbe kell vennünk, mert különben hamisan számolunk. Kell tehát egy összehasonlító, és a gazdaságosságot megítélő tényezőt bevezetnünk és ez egy hasonló fogalom lehet, mint amilyen a múltban a kamat volt.

Most már az a kérdés, hogy hány százalék ilyen tényezőt − nevezzük az egyszerűség kedvéért kamatnak − vegyünk számításba, természetesen felsőbb kormányzati tényezők elgondolásainak és utasításainak kell, hogy megfeleljen. Én úgy vélem, hogyha a mostani viszonyok között évi 6% kamattal számolunk, úgy közepes viszonyokat feltételezve eleget teszünk a követelményeknek. A befektetett tőke törlesztésének idejét pedig mindenkor annak élettartama szabja meg, illetve az a követelmény, hogy a berendezések felújításakor az teljes egészében vagy előre meghatározott részében le legyen már írva.

Nyilvánvaló, hogy ha üzemünknek energiagazdálkodási szempontból való gazdaságosságát beruházásokkal akarjuk emelni, akkor az erre fordított befektetéseknek valamilyen arányban kell állniok az elért megtakarításokkal. Másrészt a befektetések összegét a legtöbb esetben saját magunk is változtathatjuk aszerint, hogy több vagy kevesebb megtakarítást akarunk-e elérni.

Vizsgáljuk először meg, hogy egyáltalában mekkora beruházási összeget indokol a gazdaságosság emelése, és azután keressük meg azt a beruházási összeget, amely mellett az optimális gazdaságosságot érjük el.

Számításainknál az évi termelés G egységére eső évi összenergia kiadást vesszük alapul. Legyen X az energiafejlesztő-, vagy fogyasztóberendezések üzeméből adódó évi összköltség forintban, úgy ez általában két tényezőből adódik össze. Mégpedig az úgynevezett állandó költségekből, amelyek tehát mindenképpen jelentkeznek, akár üzemben van energiatermelő-, vagy fogyasztóberendezésünk, akár nincs és a változó költségekből, amelyek csak a berendezés üzemekor jelentkeznek. Ilyen vizsgálatoknál feleslegesnek tartom a változó költségek további felosztását a termeléssel arányosan és nem arányosan változó költségekre − amint ez az erőművek költségszámításánál szokásos −, mert ezek itt az összképet nem befolyásolják lényegesen. Az állandó költségeknél is lényegében csupán annak már fent említett két tényezőjét, tehát a tiszta amortizációt, és a kamatnak megfelelő tényezőt vesszük figyelembe, amelyekhez hozzáadjuk az állandó költségekhez tartozó igazgatási költségeket.

A termálvíz közvetlen hőhasznosításának hidrogeológiai kockázatai

Kovács Gábor
bányamérnök, geofizikus, kga321@gmail.com
Elek Barbara, PhD
környezetmérnök, elek.barbara@gmail.com

A termálvíz közvetlen hőhasznosításában az a nagy kockázati tényező, hogy a hőforrás és a hőigény, sem térben, sem időben nem esik egybe, valamint térben és időben változnak a meghatározó tulajdonságok. A hőhasznosítás során alkalmazott eszközök, illetve eljárások környezetre gyakorolt hatásai és annak hidrogeológiai kockázatai együttesen értékelendők.

*

The big risk factor is in direct heat utilisation of thermal water, that the source of heat and the heat demand, neither in space, nor doest not coincide in time, and the determining characteristics change in space and time. The equipment and procedures applied in the course of heat utilisation, their effects on the environment and their hydrogeological risks to be assessed together.

* * *

Hazánkban világviszonylatban is jelentős mennyiségben rendelkezésre álló magas hőmérsékletű termálvíz legegyszerűbb és legcélszerűbb energiahasznosítási lehetősége a közvetlen hőhasznosítás. A hasznosítás során a csatlakoztatható távhőrendszer nagyságát befolyásolja a kivett termálvíz mennyisége és hőmérséklete, továbbá az, hogy a termálvizet milyen hőmérsékletre tudjuk lehűteni. Cél a termálvíz lehűtésének fokozása, mely indokolja az alacsonyabb hőmérsékletszintű fűtések és távfűtőrendszerek kialakítását. A közvetlen lehűtés gyakorlati határa 40 °C körüli [1]. Napjainkban a termálvizet elsődlegesen balneológiai és turisztikai célokra hasznosítják hazánkban, azonban a fosszilis energiahordozók kiváltása indokolja a termálvíz mind szélesebb körű energetikai célú hasznosítását is.

Mint ismeretes az ember beavatkozik környezetébe a geotermikus energia ezen hasznosítási formája által is. Különböző átalakításokat végez környezetében, amelyek módosíthatják a környezeti rendszerekben már meglévő anyag- és energiaáramlási folyamatokat, valamint közvetetten a környezet biológiai komponenseit is befolyásolhatják.

A termálvíz hőhasznosításának elemzése folyamán a környezeti hatások és a kockázatok vizsgálata általában nem választható szét. A két elemzési, vizsgálati eljárást együttesen kell alkalmazni adott hidrogeológiai rendszerben lévő termálvíz hőhasznosítására irányuló mérnöki feladat megoldásánál. Jelenleg azonban még nincs olyan kidolgozott egységes módszertan, amely különös figyelmet fordítana arra az elemzés folyamán, hogy a kockázatokat teljes körűen azonosítsa és azokat megfelelően minősítse. A kockázatvizsgálat során elsődlegesen a humán-egészségügyi és a környezeti kockázatokat vizsgálják. A biztonságtechnikai kockázatok feltárása nem vagy csak csekély szerepet kap az elemzés során.

A termálvíz hőhasznosítása során alkalmazott eszközök, illetve eljárások környezetre gyakorolt hatásai és annak kockázatai együttesen értékelendők. A beavatkozások hatásainak csökkentése végett hatásvizsgálatot kell végezni, hogy megelőzzük a nagyon káros, olykor visszafordíthatatlan környezeti károkat. Ahhoz, hogy a termálvíz hasznosításának környezeti hatásait részletesen megismerjük, át kell tekintenünk a hasznosítás teljes folyamatát és a létesítmény életciklusát, melyek az alábbiak:

- a megvalósíthatósági tanulmány (döntés-előkészítés);
- a földtani kutatás;
- a tervezés;
- a vízfeltárás (kutak fúrása);
- a hőhasznosító és egyéb kiszolgáló berendezések telepítése;
- a létesítmény üzemeltetése, karbantartása;
- és esetlegesen a létesítmény jövőbeli felszámolása.

A jelenlegi hatályos jogi szabályozás [2] értelmében a környezeti hatásvizsgálat fő céljai az alábbiak:

- a számottevő hatások kiszűrése, különösen azok kiemelése, amelyek befolyásolására később már nincs mód (pl. telephely, technológiák stb.);
- a legjobb technológia (BAT) bemutatása;
- a káros környezeti hatások bemutatása megelőzés és mérséklés szempontjából.

A termálvíz hőhasznosítási folyamatának rendszervázlatát és annak környezeti hatásokkal való kapcsolatát az alábbi, *1. táblázat* mutatja be.

1. táblázat. A termálvíz hőhasznosítási folyamatának kapcsolata a környezeti hatásokkal

Műszaki feladat	Tartalma	Környezeti hatások
Megvalósíthatósági tanulmány	– a létesítmény műszaki, gazdaságossági vizsgálati tanulmány készítése; – a tulajdonviszonyok, hozzájárulások tisztázása; – tájékozódás az engedélyezési (korlátozó) és üzemeltetési feltételekről (jogi szabályozás). – **0. döntéshozatali szint** (igen - nem)	nincs
Földtani kutatás	– kutatási terv készítése; – kutatási engedélyek, tulajdonosi-kezelői hozzájárulások beszerzése a mérésekhez; – a felszíni kutatások elvégzése; – az adatok értékelése.	van, egyszeri
Tervezési fázisok	– elemzések, **1. döntéshozatali szint** (folytatás - leállás); – a kutak vízjogi létesítési és a távhőrendszer engedélyezési terveinek elkészítése; – a kutak és a távhőrendszer kiviteli tervezése.	nincs
A kutak fúrása, a termelőmező kiépítése	– a kutak fúrása; – kőzetfizikai, kúthidraulikai, geohidrológiai tulajdonságok helyszíni mérése; – az adatok értékelése; – **2. döntéshozatali szint** (folytatás - leállás) – a kutak végleges kiépítése (kútfejek, kútházak, vezetékhálózat).	van, egyszeri
A hasznosító (távhőrendszer) és kiszolgáló létesítmények telepítése	– a közvetlen hőhasznosító, hőátalakító berendezések, rendszer (távhőrendszer) és kapcsolódó kiszolgáló létesítmények megépítése; – a megvalósulási dokumentáció elkészítése, – a kezelési utasítások elkészítése; – üzemeltetési engedély beszerzése.	van, egyszeri
A kutak és a távhőrendszer üzemeltetése, karbantartása	– a kutak és a berendezések, a rendszer folyamatos üzemeltetése; – a kutak és a berendezések karbantartása; – az ellenőrző mérések végrehajtása, az adatok értékelése (szükség szerint az üzemvitel módosítása).	van, folyamatos
A létesítmény felszámolása	– **3. döntéshozatali szint** (a rendszer bezárása-felszámolása) – a berendezések, építmények elbontása; – a kutak eltömedékelése, lezárása.	van, egyszeri

2. táblázat. Hatásterület becslése

Levegő	Vizek	Földtani közeg, talaj	Energiák	Ökoszisztéma	Épített környezet
n·10 km, n·10 km^2	felszíni: n·10 km felszín alatti: n·100 km^2	n·10 km, n·10 km^2	n·10 km, n·100 km^2 (hő)	n·km^2	vizuális hatás, az építmények; n·km^2

A hatásvizsgálat során a hatásterületekre a következő *(2. táblázat)* becsléseket adhatjuk.

A környezeti hatásokat pontosan elemezni, vizsgálni azonban csak egy konkrét környezet és az adott, alkalmazandó hőhasznosítási technológia ismeretében lehetséges.

Nem elégséges azonban a hatótényezőket, a hatásfolyamatokat és a hatásviselőket feltárni, illetve a környezetre gyakorolt hatás alapján minősíteni a tevékenységét, hanem szükséges lenne már ezzel párhuzamosan egy biztonságtechnikai szempontokat is figyelembevevő részletes kockázatvizsgálat elvégzésére is.

A kockázatvizsgálat egyrészt a kockázatos helyzetek, a kockázati források, folyamatok feltárására (kockázatfelmérés – elemzés), másrészt a bekövetkezett károk hatásainak mérséklésére, a kockázatok csökkentésére (kockázatkezelési intézkedések) vonatkozik. A kockázatokat egyrészt természeti jelenségek okozzák, másrészt pedig a civilizáció fejlődésének káros következményei.

A kockázatvizsgálat (egy jelenség, esemény, folyamat káros hatásainak elemzése) folyamata, melynek lépései a következők:

hibaelemzés → a kockázat megítélése → megoldások/intézkedések → a kockázat csökkentése

A termálvíz közvetlen hőhasznosításának tervezése, a létesítés, valamint az üzemeltetés csoportmunka, amelyben sok szakma képviselteti magát. A szakmai biztonság, a szaktudás minősége a kockázati tényezők egyik komponense.

A gyakorlati mérnöki tapasztalatok alapján elmondható, hogy a kockázati forrásokból az alábbi kettő igazán fontos és meghatározó szerepet tölt be:

- a földtani, hidrogeológiai tényező (van-e kellő mennyiségű és minőségű termálvíz?);
- rendelkezésre áll-e a rendszer kiépítéshez és üzemeltetéséhez kellő mennyiségű anyagi forrás?

Belátható, hogy a fúrástelepítés nagy kockázatú művelet, ha a földtani és a hidrogeológiai értelmezés rossz, nagyon lecsökken a találati valószínűség, azaz a megfelelő minőségű és mennyiségű termálvíz feltárása. A második legkockázatosabb folyamatként értékelhető maga a fúrás, mert a kellően nem ismert földtani közeg és a benne lévő fluidum (folyadék és gáz keveréke) fizikai és kémiai tulajdonságai által meglepetéseket tud okozni a feltárási és a kitermelési munkák során.

A termálvíz közvetlen hőhasznosításának földtani és hidrogeológiai rendszerelemeit, kockázati tényezőit, valamint azok kockázati szintjeit az alábbi táblázatban *(3. táblázat)* foglaltuk össze.

A 3. táblázatban ismertetett szubjektív kockázati szintek jelentése az alábbi:

nincs: nem kockázatos az esemény hatása;

kicsi: a kockázatos esemény hatása könnyen javítható;

közepes: a kockázatos esemény hatása nehezen javítható;

nagy: a kockázatos esemény hatása nagyon nehezen, vagy nem javítható.

Az előbbiekben tárgyalt kockázati tényezők számszerűsíthetők, amely kockázati értékekkel a döntési algoritmusok már számolhatnak, azaz meghozhatják a projekt kritikus helyzeteihez kapcsolódó döntéseket. A kockázatvizsgálatot a megvalósítás során folyamatosan kell végezni, hogy a projekt a legoptimálisabban valósuljon meg. A kockázati tényezők és kockázatos folyamatok előzetes és utólagos elemzésével pontosíthatók a kockázatos események kockázati szintjei. A vizsgálatok eredményei analógiák alapján felhasználhatók következő, hasonló projekt vizsgálatához.

3. táblázat. Földtani és hidrogeológiai rendszerelemek, kockázati tényezők és kockázati szintek

Munkafázisok	Kockázati tényező	Kockázati szintje
Döntés-előkészítés, a megvalósíthatósági tanulmány:	N= nem, I= igen	
a megrendelői hőigények (felmérése), előzetes földtani – vízföldtani elemzés (alternatívák), területi adottságok, engedélyezési feltételek (jogszabályok, illetékek), gazdaságossági, megtérülési feltételek, költség/hatékonyság elemzés, javaslat a rendszer kialakítására.	N I I I I I I	**nincs** **nagy** **nagy** **közepes** **nagy** **nagy** **nagy**
Tervezés, engedélyezés:		
előzetes hatásvizsgálatok, **modellezés1,** engedélyek a kutatáshoz, geofizikai – földtani –hidrogeológiai helyszíni vizsgálatok (kutatások) és az adatok értékelése, **modellezés2,** a tervezett kutak száma, térbeli elhelyezésére javaslat, döntés a kútrendszerről, a tervek elkészítése, a vízjogi létesítési (építési) engedély kérelem elkészítése, vízjogi létesítési (építési) engedély beszerzése.	I I I I I	**közepes** **nagy** **nagy** **nagy** **kicsi** **kicsi-közepes**
Kivitelezés:		
a „kútpár" létesítése, a kútvizsgálatok mérési eredményei értékelése, a kutak végleges kiképzése, a kapcsolódó kiszolgáló létesítmények megépítése, vízjogi üzemeltetési engedélykérelem elkészítése (vízföldtani naplók, megvalósulási dokumentációk stb.), vízjogi üzemeltetési engedély beszerzése.	I I I I I	**nagy** **nagy** **kicsi** **kicsi** **kicsi**
Üzemeltetés, folyamatos üzemviteli és környezeti ellenőrzőmérések:		
a rendszer üzemeltetése, folyamatos karbantartása, üzemei jellemzők mérése, környezeti jellemzők mérése, az adatok értékelése, optimális üzemeltetés biztosítása.	I I I I	**közepes-nagy** **kicsi** **kicsi** **közepes-nagy**
A létesítmény felszámolása– későbbi állapot		
a berendezések, építmények elbontása, a kutak eltömedékelése, lezárása.	I I	**kicsi** **közepes-nagy**

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

[1] *Büki G.:* A földben termett energia hasznosítása, avagy a biomassza és a földhő hasznosítása. Fizikai Szemle 2010/06.

[2] 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet

A vízenergia hasznosítás ösztönzői és korlátai[1]

Szeredi István
mérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, iszeredi@mvm.hu

A vízenergia hasznosítás helyzete ellentmondást mutat a hazai gyakorlat és a körülöttünk levő világ gyakorlata között. A magyar gyakorlat nem-létezőként kezeli a vízenergiát, annak ellenére, hogy az árstabilitást növelő és az import függőséget csökkentő, belföldi energiaforrás. A vízenergia hasznosítással kapcsolatos objektív véleményalkotás bázisa azonban hiányzik. A vízenergia hasznosításának a villamosenergia-rendszerben betöltött szerepe alapján két lényeges funkciója különíthető el. Primer megújuló energiaforrásként a vízenergia az áramszolgáltatás kezdetétől villamos energia előállítására szolgál. Mivel nem, vagy csak kismértékben támogatás igényes, eszköze lehet a klímavédelmi célkitűzések legkisebb költségű megvalósításának. Termelés és fejlesztés támogató eszközként a vízenergia bekerült a villamosenergia-szolgáltatás biztonságát támogató rendszerekbe, a termelő kapacitás és a csúcsigények közötti folyamatosan változó különbség áthidalására. A szivattyús energiatározók a rendszerirányítás gyors reagálású, flexibilis eszközeivé váltak. A vízenergia szerepe fokozatosan a rendszer rugalmasság, szabályozás és biztonság irányába tolódott. Speciális lehetőségei ezen a téren rendkívül értékesekké váltak, különösen a megújuló forrásból termelhető villamos energia rendszerbe integrálásához.

*

The situation in Hungary with regard to utilizing hydropower is inconsistent with the world around us. There is also a conflict between utilizing renewable energies and the economic situation. The role of hydropower has changed – it should be reviewed. The market of hydropower services is undergoing a transformation – the imports pressure is going stronger.

- **Small hydro power plants and local small renewable source should be developed in a way to make them cheaper.**
- **Medium-sized and large hydro power plants should be developed in a way to ensure that the long-term utilization of benefits and the environment are in harmony.**
- **Pumped storages should be developed in a way to improve flexible operation, dynamics and manoeuvring capacity.**

In Hungary hydropower is treated as non-existent despite the fact that it is a domestic energy source improving price stability and decreasing import dependency. Hydropower can become a tool to meet the obligation of utilizing renewable energy with the least cost. It can also be a means of competitiveness against imports, in particular in the field of system regulation. In terms of the environment, there is a confusion at the level of the EU too. The lack of standard EU and Hungarian regulations makes the situation very tight. Only priority investments are working. The value of Hungarian hydropower is so great that only thorough studies can justify its rejection. Such a complex and scientific study is, however, yet to be seen!

* * *

A megújuló energia hasznosítás helyzete ellentmondásos

A megújuló energia hasznosítás feltételrendszerében meglehetősen komplex, ellentmondásos helyzet alakult ki. Sokasodnak a megújuló energia hasznosítás növelési tervek megvalósíthatatlanságára utaló jelek.

- A villamos energia termelő beruházások terén a gazdasági környezet elbizonytalanodása visszafogottságot eredményezett.
- A földgáz bázisú tervek befagytak, ezzel kiestek korábbi fejlesztési tervek gerincét alkotó gázturbinás projektek. Az alacsony CO_2 árak miatt nem következett be áttörés a széntüzelés földgázzal való helyettesítésében. Bizonytalanság van a szén használata terén a CO_2 piac alakulásának beláthatatlansága miatt.
- A villamos energia fogyasztás és a csúcsterhelés is csökken. A régióban a villamos energia nagykereskedelmi árak csökkennek.
- A nagytömegű naperőmű belépését követően elkezdődött a termelői struktúra átalakulása. A csúcsidőszak árai csökkennek. A csúcsidei és völgyidei energia ár különbsége folyamatosan csökken. Kétségessé teszi az energia tárolás kereskedelmi alapon való használatát - függetlenül annak megoldási módjától.
- Megingott az EU emisszió kereskedelmi rendszer. Az EU által CO_2 kereskedelem stabilizálására tett beavatkozások nem voltak eredményesek. Az Európai Parlament nem fogadta el az Európai Bizottság javaslatát a CO_2 piac megmentésére. A tagországok elutasították a 2020 előtti további megújuló energia növelés megvitatását. A történtek szerint az Európai Bizottság elképzelései nincsenek összhangban a válsággal terhelt tagországok lehetőségeivel.
- A stabil CO_2 piac hiánya kérdésessé teszi a klímavédelmi célkitűzések megvalósíthatóságát, az alacsony CO_2 árak nem teremtenek alapot a magas támogatásokkal biztosítható fejlesztéséhez. Az Európán kívül tapasztalható gyors emisszió növekedés kétségbe vonhatóvá teszi a szén-dioxid kibocsátás csökkentése érdekében felvállalt jelentős gazdasági áldozat gyakorlati értelmét. Az EU nem tudta elfogadtatni a klímapolitikai elképzeléseit és a világ konferenciák nem hoztak áttörést ezen a téren.
- Az üvegház hatás okai terén kibontakozott, és a klímaváltozási összefüggéseket megkérdőjelező, tudományos viták sem erősítik CO_2 politika végrehajthatóságát. Szkeptikus vélemények jelentek meg, pl. „az úgynevezett megújuló energiafajták erőszakos elterjesztésének célja nem más, mint a kérdésben érdekelt lobbik törekvése a központi költségvetés megcsapolására” (Vaclav Klaus).
- A gazdasági visszaesés és a jelentősen megnőtt munkanélküliség mellett, a terhek további növelése egy ingadozónak látszó energiapolitikai elképzelés megvalósítása érdekében, számottevő politikai kockázatot hordoz.
- Nem látszanak igazolódni a megújuló energia hasznosítás eszközeinek gyártása terén feltételezett foglalkoztatás-politikai előnyök sem, mert Kína domináns szerepével a kezdeményezés fokozatosan kicsúszik az EU diszpozíciójából.
- Az erőfeszítések ellenére a CO_2 kibocsátás tovább nő és Európa versenyképessége romlik.
- Magyarországon nem fejeződött be megújuló forrásból termelt villamos energia kötelező átvételét és az átvétel szabályait rögzítő METÁR rendszer kialakítása.
- A megújuló energia hasznosítás cselekvési tervében foglalt magyar megújuló energia hasznosítási elképzelések nem számoltak a támogatás nélkül is megvalósítható és tartósan támogatás nélkül is működőképes forrásokkal, illetve a tervek nem a támogatási igény minimumára épültek.

A külső és belső környezet változása szükségesé teszi a megújuló energia hasznosítás cselekvési tervének felülvizsgálatát. A felülvizsgálat kereteit a 1491/2012. (XI. 13.) Kormány határozat megteremtette. Indokolt lenne az állami kötelezettség vállalás bizonyos hányadának megfelelő volumenben olyan pályákat meghatározni, amelyen a legkisebb költség és a legkisebb támogatás mellett teljesíthetők a kötelezettségek.

A vízenergia szerepének átértékelődése

A klímavédelmi törekvések felértékelték a vízenergia szerepét. A vízenergia primer energiaforrásként történő hasznosításának gazdasági feltételei közül kiemelhető az, hogy az egyik legkisebb termelési költségű villamos

[1] A szerzőnek a KLENEN ‘13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

energia termelési mód, ami az energiaforrás mellett, a technológia egyszerűségének és a hosszú élettartamnak köszönhető.

A vízenergia hasznosítás hosszú távú árstabilitást, alacsony árkockázatot és megbízható előretervezhetőséget eredményez. Kipróbált, alacsony kockázattal megvalósítható technológia. Építése és üzeme jellemzően helyi tudásra és a helyi munkaerő használatra alapozható és általánosságban a megvalósításához felhasznált helyi eszközök és munka aránya elérheti a 80%-ot. Helyi, belföldi forrást hasznosít, így növeli az energiafüggetlenséget. Kiemelhető, hogy a vízenergia hasznosítás magában hordozza a többcélú vízhasznosítás és az infrastruktúrafejlesztés feltételeinek megteremtését.

A vízenergia hasznosításának nemzetközi helyzetet átfogóan jellemzi az International Energy Agency által 2012 júliusában közzétett középtávú piaci jelentés. Az ebben foglaltak szerint jelenleg a nemzetközi gyakorlatban a víz a fő megújuló energia forrás és középtávon sem a súlya sem a szerepe nem változik.

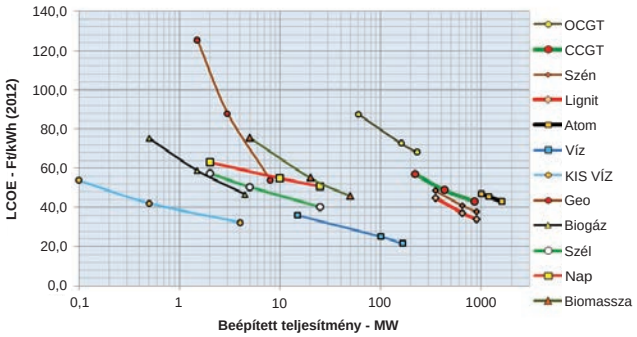
Az EURELECTRIC megállapítása szerint a vízenergia a legfontosabb megújuló energia termelési technológia Európában is, versenyképes, hatékony, klímabarát és részt vesz a rendszer stabilitás biztosításában. A hasznosítását gyors megtérülés, magas hatásfokú, hatékony felhasználás jellemzi. A villamos energia termelési technológiák között a legmagasabb hatásfokú. A menetrend követő képességének, rugalmasságának és költséghatékonyságának köszönhetően hátteret biztosít a terhelésváltoztatáshoz és a rendszer szolgáltatások biztosításához. A vízenergia hasznosítása a régió energetikai fejlesztéseiben és az EU terveiben egyaránt egy számottevő energetikai tényező.

A villamos energia termelési adatok azt mutatják, hogy a vízenergia hasznosítás súlya nem tér el számottevően a világszerte érvényesülő trendektől. A régióban termelt villamos energiából 2010-ben 52,72% a szén alapú termelésből származott. Az arányokban második a víz 18,20% és harmadik az atom 14,14%. A földgáz alapú termelés 10,58% volt.

Az EURELECTRIC 2011. szeptemberében felhívást tett közzé, amelyben rögzítésre került, hogy a vízenergia vonatkozásában a technológia és fejlesztése európai érdekű. A vízenergia Európa belső forrása. Hasznosítása diverzifikálja a forrásokat, csökkenti a függőséget. Az EU fontos szerepet szán a vízenergia hasznosításnak a klímapolitikai célkitűzések elérésében.

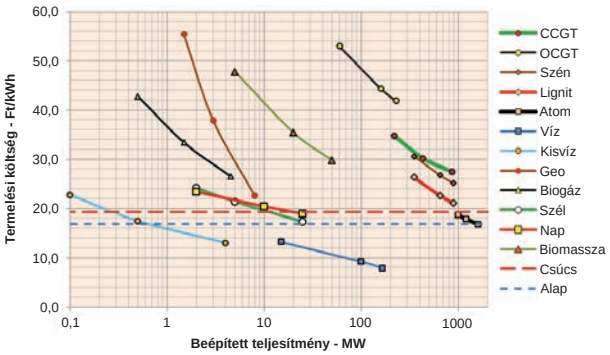
Hasonló fejlődési trend tapasztalható Európán kívül is. Az Egyesült Államok kormánya nagy volumenű fejlesztési programot kezdeményezett. A programot támogató jogszabály tiltja a vízenergia termelő létesítmények megszüntetését, bontását vagy annak tanulmányozását a Kongresszus engedélye nélkül. Tiltja szövetségi forrásból olyan szervezeteket támogatni, melyek elkötelezték magukat a vízenergiával szemben. Kötelezővé teszi a hal- és vadállomány védelmi törvényekből eredő villamos energia-termelési többlet költségek havonkénti közzétételét a fogyasztók részére. Az indoklás szerint „a vízenergia egy fontos része az átfogó energetikai terveknek és a növelése a munkahelyek ezreit teremtheti, növeli a gazdaságot és védi a környezetet."

A villamos energia termelő kapacitások valamint a megújuló energia források összehasonlítására a nemzetközi gyakorlatban (pl. IEA) szokásos - kiegyenlített energia költség LCOE (Levelized Cost of Electricity) a jelenlegi gazdasági adottságok mellett a következő arányokat mutatja:



1. ábra. **A villamos energia termelő beruházások LCOE értékeinek összehasonlítása**

A vízenergia LCOE értékei közel vannak legközelebb a prognosztizált villamos energia árakhoz. A villamos energia termelési költségek összehasonlító elemzése alapján látható, hogy a vízenergia termelési költsége alatta marad az évtized második felére – végére prognosztizált villamos energia áraknak:



1. ábra. **A villamos energia termelő beruházások termelési költségeinek összehasonlítása**

A legelőnyösebb erőmű típusként az összehasonlított változatok közül a víz emelhető ki. Támogatás, vagy jelentős támogatás nélkül is megvalósítható. A vízenergia hasznosítása terén indokoltnak ítélhető a jelenlegi magyar gyakorlat felülvizsgálata. A felülvizsgálat eredményeképp a magas árstabilitású vízenergia minden bizonnyal a megújuló energia hasznosítási kötelezettség tejesítésének legkisebb költségű eszközévé válhatna.

A vízenergia hasznosítás szolgáltatásainak piaca

A vízenergia szerepe a villamos energiatermeléstől fokozatosan a rendszer rugalmasság, szabályozás és biztonság irányába tolódott. A bekerült a villamosenergia-szolgáltatás biztonságát támogató rendszerekbe, a termelő kapacitás és a csúcsigények közötti folyamatosan változó különbség áthidalására. A vízenergia speciális lehetőségei rendkívül értékesekké váltak, különösen más megújuló forrásból termelhető villamos energia rendszerbe integrálásához.

A vízenergia szolgáltatásai több piaci szegmensben kerülnek értékesítésre. Versenypiac a villamos energia nagykereskedelmi és a szabályozási piac. Szabályozott piac a megújuló energia támogatott piaca. A vízenergia megújuló forrásból termelt villamos energia, kis teljesítmények esetében, átlagosan 5-10 MW alatt, a vízenergia árszabályozás hatálya alá tartozó, nem piaci termék. A nagyobb teljesítmények termelése a villamos energia nagykereskedelmi piacán kerül értékesítésre és csak az egyes országok megújuló energia hasznosítási vállalásainak teljesítésében tárgya elszámolásnak.

A jelenleg folyamatban levő integráció eredményeként az egységes villamos energia piac 2014-ben létre kell jöjjön. Az integráció eredményeképpen várhatóan tovább növekszik az import nyomás.

A vízenergia piaci értékesíthetőségét az európai gyakorlatban alkalmazott ártámogatások jellemezhetik. Általában 2,0 MW fölötti teljesítményű vízerőművek villamos energia termelési önköltsége illeszkedik a piac villamos energia áraihoz és ártámogatás alkalmazására nincs szükség. Egyes esetekben, mint pl. a jelenlegi magyar gyakorlatban az átvételi árakban alkalmazott ártámogatás 5,0 MW teljesítmény határig terjed. Általában a támogatott ár alkalmazása határozott időre szól és az új kapacitások megvalósítását segíti elő. Ezzel szemben a magyar gyakorlat a több évtizede állami költségvetésből megvalósult létesítményeket is támogatja. Az európai gyakorlatban kiemelt támogatásban részesülnek az 50-100 kW alatti törpe erőművek, ahol a támogatott ár elérheti a nagykereskedelmi villamos energia ár többszörösét. Az 1-2 MW beépített teljesítmény alatt nagykereskedelmi villamos energia ár 1,5-2,5-szerese kerül alkalmazásra. Az esetek jelentős hányadában 5-6 MW fölött nem határoznak meg átvételi árat és az értékesítés piaci feltételek mellett történik.

A szabályozási szolgáltatások biztosítása jelenleg árszabályozás hatálya alá nem tartozó, piaci termék. A rendszer szabályozási szolgáltatások

beszerzésére a szabályozási piacon verseny keretében kerül sor. A jelenlegi magyar gyakorlatban a kapacitás lekötése évi egyszeri-kétszeri tendereztetés alapján történt. Ezzel szemben a régiós gyakorlat lényegesen gyakoribb, heti és havi időszakokra vonatkozó tendereztetést alkalmaz. A szabályozási szolgáltatások beszerzése egyre rövidebb időszakokra korlátozódik és folyamatosan tolódik a valós idő irányába.

A szabályozási piac struktúrája átalakulóban van, folyamatban van az integrációja is. Az eddig szabályozási szolgáltatást biztosító piaci szereplők (földgáz tüzelésű egységek) kiszorultak a piacról. A szükséges kapacitás rendelkezésre állásának kereszt-finanszírozással való biztosítási gyakorlata nem fenntartható az integráció eredményeképpen létrejövő egységes európai versenypiac körülményei között.

Az integráció folytatásával és eredményével kapcsolatban több elképzelés létezik. Számottevő valószínűsége van a közös szabályozási szolgáltatás biztosításnak. Az osztrák és a német rendszerek szabályozási szolgáltatás árai lényegesen alacsonyabbak a jelenlegi magyar árszintnél, így az egységes piac kinyílása esetén a jelenlegi magyarországi rendszer szabályozási szolgáltatások versenyképesség hiányában várhatóan kiszorulnak a piacról. Az energiafüggőség mérséklése ezen a téren várhatóan gyakorlati nehézségekbe ütközik.

A vízenergia hasznosítás fejlesztése primer forrásként

A vízenergia teszi ki ma Európa megújuló energia forrás használatának túlnyomó többségét. A hátteret biztosít a terhelés szabályozáshoz. A vízenergia nélkül az EU ambiciózus megújuló célkitűzéseit várhatóan nem lehet teljesíteni. A vízenergia szerepe növekvő a jövőben. Jelentős európai belső készletek állnak rendelkezésre.

A villamos energia rendszer működéséhez kiegyenlítő kapacitás és az energia tárolás szükséges. Energia hatékonysági szempontból a szivattyús energiatározók kiemelt előnye a kettős szabályozás (pozitív és a negatív) és a leszabályozáskor elvesző energia hasznosítása. Az EURELECTRIC állásfoglalása szerint a vízerőművek és a szivattyús energiatározók létesítése létfontosságú Európa energia átvitele szempontjából. Ki kell küszöbölni a fejlesztést akadályozó tényezőket. Meg kell szüntetni a diszkriminációt, helyre kell állítani a technológiák közötti versenyt. Az egymással összeütközésben álló klíma- és környezetvédelmi célok összhangba kell kerüljenek.

Az energiapolitikában sok helyen preferált kis- és törpe vízerőművek megvalósíthatóságuk előfeltétele a magas beruházási vagy ártámogatás. A német gyakorlat alapján a kisvízerőművek fajlagos költségei elérik meghaladják az atomerőmű létesítés fajlagos költségeit – de a kihasználásuk sokkal alacsonyabb. Költségeik csökkentése döntő súlyú a megvalósíthatóságuk szempontjából. A műszaki fejlesztés súlypontja a szakterületen a kis esésű lehetőségek hasznosítása irányába tolódott el. Előtérbe kerültek az új, kisesésű megoldások, a merülő generátorok, a távműködtetés, a kis költségű és kis környezeti hatást kiváltó szerkezetek. A Nemzeti Energia Stratégiába is bekerült, duzzasztást nem igénylő turbina típusok (a tengeri áramlások hasznosítására kidolgozott, kísérleti jellegű berendezések) alkalmazása a hazai vízfolyásokon nem látszik egyszerűen megoldható feladatnak. Középtávon ezzel a megoldással számottevő kapacitás megvalósulása nem várható.

A kisvízerőművek fejlesztését számtalan a gyakorlati megvalósítás szintjéig el sem jutó ötlet teszi összetetté. Maga a létesítés kérdése is periodikusan, néhány évtizedes ciklusokban visszatér – többnyire eredménytelenül. Az általában drága és kis kapacitások nem élik túl az ötlet színjét. A gyakorlatban összekeveredik a nosztalgia, a valós gazdasági és környezeti értékekkel. Egy meghatározható műszaki és gazdasági nagyság és támogatási szint alatt megvalósíthatóságuk nem lehetséges.

A közepes- és nagyteljesítményű vízerőművek esetében a technológia kiforrottnak mondható, műszaki kockázatai nem jelentősek, üzeme gazdasági szempontból stabil, független a tüzelőanyag ármozgásoktól, megújuló természeti erőforrást hasznosít, részt vesz az üvegházhatást okozó gázkibocsátások csökkentésében, megvalósítása helyi eszközöket igényel és a helyi foglalkoztatottságot javítja, a használata az energia függőséget csökkenti.

A közepes- és nagyteljesítményű vízerőművek fejlesztésének mozgató erejét a hosszú távú előnyei jelentik és a fejlesztések elsősorban a hosszú távú előnyeinek kiaknázása és a környezeti elvárások közötti egyensúly megteremtéséhez kapcsolódik. Ezen a téren hosszú megfigyelési időszak tapasztalatai halmozódtak fel és a különböző szakterületek művelői kutatják a hatásokat a folyók ökológiai feltételeire, valamint a legjobb védekezési módokat a jelentkező hatásokkal szemben. Az erőfeszítések eredményeként a hatások elkerülésére vagy mérséklésére széles tartományban eredményes stratégiák alakultak ki.

A vizsgálatok szerint kialakíthatók olyan vízerőmű projektek, melyek a rájuk terhelt infrastruktúra fejlesztési igények mértékétől függően – beruházási támogatás vagy ártámogatási igény nélkül is – megvalósíthatók lehetnek. A klímavédelmi célkitűzések eléréséhez a vízenergia készletek hasznosítása jelentheti a legkisebb terhet.

A vízenergia készletek hasznosítása számottevő energetikai tényező - nem racionális, hogy a magyar gyakorlat nem létezőként kezeli. A készletek rendelkezésre állónak tekinthetők. A hasznosítása, megfelelő nagyság esetén – ellentétben más megújuló energia hasznosítási lehetőségekkel – nem igényel gazdasági támogatást.

A vízenergia fejlesztése szabályozási eszközként

A villamos energia piac liberalizálása, a nagyblokkos erőműépítés és a megújuló energiaforrás hasznosítás tömegessé válásának hármas szorítása felértékelte a flexibilis üzemű szivattyús energiatározókat. A piac értékítélete alapján a szivattyús energiatározók váltak a rendszerirányítás gyorsreagálású, flexibilis eszközeivé.

A villamos energia termelés és a fogyasztás közötti folyamatosan változó különbségek áthidalása, a folyamatos egyensúly biztosítása szükségessé teszi egy gyorsan mobilizálható, támogató rendszer kialakítását. A rendszer szabályozás és a megújuló kapacitások rendszerbe integrálása terén a rendszerirányítás eszközeinek radikális átalakítása vált szükségessé. A magyar villamos energia rendszerből hiányzik a modern szabályozó kapacitás a megfelelő rugalmassággal és a szükséges terhelésváltási sebességekkel. Az éjszakai terhelési minimumok gyakorlatilag kezelhetetlenek. A jelenleg rendelkezésre álló kapacitás működése nem látszik hosszabb távon fenntarthatónak.

A felszabályozásra igénybe vehető földgáz tüzelésű berendezések a leszabályozásra nem, vagy csak korlátozottan képesek és nem biztosítanak kiegyenlítő kapacitást az éjszakai minimális rendszer terhelések problémáinak enyhítéséhez. A tároló képesség hiányában ugyancsak nem jelentenek eszközt a megújuló energia rendszerbe integrálásához. A nagy tömegű megújuló energia rendszerbe integrálása is egyelőre várat magára. A változékonyság, tárolási és tartalék igény biztosítása a vízenergia, a szivattyús energiatározó alkalmazását teszi indokolttá.

A villamos energia rendszer üzemi igényeinek teljesítése legnagyobb komplexséggel és legnagyobb hatékonysággal szivattyús energiatározó beléptetésével biztosítható. A rendszer szabályozás átalakítása csökkentheti a rendszerszintű szolgáltatások költségeit az árak stabilizálásával és a rendszer szolgáltatási igény mérséklésével.

A csúcsidei és a völgyidei villamos energia árak terén tapasztalható lassú, folyamatosan növekvő mértékű kiegyenlítődés eredményeként, a hagyományos napi-heti rendszer terhelés kiegyenlítés – fontossága ellenére – piaci alapon gazdasági szempontból gyenge szolgáltatássá vált. A rendszer szabályozási igények növekedése viszont erős szolgáltatási piacot teremt.

A ma körvonalazódó szabályozási piaci integráció eredményeképpen a magyar rendszer szabályozási kapacitásoknak várhatóan jelentős részben a régió szivattyús energiatározóival és vízerőműveivel kell versenyeznie a piacon. A megnövekvő import nyomás árversenyében is megfelelőnek kell bizonyulnia.

A szivattyús energiatározó belépése a rendszer egészének hatásfokát javítja és a hatásfok növekedés üzemanyag felhasználás csökkenést és emisszió csökkenést eredményez. Például a magyar rendszerben egy ±600 MW teljesítőképességű szivattyús energiatározó CO_2 kibocsátás csökkentő hatása közelítően megegyezik kb. 110-150 MW újonnan be-

lépő szilárd biomassza tüzelésű erőmű, vagy kb. 370-400 MW újonnan belépő szélerőmű CO_2 kibocsátás kiváltásával.

A szivattyús energiatározók működésében a tároló képesség és a gyorsszabályozási képesség meghatározó súlyú. A lehetséges alternatívák szabályozási képességének összehasonlítása azt mutatja, hogy a szivattyús energiatározók lehetőségei messze felülmúlják más megoldások lehetőségét. Az elmúlt két évtized műszaki fejlődésének felhasználásával a szivattyús energiatározók +100% és a -100% terhelés közötti bármely közbenső üzemállapota tartósan megengedhető. A mobilizálása készenlétből és felterhelése a teljes terhelésig mindkét irányban kb. 10-15 sec. Rendelkezésre állásához sem folyamatos kényszer-termelés, sem járulékos költségek vállalása nem szükséges. Üzemben tartása keresztfinanszírozást nem igényel. Gazdasági szempontból versenyképes és hosszútávon fenntartható megoldás, ami független az energiahordozók piaci árainak bizonytalanságaitól

A rendszerirányítási problémák megoldására a Kormány 2011. szeptember 30-án elfogadta a Nemzeti Tervet. Az közzétettek szerint támogatásban részesít egy magyarországi helyszínen megvalósítandó ±600 MW teljesítőképességű szivattyús energiatározó beruházást. Álláspontja szerint a szivattyús energiatározó megvalósítására a magyar villamos energia rendszer súlyos rendszerszintű problémáinak megoldása és a megújuló energiatermelés költséghatékony módon történő elősegítése érdekében egyértelműen szükség van.

A Nemzeti Cselekvési Terv végrehajtása 2012. május végén a CO_2 piac megingása és kockázatai következtében nem folytatódott.

A környezetvédelem segítője, vagy gátja a hasznosításnak

Nem egyértelmű a kérdés a környezetvédelem megújuló energiát segítő vagy gátló szerepéről. A környezetvédelmi hatóságok működési feltételei, eljárásrendje, hatásköre jogszabályokkal lehatárolt. Álláspontját az érintett szakterület szabályai és a jogszabályi előírások alapján alakítja ki. Az eljárás tárgyát képező hasznosítást nem áll jogában sem gátolni, sem pedig segíteni.

A környezetvédelmi szervezetek többnyire nem szakmai szervezetként működnek. A szervezetek működését a törvényesség betartásának általános szabályain túlmenő előírások, jogszabályok nem korlátozzák. Álláspontjuk kialakítását szakmai szabályok nem korlátozzák. Az egyes esetekben saját értékrendjük és érdekeik szerint járhatnak el és az érdekeik szerint gátolhatják vagy segíthetik a megújuló energia fejlesztését is. Általános érvényű megállapítás nem tehető, de meg kell említeni, hogy valamilyen okból a sajtó nem, vagy csak nagyon ritkán ad hírt olyan helyfoglalással járó fejlesztésekről ahol segítő szerepet játszottak.

Nem a környezetvédelem a vízenergia hasznosítást meghatározó egyetlen feltétel, hanem csak a követelmények egyike. A vízenergia hasznosítás elemzésének lehetséges szempontjai lehetnek többek között: a helyi munkahelyteremtés, a megfizethető infrastruktúra és szolgáltatás, a versenypiacon értékesíthető termék, a támogatási matematika piac-torzító hatása, az importfüggőség mérséklése, a villamos energia termelés árának stabilizálása, a megújuló energia ártámogatásának csökkentése, a környezet védelmének szempontjai, a klímavédelmi célkitűzések, az energiahatékonysági célok elősegítése, az ellátás biztonság, a rendszer szabályozás diverzifikálása stb.

Az egyes szempontok gyakran egymást akadályozzák. Az EURELECTRIC álláspontja szerint még az EU egyes igazgatósági közötti prioritások sem tisztázottak. Így rendezhetetlenek a környezetvédelem, klímavédelem és a Víz Keretirányelv hármasának ellentmondásai. EU szinten is zavar van. A mértékadó szabályozás hiányosságai átjárhatatlan helyzetet teremtettek. Csak a kiemelt beruházás látszik működő iránynak.

Bizonytalanságot keltenek a természeti erőforrás és a földterület használati jogának feltételei, és a beruházási környezet. Az állam tulajdonát képező természeti erőforrás használati jogának megszerzésére nem alakult ki a más országokban alkalmazott koncessziós rendszer. Az állami földterület használati jogának megszerzése sem rendezett. A kezelési jogot a területileg illetékes vízügyi igazgatóságnak adták át. A vízügyi igazgatóságok a működésében költségvetési kontroll megkerülésével kapott többletforrás felértékelődött. Pl. a kiskörei erőmű esetében a földterület használatáért a forrás átadási kötelezettség az éves árbevétel 36%-a. Versenyeztetésről valamiért nem szólnak a hírek. Előfordul, hogy kizárják a területileg illetékes önkormányzatot.

A stabil beruházási környezet hiányzik, a kötelezettségek gyakran csak az engedélyesre vonatkoznak. A helyzet példázza az 1996-ban minden szükséges engedély birtokában, kb. 150 éves vízimalom rekonstrukciójával megvalósított, távműködtetett, demonstrációs célú kisvízerőmű esete. Az engedélyek betartásával megvalósult kisvízerőműre, ami a megelőző másfél évszázadban állandósult működési feltételeket nem változtatta meg; a hatóság máig sem adott ki üzemelési engedélyt. De kártérítést sem fizetett.

Minden villamos energia termelési mód és minden infrastruktúra fejlesztés esetén jelentkeznek hatások a környezetre. A döntés megfelelő összehasonlítást tesz szükségessé. Kiemelt figyelmet kaptak a vízenergia hatásai, hosszú megfigyelési időszak tapasztalatai halmozódtak fel és különböző szakterületek kutatják a hatásokat és a védekezési módokat. Az erőfeszítések eredményeként a hatások elkerülésére vagy mérséklésére széles tartományban eredményes stratégiák alakultak ki, a nemzetközi szakma bemutatta, hogy kész és képes a problémák előjelzésére és mérséklésére. Az eredmények alkalmazása környezeti javulást eredményezett. A környezeti megfontolások beépítése a tervezésbe és az üzembe ma már standard gyakorlat.

A VízKeret Irányelv előírásaiból eredő követelmények, és kiemelten a természetes víztestek állapotának javítása nehézségekbe ütközik. A német gyakorlatban a hatósági igények kb. 8% termelés csökkenést okoztak az üzemelő létesítményeknél. A folyamatosan növekvő beruházási igények egyes esetekben az üzem fenntarthatóságát veszélyeztetik. A magyar minisztériumi álláspont szerint, amit a Víz-Keret Irányelv alapján kidolgozott vízgyűjtő gazdálkodási tervek nem tartalmaznak, nem képezheti engedélyezés tárgyát. A terv nem vizsgálta a távlati fejlesztések lehetőségeit, tehát befagyasztotta a fejlesztések lehetőségét.

Általában nincs érdekütközés a természetvédelem követelményei és a szivattyús energiatározó létesítés között. Szokásos megoldás a földalatti elhelyezés és a zárt technológiájú vízrendszer kialakítása. Ezek minimálisra csökkentik a vizuális és a természetes víztestekre gyakorolt hatásokat. A szivattyús energiatározó üzemanyaga és az energiatárolás közege a természetben előforduló víz, amit természetes állapotában használ fel és ad vissza. A környezetbe illesztése terén eredményes és elfogadott módszerek alakultak ki. Gyakran védett természeti területen valósulnak meg: pl. a Fekete Vág az Alacsony-Tátrai Nemzeti Parkban; a Bajina Basta a Tara Nemzeti Parkban Világörökség területen; a Dlouhe Strane a Jeszenik hegység tájvédelmi körzetében; a Dinorwic és Ffestnniog a Snowdonia National Park területén; a Yards Creek a Delaware Water Gap National Recreation Area területén; a Seneca az Allegheny National Forest területén; a Helms a Sierra National Forest területén; az Imaichi, Numappara és Shimogo a Nikko National Parkban; a Numappara egyben a Világörökség részét képző területen épült. Az EU hozzájárulásával fokozottan védett természeti területen és Natura 2000 területen épült a Baixo Sabor. A Dnyeszter a Világörökség részét képző és a Ramsari egyezmény hatálya alá tartozó területen épül a Világbank támogatásával.

Összefoglalás

A vízenergia készletek hasznosítása számottevő energetikai tényező, nem racionális, hogy a magyar gyakorlat nem létezőként kezeli. A vízenergia hasznosítás a legkisebb termelési költségű villamos energia, magas árstabilitást, alacsony árkockázatot eredményez, energiafüggetlenség növel. A hasznosítása, megfelelő nagyság esetén nem igényel gazdasági támogatást. A klímavédelmi célkitűzések eléréséhez ez jelentheti a fogyasztókra legkisebb gazdasági terhet okozó megoldást. A mai magyarországi villamosenergia-fogyasztás 10-12%-át kitevő hazai vízenergia készlet hasznosításához fűződő gazdasági érdek olyan nagy, hogy az arról való lemondást csak megfelelően megalapozott vizsgálatok indokolhatnák.

Megújuló támogatási rendszer vizsgálata napelemeken keresztül; német és magyar viszonyok[1, 2]

Lipcsei Gábor
energetikai mérnök hallgató (MSc), lipcsei.gabor@eszk.org

Egy környezetbarát, decentralizált energiamix ideája sok fejlett országot arra késztetett, hogy támogassák a megújuló energiatermelést. Az Európai Bizottság 3×20-as célkitűzése értelmében 2020-ra, EU-s átlagban 20%-ra kell növelni a villamosenergia-termelés megújuló alapú részarányát. Ezzel összhangban Magyarország a Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv keretében 14,65%-os célt tűzött ki maga elé. Azonban a hogyan még sok helyen kérdéses. Melyik megújulót milyen szinten és mértékben támogassa az ország? Sok érv és ellenérv hangzott már el szakmai vitákon ezzel kapcsolatban.

Jelen munkában a megújulók közül a napenergiát emelem ki. Először röviden ismertetem, hogyan is áll a világban a napenergia villamosenergia-termelésre történő hasznosítása, aztán bemutatom a számunkra műszaki és gazdasági értelemben is hagyományosan „mintaországnak" tartott, a világ élén járó Németországot és az ottani megközelítést. Ezután a magyar helyzetet és lépéseket hasonlítom össze a némettel. Dolgozatom végén pedig konklúziót vonok az eddigi tapasztalatokból és egy lehetséges fejlődési irány mutatására teszek kíséretet a jövőre nézve.

*

The idea of an environmentally friendly decentralized energy mix lead the developed countries to support the renewable energy production. In accordance with the 3x20 target of the European Commission, the share of the renewable electricity production should be 20% by the year of 2020. According to this, Hungary harmonized its Renewable Energy Utilization Action Plan by setting a target of 14,65%. However, the question of how rises in many places. What should be the level and extent of subsidy given to the different renewable sources? Many pros and cons can be heard in professional discussion in this topic.

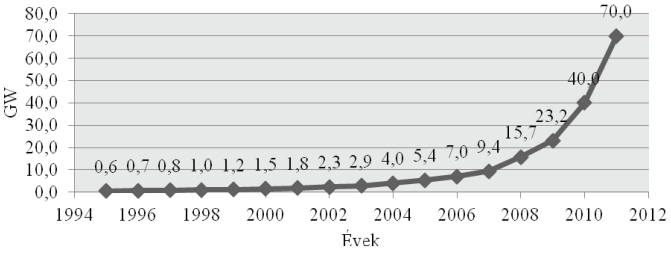
In this work, the solar energy is emphasized from the renewables. In the beginning, the solar power industry is described briefly. Afterwards, in technical and economical terms traditionally called "model country", Germany and its approach are presented. Then the Hungarian situation and the taken steps are compared. At the end of the paper, I take the liberty to show a possible direction for the future based on the experiences so far.

* * *

Mióta megfogalmazódtak az üvegházhatású gázok csökkentésére és a megújuló energiák terjesztésére irányuló célok, azóta hatalmas mennyiségű tőkét fektettek a megújuló iparba, főként (de nem csak!) a fejlett országok. Az 1. ábrán látható a megújuló energiákra a világon a legtöbbet fordító országok. 2011-ben 17%-os növekedés hatására 257 Mrd USD-t költöttek a világon erre a célra, ez nem foglalja magába az 50 MW-nál nagyobb vízerőmű projekteket és a kutatás-fejlesztést sem. Érdekes, hogy ebben az évben a napenergiába fektetett összeg már meghaladta a szélenergiáét. [10]

1. ábra. **Globális beruházások a megújuló energiába és üzemanyagokba [10]**

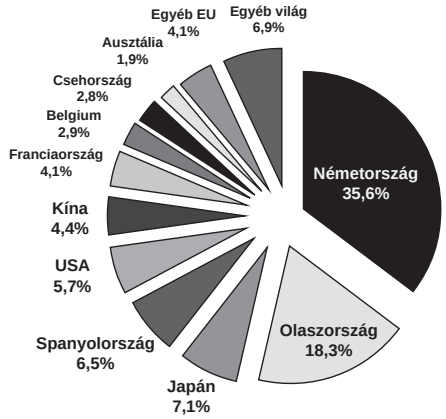
Az elmúlt évek támogatásainak a hatására exponenciálisan nő a napelemek beépített teljesítőképessége, amit az 1. diagram is mutat: 2006-2011 között, 5 év alatt megtízszereződött a napelemek beépített teljesítménye; csak a 2011-es évben 30 GW-al nőtt az előző évi össz 40 GW-hoz képest, ez hatalmas ugrás.



1. diagram. **A világ beépített napelem-kapacitása 1995-2011 [10]**

A német „minta"

Németországot a megújuló energiák egyik élharcosának lehet tekinteni. Az előzőekben említett radikális növekedésben jelentős szerepet vállalt. Mi sem mutatja ez jobban, mint a 2. diagram, melyen láthatjuk, hogy a 2011-es 70 GW napelem-kapacitásnak több mint a harmadát mondhatja magéának.

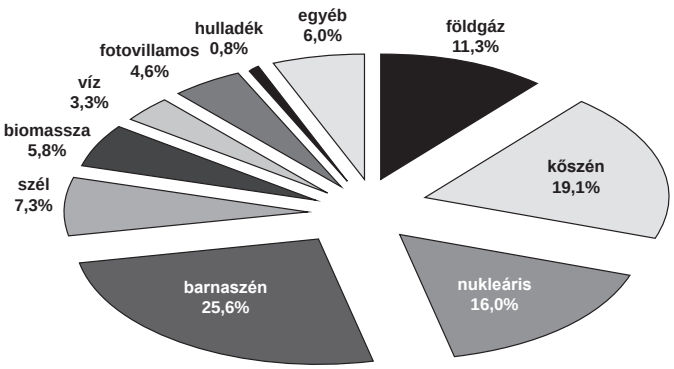


2. diagram. **2011. évi 70 GW napelem-kapacitás megoszlása a világon [10]**

[1] A szerzőnek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

[2] Lektorálta Dr. Gács Iván PhD

Ezt az előkelő pozíciót annak köszönhetik, hogy 1990-ben, a világon másodikként (USA, 1978 után) bevezették a kötelező átvételi rendszert (KÁT), melynek értelmében a villamos hálózat rendszerirányítója kötelezően megvásárolta a megújuló forrásból termelt villamos energiát. Ezt tetézte még a 2000-ben hatályba lépett Megújuló Energia Cselekvési Tervük (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG), amiben vállalták, hogy stabil átvételi áron megvásárolják a megújulókból termelt villamos energiát 20 éven keresztül. Ezzel biztos alapot teremtettek a beruházásoknak, gyakorlatilag levették a kockázatot a befektetők válláról. Az EEG hatására 2012 végére elérte a 21,9%-ot a megújulók részaránya a német energiamixben, mint azt a 3. diagram is mutatja. A napelemek részaránya kisebb súllyal, de már számottevően 3%-on áll.



3. diagram. **Bruttó villamosenergia-termelés Németországban 2012 [2]**

A KÁT árai a termelők önköltsége felett 2-7 eurócenttel lettek meghúzva. Ezzel az volt a cél, hogy a beruházások ösztönzésével a megújuló ipar meg tudja vetni a lábát a piacon. Az elképzelés szerint egy idő után kellően megerősödve később versenyképes tud lenni. A folyamat alatt a beruházásokon keresztül saját iparuknak akartak egy kezdőlökést adni, mindezt úgy, hogy közben környezetbarát technológiát használva költséghatékonyan CO_2-t takarítanak meg és a gazdaságon keresztül közvetett módon munkahelyeket teremtenek. A megerősödött megújuló ipar pedig később innovációkat hajthat végre már egy biztos háttérrel. Mindemellett a megújulók nem függnek az üzemanyag-beszállítóktól, ezzel növelve a politikai ellátásbiztonságot. Ez volt az elképzelés.

Árak és költségek

A fentebb említett kezdőlökésre sok milliárd Eurót szántak, amit az 1. táblázat mutat be.

Messze a napenergia kapta a legnagyobb támogatást a megújulók közül. Látható, hogy 2009-re több mint a negyedét elvitték az összegnek, míg termelésből kivett részesedése messze elmarad ettől. Az átvételi árak a 2. táblázatban láthatók. A 2008-as évben napenergia átvételi ára több mint 9-szerese volt a „base-load" árnak.

Azon túl, hogy kedvező árakat szabnak a megújulóknak, még tartósan el is kötelezi magát a német gazdaság a garantált 20 éves

2. táblázat. Villamos energia és napelem átvételi árak [5]

	Villamos energia "base load" ár, ¢/kWh	Támogatott ár, ¢/kWh
2000	2,63	50,62
2001	2,68	50,62
2002	2,73	48,09
2003	2,79	45,69
2004	2,84	50,58
2005	4,30	54,53
2006	4,50	51,80
2007	4,71	49,21
2008	4,93	46,75
2009	5,16	43,01
2010	5,41	35,49
2011	5,68	31,94
2012	5,96	28,75
2013	6,26	25,87
2014	6,57	23,28
2015	6,90	20,96
2016	7,19	18,86
2017	7,49	16,97
2018	7,80	15,28
2019	8,13	13,75
2020	8,47	12,37

átvétellel, náluk kényesen ügyelnek a befektetői bizalomra és nem változtatják meg a megkötött szerződéseket. Ez komoly terheket ró a fizetőkre, mivel az ugrásszerű növekedést követni kell a villamos energia árának növelésével és a 20 év hosszú idő.

A szabályozás a rendszerirányítót kötelezi, hogy átvegye a termelt villamos energiát a meghatározott áron, azonban végső soron ezt a plusz költséget a fogyasztók fizetik ki. A konvencionális erőművek csak kevesebbet tudnak termelni, ezzel is drágítva az általuk termelt villamos energiát. Ráadásul a napelemek a csúcsidőszakban termelnek, ami a szabályozás szempontjából előnyös, mivel akkor történik a termelés, amikor az igény is jelentkezik. Ennek egy hátulütője viszont, hogy így pont a csúcsidőszakból szorítja ki a többi termelőt, amikor azok jobb áron tudnák eladni a termelésüket.

Környezet- és klímavédelem

Ha a napelemekkel megtakarított CO_2 kibocsátást [6] összevetjük a támogatásukra fordított költségekkel, akkor ~250 €/tonna érték körül szórnak az évenkénti eredmények. Az Európai Unió emisszió-kereskedelmi rendszerében (ETS) a 30 €/tonna árat még nem lépte át a CO_2 kereskedelmi ára és jelenleg 6-8 €/tonna. Ebben az értelemben az ETS költséghatékonyabb megtakarítási eszköz lehet. A megvalósult megújulós beruházások, amelyek ceteris paribus csökkentik az energetikai szektor CO_2-kibocsátását, azt érik el, hogy a megtakarított CO_2-kvóták más ágazatokba kerülnek és máshol lesznek realizálva. Ez inkább tekinthető késleltetésnek, mint megtakarításnak.

1. táblázat. Megújuló támogatás Németországban [1]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Teljes ráfordítás, Mrd €	1,2	1,6	2,2	2,6	3,6	4,5	5,8	7,9	9	10,3
Ebből napelem részesedés, %	2,7%	2,4%	3,5%	5,5%	7,8%	15,5%	19,8%	19,2%	23,0%	27,5%

3. táblázat. Napelem kapacitások és gyártások Németországban [1]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Beépített kapacitás, MW	75	190	303	450	1110	2040	2890	4160	6100	9900	17 300	24 800
Éves növekmény, MW	45	115	113	147	660	930	850	1270	1940	3800	7400	7500
Éves napelem gyártás Németországban, MW	16	33	54	98	187	319	530	842	1450	n.a.	n.a.	n.a.

Megújuló ipar, foglalkoztatás

Másik kimondott célja a német megújuló támogatásnak, hogy serkentsék a német megújuló ipart, ezzel munkahelyeket is teremtve, és a világ élmezőnyébe kerülve, exportra termelve hasznot hajtsanak a német gazdaság számára. A 3. táblázat a Németországban beépített és gyártott napelemek teljesítményét mutatja. Látható, hogy az igények minden évben meghaladták a gyártást, tehát importálniuk kellett.

A 4. táblázat a 2011-es év 30 GW új napelem beépítésének a gyártók szerinti részesedését mutatja. Érdekes látni, hogy a 15 legnagyobb részesedésű cég között már nincs német, a kezdeti előnyüket elvesztették, viszont a 9 legnagyobb kínai cég elfoglalja a piac 30%-át. Másik érdekes dolog, hogy olyan országok is szerepelnek a listában, mint Kanada és Norvégia, amelyek nem a napsütéses óráik számáról híresek. Természetesen nem lehet messzemenő következtetéseket levonni ebből a táblázatból, mivel az 51% egyéb elég sokat rejthet.

4. táblázat. Napelem gyártó cégek piaci rszesedése 2011-ben [10]

Cég	Ország	Piaci részesedés
Suntech Power	Kína	5,8%
First Solar	USA	5,7%
Yingli Green Energy	Kína	4,8%
Trina Solar	Kína	4,3%
Canadian Solar	Kanada	4,0%
Sunpower	USA	2,8%
Sharp	Japán	2,8%
Tianwei New Energy	Kína	2,7%
Hanwha-SolarOne	Kína	2,7%
LDK Solar	Kína	2,5%
Hareon Solar	Kína	2,5%
JA Solar	Kína	2,4%
Jinko Solar	Kína	2,3%
Kyocera	Japán	1,9%
REC	Norvégia	1,9%
Egyéb		51,0%

Ellátásbiztonság

Amikor ellátásbiztonságról van szó, akkor meg kell különböztetni politikai és műszaki ellátásbiztonságot. Politikai ellátásbiztonságról beszélünk akkor, amikor egy ország, más országoktól való függését vizsgáljuk. Például tüzelőanyag beszerzés esetén, ha egy adott ország nem tudja kitermelni a szükséges tüzelőanyag mennyiségét és importra szorul, akkor beszélhetünk függőségről. Ennek egy mérőszáma lehet az import aránya az összigényhez képest. Ebből a szempontból napenergiának előnye, hogy nincs tüzelőanyag-igénye, tehát javítja az ellátásbiztonságot. Ugyanakkor nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy a villamosenergia-rendszer szabályozási igényei miatt tartaléktartásra van szüksége a kényszermenetrendű szél- és naperőműveknek. Ezek jellemzően szén- vagy gáztüzelésű létesítmények, amelyeknek már van tüzelőanyag-igénye.

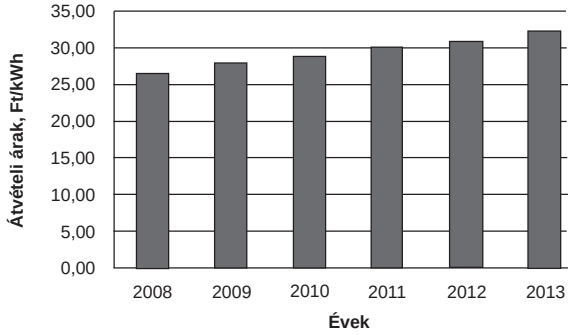
Műszaki ellátásbiztonságról beszélünk abban az esetben, amikor például egy villamosenergia-átviteli hálózatot vizsgálunk. Ezeken a területeken a rendelkezésre állás és a kiesések valószínűségalapú szemlélete terjedt el, ami abból indul ki, hogy az adott berendezés el tudja-e látni a feladatát vagy nem. Az ilyen időjárásfüggő, hirtelen és kényszerű nagy termelés-változtató erőművek komoly terhet rónak a villamosenergia-elosztó hálózatra. Ezekre fel kell készíteni a rendszert, ami komoly tőkét igényel, ha ezek elmaradnak, akkor kiesések történhetnek a rendszerben, sérülhet az ellátásbiztonság. Komoly hátrány még a kis termelők esetén, hogy nem tudják pontosan mennyi van belőlük, csak becsülni lehet. Ugyanakkor pozitívumként lehet felsorakoztatni az ilyen rendszerek elosztott termeléséből adódó hálózatveszteségi előnyöket.

Technológiai innováció

A jelenlegi német támogatási rendszer egyáltalán nem segíti elő az innovációt, mivel a nagy támogatás hatására a befektetőket arra sarkallja, hogy építsenek be minél több napelemet. A támogatás csökkenő tendenciája pedig arra, hogy minél hamarabb. Ez azt eredményezi, hogy a jelenlegi technológia hirtelen tért nyer és később kevesebb lehetőség, illetve kisebb támogatás jut az új fejlettebb napelemeknek. Egy másik lehetőség lenne, hogy a K+F+I-nek adni a támogatás nagyobb hányadát, ezzel azt elősegíteni, hogy fejlődjön a napelem technológia, legyenek magasabb hatásfokok, legyen gazdaságosabb, így magától lenne versenyképes később, nem pedig egy jelenlegi mankóval.

A magyar helyzet

A magyar megújulós ipar − mint sok más terület is − követő üzemmódban van. Emiatt nem lehetünk úttörők, vagy világelsők, viszont megvan az a nagy előnyünk, hogy tanulhatunk mások hibáiból, tapasztalataiból. 2003 óta nálunk is létezik a KÁT, amin keresztül a megújulókat is támogatják. Az átvételi ár az évek alatt durván 24-34 Ft/kWh (4. diagram) között változott [8], ami kb. 0,08-0,12 ¢/kWh-nak felel meg. Lát-



4. diagram. **2008 után telepített napelemes rendszerek kötelező átvételi árai [7]**

ható, hogy ez messze elmarad a 2. táblázatban összefoglalt német értékektől. Nálunk nem volt cél és így nem is lett akkora „megújulós bumm", mint Németországban, Spanyolországban, Olaszországban vagy éppen Csehországban. (2011-ben a napenergia-hasznosítás (fotovillamos + napkollektor) becsült értéke Magyarországon ~0,2 PJ volt [9]). Így a német gazdaságban és társadalomban emiatt jelentkező problémák sincsenek meg, vagy csak minimálisan.

A támogatás nem olyan mértékű, illetve nem vállalnak 20 évig fizetési kötelezettséget, így az ebből származó költségek nem olyan súlyosak. A jelenlegi KÁT rendszerrel támogatott villamos energia átvételi ára évente az infláció-1%-al növekszik. A támogatás időtartamát pedig a Magyar Energia Hivatal állapítja meg addig, hogy a beruházás megtérüljön (ált. 6-12 év) [3]. E mögött az elv az, hogy támogatja a beruházást, viszont elvárja, hogy a beruházási költség megtérülése után az üzemi költségeit tudja fedezni a projekt piaci viszonyok között. Ennek hatására a beruházó nem érdekelt sem a beruházási, sem az üzemeltetési költségei csökkentésében, mivel így tud minél tovább bent maradni a KÁT védettségében.

A CO_2-kvótával alapvetően nem állunk rosszul, így nem lettek kikiáltva a CO_2-csökkentések fő eszközévé − persze, ha bármilyen beruházás történik, akkor kiemelik a hatását, de nagyságrendben messze elmaradnak. A hazai gépgyártás és foglalkoztatottság területe inkább a biomasszával kapcsolatban kerül elő, főleg a mezőgazdaság munkaigénye miatt is. Azzal mindenki tisztában van, hogy a szélenergia és napenergia területén nem vagyunk, és nem is tudunk versenyben lenni. Ezekhez a beruházásokhoz szükséges berendezéseket importáljuk, és foglalkoztatottságot pedig nem teremt. Viszont mégis vannak ilyen projektek, sőt a KÁT még kedvező is ezeknek abból a szempontból, hogy a fentebb említett módon a KÁT a beruházási költséget fedi le. Miután megtérült a projekt, a napelemeknek és szélerőműveknek igen alacsony az üzemi költségük, ezért akkor már versenyben tudnak maradni.

Az ellátásbiztonság területén a földgázfüggőségünk az égető probléma, ahol megújulókkal csak kis léptékben lehet haladni. Az ilyen mértékű függés kiváltására nem alkalmas. A villamos hálózatunk jól kiépített, így ezzel kapcsolatban nem lehet panaszunk. Tőlünk nyugatra sokat hallani arról a problémáról, hogy gondot jelent a távvezeték-építés, a társadalmi ellenállás miatt. Ellenben nálunk még ez nem jelentkezik élesen.

A magyar szabályozásban vannak még tisztázatlan kérdések, egyet kiemelve, a decentralizált kis termelők esete, akik nem adják el a termelésüket, hanem csak a fogyasztásukat csökkentik vele. Ezek a kis termelők, gyakorlatilag pufferként használják a hálózatot a termelésük és fogyasztásuk kiegyenlítésére, amennyiben azok nem esnek egybe. Mivel termelésnél az óra „visszafele" forog („net metering"), ez azt jelenti, hogy elszámolásnál kevesebb villamos energia után kell majd fizetniük a szolgáltatónak. Viszont a villamos energia egységára nem csak a magát az energiadíjat tartalmazza, hanem a rendszerhasználati díjat is. Így gyakorlatilag az oda-vissza áramlásért nem kell rendszerhasználati díjat fizetniük, pedig igenis használják. Az ilyen hézagok hatására az „átlag", termeléssel nem rendelkező fogyasztókra róják a terheket. Így azok fogják finanszírozni, akiknek amúgy nem kellene. Az említett problémának a kiküszöbölésére találták ki a „net billing" rendszert, ahol viszont két mérőóra beépítésére van szükség a villamosenergia-vételezés és -termelés mérésének a szétválasztásra.

Új megújulós támogatási rendszer van készülőben, amit kormányzati hírek már tavalyra is ígértek. Azonban szakmai megbeszéléseken úgy nyilatkoztak róla, hogy „nem kell tőle csodát várni". Nagy valószínűséggel marad a napenergiának a korábbihoz hasonló árszint körüli támogatása. Az elv pedig marad, miszerint a támogatás időleges, végső soron a megújulóknak maguknak kell megállni a helyüket a piacon, nem cél, hogy állandó mankóként építhessenek a támogatásra.

Összefoglalás

A megújuló energiaforrások elterjesztése közösségi érdek lett, azonban el kell dönteni, hogy célként vagy eszközként tekintünk rájuk. Sok előnnyel rendelkeznek, azonban nem szabad kizárólagos eszközöknek tekinteni bizonyos problémák megoldásához. Ambiciózus célokat tűztek ki a fejlett országok maguk elé a megújuló energiahasznosítás részarányait tekintve, amit emiatt természetesen meg is próbálnak teljesíteni. Azonban vigyázni kell, hogy ne mindenáron a számok vezéreljenek.

A német példán keresztül bemutattam, hogy a megújulók mellé felsorakoztatott jellemző érvek közel sem egyértelműek, a hazai helyzet esetén pedig még inkább kétségesek. Mindemellett nem kell egyből elutasítani. A teljesítendő iránycélok megvannak, ha megtaláljuk a megújulók alkalmazásának a lehetőségét az egyedi esetekben, akkor társadalmilag hasznosan is ki lehet jönni a helyzetből. Meg kell nézni a támogatásra fordított összegek tényleg azt a célt szolgálják-e, amire szánták. Ha azt akarjuk, hogy megállják a helyüket versenyhelyzetben, akkor nem szabad torzítani a körülményeket.

A kutatás-fejlesztés-innovációba fektetett tőkével hosszú távon nagyobb eredményt lehet elérni, ez kifejezetten igaz a viszonylag új technológiákra, mint a megújulók. Ki kell választani az irányt és aszerint haladni.

Irodalom

[1] BDEW: Annual Report 2009

[2] BDEW: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2013)

[3] Eörsi-Tóta Gábor (2012): Megújuló forrásokból előállított villamos energia ára. Energiagazdálkodás 53. 2012/4. pp. 20.-21.

[4] Manuel Frondel, Nolan Ritter, Christoph M. Schmidt (2008): Germany's solar cell promotion: Dark clouds on the horizon Energy Policy 36 (2008) 4198–4204

[5] Manuel Frondel, Nolan Ritter,Christoph M. Schmidt, ColinVance: Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies (2010): Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. Energy Policy 38 (2010) 4048–4056

[6] German Solar Industry Association (BSW-Solar), BSW-Solar/www.solarwirtschaft.de

[7] International Energy Agency statisztika

[8] Magyar Energia Hivatal statisztika, www.eh.gov.hu

[9] MEH, MAVIR ZRT.: A magyar villamosenergia-rendszer 2011. évi statisztikai adatai, online változat, ISSN: 1788-2729

[10] OECD/IEA (2007): Energy Policies of IEA Countries: Germany 2007

[11] OECD/IEA (2006): Energy Policies of IEA Countries: Hungary 2006

[12] REN21 (2012): Renewables 2012 Global Energy Status Report.

[13] K.H. Solangi, M.R. Islam, R. Saidur, N.A. Rahim, H. Fayaz (2011): A review on global solar energy policy. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011) 2149–2163

[14] Robert Wand, Florian Leuthold (2011): Feed-in tariffs for photovoltaics: Learning by doing in Germany? Applied Energy 88 (2011) 4387–4399

Az erőművek kihasználása

Dr. Stróbl Alajos
okl. gépészmérnök, strobl@mavir.hu

Az egyik gondot a hazai és az európai energiaellátásban az jelentheti, hogy a drága létesítményeket – például az erőműveket – nem tudják mindig kellő mértékben kiterhelni, ezért a bizonytalan gazdasági helyzetekben a beruházók óvatosak. Ezzel a témával gyakran találkozhatunk, amikor jó szándékkal arra sarkallják az államot, hogy minél előbb építsen nagy és drága alaperőműveket. Sok a félreértés is, ezért a vitaindító cikk megkísérel tájékoztatást adni.

*

In Hungarian and European energy supply, one of the key problems is the inadequate utilization of expensive facilities e.g. power plants, making investors more cautious in today's uncertain economic environment. This issue often comes up when the state is encouraged in a well-meaning way to build big and expensive basic power plants. There are plenty of misunderstandings too so this keynote article proposes to provide information about this problem.

* * *

Közismert a mai villamosenergia-ellátásban, hogy a befektetések megtérülése az utóbbi időkben bizonytalanná vált. Ennek sok oka van, de a legfőbb az, hogy a kockázatok megnőttek: nehezen becsülhető a fejlődés, az igények alakulása, de leginkább az a gond, hogy a törvényes jogrend nem nyújt elég hosszú távú biztonságot az elhúzódó beruházásokhoz. Aki mégis vállalkozik erőmű építésére, legalább azt szeretné tudni, hogy mennyi villamos energiát tud majd eladni. Lényegében tehát a drága berendezésének a kihasználásával szeretne tisztába jönni.

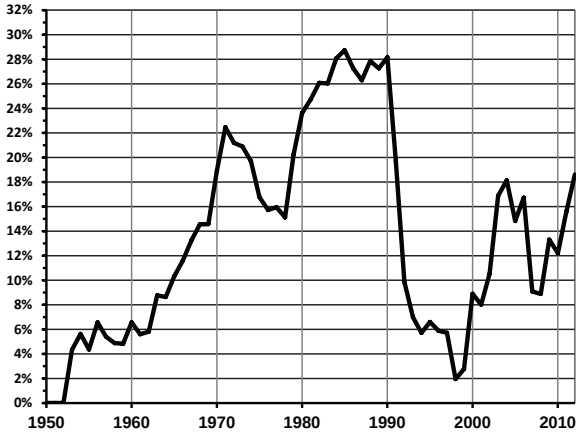
Az ún. alaperőművek kihasználása nagy, viszont ezek a legdrágábban létesíthető, leghosszabb ideig építhető erőművek, amelyeket még a közvéleménnyel is nehéz elfogadtatni. A nagy állandó és kis változó költséggel üzemelő erőművektől a kereskedők szívesen vesznek villamos energiát, ha az eladó az árat az ismert módon a növekménykölségéhez igazítja. A piacon így jól el tudja adni az üzemeltető a termékét. A kereslet azonban a piacon erősen változik, hiszen a fogyasztó igénye állandóan módosul. Az idő és a hely itt meghatározó, mint minden piacon. A kereslet és a kínálat által megszabott egyensúlyból kialakuló piaci ár nem mindig nyújt fedezetet azonban az állandó költségekre – főleg a drága berendezés amortizációjára.

Elemezni kell ezért a piacot, mielőtt erőmű építésébe fogunk. Nem elegendő már a belföldi vagy a régiós piac vizsgálata közép- és hosszú távon, gyakran kell tágabb térségekre is gondolni. Például az Északi-tengeren gyorsan megjelenő hatalmas szélerőmű-parkok kínálatára. A hazai villamosenergia-piac jövője is bizonytalan, a térségünk szinkronzónájának szabályozási területein várható fejlődés még inkább. Gyakran még az is vitatják, hogy egyáltalán van-e értelmes piac, van-e verseny a termelői oldalon, sőt a terméket szolgáltatásnak tekintik, nem árunak. Az árakat pedig a politikusok szeretik meghatározni. Ilyen feltételek mellett természetesen aligha várhatja a beruházó, hogy erőművének termékét folyamatosan és nagy biztonsággal értékesíteni tudja majd.

A jelenlegi gondokat számokkal lehet színezni, de a vázlatból mindenkinek magának kell a következtetéseket levonnia.

A magyarországi villamosenergia-ellátás biztonságos. Most. Az erőművek együttes beépített névleges villamos teljesítőképessége meghaladja a 10 000 MW-ot, miközben az éves csúcsterhelés tavaly még a 6500 MW-ot sem érte el – a legkisebb rendszerterhelés pedig a 3000 MW alatt volt. Az erőműveink átlagos bruttó villamos teljesítménye 2012-ben nem érte el a 4000 MW-ot (előzetes adat: 3917 MW). A hazai erőművek teljesítőképességének az átlagos kihasználása kisebb volt 40%-nál. A villamosenergia-igény nem nőtt, hanem csökkent. Öt évvel ezelőtt még a csúcsterhelés 6600 MW felett volt. De nem ez a fő oka az erőművek kis kihasználásának, hanem elsősorban az import (pontosabban az importszaldó: a behozatal és a kivitel különbsége).

Az importszaldó az elmúlt hatvan évben erősen változott (1. ábra), de mindig több volt az évi behozatal, mint a kivitel. Már a hetvenes években 20% fölé növekedett az importszaldó részarány az összes hazai villamosenergia-felhasználásban, majd a nyolcvanas évek végén megközelítette a 30%-ot. Az arány aztán a század végére 2%-ra csökkent, majd hamar ismét 18% fölé nőtt. Átmeneti csökkenés után tavaly már ennél is több, közel 19% volt.



1. ábra. **Az importszaldó részaránya az összes villamosenergia-felhasználásban**

Kérdezhetnék, hogy miért importálunk ennyit. Nem mi importálunk, hanem a kereskedők, akiknek alapvető érdeke, hogy a lehető legkisebb áron szerezzék be az általuk eladandó villamos energiát. Ha külföldről olcsóbban tudnak vásárolni, mint a hazai erőművektől, akkor természetes, hogy az erőműparkunk kihasználása csökken. Működik a piac, a szabad vagy szervezett piac (a tőzsde), de a legtöbb vásárlás még kétoldalú szerződéseken (OTC) alapul. A nagykereskedelmi szabad piacon az árak a térségünkben az elmúlt években csökkentek. A kínálat nagyobb volt a keresletnél. Örüljünk neki, hogy ezt a lehetőséget a kereskedőink – köztük a

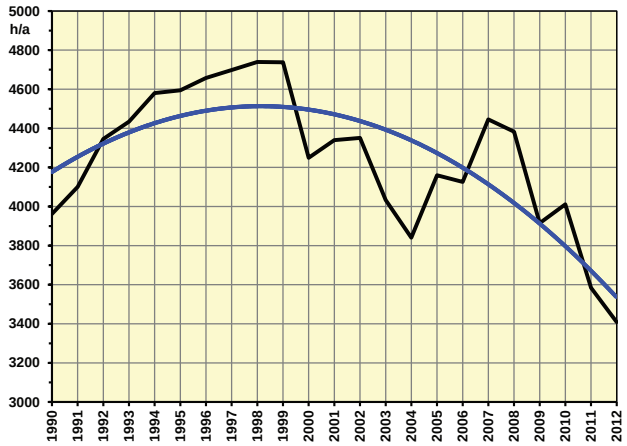
[1] Új rovat, amely a tények és a tervek alapján tájékoztatást ad és vitát kelt az energetika időszerű kérdéseiről.

legnagyobb, az MVM Partner – valószínűleg ki is használta. Ez érdekünkben történt, hogy olcsóbb legyen a villamos energia.

Mindez rendben van, de akkor mi lesz az erőműveinkkel, a kihasználásukkal? Változik a helyzet. Nőtt 2011-ben a hazai erőműpark együttes villamos teljesítőképessége, hiszen új erőművek épültek: három helyen négy nagyerőműves egység – gázturbinákkal földgázra. Egy év alatt 9317 MW-ról 10 109 MW-ra nőtt a bruttó névleges villamos teljesítőképesség. Tavaly sem csökkent jelentősen a kapacitás, csak a kihasználása.

A hazai erőművek bruttó villamosenergia-termelése 2010-ben 37,4 TWh, 2011-ben 36,0 TWh volt, míg tavaly már csak 34,4 TWh. Ha ezt elosztják a több mint tízezer megawattos teljesítőképességgel, akkor a 3400 h/a körüli kihasználási óraszám valóban nem rekord a hazai villamosenergia-ellátásban.

Vegyük észre, hogy több mint egy évtizede csökken a kihasználás (2. ábra)! Ez nem baj, hiszen – látszólag – nő a biztonság: ugyanannyi energiához több erőműves teljesítőképesség áll rendelkezésre.



2. ábra. **Az erőműpark teljesítőképességének kihasználási óraszáma**

Azért kell hangsúlyozni a „látszólag" kitételt, mert bizony a „névleges" beépített teljesítőképesség valóban csak névként dicséretesen nagy. Sok már hazánkban az ismert állandó és változó hiány (a karbantartási és kiesési arányok nem túl nagyok, és nem is nőnek).

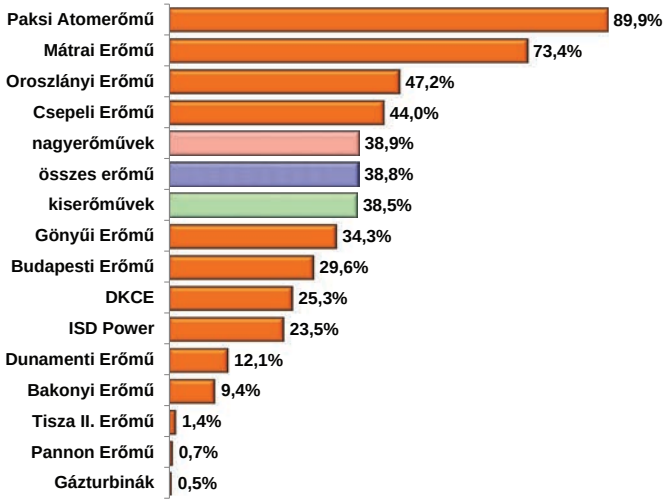
Sok erőmű – a „végéhez" közeledve – nem leállítási, hanem szüneteltetési engedélyt kér. Ott marad a helyén, de nem üzemel. A Bánhidai Erőmű például 2004-ben működött utoljára, és még mindig állandó hiányban van. Aztán 2011-ben a Borsodi és Tiszapalkonyai Erőmű is ebbe a csoportba került. Tavaly aztán az amerikai tulajdonos bejelentette, hogy – mivel nem vesznek villanyt tőle – szüneteltetni a 900 MW-os Tisza II. Erőmű üzemét. Így aztán egy év alatt 940 MW-ról 1800 MW közelébe emelkedett az állandóan hiányként nyilvántartott teljesítőképességek nagysága.

Nem csodálható, hogy az ötven-hatvan éves erőműveket a tulajdonosa már nem tudja gazdaságosan üzemeltetni, ha nem alakítja át, nem korszerűsíti. A hetvenes években olaj tüzelésére, sőt alaperőműként tervezett 215 MW-os blokkok leállása negyven év után sem ad okot a csodálkozásra. Nem lehet 34%-os hatásfokkal földgázt használva olcsó villamos energiával megjelenni a piacon. Különösen akkor, amikor már üzemelnek 50-54% hatásfokú erőművek ezzel a nemes tüzelőanyaggal. Fenyeget az, hogy a Dunamenti Erőműben is leállnak ezek a régi nagy egységek. Később majd jöhet a már most fél évszázados Oroszlányi Erőmű, majd a többi régi erőmű – köztük ipari és hőt szolgáltató nagyerőművek is.

A változó hiány sem kevés, hiszen vannak időjárástól függő erőműveink: megújuló forrással üzemelők és hőt szolgáltatók. Télen már 600 MW-ot meghaladó változó hiánnyal, nyáron több mint 1000 MW-tal kell számolnia a rendszerünknek.

A ténylegesen igénybe vehető erőműves teljesítőképesség csökkenése már biztonsági gondokat is felvethet, de az import még rendelkezésre áll. Ki tudja meddig, milyen áron? Építeni kell – kellene – feltétlenül új erőműveket Magyarországon.

Nézzük meg előbb a 2012. évi kihasználásokat (3. ábra) – kiemelve a nagyerőműveket ($BT_{bruttó}$ ≥ 50 MW) és a csoportos összesítéseket!



3. ábra. **Nagyerőműveink kihasználása 2012-ben**

Bár ezek még nem hivatalos adatok, jól látszik, hogy az átlag már 39% alatt van mind a nagy-, mind a kiserőműveknél. Négy nagyerőmű van csak az átlag felett: a két alaperőmű jelentősen, a régi széntüzelésű Oroszlányi Erőmű és az új gáztüzelésű Csepeli Erőmű csak kicsivel meghaladva az átlagot.

A Paksi Atomerőmű közel 90%-os kihasználása jelentős eredmény. Csak nagyon ritkán és nagyon kicsit terhelik vissza, és a kereskedők gondoskodnak – akár hétfő hajnali exporttal is – a nagy kihasználásról. Ezt azért fontos hangsúlyozni, mert a francia atomerőművek még jelentős export mellett is csak kb. 75%-ig kihasználtak. Az atomerőmű növekménytöltsége kicsi (csak néhány megújulós erőművé kisebb), és akár az OTC piacon, akár a tőzsdén árulja az energiát, jelenleg a piaci ár alatt tudja tartani a számított költségét.

Természetes a Mátrai Erőmű nagy kihasználása is, hiszen a lignittermelés növekményének költsége kicsi. Itt gondoskodtak a hatásfok növeléséről, és a két legkorszerűbb egységet gázturbinákkal összetett körfolyamattá alakították. Természetesen a földgáz ára miatt csak ritkán (évente kb. 1600 órán át) használják ki ezt a lehe-tőséget, míg lignittel a kihasználás 6700-6800 óra között van.

Felvetődik a kérdés, hogy a Csepeli Erőmű összetett körfolyamatú (CCGT) egységének miért nagyobb a kihasználása, mint a sokkal jobb hatásfokú (átlagban 54%) új Gönyűi Erőműnek vagy az itt be nem mutatott Duna-menti G3 jelű egységnek (52% átlagos hatásfokkal csak alig több mint 25% a kihasználás). Ez a szabályozás miatt van. A háromgépes csepeli egységet jobban vissza lehet terhelni, mint az egyge-

nerátoros gönyűi blokkot. Ezek a nagy CCGT blokkok eleve menetrend tartására épültek, és ennek megfelelően így is üzemelnek.

A nagy fűtőerőműveknek és az ipari nagyerőműveknek a kihasználása természetesen 30% alatt van – szintén a szerepüknek megfelelően.

A „névlegesen" közel kétezer megawattos Dunamenti Erőmű kihasználása igen kicsi, hiszen a régi, 215 MW-os nagyblokkok gyakorlatilag állnak – mint jeleztük.

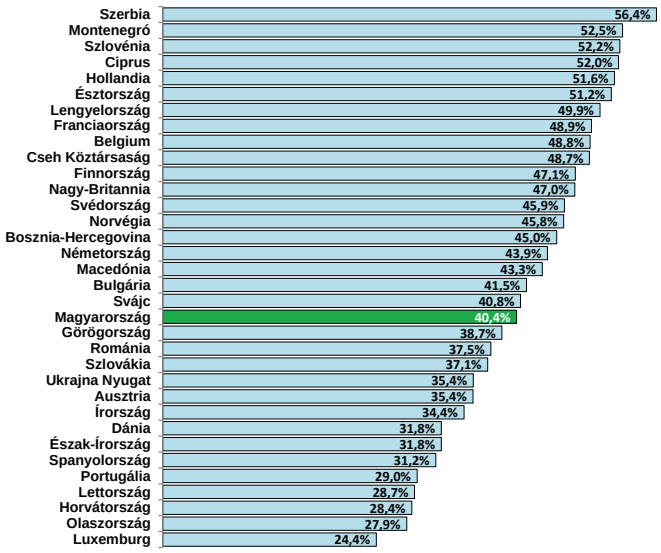
A régi ajkai és pécsi 30 MW-os egységek természetesen alig üzemelnek. E két erőműben egy-egy kiserőmű különült el biomassza-tüzelésre – meglehetősen nagy kihasználásra.

Végül az sem csodálható, hogy a perces tartalékként üzemelő, nyílt ciklusú gázturbinák többnyire csak a próbáik során termelnek. Szerepük a tartalék biztosításához nélkülözhetetlen. Még leginkább a Bakonyi Erőműben felszerelt két igen korszerű gázturbina üzemel, de természetesen nem az eredeti létesítési tervnek megfelelő menetrendtartási feladatokkal, hiszen a 40%-os hatásfok kicsi a többi gázturbinás erőmű 50% feletti hatásfokához képest.

Látszólag minden erőmű a helyén van. Van két alaperőművünk, vannak menetrendet tartók és vannak tartalékok. Régebben az állam (MVMT) gyakorlatilag csak alaperőműveket épített, és az elavultabban szorultak kisebb kihasználásra. Tartalékként gyakorlatilag csak három gázturbina épült. A frekvenciát viszont nem mi tartottuk régebben 50 Hz-en. Ma pontosan előírják az ENTSO-E-ben a frekvencia- és csereteljesítmény-szabályozás feltételeit, így nekünk kell gondoskodni a belső egyensúlyunkról – az importot is igénybe véve.

A fogyasztó pedig nem növeli a vásárlásait, különösen nem a kis terhelésű időszakokban. Az „okos mérés" hatására még várnunk kell. A nagy „zsinórfogyasztók" kiesése miatt a minimális rendszerterhelés nem nő, inkább csökken. A 3000-4000 MW között változó minimális fogyasztói terhelések mellett is jól kell szabályoznunk. Tárolós erőművünk pedig nincs.

Végül nézzük meg, hogy az európai rendszerben (ENTSO-E) az erőműpark kihasználása miként változott 2011-ben egy-egy tagországban (4. ábra)! Az átlag 3600 h/a volt a nettóra vonatkoztatva, azaz 41%. Alig maradt el ettől Magyarország, tehát az átlagnak megfelelő értéken vagyunk, bár 2012-ben már feltehetően kicsit lentebb találtunk helyet.



4. ábra. **Az erőművek kihasználása Európában (ENTSO-E, 2011)**

Jól látszik az ábrán, hogy a szénerőművekre támaszkodó Lengyelországban az erőműpark kihasználása 50% alatt van. Az sem meglepő, hogy az atomerőművekre alapozott francia erőműpark kihasználása még a 49%-ot sem érte el. Ott is vannak kis kihasználású erőművek.

A másik véglet Olaszország, ahol van ugyan nettó 118 432 MW-os erőműpark 56 668 MW (nyári) csúcsterhelés mellett, mégis importálnak – főleg a franciáktól, a kereskedőik eredményes működését élvezve. Nem meglepő Ausztria, Dánia erőműveinek kisebb kihasználása, hiszen itt jobban támaszkodnak a megújuló forrásokra. Spanyolországban és Portugáliában egyharmad alatt marad a beépített erőműveik átlagos kihasználása. Ez természetes, és feltehetően nem ettől adósodtak el.

Növelhető lenne az erőművek kihasználása, ha adott energiaigényt kevesebb teljesítőképességgel elégítenének ki. Csak ekkor csökkenhet a biztonság. Van egy mutatószám minden országban (szabályozási zónában), amely jelzi, hogy mennyivel nagyobb a beépített teljesítőképesség, mint a csúcsterhelés. Ha elosztjuk a kapacitást a csúcsterheléssel, akkor kiadódik ez a mutatószám, ami az ENTSO-E átlagá-ban 1,74 volt 2011-ben (nettó BT 928 311 MW, a tagországok nettó csúcsterhelésének összege 532 599 MW). Sok országban – Spanyolország, Olaszország, Svájc, Ausztria stb. – 2,0 feletti ez a mutatószám. Nálunk 1,6 volt két éve. Több országban – például Svédországban, Franciaországban, Belgiumban – még kisebb: 1,4 körüli. Az adottságok, a helyi feltételek, az erőműparkok összetételei eltérőek, de mindenütt egy feletti értékkel számolhatnak. A legkisebbel (1,01) a jelentős importra szoruló Macedónia „büszkélkedhet". Volt nálunk olyan esztendő (1983), amikor a beépített teljesítőképesség kisebb volt az évi csúcsterhelésnél. Most jobb a helyzet.

Befejezésként hangsúlyozni kell, hogy nem a kihasználással van baj, hanem a valóban rendelkezésre álló, ténylegesen igénybevető teljesítőképességű erőműparkunkkal, ami most kicsinek tűnik. Építsünk olyan erőműveket, amelyek a legjobban illeszkednek a hazai és a térségi villamosenergia-ellátáshoz, mert sok régi erőművet a piaci feltételeknek megfelelően korszerűbbekkel kell kiváltani! Ez sokkal biztonságosabbnak látszik, mint tartósan nagy importszaldó-arányra berendezkedni.

Meghívó

a Magyar Kapcsolt Energia Társaság XVI. konferenciájára

Időpont: 2013. március 20-21.

Helyszín: Ramada Hotel** – Balatonalmádi**

Az MKET következő konferenciáját tavasszal rendezi, amelyen a kapcsolt energiatermelők az új, megváltozott jogi környezetben kialakult helyzetet, fölmerült aktuális témákat vitatják meg. Ez a konferencia is jó alkalmat és lehetőséget teremt az eltelt időszak tapasztalatainak összegzésére, a további teendők, célok kijelölésére.

A konferencia jelmondata:

Kapcsolt energiatermeléssel az energiahatékonyságért!

Várjuk az érdeklődő szakemberek megtisztelő jelentkezését (további információ, jelentkezési lap az MKET honlapján elérhető: www.mket.hu)

az MKET Elnöksége

Gondolatok a problémamegoldásainkról és döntéseinkről

Dr. Dezső György
okl. gépészmérnök, dezso.gyorgy@ega-nova.hu

„...senki sem lehet igazán erkölcsös ember okosság nélkül,
sem pedig okos ember erény nélkül."
Arisztotelész (Nikomakhoszi etika)

„Sikert, Kudarcot bátran állod, s úgy nézed őket, mint két rongy csalót"[1] – írja gyönyörű versében a költő, de mi a földön járva, rendületlenül a siker és a kudarc okait keressük. Valószínűleg jó helyen keresnénk az okokat, és a lényegre tapintanánk, ha a döntéseinket, valamint döntési preferenciáinkat elemeznénk, mert jelentős mértékben ezek minősége alapozza meg a sikert, vagy kudarcot[2]. Voltaképpen az emberi tevékenységek többsége visszavezethető döntések sorozatára, és természetesen a mérnöki munka során is megszámlálhatatlan mennyiségű döntést kell hoznunk, hiszen a döntést problémamegoldásként értelmezzük[3]. A döntéseket gyakran bonyolult, rosszul strukturált problémahelyzetekben kell meghozni, amelyekben egy-egy befolyásoló tényező figyelmen kívül hagyása, alá-, vagy túlértékelése is igen jelentős hatással van a végeredményre. Ráadásul mérnökként nemcsak a saját döntéseink terhét kell viselnünk, hanem igen gyakran szembesülünk azzal a feladattal, hogy irányítóként, szakértőként, mások problémamegoldásait is értékelnünk kell, vizsgálva, vajon az adott feladatban eljáró mérnök elvárható minőségű döntéseket hozott-e. Konkrét szabályok híján gyakran ez a megítélés alapja is, vagyis annak mérlegelése, hogy az adott esetben a mérnök a szakma közvetlen vagy közvetett szabályai szerint járt-e el. A mérnökök számára is jól ismertek a különböző klasszikus döntési modellek, amelyek azonban a való világ valós helyzeteit, − mert hogy a lehetséges kombinációk közül minket főképpen ez érdekel −, többnyire megengedhetetlenül sok hibával írják le. Érdemes tehát erre a témára némi figyelmet fordítani, és elgondolkodni azon a kevésen, amit az ember szellemi „működéséről" ez idő szerint tudunk. Ez irányú mai tudásunk gyengeségeit még a Newton előtti, de már Galilei és Kepler által fémjelezett XVI. századi, XVII. század eleji fizika színvonalához szokták hasonlítani. És mégis, ebből a kevésből is igen fontos következtetéseket lehet és kell levonni, hiszen a permanensen jelentkező problémákról, és azokra adott válaszokról van szó. A következőkben leírt leegyszerűsítő gondolatok tehát rólunk is, a *homo technicus*-ról is szólnak.

• A társadalomtudományok, köztük a közgazdaságtan klasszikus modelljei a racionális döntésekre épülnek, aminek az ideáltípusa a *homo oeconomicus.* Ezt a típusú önérdekkövető döntéshozót az jellemzi, hogy tökéletesen ismeri a saját hasznossági függvényét, és döntéseit ennek maximálására építi. Ez azt feltételezi, hogy a döntéshozó többek között tökéletesen tájékozott, ismeri az összes lehetséges döntési változatot, ismeri a döntést érintő jövőbeli eseményeket, azok bekövetkezési valószínűségét. Talán nem is szükséges a modell absztrakcióit tovább sorolni, hogy beláthassuk, bonyolult világunk bonyolult helyzeteiben a *homo oeconomicus* a való világot nem megfelelően modellezi, hiszen a valóságban igen messze vagyunk a tökéletes informáltságtól, a társadalomi jövő pedig Karl Popper fél évszázada levezetett meggyőző érvelése alapján[4], kiszámíthatatlan, tehát annak kockázatai sem határozhatók meg definitív módon. A modellnek tehát nem az emberi viselkedést reálisan számba vevő önérdekkövetés a problémája, hanem hogy a valóságban a döntéshozó nem képes a kiinduló preferenciáit, és annak alapján az önérdekét sem világosan átlátni, megfogalmazni.

Az elmondottakból az is következik, hogy a modell olyan szubjektív elemeket tartalmaz (pl. a kockázatvállalás kifejezetten egyéntől, annak szocializációjától, vonatkoztatási helyzetétől függő mértéke), ami *ab ovo* igazolja, hogy általában sem létezik egy minden érintett számára abszolút racionális döntés, vagyis, ami kielégítené minden érintett hasznossági függvényének maximumát[5]. Ennek következtében egy közpolitikai döntés jóságát, hasznosságát is csak úgy minősíthetnénk, ha volna egy konszenzuson alapuló világos társadalom-modellünk, értékrendünk, egy vonatkoztatási rendszerünk, mint mondjuk a Rawls-féle társadalmi igazságosság modellje[6], ami jelentősen eltér az ismert utilitarizmustól. Döntéseinket ugyanis az etika is, ennek megfelelően normaként az igazságosság erkölcsi, jogi, vagy éppen politikai értelmezése is alakítja. Hogy a valóságban is van ilyen, azt bizonyítja például a Rawls elméletére épült politikai filozófia, és társadalomi igazságosság-felfogás, amelyik különösen az Egyesült Államokban kimutathatóan hatott a politikai gondolkodásra, és az ítélkezési gyakorlatra. (Világunk legrégebbi, 1787-ben írott alkotmánya eleve így kezdődik: *„Mi, az Egyesült Államok népe, attól vezetve, hogy tökéletesebbé tegyük az Uniót, megvalósítsuk az igazságosságot..."*). Hazai társadalmunkat egyelőre ilyen elvek, vagy akár a tökéletességre és igazságosságra való törekvés nem kínozza, sőt, magáról a bonyolult igazságosság fogalmáról (ami nem azonos a javak egyenlő elosztásával, miként a korábban sulykolt „szükségletek szerintivel" sem) sincs érdemi vita. De amikor egy-egy gazdaságpolitikai döntést magunkban valamennyire is tárgyilagosan értékelünk, akkor azért remélhetően legalább mi is elgondolkodunk, miután azonban ez sajnálatosan nem része a kultúránknak, furcsa válaszok és megoldások születnek, amire visszatekintve sem lehetünk majd büszkék.

• Visszatérve az alapokhoz, nem meglepő, hogy bonyolult világunkban a racionalitásra épülő leegyszerűsítő elméletek már régóta támadások kereszttüzében állnak. Herbert Simon[7,8], kimutatta, hogy

---

1 Rudyard Kipling, író, költő (1865-1936, Irodalmi Nobel-díj 1907): Ha... (Kosztolányi Dezső fordítása)

2 A gondolkodáshoz elegendő érvnek tűnik, hogy egy évszázad alatt sem tudtunk Európa félperifériájáról előre jutni, miközben újabb és újabb hamis próféták hirdetik a fájdalommentes és olcsó megoldást.

3 Természetesen, mint gyakran tapasztalhatjuk, egy-egy rossz döntés több problémát okozhat, mint amennyit megold.

4 Karl Popper, filozófus (1902-1994): A historicizmus nyomorúsága, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1989. Az eredetileg 1961-ben megjelent nevezett könyvében ő adta a marxista rendszer törvényszerű kudarcának első tudományos igazolását.

5 Ha létezne abszolút racionális döntés, akkor például az azonos feltételek között, azonos funkcióra született mérnöki alkotások nagyon erősen hasonlítanának egymásra, netán egyformák lennének. De tapasztalataink ennek erősen ellentmondanak.

6 John Rawls, filozófus (1921-2002): Az igazságosság elmélete, Osiris Kiadó, Budapest, 1997. (Az eredeti mű 1971-ben jelent meg.)

7 Herbert Simon, pszichológus, közgazdász (1916-2001, Közgazdasági Nobeldíj 1978.): Az ésszerűség szerepe az emberi életben, Gondolat Kiadó, Budapest, 2004.

8 Egy bonmot szerint a közgazdaságtan voltaképpen a pszichológia egyik fejezete. (Hasonló jelenséget tapasztalhatunk manapság a politika esetében, amiben a felerősödött irracionalitás már-már megkérdőjelezi a modern társadalomban betöltendő lényegi funkcióját.)

a való világbeli döntéshozók a klasszikus modell által feltételezetthez képest meglehetősen korlátozott kognitív képességekkel rendelkeznek, és hasznossági függvényük maximálása helyett, legfeljebb csak kielégítően jó döntések meghozatalára képesek. Erre a felismerésére épült azután a korlátozott racionalitás jelenleg elfogadott elmélete. (Ez az elmélet két dolgot is megkérdőjelez. Egyrészt, hogy a hasznossági függvényben lévő meggyőződés, másrészt az arra épített konkrét döntés is korlátozottan racionális.) Daniel Kahneman[9] nemcsak megerősítette Simon felismerését, hanem még azt is kimutatta, hogy a döntéshozó múltbéli tapasztalatait is igen óvatosan kell kezelnünk[10], mert a döntéshozók rendre tévednek múltbéli döntéseik eredményének megítélésében, így gyakran ahelyett, hogy az ilyen tapasztalat segítségül szolgálna, inkább túlzott és indokolatlan magabiztosságot adva, csak tovább ront a döntés racionalitásán. Sajnos sok ilyen tapasztalatot szerezhetünk magunk is, amikor azt látjuk, hogy a döntés alapja a puszta tekintélyelv, vagy amikor a döntés megalapozása pusztán ökölszabályokon nyugszik. Számos kísérlet igazolta, hogy az emberek döntéseik során rendre megsértik a racionalitás szabályait. Ezzel kapcsolatban egy sereg ismert döntéselméleti paradoxon vált széles körben ismertté[11], mint pl. az ún. szentpétervári lottó paradoxon (amelyik már Daniel Bernoulli 1738-ban megjelent tanulmányában szerepelt), a Daniel Ellberg[12] paradoxon, a Maurice Allais[13] paradoxon stb. (Mint tudománytörténeti érdekességet említem: Daniel Kahneman a Gyors és lassú gondolkodásról című, most megjelent könyvében[14] leírja, hogy Tverskyvel éppen Bernoulli 1738-ban írt elméletének központi hibája, az ún. viszonyítási pont hiánya vezette őket a kilátáselmélet kidolgozásához, amiért azután 2002-ben a Nobel-díjat kapta[15]. Nem is értették, hogy ez a nyilvánvaló tévedés majd 250 éven keresztül miért nem szúrt szemet senkinek. Kahneman ezt az *„elmélet okozta vakságnak”* nevezi, vagyis hogy sokan mechanikusan átvesznek, elfogadnak és felhasználnak elméleteket.)

Amartya Sen[16], akit a közgazdaságtan Teréz anyjának is neveznek, megkérdőjelezi, hogy a döntés egyedüli alapja az önérdekkövetés volna, és bizonyos érzelmi motivációknak (pl. az erkölcs, a lojalitás, a kötelesség érzése) is fontos szerepet tulajdonít[17,18]. Az elme-, és agytudományok közeledéseként értelmezve, a moduláris agyelmélet és a funkcionális MRI vizsgálatok is azt támasztják alá, hogy a puszta önérdekkövetés mellett az agyra a döntési folyamat során hatnak olyan egyéb információk is, amelyek eltérítik a racionális választástól.

A döntéssel, az emberi döntések mechanizmusával majd minden neves társadalomtudós foglalkozott (Elster, Harsányi, Etzioni stb.), és tovább gazdagították, árnyalták a döntések motivációit. E rövid áttekintés természetesen csak ízelítő abból, hogy mai felfogásunk szerint az egyes ember, köztük a mérnök döntései miképpen születnek. A kutatások alapján persze egyre bonyolultabbnak tűnik a folyamat, ezzel mintha egyre távolabb kerülnénk gondolkodásunk és döntéseink mechanizmusának megértéstől, de ez egyrészt a tudomány fejlődésének természetéből, másrészt a megoldandó feladat nagyságából fakad[19]. A folyamat úgy is értelmezhető, hogy a hasznossági függvény, mint alapgondolat megmarad, csak egyrészt a függvény lesz árnyaltabb, másrészt a függvény mellett további tényezők is hatnak. A kulturális evolúció maga is alakítja a döntési motivációkat, így a vizsgálat tárgya is folyamatos változásban van, miként mondjuk a XXI. század embere is többnyire a korábbiaktól eltérő döntési helyzetekben, eltérő döntések meghozatalával szembesül. Talán az eddigiekből is világossá válik, hogy az emberi döntéseket, és azok minőségét milyen jelentős mértékben befolyásolják az információk hitelessége, a környezet morális állapota, a társadalmi értékrend, stb. Megfordítva, minél tisztátalanabb környezet vesz minket körül, annál nagyobb a rossz döntések valószínűsége.

• Az emberi viselkedésről Max Weber[20] a következőket írja: *„Minden egyéb cselekvéshez hasonlóan a társadalmi cselekvés lehet, 1. célracionális: ekkor a cselekvést az határozza meg, hogy a cselekvő milyen viselkedést vár a külvilág tárgyaitól és más emberektől, és ezt a várakozást racionálisan kiválasztott és mérlegelt egyéni céljainak sikeres eléréséhez ‚eszköznek' vagy ‚feltételnek' használja, 2. értékracionális: a cselekvést valamilyen magatartás etikai, esztétikai, vallásos vagy bármi néven nevezendő ön-értékébe vetett hit határozza meg, a sikertől függetlenül, 3. affektív: különösképpen emocionális, a cselekvést tényleges affektusok és érzelmi állapotok, 4. tradicionális: a meggyökeresedett szokások határozzák meg.”* 1905-ben jelent meg Weber legjelentősebb műve, A protestáns etika és a kapitalizmus szelleme. Ebben kifejti, hogy a protestáns, ezen belül különösen a kálvinista eszme és erkölcs alapvetően határozta meg a kapitalizmus fejlődését. Felfoghatjuk ezt úgy is, hogy a protestáns, vagy kálvinista eszme és erkölcs bekerült az egyén saját hasznossági függvényébe. Weber a kapitalizmusban a gazdasági racionalizmusra való törekvést tartotta fő ismérvként, és ezek gyökerét a reformációban találta meg, míg más vallási irányzatok ezzel szemben a világi ügyeket, így a gazdálkodást, a haszonra való törekvést is, elutasították. A Nyugat gazdasági és tudományos kiemelkedését a környezetéből, Weber szerint, meghatározó módon ez a szemlélet eredményezte. Ha most saját helyzetünket, és a mi kis honosított kapitalizmusunkat tekintjük, akkor még negyed századdal a rendszerváltozás után is, a gazdálkodással, a profittal, és általában a sikeres kapitalizmus működő szabályaival szemben egy meglehetősen erős társadalmi elutasítást látunk. Még e lap oldalain is szomorú vitákat kell folytatni, hogy a XXI. században a mérnöknek feladata-e munkája során a gazdasági racionalitásra való törekvés[21]. Nincs tehát mit csodálkozni, ha az egyének hasznossági függvénye, a sikeres, vagy ún. jó kapitalizmus lényegi működési szabályait gyakran nélkülözi, és nincs ez másképp társadalmi szinten sem (lásd: központi árszabályozás, visszaállamosítás, versenykorlátozás stb.). Az egyéni attitűdök és központi intézkedések pedig egymást feltételezik, hiszen az utóbbiakra részben azért kerülhet sor, mert a társadalom egy részében ezek kritikátlanul népszerűek[22]. Adott történelmi múltunk, a polgárosodás elmaradása, illetve e folyamat többszöri megszakadása mellett oka ennek, hogy bár a rendszerváltozás óta

---

9 Daniel Kahneman, pszichológus (1934-, Közgazdasági Nobel-díj 2002.). Az ún. kilátáselméletet (1979) Amos Tvarskyval (1937-1996) együtt dolgozták ki, de Tvarsky korai halála miatt ő nem kaphatta meg a Nobel-díjat.

10 Már csak azért is, mert időközben a peremfeltételek többnyire változnak.

11 Bende É.-Petró K.: A különféle hasznosságfogalmak szerepe a közgazdaságtanban, Közgazdasági Szemle, XLII. évf., 1995/5. 511-529. old.

12 Daniel Ellsberg, közgazdász (1931-), aki nemcsak a döntéselméleti munkásságával vált ismertté, hanem mint katonai elemző, ő volt az, aki Nixon elnöksége idején, 1971-ben átadta a The New York Times-nak a vietnami háborúval kapcsolatos titkos Pentagon iratokat, és ezzel példát mutatott civil kurázsiból.

13 Maurice Allais, mérnök, közgazdász (1911-2010, Közgazdasági Nobel-díj 1988.)

14 Daniel Kahneman: Gyors és lassú gondolkodás, HVG Kiadó, Budapest, 2013.

15 Lásd még a 7. lábjegyzetet.

16 Amartya Sen, közgazdász (1933-) közgazdasági Nobel-díj 1998.)

17 Zsolnai László: A döntéshozatal etikája, Kossuth Kiadó, Budapest, 2000.

18 Mérő László: Az érzelmek logikája, Tericum Kiadó, Budapest, 2010.

19 Thomas Kuhn, fizikus, tudományfilozófus (1922-1996): A tudományos forradalmak szerkezete, Osiris Kiadó, Budapest, 2000. (Az eredeti mű 1962-ben jelent meg.)

20 Max Weber, közgazdász, szociológus (1864-1920) szövegben hivatkozott műve csak 1982-ban jelent meg Magyarországon.

21 Erre a felfogásra válaszként lásd pl.: http://index.hu/gazdasag/2013/01/02/varro_laszlo/

22 Csepeli Gy.-Örkény A.-Székelyi M.-Barna I.: Bizalom és gyanakvás. Szociálpszichológiai akadályok a piacgazdasághoz vezető úton Kelet-Európában, Szociológiai Szemle, 2004/1.

gyakorlatilag egy negyed század telt el, felnőtt egy új generáció, és az oktatásban sem a demokrácia, sem a piacgazdálkodás alapjait nem oktatják, sőt, ez utóbbi fogalmat még a pillanatnyilag érvényes Alaptörvény sem tartalmazza.

A tudatlanságunkban lehet önpusztító harcot folytatni a piacgazdálkodás ellen, de nézetem szerint nincs más út számunkra a felzárkózáshoz, mint beszállni a versenybe, kompatibilissé válni a sikeres társadalmakkal és közgazdasági kultúrájukkal, különben a jelenlegi félperifériás állapotunkból a perifériára szorulunk. Az erre utaló jelek már mutatkoznak. Van ezzel kapcsolatban egy gyakran idézett afrikai mese, és bár nálunk oroszlánok és gazellák csak az állatkertben találhatók, a következtetés a mi XXI. századi, európai uniós társadalmunkra is érvényes. Valahol Afrikában minden reggel felkel egy gazella. Tudja, hogy gyorsabbnak kell lennie a leggyorsabb oroszlánnál, különben vége. Valahol Afrikában minden reggel felkel egy oroszlán. Tudja, hogy gyorsabbnak kell lennie a leglassúbb gazellánál, különben éhen hal. Mindegy tehát mi vagy, oroszlán vagy gazella, fuss, amint felkel a Nap.

• Eddig a döntés elvi alapjairól volt szó, most nézzünk valamit a technikájából. Az emberi gondolkodás tanulmányozásának egyik kedvelt eszköze a sakk. Azt szokták mondani, hogy a sakk „a kognitív tudomány *drosophilája*"[23] . A régi, másfél ezer éves játék tanulmányozása számos, itt nem részletezett okból szolgál olyan eredményekkel, amiket a gondolkodásunk és döntési technikánk szélesebb összefüggéseiben is értelmezni lehet. Az okfejtés tehát röviden a sakkról szól, miközben mindvégéig asszociálhatunk a mérnöki gondolkodásra. A már hivatkozott Simon nagyszámú kísérlet tapasztalata alapján kidolgozta azt a modellt, amelynek segítségével megmagyarázható, hogy egy sakknagymester miként kezeli a felhalmozott információk hatalmas tömegét, holott ez látszólag túlmegy a munkamemória ma ismert határain. Simon felismerte, hogy az információs hierarchia nagyobb alrendszerekre való darabolásával a sakkozó meghaladhatja a már említett emberi korlátot, mivel a „szigetmódszerrel" többször folyamodik öt-kilenctagú egységekhez, mint kisebb, kezelhető alakzatokhoz. Ez a képesség a sakkozói minősítés arányában növekszik. Míg egy kezdő sakkozó számára egy húszbábus állás több mint „húszszigetnyi" információt jelent – ennyi szereplővel a figurák nagyon sokféle érintkezése, illetve arra épülő kombinációja képzelhető el, így azután időben és agyi kapacitásban racionálisan kezelhetetlenné válik –, egy nagymesternek elég csupán öt vagy hat szigetre osztania a táblán látható pozíciót. Ismereteiben kutatva ugyanis a bábualakzatok egy-egy jellegzetessége révén nyomban meg tudja ragadni az állás lényeges vonásait, és értékelve azt, a megoldásra rátalálni. Analóg helyzetben van a mérnök, amikor például bonyolult létesítmény tervezési munkáit irányítva a feladatot hierarchikus alrendszerekre osztva kezeli.

Mérő megfigyelése szerint a nagymesterek által ismert sémák mennyiségére kapott becslés nagyjából megegyezik a legkiválóbb irodalmárok által használt szavak és fordulatok számával, ezt is jó néhány tízezerre becsülik. Valószínű, hogy a legtöbb szakmában a nagymesteri szint eléréséhez több tízezernyi séma ismeretére van szükség. A szakirodalom alapján ez a jártasság a sakknagymestereknél 50 000 és 100 000 közé tehető. A kognitív tudásuk azt jelenti, hogy a nagymesterek (pl. középjátékban, azaz kb. 20...25 lépéspárt követően, amikor kb. 20...25 figura van a táblán) átlagosan 1,8...2,0 lépést tartanak végiggondolandónak, értelmesnek, míg azonos szituációban egy erős amatőr átlagosan 4,0...5,0 lépést ítél potenciálisan játszhatónak. Ebből következik annak a nagy valószínűsége, hogy mind időben, mind minőségében az amatőr „veszít" egy nagymesterrel való összecsapásban. Egy sakkvilágbajnok pontszáma 2800 körüli, a világranglista élvonalába tartozó nagymestereké 2600 pont fölött van. Egy mesterjelölt 2100-2300 pont között áll. Egy másodosztályú sakkozó 1500-1900 pontos, egy kezdő 1300-1400 pont körüli. Az Élő-féle skála mértékegységét úgy határozták meg, hogy 50 pont különbség a pontszámokban nagyjából azt fejezze ki, hogy az ennyivel erősebb játékos előreláthatólag 55%-os eredményt ér el a gyengébb ellen. Ha például egy 2600-as pontszámú játékos tízjátszmás páros mérkőzést vív egy 2550-es pontszámúval, várhatóan 5,5-4,5 arányban fog győzni. Egyes konkrét meccsek persze hozhatnak más eredményt, de hosszú távon erre érdemes fogadni, hacsak időközben a két játékos közötti erőviszony az eltérő fejlődési pálya miatt nem változik. Kétszáz pontnyi különbség az Élő-skálán azt jelenti, hogy az erősebb játékos valószínűleg körülbelül 75%-os eredménnyel győz[24]. Mint tudjuk, ezt a folyamatosan megújuló rangsorolást már nemcsak a sakkban, hanem egyre több sportágban is használják. A mérnökök között nincs ilyen pontozás, de például a referenciák, vagy korrekt pályázatok alapján, mégis működik valami hasonló rangsor, ami egyúttal az egyes projektek sikerének esélyét, ezen keresztül az egész gazdaság sikerességét javítja.

Mindössze másfél évtizede, 1997-ben tudománytörténeti fordulópontot jelentő esemény történt: az IBM Deep Blue számítógépe New Yorkban 3,5-2,5 arányban legyőzte Garri Kaszparovot, az akkori sakkvilágbajnokot. A kb. 20 M USD-ért kifejlesztett, a maga idejében a toplista szerint a világ 259. legerősebb számítógépe a gyakorlatban másodpercenként kétszáz millió sakkállást tudott elemezni, maximálisan 40 lépéspár mélységig, nem kiterjesztett keresés esetében pedig 12 lépéspár mélységig látott előre. Érzékeltetésképpen valamit az ellenfélről is: Kaszparov 1985-ben legfiatalabbként lett sakkvilágbajnok. 1986 és a visszavonulását jelentő 2005 között végig ő vezette a FIDE Élő-pontszám listáját, övé a sakktörténelem eddigi legmagasabb Élő-pontszáma is: 2851, és kb. 10...12 lépéspár mélységig tudott elemezni. 1997 óta gyakorlatilag már a gépek nyerik az ember-gép összecsapásokat[25]. Ezek a sokkoló számok jól mutatják, hogy mondjuk egy valamennyire is összetett mérnöki problémamegoldásban milyen kicsi a valószínűsége, hogy „ráhibázunk" a racionális döntésre, és miképpen alakulnak az esélyek egy kezdő, vagy tapasztalt mérnök esetében. A társadalom, vagy a gazdasági élet sakktábláján pedig, amibe a mérnöki alkotás beágyazódik, nemcsak 64 „kocka", és 32 bábú van, hanem sokkal, de sokkal több. Ráadásul, mint minden az életben, időre megy. A továbblépés ma már aligha kérdéses: az elkövetkező években a számítástechnikának a jelenleginél összehasonlíthatatlanul nagyobb szerepe lesz döntéseink előkészítésében, és általában az életünkben. A példaként említett sémák ugyanis a racionális válaszokat tartalmazzák, ha az életben igen csak változékony kezdeti-, és peremfeltételek az alkalmazási körben azonosak. A sémákon túli esetekben már csak a gép ad racionális válaszokat, amit az ember ebben a tartományban már csak véletlenszerűen találhat meg.

A mérnökképzésben a tananyag, sakknyelven szólva, a lépésszabályok, jobb esetben a megnyitások, amik könnyen taníthatók, és könnyen tanulhatók. A „meccs" kimenetele azonban többnyire a bonyolult középjátékban dől el, de az ebben való eligazodás csak a gyakorlatban szerezhető meg. Ha tehát a hallgató a kezdő lépéseket, vagy jobb esetben a „szakmai" megnyitásokat az egyetemen meg is tanulta, felmerül a kérdés, hol szerzi meg a helytálláshoz szükséges nagyszámú racionális kognitív sémát, hogy legyen nyerési esélye? Egy kezdő, vagy egyszerűen gyakorlatlan mérnök esetében – aki nem, vagy csak töredékesen

[23] Drosophilia melanogaster, magyarul ecetmuslica, a biológiai és genetikai kutatások kedvelt kísérleti alanya.

[24] http://www.ng.hu/Civilizacio/2003/08/Szaz_eve_szuletett_a_sakkvilag_magyar_reformatora

[25] Mérő L.: Észjárások, Tericum Kiadó, Budapest, 1997.

ismeri még a sémákat –, ez a racionalitási határ akár egészen alacsony lehet. Erről van szó, amikor a műszaki felsőoktatás gyakorlatiasabbá tételéről beszélnek, amit mérnökképzésnek, de különösen a posztgraduális képzésnek kellene figyelembe vennie. Fontos látni, hogy ez nem valamiféle generációs probléma, éppen ellenkezőleg. Vannak nagyon tehetséges fiatalok, akik ezeket a racionális sémákat hihetetlenül gyorsan elsajátítják, míg vannak, akiknek erre egy egész szakmai pályafutás sem elég. Példaként visszanyúlva ismét a sakkhoz, vannak, akik egészen fiatalon sakkvilágbajnokok lettek (pl. Ponomarjov 19., Kaszparov 22, Tal 23 évesen). A műszaki felsőoktatás, a tervező és szakértő mérnökök számára kötelező tagságú Magyar Mérnöki Kamara, vagy maga a szaksajtó is lényegesebben nagyobb és átgondoltabb szerepet játszhatna abban, hogy a racionális sémák eljussanak a praktizáló mérnökökhöz, aminek egyszerre látná hasznát a mérnökségünk, és gazdaságunk.

• E kis írás pusztán azt a célt tűzhette maga elé, hogy felhívja a figyelmet gondolkodásunk, és döntéseink néhány figyelemre méltó sajátosságára. Voltaképpen a mérnöknek a „feje" a legfőbb munkaeszköze, talán nem haszontalan, ha annak működésével is foglalkozunk. Rávilágít arra, hogy a jó sakkozó mintájára, több lépést kellene előre látnunk, a „csőlátás" elkerülésére a problémamegoldásokat szélesebb kontextusban célszerű értelmezni, és mai tudásunk szerint miképpen lehet mindezt bonyolult vagy komplex esetekben is elérni, és hogy milyen fontos lehet döntéseinkben az etika, csökkentendő pl. a „szélkakas" effektust. Miképpen lehetne a rengeteg végig nem gondolt, ostoba ötletet, döntést kiszűrni, mert ezek a meglehetősen véges forrásainkat apasztják.

Gyakran látjuk azt is, hogy a szakmai álláspontok többnyire nem is közelítenek egymáshoz, a frontok megmerevednek, a legtöbb esetben azért, mert nincsenek racionális érveket felvonultató, és az érveket súlyozó, azokat összemérhetővé tevő viták, vagy egyeztetések. Más esetben lehetnek akár „gödeli" kérdések, amelyek azután saját vonatkoztatási rendszerükben el sem dönthetőek, de nálunk, mint arra már utaltam, maguk a vonatkoztatási rendszerek sincsenek világosan megfogalmazva. Ennél fogva a döntések többnyire végiggondolatlanul, erőből történnek, sokszor tömegeket érintően, mégis egyéni döntésként születnek, holott ezeknek tartalmilag is (egyébként egy önálló paradigmát képező) közösségi döntéseknek kellene lenniük.

Fentiekben elsősorban a racionalitásra (a nagy klasszikus, Weber szerinti célracionalitásra) való törekvésről volt szó, még akkor is, ha mint tudjuk, az ember nem racionális lény. A racionalitásra azonban törekedni kell, ha szükséges, akkor különböző technikák igénybevételével, mert azt gondolom, hogy a mérnöki gondolkodáshoz ez méltó, emellett alapvetően ez tesz minket a fejlett világgal kompatibilissé. Vannak persze más döntési ideáltípusok, melyek a racionalitást részben vagy egészében elvetik, vagy másképpen értelmezik, és amelyek tapasztalataink szerint az egyénben, ennek megfelelően egy közösségben is többnyire „keverten" jelennek meg Ezek természetesen éppen úgy eredményezhetnek az adott egyénnek elégedettséget, de ezeket a weberi fogalmak szerinti értékracionális, affektív, tradicionális gondolkodási sémákat nem látom a XXI. századi globalizált világunkhoz kompatibilisnek, és a modern, versenyképes mérnöki gondolkodásához társíthatónak. Kísérletképpen érdemes ezzel kapcsolatban átfutni a 2012. október 24-i szakmai vitanapról szóló beszámolót[26], melyben még a kivonatolás ellenére is látványosan kimutathatóak, az egyébként vitára alkalmatlan anyagokhoz tett, különböző ideáltípusú hozzászólások. Mondhatnánk, például itt és így érhetők tetten kudarcaink keresett okai.

[26] Szakmai vitanap a cselekvési tervek koncepciójáról, Energiagazdálkodás, 2012/6.

Hozzászólás dr. Dezső György: Mérnöki szemlélet a gazdaságról c. cikkéhez

Kedves György!

Hozzászólásom cikkednek csak egy kis részére vonatkozik, talán nem is a lényeget érinti. Pontosan a következő mondatoddal van bajom: „A magyar mérnökképzés régi, a rendszerváltozást követően egyre égetőbb hiányossága volt, hogy nem ismertette meg a hallgatókkal a közgazdaságtan alapjait, …" Persze nekem nincs akkora rálátásom sem a mérnökképzésre, sem a magyar mérnök társadalomra, de – mivel mindketten dolgoztunk ugyanazon az egyetemen, így lehetnek hasonló tapasztalataink – engedj meg néhány megjegyzést. A '60-as évek végétől (ha jól emlékszem a Ti tanszéketekkel egy épületben) kezdett dolgozni Ladó László vezetésével egy kutatócsoport, amelyik kifejezetten a modern közgazdasági ismeretek mérnöki alkalmazásaival foglalkozott. Nekünk a nappali képzésben is adtak némi ízelítőt a tudományukból, de leginkább a Mérnöktovábbképző tanfolyamain találkozhattunk velük. Én ott hallgattam rendszerelméletet, döntéselméletet, értékelemzést, hálótervezést stb. Később mások is csatlakoztak (vagy függetlenül dolgoztak), számos előadást tartottak a vezetőképző tanfolyamokon is. Néhány nevet hadd említsek: Kiss Imre, Kindler József, Papp Ottó, Obádovits J. Gyula, azok, akikkel én kerültem kapcsolatba. A '80-as években számos publikáció is megjelent a témában. Csak annyit akartam ezzel mondani, hogy akit érdekelt, hozzájuthatott ezekhez a tudományokhoz. Nem lehet, hogy akkor is és most is a gazdasági környezet, a döntéshozó vezetés olyan, hogy nem kényszeríti ki a mérnökeinkből ezt a tudást?

Baráti üdvözlettel:

Dr. Balikó Sándor

Válasz dr. Balikó Sándor hozzászólására

Kedves Sanyi!

Hozzászólásod megtisztelő. Engedelmeddel én is tennék három viszont megjegyzést. Az egyik, hogy közgazdasági tudás nélkül nehezen képzelhető el praktizáló mérnök, különösen az energetikában, így tehát ez nem egy szabadon választott gyakorlat. A közgazdaságtan az emberi döntések tudománya, az alkotó mérnök pedig munkája minden pillanatában döntések sorozatát hozza. Részben ezen elmélkedek az e számában megjelenő cikkemben is. A másik, hogy a rendszerváltozásig, a hazai tervgazdaság körülményei között értelemszerűen nem lehetett szó a modern piacgazdaság elméletéről, és főképpen gyakorlatáról. Ezzel összefüggésben a harmadik megjegyzésem, hogy a közgazdaságtan éppoly ütemben fejlődik, mint a technika, ennél fogva komoly erőfeszítést igényel a vele való lépéstartás. És ahogy mondjuk például a diszkontálás, vagy belső megtérülési ráta önmagában éppúgy nem azonos a közgazdaságtannal, mint mondjuk a hatlapfejű anya sem a gépészmérnökséggel. Persze a közgazdaságtant „lehangoló tudománynak" is nevezik, mert pl. sok technikai ötletre, megoldásra mond nemet. De vajon ki óvna meg minket a rossz döntéseinktől, a (még nagyobb) baklövéseinktől, ha nem rendelkeznénk egy ilyen kontrollal. A lehetőségek közül jól választani, helyes ítéletet alkotni egy komoly kulturális feladat, miként maga az alapul szolgáló preferencia rendszer is. Ehhez nem elég pusztán az evolúciós ösztönökre hagyatkozni, ezt kognitív módon el kell sajátítani. Remélem, ezekben egyetértünk.

Üdvözlettel:

Dr. Dezső György

Seidner Mihály szabadalmak

Végh László
jogi szakokleveles mérnök, laszlo.vegh@hipo.gov.hu

Seidner Mihály (1875–1968) a magyar mérnöki tudomány egyik első, kiemelkedő tudású energiagazdálkodási szakembere volt. Ez a cikk elsősorban pályafutásának a korai szakaszában keletkezett találmányok szabadalmi adatbázisokban végigkövethető sorsát tárja fel, de a hozzáférhető összes szabadalmi bejelentése összegyűjtésre és megemlítésre kerül.

Seidner Mihály kiemelkedő képességeit igazolóan már egészen korai feljegyzések is fennmaradtak, mivel fiatalon felhívta magára a figyelmet azzal, hogy a losonci főreál-gimnázium végzős tanulójaként a kiírás legelső évében, 1894 őszén elnyerte a *„Mathematikai és Physikai Társulat"* tanulóversenyén az Eötvös fizikai díjat. Ezután a budapesti műegyetemen kezdte meg mérnöki tanulmányait, majd a berlin-charlottenburgi egyetemen szerzett 1899-ben mérnöki oklevelet és itt is doktorált 1909-ben műszaki tudományokból. Első munkahelye a berlini *Union Elektrizitäts Gesellschaft* (1900–1901) volt, majd a tengerentúl és az amerikai *General Electric Company* (1901–1902) következett, ezek után pedig a *Fort Wayne Electric Works* (Indiana, USA) mérnöke (1902–1903) lett. Legkorábbi szabadalma is az Egyesült Államok szabadalmi hivatalának (USPTO) adatbázisában lelhető fel: 1910. július 29-én a Brown Bowery and Cie. svájci társaság mérnökeként nyújtotta be, *„Voltage regulation of dynamo-elecric alternating current machinery"* címen.

Seidner Mihály

Hazatérése után a budapesti Ganz Villamossági Rt. kísérleti laboratóriumának, majd erőmű-tervezési osztályának volt a mérnöke illetve műegyetemi magántanár 1919-ig, majd a tanácsköztársaság idején a Ganz-gyár termelési biztosa lett. Már ekkoriban tanulmánya jelent meg „Az energiagazdálkodás" címmel. Feltételezhetően szintén a legkorábbiak közé tartozhat az általa és mérnöktársa által az „energiagazdálkodás", mint tudományos fogalom széleskörű használata, például az 1922. évi Elektrotechnika folyóiratban megjelent céges hirdetésben, amelyet gondolom ma már a versenysemlegesség elvére és a reklámokra vonatkozó szabályozásra tekintettel is nyugodtan közölhetünk:

Dr. Seidner Mihály és Tenzer Hugó mérnöki irodája
Budapest, II. Margit-körut 44. Telefon 50-98.
Gőz-, gáz-, nyersolaj- és vizerőművek, villamos világítási és erőátviteli telepek tervezése, bővítése, felülvizsgálása. — **Energiagazdálkodási** számítások és javaslatok kidolgozása.

Bár közös bejelentésük nincs, de mérnöktársának egy szabadalmi bejelentése HU124999. lajstomszámon megtalálható az SZTNH szabadalmi adatbázisában, címe: „Berendezés hálózati feszültség önműködő és folytonos szabályozására, egy- és többfázisú váltakozó áramú hálózatokban".

Magyar szabadalmak

A magyar szakirodalom szerint Seidner első szabadalmaztatott találmánya a turbógenerátorok forgórészének 1917-ben kidolgozott vízhűtése. Az „Elrendezés elektromos gépek hűtésére" című, 1917. szeptember 28-án tett szabadalmi bejelentés HU83071 lajstromszámon 1923. július 15-én került közzétételre, azonban szabadalmi oltalmat csak 1934. július 2-án kapott. Ebben valószínűleg szerepet játszott a feltaláló 1920 és 1926 közötti kényszerű csehszlovákiai emigrációja, amelyre a tanácsköztársaság idején vállalt, bár ténylegesen szakmai alapú közszereplése szolgáltatott okot.

Megjelent 1934. évi július hó 2-án.

MAGYAR KIRÁLYI SZABADALMI BIRÓSÁG

SZABADALMI LEIRÁS

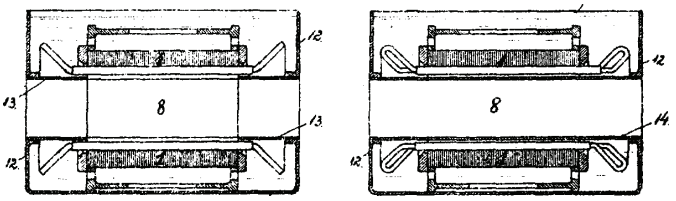
83071. SZÁM. — VII/g. OSZTÁLY.

Elrendezés elektromos gépeknek hűtésére.

Dr. Seidner Mihály gépészmérnök Budapest.

A bejelentés napja 1917. évi szeptember hó 28-ika.

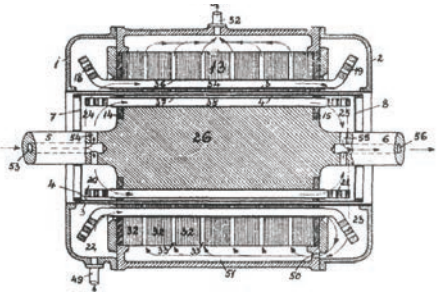
A megoldás leírása szerint a feltaláló valójában a levegőhűtés felváltását olajhűtés alkalmazásával kívánja elérni. Seidner megállapítja, hogy a korabeli elektromos gépek gyakorlatában csak a statikus elemeknél, például a transzformátoroknál alkalmaztak olajhűtést. Amennyiben forgó részeket is tartalmazott a berendezés, kizárólag a levegőhűtéses megoldást alkalmazták. A szabadalmi leírás az állórész olajterének a forgórészektől való elkülönítését javasolja úgy, hogy lehetővé váljon az állórész külön hűtése, illetve elválasztott olajterekkel a két rész egyidejű hűtése.



A fenti ábrán látható az álló rész nyitott olajtartályos megoldása, ahol a forgórész olajtól lezárt kör keresztmetszetű csatornában helyezkedik el, két csődarab és az állórész lemeztestének homlokfalaiból kialakítva, illetve egyetlen csőből készült kialakítással megoldva. A csatornában a hűtés továbbra is megoldható levegővel, de adott esetben olajjal töltött zárt tokban forogva, a vasmagon akár külön olajcsatornák kiképzésével tovább optimalizálható a hatásfok.

Ugyanennek a feladatnak a megoldását tűzte ki célul második szabadalma, amely különösen a kétpólusú turbógenerátorok forgórészeinél való alkalmazása esetén terjedt el. Az 1919. április 17-én bejelentett, „Berendezés elektromos gépeknek folyadékkal való hűtésére" címen nyilvántartott HU84689. lajstromszámú szabadalom is jelentős késéssel, 1934. május 15-én kapott oltalmat, nyilvánvalóan hasonló okok miatt, noha a közzétételére a Hivatal nyilvántartása alapján már 1924. március 1-én sor került. A szabadalmi leírás itt már valóban általános jelleggel folyadékhűtés megfogalmazást használ. Bár az állórészek ilyetén hűtését a technika állásához tartozó megoldások közé utalja, megálla-

pítja, hogy az ún. betokozásos megoldások a gyakorlatban eddig továbbra sem tették lehetővé a levegőhűtés teljes kiküszöbölését. Seidner Mihály itt ezt a célkitűzést is maradéktalanul megvalósította. (További nemzetközi vonatkozásai ennek a szabadalmi bejelentésnek számottevőek, és a következő fejezetben sor kerül részletesebb vizsgálatukra).

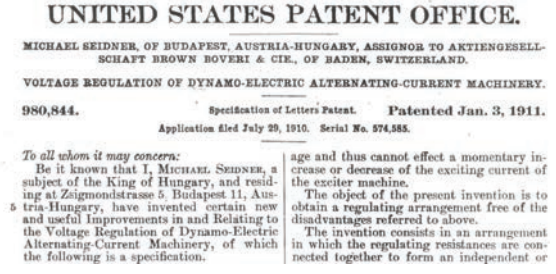


A berendezés kialakításának lényegi gondolata az álló- és forgórészek hűtőfolyadék tartására szolgáló burkolatainak teljes körű elválasztásán alapul, amely majd – néhány év múlva – a Kandó-mozdonyok fázisváltó forgórészének első vízhűtéses megoldásává vált. (A későbbiekben a források szerint Kandó saját szabadalmat szerzett és alkalmazott a hűtésre mozdonyainál, de ez már egy másik történet).

Érdekes módon, Seidner Mihálynak ezután mintegy negyven évig újabb szabadalmai nem lelhetők fel. Pályájának vége felé azonban, különösen az 1958-as évben hirtelen újra felerősödött feltalálói aktivitása. Az ekkor már nyolcvan feletti életkorú veterán mérnök fiatalos lendülettel 4 újabb magyar szabadalmat jelentett be és oltalmaztatott sikeresen *(HU146705-1958.07.18 – Kombinált hűtésű forgórész turbógenerátorokhoz; / HU146923 (1958.07.18) – Olajhűtésű állórész turbógenerátorokhoz; / HU147833 (1958.10.11) – Turbó-rotor üreges vezetőinek folyadékkal való hűtésére; / HU147834 (1958.10.11)* – Üreges vezetőkben áramló folyadékkal hűtött turbó-rotor). A bejelentések címei alapján is nyilvánvaló, hogy ugyanazon megoldás további tökéletesítésére vonatkoznak. Utolsó szabadalma is ezekhez csatolható (HU153745 (1965.08.13) – Elrendezés turbó-rotorok üreges vezetőinek folyadékkal való hűtésére.

Nemzetközi szabadalmi bejelentések

Ha kissé fordított időrendi sorrendben is vizsgálódva, de hamar megállapítható, hogy a tárgyalt magyar bejelentések csoportjához nemzetköziek is társultak. Két-két francia, német és amerikai *(FR1263803 (1959);FR1489965(1967) – DE1117211(1959);DE1538851(1965) – US3034003(1959); US2975309(1959));* illetve egy-egy svájci, belga és svéd *(CH374415(1959); BE685479(1959); SE313369(1959))* bejelentéseket mutatnak a neve mellett a nemzetközi szabadalmi adatbázisok. Kevésbé egyértelmű úton lehet eljutni Seidner legelső szabadalmainak nemzetközi hátteréhez, hiszen akkoriban a keresztnevek lefordításával kerültek bejegyzésre a kérelmek. A lehetőségek közül a Michael Seidner forma juttatott a nyomára egy olyan bejelentésnek, amely az ismert összes magyar bejelentésnél is korábbi:



UNITED STATES PATENT OFFICE.

MICHAEL SEIDNER, OF BUDAPEST, AUSTRIA-HUNGARY, ASSIGNOR TO AKTIENGESELLSCHAFT BROWN BOVERI & CIE., OF BADEN, SWITZERLAND.

VOLTAGE REGULATION OF DYNAMO-ELECTRIC ALTERNATING-CURRENT MACHINERY.

980,844. Specification of Letters Patent. Patented Jan. 3, 1911.

Application filed July 29, 1910. Serial No. 574,585.

To all whom it may concern:

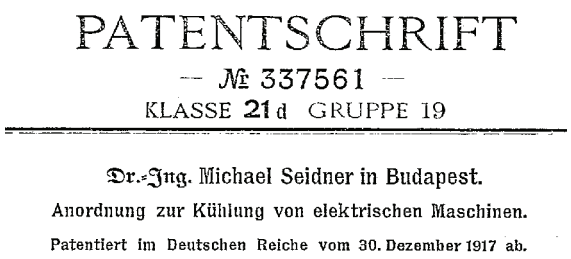
Be it known that I, MICHAEL SEIDNER, a subject of the King of Hungary, and residing at Zsigmondstrasse 5, Budapest 11, Austria-Hungary, have invented certain new and useful Improvements in and Relating to the Voltage Regulation of Dynamo-Electric Alternating-Current Machinery, of which the following is a specification.

age and thus cannot effect a momentary increase or decrease of the exciting current of the exciter machine.

The object of the present invention is to obtain a regulating arrangement free of the disadvantages referred to above.

The invention consists in an arrangement in which the regulating resistances are connected together to form an independent or

A többi nemzetközi bejelentés a magyar HU84689 lajstromszámú szabadalom családfájához tartozik *(Címek: Improvements relating to Liquid-cooled Electric Machines /Liquid-cooled electric machine; Einrichtung /Anordnung zur Kühlung von elektrischen Maschinen; Dispositif de refroidissement pour machines électriques; Berendezés elektromos gépeknek folyadékkal való hűtésére* − az ábrák azonosak a magyar szabadalomnál bemutatottal). A DE337561 lajstromszámú német bejelentés tűnik az alapszabadalomnak, amelyet úgy látszik – talán a háborús idők szabályai miatt - vizsgálat nélkül már a bejelentés másnapján, 1917. december 30-án szabadalmaztattak, miközben a közzétételre csak 1921. szeptember 21-én került sor.



PATENTSCHRIFT

— № 337561 —

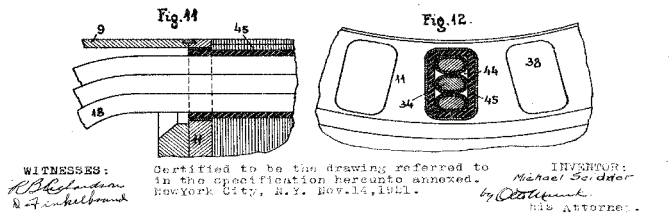
KLASSE 21 d GRUPPE 19

Dr.-Ing. Michael Seidner in Budapest.

Anordnung zur Kühlung von elektrischen Maschinen.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 30. Dezember 1917 ab.

A német szabadalmi bejelentés elsőbbségére hivatkozik a „semleges" svájci (CH92265 / 1919-09-04 17H); a korábbi ellenfél és „győztes" angol, francia (GB172015; FR543794 / mindkettőnél: 1921-11-22) és amerikai (US1448700 / 1919-03-18); és hogy teljes legyen a kör: a szövetséges és „vesztes" osztrák (AT97598 / 1921-03-23) is. Sajátos módon az is összekapcsolja a bejelentéseket, hogy mindegyik esetben az elsőbbség igénylésére az 1883-as Párizsi Uniós Egyezmény alapján, „békeidőben" előírt legfeljebb 12 hónapot jóval meghaladó módon került sor, sikerrel. Ezzel ellentétben és szinte egyedüliként a magyar bejelentés nem említ elsőbbségi igényt.



Végezetül álljon itt ugyanennek a megoldásnak a nemzetközi adatbázisokban „magányosan" álló kanadai (CA232216 / 1924-04-08) szabadalmi dokumentum ábrarészlete, a feltaláló által megbízott new yorki ügyvivő és tanúk aláírásával, mutatva egy korabeli találmány nemzetközi pályafutásának nyomait.

Források:

http://www.sztnh.gov.hu/szabadalom/szab_kutat.html SZTNH - Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala - Szabadalmi adatbázis
http://worldwide.espacenet.com/ EPO Espacenet Patent search
http://www.kfki.hu/education/verseny/eotvosverseny/
http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz9411/rgy9411.html
http://www.kfki.hu/physics/historia/historia/webdok.php?namenev=seidner&nev5=Seidner+Mih%E1ly
http://www.tudosportal.hu/egy.php?id=7208
http://mek.oszk.hu/00300/00355/html/ABC13280/13719.htm

Bázisadatok az energetikai felülvizsgálatokban

Dr. Balikó Sándor, CEM
okl. gépészmérnök, baliko@t-online.hu

Meglévő rendszereket az energetikai fejlesztések előtt felül kell vizsgálni (rendszerint egy audit[1] keretein belül). A felülvizsgálat fő lépései:

1. a jelenlegi állapot megismerése
2. a főbb veszteségek feltárása, illetve a rendszer energetikai minőségének javítására szolgáló lehetőségek megismerése
3. javaslat(ok) a változtatás(ok)ra.

Munkánk eredményességét a javaslatok megvalósítása utáni értékelés adja meg.

Az összehasonlításhoz ismernünk kell az átalakítás előtti állapotot, amit a bázisértékek jellemeznek.

Egy rendszer energiafogyasztásának bázisértéke alatt *azt a várható fogyasztást értjük, amelyet akkor érnénk el a jövőben, ha a rendszert változtatás nélkül, a jelenlegi üzemeltetési magatartással működtetnénk.* A bázis tehát egy olyan valószínűségi függvény, amelyet a korábbi állapotokból igyekszünk meghatározni.

Bázisértéket bármilyen más paraméterre is képezhetünk, és egy létesítményt rendszerint több paraméter bázisértékének együttese jellemez.

Bázisértékeket egyetlen berendezésre vagy fogyasztóra is képezhetünk, de nagyobb egységeknél, létesítményeknél vagy létesítmény csoportoknál is szükségünk van bázisértékekre.

Az energetikai felülvizsgálatok jelentéseiben nem elégséges a bázisadatokat megadni, minden esetben ismertetni kell azok meghatározásának módját is.

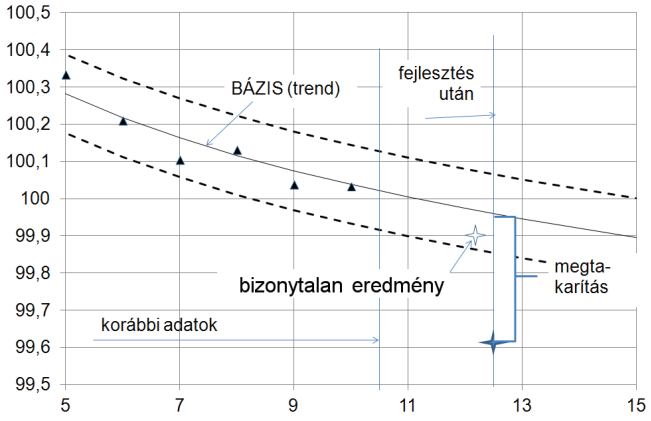
Átlag

Bonyolult rendszereknél, ahol nem ismertek a környezeti változások hatásai, a fogyasztások bázisértékeit a korábbi fogyasztások számtani középértékével becsüljük. Az átlagértékhez viszonyított eltérések átlagát (azaz a tapasztalati szórást) tekintjük a becslés hibájának. Ha a fejlesztés utáni mért fogyasztás értéke ezen a szóráson belül van, a változást nem tekinthetjük a fejlesztés eredményének.

Időtrend

Nagy rendszereknél, pl. önkormányzati, megyei vagy országos energiagazdálkodás esetén kialakulhat egy időben változó értékű fogyasztás, ami a fogyasztók nem irányított viselkedésének a következménye. Ezeknek a fogyasztásoknak a trendjét használhatjuk a bázis meghatározásához: a bázisfogyasztás a trendfüggvény fejlesztés utáni időpontra számított értéke. Ezt lehet összehasonlítani a fejlesztés utáni állapot tényleges fogyasztásával. A két érték különbsége mutatja a fejlesztés eredményét (1. ábra). Az ábrán a korábbi 10 év fogyasztásainak adatából (ebből csak az 5-10. éveket mutatjuk) következtettünk a jövőre. A folytonos görbe a trendvonal, a szaggatottak mutatják a becslés hibáját. A függőleges tengelyt azért nem neveztük meg, mert bármilyen figyelt érték lehet, aminek a bázisadatát keressük. A számértékek is csak illusztrációnak tekinthetők.

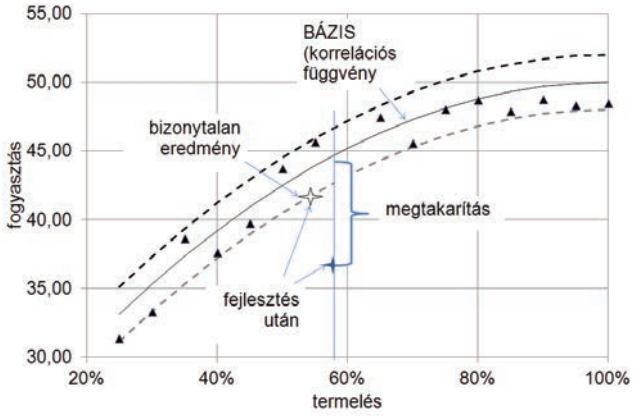
Természetesen itt is figyelembe kell venni a trendszámítás hibáját: a fejlesztést csak akkor tekinthetjük eredményesnek, ha az eltérés ezen a hibahatáron kívül esik.



1. ábra. **Bázisképzés időbeli trendből**

Korreláció

A fogyasztási adatokat rendszerint több ismert paraméter befolyásolja. Ilyenek pl. ipari üzemeknél a termelési adatok, kereskedelmi létesítményeknél a vásárlói forgalom, irodáknál, hivataloknál az ügyfélforgalom stb. Ilyenkor a korábbi adatok alapján meghatározzuk a fogyasztás és a befolyásoló tényezők közötti korrelációs függvényt, és ezt tekintjük bázisnak. A korrelációs függvény többváltozós is lehet.



2. ábra. **Bázis képzése korrelációs függvénnyel**

A 2. ábra egy egyváltozós korrelációs függvénnyel képzett bázisfüggvényt mutat a korábbi mért értékek feltűntetésével.

Gyakori, hogy az energiaszolgáltatók az energiadíjat is ilyen korrelációs összefüggéssel adják meg, azaz beépítik a gáz és a villamos energia árának változását a szerződés szerinti árakba. Feltéve, hogy a szolgáltatás költsége lineáris függvénye a felhasznált energiahordozók árának, az energiadíj számítása az alábbi alakra hozható:

$$a_Q = a_{Q0} + b\delta a_E + c\delta a_G$$

ahol a_{Q0} az energiadíj a szerződéskötés időpontjában, δa_E és δa_G a villamos energia, illetve a gáz árának változása a szerződéskori értékhez viszonyítva, b ás c pedig konstansok.

[1] Az audit abban különbözik az energetikai felülvizsgálattól, hogy az mindig egy önálló elszámolású rendszer egészére vonatkozik, és tartalmazza a más, hasonló rendszerekkel történő összehasonlítást is.

Fűtési célú hőfogyasztás bázisadatai

A fűtési célú hőfogyasztás az épület hőveszteségével arányos, amit viszont a fűtési hőfokhíd határoz meg:

$$H = \int_T (t_b - t_k) d\tau \quad (1)$$

ahol T a fűtési határhőmérsékletnél nem magasabb külső hőmérsékletű időtartam, t_b és t_k a belső és külső hőmérséklet és τ az idő.

A hőfokhíd értéke a sokéves átlag körül ingadozik, és a fűtési szezonra normál eloszlást mutat. [1] szerint 20 °C belső hőmérsékletre és 12 °C határhőmérsékletre számítva, 183 fűtési nap időtartamra a várható hőfokhíd 2877,4 napfok.

Ha nem szorítkozunk csupán a fűtési szezon 183 napjára, akkor [2] szerint a 12 °C napi középhőmérsékletnél nem magasabb hőmérsékletű napok száma 192,08 nap/év, így a fűtési hőfokhíd 2967,19 napfokra adódik[2].

Ha adott egy év (mért) fűtési hőfogyasztása, akkor a bázisfogyasztást a hőfokhidak korrekciójával képezhetjük:

$$Q_0 = \frac{H_0}{H} Q \quad (2)$$

ahol index nélkül az aktuális, 0 indexszel pedig a bázisértékeket jelöltük.

A korrekcióhoz ismerni kell az aktuális év hőfokhídját, vagy legalább a fűtési időszak tényleges átlaghőmérsékletét. A sokéves átlaghőmérsékletek átlaga [1] szerint 4,277 °C.

A $C = Q/H$ értéket a számításainkban állandónak tekintjük, de a valóságban ezt különböző véletlen zavarások befolyásolhatják. Ezért várhatóan pontosabb becslést kapunk, ha néhány korábbi évre kiszámított C értékeket átlagoljuk, és az átlaggal számítjuk ki a bázisértéket:

$$Q_0 = H_0 \overline{C} = H_0 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{H_i} \quad (3)$$

ahol n a vizsgált évek száma.

Ugyanerre az eredményre jutunk, ha a korrigált fogyasztásokat átlagoljuk.

A fejlesztés eredményének értékeléséhez a fejlesztés utáni fogyasztást is korrigálni kell a hőfokhidak arányával. Így a megtakarítás:

$$\Delta Q = Q_0 - H_0 \frac{Q_f}{H_f}$$

ahol Q_f a fejlesztés utáni fogyasztás az ellenőrzés évében, és H_f az ellenőrzés évében az aktuális hőfokhíd.

A határhőmérséklettel azt vesszük figyelembe, hogy egy bizonyos külső hőmérséklet felett a belső hőfejlődés már fedezi a hőveszteségeket, nincs szükség fűtésre. A fenti, hagyományos módszer azonban a határhőmérséklet alatt ezt a belső hőfejlődést már elhanyagolja, ezzel a biztonság irányában növeli a fűtési hőigény értékét.

Valójában a belső hőfejlődés alacsonyabb külső hőmérsékleteken is megvan, így a tényleges fűtési igény:

$$Q_F = \int_T \left[C(t_b - t_k) - \dot{Q}_b \right] d\tau$$

A határhőmérséklet adatából, amikor $\dot{Q}_F = 0$:

$$\dot{Q}_b = C(t_b - t_h) \quad (4)$$

ezzel:

$$Q_F = C \int_T (t_h - t_k) d\tau = C H_h$$

ahol H_h a határhőmérsékletre, mint belső hőmérsékletre vett hőfokhíd.

Gondot okozhat, hogy a határhőmérsékletet nem szoktuk mérni, pedig az az épület szerkezeti adottságaitól és a használat módjától is függően minden épületre más. Jó becslést adhat a (4)-ből számított érték, ha ismerjük a belső hőforrások teljesítményének összegét ($\dot{Q}_b$) és a hőtechnikai számításokból meghatározzuk C értékét is.

A bázisértékek képzését és a fejlesztés eredményének értékelését ugyanúgy végezzük, mint a fenti esetben, azzal a különbséggel, hogy a C értékének megváltozása miatt a fejlesztés után megváltozhat a határhőmérséklet értéke is (pl. hőszigetelésnél), így más értéke lesz a kétféle határhőmérsékletre vett hőfokhídnak is.

A hozzáférhető szakirodalomban csak a napi középhőmérsékletekre találunk hőfokhíd adatokat. Ezért a fenti módszerek akkor alkalmazhatók, ha az épület belső hőmérséklete és a belső hőfejlődés is állandó, hiszen nem tudjuk figyelembe venni az éjszakai és hétvégi fűtéscsökkentést, vagy a belső hőfejlődés műszakonkénti változását. Ilyen esetekben az elemzést különböző típusú részintervallumra kell bontani és gyors változásoknál már az épület instacioner viselkedését is figyelembe kell venni. Az ilyen feladatok megoldására rendszerint szimulációs programokat használunk.

Többváltozós értékelés

Egy fejlesztés az esetek nagy többségében több energiahordozó fogyasztását is megváltoztatja. Ilyenkor valamennyi érintett energiahordozóra kiszámítjuk a fejlesztés előtti bázisértékeket, majd a fejlesztés után értékeljük (mérjük és, ha szükséges, korrigáljuk) a változást a bázishoz képest. Az összetett értékelés a választott célfüggvény szerint történhet:

$$C = \mathbf{a}^{\mathrm{T}} \Delta \mathbf{E}$$

ahol $\Delta\mathbf{E}$ az egyes energiahordozók megtakarításának (előjelhelyesen, azaz lehet többlet is) rendezett vektora, **a** pedig az együttható vektor, ami az egyes energiahordozók valamilyen szempont szerinti súlyozását tartalmazza.

Ha pl. ΔE a villamos energia, ΔQ a hő és ΔW a technológiai víz felhasználásának változását jelenti, akkor az energiaköltségek célfüggvénye:

$$K = a_E \Delta E + a_Q \Delta Q + a_W \Delta W$$

ahol az a értékek az energiahordozók egységárai.

Hasonlóan a primerenergia-megtakarítás:

$$\Delta E_{pr} = e_E \Delta E + e_Q \Delta Q + e_w \Delta W$$

Ebben az esetben az e értékek az energiahordozók primerenergia-tartalmát jelentik.

Hivatkozások

[1] *Garbai L. – Jasper A.:* A külső hőmérsékletek tartamdiagramjának matematikai leírása, Magyar Épületgépészet, LXI évf. 2012/10. sz. pp. 3-7.

[2] Fűtéstechnikai adatok. Szerk.: Völgyes István, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.

[2] A két adat nem hasonlítható össze, mert különböző adatbázison alapulnak, de felhívják a figyelmet a szemléletbeli különbségre: míg egyik rögzített időtartamú fűtési időszakkal számol, a másik a fűtési napok számát is valószínűségi változónak tekinti.

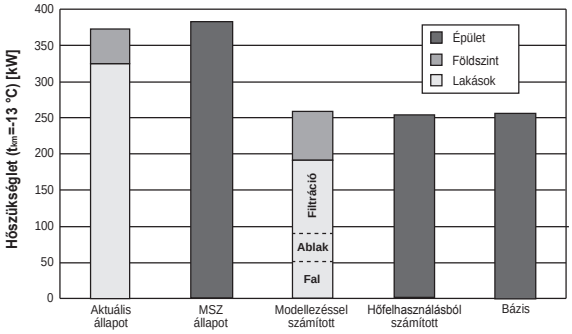
A fűtési hőszükséglet és energiafelhasználás bázisértéke

Dr. Zsebik Albin, CEM
okl. gépészmérnök, zsebik@energia.bme.hu

A bázisértéket különböző célra használják, és különböző módon határozzák meg. Az alapismeretek és jelen rovatunkban az energiaveszteség-feltáráshoz kapcsolódóan foglalkozunk vele. Értékének meghatározása nagyon fontos a különböző energiahatékonysági intézkedések által várható megtakarítások becsléséhez, és az intézkedések gazdasági értékeléséhez. Jelentősége megnő akkor, ha az energiafelhasználás és költségének csökkentését haszonrészesedési szerződés alapján végzik. Többször, bíróságon is, találkoztunk a bázisérték utólagos módosításának igényével, mert valamelyik fél becsapottnak érezte magát a megtakarításra vonatkozó eredmény ismeretében.

A fűtés esetében elsősorban a hőszükséglet (a méretezési külső levegő hőmérséklethez, t_{km} tartozó hőteljesítményigény) és a sokéves meteorológiai statisztikai adatok figyelembevételével a várható éves hő, illetve tüzelőanyag felhasználás bázisérték kell körültekintően meghatározni. A hőszükséglet egyrészt a hőforrás (kazán, fogyasztói hőközpont) teljesítményének meghatározása, másrészt a lekötött tüzelőanyag, illetve hőteljesitmény miatt érdemel különös figyelmet. Gyakran tapasztaltuk, hogy a lekötött tüzelőanyag, illetve hőteljesitmény jelentős mértékben meghaladta a szükséges értéket, azaz a valóságos csúcsteljesítményigény lényegesen kisebb a tervezési hőszükségletnél, s en-nek csökkentése első lépés lehetett az energiaköltségek csökkentésére [1]. A várható éves hő, illetve tüzelőanyag felhasználást ami az üzemeltetési költség változó részének meghatározásához kell, a tervezők csak ritkán adják meg, pedig az viszonyítási alapul szolgál a javasolt energiahatékonysági intézkedés által várható, majd a megvalósítást követően a tényleges megtakarítás kiszámításához.

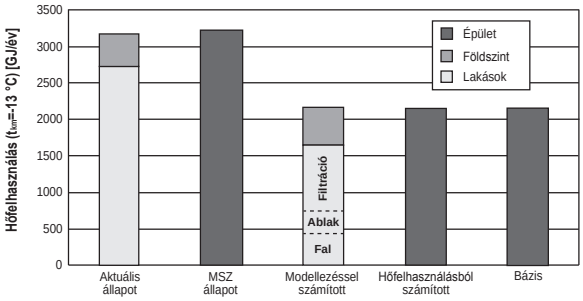
Az 1. ábra első és második oszlopa egy 42 lakásos távfűtött épületnek a tervező által meghatározott hőszükségletét és a hőszolgáltatónál lekötött hőteljesítményt mutatja. A harmadik oszlop egy részletesebb, az épület hőtechnikai tulajdonságait is figyelembe vevő számítással, a negyedik oszlop az elmúlt évek fogyasztási adataiból lett meghatározva. Ezek alapján, a modellezésen alapuló részletes hőtechnikai és a hőfelhasználásból számított hőszükséglet középértékeként határoztuk meg a hőszükséglet azon értékét, amelyre a lekötött teljesítmény megváltoztatható (a hőszükséglet bázisértékeként jelölt ötödik oszlop).



1. ábra. **Az épület különféleképpen meghatározott hőszükségletei**

A 2. ábra az épület várható, illetve tényleges hőfelhasználását mutatja a fentiekben ismertetett sorrendben. A modellezés részleteinek ismertetésétől terjedelmi okok miatt eltekintünk, az elmúlt évek hőfelhasználásából számított negyedik oszlop számítási módját az alábbiakban ismertetjük.

Legyen Q_i az i-edik évhez tartozó tényleges fűtési hőfelhasználás, $\bar{t}_{ki}$ a vizsgált időszakban az adott körzet külső átlaghőmérsékleteinek átlaga. Ha közmegegyezéssel elfogadjuk, hogy a fűtési idényben Magyarországon a külső átlaghőmérséklet $\bar{t}_k$= +4 °C, a tényleges hőfelhasználást célszerű erre a



2. ábra. **Az épület különféleképpen meghatározott hőszükségletei**

külső átlaghőmérsékletre korrigálni, majd az n év átlagos hőfelhasználását, $\bar{Q}_f$ (2. ábra negyedik oszlopa) a következő összefüggéssel meghatározni

$$\bar{Q}_f = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i \cdot \frac{t_b - \bar{t}_k}{t_b - \bar{t}_{ki}}}{n}$$

ahol: t_b – fűtött helyiségben az előírt, vagy a fogyasztó által meghatározott hőmérséklet.

Három fűtési idény tényleges hőfelhasználásával és külső átlaghőmérsékletével meghatározott hőfogyasztás $\bar{Q}_f$ = 2141 GJ/év.

A hőszükséglet meghatározására a hőfelhasználásból több módszert is javasol a szakirodalom. Ha nem áll rendelkezésre a külső hőmérséklethez rendelhető gáz, illetve hőfelhasználás (lásd [1] 1. ábrája), viszonylag egyszerű módszernek tekinthető a sokéves meteorológiai statisztikai adatok alapján meghatározott, adott országrész területére a hőfokhidhoz hasonlóan állandó értéknek tekinthető ún. fajlagos hőfelhasználási mutató, q, alkalmazása [2]. Segítségével a hőszükséglet, $\dot{Q}_{fm}$ és a fűtési idény hossza, τ_f ismeretében meghatározható a várható hőfelhasználás:

$$Q_f = \dot{Q}_{fm} \cdot \tau_f \cdot q,$$

illetve, az elmúlt évek fűtési átlagos hőfelhasználásának, $\bar{Q}_f$ ismeretében a hőszükséglet

$$\dot{Q}_{fm} = \frac{\bar{Q}_f}{\tau_f \cdot q}.$$

A fajlagos hőfelhasználási mutató és a fűtési időszak hosszának szorzata a csúcsteljesítmény kihasználási óraszámot, $\tau_{fm} = \tau_f \cdot q$ adja.

A vizsgált esetben a területre jellemző fajlagos hőfelhasználási mutató q = 0,515. A fentiekben bemutatott összefüggésekkel $\bar{Q}_f$ = 2141 GJ/év átlagos hőfelhasználás és τ_f = 190 nap/év fűtési időszak figyelembevételével az 1. ábra negyedik oszlopaként ábrázolt hőszükséglet 253 kW. Amint fentebb már említésre került, a hőszükséglet bázisértékét (1. ábra ötödik oszlopa) a modellezésen alapuló részletes hőtechnikai és a hőfelhasználásból számított hőszükséglet középértékeként határoztuk meg. Értékének $\dot{Q}_{fmh}$ = 256 kW-t fogadtunk el. τ_f = 190 nap/év, q = 0,515 értékek, valamint a mértékegységek miatti átváltási szozatok figyelembevételével a hőfelhasználás bázisértéke

$$Q_{fb} = \dot{Q}_{fmb} \cdot \tau_f \cdot q = 2164 \text{ GJ/év lesz.}$$

Irodalom

[1] *Zsebik A.:* A fűtési hőszükséglet és a várható hőfelhasználás. Energiagazdálkodás 52. évf. (2011) 6. szám 30. old.
[2] *Szabó I., Zsebik A.:* Hőmérséklet- és hőigény-tartamfüggvények matematikai modelljei. Energia és Atomtechnika, XXXIV. évf. (1981), 312-316. old.

Terminusok vagy szakkifejezések?[1]

Szűcs Gábor[2]
szucs.gaborr@gmail.com

Igen gyakori laikus vélemény az, hogy romlik a magyar nyelv, s ennek legfőbb oka az idegen szavak és idegenszerűségek megállíthatatlan és gyors ütemű beszüremkedése a magyar nyelv szókészletébe, sőt rendszerébe. A nyelvet tehát fel kell vértezni a folyamatos külső támadással, „szennyezéssel" szemben, állandó őrség szükségeltetik, amely egyértelműen és hathatósan megálljt parancsol a kéretlen behatolóknak. Arra itt nincs hely és mód, hogy részletesen kifejtsem azt a korszerű nyelvtudományos álláspontot, amely szerint egyetlen nyelv sem romlik, csak változik, úgy, hogy bizonyos szavak, kifejezések archaikussá (régiessé) válnak, majd kikopnak a köztudatból, más szavak eredeti jelentése elhalványul, s egy újabb jelentés válik elsődlegessé, ritkább esetben pedig a nyelvi rendszerben történik kisebb módosulás. Ezzel párhuzamosan azonban új elemek kerülnek a nyelvbe, új belső keletkezésű szavak terjednek el, hiszen a nyelv nemcsak sokszínű és változatos, hanem változékony is. Tény, hogy az utóbbi évtizedekben a változás felgyorsult. Nyelvromlásról tehát nem, nyelvhalálról azonban beszélhetünk. Ez azonban nem lassú folyamat, nem a nyelv fokozatos sorvadásával jár együtt, hanem hirtelen történik, az adott nyelvet beszélő közösség biológiai halálával vagy a nyelvhasználók tudatos, nyelvcserét szorgalmazó döntésével. Nem arról van tehát szó, hogy ha egy adott nyelvnek csupán néhány beszélője maradt, akkor ők már egy kevésbé értékes nyelvet beszélnek. A nyelv nem lesz rosszabb, legföljebb a nyelvhasználók kevésbé ismerik anyanyelvüket, s kevésbé tudatosan „használják", végül nem adják tovább. Ennek azonban nem a nyelv betegsége, fogyatékossága az oka, azaz nem belső, hanem külső, nyelven kívüli (elsősorban társadalmi-politikai) okai vannak.

Az idegenszerűségek különösen jellemzőek a tudományos nyelvhasználatra, ami magától értetődik, hiszen ha valamilyen új jelenség, folyamat, fogalom, tárgy, árucikk jön létre vagy kerül a megismerés tartományába, azt a feltaláló vagy felfedező saját anyanyelvén nevezi meg. Az átvevő népek már nemcsak az eredményeket, az újdonságok használatát, hanem ezek eredeti elnevezését is átveszik. Az átvételnél talán nagyobb vállalkozás eldönteni, hogy hagyjuk-e az új, még idegen szót meggyökeresedni a magyar nyelvben; keressünk valamilyen, már korábban meglévő szót az új felfedezés vagy találmány megnevezésére; vagy alkossunk új szót, kifejezetten az adott újdonság jelölésére. Különböző korok tudósai különbözőképpen viszonyultak a kérdéshez, ezt igyekszem röviden bemutatni, miután valamelyest maghatároztam magát a szaknyelvet.

A szaknyelv mindenekelőtt nem nyelv, hanem nyelvváltozat. Csoportnyelvnek szokás minősíteni (magyarán a szaknyelv használata bizonyos körülhatárolható csoportokra jellemző), azonban a *lektus* sokkal pontosabb fogalom a jelölésére. Kérem, jegyezzük meg ezt a szót, mivel nem véletlenül használtam, s a későbbiekben visszatérek rá! A szaknyelv elsajátítása tudatos tevékenység, ám nem a nyelvtanulásnak vagyunk tudatában (ahogy anyanyelvünket sem nyelvtanulási folyamatként észleljük vagy érzékeljük), hanem új ismeretek szerzésének. „[E]gyetlenegy szaknyelv sem létezhet az anyanyelv nélkül, önmagában, már csak azért sem, mert elemeinek nagy részét az anyanyelv elemeiből meríti, s rendszerint úgy hozza létre őket, ahogyan azt az anyanyelv szabályai diktálják" (SEREGY 1989: 14). A köznyelv és a szaknyelv vagy a társalgási és a (szak)tudományos stílus közötti legföltűnőbb különbség a szókincsben fedezhető fel. Korábban úgy vélték, hogy a tudomány szakszókincse két összetevőből áll: *terminológiából,* amely „a szakszókincs általánosabb, fontosabb, ismertebb része, rendszerint a magasabb kategóriájú fogalmakat fejezi ki", a szakszavak „általános és középiskolai tananyagban viszonylag jelentős számban fordulnak elő", így „megvan az esélyük arra, hogy a köznyelv szavaivá váljanak"; és *nómenklatúrából,* amely a szakszókincs egyedi része, részfogalmakat, „egy-egy tudománynak a részletekbe menő megnevezéseit tartalmazza", tehát kevésbé ismert, általában „egy-egy szaktudós a maga szaktudományának teljes nómenklatúráját sem ismeri", így nem jellemző, hogy a nómenkatúra szavai a köznyelv szavaivá válnak (SEREGY 1989: 23). „Az elsőbe az egyes *tudományágak* általános szakmai fogalmainak, ismertetőjegyeinek a megnevezését magukba foglaló szavak összességét, a másodikba az egyes *tudományszakok* sajátos tárgyainak, ezek fajának, csoportjának megnevezését magukba foglaló szavak, kifejezések összességét sorolták" (KOVÁCS 2001: 21) (mind SEREGY, mind KOVÁCS forrása KLÁR–KOVALOVSZKY 1955, az első magyar forrás feltehetőleg SZABÓ 1861). Mivel mind a két kategória egységesen terminológiai elemeket tartalmaz, ráadásul a tudományág magában foglalja a tudományszakot is, ezért KOVÁCS egységesen *terminológiát* használ. A továbbiakban én is így teszek, sőt az egyszerűség érdekében nem teszek különbséget szakszavak és szakkifejezések, műszavak és műkifejezések, mesterszavak, terminusok, terminus technicusok és technicum vocabulumok között sem.

A terminológia definíciója KOVÁCSnál a következő: „[M]indazon szavak és kifejezések, szerkezetek összessége, amelyek az adott tudományág legáltalánosabb jellemző vonásait, folyamatait megközelítő pontossággal tükröző fogalmak megnevezésére szolgálnak, viszonylag zárt rendszert alkotnak, és adott nyelvi helyzetben környezetfelidéző hatással rendelkeznek" (KOVÁCS 2001: 22). Azért csak megközelítő pontosságról ír KOVÁCS, mert elfogadja azt az episztemológiai vagy gnoszeológiai (ismeretelméleti) tételt, mely szerint abszolút megismerés nem lehetséges, s „fogalmaink […] egyre pontosabban, de sohasem tökéletes pontossággal tükrözik az adott jelenség, folyamat jellemző vonásait az emberi megismerő agyban" (KOVÁCS 2001: 22–23). A rendszer csak viszonylag zárt, hiszen a szaknyelv (is) alapvetően a köznyelv elemeiből építkezik, s a szaknyelv kifejezései is a köznyelv részévé válhatnak (gondoljunk csak az informatikai-számítástechnikai vívmányok eredetileg szaknyelvi megnevezéseinek elterjedésére, elterjedtségére). A környezetfelidéző hatás pedig azt a folyamatot jelenti, amikor a hallgató ráismer az adott műszó alapján egy szakmára, tudományágra, azaz hogy milyen (szöveg)környezetben használják. Vagyis a *defibrillátorról* az orvostudomány, a *lemeztektonikáról* a geológia jut eszébe és így tovább.

A szaknyelvnek és a (szak)tudományos stílusnak szakszerűségre, szabatosságra, a félreérthetetlenség érdekében egyértelműségre, pontosságra, árnyaltságra, egzaktságra, fogalmi azonosíthatóságra, valamint logikus felépítésre kell törekednie. Ezért a tudományos stílus kerüli az érzelemkifejezéseket, a tájszavak, archaizmusok (régies szavak), a szleng használatát. Gyakran él szinonimahasználattal és ismétléssel, felsorolásokkal, szakirodalmi művekre, tudományos nézetekre, szemléletekre utaló hivatkozásokkal.

1645-ben GELEJI KATONA ISTVÁN a következőket írta *Magyar gramatikatskájában:* „A technicum vocabulumokat [szakkifejezéseket – Sz. G.] […] bajos Magyarul egy szoval ki-mondani"; néhányat azonban „az iffjak kedveért" közreadott (például *subjectum* 'alájavettetett', *praedicatum* 'rola-mondatott') (GELEJI KATONA I. 1645: 24). A magyar nyelv „művelése" azonban egyre fontosabbá vált a XVIII. század második felében, s BESSENYEI GYÖRGY *Magyarság* című, a klasszikus nyelvújító mozgalmat megelőző (1788-ban megjelent), jelentős hatású cikke (melyet röpiratnak is szokás nevezni) már a következőket tartalmazza: „Jegyezd meg e' nagy igasságot, hogy soha a földnek golyóbissán egy Nemzet sem tehette ad-

[1] A cikk főszerkesztői kérésre, válaszként készült az „Idegen szavak – gazdagítják, vagy szennyezik a nyelvet?" című szerkesztői jegyzetre.

[2] A szerző a Magyar Nyelvstratégiai Kutatócsoport munkatársa.

dig magájévá a' böltsességet, mélységet, valameddig a' tudományokat a maga anya nyelvébe bé nem húzta. Minden Nemzet a maga nyelvén lett tudós, de idegenen sohasem" (BESSENYEI 2007: 428). 1799-ben jelent meg MÁRTON JÓZSEF *Német grammatika és olvasókönyv* című munkája, amelyben 94 „mesterszó"-val próbálja népszerűsíteni a magyar nyelvű nyelvészeti terminusokat. PÁPAY SÁMUEL így írt 1807-ben: „A' mennyire a' dolog' mivolta és nyelvünk' természete engedi, egyenessen fordíthattyuk magyarra az idegen kifejezést. Azomban nem mindenkor engedi ezt meg vagy a' dolog mivolta, vagy nyelvünk' természete, hogy az idegen szót egyenessen magyarra fordíttsuk. Azért igen szemessen vigyázzunk itt, hogy se a dolog' mivoltát, se nyelvünk' természetét el ne rontsuk az új elnevezés által. […] Inkább igyekezzünk tehát a' dolgot annak természeti mivolta szerint elnevezni, ha más kifejezéssel esnék is az, és nem a' szórúl szóra való fordítással" (PÁPAY 1807: 20–21). PÁPAY tehát felhívja a figyelmet a pontos meghatározásra és a klasszikus nyelvújítás korában oly jellemző szóalkotási mód, a tükörfordítás problémájára. „Ollyan elnevezéseket vegyünk fel, a' midőn lehetséges, mellyek az idegen szónak minden jelentéseire alkalmazhatnók, máskülömben sokszor fenn kell akadnunk, 's ismét más meg más kifejezésekről gondolkodnunk" (PÁPAY 1807: 23). Ezt neveztük a korábbiakban fogalmi azonosíthatóságnak, de hívhatjuk egyszerűen következetességnek is. Vagyis egy tudományág egy terminust lehetőleg egy jelentésben használjon! „Nyelvünk' bővítésére a' Kifejezések szaporítása mellett megkívántatik azok értelmének meghatározása is, melly úgy lesz meg, ha valamelly szót, vagy szóllást mindenkor azon egy dolognak kijelentésére fordítunk, 's azon Kifejezést mindenütt tsak azon értelemben veszszünk állandóképpen" (PÁPAY 1807: 53).

A magyar szaknyelvek kialakulása csak a klasszikus nyelvújítás korszaka alatt, illetve (sokkal inkább) után kezdődhetett meg. A tudósok elsőként az általános értelemben vett jogi és közigazgatási fogalmakra kerestek magyar megfelelőket, ezen szógyűjteményeket nevezték tiszti szótáraknak, amelyek hatalmas mennyiségű szinonimát tartalmaztak, „melyek közül a jogalkalmazó tetszőlegesen választhatott, így aztán az egyértelműség […] elveszett a fordítás és nyelvhasználat útvesztőiben" (SZÉP 2009: 320). „[A] jogi szaknyelv anyanyelvi terminusainak kialakításában kevésbé volt járható az út a nyelvészek által javasolt, a régi szaknyelvben élő, de feledésbe merülő terminusok felélesztésére [lévén, hogy régebben sem volt egységes terminológia – Sz. G.]. A jogász nyelvújítók egy része ezért az idegen terminusok átvételét támogatta, nagyobbik részük azonban a latin és a német terminusok fordítása mellett érvelt. A megfelelő magyar terminusok megalkotásával kapcsolatban pedig az alapvető probléma nem abban keresendő, hogy a 19. század második felére nem álltak volna rendelkezésre megfelelő nyelvészeti vagy jogi munkák a kérdés tisztázására, még csak nem is abban, hogy a két terület szakemberei egymás munkáit nem ismerték volna, hanem abban, hogy azokat sajátjaikkal szemben *elismerni* nem voltak hajlandók" (SZÉP 2009: 320).

Kezdetét vette tehát a nyelvbővítő szóalkotások korszaka. A tudományos nyelv „magyarításában" elsősorban BUGÁT PÁL, FAZEKAS MIHÁLY, KOVÁTS MIHÁLY, JEDLIK ÁNYOS, később SZILY KÁLMÁN nevét szokás említeni. JEDLIK ÁNYOS 1849-ben így fogalmazott, hasonlóan BESSENYEIhez: „[M]inden ember azon nyelv segítségével tehet a tudományokban előmenetelt, a mellyikben leginkább jártas" (idézi BAKSA 2000). Klasszikus példák a korból: *éleny* 'oxigén', *köneny* 'hidrogén', *légeny* 'nitrogén', *jegőc* 'kristály', *szénéleg* 'szén-dioxid', *hignyugtan* 'hidrosztatika', *higmoztan* 'hidrodinamika'. Azonban ekkor keletkezett a *dugattyú, huzal, kitérés, merőleges, nyomaték, vetület, zönge* szavunk is. „Ahhoz, hogy a kapitalista gazdasági rendet, a polgári társadalmat Magyarországon is meg lehessen teremteni […], hogy a művészet és a tudomány magyarul szólhasson a nép nagy tömegeihez, hatalmas méretű nyelvbővítés, új szók tömege kellett" (FÁBIÁN 1984: 30).

BUGÁT PÁL ekkor alkotta meg a vegytan szót a német *(die) Mischkunst* ('a vegyítés, keverés tudománya') mintájára. Nem véletlen azonban, hogy ma a *kémiát* használjuk a *vegytan* helyett. Sokkal többről van szó ugyanis vegyítésnél és keverésnél. Az sem véletlen, hogy a *természettan/élettan* és a *természetrajz* helyett ma a *biológia* és a *fizika* használatos. Nevezhetnénk az oxigént *élenynek,* de a *dez**oxi**ribonukleinsav* szóban hogyan alkalmaznánk? Vagy miféle egyéb szóval helyettesíthetnők a DNS feloldását? Mit kezdünk a mértékegységekkel?

Emlékeznek még a *lektus* szóra? PETER TRUDGILL szociolingvista (társasnyelvész) a következőképpen határozza meg a jelentését: „[S]emleges kifejezés, amely a nyelv bármely fajtájára – dialektusra, kiejtésváltozatra, szociolektusra, stílusváltozatra vagy regiszterre – vonatkozhat, amelyet a nyelvész külön entitásként kíván tárgyalni" (TRUDGILL 1997: 63). Érzik már a különbséget a lehető legjobb *csoportnyelv, csoportnyelvi elem* és a *lektus* között? Kardoskodhatunk a *permet* szó mellett, de akkor hogyan különböztetjük meg a *spray*-t, az *aeroszolt* és a *dezodort?* Mindegyikre találhatunk ugyan egy-egy szót: *szórópalack, szórótartály, porlasztó, szagtalanító szer, izzadásgátló,* ám valami elvész. Mit mondunk a *romantika* korstílusára? Hogyan nevezzük a *hot dogot?*

Általában a (nem nyelvész) szakemberek (is) az idegen szót az idegen eredetű szóval azonosítják. Holott a kettő nem ugyanaz. A *radio* idegen szó, a *rádió* idegen eredetű, de magyar. Ún. nemzetközi műveltség- vagy vándorszó, így tehát a legtöbb európai nyelvben megtalálható. A *table* és a *(der) Tisch* idegen szó, az *asztal* idegen eredetű, de magyar. Meggyökeresedett, beilleszkedett a magyar nyelv rendszerébe, idegenszerűségét már nem érezzük, tehát (szláv) jövevényszó. Egy szó magyar voltának eldöntésében nem érdemes legfontosabbnak az eredetet tartanunk, mert egyrészt ma is vannak olyan szavaink, melyek eredete kétséges vagy a nyelvtudomány jelen állása szerint megállapíthatatlan, másrészt arra kell jutnunk, hogy már a honfoglalás idején több volt az idegen eredetű szó a magyar nyelvben, mint az uráli vagy finnugor. „Ha […] azt vesszük figyelembe, hogy a […] nómenklatúra egyes idegen eredetű elemei nem helyettesíthetők mással a magyar mondatban, tehát elemei a magyar mondatnak, szövegnek (ragokat, jeleket, netán képzőket is kaphatnak a mondatba illesztés érdekében), akkor tudomásul kell vennünk, hogy ilyen módon elemei a magyar nyelvnek is" (SEREGY 1989: 26). Az a különbség a régi és az új jövevényszavak között, hogy míg az írásbeliség megjelenése előtt a forrásnyelvből átvett szó éveken, évtizedeken vagy akár évszázadokon keresztül csiszolódott, formálódott a nép ajkán, addig az írásbeliség megjelenése után az új jövevények rögzültek/rögzülnek, s nincs mód a hangalak szabad formál(ód)ására. A magyar nyelv rendszere korábban például nem kedvelte a szóeleji mássalhangzó-torlódást. Ezért lett a latin *scholából iskola,* az északolasz *štálából istálló,* a szláv *stol*ból vagy *sztol*ból asztal, a német *Stab*ból *istáp,* abból pedig *istápol.* Ma már nem védekezik a nyelv a szóeleji mássalhangzó-torlódás ellen: *primitív, prizma, próba, profil, profit, program, stramm, strand, strapa, stratégia, strassz, strázsa, stréber, strófa, struktúra* stb.

„Az egyik alapvető dilemmát [már a XIX. század második felében is] az okozta, hogy vajon az új anyanyelvi szavak és kifejezések (elsősorban szakterminusok) nem eredményezhetik-e a nemzetközi tudományosságtól való eltávolodást, esetleg a belőle való kimaradást, sőt a tőle való lemaradást is" (NYOMÁRKAY 2012: 121–122). Elvégre korábban a tudomány nyelve a latin volt. „Ez a tény bizonyos nemzetköziséget biztosított a kutatásnak és a kutatóknak is" (NYOMÁRKAY 2012: 121–122). „Nem ok nélkül választott Európa a tudományos kultúra számára egy közös nyelvet, így minden előny ellenére is, amelyet az anyanyelv nemesítése eredményezhet, a tudós nyelv elhanyagolása felmérhetetlen veszteséggel járhat" (HERERENt idézi KEIPERT 2010: 640). Noha már BESSENYEI megírta 1788-ban: „Szent Istvántól fogva mindég Deákul ír a' nemzet s' mire ment benne a' tudomány? Sok el mondja néked ha akarod a Sidó, Görög grammaticát tsak nem könyv nélkül, úgy ír Deákul, mint Cicero, de azért egyébb képpen olly mélységes ostobasága, s' vadsága, idétlensége lehet, hogy beszélni sem mersz vélle, mivel akarattya ellen oly rútakat mond, mellyek miat ő helyette kell el pirulnod" (BESSENYEI 2007: 428–429).

A terminusoknak „a hazai és a nemzetközi tudományos vérkeringésbe ágyazódva" kell ellátniuk „a régibb és a legújabb tudományos felfedezések közvetítő csatornáinak a feladatkörét" (KOVÁCS 2001: 29). Fontos

szempont, hogy az adott tudományág terminusa lehetőleg magyar legyen, azonban képtelenség minden tudományág minden terminológiai elemét anyanyelven megalkotni. „Nagyobb szolgálatot teszünk az összes tudományoknak, ha a jól bevált és nemzetközileg elismert és befogadott idegen műszavakat is megtartjuk" (KOVÁCS 2001: 31). SZABÓ JÓZSEF már 1861. május 13-án tartott előadásában így fogalmazott: „Az összes természettudományokban külön választom a *kifejezéstan*t »terminológiát« meg a *nevezéktan*t »nomenclaturát«. […] [V]éleményemet ekként formulázom: magyarítsuk a terminológiát, de ne legyünk túlzók a nomenclaturában" (SZABÓ 1861: 6–7). A túlzott magyarítás és a túlhajtott idegenszerű terminusalkotási ösztön, csakúgy, mint a mérlegelés nélküli átvétel tehát egyaránt célszerűtlen és elrettentő, egy idő után követhetetlen és megemészthetetlen, vagyis a megértés rovására megy. A legfőbb erény a mértéktartás, követendő: az arany középút. Ne legyünk szolgalelkűek, s ne legyünk puritánok!

Magyar szó megalkotása a fogalommal való megismerkedés első szakaszában érdemes, később, amikor már a jövevényszó elterjedt, nem lehet ki-, esetleg csak visszaszorítani, azonban ez is már-már Don Quijote-i szélmalomharc. A *számítógép,* a *billentyűzet,* az *egér* meggyökeresedett, azonban maradt a *hardver, szoftver, monitor, szkenner, pendrájv* és így tovább.

Akkor most a szaknyelvben magyarítsuk az idegen eredetű szavakat vagy ne? A válasz, mint láttuk, rendkívül összetett, mégis, ha egyértelmű tanácsot kell adnom, úgy gondolom, elsősorban a közlés helyétől függ. JEDLIK ÁNYOS 1850-ben nemcsak azért adta ki magyar nyelven a *Súlyos testek természettanát,* mert lehetősége nyílott rá, s mert hallgatói könnyebben megértették, hanem az „olvasó közönség használhatásául" is. (idézi BAKSA 2000). TOLDY FERENC 1858-ban „azt javasolta, hogy a »köz műnyelv mellé egy *lehetőleg jelentes* (azaz magyarázó, a nem szakemberek számára is jelentéssel bíró) *magyar* műnyelvet« szükséges állítani" (NYOMÁRKAY 2012: 122). A tudományos kommunikáció, a tudományos élet eredményeinek közkinccsé tétele legalább olyan fontos, mint a kutatás és fejlesztés. „[M]egkülönböztethetünk tudományos, oktató, ismeretterjesztő és egyszerű közlő szaknyelvi megnyilvánulásokat" (SEREGY 1989: 24). Egy folyóiratnak el kell döntenie, hogy milyen olvasóközönségnek ír. Szigorúan a tudomány képviselőinek vagy érdeklődő laikusoknak is? Ha utóbbiakra is számít, az azt jelenti: az adott folyóirat ismeretterjesztő, népszerűsítő funkciót is el kíván látni. Ez esetben mindenképpen közérthetően kell fogalmaznia, s a tudományágon, tudományszakon belül evidens (nyilvánvaló) terminusokat (szakkifejezéseket) zárójelben meg kell adnia magyar szóval vagy körülírással, ahol szükséges, (viszonylag) pontos definícióval.

„[M]indent a maga helyén és mindenkinek a magáét!" (KOVÁCS 2001: 31).

Irodalom

[1] BAKSA PÉTER 2000. Jedlik Ányos és a magyar nyelvű tudományosság. Forrás: http://www.jaisz.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=88&limitstart=2. Utolsó letöltés dátuma: 2013. január 30.

[2] BESSENYEI GYÖRGY 2007. Magyarság. In. BÍRÓ FERENC s.a.r. Programírások, vitairatok, elmélkedések 1772–1790. Argumentum Kiadó–Akadémiai Kiadó, Budapest. 427–432.

[3] FÁBIÁN PÁL 1984. Nyelvművelésünk évszázadai. Gondolat Kiadó, Budapest.

[4] GELEJI KATONA ISTVÁN I. 1645. Magyar Gramatikatska. A'vagy Az igaz magyar irasban, és szollásban kévántató néhány szukseges Observatiok. Gyulafehérvár.

[5] KEIPERT, HELMUT 2010. In: HINRICHS, UWE szerk., Das Handbuch der Eurolinguistik. Harrassowitz Verlag. Idézi: NYOMÁNKAY ISTVÁN.

[6] KLÁR JÁNOS – KOVALOVSZKY MIKLÓS 1955. Műszaki tudományos terminológiánk alkalmazása és fejlesztésének főbb kérdései. MTESZ, Budapest.

[7] KOVÁCS FERENC 2001. A magyar nyelvtudományi terminológia kialakulása. Akadémiai Kiadó, Budapest.

[8] NYOMÁNKAY ISTVÁN 2012. Szaknyelv és anyanyelv. Napút, 2012/9. 121–124.

[9] PÁPAY SÁMUEL 1807. Észrevételek a' magyar nyelvnek a' polgári igazgatásra, és törvénykezésre való alkalmaztatásáról; az oda tartozó kifejezések gyűjteményével. Számmer, Veszprém.

[10] SEREGY LAJOS 1989. Az idegen szavak a szaknyelvben. In. BÍRÓ ÁGNES szerk., Szaknyelvi divatszavak. Gondolat Kiadó, Budapest, 37–51.

[11] SEREGY LAJOS 1989. Mi a szaknyelv? In: BÍRÓ ÁGNES szerk., Szaknyelvi divatszavak. Gondolat Kiadó, Budapest, 13–27.

[12] SZABÓ JÓZSEF 1861. Magyarítás a természettudományokban, s különösen annak gyakorlati jelentősége. Pest.

[13] SZÉP BEÁTA 2009. Adalékok a magyar jogi szaknyelv kialakulásának történetéhez. Magyar Nyelvőr 310–322.

[14] TRUDGILL, PETER 1997. Bevezetés a nyelv és társadalom tanulmányozásába. JGYTF Kiadó, Szeged.

Szerkesztői jegyzet: Idegen szavak – gazdagítják, vagy szennyezik a nyelvet?

Olykor-olykor az idegen szavak alkalmazása miatt vitába kerülök szerzőinkkel, szerkesztő társaimmal. Nem szeretem, ha a már elfogadott, szakmai kifejezések helyett idegen szavakat, vagy annak tükörfordítását alkalmazzák. Magyarázatként én is mondhatnám, hogy „kivétel erősíti a szabályt", azonban szerkesztőként igyekszem az érintetteket rávenni a szavak cseréjére.

A tükörfordítás alkalmazására tipikus példa, amikor az angol névből, (net vagy low és gross vagy high heating value) alsó és felső fűtőértéknek, vagy alsó és felső hőértéknek nevezik a valószínűleg a német nyelvből fordított és meghonosodott fűtőértéket és égéshőt (Heizwert és Brennwert). Szomorúan tapasztaltam, hogy a magyar szabványba (MSZ 1648: 2000 sz.) is alsó és felső hőértékként írták be e szavakat. Az egyetemi hallgatókat ennek ellenére arra szoktam kérni, hogy a fűtőérték és az égéshő szavakat alkalmazzák, az „alsót" és „felsőt" használják a kártyában.

Nem szeretem a „kogeneráció" szó használatát sem a kapcsolt hő- és villamosenergia termelés helyett. Megértem, hogy rövidebb, de indoknak nem fogadom el. Különösen meglepődtem azon, hogy az egyik fűtőerőművet „kogenerációs fűtőerőműnek" nevezték el. A Műegyetemen úgy tanultuk, úgy tanítjuk, hogy

- *erőmű az a villamos energiát termelő létesítmény, amely eladás, vagy további felhasználás céljára (a nagy erőművek esetében kondenzációs körfolyamattal) villamos energiát termel,*
- *a fűtőerőmű kapcsoltan hőt- és villamosenergiát termel (az ellennyomású fűtőerőműveket elsődlegesen hőtermelésre, az elvételes kondenzációs fűtőerőműveket elsődlegesen villamos-energia termelésre létesített fűtőerőműveknek nevezzük),*
- *a fűtőműben távhőszolgáltatásra, (villamosenergia termelés nélkül,) kazánokban termelik a hőt.*

A fenti fűtőerőmű „keresztapja" vagy különös nevet keresett, vagy a névadással a kapcsolt hő- és villamos-energiatermelést igyekezett kihangsúlyozni.

A gázvezeték hálózatok határokat keresztező összekötő vezetékeit nevezik egyre gyakrabban „interkorridornak", csomópontjait „hub"-nak. Észrevételemre kaptam olyan választ, hogy ezek szakmai kifejezések. Véleményem szerint az „interkorridor"nem szakmaibb az „összekötő vezetéknél", a „hub" a csomópontnál.

Nem ragaszkodom az idegen szavak feltétel nélküli magyarosításához, de sajnálnám, ha alkalmazásukkal a már meglevő szavainkat elfelejtenénk. Ezért figyelem és teszem szóvá használatukat. Számomra ez is értékmérő.

Fontosnak tartom és támogatom ugyanakkor az idegen szavak megismerését. A magyar kifejezés mellé zárójelben írjuk annak idegen nyelvű változatát. Erre biztatom szerzőinket is.

Úgy vélem az idegen szavak körültekintően alkalmazva gazdagítják nyelvünket, figyeljünk azonban arra, hogy ne szennyezzék.

dr. Zsebik Albin

VEP és ISO 50001, audit tapasztalatok

Domokos Péter
okl. gépészmérnök, domokosp@externet.hu

A Virtuális Erőmű Program törekvései és az ISO 50001:2011 szabvány követelményei segítséget nyújtanak az alkalmazó szervezeteknek az energiahatékonyságuk javításához szükséges folyamatok tervszerű létrehozásához. A VEP Energiatudatos Vállalat címhez kapcsolódó kérdőív fő vonalakban leképezi az ISO 50001 szabvány által elvárt szervezeti intézkedéseket.

Az ISO 50001 energiairányítási rendszert körülményektől függetlenül minden típusú és nagyságú szervezet alkalmazhatja. A szabványkövetelményeknek való megfelelőség auditálható és harmadik fél által tanúsítható. A szabvány alkalmazható önállóan vagy bármely más irányítási rendszerrel integrálva. Az elmúlt időszakban a világban dinamikusan növekedésnek indult az ISO 50001 tanúsítások száma. Magyarországon is elindultak az első lépések ezen a területen és a tanúsított szervezetek számában rövidesen nagyarányú felfutás várható.

Ahogy az ISO 50001-es rendszer kapcsán felmerül a tanúsítás, úgy a VEP díjak kapcsán előtérbe kerül az ellenőrzés kérdésköre.

A Virtuális Erőmű Program fontos minőségbiztosítási eleme az önértékelés illetve a vállalások teljesülésének független ellenőrzése. A függetlenséget és a szaktudást célszerű a piacon tanúsításra szakosodott szervezet útján biztosítani. A VEP kijelölt auditora a CERTOP Magyarország Kft., amely hazánk legnagyobb tanúsítási ügyfélkörrel rendelkező szervezete, irányítási rendszerek auditálása terén.

A VEP és CERTOP közösen kialakította az audit folyamatát és az auditdokumentációt, melynek véglegesítésére az első auditok után került sor.

Első lépésben a VEP mintavételes alapon 5 szervezet jelölt ki ellenőrzésre. A kijelölt szervezetek méretben, tevékenységben és területi elhelyezkedésben, a megfelelő reprezentativitás miatt, szándékoltan nagy eltérést mutattak. Az auditban érintett díjazottak értesítésre kerültek, ezután nyilatkoztak, hogy fogadják az auditorokat. Az auditokra 2012 októberében és novemberében került sor. Maga az auditesemény nem különbözött jelentősen a jól ismert irányítási rendszer auditoktól. Az objektivitás mellet nagyon fontos szempont volt a megfelelő nyomonkövethetőség és természetesen a titoktartás. Az auditok minden kérdésre kiterjedően mintavételesen kerültek lebonyolításra.

A helyszíni nyitó megbeszélést követően 5 témakörben 41 kérdés került ellenőrzésre. Az értékelés minden esetben objektív bizonyítékok alapján valósult meg. Objektív bizonyítékként dokumentum, feljegyzés, felelős vezető állítása, illetve az auditor megfigyelése fogadható el.

Az auditor minden esetben a megfelelő működés bizonyítékait keresi, nem pedig a hibás működést próbálja feltárni. Az auditor auditjegyzőkönyvben feljegyzi az összes áttekintett bizonyítékot, függetlenül attól, hogy az pozitív vagy negatív. Ezzel biztosítható az audit utólagos visszakövetése és megalapozottságának egyértelmű bizonyíthatósága.

A helyszíni felülvizsgálat befejezésekor az auditor az auditált fél számára bemutatja az eredményeket, illetve kiállítja az igazolást az eseményről, melyet mindkét fél ellenjegyez.

Az auditról a CERTOP jelentést készít a VEP számára, melyben összefoglalja a tapasztalatait, feltünteti a feltárt hiányosságokat, az esetleges ajánlásait és az audit eredményével kapcsolatos javaslatát. A VEP dönt az audit eredményéről, melyet a jelentéssel együtt továbbít az auditált félnek is.

A Virtuális Erőmű Program Energiatudatos Vállalat cím első (próba) auditciklusának számszerű eredményei név nélkül az 5 auditált szervezet szerint csoportosítva:

	1	2	3	4	5
Önértékelés pontossága	83%	95%	100%	95%	76%
Eddig teljesült vállalások száma	3	6	13	6	0

Csak az önértékelések kapcsán tapasztalt eltérések kerültek auditjegyzőkönyvben dokumentálásra, a vállalásokkal összefüggésben csak a teljesítés szintje került feljegyzésre.

A hiányosságok alapvetően az önértékelő kérdések esetleges nem egységes értelmezéséből, a menet közbeni szervezeti változásokból adódtak.

Bár az önértékelések pontossága összességében nem mutat kedvezőtlen képet, a folyamatos fejlesztés elve mentén az auditok tapasztalatainak értékelésére a VEP, a tanácsadó és az auditor szervezetek részvételével workshop került lebonyolításra. Az első auditkör tapasztalatai hoztak néhány eredményt és fejlesztési lehetőséget.

- Részben az auditok tapasztalatait felhasználva a tervek szerint kiadásra kerül egy részletes magyarázat, útmutató a pályázati kérdéslista értelmezéséhez. Itt meghatározásra kerül az elvárt írásos bizonyítékok köre, illetve az, hogy mely esetekben elegendő a megfelelő gyakorlat bemutatása.
- Megkezdődött az auditokkal kapcsolatos szankciók pontos kidolgozása.
- Ezentúl várhatóan a tervezett auditok pontos időpontjáról az érintett tanácsadó szervezet is értesítést kap.
- A kommunikáció erősítése érdekében rendszeresen találkozó kerül megrendezésre a VEP, a VEP tanácsadó és VEP auditor szervezetek között.
- Az önértékeléshez kapcsolódó vállalások kapcsán várhatóan témakörönként minimumszint kerül meghatározásra.

Az eddig teljesült vállalások számából jól látható, hogy az auditáltak szinte kivétel nélkül megkezdték a tervezett szervezeti energiahatékonysági intézkedések végrehajtását, így várhatóan az éves ciklus végére nagy arányban tudják realizálni törekvéseiket. Érdemes áttekinteni, hogy általában milyen eredmények várhatók el a lefolytatott auditoktól!

- Az audit segítséget nyújthat az auditált fél számára, hogy lemérje az önértékelése pontosságát illetve vállalásainak teljesülési szintjét.
- A szervezet valós képet kap az adott pillanatban eredményeiről. A vizsgálat tapasztalatai kapcsán a hiányosságokra tudja fókuszálni a figyelmét, hogy szervezeti szintű energiahatékonysági törekvéseit még eredményesebbé tudja tenni.
- A tapasztalatok általánosításával minden pályázó értékes információhoz juthat az általános gyengeségekről, illetve erősségekről, mely információk alapján ebből a szempontból vizsgálhatja saját működését.
- A VEP számára rámutathat a gyengébb területekre illetve a rosszul értelmezett kérdéskörökre.

Elmondható, hogy az önértékelés és az audit hatására a vizsgált szervezeteknél a menedzsment fókuszába került az energiahatékonyság kérdése. Az auditált munkatársaknál a szemléletformáló hatást emelném ki, mivel minden szervezetben az érintett munkatársak elkötelezettsége jelenti a zálogát a sikernek. Az audit során tovább tudatosult és kristályosodott az energiahatékonyság, a környezetvédelem fontossága, a gazdasági pénzügyi lehetőségek és a marketing szempontok. A célok kitűzése és az eredmények nyomonkövetése várhatóan hosszú távon megalapozza az energiamegtakarítás lehetőségét. Ezt igazolja, hogy az auditáltak között van olyan szervezet, amely látva a programban rejlő pénzügyi és marketing lehetőséget, tervezi a továbblépést az Energiahatékony Vállalat szintre.

Összességében az auditok talán legfontosabb tapasztalata az volt, hogy mérettől, földrajzi elhelyezkedéstől, pénzügyi helyzettől, munkatársi létszámtól, tevékenységtől függetlenül minden szervezet számára kecsegtet mérhető eredményekkel a Virtuális Erőmű Programhoz történő csatlakozás. A VEP eredményessége, társadalmi és gazdasági hatása nagyban függ a résztvevő szervezetek számától, ezért aki fontosnak érzi az energiahatékonyságban rejlő gazdasági lehetőségeket, környezetünk védelmét, unokáink jövőjét bátran csatlakozzon a programhoz, csak nyerhet vele!

Energiahatékonysági beruházások elemzése

Dr. Molnár László
okl. gépészmérnök, lmolnar@t-online.hu

Az Unió energiapolitikájának három pillére az ellátásbiztonság, a versenyképesség és a fenntarthatóság. Ha jobban megnézzük, mindhárom elemben döntő fontosságot játszik az energiahatékonyság. Az ellátásbiztonság nyilván javul, ha hatékonyabban használjuk fel az energiát, és kevesebb energiát kell importálni. A versenyképességben is fontos szerepe van annak, mennyi energia felhasználásával állítunk elő egy terméket vagy szolgáltatást, mert az energia-költség megjelenik a termék-szolgáltatás piaci árában. A fenntarthatóság esetében az energiahatékonyság javulása lassítja a fosszilis energiakészletek kimerülését, és csökkenti az emissziókat.

Mi is az energiahatékonyság? Sokféle definíciója létezik, de a lényegét legjobban a Lawrence Berkley National Laboratory definíciója mutatja meg: „kevesebb energia felhasználásával létrehozni ugyanazt a szolgáltatást vagy terméket". Az energia takarékosság más, ott a szolgáltatás szűkítésével csökkentik az energiafogyasztást, pl. „olts le egy lámpát". Ha ugyanazt a szolgáltatást, pl. fényt egy energiatakarékos kompakt fénycsővel biztosítjuk, az is energiahatékonyság növelés, mely végülis energia megtakarításhoz vezet. Mind az energia takarékosság, mind az energiahatékonyság tartalmaz emberi, viselkedési elemeket: el kell fogadni az új, hatékony technológiákat vagy az energia takarékosság fontosságát, és ennek megfelelően kell eljárni.

A fenntarthatóság két fő eleme az energetikában az energiahatékonyság növelése és megújuló energiák fokozott használata. A 2008 óta tartó pénzügyi-gazdasági válság a fő gazdasági régiók közül az EU-t sújtotta legjobban, és válság megoldásra bevezetett megszorító intézkedések számos országban stagnáláshoz, illetve recesszióhoz vezettek. Emiatt a környezetvédelmi állami támogatások erőteljesen csökkentek, és sokfelé – Németországban, Spanyolországban, Csehországban és még tucatnyi más országban – visszafogták a zöld energiák támogatását. A következmények súlyosak: leállított működő zöldenergia termelő üzemek (pl. szolár PV vagy idehaza a gázmotorok) illetve zöld technológiákat gyártó vállalkozások leértékelődése, csődje, olyan nemzetközi óriás-vállalatokat is ideértve, mint az amerikai napelemes Solyndra vagy a dán szélerőmű gyártó Vestas. 2012-ben Amerikában és az EU-ban 15 szolár cég ment csődbe. Mindez bizonyítja, hogy a zöldenergiák nem jelentenek kivezető utat a válságból, sőt mélyítik azt, mert támogatás nélkül döntő többségük életképtelen. És a zöld cégek a legnagyobb pénzügyi válság idején is nyújtják a markukat, és évente újra és újra támogatást követelnek, pl. az emelt árú kötelező átvétel formájában.

Más a helyzet az energiahatékonysággal. Egy sikeres energiahatékonysági beruházást csak egyszer kell kifizetni, és utána évről-évre pénzt takarít meg. Ha jó a megtérülési ideje, akkor pár éven belül megtérül a beruházás, majd jövedelmet termel. Ezért mondjuk azt, hogy egy sikeres energiahatékonysági beruházást negatív költséggel (értsd: nyereséggel) lehet megvalósítani.

De nagyon oda kell figyelni a költségekre, és csak részletes számítások alapján érdemes belefogni egy energiahatékonysági beruházásba. Az Európai Számvevőszék vizsgálata a közelmúltban állapította meg, hogy a Kohéziós Alapok forrásaiból az elmúlt évtizedben elköltött majdnem öt milliárd euró értékű energiahatékonysági beruházások nem voltak költséghatékonyak. A vizsgálatot Csehországban, Olaszországban és Litvániában végezte a számvevőszék, mert ez a három ország kapta a legtöbb hatékonysági támogatást. A vizsgálat azt mutatta ki, hogy a tagállamok lényegében arra használták a pénzt, hogy felújítsák középületeiket, miközben az energiahatékonyság a legjobb esetben másodlagos szempont volt. Ez a megközelítés okozta, hogy a beruházások átlagos megtérülési ideje ötven év, de egyes esetekben a 150 évet is eléri. Nyilvánvaló, hogy a pénzeket nem ésszerű módon használták fel, a beépített anyagok és eszközök élettartama ugyanis ennél jóval rövidebb, vagyis az energiahatékonyság szempontjából ez soha meg nem térülő, veszteséges beruházásként értékelhető − állapítja meg jelentésében a számvevőszék. Sajnos Magyarországon is tapasztaltunk a korábbiakban ilyen vagy ennél hosszabb megtérülési idejű projektet. Például egy szegedi Phare projekt keretében több mint száz éves megtérülést számoltunk. Ezek a rossz megtérülési idők talán műemlék épületeknél elfogadhatók, de másutt nem. Nem szabad célratörő energiatakarékossági beruházások helyett egyszerűen tatarozásra költeni támogatásokat.

Vagyis az EU támogatású projekteknél hiába cserélték ki a nyílászárókat, szigetelték a külső falakat és a födémeket, az eredmények – mivel nem készítettek részletes megelőző elemzéseket – kiábrándítóak voltak. Ráadásul hiteles mérések hiányában sokfelé a megtakarítást nem lehetett ellenőrizni.

Ezért kell az épületenergiai terén gyűjteni a „legjobb megoldásokat".

Több évtizedes hazai tapasztalat alapján az alábbi „sorrend" állítható fel:

1. A legjobb megtérülésű a fűtés-korszerűsítés és -szabályozás, míg a nyílászáró cserék és a hőszigetelés a hosszú megtérülésű projektek közé tartoznak.
2. Kedvező eredmények érhetők el a világítási energiafogyasztás csökkentése terén.
3. Nagy, többlakásos épületeknél kedvezőbb eredményeket lehet elérni, mint családi házaknál, figyelembe véve a felület/volumen arányt, továbbá a szervezési és technológiai lehetőségeket.
4. A privát szféra ipari-szolgáltatási energiahatékonysági beruházásai jobb megtérülésűek, mint az önkormányzati vagy lakóépületeké.

Levonhatjuk azt a következtetést, hogy a privát szféra képes piaci alapon sikeres energiahatékonysági fejlesztéseket végrehajtani. A nagy, többlakásos lakóépületek illetve a középületek (irodaházak, iskolák, kórházak) esetében EU-s támogatásokkal, egy kisebb önrészt is feltételezve, sikeres előrehaladást lehet elérni. A családi házak körében, ahol ugyan nagy a megtakarítási potenciál, de számos társadalmi-pénzügyi akadálya van az energiahatékonysági fejlesztéseknek, a legnehezebb az előrelépés.

Kiegészítés
A folyóiratunk 2012. évi 6. számában megjelent Kapros Tibor: „Földgáz megtakarítás alacsony hőmérsékletű füstgázok hőtartalmának hasznosításával" című szakmai cikk a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósulhatott meg.

EU-számvevőszék: nem költséghatékonyak az energiahatékonysági beruházások

A kohéziós forrásokból végrehajtott energiahatékonysági beruházások egyáltalán nem voltak költséghatékonyak az elmúlt több mint 10 évben – állapította meg az Európai Számvevőszék. A hatóság szerint uniós forrásból 2000 óta csaknem ötmilliárd eurót költöttek ilyen célokra, a pénzek megfelelő felhasználása pedig a tagállamok és az Európai Bizottság közös felelőssége. A számvevőszék úgy találta, hogy a támogatott projektek kiválasztásakor nem az energiahatékonyság volt az elsődleges szempont, vagyis nem az, melyik beruházással lehet fajlagosan a legtöbb energiát megtakarítani. Az ilyen célokra szánt forrásokból energiatakarékosabbá tett épületek kiválasztásánál az volt a meghatározó, hogy feleljenek meg a támogatási feltételeknek, és szoruljanak felújításra. A vizsgálatot Csehországban, Olaszországban és Litvániában végezte a számvevőszék, mert a 2007 és 2013 közötti pénzügyi időszakban ez a három ország kapta a legtöbb felzárkóztatási pénzt ilyen célra. A luxemburgi székhelyű uniós intézmény összesen 24 középület energiahatékonysági beruházásait vizsgálta.

„Egyetlen vizsgált projekt esetében sem találtunk előzetes igényfelmérést vagy annak elemzését, hogy a beruházás mekkora energiamegtakarítást hozhat" – jelentette ki Harald Wögerbauer, a számvevőszék jelentésért felelős tagja, aki azt is hozzátette: „a tagállamok lényegében arra használták a pénzt, hogy felújítsák középületeiket, miközben az energiahatékonyság a legjobb esetben másodlagos szempont volt". A beruházások átlagos megtérülési ideje ötven év, de egyes esetekben a 150 évet is eléri, ami azt jelenti, hogy a pénzeket nem ésszerű módon használták fel, a felhasznált anyagok és az épületek élettartama ugyanis ennél rövidebb, vagyis az energiahatékonyság szempontjából ez veszteségnek tekinthető – állapítja meg jelentésében a számvevőszék. Álláspontja szerint a tagállamok az erőforrások kiválasztásánál, a konkrét projektek megválasztásánál és a pénzek felhasználásánál nem azt tartották szem előtt, hogy a befektetett összeggel a lehető legnagyobb energiahatékonyság-javulást érjék el, az Európai Bizottság pedig az előzetes engedélyezésnél szintén nem kérte ezt számon.A számvevőszék jelentése ugyanakkor egyetlen egyszer sem használja a pazarlás szót, külön rámutat arra, hogy az energiahatékonyság növelését szolgálni hivatott uniós pénzek minden vizsgált esetben az előzetes leírásnak, engedélynek megfelelően valósultak meg: kicserélődtek ablakok, ajtók és egyéb nyílászárók, elkészült a falak és a tető szigetelése, de az energiamegtakarítás mértékéhez képest a költségek magasak voltak. A számvevőszék jelentése nem mulasztja el megemlíteni, hogy a 24 vizsgált beruházásból 18 esetében a konkrét energiamegtakarítást nem lehet ellenőrizni, mert nem készült hiteles mérés. A beruházások költséghatékonyságának növelése érdekében az Európai Számvevőszék több ajánlást is tesz: a többi között azt javasolják, hogy az energiahatékonyság növelésére szánt kohéziós források odaítélését előzze meg igényfelmérés, és a projekteket rendszeresen ellenőrizzék. A számvevőszék szükségesnek tartaná, hogy a projektek kiválasztásának kritériumai legyenek világosak, hatékonyságuk mérésére pedig hozzanak létre olyan mutatószámokat, amelyek segítségével a különböző befektetéseket össze lehet hasonlítani. A hatóság szerint meg kellene határozni, hogy adott befektetéssel fajlagosan mekkora mennyiségű energiát kell megtakarítani, emellett pedig le kellene fektetni, hogy mennyi legyen az adott beruházás maximálisan elfogadott megtérülési ideje.

Forrás: MTI 2013. január

Elhunyt Mészáros László

Mészáros László tagtársunk, barátunk 2013. január 24-én 91 éves korában elhunyt.

Mészáros László gépészmérnök aktív életpályájának meghatározó részében az Energiagazdálkodási Intézet vezető tervezője volt. Irányításával, közreműködésével készült számos hőszolgáltató erőmű terve és részt vett ezek létesítésében.

Mészáros László Egyesületünknek 1962. óta volt aktív tagja. Meghatározó személyisége volt az EGI-nél az abban az időben igen eredményesen működő ETE-szervezetnek. Nyugdíjba vonulását követően azonnal bekapcsolódott az akkor alapított Senior Klubunk tevékenységébe. A Klub alapító elnökének, Majoros Sándornak korai elhunytát követően a Senior Klub elnökének választotta. Ezt a tisztséget 25 éven át töltötte be. Ezen hosszú időszak alatt Munk Endre titkárral és Kerényi A. Ödönnel, a villamos energetika tisztelt doyenjével együttműködve fáradhatatlanul szervezte a Senior Klub programjait. A Klub tavaszi és őszi programsorozatainak keretében heti gyakorisággal az egész energetikai szakmát átfogó, magas színvonalú előadások, ezeket kiegészítő közgazdasági, valamint más technikai és természettudományi témájú előadások hangzottak, amelyeket a Klub tagjaival folytatott konzultáció, beszélgetés követett. A program részét képezte számos tanulmányút, üzemlátogatás megvalósítása is. Ezek sikeres megszervezése 25 éven át jelentős részben Mészáros László fáradhatatlan munkájának eredménye volt.

Negyedszázados tevékenység után adta át a Senior Klub elnöki feladatait a jelenlegi elnöknek, Szabó Benjáminnak. Egyesületi tevékenységének elismeréseként az ETE Választmánya 2008-ban Szikla Géza-díjjal tüntette ki. Amíg egészségi állapota lehetővé tette, továbbra is aktívan részt vett a Klub rendezvényein.

A Senior Klub tagjai, az Egyesület Elnöksége és mindnyájan, akik Mészáros Lászlót ismerték, tisztelték és szerették, fájó szívvel búcsúzunk tőle és emlékét megőrizzük.

Gábor Dénes-díj 2012

A 2012. évi Gábor Dénes-díjakat (öt Gábor Dénes-díj, két MVM Gábor Dénes Energetikai Nemzeti Díj, DOCLER Holding Új Generáció Gábor Dénes-díj, a Gábor Dénes Tudományos Diákköri Ösztöndíj, és az „In Memoriam Gábor-Dénes" elismerő oklevél) a korábbi évekhez hasonlóan az ORSZÁGHÁZ Főrendiházi termében adták át. Az ünnepélyes díjátadás levezető elnöke Dr. Ginsztler János akadémikus, a kuratórium tagja volt.

Dr. Kövér László, az Országgyűlés elnöke köszöntőjében Ludwig Wittgensteinre hivatkozva hangsúlyozta a tárgyak mélyreható megismerésének fontosságát, a feltaláló feladatát. Kiemelte, hogy hazánk ereje az emberi erőforrás, a szellemi tőke, a kreatív gondolkodás, és az innovációs képessége. Hangsúlyozta, hogy a válságból való kilábalás idején a korábbiaknál is nagyobb szükségünk van a legkiválóbb gondolkodókra, a tehetséges feltalálók és kutatók munkájára, meg kell becsülnünk őket. Erre törekszik a kormány, s ezt teszi a díjazással a Novofer Alapítvány.

Jamrik Péter a díj alapítójaként ismertette a változtatásokat. Elmondta, hogy megújult az Alapítvány kuratóriuma és felügyelő bizottsága. A megújult kuratórium szellemiségében is új. A kuratórium a megőrizve meghaladni elv érvényesítésével fogott neki a célok, vállalt feladatok és lehetőségek elemzésének, majd azok harmonizálásának. Ennek gerince a Gábor Dénes szellemi örökség program, a gyökere az alapítvány elmúlt 23 esztendejének tapasztalata, éltetője a jelen kor társadalmi igénye. A program legfontosabb pólus pontjai: Gábor Dénes tevékenységének, eredményeinek, nézeteinek, életútjának népszerűsítése, a díj fenntartása és ezen keresztül a legkiválóbb, tudósok, feltalálók, fejlesztők, kutatók és oktatók társadalmi elismerésének, megbecsülésének erősítése, a díjazottak szellemi potenciáljának hasznosítása, nemzeti, össztársadalmi érdekek mentén. A kuratórium a jövőben nagyobb hangsúlyt fog fordítani az ifjúság nevelésére, a kiválóságok kiválasztásának ösztönzésére és elismerésére. Ezen feladatok ellátására stratégiai partnerként csatlakozott az alapítványhoz a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala, illetve a jogelődjei az élen dr. Bendzsel Miklós elnök úrral. A Magyar Villamos Művek Csoport az energetikai díj és a DOCLER Holding, a junior díj alapítója. A műszaki innováció díjazása a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség mecenatúrájával, a hazai felsőoktatásban meghirdetett diplomapályázat a MAVIR támogatásával, a találjuk fel a jövőt középiskolai eszszépályázat az EGIS támogatásával jött létre. Felhívta a figyelmet az idei díjazottak és életpályájuk megismerésére, hogy példaként szolgáljanak az alkotó tevékenységre.

Dr. Gyulai József akadémikus, a kuratórium elnöke köszöntőjének bevezetőjében Eötvös Loránd szavaival hívta fel a jelenlevők figyelmét a tudósok feladataira: "Csak az az igazi tudomány, amely világra szól; s azért, ha igazi tudósok és – amint kell – jó magyarok akarunk lenni, úgy a tudomány zászlóját olyan magasra kell emelnünk, hogy azt hazánk határain túl is meglássák és megadhassák neki az illő tiszteletet." A küllős kerék példáján mutatott rá, a szükség által ösztönzött fejlesztésre, a mérnöki tevékenységre. „A mérnök felismeri és hasznosítja a félig érett törvényeket, alkotásokba foglalja a felfedezéseket." Szavai szerint a díj a tudásnak, az alkotásnak, a megvalósított fázisát hivatott elismerni. „A kormány meglátta a korábbi években felborult egyensúlyt, és hatékonyan tett azért, hogy a műszaki, természettudományi szakmákra jelentkezőket segítse. Ez jól is van így, de ahhoz még idő kell, amikor a mérnök, de főleg az őt felnevelő tanító, tanár társadalmi tekintélye is újra helyreáll," hogy feléledjen a műszaki pálya iránti vonzás. Világszintű közmegegyezésként szögezi le, hogy Magyarország a tudósok egyik legjobb, legsikeresebb szülőföldje. Mindnyájunk érdeke, ezért tennünk kell azért, hogy lakóföldjévé is váljon.

A Kuratórium döntése alapján MVM Gábor Dénes Energetikai Nemzeti Díjban részesült:

Dr. Imecs Mária villamosmérnök, egyetemi tanár, a Kolozsvári Műszaki Egyetem mérnök-professzora, a villamos hajtások, nevezetesen a kalickás aszinkron motoros hajtások kettős mező-orientációs, vektoriális struktúrájának továbbfejlesztése és implementációja terén elért eredményeiért, amellyel hozzájárult a villamos motorokban és generátorokban az energiaátalakítás hatékonyságátnak növeléséhez.

Dr. Dán András villamosmérnök, az MTA doktora, a BME Villamos Energetika Tanszék egyetemi tanára, a villamos hálózatok zavartalan üzemét befolyásoló különféle jellegű zavarforrásokkal és megszüntetésével foglalkozó kutatási eredményeiért, valamint a fiatal doktoranduszokból és doktorokból álló „smart grid" egyetemi kutatóhely létrehozásáért, fenntartásáért és tudományos életbe

Az MVM Gábor Dénes Energetikai Nemzeti Díjakat Dr. Kövér László, Dr. Gyulai József és Baji Csaba adták át (a képen a díjazott Dr. Dán András a díjátadókkal)

való bevezetéséért.

Baji Csaba az MVM Zrt. elnök-vezérigazgatója a díjátadás alkalmával mondott méltatásában kiemelte, hogy a díjazott két mérnök nem csupán kiváló szakember, hanem kiemelkedő képességű tanár is, a jövő generációjának elhivatott nevelői az országhatárokon innen és túl. Elmondta, hogy "egy sikeres, eredményes, integrált nemzeti energetikai társaságcsoportnak, amely a magyar tehetségekhez hasonlóan nemzetközi szerepre, ismertségre készül, erkölcsi kötelessége, hogy lehetőségeihez mérten visszaadjon a társadalomnak. Ezért kiemelt fontosságúnak tartjuk, hogy támogassuk mindazokat, akik tudásukkal, tehetségükkel gazdagítják az országot, akik legtöbbet tették, teszik és tehetik az ország tudományos fejlődéséért, függetlenül attól, hazánkban, vagy külföldön alkotnak. Okkal örülünk mérnökeink nemzetközi sikereinek, közös célunk mégis az kell legyen, hogy a magyar szellem, a magyar műszaki teljesítmény idehaza kapja meg a legnagyobb elismeréseket, legyen az erkölcsi vagy anyagi kitüntetés."

A Kuratórium döntése alapján, a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség támogatásával, Gábor Dénes-díjban részesült **Dr. Katona Tamás János** mérnök-hőfizikus, az MTA doktora, az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. tudományos tanácsadója, az atomerőmű földrengés-biztonsága felülvizsgálatának és megvalósítási koncepciójának valamint módszertanának kidolgozása és gyakorlati alkalmazása terén nyújtott alkotó közreműködéséért, a nemzetközi gyakorlatban egyedülálló módon megvalósult kivitelezés felügyeletéért, az erőmű üzemidő hosszabbítására vonatkozó stratégiai döntés kezdeményezése és előkészítése, majd a program kidolgozása során tanúsított meghatározó alkotó tevékenységéért.

A Kuratórium döntése alapján az energetika szakterülethez tartozó fent felsorolt díjazottak mellett Gábor Dénes-díjban részesült:

Dr. Peták István orvos, **Dr. Tóth Magdolna** kertészmérnök, **Dr. Vígh László** vegyész, **Ifj. Duda Ernő** menedzser.

A Kuratórium döntése alapján "DOCLER Holding Új Generáció" Gábor Dénes-díjban részesült **Rátai Dániel** informatikus, feltaláló, a 3D for All Számítástechnikai Fejlesztő Kft. általános fejlesztésvezetője.

A Kuratórium döntése alapján **In Memoriam Gábor Dénes** elismerésben részesült **Dr. Csermely Péter** biokémikus.

Gábor Dénes Tudományos Diákköri Ösztöndíjban részesült **Sik Dávid,** villamosmérnök hallgató.

A MAVIR Zrt. által támogatott Gábor Dénes Diplomamunka pályázatok nyerteseit Bertalan Zsolt vezérigazgató méltatta.

A díjról és a díjazottakról további részletes információ található az Alapítvány honlapján, a http://www.novofer.hu/alapitvany/tartalom/menu/78 címen a „Gábor Dénes-díjak, 2012" menüpont alatt. Sajtófotókat a http://foto.bme.hu/gabordenes/ címen lehet letölteni. A videó felvételek iránt érdeklődőknek javasoljuk megtekinteni az MTV videótárát, (http://videotar.mtv.hu/Videok/2012/12/20/21/Atadtak_a_Gabor_Denes_dijakat.aspx), vagy a http://www.youtube.com/watch?v=h4DBC-OQbRg címen található felvételeket.

Dr. Zsebik Albin

Tüzeléstechnika 2012

A TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. és az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület (ETE) Miskolci Szervezete közös szervezésében az 1962-ben indított Ipari Szeminárium rendezvénysorozat negyvennegyedik alkalommal 2012. november 7-én került megrendezésre. A tüzeléstechnikával és hőenergia hasznosítással foglalkozó szakemberek találkozójának a korábbi évek gyakorlatát követve ezúttal is a dunaújvárosi Klub Hotel adott otthont.

A rendezvénysorozat programja hagyományosan a szakterület egy-egy nemzetgazdasági szempontból is kiemelt jelentőségű témacsoportja köré épül bemutatva a nemzetközi fejlesztési tendenciákat ráirányítva a figyelmet a hazai K+F eredményekre, a megvalósításukkal kapcsolatos tapasztalatokra. A szakmai előadásokat az energiagazdálkodással kapcsolatos nemzetközi és országos tényhelyzetet áttekintő referátumok foglalták keretbe. A negyvennegyedik Ipari Szeminárium előadásai a

Megújuló energiahordozók termikus hasznosítása

témacsoporthoz kapcsolódó eredményeket és célkitűzéseket ismertették.

A rendezvényt *Dr. Sevcsik Mónika* a TÜKI Zrt. vezérigazgatója nyitotta meg, majd *Dr. Sándor Péter* a TÜKI Zrt. Igazgató Tanácsának elnöke üdvözölte a megjelent szakembereket kiemelve a megújuló energiák jelentőségének nemzetgazdasági szintű fokozódó növekedését és a tüzeléstechnikai hasznosítási folyamatban megjelenő újabb K+F feladatokat.

A megnyitó gondolatokat követően *Dr. Tihanyi László,* a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának intézetigazgató professzora tartotta meg az energia termelés és fogyasztás nemzetközi és hazai tendenciáit. Bemutatta az elmúlt évtizedek trendjeit, a jelenlegi célkitűzéseket, a megújuló energiaforrások részesedésének alakulását és a fogyasztást jellemző strukturális jellegzetességeket. Dánia és Belgium példájával igazolta, hogy teljesen eltérő forrásoldali adottságok esetén is hatékony energiagazdálkodás valósítható meg.

Dr. Molnár László ETE főtitkár előadása a világ és az EU földgáz ellátásának kérdéseire összpontosult. A készletek és fogyasztás jelenlegi mértékének ismertetése mellett kitért az ellátás biztonság és szállítás kérdéseire. Bemutatta az európai gázellátó rendszerek bővítésére vonatkozó elképzeléseket. Hangsúlyozta, hogy jelenleg a földgáz vonatkozásában kínálati piac alakul ki. A nem hagyományos források kitermelési technológiáinak fejlődése ezt a tendenciát a jövőben tovább erősíti.

Schwardy Miklós előadása a biomassza tüzelésének aktuális kérdéseivel foglalkozott. Hangsúlyozta, hogy a Nemzeti energiastratégia 2030 és a kapcsolódó Nemzeti Cselekvési Terv erőmű fejlesztési koncepciója optimális feltételekkel szén és biomassza tüzelés ill. a kapcsolt energia termelés prioritásainak figyelembe vételével valósítható meg. Rámutatott ugyanakkor az eröltetett mértékű biomassza tüzelés által okozott káros természeti és gazdasági hatásokra.

Dr. habil. Raisz Iván előadásában ismertette a megújuló energiahordozók termikus hasznosításánál a direkt eltüzelésen kívül alkalmazott további technológiákat – a pirolízist, az elgázosítást, és a plazma eljárásokat Értékelte az egyes technológiák előnyeit és kritikus szempontjait, ajánlott alkalmazási területüket, a kapcsolódó nettó energia termelést és kibocsátást. Végül bemutatott egy kommunális hulladék alapú metanol előállító technológiát.

Az átfogó előadásokat követően berendezések, új fejlesztési eredmények kerültek ismertetésre. *Dr. Sevcsik Mónika* és *Dr. Kapros Tibor* előadása a TÜKI Zrt. K+F tevékenységét mutatta be. A Társaság innovációs tevékenysége partner vállalatok rendelésére kidolgozott új termékek és tanulmányok, pályázati támogatásokból megvalósuló berendezések és az eredmény terhére finanszírozott kutatási-fejlesztési munkák formájában jelenik meg. A közelmúltban kifejlesztett számos referencia berendezés bemutatását követően a GOP pályázati program által támogatott aktívszén regeneráló technológia és berendezés kifejlesztésének eredményei kerültek ismertetésre.

Az ISD DUNAFERR Zrt. munkatársainak előadásaiban a megújuló energia felhasználás értelemszerűen közvetetten jelent meg (villamos energia), illetve a szekunder energiahordozók hasznosítása formájában. *Polányi Tamás* projektvezető a meleghengerműben telepített léptetőgerendás kemence beruházásának folyamatát mutatta be. A Danieli cég által szállított 280 t/h teljesítményű berendezés mért üzemi adatai kedvezőek. A megvalósítási folyamat 2012 őszén a próbaüzem fázisában van. *Kun Erika* energiakereskedelmi vezető a ismertette a Vállalatcsoport energia intenzitási adatait. Kiemelte, hogy ennek javításához az energiafelhasználás minimalizálása mellett a minimális költségű energia beszerzés is szükséges. Részletesen ismertette a villamos energia beszerzés lehetséges változatainak hatását az ingadozó fogyasztásból adódó költségnövekedésre.

Az Energetikai Igazgatóságot képviselő *Felföldiné Kovács Ágnes* és *Mészáros István* a kamragáz hasznosítás kérdéseit elemző előadásukban ismertették a kamragáz tisztítási technológiát, az ellátó rendszert. Összefoglalták a három meghatározó külső kamragáz fogyasztónál (kohó, erőmű, meleghengermű) történő termikus hasznosítás piaci értékét. A vizsgálatok szerint a léptetőgerendás kemencénél történő hasznosítás energetikailag kedvező, jelenleg a megvalósításhoz szükséges műszaki intézkedések (tisztítás, nyomás stabilizálás) felmérése folyik

Dr. Meggyes Attila professzor és *Kovács Viktória Barbara* és a BME − Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék munkatársai a kohógáz alsó és felső robbanási határainak elméleti és kísérleti meghatározására vonatkozó eredményeiket mutatták be. A vizsgálatok elsősorban gázbiztonsági szempontokra keresték a választ. Megállapításuk szerint a levegőbe kiáramló kohógáz (szivárgás) nem jelent közvetlen tűzveszély forrást. A Tanszék kutatási programjának egy másik szegmensét ismertette *Dr. Bereczky Ákos, Lukács Kristóf* és *Bolla Zsuzsanna* biomassza eredetű tüzelőanyagoknak belsőégésű motorokban való alkalmazásával kapcsolatos előadása. A káros anyag kibocsátásra vonatkozó adatok bemutatása mellett elemezték a kettős befecskendezésű berendezésekbe történő bevezetés tüzeléstechnikai hatását. Megállapítást nyert, hogy a biológiai eredetű tüzelőanyagok jó hatásfokkal égethetők, de az optimális arányok meghatározása részletes vizsgálatot igényel.

Horánszky Beáta a Miskolci Egyetem Gázmérnöki Intézeti Tanszékének munkatársa előadásában a biogáz termelésnek a földgáz kereskedelembe történő beilleszthetőségével foglalkozott. Bemutatta az európai és hazai termelési adatokat, majd részletesen elemezte a földgáz hálózaton keresztüli értékesítés feltételeit. Jóllehet a törvény által előírt „földgáz szabvány szerinti" biogáz előállítás műszaki feltételei rendelkezésre állnak, a bevezetés számos további műszaki, illetve jogi és ellátás biztonsági kérdést vet fel. Ezek részbeni megoldatlansága hátráltatja a biogáznak a vezeték rendszerben való egyébként indokolt megjelenését. *Szunyog Istvánnak* a Tanszék egyetemi docensének előadása a biogáznak háztartási tüzelőberendezésekben történő alkalmazási lehetőségeit vizsgálta. Értékelte a földgáztól eltérő összetétel tüzeléstechnikai hatását és a szennyező komponensek szerepét. EU példákra alapozva javaslatokat fogalmazott meg a betáplálási paraméterekre és az ajánlott járulékos tisztítási fázisokra vonatkozóan. A közeli jövőben reális esély van a biometánnak háztartási gázkészülékekben történő alkalmazására. A gáz minősége propán bekeveréssel javítható és elérhető a tüzeléstechnikai szempontból kívánatos Wobbe szám egyezőség.

A megújuló energiahordozók tüzeléstechnikai alkalmazásával kapcsolatos miskolci egyetemi kutatásokat két további előadás ismertette. *Koós Tamás, Dr. Szűcs István* professzor, és *Nagy Sándor* (Tüzeléstan Tanszék; Eljárástechnikai Tanszék) távfűtési melegvíz kazánnak lignitről fatüzelésre történő átállítás lehetőségeit vizsgálták. Az előadás Csernely község közintézményi hőellátását biztosító széntüzelésű kazánnak tüzifa fűtőanyagra történő vizsgálatáról számolt

be. A szemrevételezés, számítások és laboratóriumi kísérletek alapján kerültek meghatározásra a szükséges intézkedések és a várható kibocsátás csökkenés mértéke. *Nagy Sándor, Dr. Csőke Barnabás professzor, Koós Tamás, Üveges Valéria* és *Dr. Szűcs István* professzor (Eljárástechnikai Tanszék; Tüzeléstan Tanszék) előadása települési szilárd hulladékból származó másod tüzelőanyag termikus hasznosításáról számolt be. Különböző telephelyekről származó hulladékból MBH kezelést végeztek és elemezték ennek hatását. A tüzeléstechnikai vizsgálatokat 14 mm átmérőjű pellettel végezték. Megállapítást nyert, hogy az így nyert tüzelőanyag CO képződés szempontjából a fatüzelésnél lényegesen kedvezőbb, ugyanakkor magasabb NOx kibocsátásra kell számítani. A TÜKI Zrt.-ben jelenleg a biomassza elgázosításával nyert fagáz előállító kazán fejlesztési munkái és papírgyári hulladék brikettálási vizsgálatai folynak. *Kovács István* és *Oláh József* munkatársak előadása bemutatta a már elkészült 25-50 kW teljesítményű, melegvíz előállító elgázosító kazánt. A GOP program által támogatott projekt keretében kerül kifejlesztésre a kazáncsalád 50-150 kW teljesítményű, forró levegőt előállító változata. A berendezések alkalmazása a mezőgazdasági és faipari hulladékok termikus megsemmisítése által a tüzelőanyag költségek 35-40%-os csökkenését eredményezi. A brikettálási vizsgálatok eredményeit Czilik Mercédesz, Dr. Sevcsik Mónika és Dr. Kapros Tibor előadása foglalta össze. Az előadás első része a lehetséges brikettálási összetételeket mutatta be papír, fűrészpor, faforgács és olajos rongy komponensek különböző arányai esetén. A 9-19 MJ/kg fűtőérték tartományt képviselő brikett alkalmas kazánban történő eltüzelésre. Az átlagos biomassza értékekkel egybevetve illóanyag tartalma alacsonyabb, hamutartalma magasabb. A nitrogén és kéntartalom ugyanakkor elhanyagolhatóan alacsony, ami további érv a tüzeléstechnikai hasznosítás mellett.

A 44. Ipari Szeminárium programját Dr. Kapros Tibor az ETE Miskolci Szervezetének elnöke zárta be.

Körtvély Zoltán az NKEK Nonprofit Kft. ügyvezetője

Az NKEK Nemzeti Környezetvédelmi és Energia Központ Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság (NKEK) fontos szerepet tölt be az energiagazdálkodás és környezetvédelem területén. Korábbi feladataihoz 2011. július 1. napjától átvette a Környezetvédelmi Fejlesztési Igazgatóság szakmai feladatait is. A Társaság tulajdonosa a Magyar Állam, az alapítói jogköröket a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium képviseletében eljárva a nemzeti fejlesztési miniszter gyakorolja, szakmai irányító szervezetünk a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség.

A szervezet küldetése: *„Hatékony és pályázóbarát közreműködő szervezetként működni, a szakmai szempontok érvényesítése és a tulajdonosi, megbízói elvárások teljesítése mellett, a mindenkori szabályozási keretek között."*

Az NKEK Nonprofit Kft. fő tevékenységei közé tartozik többek között a jogszabály által meghatározott programoknál a közreműködő szervezeti feladatok ellátása, európai uniós támogatások felhasználásának koordinálása a környezetvédelem, energetika és a természetvédelem területén.

Környezet és Energia Operatív Program (KEOP 2007-2013)

Az NKEK Nonprofit Kft. több mint 100 konstrukciót kezel az Új Magyarország Fejlesztési Terv és az Új Széchenyi Terv keretein belül az Európai Regionális Fejlesztési Alapból (ERFA) és a Kohéziós Alapból (KA) finanszírozott **Környezet és Energia Operatív Program** (KEOP, 2007-2013) közreműködő szervezeteként. A KEOP fejlesztései megalapozzák és elősegítik Magyarország gazdasági versenyképességének erősödését és társadalmi jólétének növekedését. Ezekhez a fejlesztésekhez kapcsolódva tovább javítható számos termelő és szolgáltató szektor teljesítménye és bővíthető a foglalkoztatás. A Környezet és Energia Operatív Programban megfogalmazott fejlesztések célja, hogy mérsékelje hazánk környezeti problémáit, ezzel javítva a társadalom életminőségét és a gazdaság környezeti folyamatokhoz történő alkalmazkodását. Az Operatív Program keretében **mintegy 4 milliárd EUR támogatás kerülhet felhasználásra, a megítélt támogatással rendelkező projektek száma jelenleg 3671 db.**

A KEOP keretében a nemrégiben meghirdetett, komplex épület energiahatékonysági felújításra, épületek megújuló energia felhasználásának elősegítésére és a távhő szektor energetikai korszerűsítésére lehetőséget kínáló, valamint a megújuló energia alkalmazásokon alapuló pályázati konstrukciókra **rendkívüli érdeklődés mutatkozott,** amely jól tükrözi, hogy milyen **nagy az igény az energetikai pályázatok iránt.**

Környezetvédelem és Infrastruktúra Operatív Program (KIOP 2004-2006)

Hazánk Európai Unióhoz való csatlakozását követően megnyíló környezetvédelmi pályázati lehetőségeket a KIOP tartalmazta, mely program mentén az NKEK Nonprofit Kft. szintén közreműködő szervezeti feladatokat lát el. A KIOP-ban a kivitelezések 2008-ig zajlottak, melynek eredményeképpen közel **180 millió EUR támogatással 96 db projekt valósult meg.**

Kohéziós Alap (KA 2000-2012)

A csatlakozási tárgyalásokon vállalt feladatok teljesítését lehetővé tevő Kohéziós Alap keretstratégia az állam vagy a regionális és helyi hatóságok felelősségi körébe eső környezetvédelmi feladatok ellátásához szükséges pénzügyi eszközök növelésével járul hozzá a fenntartható fejlődéshez. Ebben a programban is közreműködő szervezeti feladatokat végez az NKEK Nonprofit Kft. Kohéziós Alap esetében **2000 és 2012 között 1,2 milliárd EUR támogatással 26 db környezetvédelmi projekt került megvalósításra.**

Az NKEK Nonprofit Kft. a fenti közreműködő szervezeti feladatai mellett az alábbi szakmai tevékenységeket is ellátja:

- A hazai finanszírozású projektekkel kapcsolatos menedzsment feladatok megvalósítása (Nemzeti Energiatakarékossági Program);
- PHARE és Átmeneti Támogatási Programok Szakmai Programfelelős Szervezete keretében a fejlesztéspolitikáért felelős miniszter hatáskörébe tartozó intézményfejlesztési projektek irányítása;
- Nemzeti kapcsolattartó a LIFE + program és az Intelligens Energia Európa Program tekintetében;
- Program Operátor az Európai Gazdasági Térség Finanszírozási Mechanizmus 2009-2014-es programozási időszakában a Megújuló energia programterület esetében.
- Nemzetközi projektekben, együttműködésekben való részvétel.

A NKEK Nonprofit Kft. ügyvezetője 2012. októberétől Körtvély Zoltán, okl. építészmérnök.

Névjegy:
Körtvély Zoltán 1978. május 8-án született Miskolcon.
Tanulmányai:
2001–2005 Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar
1996–1999 Kossuth Lajos Tudományegyetem Műszaki Főiskolai Kar, Építészmérnöki szak
Szakmai tapasztalat:
2012– NKEK Nemzeti Környezetvédelmi és Energia Központ Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság – Ügyvezető
2010–2012. Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. – Felügyelő Bizottság elnök
2010–2012. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Energiahatékonysági Programok Osztály – Osztályvezető
2005–2010. ERSTE Ingatlan Kft. – Projektvezető
2001–2005. ENTERV Kft. – Műszaki Igazgató, projekt mérnök
2000–2001. REAX-Invest Rt. – Építészmérnök
1999–2000 ETV-Erőterv Rt. – Tervező mérnök

Ügyvezető úr felelősségteljes munkájához sok sikert kívánunk!

Tanulmányútjaim tapasztalatai

Tudom, hogy divatosan hangzik az energiagazdálkodás mint fogalom, de ma Magyarországon ez a szó inkább a marketing anyagokban fordul elő, mint a valós életünkben. Mindnyájan tudjuk: az Energia előállítását és a függőségtől való elszakadást az elsőszámú megoldandó problémák közé kell sorolnunk.

Az Első Magyar Tüzelés- és Légtechnikai, Energia Klaszter (EMTEK) 2011-ben abból az alkalomból alakult, hogy a még nem elterjedt energetikai technológiákat megismertesse a szolgáltatókkal és a lakossággal. Ehhez szeretnék hozzájárulni én is tanulmányútjaim tapasztalatával. Ezeken az utakon személyesen is meggyőződhettem arról, hogy az országunk energiagazdálkodásáért felelős döntéshozóknak, s velük együtt a lakosságnak, a fejlett Európához való felzárkózáshoz még nagyon sokat kellene tenni.

Az első tanulmányút alkalmával a bécsi külvárosi peremkerülethez tartozó Pfaffenau-i Hulladékhasznosító Művet néztük meg. Láttuk, hogyan lesz a beérkező kukásautókból kikerülő városi „szemét”-ből hő a távfűtés részére és villamos áram. Nagyon sokkoló volt számunkra szembesülni a bécsi valósággal. A távhőszolgáltatáshoz hőt állítanak elő a szennyvíziszapból és a háztartási hulladékból. Ausztria fővárosa több Hulladékhasznosító Erőművel rendelkezik. Ha távolabbra tekintünk megállapíthatjuk, hogy az EU-ban és Svájcban összesen 432 kommunális hulladékégető mű üzemel. A hasznosított hulladék mennyisége: ~69 millió t/év

Európa régióit tekintve jelentős különbségek vannak, de folyamatosan növekszik a háztartási hulladék égetésének aránya a lerakáshoz képest. Lengyelországban 2015-ig kilenc hulladékhasznosító erőművet terveznek megépíteni. Horvátországban és Észtországban is több áll tervezés alatt. Kivételt képez Magyarország és Románia. Nálunk is benne van a Nemzeti Energiastratégiában, de sajnos, ennél tovább nem jutottunk. Az 1. ábraként jelölt térképen az Európában üzemelő kommunális hulladékégetők helye látható. Az ország nevét követően alatta bal oldalon az égetőművek száma, a jobb oldalon az elégetett háztartási szemét mennyisége látható millió tonnában.

1. ábra. **Európai hulladékhasznosító művek országonként (Forrás: CEWEP)**

Látható, hogy nálunk és a tőlünk keletebbre levő országokban nem volt jellemző a hulladékhasznosító erőművek építése.

Második utunk Németújvárba (Güssing) vezetett. Kíváncsian vártam a látogatást, mert már sokat hallottam róluk. Arra is gondoltam, ez csak a kiváló marketing egyik eszköze lehet.

Megérkezésünkkor szembesültünk a tényekkel:

A Technológiai Központ, amely annak a mérnöki csapatnak is a munkahelye, akik folyamatosan kutatják a fából, mint nyersanyagból az energia kinyerésére a legjobb megoldásokat, a piaci megjelentetését. Ugyanitt nappali képzés keretében oktatás is folyik a megújuló energiákról. A gyakorlatban ismertetik meg a hőszivattyú, napelem, napkollektor, napernyő, alkalmazásának módját.

A Technológiai Centrum magyar származású munkatársa bemutatta a helyi biomassza erőművet, amely a faaprítékot elgázosítja, majd a gázból a hőt termel a távfűtéshez és ezzel egyidejűleg a villamos energiát saját fogyasztásra és a hálózatra. Megtudtuk, hogy komoly kutatások folynak ezen technológia alkalmazásával bioüzemanyag előállítására is.

Németújvárral szomszédos Urbersdorf pici falucska, ahol láthattuk, hogy egy egyszerű épület is lehet nagyszerű.

Egy deszkákból megépített épület (nálunk a pajta szó illene rá) egyik részében faaprítékot tároltak és ez szolgálta ki a másik részben üzemelő hőközpontot (2. ábra).

2. ábra. **Urbersdorf-i hőközpont – alul faapríték tároló és kazánház , tetőn napkollektorokkal (Forrás: EMTEK)**

Az épület tetején teljes felületben napkollektorok tömegei segítenek rá a hő előállítására. A hőközpont 43 fogyasztót (lakást és családi házat) távhőszolgáltatással fűt.

Végül egy szintén pici falucska Strem következett. Itt biogáz üzem létesült, a metán gázt gázmotorokkal hasznosítják kapcsolt energiatermeléssel (távhő + áramtermelés). A helyi gazdák összefogásával lágyszárú növényeket termesztenek a biogáz üzem számára ami erjesztéssel termeli meg a gázt. Példamutató az összeefogásuk!

A güssingi modell jó példája annak, hogy helyi összefogással a falu polgárai éltek az értékteremtő lehetőséggel. Megállapították, hogy az energia ráfordítására szánt összeg helyben is maradhat. A hőt és a villanyt helyben állítják elő. Ezzel mindnyájan jól járnak, hiszen a lakosoknak (1100 fő) helyben van munkája, és feltételezésem szerint a munkabérük nagy részét, is helyben költik el. Nincs energia import függőség, az energiaát kedvezményesebben kapják.

Visszaúton gondolatok cikáztak fejemben…

Vajon tényleg ekkora távolság lenne Székesfehérvár és Németújvár között? Vajon amit láttunk és átéltünk az csak a képzelet szüleménye és nem a valóság?

Vagy tudunk mi is összefogva, értéket teremteni úgy, hogy ezáltal gazdagodjon (nem csak anyagiakban!) hazánk minden polgára?

Major László
laszlo.major@interkomfort.hu

Jubileumi Emlékfélévet zárt az Energetikai Szakkollégium

Az Energetikai Szakkollégium alapításának 10. évfordulója alkalmából a 2012. őszi félévet Jubileumi Emlékfélévnek keresztelte és 2012. október 17-én Jubileumi Konferenciát rendezett. A konferencián túl a félév keretében a már hagyományos szakmai előadásokat és üzemlátogatásokat is szervezett, melyek között volt egy kétnapos külföldi szakmai kirándulás is.

Az előadásoknak csütörtök esténként a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Q épülete adott otthont. A résztvevők számos érdekes energetikai témáról hallhattak szakmailag kompetens személyektől.

A félévet Kimpián Aladár előadása nyitotta, melyben Kína energetikai helyzetét, gigantikus méreteit és szinte hihetetlen fejlődését mutatta be az elmúlt évtizedben. Két héttel később a paksi rekuperációs vízerőműben rejlő lehetőségekről a Paksi Atomerőmű Zrt.-nél a vízerőmű megvalósíthatóságával 1995 óta foglalkozó, a BME-n 1980-ban vízépítőmérnökként végzett Palotás Ferenc mesélt. Ezután az intenzív naptevékenység hatásai a villamosenergia-rendszerre témájú előadás következett, ami két részből állt: az első felét Dr. Wesztergom Viktor geofizikus, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézetének igazgatóhelyettese, a másodikat Prof. Dr. Horváth Tibor villamosmérnök, a BME Villamos Energetika Tanszék Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoportjának professzor emeritusza tartotta, így a jelenséget és hatásait különböző szakmai perspektívákból ismerhettük meg.

A „Hogyan tovább Nabucco projekt?" című előadást a Nabucco Magyarország Gázvezeték Kft. ügyvezető igazgatója, Bercsi Gábor okleveles gépészmérnök tartotta. Az előadás célja azt volt, hogy a hallgatóság tisztább képet kapjon a projekt eddigi történéseiről, jelenlegi állapotáról, s annak jövőbeni kilátásairól. A földgáz után az atomenergiára térve, a lassan két éve történt fukushimai katasztrófáról Bajsz József, a Paksi Atomerőmű Zrt. Minőségfelügyeleti Főosztályának vezetője tartott előadást. Ennek keretében az érdeklődő közönség áttekintést kaphatott a 2011-es fukushimai baleset nukleáris energetikára gyakorolt hatásairól és világ balesetre adott válaszáról. A Szakkollégium félévzáró előadásán a gazdasági válságnak a megújuló energiaforrásokra gyakorolt hatásáról lehetett hallani, melynek megtartására Bíró Péter, az MVM Partner Zrt. piacelemzési osztályvezetője lett felkérve.

A térítésmentes magyarországi üzemlátogatások keretében az érdeklődők eljuthattak a Paksi Atomerőműbe, a Siemens Zrt. több mint 50 éve épült Csepeli Transzformátorgyárába, a Visonta mellett található Mátrai Erőműbe és a jászberényi GEA EGI Zrt. hőcserélő-gyárba is. A nagyobb lélegzetvételű többnapos ausztriai szakmai kirándulás során a résztvevők megtekinthették a 110 éve épült, 1000 MW beépített teljesítménnyel rendelkező Kraftwerk Simmering-et, azon belül is a látogatás főként a biomassza tüzelésű blokkra koncentrált. Még az első nap délutánján az érdeklődők eljuthattak az 1972-76 között megépült, de üzembe nem helyezett Atomkraftwerk Zwentendorf-ba, ahol olyan helyekre lehetett bejutni, ahova egy üzembe helyezett atomerőműnél nem lehet. Végül a Duna szabályozásában és Bécs árvízvédelmében nagy szerepet játszó 172 MW-os vízerőművet, a Kraftwerk Freudenau-t is meglátogatták a résztvevők.

A 2012. október 17-én rendezett egész napos Jubileumi Konferencián délelőtt egy plenáris előadás keretében, illetve a délutáni kerekasztal-beszélgetéseken ismerkedhettek meg az érdeklődők a hazai energetikai ipar elmúlt 10 évének legfontosabb kérdéseivel, és egyben az elkövetkezendő időszak aktualitásaival. A konferenciát Vörös Csaba, az Energetikai Szakkollégium elnöke nyitotta meg. Bevezetőjében beszélt az Energetikai Szakkollégium (ESZK) történetéről, tevékenységéről. Elmondta, hogy az eltelt 10 év alatt Magyarország összes jelentős energetikai létesítményében járt a Szakkollégium, valamint számos osztrák és szlovák üzembe is eljutott. Az ESZK előadásain a 10 évvel ezelőtti néhány fő helyett mára már átlagosan 80 látogató vesz részt. A megnyitó Dr. Zsebik Albin, Dr. Vajta László, Dr. Czigány Tibor és Dr. Stépán Gábor egy-egy rövid köszöntésével folytatódott.

A megnyitó és a köszöntők után Dr. Holoda Attila, energetikáért felelős helyettes államtitkár, Lenkei István, a Paksi Atomerőmű Zrt. vezérigazgatói tanácsadója és Dr. Gerse Károly, az MVM Zrt. vezérigazgatói főtanácsadója tartották meg előadásaikat. Az ebéd után párhuzamosan folytak a délutáni szekciók a Villamosenergia-piac és a Megújuló energiaforrások, majd az Atomenergia és az Energiapolitika, szabályozás témákban. A résztvevők érdeklődésüknek megfelelően vehettek részt a szekciókon, ahol szakmai beszélgetés és vita folyt az említett témákról. Végül zárásként a Szakkollégium szekcióban néhány szakkollégista mutatta be aktuális kutatási témáját.

A félév folyamán a szervezett előadásokon átlagosan 80 látogató vett részt, az üzemlátogatásokon ez a szám 30 körülire tehető. Az Energetikai Szakkollégium alapításának 10 éves évfordulója alkalmából tartott Jubileumi Konferencián közel 250 fő tette a tiszteletét. A heti rendszerességű programokon túl a Szakkollégium közreműködik egyetemi hallgatók nyári szakmai gyakorlatainak szervezésében és tanulmányi versenyt is rendez középiskolásoknak az energetika és a műszaki tudományok népszerűsítése érdekében. Reméljük, még sokáig tudjuk színesíteni a hazai energetikai szakma életét. Tevékenységünket a hallgatóság elvárásaival és az ipar igényeivel folyamatosan bővítjük.

A 2012/2013. tavaszi féléves programok tervezetét az alábbi táblázatban találja.

2013. február 14.	Zipernowsky Károly, a Műegyetem első elektrotechnika professzora	Prof. Dr. Horváth Tibor
2013. február 25.	Üzemlátogatás	Tiszai Vegyi Kombinát, TVK Erőmű, BanKonzult Energy Kft. tiszaújvárosi
2013. február 28.	Komplex épületgépészeti tervezés	Virág Zoltán, Duoplan Kft. ügyvezető
2013. március 14.	Az újszilvási naperőmű tervezésének és üzemeltetésének tapasztalatai	Előadó felkérés alatt
2013. március 19.	Üzemlátogatás	Paksi Atomerőmű
2013. március 28.	Hulladékhasznosítás az energetikában, Második hulladékhasznosító fűtőerőmű	Dr. Bánhidy János, FKF Zrt., ny. igazgató, szaktanácsadó
2013. április 4.	Milyen termékekkel érvényesülhet egy erőmű a villamosenergia-piacon?	Előadó felkérés alatt
2013. április 10.	Üzemlátogatás	Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep, Kvassay zsilip
2013. április 18.	Természeti erőforrásaink, kiemelten a nem megújulók	Dr. Horn János, a BDSZ elnöki
2013. április 25.	Üzemlátogatás	Elektrosztatikus porleválasztó megtekintése
2013. május 2.	Paksi bővítés: helyzetjelentés	Előadó felkérés alatt

Az előadások helyszíne, időpontja: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Q épület BF13-es terem, 18:00.

A Szakkollégium a programváltozás jogát fenntartja.

Az Energetikai Szakkollégium Egyesület szakmai munkájáról, aktuális programjairól bővebb információ a www.eszk.org honlapon olvasható.

Lipcsei Gábor
az Energetikai Szakkollégium tagja

Helyreigazítás:
A szakfolyóiratunk 2012. évi 5. számának 37. oldalán megjelent „Üzemanyag 2050, a hajtóanyagok jövője, a jövő hajtóanyagai" c. szakkollégiumi beszámoló szerzője helyesen: Fazekas Tibor, egyetemi hallgató, fazekas.tibor@eszk.org. Az érintettektől elnézést kérünk.

Tisztelt Olvasók!

Szakfolyóiratunkban most Gencsi Pálra a magyarországi erőműépítés, szerelés, az itthon gyártott energetikai berendezések exportjának kiemelkedő műszaki vezető egyéniségére, egyesületünk alapító tagjára emlékezünk.

Gencsi Pál 1901-ben született Békéscsabán. Középiskolai tanulmányait Budapesten végezte. A Budapesti Műegyetem Gépészmérnöki Szakosztályán 1925-ben gépészmérnöki oklevelet szerzett. Mérnöki munkájának első 25 évében a Ganz és Társa Villamossági Rt. Hajógyárában készített berendezések szereléseit vezette többek között Törökországban, Jugoszláviában, a Budapest Székesfőváros Elektromos Művek kelenföldi, telepén, a bánhidai erőmű építésénél. 1935-ben a Ganz hajógyár üzemfőnök helyettesévé és főmérnökévé nevezték ki. 1943-tól különböző beosztásokban részt vett a Mátravidéki erőmű létesítési munkáinak irányításában. 1948-ban a Mátravidéki Erőmű és Bányaépítési Rt. vezérigazgatójává nevezték ki.

Az erőmű építés átszervezése után 1950 januárjától az akkor megalakított Erőmű Beruházási Vállalatnak lett a főmérnöke 22 éven keresztül. Ebből a beosztásból irányította a dunaújvárosi, az Inotai, az Ajkai, a borsodi, a Tiszapalkonyai, a pécsi, az oroszlányi a Dunamenti a Tiszai hőerőművek a Tiszalöki vízerőmű az Inotai gázturbinás csúcserőmű energetikai beruházásait. Komoly szerepe volt az időben végzett export szállítási munkáiban is. (Egyiptom, Kína, Vietnám, Libanon, India, Románia, Lengyelország, Jugoszlávia.) Ebben az időszakban az Erőmű Beruházási Vállalatnak meghatározózó szerepe volt az adott állami beruházású erőművek határidőre és a terveknek megfelelő paraméterekkel, költség határon belüli üzembe helyezésében. Kimagasló műszaki ismeretekkel, rendkívül célratörő tárgyaló képességgel rendelkezett. Jól választotta meg az ERBE szakember bázisát. Tapasztalt és fiatal ambiciózus mérnökökkel az élen. Nagy hangsúlyt helyezett a feladatok pontos meghatározására a kapott tervek bírálatára és a kivitelezésben a majdani üzemeltetésben résztvevők egyetértésére a legfontosabb szakmai kérdésekben.

Munkája során kiemelten figyelt az ipari feladatok tudományos hátterének fejlesztésére. Személyes kapcsolatot tartott a BME intézményeivel a különböző kutató intézetekkel. Több magas kormánykitüntetésben részesült, 1965-ben Állami Díjat kapott. 1974-ben megkapta az egyesület „Szikla Géza díját." Életének 83. évében, 1984-ben hunyt el Budapesten.

A bemutatkozást és szerepvállalást most dr. Csallóközi Zoltánnal, egyesületünk elnökhelyettesével kezdjük, Zákányi Györggyel, a Gáz Szakosztály titkárával folytatjuk. Őket követi a bemutatkozók sorában Prantner József az Esztergomi Szervezet titkára, majd akivel egyesületi tagjaink feltehetően legtöbbet találkoznak, Molnár Alexa, aki az ETE központi irodájában a titkársági feladatokat látja el, valamint 2012. decemberétől részt vesz az Energiagazdálkodás szerkesztőségi munkájában is.

Dr. Csallóközi Zoltán

Bemutatkozás: *„A vegyipari gépészmérnöki diploma megszerzése után, 1970 szeptemberében léptem be a Fővárosi Gázművekhez, életem első és utolsó munkahelyére. 41 évet töltöttem a Gázműveknél, végigjárva a „szamárlétrát", műszaki titkár, osztályvezető, főosztályvezető, majd 1994-től – 17 éven át – a társaság műszaki igazgatója voltam. Részt vettem, illetve irányítottam a gázipari tevékenység teljes spektrumát, a városi gázgyártástól kezdve a főváros földgázra átállításáig, az 5500 km-es gázhálózat kiépítéséig, illetve több mint 800 000 fogyasztó részére történő gázszolgáltatásig. A Nemzetközi Gáz Unióban (IGU) 14 éven át képviseltem Magyarországot. A magyar gázipart koordináló Magyar Gázipari Egyesülés Műszaki Bizottságában 15 éven át dolgoztam, 11 évig, 2000-2011. között a bizottság elnöke voltam. A Magyar Mérnöki Kamara Gáz- és Olajipari Tagozatának 2004 óta vagyok az elnöke. Több, mint 400 előadást tartottam szakmai konferenciákon, emellett 54 szakmai cikkem jelent meg különböző napilapokban és folyóiratokban."*

Szerepvállalás: *„Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületbe 1973-ban léptem be. Az ETE elnökhelyettesi funkciót 2002-től töltöm be. Az ETE képviselőjeként több gázkonferencia szervezésében vettem részt."*

Zákányi György

Bemutatkozás: *„A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem jogelődjénél, Katonai Főiskola Repülő Műszaki Kar, Hajtómű-Sárkány Szakon szereztem diplomát 1954-ben. 1957-ig a légierő hivatásos műszaki tisztjeként dolgoztam. 1957-ben a Fővárosi Gázművek Gáztechnikai Laboratóriumában, majd 1961-ben az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomáson a gáztüzelő berendezések vizsgálata és minősítése volt a szakterületem. Ennek Vizsgálati Főosztályát vezettem 1974-1979 között. A szénhidrogénipar kutatóintézeteinek összevonásával a Szénhidrogénipari Kutató Fejlesztő Intézet Békásmegyeri Fióktelepének és a Gázipari Főmérnök műszaki-fejlesztési tanácsadójának feladatait láttam el. Számos szakmai cikk, szabvány szerzője és társszerzője, több szolgálati szabadalom társtulajdonosa vagyok."*

Szerepvállalás: *„Az ETE tagja vagyok1957 óta, fő tevékenységet a Gázszabvány Munkabizottságban fejtettem ki, amelynek 1977-1990 között a vezetője voltam. A Gázszakosztály titkári feladatot 1991 óta látom el."*

Prantner József

Bemutatkozás: *„A Pollack Mihály Műszaki Főiskolán vegyipari gépész üzemmérnöki oklevelet 1973-ban, majd 2000-ben a BME-n energia auditor képesítést szereztem. Pályám elején karbantartási vezetőként doloztam a Budalakk-nál, az ÁTEV-nél és a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Dorogi fióktelepén. 1982 óta a Richter Nyrt Energia osztályán részlegvezetőként, majd osztályvezető helyettesként irányítom a dorogi gyár energiaellátását."*

Szerepvállalás: *„1990 óta vagyok tagja az ETE-nek. Az Esztergomi szervezet titkáraként 2009 óta tevékenykedem. Szakmai ismeretbővítő programokat, üzemlátogatásokat szervezünk tagjainknak. Határon átnyúló kapcsolatként létrehoztuk a Párkányi szakcsoportot, mely a szlovákiai mérnököket fogja össze. A jövő generációjának a mérnöki pályára irányításaként szervezzük az általunk létrehozott Tudományos Diákköröket, a patronált középiskolákban rendszeres előadások megtartásával, Magyarországon és Szlovákiában egyaránt."*

Molnár Alexa

Bemutatkozás: *„1998-ban végeztem az ELTE BTK angol szakán, majd nyelvtanárként és a könyvkiadásban, továbbá fordítóként tevékenykedtem. 2011. júliusa óta dolgozom az ETE Titkárságán."*

Szerepvállalás: *„Az ETE Titkárságán a klasszikus titkársági feladatok mellett a tagnyilvántartási rendszer kezeléséért és napra készen tartásért vagyok felelős. Az Energiagazdálkodás szerkesztési munkájában pedig az előfizetőkkel, olvasókkal, a szerzőkkel, a nyomdával, a postával tartom a kapcsolatot, vezetem és frissítem a címlistákat, nyilvántartom a cikkeket, és részt veszek a folyóirat sikeres megjelenésével kapcsolatos egyéb tevékenységekben is. Nyelvtudásomnak is hasznát veszem, hiszen a folyóiratban megjelenő cikkek címeinek angol nyelvre fordításáért már az ETE-be belépésem óta én vagyok a felelős."*

Helyreigazítás:
Szakfolyóiratunk 2012. évi 6. számában tévesen tettük közzé Papp László szerepvállalását.
Helyesen: **Szerepvállalás:** *„1975 óta ETE tag vagyok, jelenleg az Egyesület győri csoportjának elnöke. Célom az, hogy biztosítsuk a csapat további működését, fejlesztését úgy hogy a győri energetikával foglalkozó kollégák megtalálják helyüket egyesületünkben."*
Az érintettektől elnézést kérünk.

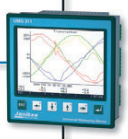
HUNYADI

Több, mint fázisjavítás

Mérésadatgyűjtő rendszerektől a hálózatminőségi megoldásokig.

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

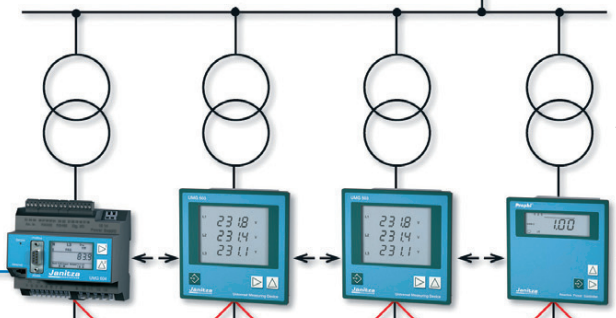
Switch:
TCP/IP, internet



Janitza® UMG 511: A betáplálási pont villamos energia feszültség jellemzőinek mérése MSZ EN 50160 szabvány szerint

Janitza® UMG 507:
Rövid idejű feszültségletörések ellenőrzése

Villamos energia minőség ellenőrzés

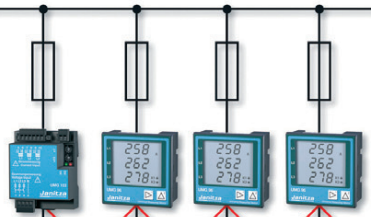


Janitza® Prophi®:
Fázisjavító automatika

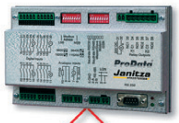
A1.:
Janitza® Prodata®:
Adatgyűjtő

A2.:
Janitza® UMG 508 EMax:
Teljesítmény csúcs korlátozás

Janitza® UMG 604/605, UMG 503-507:
Költségek szétosztása, fogyasztói adatok



A1.



A2.

Modbus

Janitza® UMG 103 / UMG 96RM:
Helyi adatgyűjtés, az analóg műszerek kiváltása

Villamos fogyasztásmérés, impulzus jelek feldolgozása (víz, gáz, stb.)

1.

2.

3.

4.

Villamos hálózat feszültség minőségi megoldások

1. Fix vagy automatikus fázisjavítás
2. Tirisztoros fázisjavítás
3. Torlófojtós fázisjavítás
4. Aktív felharmonikus szűrő

www.hunyadi.hu

Jövőnk energiája

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
7031 Paks, Pf. 71; hrsz. 8803/15
telefon és fax: 06-75-505-000; 1/355-1332
weboldal: www.atomeromu.hu
Facebook profil:
www.facebook.com/paksiatomeromu

mvm paksi atomerőmű