

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

53. évfolyam 2012. 1. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat



Nemzetközi
Energetikai Szakkiállítás
és Konferencia
DEBRECEN

Tisztelt Partnerünk!

A X. Jubileumi ENERGOexpo Nemzetközi Energetikai Szakkiállítás és Konferencia

előkészületeit már megkezdjük,
kérjük Önök is írják be marketing tervükbe
kiállításunk időpontját:

2012. szeptember 25-27. Debrecen

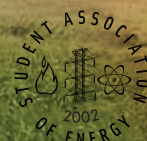


VII. Klímaváltozás - Energiatudatosság - Energiahatékonyság

KLENEN '12 konferencia

Energiahatékonysági mintaprojektek
bemutatása, tapasztalatszere

Mátraháza, 2012. március 8-9.



„Osszuk meg tapasztalatainkat, dolgozzunk
együtt a természet egyensúlyának megőrzéséért”

További információ és jelentkezés
www.klenen.org



www.magyarregula.hu

Magyarregula 2012

Ipar
Informatika
Irányítástechnika

Az ipari folyamatautomatizálás nemzetközi szakkiállítás

március 20-22.
SYMA Rendezvénycsarnok



Szeretettel várjuk

megújult 3 napos

szakkiállításunkon!

Legyen részese Ön is

a szakma ünnepének!

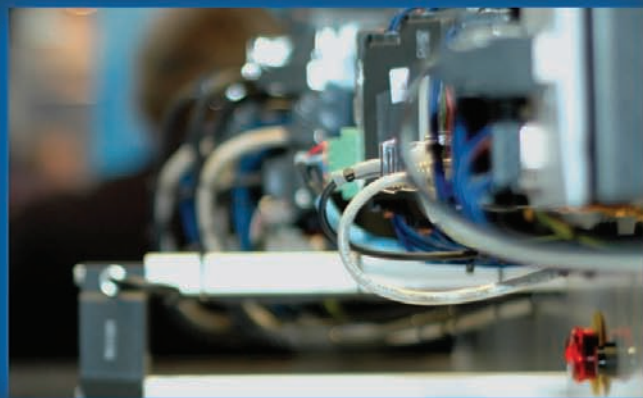
CONGRESS

Rendezvényszervező Kft.

Telefon: +36 1 212 0056

+36 20 334 9976

Fax: +36 1 356 6581



ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

53. évfolyam 2012. 1. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

Főszerkesztő:

Dr. Zsebik Albin

Felelős szerkesztő:

Dr. Gróf Gyula

Szerkesztőség vezető:

Szigeti Edit

Szerkesztőbizottság:

Dr. Balikó Sándor, Dr. Bihari Péter,
Czinege Zoltán, Dr. Csűrök Tibor,
Dr. Dezső György, Eörsi-Tóta Gábor,
Gerse Pál, Juhász Sándor,
Korcsog György, Kóhalmi-Monfils Csilla
Kövesdi Zsolt, Mezei Károly,
Dr. Molnár László, Németh Bálint,
Romsics László, Dr. Steier József,
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 szerkesztőség 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: eng@ete-net.hu

Megjelenik kéthavonta.

Előfizetési díj egy évre: 3990 Ft

Egy szám ára: 700 Ft

Előfizethető a díj átutalásával a

10200830-32310267-00000000

számlaszámra a postázási és számlázási

cím megadásával, valamint az

„Energiagazdálkodás” megjegyzéssel

ISSN 0021-0757

Tipográfia:

Búki 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

Dr. Zsebik Albin, CEM

Ki mondja meg, mit hogyan tegyünk?

Who tells us what to do and how to do it?

Wer sagt uns, wie was zu tun?

Tudomány • Science • Wissenschaft

Kovács H., Szemmelweis K., Palotás Á. B.

Nehézfémetekkel szennyezett bányaterületről

származó nyír, fenyő és akác eltüzelésekor kelet-

kező hamu deponálásának lehetőségei 3

Options for removing ash from the burning of

birches, pines and acacias collected

in heavy metal contaminated mining areas

Möglichkeiten der Deponierung von Birken-,

Tannen- und Akazienasche aus schwermetallver-

seuchten Bergbaugebieten

Atomenergia • Nuclear Energy •

Kernenergie

Dr. Aszódi Attila, Boros Ildikó

Az atomenergia jövője fukusima után 7

The future of the nuclear industry after Fukushima

Die Zukunft der Kernenergie in der

Post-Fukushima Ära

Földgáz • Natural Gas • Erdgas

Dr. Szilágyi Zsombor

BRIC(S) országok: hová viszik a világ

földgáz piacát? 11

BRIC(S) countries: where are they taking

the market of natural gas with one?

BRIC(S) Länder: Wohin führen sie

die Erdgasmärkte?

Klímaváltozás • Climate Change •

Klimaveränderung

Dr. Reményi Károly

Globális hőmérsékletadatok a jégfuratok,

a mélytengeri üledékek és az űrszondák

mérései alapján 15

Global temperature data based on ice core,

deep sea sediment and satellite measurements

Globale Temperaturdaten anhand der Messungen

von Eisbohrungen, Tiefseebodensätzen und

Weltraumsonden

Dr. Kamarás Béla, Dr. Gács Iván

A klímaváltozásért a CO₂-ön kívül 19

a H₂O is felelős

Besides CO₂ the H₂O is also responsible

for climate change

Für die Klimaveränderung ist neben CO₂

auch H₂O verantwortlich

Történelmi visszatekintés • Historical

Retrospect • Historischer Rückblick

Szikla Géza

Magyar szénnek gazdaságos eltüzelése

az univerzális tüzelőberendezés kilátásai 21

Economic utilization of Hungarian coals,

prospects of general combustion equipment

Ökonomische Verbrennung von ungarischer
Kohle – Aussichten universaler Ofenanlagen

Magyar szabadalmak • Hungarian patents • Ungarische Patente

Végh László

Szikla Géza nemzetközi

szabadalmi bejelentései 25

The International Patents of Géza Szikla

Internationale Patentanmeldungen von Geza Szikla

Alapismeretek • Basic knowledge •

Grundkenntnisse

Dr. Balikó Sándor, CEM

Összetett rendszerek veszteségeinek

értelmezése 27

Analyses of the losses of complex systems

Analyse von Verlusten in komplexen Systemen

Egyszerű energetikai számítások • Simple

calculations in the field of energetics • Einfache

Berechnungen aus dem Bereich der Energetik

Dr. Zsebik Albin

Részt vegyek-e a KLENEN '12 konferencián? 29

Why should I attend in the KLENEN '12

conference?

Soll ich an der KLENEN '12 Konferenz

teilnehmen?

Szemlélet • Approach • Ansicht

Dr. Dezső György

Az Energiastratégia 2030 margójára 30

Notes on the Hungarian Energy Strategy

Die Energiestrategie 2030

Virtuális Erőmű Program • Virtual Power Plant

Program • Virtuelles Kraftwerke-Programm

Beindult a Virtuális Erőmű építése 34

The construction of the virtual power plant has

started

Der Bau des virtuellen Kraftwerks hat begonnen

Energiainformációk • Energy news • Rundblick

Dr. Molnár László

A távhő helyzete Európában és idehaza 35

The present state of district heating in Europe and

Hungary

Die Situation der Fernwärme in Europa und in

Ungarn

EU-Hírek • Eu news • EU Nachrichten

Dr. Csűrök Tibor

Távhő Barométer 36

Barometer of district heating

Fernwärme-Barometer

Megújuló energiaforrások • Renewable energy

sources • Erneuerbare Energiequellen

Ignácz Elek

Megújuló energiák nyomában 37

In pursuit of renewable energy

Auf den Spuren der erneuerbaren Energien

A folyóirat szerkesztésénél különös figyelmet fordítottunk
a környezetvédelmi szempontokra!

„Ki mondja meg, mit hogyan tegyünk?”¹

Dr. Zsebik Albin, CEM

okl. gépészmérnök, zsebik@energia.bme.hu

Szakfolyóiratunk 2011. évi 6. számában szerkesztői felhívásként kértem olvasóinkat, hogy tegyenek javaslatokat „a távhőszolgáltatás versenyképességének biztosítására, hatékonyságának fejlesztésére és a megújuló energiaforrások bevonására” kidolgozandó cselekvési tervbe.

Olvasói levélként közzétételre Juhos László levele érkezett (a 36. oldalon a levél első része változtatás nélkül olvasható, teljes terjedelemben a www.et-net.hu honlapon található). Rovatvezetőink az Energiainformációk, EU-hírek és Szemlélet rovataikban a távhővel foglalkoznak. Egyéb észrevétel, javaslat nem érkezett. Háttérbeszélgetéseken és levelekben azért kaptam biztató szavakat. Tájékoztattak, hogy a „Távhő Fejlesztési Cselekvési Terv elkészítésére az NFM által létrehozott munkabizottságban a távhőszakmát külön felkérés alapján három kolléga és a mögöttük álló szakmai műhely képviseli.” Megnyugodtam, örök optimizmusommal remélem, hogy mind a cselekvési terv kidolgozása, mind a megvalósítása sikeres, nemzetgazdaságunk számára hasznos lesz. Mindemellett elgondolkodtatók rovatvezetőink írásai, s az olvasói levél. Ez utóbbiból emelem ki a következő állítást: „Az energetikához értő szakemberek egy része a rendszerváltást követően „azért van állásom, mert nincs álláspontom” álláspontra helyezkedett, másik része pedig azt mondja, amit a politikusok hallani szeretnének”. Valóban tapasztalható a vélemények visszatartása, és/vagy a kívánt szavak hangoztatása.

Belátom, nincs könnyű helyzetben a döntéshozó az eltérő „szakmai” vélemények miatt. Baj akkor van, ha nem jut eszébe „A molnár, a fia meg a szamár” című mesének tanulsága. A távhő árának központi meghatározása, majd rövid időn belül többszöri módosítása arról tanúskodik, hogy a döntést ez ügyben meghozók vagy nem hallották, vagy elfelejtették a mesét. Úgy látszik, hogy sok, rossz tanácsadó véleményét is meghallgatták.

Az eltérő szakmai véleményért nem kell messzire menni. Lapunkban is megtalálható. A döntéshozó bölcsességén múlik, a jó választás. Én az „Energiainformációk” rovatunk vezetőjével kerültem véleményeltérésbe a 35. oldalon található írása kapcsán. Végül abban állapodtunk meg, hogy ha eltérők is véleményeink a belvárosok „távhősítésével” kapcsolatosan, mindkettőnkét közzé tesszük. Ő, a hivatkozott rovatban sorolja fel, miért nem javasolja a belvárosi épületek távhőrendszerre kapcsolását. Én évek óta hangoztatom fontosságát, többször kezdeményeztem megvalósítását. Állítom, hogy jobb lett volna korábban, de még most sem késő. Nincs viszont idő a halogatásra. Az útfelújítások, sétáló utcák kialakítása előtt fel kell újítani a közművezetéseket, az út alá el kell helyezni a távhővezetéseket. Ez a politikusaink, a városvezetés, a hőszolgáltató cégek feladata és felelőssége.

Vitathatatlan, hogy drága, de nem igaz, hogy nem megtérülő beruházás. Nem lenne szabad közlekedési káosszal se ríogatni. Mintaszerű Bécs háztartási hulladékra alapozott távhőellátása, a prágai távhőszolgáltatási szigetüzemek összekapcsolása, s több hazai város belvárosi épületeinek távhőrendszerre kapcsolása. Nem vitatom, hogy jól működnek a gázkazánok, de nem „olcsó, energiatakarékos és környezet barát” az értékes földgázt csak fűtési célra még a belvárosokban sem eltűzelné. Már több mint 20 évvel ezelőtt az ETE Hőszolgáltatási Szakosztálya és a Finn Távhőszolgáltatási Egyesület közötti együttműködés keretében Helsinki belvárosában néztünk meg egy távhővezeték építést. A visszatérő vezetékéről éppen egy járda alá vezettek fűtési csöveket. Kérdésünkre, hogy ki fizeti a vezeték és a járda fűtésének költségét azt a választ

kaptuk, hogy a bolt tulajdonosa. Kizárólag józan megfontolásból, üzleti alapon. A hőszolgáltatónak a hulladékhő nem drága, nem is kér érte sokat. A bolt tulajdonosa is mérlegel. Ha elolvad a hó a járdán, nem kell takarítani. A száraz a járdán megállnak a kirakat előtt. Ha a boltba is bemennek, tiszta a cipőjük, kevesebbet kell takarítani. Finnországban érdemes nemcsak a boltot, még a járda fűtését is a távhőrendszerre kapcsolni. Nálunk, észrevételezik, hogy olvad a hó a távhővezeték felett. Micsoda pazarlás! Nehéz megértetni, hogy az nem pazarlás, a távhőszolgáltatás velejárója. Ha a villamos energiát nem hőszolgáltatással kapcsolatos termelnénk, a folyók vizét, vagy a környezeti levegőt melegítené az a hő, ami most (ha rossz szabályozással nem kényszerítjük leállításra a kapcsolt energiatermelésre létesített fűtőerőműveket) a havat olvasztja. Nem akkor pazaroljuk a fosszilis energiahordozókat, ha távhőszolgáltatásra használjuk a már „elfáradt” gőz hőjét, s olvad a hó a távhővezeték fölött, hanem akkor, ha villamosenergia-termelés nélkül, közvetlen hőtermelésre használjuk az értékes földgázt. Ezt nem támasztja alá „semmilyen racionalitás”, erre mondtam már húsz évvel ezelőtt, hogy ez bűn. Ezzel „lopjuk” a földgázt unokáinktól.

Ríogatásnak tartom a havi fűtési számlák növekedésének ezzel történő magyarázatát is. A havi fűtési számlák növekedni fognak a közvetlen gázfűtés esetében is. Egyre zordabb vidéken kell a földgázt kitermelni, egyre messzebb-ről kell szállítani, egyre bonyolultabb politikai helyzetben kell megvásárolni. A hivatkozott rovatban olvashatjuk, hogy „A hőfelhasználás prioritás-rendje, az ún. energia hierarchia, melynek alapján az alábbi sorrendben javasolt a hőforrások használata:

1. Hulladékhő, rekuperált hő felhasználás;
2. Megújuló energiákból származó hő;
-”

„Hulladékhőnek” tekintjük a kapcsolt hő- és villamos-energiatermelésből, valamint az ipari technológiai folyamatokból származó hőt. Feltételezésem szerint a „rekuperált”, illetve visszanyert hő a szellőzési levegő hőjére vonatkozik. Mindkettő fontos eleme a lakók által igényelt hőkomfort gazdaságos biztosításának. A megújuló energiaforrások hasznosítására szintén nagy lehetőséget biztosít a távhőszolgáltatás. Budapest esetében a legnagyobb mennyiségben keletkező megújuló energiaforrás a háztartási hulladék. Bizonyított, hogy napjainkban az égetése gazdaságosabb, mint a deponálása. Miért szállítjuk akkor nagy távolságra deponálni, ahelyett, hogy a város határában elégetnénk? A háztartási hulladék égetéséről beszélve, egy svédországi példát szoktam említeni. Egy városban a háztartási hulladékot nyáron a szalmabálák fóliázásához hasonlóan csomagolják. Tárolják a fűtési időnyre. A tüzelőanyagként történő felhasználás náluk megéri. Pénzt kapnak a szemét eltűzésért, a termelt villanyért és hőért. Ebből meg tudják építeni a hulladékégető művet, a nem olcsó távhő-hálózatot. A fogyasztók örülnek a biztonságos hőszolgáltatásnak, nem kell törődniük a kazánjaikkal és a tüzelőanyag-ellátással. Nehéz költségesíteni, de talán még az sem elhanyagolható, hogy a központi hőforrásban még a füstgáz is tisztított, nem szennyezi a közvetlen környezetet.

Én, a fentiekre tekintettel műszaki, gazdasági és környezetvédelmi megfontolásokból is fontosnak tartom a távhőszolgáltatás fejlesztését, a belvárosi épületek távhőrendszerre kapcsolását. Én, a távhő cselekvési tervbe, a nemzeti vagyon részét képező, a környezetkímélő távhőrendszerek védelme és fejlesztése érdekében beillesztem az új fogyasztók (a belvárosiakat is) távhőrendszerre csatlakoztatása jogi és műszaki feltételeinek mielőbbi megteremtését, a háztartási hulladékok égetésére hulladékhasznosító művek létesítését. Még az idén részletes ütemterv kidolgozását igényelném, s felelősnek jelölném az energiagazdálkodásunkért felelős államtitkárt, a polgármestereket, s a hőszolgáltatók vezetőit.

¹ Írásom címét a <http://www.osztalyfonok.hu/cikk.php?id=320> honlapról vettem. Az Osztályfőnökök Szakmai Egyesülete az osztályfőnöki órák beszélgetéseikhez 30. témaként „Ki mondja meg, mit hogyan tegyünk?” címmel, a következő bevezetővel javasolja a „A molnár, a fia meg a szamár” mesének megbeszélését: „A következő történetet korhatár nélkül ajánljuk feldolgozásra. A mese segítségével a gyerekek megtapasztalhatják a befolyásolhatóság veszélyeit, és érzékelhetik az önálló döntésért való felelősségvállalás fontosságát.” – A honlapon a hivatkozott mese is megtalálható.

Nehézfémekkel szennyezett bányaterületről származó nyír, fenyő és akác eltüzelésekor keletkező hamu deponálásának lehetőségei

Kovács Helga, okl. műszaki menedzser, Szemmelveisz K., okl. kohómérnök; Palotás Árpád B., okl. kohómérnök és vegyész mérnök
 tuzkh@uni-miskolc.hu; tuzszemt@uni-miskolc.hu; arpad.palotas@uni-miskolc.hu

Napjainkban a világ energiatermelésének szerkezeti átalakulása zajlik. Magyarország a Megújuló Energia Hasznosítási Nemzeti Cselekvési Tervben (NCST) vállalta, hogy 2020-ig a hazai energiaszükséglet 14,65 százalékát biztosítja megújuló energiaforrásokból [1]. Ennek legnagyobb részét a biomassza hasznosítás teszi ki, amely a jelenlegi prognózisok szerint az elkövetkezendő években kis mértékben növekedhet. Az energetikai célra használt biomassza egyik csoportja a szennyezett területekről származó növények összessége, amelyek összetétele az átlagostól eltérő. Kutatásaink során az ilyen növények tüzeléstechnikai vizsgálatával foglalkozunk. A környezetbe jutó szennyezések gyakran visszafordíthatatlan károkat okoznak. A kármentesítés, mint tevékenység különösen felértékelődik a kelet-európai országokban, köztük Magyarországon. A 90-es évek elején bekövetkezett változások az ipari szerkezet jelentős átalakulásához vezettek. A tönkrement üzemek telephelyei, az elmúlt két évtizedben barnamezővé váltak. E területek újrahaznosítása az esetek döntő hányadában csak úgy valósulhat meg, ha előtte elvégzik a szennyezett területek kármentesítését. A talajszennyezésnek számos definíciója létezik a szakirodalomban [2-6]. A szennyezés főbb jellemzőinek és eredetének feltárása után, a környezetvédelem és a törvényi előírások figyelembevételével megkezdődhet a szennyezés lokalizálása és megszüntetése. A szennyezőanyagok talajból történő eltávolítására számos technológia létezik, amelyek közül a növényekkel való kármentesítés egyike a vizsgálataink alapjául szolgáló fitoextrakció. Az eljárás következtében a barnamezős területeken, nagy tömegben szennyezett biomassza keletkezik, melynek energetikai hasznosításakor (eltüzelés) kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy a szilárd és gáznemű égéstermékkel (füstgáz, szállópor) ne okozunk levegőszennyezést, illetve a szilárd égési maradék (hamu) deponálása ne jelentse újabb talajszennyezést. Tanszékünkön egy évtizede folynak kutatások a különféle biomasszák tüzelhetőségi feltételeinek feltárására [7], amelyek egy új területe a szennyezett biomasszák energetikai hasznosíthatóságának vizsgálata. Kutatásainkat Gyöngyösorszi térségében ólom- és cinkércet kitermelő bányaterületen végeztük, ahol a bányászati tevékenység 1986-ban megszűnt, a bánya bezárásra került. A terület szennyezettségének vizsgálatára, és növények bioakkumulációjára több kutatás [8-11] is irányult az elmúlt évek során. A terület fő szennyezői a kadmium, a réz, az ólom és a cink. A területre jellemző növényvilág (30 faj) közül három fajta – közönséges nyír (*Betula pendula*), erdei fenyő (*Pinus sylvestris*), fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) – fászfű növény vizsgálati eredményeit mutatjuk be. Kutatásaink egyik célja olyan növényfajták kiválasztása, melyek akkumuláló képességüknek köszönhetően eredményesen hozzájárulnak a talaj nehézfém terheltségének csökkentéséhez. A másik cél, meghatározni azokat a feltételeket, amelyek mellett a szennyezett területről származó biomassza energetikai hasznosítása (tüzelése) a környezetszennyezés minimalizálásával, környezetbarát módon történik.

Elméleti háttér

A talajszennyezés jellege és mértéke alapján meghatározható az adott területre leginkább alkalmas kármentesítési technológia. A nehézfémekkel szennyezett területek kármentesítésére az egyik legelterjedtebb módszer a fitoremediáció, mely során a szerves vagy szervesetlen szennyezések eltávolítása, átalakítása, megkötése a növények segítségével történik. Fitoremediációs eljárások közé tartozik a fitoextrakció, a fitostabilizáció, a fitodegradáció és a rizofiltráció, me-

lyekre a szakirodalomban is számos nemzetközi, megvalósult példa található [12]. A fitoremediáció egyik gyakran alkalmazott módszere a fitoextrakció, mely során a szennyező anyagokat akkumulálni képes növények a talajra, vízre különösen káros nehézfémeket (ólom, kadmium, cink) eltávolítják a talajból [13]. Számos elsősorban, a légyszárú növények bioakkumulációját elemző tanulmány [8, 9, 11, 14-17] foglalkozik azzal, hogy a növényi részekben milyen arányban halmozódnak fel a nehézfémek. A biokoncentrációs faktor (K_{bi}) megadja, hogy a bioakkumulációra képes élőlény a vele érintkező környezetben lévő elem vagy vegyület koncentrációját hányszorosára növeli meg saját szervezetében. Nagyságát az egyensúlyi állapotban mérhető: $C_{\text{élőlény}}/C_{\text{környezet}}$ hányados adja meg, ahol $C_{\text{élőlény}}$ a növényben felhalmozódott nehézfémek mennyisége [mg/kg], $C_{\text{környezet}}$ pedig a talajban felhalmozódott nehézfémek mennyisége [mg/kg]. Az akkumulációs folyamat következtében szennyezetté vált biomassza eltüzelése csak ellenőrzött körülmények között, és előzetes vizsgálatok után lehetséges. A biomassza égetés számos fizikai és kémiai folyamat bonyolult összessége. Az égetés legmeghatározóbb paraméterei a tüzelőanyag tulajdonságai, és a tüzelési technológia [18, 19]. Számos tanulmány foglalkozik a szennyezett- és szennyezés mentes biomasszák tüzelésekor keletkező égési maradékok vizsgálatával. [20-24]. Különböző biomassza tüzelési technikák esetén vizsgálták azt is, hogy milyen mennyiségben és frakciókban jelennek meg ezek az elemek a keletkező hamuban, szállóporban, és adott esetben a tüzelési rendszer részét képező porleválasztó berendezésekben [17, 18, 25-27, 28] és hogy a keletkező égési maradékból hogyan távolíthatók el a nehézfémek [28]. Fontos, tisztázandó kérdés tehát, hogy a barnamezős területekről származó fászfű növények elégetésekor a tüzelőanyagot szennyező nehézfémek milyen arányban oszlanak meg a különböző szilárd égési maradékokban.

Laboratóriumi mérések és tüzelési kísérlet

A vizsgálati módszer kidolgozásakor arra törekedtünk, hogy a szennyezett talaj, a rajta felnövekedett biomassza és az azok eltüzelésekor keletkező szilárd égéstermék összetételén keresztül nyomon kövessük a nehézfém-tartalom alakulását. Ezért először a talaj, majd a háromféle fászfű növény, végül a hamu és szállópor vizsgálatát végeztük el.

Láng-atomabszorpciós spektrometria

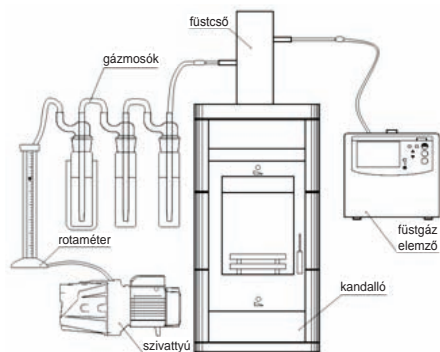
A barnamezős terület talajának és a három fajfajú nehézfém komponenseinek meghatározása láng-atomabszorpciós spektrometriával történt. Az alapanyagok teflon bombában, tömény salétromsavban történő elroncsolása, majd a lehűlt oldat mérőlombikban 50 cm³-re való feltöltése után a vizsgálatot Pye Unicam PU 9100-as készüléken végeztük sztöchiometrikus, illetve acetilénben enyhén gazdag levegő-acetilén lángban. A készülék kalibrációja mátrix-illesztett, multieleemes hiteles anyagmintaoldat-sorozattal történt.

Hamutartalom meghatározása

A méréseket az BS EN 14775:2009 szabvány előírásai szerint végeztük. A mérés elve, hogy a mintát zárt térben áramoltatott levegőben, előírt sebességgel 815 ± 10 °C hőmérsékletre hevítjük és ezen a hőmérsékleten tömegállandóságig tartjuk. A minta hamutartalmát az égés utáni maradék tömegéből számítjuk. A fászfű tüzelőanyagra három párhuzamos vizsgálatot végeztünk.

Az égetési kísérlet

A szennyezett biomassza energetikai célú felhasználásának legegyszerűbb módja lehetne, ha abból a kitermelés után hasábfát készítünk és azt a legközelebbi településen háztartási vagy ipari tüzelőberendezésben elégetjük. Annak tisztázására, hogy háztartási tüzelőberendezésben felhasználható-e – a nehézfémekkel szennyezett barnamezőről származó biomassza –, égetési kísérleteket végeztünk. A mérésekhez egy 7 kW-os, zárt égési terű kandallót használtunk. A mérőkör felépítését az 1. ábra mutatja. A kandallóból kilépő, egyenes füstgázvezető csövön két mérőhelyet alakítottunk ki. Az egyiket a szilárd légszennyezők meghatározásához szükséges mintavétel, a másikon a füstgáz összetételének mérésére szolgáló mintavétel történt.



1. ábra. A mérőkör vázlatja

A valóságos égési folyamatot modellezve úgy irányítottuk a mintavételt, hogy a tüzelés során legyen adagolási szakasz is, tehát a mintavételek ún. „kormozó” szakaszt is tartalmaznak. Magyarországon a háztartási tüzelőberendezésekre vonatkozóan nincsenek kibocsátási határértékek meghatározva, ami azonban a környezetvédelmi törekvések tükrében bizonyosan változni fog. Mivel nincs ellenőrzés, ezért megkérdőjelezhető, hogy szabad-e a nehézfémekkel szennyezett biomasszát lakossági tüzelőberendezésben, ellenőrzés nélkül eltüzelni. Célunk az volt, hogy olyan tüzelési technológiát alkalmazzunk, amelyek egy kontrollálatlan lakossági felhasználást legjobban jellemeznek.

Az égetéskor keletkező hamu vizsgálata

A tüzelőberendezés tüztérében maradó hamuból származó mintákat laboratóriumi vizsgálatoknak vetettük alá. Elsősorban arra kerestük a választ, hogy milyen módon deponálható. A hamu elhelyezésére, annak nehézfém-tartalmának függvényében törvényi előírások, rendeletek [29-31] vonatkoznak. A veszélyességük abban áll, hogy a deponálás után, környezeti körülmények között belőlük a veszélyes anyagok kioldódnak. A nagy mennyiségben, kazánban történő eltüzelés során keletkező égési maradék (salak, hamu) elhelyezésének lehetőségeit meghatározzák azok kioldódási tulajdonságai, ezért erre vonatkozóan kémiai vizsgálatokat végeztünk. A komponensek kioldódási hányadának, mértékének meghatározása a minták és a kivonószerek (desztillált víz, 1 mol/l pH=4,5 ammóniumacetát, salétromsav 2 mol/l) 1:10 (S/L arány) tömegarányú keverékének rázatása, majd a nem oldódott anyag szűréssel való eltávolítása után történt, láng-atomabszorpciós spektrometriával. A méréseket egy Pye Unicam PU 9100-as készüléken végeztük. A valós környezeti veszély értékelésekor a vizes kioldás eredményeit célszerű elsősorban figyelni, ugyanakkor a hulladéklerakói környezetet az ammóniumacetátos (Lakanen-Ervio-féle feltárás) modellezi a legjobban. A salétromsavas feltárás olyan erélyességű extrakciót jelent, amely a környezetben nem fordul elő, de a hamu teljes nehézfém-tartalma ezzel a vizsgálattal jellemezhető.

Eredmények

Eredményeinket mérésenként csoportosítva adjuk közre. A talaj és alapanyagok összetételének vizsgálati eredményei után kiszámítjuk a bioakkumulációs fak-

tort. Az égetési kísérlet során rögzített elemzési eredményeket a hamu összetételének és kioldódási tulajdonságainak számszerű eredményei követik.

A talaj és a biomasszák összetétele

A talaj nehézfém-tartalmának vizsgálati eredményeit az 2. táblázat tartalmazza. A fitoremediációs folyamat következtében a talaj nehézfém-szennyezőinek egy része a növényi részekben halmozódik fel. A fászszerű biomasszák nehézfém-tartalmát a 3. táblázat tartalmazza.

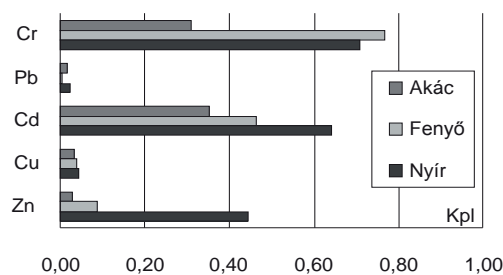
2. táblázat. A talajminták elemkoncentrációi a vizsgált nehézfémekre (mg/kg)

	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr
Nyír	494,70	222,70	8,41	1651,00	87,12
Fenyő	640,30	275,30	10,43	3542,00	93,85
Akác	2599,00	326,60	20,28	751,50	101,40

3. táblázat. A fa minták elemkoncentrációi a vizsgált nehézfémekre (mg/kg)

	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr	Összesen
Nyír	396	10,9	14,9	42,7	213	678
Fenyő	61,2	10,9	8,9	10	310	401
Akác	76,8	11	11	12	45,9	157

A vizsgált fászszerű növények biokoncentrációs faktorát (nehézfém-akkumulációját) szemlélteti elemenként az 2. ábra. Az összehasonlítást annak figyelembevételével végezhettük el, hogy a vizsgált fák mindegyike 8 éves volt, tehát minden fajta egyforma ideig akkumulálta a nehézfémeket a talajból.



2. ábra. A fajták nehézfém biokoncentrációs faktora

Az adatok összesítése után a 2. ábra alapján, megállapítható, hogy a nyír, és fenyőfa szennyező-akkumulációja a legnagyobb. A króm, a kadmium és a cink tekintetében például a nyírfa-akkumulációs képessége kiugró értékeket mutat. A növények által felhalmozott nehézfémek az eltüzelés során az égési maradékokban és az égéstermékekben dúsulnak fel. A nehézfém-koncentrációk meghatározásához feltétlenül ismernünk kell a fa minták hamutartalmát, amit a 4. táblázatban foglalunk össze.

4. táblázat. A minták hamutartalma nedves mintára vonatkoztatva, % m/m

	Nyír	Fenyő	Akác
Nedvességtartalom	9,87	9,56	9,27
Hamutartalom	0,70	0,68	1,84

A hamu nehézfém-tartalma a vizsgált elemekre

Környezeti veszély értékelésekor a környezetben előforduló körülményeknek megfelelő extrakciót kell figyelembe venni, de a hamu minták teljes nehézfém-tartalmára a HNO₃ feltárással elvégzett kioldódási vizsgálat eredményeiből lehet következtetni.

5. táblázat. A hamuminták elemkoncentrációja a vizsgált nehézfémekre (HNO₃ feltárással), mg/kg hamu

	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr	Összesen
Nyír	10 339	164	11	24	51	10 589
Fenyő	275	27	7	23	30	362
Akác	239	47	5	20	51	362

A vizsgált elemek összességét tekintve a nehézfémek a nyírfa hamujában dúsultak fel legnagyobb mértékben. A Zn tartalom nagyságrendekkel nagyobb értékét többszöri méréssel is ellenőriztük.

A keletkezett égési maradék, a hamu veszélyessége és deponálási lehetőségei

A hamu nehézfém kioldódásának összehasonlítása a talaj- és vízvédelmi határértékekkel

A talajvédelmi határértékek az „összes” kioldható fémtartalomra vonatkoznak mg/kg (szárazanyag) mértékegységben. A határértékeket a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet [29] határozza meg. Az eredmények kiértékelését a vonatkozó határértékek (6. táblázat) és a legerélyesebb feltárással (salétromsav) elvégzett hamu kioldódási eredmények (5. táblázat) összevetésével végeztük el.

6. táblázat. Talajvédelmi határértékek a nehézfém elemekre, mg/kg (szárazanyag)

„B” szenny. határérték	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr
	200	75	1	100	75

Az 5. táblázatban aláhúzással kiemelt kioldódási értékek a 6. táblázatban jelölt „B” szennyezettségi határértéket átlélik. A táblázatok alapján megállapítható, hogy a vizsgált hamu minták mindegyike legalább két vizsgált nehézfémre vonatkozóan túllépi a talajra érvényes „B” szennyezettségi határértékeket, így az eltüzelte fásszárú növények szilárd égési maradéka nem deponálható talajra.

A faminták égetésekor keletkező hamu vízvédelmi veszélyességét a hamukioldódási eredmények (9. táblázat) határozzák meg. Az eredményeket a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendeletbe [31] foglalt határértékek (7. táblázat) alapján értékeljük.

7. táblázat. Vízvédelmi határértékek, a hamu tömegére vonatkoztatva, mg/l

	V1	V2	V3	V4	V5
Zn	2	1	1	0,2	5
Cu	0,5	0,5	0,5	0,2	2
Cd	0,1	0,005	0,005	0,005	0,05
Pb	0,5	0,05	0,05	0,01	0,2
Cr	0,5	0,2	0,2	0,05	0,5

Vízvédelmi határértékek definiálása:

- V1 – más szennyvizekkel való elkeveredés előtti állapotra vonatkozik;
- V2 – A Balaton és vízgyűjtő területének közvetlen befogadóira;
- V3 – egyéb védett területek befogadóira;
- V4 – időszakos vízfolyások befogadóira;
- V5 – Általános védeltségi kategóriába sorolható területekre nézve.

9. táblázat. A minták hamujának desztillált vizes kioldódási eredményei, mg/l

	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr
Nyír	8,84	0,22	0,27	0,72	3,26
Fenyő	0,97	0,16	0,17	0,58	0,76
Akác	1	0,11	0,13	0,64	0,89

A 9. táblázatban közölt kioldódási eredményeknek a vízvédelmi határértékekkel (7. táblázat) való összevetéséből megállapítható, hogy a Cd, az Pb és a Cr (nyírfa esetén a Zn is) szennyezők kioldódása miatt a minták mindegyike veszélyes vízvédelmi szempontból, az égetés során keletkező hamu deponálása még az általános védeltségi kategóriába (V5) sorolható területekre sem történhet meg.

A hamu elhelyezése hulladéklerakóba

A 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet [30] 2. melléklete meghatározza, hogy a különböző hulladéklerakó kategóriákra milyen átvételi határkoncentrációk vonatkoznak. A határértékek (10. táblázat) $L/S=10 \text{ l kg}^{-1}$, desztillált vizes kioldódási

vizsgálatra vonatkoznak, amelynek eredményeit a vizsgált hamu minták esetében a 11. táblázat tartalmazza.

10. táblázat. 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendeletben meghatározott átvételi határkoncentrációk, mg/kg (szárazanyag)

	„A” tip. inert	„B1b” tip.	„C” tip.
Zn	50	50	200
Cu	2	50	100
Cd	0,04	1	5
Pb	0,5	10	50
Cr	0,5	10	70

11. táblázat. A minták hamujának desztillált vizes kioldódási eredményei a hamu tömegére vonatkoztatva, mg/kg_{hamu}

	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr
Nyír	88,40	2,20	2,70	7,20	32,60
Fenyő	9,70	1,60	1,70	5,80	7,60
Akác	10,00	1,10	1,30	6,40	8,90

A kiemelt kioldódási értékek a 10. táblázatban jelölt átvételi határértékek alapján nem felelnek meg sem az „A” típusú, sem a „B1b” típusú hulladéklerakóban való deponálási feltételeknek sem.

Kioldódási viszonyszámok meghatározása

A valós környezeti veszély értékelésekor elsősorban a desztillált vizes kioldódási tulajdonságokat használjuk, ezért számításainkhoz is ezeket az eredményeket alkalmazzuk. Kioldódási viszonyszám a vizsgált biomassza (fa) nehézfém tartalmára vonatkoztatva számított – a hamuból desztillált vizes oldószerrel kioldható – nehézfémek arányát értjük:

$$Y_m = (h \cdot \alpha_m) / (\epsilon_m) \cdot 100 [\%], \text{ ahol } (1)$$

h – a vizsgált fa hamutartalma, $\text{kg}_{\text{hamu}} \text{ kg}^{-1}_{\text{tüzelőanyag}}$ (4. táblázat)

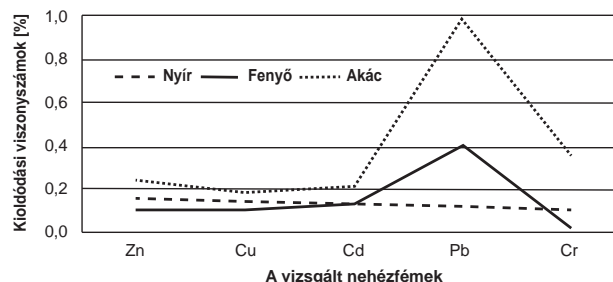
α_m – az égetéskor keletkező hamu desztillált vizes oldószerrel való nehézfém elemenkénti kioldódásának mértéke, $\text{kg}_{\text{nehézfém}} \text{ kg}^{-1}_{\text{hamu}}$ (11. táblázat)

ϵ_m – a vizsgált fa nehézfém tartalma elemenként, $\text{mg}_{\text{nehézfém}} \text{ kg}^{-1}_{\text{tüzelőanyag}}$ (3. táblázat)

A kioldódási viszonyszámok meghatározására azért van szükség, mert a desztillált vizes kioldódási tulajdonságok nem veszik figyelembe az alapanyag nehézfém tartalmát és azt, hogy az égetés során a biomasszákból mennyi hamu keletkezik. A kioldódási viszonyszámot elemenként számítjuk, de értelmezhető a minta teljes nehézfém tartalmára is. A nehézfémeként számított kioldódási viszonyszámot (γ) a fenti összefüggéssel számítjuk és az eredményeket a 12. táblázatban foglaltuk össze.

12. táblázat. A vizsgált minták kioldódási viszonyszámai szennyezőnként [%]

	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr
Nyír	0,156	0,141	0,127	0,118	0,107
Fenyő	0,108	0,100	0,130	0,395	0,017
Akác	0,240	0,184	0,218	0,982	0,357



3. ábra. A vizsgált nehézfémekre számított kioldódási viszonyszámok alakulása

A 3. ábrán látható, hogy a legtöbb nehézfém az akácfa hamujából oldódik ki az alapanyag nehézfém-tartalmára vonatkoztatva. Minden vizsgált szennyezőre vonatkozóan a kioldódási viszonyszám az akácfa mintánál a legnagyobb. A pontok szemléltetés céljából való összekötéséből megállapítható, hogy a nehézfémek kioldódása azonos jelleget mutat a fenyő és az akác esetében. Ahhoz, hogy a nehézfémek kioldódási tulajdonságainak kapcsolatát vizsgáljuk az alapanyag tulajdonságaival, a nehézfémekénti kioldódási viszonyszámok korrelációs analízisét végeztük el. A 13. táblázatban összefoglalt számítási eredmények alapján megállapítható, hogy a nehézfémeket vizsgálva a króm, a kadmium és a réz kioldódási viszonyszámai között a fajtákban szorosabb korreláció van. Szintén magasnak mondható a korreláció az ólom, és a kadmium között. Ez azt jelenti, hogy ezek a nehézfémek - az alapanyag nehézfém-tartalmától és fajtájától függetlenül - közel azonosan viselkednek az eltüzelés során keletkező hamu esővíz hatására történő kioldódásakor.

13. táblázat. Korreláció a nehézfémekénti kioldódási viszonyszámok között

	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr
Zn	1,000	-0,161	0,406	0,640	0,094
Cu		1,000	0,772	0,333	0,755
Cd			1,000	0,823	0,727
Pb				1,000	0,628
Cr					1,000

Összefoglalás

A kutatómunka eredményeiből arra a következtetésre jutottunk, hogy a nehézfémekkel szennyezett területekről, barnamezőkről származó biomasszák tüzeléséhez kiválasztott tüzelőberendezésnek rendelkeznie kell olyan technológiai megoldással, amely lehetővé teszi a szilárd égési maradványok veszélyes hulladékként történő kezelését. Ennek oka az, hogy az eltüzelte fászszerű növények szilárd égési maradványa semmiképpen sem deponálható szabadon talajra, mind talaj-, mind vízvédelmi szempontból veszélyesnek tekinthető a vonatkozó rendeletek előírásai alapján. Az égési maradványok nehézfém-tartalma miatt tehát lakossági felhasználásra nem alkalmasak az ilyen területekről származó biomasszák, azok égetését minden esetben kontrollált körülmények között kell végezni, ahonnan az égési maradványok a kijelölt veszélyes hulladéklerakóba szállíthatók. A korrelációs vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy egyes nehézfém-csoportok (Cr, Cd, Cu), illetve (Pb, Cd) – az alapanyag nehézfém-tartalmától és fajtájától függetlenül – közel azonosan viselkednek az eltüzelés során keletkező hamu esővíz hatására történő kioldódásakor. A többi elemre ugyanez a megállapítás nem tehető. Figyelembe véve a vizsgált fák hamutartalmát és az akkumulált nehézfém-tartalmát megállapítható, hogy az égési maradvány deponálása szempontjából döntő vizes kioldódás alapján a fenyőfa a legkedvezőbb. A nehézfémekkel szennyezett barnamezős területekről energetikai hasznosítás céljából kitermelt biomassza eltüzelése előtt a fa nehézfém-tartalmát és hamutartalmát, majd a tüzelésből származó hamu kioldódási tulajdonságait meg kell határozni. Csak ennek ismeretében lehet a deponálás helyét és módját kijelölni.

Közönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium: Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, a 2020-ig terjedő megújuló energiahordozó felhasználás alakulásáról, http://www.kormany.hu/download/2/88/20000/ncest_20110106_v%3c3%a9gleg_es_201103.pdf
- [2] Yong, R.N., A.M.O. Mohamed and B.P.Warkentin: Principles of Contaminant Transport in Soils, Elsevier, Amsterdam, 1992.

- [3] Kovács B.: A szennyezőanyagok terjedése; A modellezés elmélete és gyakorlata. pp. 1-270. in: Szabó I. – Kovács B. Hulladékélethelyezés IV. Ipar a Környezetért Alapítvány, 1995.
- [4] Manahan, S.E.: Environmental Chemistry, Lewis Publ. Inc., Chelsea, Michigan 1991.
- [5] Filep Gy.: Talajkémia, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1988.
- [6] Filep Gy.–Kovács B.–Madarász T.–Lakatos J.–Szabó I.: Szennyezett területek kármentesítése Miskolci Egyetemi Kiadó, pp. 410-475., 2002
- [7] K. Szemmelveisz, I. Szűcs, Á.B. Palotás, L. Winkler, E.G. Eddings: Examination of the combustion conditions of herbaceous biomass, Fuel Processing Technology, 90 (2009) 839–847, I.F.: 2,321
- [8] Tury R., Szakál P., Szegedi L.: A tavaszi árpa (*Hordeum vulgare*) növekedése és nehézfémakkumulációja a gyöngyöroszi bányameddőn különböző kezelések hatására, 2008, in: <http://www.talaj.hu/vgy2008/2-20vgy2008.pdf> (20.07.2011)
- [9] Anton A., Murányi A.: Hatékony fitoremediáció, MOKKA Konferencia, Budapest, 15. 06. 2007., in: http://enfo.hu/mokka/conference/Hungarian_Presentations/Anton_Muranyi_ppt.pdf (20.07.2011)
- [10] J. Földessy, J. Böhm, C. Fredriksson, V. Máda, J. Banik: Closure of the Gyöngyöroszi base metal mine, Hungary – preliminary technical – geochemical assessment, in: <http://fold1.fitt.uni-miskolc.hu/~foldfj/toka.pdf>, (20.07.2011)
- [11] J. Tamás, A. Kovács: Vegetation pattern and heavy metal accumulation at a mine tailing at Gyöngyöroszi, Hungary, Zeitschrift für Naturforschung Teil C Biochemie Biophysik Biologie Virologie, Volume: 60, Issue: 3-4, 2005, pp. 362-367.
- [12] FRTR Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide http://www.ftrr.gov/matrix2/top_page.html
- [13] Muhammad Nazmin Bin Yaapar, Intan nNdirah Binti Masri, Nuradliza Binti Baharom, Yeow Jiing Shyi, Hanafi B Mohd Ali, Biology-Online.org, Article published on 23 June 2008. in <http://www.biology-online.org/articles/phytoextraction.html> (20.07.2011)
- [14] Baróti I.: Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó Kft., 2002, ISBN 9632860098
- [15] Mary B. Ogundiran* and Oladele Osibanjo: Heavy metal concentrations in soils and accumulation in plants growing in a deserted slag dumpsite in Nigeria, African Journal of Biotechnology Vol. 7 (17), 3 September, 2008, pp. 3053-3060
- [16] Tariq Mahmood, K.R. Islam, S. Muhammad: toxic effects of heavy metals on early growth and tolerance of cereal crops, Pakistan. Journal of Botany, Volume 39(2), 2007, pp. 451-462
- [17] Ingwald Oberberger, Thomas Brunner and Georg Bärthaler: Chemical properties of solid biofuels—significance and impact, Biomass and Bioenergy, Volume 30, Issue 11, November 2006, pp. 973-982
- [18] Sjaak Van Loo, Jaap Koppejan: The handbook of biomass combustion and co-firing, Published by Earthscan in UK and USA in 2008, ISBN: 978-1-84971-104-3
- [19] B.M Jenkins, L.L Baxter, T.R Miles Jr., T.R Miles: Combustion properties of biomass, Fuel Processing Technology, Volume 54, Issues 1-3, March 1998, Pages 17-46
- [20] Changkook Ryua, Yao Bin Yanga, Corresponding Author Contact Information, E-mail The Corresponding Author, Adela Khora, Nicola E Yatesb, Vida N Shariffa and Jim Swithenbanka: Effect of fuel properties on biomass combustion: Part I. Experiments—fuel type, equivalence ratio and particle size Fuel, Volume 85, Issues 7-8, May 2006, pp. 1039-1046
- [21] Bernd R. T. Simoneit, W. F. Rogge, M. A. Mazurek, L. J. Standley, L. M. Hildemann, G. R. Cass: Lignin pyrolysis products, lignans, and resin acids as specific tracers of plant classes in emissions from biomass combustion, Environmental Science & Technology, 1993, Volume: 27, Issue: 12, pp. 2533-2541
- [22] H. K. Hansen, A. J. Pedersen, L. M. Ottosen, A. Villumsen: Speciation and mobility of cadmium in straw and wood combustion fly ash, Chemosphere, Volume 45, Issue 1, October 2001, Pages 123-128,
- [23] Tuomas Valmari, Esko I. Kauppinen, Juha Kurkela, Jorma K. Jokiniemi, George Sfiris, Hannu Revitzer: Fly ash formation and deposition during fluidized bed combustion of willow, Journal of Aerosol Science, Volume 29, Issue 4, 1 April 1998, Pages 445-459
- [24] A. Demirbas: Combustion characteristics of different biomass fuels, Progress in Energy and Combustion Science, Volume 30, Issue 2, 2004, Pages 219-230
- [25] Ingwald Oberberger, Friedrich Biedermann, Walter Widmann and Rudolf Riedl: Concentrations of Inorganic Elements in Biomass Fuels and Recovery in the Different Ash Fractions, Biomass and Bioenergy Vol. 12, No. 3, 1997, pp. 211-224
- [26] Aerosols from Biomass Combustion, International Seminar at 27 June 2001 in Zurich (Switzerland), Editor: Thomas Nussbaumer, ISBN 3-908705-00-2
- [27] T. Lind, T. Valmari, E. I. Kauppinen, G. Sfiris, K. Nilsson and W. Maenhaut: Volatilization of the Heavy Metals during Circulating Fluidized Bed Combustion of Forest Residue, Environmental Science & Technology, 1999, 33 (3), pp. 496-502
- [28] A. J. Pedersen: Characterization and electro-dialytic treatment of wood combustion fly ash for the removal of cadmium, Biomass and Bioenergy 25 (2003), pp. 447 – 458
- [29] 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet „a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről”, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Egységügyi Minisztérium, Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, 2009, in: http://www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0900006.KVV (20.07.2011)
- [30] 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet „a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről”, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2006, in: http://www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0600020.KVV (20.07.2011)
- [31] 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet „a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól”, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2004, in: http://www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0400028.KVV (20.07.2011)

Az atomenergia jövője Fukushima után

Dr. Aszódi Attila

okl. gépészmérnök, aszodi@reak.bme.hu

Boros Ildikó

mérnök-fizikus, boris@reak.bme.hu

A japán Fukushima Dai-icsi atomerőmű 2011. márciusi balesete az iparág legkomolyabb eseménye volt a csernobili baleset óta. Létezik-e biztonságos atomenergia? Van-e jövője a nukleáris iparnak? A szerzők a baleset okait és következményeit próbálják elemezni.

*

The accident of the Japanese Fukushima Daiichi power plant in 2011 was the most severe event of the nuclear industry since Chernobyl. Does really a safe nuclear energy exist? What is the future of the nuclear industry after the accident? The authors investigate the causes and the consequences of the accident.

A Csernobil utáni két évtizedben az amerikai és az európai kontinensen is lassult az atomenergetika fejlődésének üteme a 70-es és 80-as évekhez viszonyítva. Ázsiában, ezen belül is Japánban, Dél-Koreában, Indiában és Kínában azonban töretlen fejlődést mutatott az atomenergia. A kétezres évek közepén, két évtizeddel a csernobili baleset után lassú fordulat következett be, és a fejlett világban, többek közt az európai és az amerikai politikában újra higgadtan lehetett beszélni az atomenergiáról. Ebben szerepet játszott az is, hogy a klímaváltozás elleni küzdelem szükségességét ekkorra értette meg a nagypolitika, és az atomenergia a kezünkben lévő kevés olyan technológiák egyike, amellyel nagy mennyiségben, stabilan tudunk alacsony áron szén-dioxid kibocsátása nélkül villamos energiát termelni.

A 2000-es évek közepétől a fejlett országok sorra jelentették be, hogy újra tervezik atomerőművi kapacitások építését. Finnországban, Franciaországban ténylegesen újblokk építések indultak meg, az USA komoly állami ösztönzőkkel segíti az építeni szándékozó cégeket, többek között az Egyesült Királyság, Oroszország és Magyarország is érdemi gazdasági és politikai lépéseket tett ilyen projektek előkészítésére. Még a törvényben deklaráltan antinukleáris Németország és Olaszország is az atomenergia jövőbeli alkalmazásának revízióját fontolgatta. Ebben a helyzetben történt 2011 márciusában a japán fukusimai atomerőmű balesete, ami a második legsúlyosabb az iparág történetében. Jelen cikk a szerzők [1] alatti írása alapján készült.

A fukusimai baleset

2011. március 11-én Japán keleti partjaitól kb. 130 km távolságban, az óceán alatt egy rendkívüli erejű, sekély fészklű földrengés történt. A Richter-skálán 9-es magnitúdójú föregés a felszabadult energia nagysága szempontjából a világon mért földrengések közül a 4. legnagyobb volt [2]. A földrengés hatására az ország északi részén található atomerőművek automatikusan, biztonságosan leálltak és megkezdődött az egységek lehűtése. Japán északi részén ugyanakkor a villamosenergia-rendszer összeomlott, mert a távvezetékben a földrengés számos súlyos károsodást okozott, továbbá a leálló hő- és atomerőművek kieső kapacitását

más forrásokból nem lehetett pótolni. Az országos villamosenergia-rendszer összeomlása kezdeti eseményként szerepel az atomerőművek méretezési alapjában, azaz ezt a helyzetet az atomerőművek biztonságosan kezelni tudják. A földrengés által okozott vízszintes talajszint gyorsulás ugyan kismértékben meghaladta a japán észak-keleti partvidékén lévő atomerőművek (Onagawa, Fukushima-1, Fukushima-2, Tokai) tervezési alapjában szereplő méretezési biztonsági földrengés vízszintes gyorsulásértékét, de nem tudunk arról, hogy ez érdemi technológiai károsodáshoz vezetett volna.

Az óceán alatt kis mélységben bekövetkező nagy földrengés rendkívüli méretű cunamit váltott ki. A nyílt óceánon 5-6 méter magas hullámok a partvidéken 15-30 méter magasra erősödtek, és az épített infrastruktúrában óriási pusztítást okoztak. A cunami kb. 500 km² területen rombolta le a településeket, sodorta el a házakat, utakat, hidakat, vasutakat. A cunami áldozatainak száma megközelíti a 20 000 főt. Az 1970-es években üzembe lépett, hat atomerőművi blokkot tartalmazó Fukushima-Daiichi telephelyen a mérnöki építményeket maximum 5,7 m magas cunami hullámokra készítették fel, amelyet jelentősen meghaladott a telephelyet 15 m magas hullámokkal elérő tényleges külső behatás. A cunami elpusztította az erőmű hűtővíz-ellátásáért felelős vízkivételi művet, valamint az árhullám behatolt a turbinacsarnokokba, egyéb épületekbe, és működésképtelenné tette a villamos berendezéseket, ezen belül is az üzemzavari dízelgenerátorokat.

Az atomreaktorokat a láncreakció leállítását követően is feltétlenül hűteni kell, mert a nukleáris üzemanyagban felhalmozódott hasadási termékek radioaktív bomlása annyi hőt termel, hogy aktív hűtés nélkül az üzemanyag kazetták néhány óra elteltével megolvadnak. Ezért létfontosságú az energetikai reaktoroknál a leállítás után a hűtővíz-ellátás és megfelelő üzemzavari áramellátás biztosítása. Ha az atomerőmű külső villamos-hálózati feszültség nélkül marad, az áramellátás vészhelyzeti aggregátokról (tipikusan dízelgenerátorokról) biztosítható. A cunami azonban a Fukushima-1 atomerőműnél mind a hűtővíz-ellátást (az ún. végső hőnyelő elérését), mind pedig a dízelgenerátorokat tönkretette, így egy rendkívül súlyos, tervezési alapon túli állapot alakult ki, amelynek során megolvadt az 1., 2. és 3. reaktorban lévő üzemanyag, valamint sérülés érte az 1., 2., 3. és 4. blokki pihentető medencét. A súlyos baleseti folyamatok több száz kilogramm hidrogén keletkezéséhez vezettek. A reaktorok hermetikus védőépületének megóvása érdekében az operátorok a hidrogén-gőz keverék környezetbe történő lefúvatása mellett döntöttek, amely során – eddig nem ismert okokból – a hidrogén az 1. és 3. blokki reaktorépületekben felrobbant. A 3. blokki hidrogén egy része a közös szellőzőrendszeri vezetékeken keresztül átáramlott a 4. blokk épületébe is, ahol később szintén felrobbant. Összesen 4 reaktorépület súlyosan károsodott. A robbanások fokozták a környezetbe kikerülő radioaktív anyagok mennyiségét, és nagyon komplikálttá tették a helyzet hosszú távú kezelését. A hidrogénrobbanások felhívják rá a figyelmet, hogy a Fukusimában és más reaktorokon is használt hidrogénkezelési stratégia – a hermetikus védőépület inert gázzal, nitrogénnel való feltöltése – nem megfelelő. Megfelelőbbnek tűnik

a többek között Pakson is alkalmazott eljárás, ahol passzív autokatalitikus rekombinátorokat helyeznek el a hermetikus tér kiválasztott pontjain, melyek a hidrogén oxigén jelenlétében visszaalakítják vízgőzzé, még mielőtt robbanásveszélyes hidrogén-koncentráció jöhetne létre.

A robbanások következtében létrejött légnemű kibocsátások között a nemesgázok, illékony hasadási termékek (főként jód, cézium) a fő komponensek. A sérült szerkezeteken keresztül közvetlenül a tengerbe is történt jelentős mennyiségű folyékony kibocsátás. A telephelyen igen magas dózisteljesítmények alakultak ki. Az elhárításon dolgozók megengedett dóziskorlátját ideiglenesen 100-ról 250 mSv-re emelték, ezt a korlátot 2011 végéig – kis mértékben – hat munkás lépte túl.

A környező lakosság kitelepítése 3 km-es körzetben már a cunamit követően, március 11-én megkezdődött, ezt másnap 20 km-re emelték, és később a mért dózisviszonyok alapján további településeket csatoltak az erőműtől északnyugati irányban. A kitelepítésen túl további korlátozásokat is be kellett vezetni: egyes helyeken a csapvíz illetve a friss zöldség fogyasztását tiltották meg egy időre. A közvetlen légköri és tengeri kibocsátások mostanra a reaktorok zártkörös hűtésének megvalósításával jelentősen lecsökkentek, a korlátozások teljes feloldásához azonban a szennyezett lakott területeket meg kell tisztítani.

A kibocsátott radioaktivitás össz mennyisége alapján a japán nukleáris hatóság április 12-én a hétfokozatú Nemzetközi Nukleáris Eseményskála (INES) legmagasabb, hetes szintjére sorolta be a fukusimai balesetet. Ezt a besorolást korábban csak a csernobili baleset kapta meg. Az azonos INES-7-es kategória ellenére sok eltérés van a csernobili és a fukusimai baleset között. Az 1986-os csernobili baleset közvetlen oka a reaktor rossz reaktorfizikai tervezése volt, amit csak rontottak az erőmű bizonyos műszaki megoldásai, egy kiterjedt hermetikus védőépület (konténment) teljes hiánya, illetve a balesetelhárítási terv hiánya. Fukushima esetében egy extrém méretű külső természeti esemény okozta a balesetet, amelynek lezajlását nem megfelelő tervezésű műszaki eszközök (pl. a lefűtás során hibásan működő szellőzőrendszer) súlyosbították.

Az ukrainai baleset következményeként kb. 50 haláleset írható közvetlenül az elhárítás során elszenvedett rendkívül magas (tipikusan 4000 mSv-nél nagyobb) többlet dózis számlájára, emellett kb. 6000-8000 többlet rákos megbetegedés várható statisztikai alapon becslülve az orosz, fehérorosz, ukrán területen érintett lakosság körében.

Fukushima egészségügyi hatásai várhatóan jóval korlátozottabbak lesznek: jelen ismereteink alapján a lakosság egészségügyi károsodása nem várható a baleset következtében. Ennek oka a japán hatóságok gyors döntése a kitelepítésről, a kitelepítés hatékony végrehajtása, az élelmiszerek és a csapvíz fogyasztásának szakszerű időleges korlátozása, illetve az a tény, hogy a korábban kidolgozott balesetelhárítási terv alapján dolgozhattak a hatóságok.

A fukusimai baleset okaival, lefolyásával és következményeivel kapcsolatban további információk érhetőek el a [3] alatti weblapon.

A baleset értékelése a nukleáris biztonság szemszögéből

Az atomerőműveket villamos energia előállítására céljából építik. A használati funkcióknál kívül az atomerőműnek azonban biztonsági funkciókat is el kell látnia. Az atomerőmű tervezése, építése és üzemeltetése során alapvető cél, hogy a környezet és a lakosság elfogadhatatlan többlet sugárterhelését elkerüljük, ezért az erőmű rendszereinek három alapvető biztonsági funkciót kell ellátniuk:

- 1) a reaktort le kell tudni állítani és leállított állapotban kell tudni tartani (röviden: reaktor lezárása);
- 2) a reaktorban megtermelődő hőenergiát mind normál üzemen,

mind pedig üzemzavarok során és leállított állapotban el kell tudni szállítani (üzemanyag hűtése);

- 3) meg kell tudni akadályozni, hogy az erőműből a radioaktív anyagok kijussanak a környezetbe (radioaktivitás bentartása).

A biztonsági funkciók akkor teljesíthetők, ha az atomerőművet a normál üzemen túl a reálisan elképzelhető eseményekre, üzemzavarokra is méretezzük, vagyis felkészítjük az elképzelhető rendkívüli események és üzemzavarok lekezelésére. A magyar és nemzetközi szabályozás előírja, hogy minden olyan kezdeti eseményt, amely százévente vagy ennél gyakrabban bekövetkezhet az erőmű üzemideje során, várható üzemi eseményként kell kezelni, és a szabályozórendszereket, valamint a személyzetet úgy kell felkészíteni, hogy az összes ilyen eseményből származó problémát el lehessen hárítani anélkül, hogy az erőmű radioaktív kibocsátásai meghaladnák a normál üzemi korlátokat. Várható üzemi események kiinduló eseménye lehet például a turbina kiesése, egyes szelepek, szivattyúk kiesése, meghibásodása, hibás emberi beavatkozás miatti téves működése vagy üzemképtelensége.

A *tervezési üzemzavarok* olyan kezdeti eseményekből kiinduló eseménysorok, amelyek a várható üzemi eseményeknél jóval ritkábban fordulhatnak elő, de esetükben a biztonsági rendszerek működésére, az operátorok hatékony közreműködésére lehet szükség. Bizonyos tervezési üzemzavarok esetén a reaktort körülvevő hermetikus védőépületre (konténmentre) mint mérnöki gátra is szükség lehet a radioaktivitás visszatartásához. Az előírások szerint tervezési üzemzavarként kell figyelembe venni minden olyan – az erőműből induló – *belső eredetű kezdeti eseményt*, amely százezer évente vagy annál gyakrabban előfordulhat (pl. egy fontos hűtőrendszeri cső eltörése, a reaktorzónát hűtővízzel ellátó fő keringető szivattyúk egyidejű kiesése stb.), míg *külső eredetű kezdeti eseményeknél* (tornádó, szélvihar, földrengés, áradás stb.) a tervezési alap részeként kell figyelembe venni a tízezer évente vagy annál gyakrabban bekövetkező eseményeket.

A tízezer évnél ritkábban bekövetkező külső eredetű eseményeket, valamint a százezer évnél ritkábban bekövetkező belső eredetű eseményeket nem vesszük figyelembe a tervezési alapon, mert ezek olyan kis valószínűsűgűek, hogy az atomerőművet nem lehet racionálisan felkészíteni a lekezelésükre. Ezeket tervezési alapon túli baleseteknek nevezzük. A tervezési alapon túli balesetek közül azokat, amelyek a reaktorzóna sérüléséhez vezetnek, és így az erőmű szempontjából végzetesek lehetnek, súlyos baleseteknek nevezzük. A reaktorzóna sérülése, megolvadása még nem jelent feltétlenül jelentős környezeti radioaktív kibocsátást, mint ahogy azt az amerikai TMI-2 atomerőművi blokk 1979-es balesete is bizonyította.

Az atomerőmű működésével járó maradék kockázat csökkentése érdekében a mélységi védelem elve alapján a kis valószínűsűgű tervezési alapon túli balesetek lefolyását is elemzik, és kiegészítő intézkedéseket tesznek annak érdekében, hogy az ilyen extrém kis valószínűsűgű, de nagy radioaktív kibocsátást eredményezhető események környezeti következményeit csökkenteni lehessen. Egy nagy környezeti kibocsátással járó esemény során az utolsó eszköz a lakosság védelmében az ún. balesetelhárítási intézkedési terv (BEIT) alkalmazása, amikor a katasztrófavédelem és a rendőrség bevonásával, előre leírt forgatókönyv szerint, előkészített eszközök segítségével (pl. gyorstájékoztató, elzárkóztatás, kitelepítés stb.) akadályozzák meg, hogy a lakosságot határértéknél nagyobb többletdózis érje.

A fukusimai atomerőmű méretezési alapjában szereplő cunami árhláma maximum 5,7 m magas volt. Ezt az értéket a március 11-i cunami közel háromszorosán haladta meg, így az erőmű létfonosságú rendszerei károsodtak, az atomerőmű blokkjai tervezési alapon túli súlyos baleset-

ti állapotba kerültek, az erőmű biztonsági funkciói is sérültek. Azonban a mélységi védelem elvének helyes alkalmazásával, a balesetelhárítási intézkedési terv eszközeinek segítségével a lakosság és a dolgozók védelmét jól valószínűzték meg a japán szakemberek még úgy is, hogy a földrengés és az extrém nagy cunami következtében az erőmű körüli területeken nagyon mostoha körülmények uralkodtak. A legfontosabb cél, a lakosság egészségének megóvását sikeresen teljesítették.

Ki kell emelnünk, hogy 2011 októberében publikált legújabb információk alapján [4] 2008-ban készült ugyan egy olyan új cunami elemzés, amely 10 méter magas árhullámot meghaladó cunamit is lehetségesnek tartott a telephelyre, ennek az új eredménynek a részletesebb elemzését, és az ebből származó biztonságnövelő intézkedéseket az erőművet üzemeltető TEPCO cég 2011 márciusáig – helytelenül – nem hajtotta végre.

A Fukushima-1 atomerőmű aktuális helyzete, feltételezhető hibák

2011 decemberére sikerült mind a négy sérült reaktor esetében elérni az ún. hideg leállított állapotot, ami azt jelenti, hogy az üzemanyag hőmérsékletét a zártkörös hűtőrendszerekkel stabilan 100 °C alatt tudják tartani. A pihentető medencéknek független hűtőköröket építettek ki. Megkezdődött a jelentős mennyiségű radioaktív víz megtisztítása. Rengeteg törmeléklet takarítottak össze az erőmű udvarán és az épületeken belül, elsősorban távműködtetésű munkagépek segítségével. Helyreállították a létfontosságú rendszerek áramellátását. A blokki épületeket robotok, illetve a műszaki személyzet segítségével bejárták. Az 1. blokk sérült épülete fölé ideiglenes védőépületet készítettek.

A különböző elemzések alapján konszolidált információk tekinthető, hogy az 1. reaktor aktív zónája csaknem teljes egészében megolvadt és a zónaolvadék jelentős része áthatolt a reaktortartály alján. A mintegy 10 m (!) vastag beton alaplemezbe kb. 70 cm mélységben hatolt be az olvadék, így a beton alaplemez épsége nincs veszélyben; nem várható, hogy a zónaolvadék lefelé kijut az épületből. A 2. és 3. reaktor zónája is részlegesen megolvadt, de kisebb mértékben, mint az 1. reaktor esetében.

A baleset alapvető okai között elsődleges a méretezési alapon feltételezettnél jóval nagyobb cunami volt. A méretezési cunami konzervatívabb megválasztásával, illetve a 2008-as új cunami elemzések alapján az erőmű megerősítésével a következményeket jelentősen lehetett volna csökkenteni. Ha a dízelgenerátorokat térben egymástól elválasztva, egyes dízelgépeket magas ponton elhelyezve és léghűtéssel (nem tengervízhűtéssel) ellátva a biztonsági áramellátás a cunami utáni nehéz helyzetben is biztosítható lett volna (mint ahogy az a Fukushima-2, illetve az Onagawa telephelyen meg is valósult).

A hidrogénkezelés hibás koncepción alapult. Megfelelő számú autokatalitikus rekombinátorral a hidrogénrobbanások elkerülhetőek lettek volna. A robbanások elkerülésével a környezeti kibocsátások sok nagyságrenddel kisebbek lettek volna, valamint az atomerőmű balesete kisebb médiafigyelmet kapott volna, és így kisebb politikai turbulenciákat váltott volna ki.

A rekord erősségű földrengés, utóregnései és a 20 000 ember életét követelő, nagy infrastrukturális károkat okozó cunami önmagában is nagy kihívás elé állította a japán államgépezetet. Erre rakódott rá a nukleáris veszélyhelyzet kezelésének feladata, amelyet az események kezdetén az erőművet üzemeltető TEPCO, a kormány és a hatóságok nem tudtak jól menedzselni. A japán rendszer sajátosságai miatt a kormánynak (kormányfőnek, kormányzóvivőnek) gyakran olyan kérdésekben kellett megnyilatkoznia, amit jobb lett volna az üzemeltetőre bízni. A japán ha-

tósági rendszert az országon belülről is számos kritika éri, mivel a japán nukleáris biztonsági hatóság függetlensége nem volt biztosított.

Az utóbbi időben egyébként Magyarországon is lehet hallani olyan politikai érveket, hogy a nukleáris biztonságért felelős hatósági feladatokat ellátó Országos Atomenergia Hivatalt be kellene építeni az energia-ellátásért felelős hivatalba vagy éppen a katasztrófavédelmi szervezetbe. Ez éppen a hatáskörök és a felelőségek szükségszerű szétválasztása miatt óriási hiba lenne, és a nukleáris biztonság csökkenéséhez vezetne. A fukusimai baleset egyik fő tanulsága és következménye világszerte pont a nemzeti nukleáris hatóságok függetlenségének és jogköreinek megerősítése.

A japán kormány által felállított vizsgálóbizottság előzetes jelentése [7] szerint a japán hatóságok közötti kommunikáció többször megszakadt a kritikus időszakban. A kabinet nukleáris válsághelyzeti irányítószerve a kormány épületének 5. emeletén működött, míg a földrengések és katasztrófa-helyzetek kezeléséért felelős tanács ugyanezen épület pincéjében funkcionált. A közeli elhelyezkedés ellenére számos információ csak késlekedés után jutott fel a kormány szintjére.

A bizottság az erőművet üzemeltető TEPCO cég működését is több ponton erősen kritizálja. Az operátorok a [7] jelentés szerint hibás döntést is hoztak az 1. és a 3. reaktor hűtésével kapcsolatban, ami késleltette az alternatív hűtővízellátást, így nem hosszabbította meg a zónasérülésig hátralévő időt. A TEPCO cégnek volt egy balesetkezelési válsággözpontja kb. 5 km-re az atomerőműtől, ez azonban nem működött több okból sem, nem tudta ellátni feladatát: a természeti csapás lerombolta a külső kommunikációs kapcsolatokat; nehézségekbe ütközött az odautazás, valamint az élelemmel és ivóvízzel való ellátás; a balesetkezelési központ szellőzőrendszere nem volt felszerelve radioaktív anyagok kiszűrésére alkalmas szűrőkkel. A TEPCO-n belüli információáramlás hiányosságai miatt is több hibás döntés született.

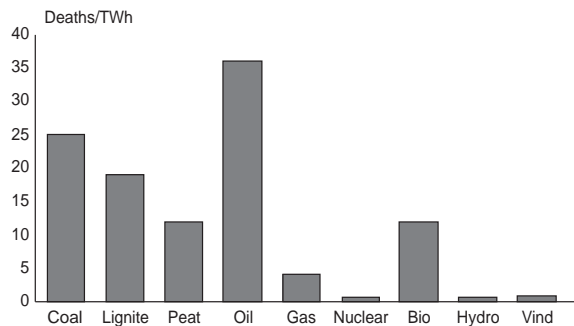
A japán országos sugázmérő rendszer egyes állomásait elmosta a cunami, így a sérült atomerőmű közvetlen közeléről nem voltak mérési adatok, de a távolabbi állomások és a rendszer maga üzemben maradt. Miután az üzemeltető TEPCO helyi balesetkezelési központja működésképtelenné vált, a sugárzási adatokat a nukleáris biztonsági hatóságnak vagy a kormány balesetelhárítási központjának kellett volna továbbadnia a helyi hatóságok részére. Ezt egyetlen kormány szerv sem tette meg, így a lakosság védelmével, kitelepítésével kapcsolatos döntéseket a helyi előljáróknak lokális információk alapján kellett meghozniuk, központi segítség nélkül.

A fent felsoroltakon kívül minden bizonnyal még számos további hiba is történt a cunami által elindított események kezelése során, ugyanakkor a lakosság kimenekítése jó időben megtörtént, számottevő lakossági dózisterhelésről nem tudunk. A mostoha körülmények ellenére az érintett reaktorok és pihentető medencék aktivitáskészletének mindössze 0,01%-a került ki a környezetbe, ami azt mutatja, hogy a mérnöki gátak bent tartották a radioaktivitás zömét.

Objektív kockázat, szubjektív félelem

Több különböző felmérés készült már arra vonatkozóan, hogy az egyes energiahordozók bázisán megtermelt villamos energia előállításának mekkora kockázattal, mennyi halálos áldozattal jár, figyelembe véve az adott technológia teljes folyamatát (a bányászattól az erőműveken át a hulladékkezelésig). Az EU ExternE projekt eredményei szerint (1. ábra) az olaj és a szénfelhasználás okozza messze a legtöbb halálesetet, TWh-nként 35, illetve 25 halálesettel. A nukleáris energiatermeléssel átlagosan kevesebb, mint 1 haláleset jár TWh-ként. Tehát a tapasztalatok alapján az

atomenergia kockázatait objektíven értékelve megállapítható, hogy az emberek egészségére gyakorolt hatás szempontjából az jelentősen elmarad a fosszilis vagy éppen a biomassza alapú villamosenergia-termelés kockázataitól.



1. ábra. Az egyes villamosenergia-termelési módok átlagos egészségkárosító hatása (TWh megtermelt villamos energiára jutó halálesetek száma) az ExternE projekt adatai alapján [5]

Miért övezi mégis akkora félelem a nukleáris energiatermelést? Miért nem tudja a társadalom elfogadni ezt a technológiát? Szintén furcsa lehet, hogy a fukusimai balesetet okozó extrém cunami húsz ezer áldozata fölött miért siklott át a világsajtó néhány nap alatt, és miért lett hónapokra vezető hír, hogy mi történik a fukusimai atomerőműben, miközben a lakosság (és az elhárításon dolgozók) körében ennek nem volt halálos áldozata és az nem is várható az előző fejezetben leírtak értelmében, valamint a lakosság egészségkárosodásával sem kell számolni? Meg kell állapítanunk, hogy az objektív, számokban mérhető, statisztikai adatokon alapuló kockázat teljesen szétválik a társadalom, valamint az egyének szubjektív félelemérzetétől, egymástól független effektusokat mutat.

Az objektív kockázattól teljesen elválik a szubjektív félelemérzet [6]. A társadalom sokkal inkább elutasít valamit, ha az mesterséges eredetű (ld. Fukushima), és jobban elfogadja (még a katasztrófális következményeket is), ha a jelenség természeti (ld. cunami). Ha egy katasztrófa következményei térben és időben koncentráltan jelentkeznek (ld. repülőgép baleset), az növeli az elutasítást, míg a térben és időben elszórt események áldozatait (ld. közúti balesetek) a társadalom jobban elfogadja. Az is egyértelmű, hogy ha valamit magas médiafigyelem övez, attól a társadalom jobban fél, mint azoktól az eseményektől, amelyekről a média ritkábban számol be, vagy kevésbé dramatizálva mutatja be az eseményeket. Ez a nagy, koncentrált katasztrófákat okozni képes emberi tevékenységek társadalmi elfogadását csökkenti, még akkor is, ha ezek a katasztrófák ritkák és korlátozott hatásúak.

Tovább növeli a társadalom elutasítását, ha a vizsgált tényező (esetünkben egy esetleges nukleáris baleset) azonnali hatásokkal járhat, ha a hatások gyermekeket is érinthetnek, ha a társadalom eleve bizalmatlan az üzemeltető céggel vagy az állami intézményekkel, hatóságokkal szemben, ha az okozott károsodás visszafordíthatatlan, vagy jelentős változást okozhat az életvitelben.

Úgy gondoljuk, hogy a mai fejlett világ társadalmi berendezkedése miatt a politikának kitüntetett szerepe van egyes események és technológiák társadalmi elfogadásában: a politikusok gyakori újraválasztása, a szereplési és népszerűség-szerzési kényszerük miatt a politikai szereplők gyakran használják a média és az emberek figyelmének felkeltésére a szubjektív félelmet mint eszközt. Ha végiggondoljuk a fenti szempontokat, számos – médiafigyelmet kiváltó politikai vagy zöld mozgalmár – akció motivációja jól nyomon követhető. Ezek az akciók önmagukban nem befolyásolják a valós társadalmi kockázatot, csak a szubjektív félelmet erősítik.

Van-e jövője az atomenergiának?

Jelen pillanatban nehezen megbecsülhető a fukusimai baleset hatása az atomenergetika jövőjére. Németország vezető politikusai (belpolitikai, választási szavazatszerzési okokból, az érdemi szakmai egyeztetéseket mellőzve) a baleset után szinte azonnal jelezték: 2022-ig végleg feladják a nukleáris erőművek alkalmazását, és nemrégiben hasonlóan döntött a svájci parlament is, itt 2034-ig tervezik az ország öt nukleáris termelőegységeinek bezárását, amelyek jelenleg a villamos energia 40%-át adják. Nem túlságosan meglepő, hogy Japán is az atomerőművek feladását tervezi, ennek lehetőségét egy újonnan felállított parlamenti bizottság vizsgálja.

Számos más ország (pl. Oroszország, Kína, Dél-Korea, India, USA, Csehország, Finnország) azonban kiállt a nukleáris erőművek további alkalmazása mellett, azzal érvelve, hogy az általuk okozott többlet-kockázat még mindig kisebb, mint az a kár, amelyet az atomenergia elhagyása okozhat. Reálisan tekintve jelenleg nem elképzelhető az atomerőművek kiváltása pusztán megújuló energiaforrásokkal, ezért az atomenergiáról lemondó országok újra nagyobb arányú fosszilis felhasználást, és ezzel növekvő szén-dioxid és más károsanyag-kibocsátást vállalnak.

Miután belátható időn belül nem lehetséges az atomenergia kizárása a villamosenergia-termelésből, egy feladatunk lehet: még tovább növeljük az atomerőművek biztonságát, tanulva a fukusimai tapasztalatokból. A fukusimai események eddigi elemzései azt mutatták, a baleset fő oka a tervezési alap nem megfelelő megválasztása és a súlyosbaleset-kezelési eljárások hiányos kidolgozása lehetett, de hiányosságok voltak az erőmű vezetésében és a kommunikációban is.

Az EU elrendelte valamennyi nukleáris blokk célzott biztonsági felülvizsgálatát a fukusimai tapasztalatok alapján. Az erőművek biztonságának értékelése mellett a nukleáris biztonságot felügyelő hatóságok és a törvények, szabályzatok felülvizsgálata is várható. Ezen lépések eredménye – hasonlóan az 1979-es TMI, és az 1986-os csernobili balesetek utóéletéhez – várhatóan a nukleáris biztonság további fokozása, és a még biztonságosabb reaktortípusok elterjedése lesz.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 támogatásával jött létre.

Irodalom

- [1] Aszódi A., Boros I.: Van-e az atomenergiának jövője Csernobil és Fukushima után? ELTE Konferencia előadás, Budapest, 2011. augusztus 24.
- [2] Varga P., Süle B.: A rendkívüli Tohoku-földrendés, Természet Világa, 2011. július. 142. évf. 7. füzet.
- [3] Aszódi A.: Írások a fukusimai balesetről, 2011 március – október: http://www.reak.bme.hu/munkatarsak/dr_aszodi_aitilla/japan_foeldrenges.html
- [4] NHK World: TEPCO forecast 10-meter tsunami, 2011. október 3.
- [5] N. Starfelt, C.-E. Wikdahl: Economic Analysis of Various Options of Electricity Generation Taking into Account Health and Environmental Effects, International Conference on Ecological Aspects of Electric Power Generation, Warsaw, 2001
- [6] R. Lundgren, A. McMakin: Risk communication, Batelle Press, 2004
- [7] Executive Summary of the Interim Report, Investigation Committee on the Accidents at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company, December 26, 2011, <http://icanps.go.jp/eng/11226ExecutiveSummary.pdf>

BRIC(S) országok: hová viszik a világ földgáz piacát?

Dr. Szilágyi Zsombor

gázpári szakértő, drszilagyzsombor@freemail.hu

Goldman Sachs (GS) pénzügyi, gazdasági tanácsadó alkotta meg a BRIC¹ országcsoportot, mint a világ legdinamikusabban fejlődő gazdasági csoportját. Ezen országok elkülönítése a világ más térségeitől mindenek előtt a rapid gazdasági növekedés miatt indokolt, de az országok aktív külkereskedelme, devizatartalékai és egyre nagyobb befolyása a fejlett országok életére is fontos szempont. GS megállapításai elgondolkodtatták a fejlett országok vezetését is.

A négy (öt) ország a világ népességének majdnem felét alkotja, az országok területe hatalmas, természeti kincsek szinte felmérhetetlenek. Ugyanakkor gazdasági fejlettségük, iparosítottóságuk, az életszínvonal, a termelési kultúra minden szélsősége megtalálható ezekben az országokban. A két legnépesebb országban (Kína és India) erős népesség szabályozási rendszer működik, éppen a fenntartható fejlődés miatt. Napjainkban a hatalmas, feltörekvő gazdaságok piaci súlyának növekedése kiugró. „Csendes” jelenlétük a világ legfontosabb hitelezési folyamataiban, a cég felvásárlásokban, szellemi tőke exportjuk a fejlett világ felé igencsak figyelemre méltó. „Véleményünk szerint a kínai gazdaság 2026-ra előzi le az amerikai gazdaságot, a BRIC országok együtt 2015-ben előzik le az USA-t, és 2032-ben a G7-et.” – írják a GS elemzői.

Az országok közös jellemzői:

- nagy földrajzi terület,
- (igen) jelentős népesség, szinte korlátlan munkaerő-forrás,
- az utóbbi években meglepően nagy GDP növekedés,
- országokon belül is hatalmas szélsőségek az életszínvonalban, a gazdasági fejlettségben, az infrastruktúrában,
- jelentős ásványi nyersanyag készletek, különböző megkutatottsági szint, és kitermelési fejlettség,
- jelentős és egyre növekvő külkereskedelmi aktívum,
- jelentős és egyre növekvő devizatartalékok,
- a fejlett technika óriási felvevő piaca,
- általában nyitottság a külföldi tőke befogadására,
- egyre nagyobb befolyás a fejlett országok gazdaságában,
- olyan politikai, közigazgatási struktúra, amely lehetővé teszi a gazdasági adottságok egyre jobb kiaknázását.

Ugyanakkor:

- a világ élvonalához képest alacsony az egy főre jutó GDP termelő képesség,
- általában elmaradott termelési, fogyasztási kultúra,
- igencsak elmaradott termelési hatékonyság,
- a nemzeti gazdaságban az ásványkincs kitermelés és ennek feldolgozása erős túlsúlyban van.

A GS előrejelzése is impozáns, töretlen fejlődést mutat:

Az egyes országok részesedése a világ gazdaságából (%)

	2003	2010	2020
Brazília	1,8	2,2	2,5
Oroszország	2	2,5	3
India	2	2,5	4
Kína	4	7	12

Álljon itt még néhány további gazdasági jellemző:

Nemzeti jövedelem termelés (Forrás: GS)

	GDP Md USD (2003)	Egy főre jutó GDP USD/fő (2006)
Brazília	6200	8949
Oroszország	5800	13 205
India	27 000	2489
Kína	46 000	4682

¹ BRIC(S): Brazília, Oroszország, India, Kína (Dél Afrika)

Devizatartalék (Mrd USD) (Forrás: BIS-IMF-OECD)

	2000	2008	2010
Brazília	33	201	210
Oroszország	24	566	458
India	37	274	292
Kína	166	1906	2471
Egyesült Államok	122

Hányadik volt a világon 2008-ban?

	Brazília	Oroszország	India	Kína
terület	5	1	7	3
népesség	5	9	2	1
GDP	9	7	4	2
export	23	12	18	1
import	24	14	15	2
deviza tartalék	47	5	169	1
külső adottság	28	24	26	23

Elindultak az egyeztetések az öt ország valamilyen társulásáról, éppen a nagy gazdasági potenciáljuk minél előnyösebb kihasználására. A fejlett országok a BRIC országok miatti kezdeti riadalmukon túljutottak, a gazdasági, pénzügyi fenyegetést ezektől az országoktól már kezelhető kérdésnek tartják, és úgyis most a gazdasági világválság részletei kötik le a figyelmüket. 2007, 2008-ban a BRIC országok olyan gazdasági fejlődési mutatókat produkáltak, amely miatt sok elemző azt mondta, hogy a gazdasági válság megtorpant ezeken az országokon a határán. Mára már láthatjuk, hogy ez nem teljesen igaz, a válság sokféleképp érinti ezeket az országokat. Más elemzők természetesen tartják, hogy a feltörekvő országokban a kezdeti, szinte hihetetlen gazdasági fejlődést egy konszolidáltabb időszak követi, ezek az országok sem képesek évtizedeken át szinte minden határon túl növekedni. Ugyanezek az elemzők a jelen évekre teszik a gazdasági fejlődés visszafogottabb ütemét a BRIC országokban. Az elemzők a gyors fejlődéssel együtt járó belső egyensúlytalanságok erősödését, a gazdaságok irányítási rendszerének változtatási igényét, és nem utolsósorban a fejlett országok határozott reakcióit jelölik meg a fejlődési ütem csillapítása okainak. A dinamikus fejlődés néhány várható hatása:

- felhajthatja a nyersanyag árakat, beleértve az energiahordozókat,
- a felhalmozódó devizatartalékok nemcsak a passzív pénzpiacokon (állampapírok) jelennek meg, hanem ipari beruházásokban is, akár a legfejlettebb országokban,
- a gyors fejlődési szakaszt pár év után konszolidáltabb fejlődési periódus követi, amely kialakulásában a gyors fejlődés generálta politikai és gazdasági feszültségek játszanak nagy szerepet,
- a fejlett országok érdekeik védelmében bizonyos szabályozó funkciókat léptethetnek életbe.

Minden gyors gazdasági fejlődés az energiafelhasználás (arányos vagy aránytalan) felfutásával jár. Az egyes országok saját természeti adottságai (például a szénbányászat, vagy a saját szénhidrogén készletek és kitermelés, import szállítóvezetékek közelsége, tengerpart és LNG fogadás) természetesen lényeges hatást gyakorolnak az ország földgázhoz kialakult viszonyára. Tekintjük át a földgáz világpiacon szemponyjából a BRICS országok általános gazdasági helyzetét.

Kínai Népköztársaság

1978-tól kezdve a Kínai Kommunista Párt folyamatos lépéseket tett a piacgazdaság kialakításáért. A mezőgazdaságban áttértek az állami gazdaságok alapítására. A szolgáltatásban és a könnyűiparban megjelenhetett a magánszféra, ezzel egy időben elindulhattak a külföldi vállalkozók befektetései is. A párt befolyását a gazdaság minden területén csökkentették, a helyi hatóságok, illetve

a vállalatok vezetősége kapta kézbe az irányítást. Így Kínában létrejött egy nagyon hatékony szocialista piacgazdaság.

Kína GDP-je 20 év alatt megkétszereződött. Kína 2006-ban a világ negyedik legnagyobb gazdasága, jó néhány ellentmondásos jellemzővel:

- nagy lakosság (1,3 milliárd fő),
- devizatartalék 2010. júniusban: 2,45 ezer Md USD,
- a devizatartalékok nagyrészt amerikai állampapírokban vannak, de jelentős a tőkebefektetés a világ nagyon sok pontján. Egyes becslések szerint az amerikai ipari vállalkozásokban 10-15%-ban van jelen a kínai tőke,
- külkereskedelmi többlet 2010. júniusban: 20 Mrd USD,
- kőolajimport 2009-ben: 163 millió tonna
- 2008.-ban a világ energia fogyasztásának 15,6%-át adta,
- az egy főre jutó GDP csak kb. 1100 \$,
- évente 8-11%-kal nő a GDP (2007-ben 11,9%),
- 2010: 11,928 millió eladott új gépkocsi,
- hatalmas egyenlőtlenségek az országon belül: a lakosság számában, az életszínvonalban, az iparosítottágban. Például: a lakosok 60%-a olyan helyen él, ahol nincs vezetékcsatlakozás, ugyanakkor úrhajókat bocsátanak fel, elárasztják az egész világot iparcikkkel,
- hatalmas erőfeszítéseket tesznek a legfejlettebb technológiák behozatalára és a tömeges gyártás beindítására (elektronikai-, jármű-, hadiipar).

Egészen friss hír, hogy mintegy 36 ezer milliárd m³-re tehető a kínai palagáz készlet, és erre alapozva a gáztermelés 2015-re akár 150 milliárd m³-re nőhet. Egyes jóslatok szerint 2020-ra Kína a világ első számú gazdasági hatalma lehet.

Indiai Köztársaság

India a negyedik legnagyobb gazdasággal rendelkezik Ázsiában és 2007-ben 9,2%-kal növekedett, ami 900 milliárd USD-nak felel meg. Némi hullámszám után 2010-ben ismét 7% felett teljesített a gazdaság. Ez köszönhető elsősorban a cégek gyors terjeszkedésének a feldolgozó és a szolgáltató ágazatban, de a közkezdelt outsourcingnak is, amit a külföldi vállalatok használnak. A gazdasági növekedés alapja eddig elsősorban a magán kereslet volt, az állami beavatkozás az ország gazdasági életébe nem jelentős. A szolgáltatási ágazat, amely Indiában a gazdasági aktivitásnak több, mint a felét teszi ki, több, mint 10%-os iramban növekszik. A gazdaságnak sikerült megtartani a növekedést, ez köszönhető főleg az ipar fellendülésének, a befektetések növekedésének és az alacsony inflációnak. Legfontosabb bányászati (és egyben export) termékek: magnezit, grafit, kősz, feketeszen, vas, csillám, mangán, bauxit, kőolaj, ólom, cink, kaolin, gipsz, króm, foszfát, arany, gyémánt, cirkónium, titán, földgáz, urán, tórium. India behozatalra szoruló kőolajból és földgázból, ugyanakkor nagy szénkészlettel rendelkezik és vízerőműveiből az északi területeken jelentős az energiatermelés. Az országnak 30 nagy gátja van, amik az energiatermelés mellett a földek öntözését is biztosítják. Indiának jelentős a nukleáris energiatermelése. Mint minden tengerparttal rendelkező országban (7517 km tengerpart), Indiában is megindult a parti területeken a szénhidrogének kutatása, első sorban nagy, nemzetközi olajipari cégeknek adott koncessziókkal. India keleti partjain jelentkezték is az első eredmények, biztató készlet adatok látnak napvilágot. India gazdasági szerkezete az 1990-es évek elején kezdett átalakulni. Az átalakulás mögött nem kell semmilyen csodát keresni, az állami szabályozás kiszámíthatósága, visszafogott állami költségek, a külföldi tőke érdekeinek tiszteletben tartása eredményezte a változást. Ezzel indult el a külföldi tőke Indiába áramlása. Az utóbbi években évente már több mint 3 milliárd USD értékű külföldi működőtőke befektetés érkezett. A befektetések legfontosabb vonzereje a hatalmas piac és az olcsó, de igen jól képzett, kreatív munkaerő. A növekedés másik tényezője az export óriási mértékű, évente átlagosan több mint 12%-os növekedési rátájú felfutása, amely az indiai állami exportösztönző gazdaságpolitikát dicséri. Két húzóágazata a magas színvonalú feldolgozóipar és a szolgáltatási szféra. Kivételnek több mint 70%-át már a gépipari és elektronikai termékek adják. A szolgáltatási tevékenységek, főleg a pénzügyi és üzleti szol-

gáltatások, valamint a szoftvergyártás GDP-jének már közel felét állítják elő. Már több mint 1000 szoftvergyártó vállalat van Indiában, többségük az amerikai transznacionális cégek leányvállalata. Az indiai kormány szociális politikáját a nemzetközi elemzők nagyrészt sikeresnek ítélik: a népesség növekedési üteme már csökken (jelenleg kb. 1,4%). Az alapfokú oktatás is egyre elterjedtebbé vált, sőt a felsőoktatás színvonala is vetélkedik az európaival. Ugyanakkor az egyes társadalmi rétegek közötti különbségek hatalmasak, igen erős nagy-tömeg réteg alakult ki, ugyanakkor India lakosságának közel a fele a szegénységi szint, vagyis a napi 1 USD alatt él.

Brazil Szövetségi Köztársaság

Mára Brazília a világ egyik meghatározó állama lett mind gazdasági, mind politikai szempontból. A Dél-Amerika egyharmadát elfoglaló ország hatalmas fejlődésen ment keresztül, és ugyan még jónéhány társadalmi problémát nem sikerült megoldani, a teljesítményük így is elismerésre méltó. Ez az ország is a kettősségek földje: néhol a szinte hihetetlen gazdagság, máshol az elképzelhetetlen szegénység, vagy a legutolsó technikai vívmányok egyik helyen a termelésben, máshol pedig a száz évvel ezelőtti termelési módszerek. Jelenleg Brazília a nyolc legjelentősebb gazdasági erővel bíró ország egyike. A gazdasági világválság kirobbanásáig bruttó hazai termék jelentősen növekvő tendenciát mutatott. Míg 1995-ben még „csak” 770 milliárd dollár körüli volt az ország GDP-je, 2008-ban már nagyjából 1600 milliárd dollár volt ugyanez a mutató. A gazdasági fellendülés a válság után tovább folytatódhat, hiszen nemrégiben új olajmezőket is találtak, melyek kiaknázásra várnak. Érdemes még azonban visszakanyarodnunk a kilencvenes évek közepére: ekkor, egész pontosan 1994-ben pénzfelfújást hajtottak végre, főleg a magas infláció miatt. A reform jó eredménnyel zárult, a szegényebb réteg egy részének sikerült így valamivel magasabb életszínvonalat biztosítani. Ugyan a válság hatására a fejlődés jelentősen lelassult, 2011-re így is nagyjából 4%-os reálnövekedést jósolnak az elemzők. Brazíliában az utóbbi időben felgyorsult az urbanizáció, egyre többen költöznek a városokba. A brazil népesség 60%-a 29 évnél fiatalabb, ami kirívóan kedvező arány. A fiatalok között nő a képzettek aránya, egyre többen szereznek közülük felsőfokú végzettséget, sokan kapnak képzést a külföldi egyetemeken. Összességében Brazília dinamikusan fejlődik, nem véletlenül sorolják a nagy gazdasági erő képviselő országok közé. Jó eredményeket ért el a társadalmi felzárkózás terén, azonban ezen a téren is rengeteget kell még fejlődnie. A gazdaság fellendülését a válság fékezte meg magával hozva a magas inflációt, ami szintén problémát jelent. A válság után Brazília újra nagy fellendülést élhet meg.

Brazília külkereskedelmi forgalma, 2006-09 (Mrd USD) (Forrás: Brazil Központi Bank)

	2006	2007	2008	2009
Export	137,8	160,6	197,9	153
Import	91,4	120,6	173,2	127,7
Áruforgalmi egyenleg	46,4	40	24,7	25,3
Szolgáltatások exportja	17,9	22,6	28,8	27,7
Szolgáltatások importja	27,1	34,7	44,4	47
Szolgáltatások egyenlege	-9,2	-12,1	-15,6	-19,3

Dél-Afrikai Köztársaság

Lakossága: 24,6 millió. Az öt fejlődő ország gazdasága közül egyébként a dél-afrikai a legkisebb: alig egynegyedét teszi ki az oroszországinak, és kicsit nagyobb, mint Kína hatodik leggazdagabb tartományáé. Éves növekedése körülbelül 3 százalékos. Kína az ország legnagyobb kereskedelmi partnere, míg Dél-Afrika Kína legnagyobb kereskedelmi partnere a fekete kontinensen. A kétoldalú forgalom 2010-re éves összehasonlításban 60 százalékkal emelkedett, megközelítette a 25,7 milliárd dollárt. A Föld (szilárd) ásványkincsekben leggazdagabb országai közé tartozik. Afrika gazdaságilag legfejlettebb, legiparosodottabb állama. A világ aranytermelésének több mint 45%-át adja, valamint nagy mennyiségű uránt, gyémántot, platinát, vasat, vanádiumot, mangánt, krómot, rezet, azbesztet és kőszent, grafitot, nióbiumot és kolumbitot bányásznak itt. Meghatározó az angol, amerikai és francia tőkecsoportok szerepe, melyek a

gyémántbányászat majdnem egészét, az aranybányászat kétharmadát, a bányászat egyharmadát, s a feldolgozóipar 50%-át tartják a kezükben. A világon a leggyorsabban ebben az országban térülnek meg a külföldi tőkebefektetések. A GDP 40%-át adja a bányászat és az ipar, a mezőgazdaság részaránya 5%. A gyémántnak mindkét fajtáját bányásszák, az ipari és az ékszergyémántot is. Kőolajban és földgázban szegény ország, ezért behozatalra szorul. A Föld legnagyobb ásványi nyersanyag exportőre. Olcsó a munkaerő, nagy része a munkavállalóknak fekete. Sok a vendégmunkás. Mezőgazdasága fejlett, termékei jelentős része exportra kerül. Az ország energiatermelésének alapja a kőszénbányászat, mivel szénhidrogén szükségletének szinte egészét importból fedezi. A Dél-Transvaalban és Natal területén található szénvagyont 11 milliárd tonnára becsülik, a feketekőszén bányászatában a világ ötödik legnagyobb termelője. Energiaszükségletének 3/4-ét szénből, 1/5-ét kőolajból fedezi. A villamos-energia 80%-a származik széntüzelésű hőerőművekből, 10-10%-át pedig a vízerőművek és atomerőművek adják. Az afrikai kontinens energiatermelésében részaránya 50% feletti, és a takarékosági programoknak köszönhetően az előállított energia jelentős részét exportálni is képes. Energiahálózatához több szomszédos ország is kapcsolódik. A feldolgozóiparban a gazdag ásványkincs vagyona települt nehézipar dominál. Az ipari termelés értékének 20%-át teszi ki a vas-, acél- és színesfémkohászat.

Oroszországi Föderáció

Nagyjában 2000-től számíthatjuk azt az időszakot, amikor Oroszország megindult a világ talán leggyorsabban fejlődő gazdasága útján. Rohamosan emelkedett a GDP (nem utolsó sorban a szénhidrogén exportnak köszönhetően), viszonylag stabilá vált a rubel, csökkent a munkanélküliség. Az energiahordozók magas ára miatt Moszkva rengeteg plusz bevételt könyvelhet el immáron sok éve, ezt a többletet pedig gazdaság élénkítésre, beruházásokra vagy épp szociális programokra is költik. 2000 óta a föderáció kedvelt célpont lett a külföldi és belföldi befektetők körében. Olyan környezet alakult ki, melyben menő dolog befektetni, termelni, üzletelni. Persze ez érthető, egy 140 milliós lélekszámú piacra minden befektető vágyakozva tekint. Főleg, mert itt mindenki, aki ügyes, és él a sajátos előre haladás lehetőségével, az a felmerülő nehézségek ellenére is megtalálhatja a célcsoportját, számításait. Az ország makrogazdasági adatai alapján Európa élvonalában vannak még akkor is, ha a gazdasági világválság természetesen itt is érezte hatását. Az eddigi számok alapján 2011-ben újra nőni fog a teljesítmény. Mindezek mellett azonban számos probléma vár még megoldásra. Vegyük sorra ezeket:

- mondhatni hiába áramlott ide rengeteg pénz az elmúlt időben, az rendkívül egyenlőtlenül oszlik el. Oligarchák kezében van a fél ország (és akkor még jóindulatúan fogalmazunk). A vagyon kiemelkedő hányada a felső tízezetet gazdagítja, és például Szibériában még mindig igen szegény körülmények között él az emberek többsége.
- a politikai irányítás egypólusúvá vált: gyakorlatilag mindent az Egységes Oroszország párt irányít.
- A gazdaság működésében rengeteg a veszteség, ami a szervezetlenség, a szakszerűtlenség, az infrastruktúra elmaradottsága, a korrupció miatt mindennapos.
- Az országon belüli egyenlenség hatalmas, a népsűrűség, az iparosodottság, az életszínvonal és az infrastruktúra szempontjából is.

Tíz év alatt a világ egyik legbefolyásosabbja lett az orosz vezetés mind gazdasági, mind politikai szempontból. De ha hosszabb időre terveznek, kénytelenek lesznek valamit kezdeni azokkal a problémákkal, amiket eddig igyekeztek a szőnyeg alá söpörni. Nézzhetjük a gázipar gondjait is. Az orosz gázipar kb. 90%-át a Gazprom jelenti, a belföldi termelést, külkereskedelmet, a gáz felvásárlását a volt FÁK államokból a kezében tartja. A gondok:

- A világ legnagyobb igazolt (konvencionális) földgáz készletével rendelkezik: 48 000 milliárd m³. Az új gázmezők azonban egyre távolabb vannak az export piacoktól: az EU országoktól, és Kínától. A nagyobb távolság szállítóvezeték, kompresszor állomás építést jelent, de itt ne

európai méretekben gondolkozzunk, hanem ezer kilométeres távolságról, milliárd köbméteres szállítási feladatokról. Az új mezők jelentős része az északi sarkkörtől északra található, különleges termelési, szállítási feladatokat adva. A Gazprom az új típusú feladatokhoz egyre nagyobb mértékben von be amerikai és európai cégeket.

- Az országban a szénhidrogén készlet megkutatottsága több elemző szerint is alacsony szintű: a szénhidrogén termelés zömét adó nyugat-oroszországi mezőket még harminc-negyven évvel ezelőtt, az akkor alkalmazott geológiai és geofizikai módszerekkel tárták fel. Ma már ennél sokkal hatékonyabb konvencionális készlet feltérési módszerek vannak. Az Uraltól keletre lévő hatalmas síkságokon még csak alapvető geológiai, geofizikai mérések voltak, a nem konvencionális készleteket is sok ezer milliárd köbméterre becsülik. Oroszország 37 ezer km-es tengerpartjain is a szénhidrogén kutatás még épp csak elindult. Oroszország igényt tart az Északi Sark alatt található hatalmas szénhidrogén kincs minél nagyobb részére is, a nemzetközi huzakodás most indul el a készletek felosztásáról.
- Az állam deviza igénye minél több földgáz és kőolaj exportjára szorítja az érintett orosz cégeket. Bizonyos források szerint a GDP 20%-a a földgáz exportból származik. A gáz eladása elsősorban Európába és Kínába irányul, de Japán és Dél-Korea is jelentős LNG felvevő piac. Az Európába szállított földgáz mennyisége 2010-ben 140 milliárd m³ volt, a gazdasági válság miatti visszaesés és az Európába áramló LNG miatt. 2011-re az európai exportot 155 milliárd m³-re akarják emelni.
- A meglévő gázszállító rendszereken sok elem elavult vagy elhasznált, rubel (dollár) milliárdok kellene az üzemképesség fenntartásához. A pótlásra európai/japán/amerikai (és utóbb már kínai) technológiát és eszközöket kell vásárolni.
- A meglévő rendszerek működtetésére, a fejlesztésekre hatalmas hiteleket kell felvenni, mert az exportból befolyó tisztességes bevételeket az ország belső gazdasága felszívja. A hitelek fedezete a bankok igényének megfelelően hosszú távú gáz szállítási szerződés lehet, amelyek megkötése éppen a földgáz világpiaci utóbbi időben észlelhető pozitív változásai miatt egyre nehezebb.
- Kézben kell tartani az oroszok akaratától független további európai gázszállító vezeték építési ambíciókat: a közép-ázsiai térségben található jelentős földgáz készletekre hosszú távú szerződéseket köt a Gazprom, esetenként a szándékánál magasabb áron.
- Jó lenne, ha az orosz belföldi gázpiac hasonló lenne az európaihoz: mért mennyiségek, magasabb gázárak és kifizetett gázszámlák.
- Az európai vevők el szeretnék hagyni a klasszikus olajár bázisú árazást, és az európai földgáz tőzsdei áron (olcsóbban) akarnak vásárolni. Ez a rendszer nem illeszkedik a nagy beruházásokat finanszírozó bankok elvárásaihoz, ezért a Gazprom kénytelen különböző, részleges engedményeket adni az európai vevőinek.
- A világ földgáz piacán a cseppfolyós földgáz (LNG) forgalmazása egyre nagyobb mértékű, Oroszország sem maradhat ki ebből az új üzletágból: ismét hatalmas beruházások árán LNG terminálokat kell építeni.

Vessük össze a BRICS országok földgáziparának adatait. Tájékoztatásul mutatjuk be az USA gáziparát is, mint a világ legnagyobb földgáz termelőjét és fogyasztóját.

Konvencionális földgáz készletek (év végén, ezer milliárd m³) (Forrás: BP)

	1990	2000	2010
Oroszország	n. a.	42,3	44,8
Egyesült Államok	4,8	5,0	7,7
Kína	1,0	1,4	2,8
India	0,7	0,8	1,5
Brazília	0,1	0,2	0,4
Dél-Afrika	n. a.	0,1	0,1
Világ összesen	125,7	154,3	187,1

Nem konvencionális földgáz készletek közé sorolják az alábbiakat:

- földgáz tömör homokkőben,
- földgáz agyagpalában,
- széntelep metánja,
- (északi)sarki készletek,
- szénhidrogén hidrátok.

A készletek kutatása és kitermelése az USA-ban a legelőrehaladottabb, de a világ nagy földgáz termelő országaiban is elindult a kutatás. (Hazánkban a „makói árok”-ban folyik kutatás, biztató eredményekkel)

2010. januári nem konvencionális földgáz készlet becslés, ezer milliárd m³ (Forrás: BGR)

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

A nem konvencionális készlet becsléshez hozzá tehetjük, hogy a kutatások a Föld legalább kétharmadán még el sem indultak.

Földgáz termelés (milliárd m³) (Forrás: BP)

	2000	2005	2010
Oroszország	528,5	580,1	588,5
Egyesült Államok	543,2	511,1	611,0
Kína	27,2	49,3	96,8
India	26,4	29,6	50,9
Brazília	7,5	11,0	14,4
Dél-Afrika	n. a.	0,5	1
Világ összesen	2413,4	2778,0	3193,3

Földgáz fogyasztás (milliárd m³) (Forrás: BP)

	2000	2005	2010
Oroszország	354,0	400,3	414,1
Egyesült Államok	660,7	623,3	683,4
Kína	24,5	46,8	109,0
India	26,4	35,7	61,9
Brazília	9,4	19,7	26,5
Dél-Afrika	1,2	3,1	3,8
Világ összesen	2411,7	2781,8	3169,0

A BRICS országok közül Oroszország belső földgáz fogyasztása már lényegesen nem nő, részben a belső földgáz piac szabályozása eredményeként, részben az export kiemelt jelentősége miatt, részben a földgázt helyettesíteni képes energiahordozók (szén, nukleáris energia, olajtermékek) viszonylagos bősége miatt. Kínában, Indiában, Brazíliában hihetetlenül dinamikus a belső fogyasztás felfutása, de még ma sem tekinthetők ezek az országok nagyfogyasztónak.

Földgáz árak (USD/m³)

	1990	2000	2005	2010
LNG Japan	0,12	0,15	0,19	0,35
Német import átlag	0,09	0,09	0,19	0,26
NBP	n. a.	0,14	0,28	0,14
Henry Hub	0,05	0,14	0,28	0,14
Kanada	0,03	0,12	0,23	0,12
Kőolaj	0,12	0,16	0,28	0,43

Néhány megjegyzés tartozik a fenti táblázathoz:

- az árak éves átlagot jelentenek, az év során az árak volatilitása elég nagy volt,
- 2005–2009-ben az LNG kereste az új piacát Európában és Távol Keleten, mert jelentős mennyiség kiszorult az amerikai piacról. Ebben az időben leesett az LNG ára. 2010-ben már visszaállt az a helyzet, hogy

az LNG általában 10...15%-kal drágább, mint ugyanabban az országban a vezetékes import ár.

- A német import átlagár magában foglalja az orosz vezetékes importot is, ezért kissé magasabb, mint az európai tőzsdei árak.
- NBP a legnagyobb forgalmú európai (londoni) földgáz tőzsde, árai mérvadóak egész Európában.
- Henry Hub: a legnagyobb amerikai földgáz tőzsde, árai felzárkóznak az európai tőzsdei árakhoz.

LNG forgalom 2010-ben (milliárd m³)

Világ összesen: 297,63 milliárd m³

Főbb eladók	Legnagyobb vevők						
	Japán	Dél-Korea	Spa-nyolo.	Nagy-Brit.	Kína	India	USA
Katar	10,15	10,16	5,54	13,89	1,61	10,53	1,29
Nigéria	0,84	1,09	7,82	0,40	0,14	0,33	1,18
Trinidad	0,15	0,88	3,32	1,63	0,07	0,66	5,38
Indonézia	17,00	7,42			2,45		
Malajzia	18,55	6,39			1,68		
Oroszország	8,23	3,90					
USA	0,85	0,35					
Összesen	93,48	44,44	27,54	18,67	12,80	12,15	12,23

Az LNG forgalmat néhány fontos okból mutatjuk be:

- bár még csak kb. 12%-a a világ földgáz fogyasztásának, viszonylag gyorsan nő a szerepe a földgáz piacon.
- A szállítóvezeték kapcsolatokkal nem rendelkező, de mégis jelentős mennyiségű földgázt termelő országok világereskedelmi jelenlétét adja az LNG.
- Oroszország is megjelent ezen a piacon, várhatjuk az export teljesítményének gyors fokozását.
- USA is megjelent a szállítók között, bár még az LNG külkereskedelmi szaldója negatív. Számolhatunk az aktívabb jelenlétére az LNG piacon.

2010. júliusban becsült GDP növekedés, %-ban (Forrás: IMF)

	2010	2011
Kína	10,5	9,6
India	9,4	8,4
Brazília	7,1	4,2
Oroszország	4,3	4,1
Egyesült Államok	3,3	2,9
Németország	1,4	1,6

A gazdasági növekedés előrejelzés 2011-re minden országban a növekedés mérséklődését mutatja, ami egyértelműen a világméretű pénzügyi és gazdasági válsággal függ össze. Több elemző is állítja, hogy a BRICS országokban sem tér vissza a 10% feletti GDP növekedés. Térjünk vissza a cikk címében feltett kérdésre: hová viszik a világ földgáz piacát a BRICS országok? Egyelőre nem kell rettegéssel gondolni a földgáz piacon a BRICS országok gyorsan növekvő földgáz igényére, mivel a 2010. évi 615,3 milliárd m³-es gázfogyasztás a világ gázigényének közel 25%-a, de ebben Oroszország gázfogyasztása a lényeges volumen, ahol éppen a belső fogyasztás csökkenése a jellemző. India, Kína, Brazília, Dél Afrika növekvő földgáz igényét első sorban az LNG termelő országok nézik jó szemmel, és az évi 50...100 milliárd m³-es többlet igény könnyen kielégíthető. Ugyanakkor Oroszország a világ legnagyobb, ma ismert földgáz készletével rendelkezik, hatalmas készletről szólnak a hírek Kínából is. Biztató a brazil és az indiai földgáz kutatás, a tengerparti területeken. Dél Afrikában talán még hozzá sem kezdtek a rendszerezett szénhidrogén kutatáshoz, a bőséges egyéb ásványkincs miatt. A BRICS országok saját, gyorsan növekvő földgáz igényei saját forrásaikból nagyrészt fedezhetők. Összességében azt mondhatjuk, hogy a következő kb. tíz évben a BRIC(S) országok földgáz igényének növekedése jelentősebb áremelkedés nélkül jár a világ földgáz kereskedelmében.

Globális hőmérsékletadatok a jégfuratok, a mélytengeri üledékek és az űrszondák mérései alapján

Dr. Reményi Károly, az MTA rendes tagja
okl. gépészmérnök, remenyi@energia.bme.hu

A klímaváltozás és a légköri összetétel változás vonatkozásában a három legkorszerűbbnek tekinthető módszer bemutatásával érzékelteti a cikk, hogy a nyert eredmények rendkívül figyelemreméltóak, ugyanakkor nem adnak alapot a klímaváltozás mérséklésével kapcsolatos, az energetika egészének költséges átalakítását eredményező következtetések levonására.

*

Presenting the three most up to date methods in studying of the relations among the climate change and the composition of the atmosphere this paper illustrates that the results are remarkable, but the given data does not mean solid basement for conclusions related to mitigation of climate change resulting the costly restructuring of the whole energy sector.

A rendkívül elismerésre méltó kutatásokkal végzett éghajlati mérések pontossága még nem indokolja azokat a klíma-változásra vonatkozó megállapításokat, amelyek alapján hozott intézkedések a kedvezőtlen következmények mérséklését, megelőzését szolgálják. Elsősorban a CO₂ szerepének az eltűzésére gondolunk. Már a CO₂ – és a globális hőmérséklet – változásának, a saját diagramrendszerben való arányos ábrázolása is kételyeket ébreszt a két paraméternek a szoros, számszerű kapcsolatában, bár ez nem tudományos érv (1. ábra).

A valamennyire is értékelhető légköri mérések néhány évtizedre tekintenek vissza, ezért a múlt feltárására, de a jelenlegi vizsgálatoknál is proxy-kat is használnak. Ezek pl. az éghajlati viszonyok fontos jellemzőinek (hőmérséklet, gázösszetevők stb.) meghatározására alkalmas kémiai, biológiai stb. paraméterek. A minták helyéül kőzetek, vizek, vegetáció, fossziliák, tengeri üledékek, stb. szolgálhatnak.

A környezeti kémia alapadatai

A Föld, mint reakcióterület jellemzői

$m=5,98 \cdot 10^{24}$ kg; $\rho_{\text{föld}}=5520$ kg/m³;

Atmoszféra $5,2 \cdot 10^{18}$ kg;

Hidroszféra, Litoszféra $1,38 \cdot 10^{21}$ kg;

Bioszféra 10^{15} kg

$R = 6370$ km; $A = 0,51 \cdot 10^9$ km²

70,8% vízfelület, 29,2% szárazföld

Az atmoszféra összetétele és tulajdonságai

$M_{\text{föld}} = 28,97$ g/mol

Víztartalom: 0,5-15 g/kg

(telített levegő 17,3 g/m³ 20 °C-on)

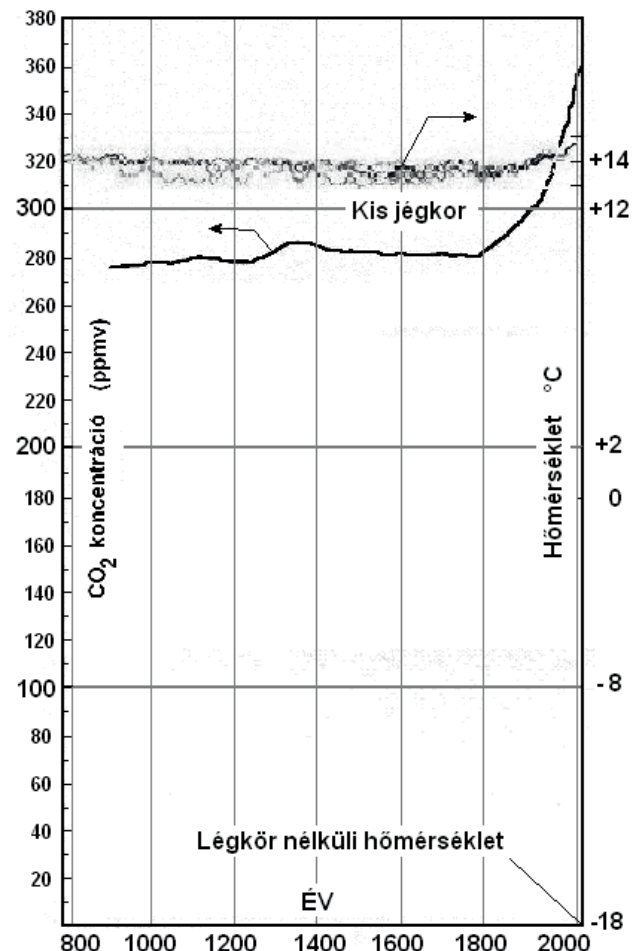
Levegő főbb komponensei és térfogat arányuk:

N₂ (78,1%); O₂ (20,9%); Ar (0,9%); CO₂ (0,035%);

Egyéb összetevők:

O₃, N₂O, CO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S

Az atmoszféra összetétele időben és térben változó.

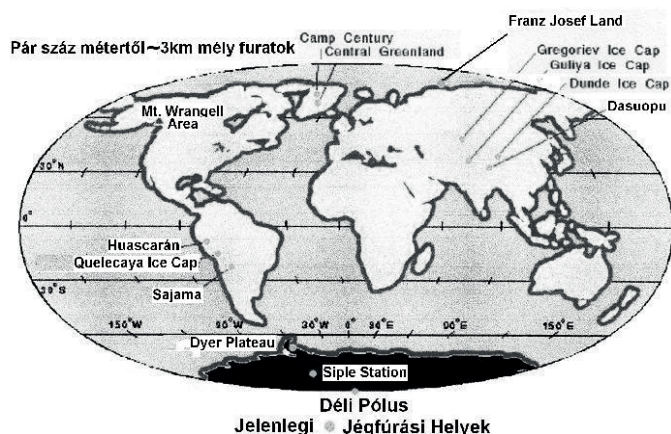


1. ábra. Teljes skálán ábrázolva a CO₂-koncentráció és a hőmérséklet alakulása az utóbbi 1000 évben, jégzárványok vizsgálatából rekonstruálva, illetve a Hawaii-on (Mauna Loa) 1958 óta végzett mérések alapján [1]

Jég-furatokból vett minták

Az időjárás és a klíma előrejelzéshez radikálisan meg kell újítani a mérési rendszereket és fejleszteni a mérőeszközöket. Az érzékenység javítása az érzékelés és a mérési eljárások alapos tudományos megújítását igénylik.

Jelenleg a Föld felszínéből 15,8 millió km²-t borít hó – jég – gleccser. Ez a kontinentális felszín 10%-a (kb. Dél- Amerika területe), a teljes föld-felszín 3,1%-a. Ezért a jégfuratok alapján mért adatok rendkívül fontosak, de a teljes földre való kivetítéskor értékükön kell kezelni azokat.



2. ábra. Főbb jég-furat kutatóállomások

Az utolsó jégkorszak leghidegebb időszakában (kb. 18 000 évvel ezelőtt) a helyzet a következő volt: hó- és jég borította a mai: Németországot, Lengyelországot, Brit-szigeteket, Kanadát, az USA egy részét (pl. New Yorkot). A Föld teljes kontinentális felszínének 32%-át.

Az éghajlati ingadozásokat magyarázó elméletek

Az eljegesedésre az okokat keresve születnek a

- Csillagászati hipotézisek;
- Fizikai hipotézisek;
- Geológiai hipotézisek.

A Nap sugárzásának intenzitása 200-250 millió éves ritmus szerint változik, 1%-os változás $\Delta T=0,72$ °C globális hőmérsékletváltozást jelent.

Egyik legmegbízhatóbb geológiai módszer a jégfurat-analízis, amely-nél már ~3 km mélyre is eljutnak. A mélységi vizsgálatoknál többszáz ezer évre visszamenőleg következtetni lehet az akkori viszonyokra.

(I. fele: ~10 000 év, II. fele: ~250 000 év)

- Grönland GRIP = Egyesült Európai Grönland! Jégfurat Projekt (Greenland Icecore Project)
- GISP2 = Amerikai Jégfurat Projekt (Greenland Ice Sheet Project);
- NGRIP = Észak Grönland Jégfurat project (North Greenland Ice core Project).

A jégfuratokban talált gázbuborékok alapján következtetéseket lehet tenni, amelyek lehetnek:

- lokális (pl. hófelhalmozódás ebből csapadék, T)
- regionális (pl. szél szállította tengeri só)
- globális (jégbezárt gázok pl. CO₂, CH₄ stb.)

A gázzárványok az adott korszak atmoszféráját jellemzik (~300 évig van légcseré).

Ha CO₂ vagy CH₄ emelkedik → T emelkedik

A stabil izotópok módszere

A Föld köpenyének felső része csaknem teljesen homogénnek tekinthető, amit a közép-óceáni hátságokon képződő bazaltok és a köpenyből a vulkáni működéssel a felszínre hozott xenolitik (idegen kőzetdarabok) $\delta^{18}\text{O}$ értékei is jeleznek ($\delta^{18}\text{O}=5,5 \pm 0,2\%$). Ez az átlagos összetétel gyakorlatilag megegyezik a Holdról származó kőzetek $\delta^{18}\text{O}$ értékeivel (5,5‰), ami a Föld és a Hold anyagának közös eredetét támasztja alá. A közép-óceáni hátságokon a köpenyből feláramló bazalt összetételével szemben az idős óceáni kéreg egésze jelentős inhomogenitást mutat. A tengerfenéken megszilárdult lávakőzetek a fenti értékekhez képest jelentős ^{18}O , míg a

több kilométeres mélységben levő kőzetek kismértékű ^{16}O dúsulást mutatnak. Ennek oka a tengervízzel kis hőmérsékleten lejátszódó felszíni, illetve a leszivárgó tengervízzel több száz °C-on a mélyben történő kőzet-víz izotópcseré.

A stabilizotóp-geokémia hagyományosan öt elem, a hidrogén, szén, nitrogén, oxigén és kén stabil izotópjainak természetbeni eloszlásával és annak törvényszerűségeivel foglalkozik.

Méréstechnikai okokból kifolyólag a stabilizotóp-geokémiában nem abszolút izotóparányokkal dolgoznak, hanem nemzetközi sztenderdhez viszonyított eltéréssel, amit úgynevezett „ δ ” értékkel jelölnek. A δ érték jelentése ennek alapján képletben kifejezve, azaz az adatok feldolgozásakor egy referenciaértéktől való eltérés értékének a referenciaértékhez való viszonyát használják.

$$\delta\% = \frac{(Ratio_{stan} - Ratio_{ref})}{(Ratio_{ref})} \quad (1)$$

ahol az $Ratio = ^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, vagy $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$.

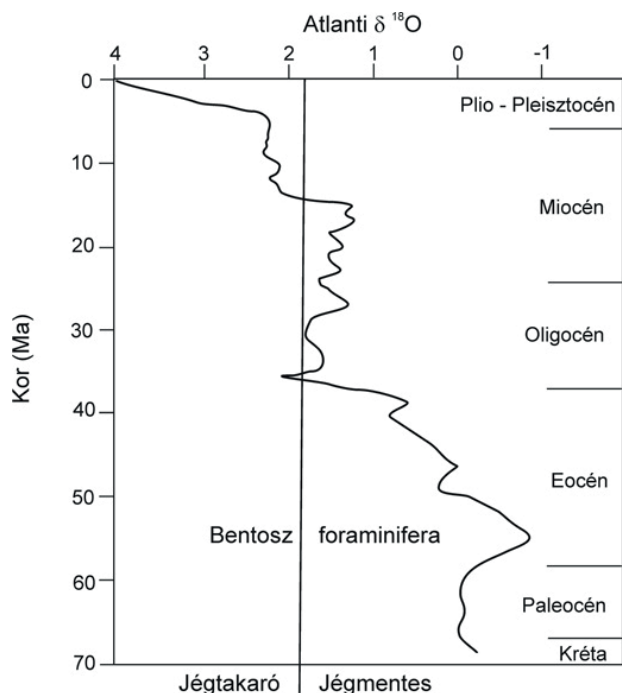
A képletben a ref index a vizsgálandó anyagot, a stan egy nemzetközi sztenderdet jelöl. A szén esetében ez a V-PDB (Pee Dee Belemnite), a hidrogén és oxigén esetében a VSMOW (Standard Mean Ocean Water), a nitrogénre a gyors légköri keveredés miatt az antropogén szennyeződéstől mentes levegő (sztenderdjelölés „AIR”), a kén esetében a V-CDT (Canon Diablo Troilite). A „V” jelölés a bécsi („Vienna”) Atomenergia Ügynökség által kalibrált sztenderdekhez történő viszonyításra utal. Az 1000-rel való szorzás jelzésére a δ érték dimenziója ‰ (tehát ez nem koncentrációt jelent).

A karbonát-minták stabilizotóp-arányának meghatározása után a kapott eredmény egy izotóp-görbe, amely pl. a kagyló teljes életidejét lefedi. Az izotóp-összetételt megadó, úgynevezett δ -érték számítási módjából adódóan minél pozitívabb egy δ -érték, annál több nehéz, minél negatívabb, annál több könnyű izotópot tartalmaz a vizsgált anyag. (A stabil oxigén- és szénizotópos összetétel mérését az MTA Geokémiai Kutatóintézetében egy korszerű, vivő-gázos tömeg-spektrométerrel végzik.)

A görbék elemzésekor több szempontot is figyelembe kell venni. A szezonálisról egyrészt a görbe alakja, lefutása, másrészt a kilengések mértéke árulkodik. Az ellaposodott görbe stagnáló állapotot, többnyire meleg, növekedésre optimális időszakot jelez. A pozitív irányú kilengések hirtelen párolgásra utalnak, mivel a párolgás során elsősorban a könnyűizotópokból álló molekulák távoznak, így a maradék víz a nehézizotópokban (jelen esetben a ^{18}O -ban) dúsul fel. A negatív irányú eltolódás csapadékosabb időszakra utal mert a csapadékvíz több könnyűizotópot tartalmaz a párolgás által nehéz-izotópban dús tóvízhez képest. Mivel korabeli feljegyzések nem léteznek, csak közelítő adatokat lehet megismerni az elmúlt korok csapadékmennyiség-változásairól.

A nagy melegben elsősorban a könnyű izotópok alkotta molekulák tűnnek el (elpárolognak), így a szárazság idején pl. a fa évgűrűiben több nehéz oxigénizotópnak kell lennie. Csapadékosabb időszakban ennek az ellenkezője igaz, az évgűrűk leginkább könnyű oxigénizotópokat tartalmaznak.

A parányi élőlények kalcium-karbonát anyagú vázában az oxigénizotóp összetételének változásai a jégtakaró egykori előrenyomulására, illetve visszahúzódására engednek következtetni. A jégtakaró növekedése, vagyis a lehülés során ugyanis a ^{16}O -izotóp nagyobb mennyiségben fagy be a jégbe, mint a ^{18}O -izotóp. Így az óceánok vizének izotóp aránya a jégbe fagyott oxigénizotóp arányváltozásokat tükrözi, amelyek a földtörténet során az óceánokban élő, mészvázú élőlények héjában mért izotópváltozások formájában maradtak fenn, és szolgáltatnak értékes információkat a klímaváltozásokról.



3. ábra. A $\delta^{18}\text{O}$ -izotóparány változása a krétától napjainkig [3],[4]

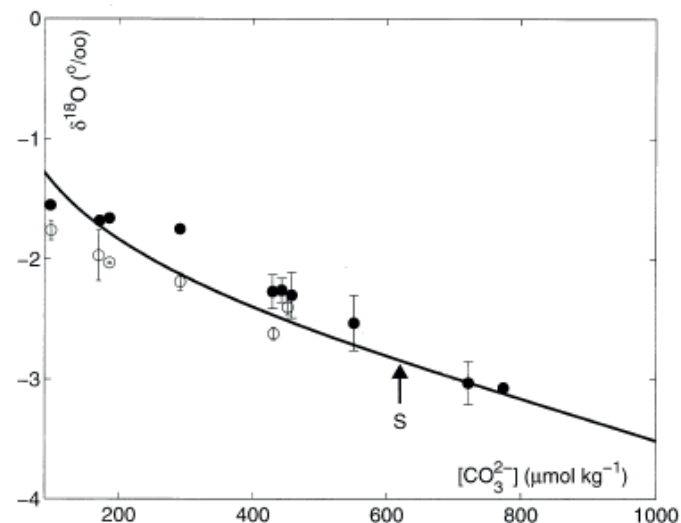
Termodinamikai számítások alapján mutatták ki, hogy az ^{18}O és ^{16}O izotópok karbonátokban és vízben történő megoszlása hőmérsékletfüggő. Ha a tengervíz oxigénizotóp-összetételét a földtörténet során állandónak tekintjük, a megoszlás hőmérsékletfüggésének és a karbonát izotóp-összetételének ismeretében annak képződési hőmérséklete egyszerűen számolható. Az úttörő jellegű munkát követően számos paleo-hőmérséklet számítási képlet jelent meg, ami adott vízösszetételre vonatkozott. Igen komoly probléma rejlik azonban a tengervíz izotóp-összetételének meghatározásában. Számos szerző szerint a tengervíz oxigénizotóp-összetétele nem változik jelentősen a földtörténet során, aminek oka az óceáni bazaltokkal történő kölcsönhatás puffer hatása. Ugyanakkor a negyed-időszak során bizonyított a jégsapkák kialakulásának a tengervíz $\delta^{18}\text{O}$ értékét módosító hatása.

A glaciális időszakokban a jégsapkák növekedése elvonja a könnyű izotópokat, ezáltal a tengervíz és a belőle kiváló karbonát $\delta^{18}\text{O}$ értéke pozitív irányú eltolódást szenved. A víz-összetétel meghatározásának bizonytalansága mellett a paleo-hőmérséklet számítások esetén bizonyítani kell, hogy a vizsgált kőzet az eredeti képződési feltételeknek megfelelő izotóp-összetételeket teljes mértékben megőrizte. Az utólagos átalakulás (pl. hidrotermás oldatok vagy felszíni mállás hatására) az izotóp-összetételeket megváltoztathatja és ezáltal a számított hőmérsékletadatok értelmetlenné válnak. Az utólagos hatások részletes kőzettani vizsgálatok segítségével kimutathatók, és így mindezen tényezők figyelembe vételével hasznos adatokat kaphatók a vizsgált kőzet képződési hőmérsékletére.

A paleo-hőmérséklet adatok mérési technikájának fejlődése, a mélytengeri likacsosházúak leülepedett kalcium-karbonátban mért $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ alapján geológiai és biológiai evidenciaként állapítható meg, hogy a pleisztocén glaciális ciklusban globális hőmérséklet-ingadozás volt. A mélytengeri lerakódás folyamatának lassúsága miatt, a $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ adatok származási időpontjainak megállapítása nem teszi lehetővé pontos hőmérséklet eloszlás megállapítását.

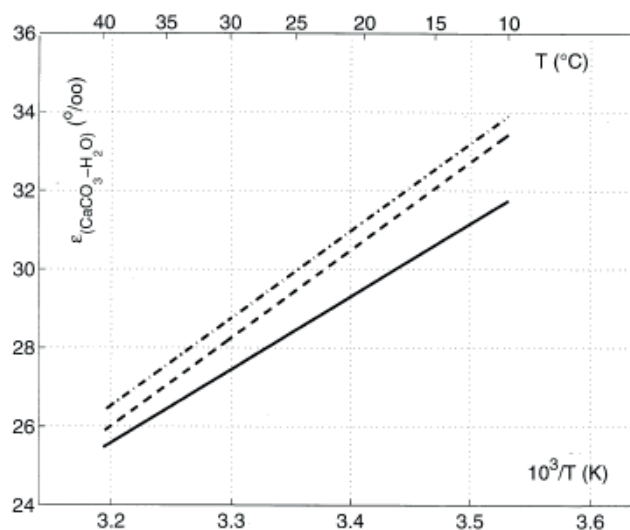
A stabil oxigén-izotóp csökkenés $[\text{CO}_3^{2-}]$ és a pH növekedés esetén a tengervíz karbonát-kémiának a változása elkerülhetetlen. A tenger-

ben (a friss vízben is) a pH növekedéssel a HCO_3^- és a $[\text{CO}_3^{2-}]$ keverékekből képződő karbonátok felelősek a karbonátokban jelentkező oxigén-izotóp csökkenéséért. A stabil oxigén értékek paleo-hőmérséklet jelzőként szolgálnak. A tengervíz pH-nak 0,2-0,3 egységgel való növekedése a likacsosházúaknál a kalcit ^{18}O tartalmának 0,22-0,33% csökkenésével jár, ami a tengervíz hőmérsékletének a növekedését jelzi.



4. ábra.

Az ábrán látható a likacsos házúak kalcitja (zárt/nyitott körök: sötét/világos) és az $\text{S}=\text{H}_2\text{CO}_3+\text{HCO}_3+\text{CO}_3^{2-}$ oxigén izotópos összehasonlítása az elméletileg várható képest (folytonos vonal), a CO_3^{2-} függvényében. A kagyló $\delta^{18}\text{O}$ értékek szerinti változásának átlagos hajlásszöge Sero et al. (1997) szerint ΣCO_2 állandó, kísérletileg megállapítva $-0,0022 \pm (\mu\text{mol kg}^{-1})^{-1}$ a sötét vonalra vonatkoztatva. Az elmélet alapján az átlagos hajlásszög $-0,0024 \pm (\mu\text{mol kg}^{-1})^{-1}$.



5. ábra.

A kalcit és a víz oxigén izotóp összehasonlítása Kim és O'Neil (1997) szerint különböző Ca^{2+} és HCO_3^- függvényében, pl.: 5 mmol kg^{-1} (folyamatos vonal), 15 mmol kg^{-1} (pontozott – szaggatott vonal).

$$\epsilon_{(\text{CaCO}_3-\text{H}_2\text{O})} = 1000 \cdot (\alpha_{(\text{CaCO}_3-\text{H}_2\text{O})} - 1)$$

[ez az érték kissé különbözik a $10^3 \ln(\alpha)$ -tól]

Kim és O'Neil (1997) szerint a vizsgálatok jól szemléltetik a nem-egyensúlyi folyamatoknál a több hatás szerepét. Bemutatják, hogy a víz és a karbonátok között az oxigén-izotópok megoszlása nem csak a hőmérséklet, hanem a pH értékétől is függ. A rendszer egyensúlya az oldat-kémia területe.

A tengeri kagylók kalcium-karbonátjában megkötött ^{18}O és a hőmérséklet között meghatározott kapcsolat van. Ha ismert a kagyló életeréül szolgáló víz relatív ^{18}O tartalma, akkor a hőmérséklet ± 1 °C pontossággal meghatározható. A tengervíz relatív ^{18}O tartalma a só-koncentrációval növekszik, tehát a felszíni víz esetében a só-koncentrációval és a hőmérséklettel is. A kalibrálás különleges figyelmet érdemel, a víz-összetevők különböző változatai sztochasztikus eloszlásúak.

Az oxigénizotóp-összetétel mellett a szénizotópok arányait is meghatározzák. A szénizotóp-összetétel a víz tápanyag-ellátottságáról ad információt, bár e tekintetében bonyolultabb a kép, hiszen a kagyló a vízből származó szén mellett a saját életfolyamatai során képződött (metabolikus eredetű) szenet is beépítheti. A szénizotóp-összetétel megváltozása ezért a környezeti változás mellett a kagyló metabolikus folyamatait is tükrözheti.

A szervetlen kalcitoknál a hőmérséklet növekedés a ^{13}C és a ^{18}O aránnyal fordított korrelációt mutat. Ezért az izotóp-hatásnál például egyedül a karbonátok izotóp arányát veszik figyelembe, és ez az alapja a „karbonát csoportra alapozott hőmérőnek”. Ezzel lényegében homogén egyensúlyt feltételeznek (egy-egy fázisok közötti reakciókat), és ezzel független a növekedési víz izotóp-arányától és a vele együtt-élő más fázisoktól. Ez olykor is alkalmazható, amikor a víz izotóp-aránya ismeretlen.

Legújabbkori űrszondás hőmérséklet-mérések

Az időjárás-űrszondák közvetlenül nem hőmérsékletet mérnek, hanem különböző hullámsávokban a sugárzást. Az eredményeket matematikailag kell hőmérsékletre konvertálni. 1978 óta működik mikrohullámú szonda (MSUs) a National Oceanic and Atmospheric Administration poláris pályájú szatellitjén, mérve a légköri oxigén mikrohullámú sugárzásának változását, amelyek a légköri rétegek hőmérsékletének változásával is arányosak. Az infravörös sugárzás mérésével a tenger felület hőmérsékletének adatait 1967 óta gyűjtik.

A szatellitek nem teljesen homogének, még egy sorozatban is probléma az összehasonlítás. Az érzékelők elhasználódnak, mind a pályamódosulást, mind a minőségváltozást korrigálni kell, ami bonyolult feladat.

A szatelliteket föld-felületi hőmérséklet-mérésre csak felhőtlen feltételek mellett lehet használni, általában az infravörös hősugárzás mérésével (AVHRR). A tengerfelület hőmérsékletmérésére (SST) 1967-ben kezdték használni, az első globális összeállítás 1970-ben született meg.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) az űrkutatás segítségével Korszzerű, Nagyon Nagy Felbontású Radiométert (AVHRR) fejlesztett ki, és ez a (POES) programban végez méréseket. Az AVHRR berendezés 5, viszonylag széles sávban (szabványos) végez méréseket. Az első kettő a vörös (0,6 μm , 500 THz) és a közel infravörös (0,9 μm , 300 THz) tartomány, a harmadik 3,5 μm , és az utolsó kettő a föld hősugárzása 11 és 12 μm .

A NOAA két poláris-orbitális meteorológiai szatellit, állandó működésű. Az egyik pályája az egyenlítőt kora reggel és kora este metszi, a másiké délután és késő este.

A keringési pálya a Föld felületétől 833 és 870 km magasan ($\pm 19\text{km}$) helyezkedik el és kb. 2500 km-es sávot figyel meg.

A szatellitek hőmérsékleti, első néhány évtizedes méréseinek feldolgozásakor globális hőmérséklet-csökkenést tapasztaltak. Ezután különféle korrekciók szükségességét állapították meg (pályamódosulás, algoritmus módosítás stb.), és így 1998 óta hőmérséklet-emelkedési trendet mutatnak ki. A korrigálás módja ismeretlen, különösen kérdéses, hogyan lehet az akkori légköri és felületi (fizikai, biológiai stb.) viszonyokat figyelembe venni.

A föld-felület mérésnél használt frekvenciák:

- 1,4 GHz a nedves termőföld mérésre;
- 5-10 GHz a vegetáció mérésre egyidőben a nedves termőföld mérésével;
- 18-19 GHz és 23-24 GHz tipikusan két frekvencia szükséges a légköri vízpára abszorpciós csúcsok közötti tartomány mérésére;
- 37 GHz mérés az összes frekvenciával kombinációban.

Összegzés

A klímaváltozást kutató szakterületen, az igen alapos és korszerű technikai mérésekkel végzett vizsgálatok végkövetkeztetése mindig a CO_2 -nak a globális hőmérséklet-emelkedésben játszó döntő szerepére utal. A három, legkorszerűbbnek tekinthető módszer bemutatásával érzékeltettük, hogy ez egyáltalán nem megalapozott állítás. A múlt hosszabb távú adatait szolgáltató jég-furatok és a mélytengeri-üledékek, bár igen elismerésre méltó, fontos ismereteket adnak, a pontosságuk nem adnak alapot az ismert, a klímaváltozás megelőzésével kapcsolatban levont következtetésekre. A jégfurat-minták vételére rendelkezésre álló terület is kicsi a Föld teljes felületéhez képest. A jelenkori, rövid időre visszatekintő űrszondás eljárás igen nagy előrelépés, de az értékelését a változó légköri viszonyok teszik bonyolulttá. A legmegbízhatóbbak lennének mérés-technikai szempontból a földfelület közelében elhelyezett hőmérők, ezeknél azonban gyakorlatilag a változások értékeléséhez szükséges pontosság az adatok rendezésében lehetetlen.

Az igen elismerésre méltó klímakutatásokat nagy intenzitással folytatni kell, amit éppen az indokol, hogy nem található egyetlen paraméter (az üvegházgázok), amelynek befolyásolásával érdemi hatást tudnánk kifejteni a változások alakulására. Az energetikai tervezést alapvetően befolyásoló CO_2 csökkentést eröltetett intézkedések hatástalanok lesznek és az energetikában súlyos torzulást okoznak.

Irodalom

- [1] McElroy (2002) *The Atmospheric Environment*, Princeton Univ. Press – Princeton and Oxford
- [2] *Segalstad Tom V.:* The distribution of CO_2 between atmosphere, hydrosphere, and lithosphere; minimal influence from antropogenic CO_2 on global „Greenhouse Effect”, 1996 In Emsley, J. (Ed.): *The Global Warming Debate. The Report of the European Science and Environment Forum*. Bourne Press Ltd., Bournemouth, Dorset, U.K. (ISBN 0952773406), pp. 41-50.
- [3] *Raymo, M. E.-Ruddimann, W. F. (1992):* Tectonic Forcing of Late Cenozoic Climate, *Nature* 359, p117-122.
- [4] *Császár-Haas-Nádor:* A klíma- és környezetváltozások földtudományi összefüggései, Magyar Tudomány, 2008/06, p663
- [5] *Mann M. E.:* Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia, *Proc Nat Acad Sci USA*. 2009 Feb 10; 106(6)E10

A klímaváltozásért a CO₂-ön kívül a H₂O is felelős

Dr. Kamarás Béla, energetikus
okl. gépészmérnök, kamarasbela@t-online.hu

A klímaváltozással kapcsolatban sok információt kapunk. A tudományos magyarázata várat magára. A ZÖLDEK szeretett témája, a tudományos megalapozottság nélkül a MÉDIA tág teret nyújt a nyilvánosságnak. Örömmel vettük Dr. Reményi Károly MTA rendes tagjának „Energia, CO₂, Felmelegedés” című könyvét. Szükségesnek tartom, hogy e témában a szakemberek egymást tájékoztassák.

A légkör CO₂, H₂O tartalma fokozatosan nő. A klímaváltozásért a szakirodalom szerint elsősorban a CO₂ és a H₂O a felelős.

A tudósok egyik csoportja a CO₂ növekedésének tulajdonítja:

- a jéghegyek olvadását, a tengerszint növekedését,
- a légkör hőmérsékletének fokozatos emelkedését,
- a Golf-áramlat keringésének változását,
- a gyakori viharok, orkánok kialakulását.

A tudósok másik csoportja nem vitatja az előbbi jelenségeket, azonban további kutatások végzését tartják szükségesnek. Meg kell állapítani, hogy a CO₂ és a H₂O milyen mértékben okozója a klímaváltozásnak.

Az irodalmi adatok szerint az egyes komponensek szerepe az üveg-házhatásban:

H ₂ O	36-70%
CO ₂	9-26%
CH ₄	4-9%
O ₃	3-7%

Az adatok is ezt a nagy bizonytalanságot mutatják be – és mint látható –, ezen belül a H₂O hatását tartják a legsúlyosabbnak.

A jelenségek tudományos magyarázata késik, azonban a ZÖLDEK – a zavarosban halászva – már különböző elméleteket gyártanak, támadásokat intéznek a széntüzelésű erőművek ellen. Sajnos a MÉDIA ezen megalapozatlan elveknek nyilvánosságot biztosít.

Milyen jelenségekre figyeltek fel az energetikusok a különböző tüzelőanyagoknak a kazánban történő elégetése során?

- Barnaszén tüzelésre épített kazánban, amennyiben kőszent tüzelünk el (1000-1500 °C), a túlhevítési hőmérséklet (540-600 °C) nem tartható.
- Kőszén tüzelésre épített kazánban, amennyiben barnaszén (nagy a víztartalma) tüzelünk el, a kazán utáni túlhevítési hőmérséklet megnő, befecskendezéssel is nehezen tartható az előírt hőmérséklet.

Az energetika szakemberei ezt a jelenséget „a háromatomos gázok” (a CO₂, H₂O, SO₂) tulajdonságával indokolják. Az égés során a többségben lévő „háromatomos gázok” a tüztérben nem sugározzák le ezen magas hőmérsékleten a hőenergiát, melyet a túlhevítők tartományában adják le, és növelik meg jelentősen a túlhevítési hőmérsékletet.

„Nem csak a CO₂-nek van ilyen tulajdonsága, hasonló jelenséget okoz a H₂O is”

Tekintsük át a H₂O és a CO₂ körfolyamatát.

- A párolgás során növekszik a légkör vízgőz telítettsége. A levegő vízgőz tartalma kicsapódik, így a levegőben nem halmozódik fel a vízgőz, azonban a többlet kibocsátás miatt magasabb egyensúlyi állapot jön létre.
- A levegőbe jutó többlet CO₂-t elsősorban a növényzet fogyasztja el és kialakul egy új egyensúlyi állapot. A növényzet csökkenése (pl. a

trópusi erdők kivágása) sajnos csökkenti a CO₂ kivonását,

Cikkemben nem vizsgálom a légkör összetételének változását és annak okait. Az erőművek CO₂ és H₂O kibocsátásának elemzésével foglalkozom. A földgáz és a kőszén tüzelés során kibocsátott anyagok összehasonlítását végzem el.

A földgáz és a kőszén tüzelőanyag CO₂ és H₂O kibocsátásának összehasonlítása

Elemi összetételek	földgáz kg/m ³	kőszén kg/kg
C	0,4815	0,367
H	0,1555	0,037
S	-	0,023 (gipsszé alakul)
O	0,0115	0,032
N	0,1801	0,010
víz	-	0,073
hamu	-	0,458
	0,8287	1,000
Fűtőérték	31,470 kJ/m ³	16 485 kJ/kg
CO ₂ fajlagosa	55 kg/GJ	81 kg/GJ
H ₂ O fajlagosa	89 kg/GJ	45 kg/GJ

Az elemzés azt mutatja, hogy a tüzelőanyag hőenergiájára (1 GJ) vetítve: a kőszénél a CO₂-kibocsátás 150%-a, a H₂O kibocsátás csupán 50%-a a gáz tüzelőanyagéhoz képest.

A hatások növelésével jelentősen csökkenthető a kibocsátás

A vizsgálatot a kiadott kondenzációs villamosenergia-termelés hatásfokával értékelem. Tüzelőhő: 1 GJ = 1/3,6 MWh = 278 kWh

Kibocsátás a légtérbe (kg/kWh)

Hatásfok %	Kiad. vill. en. kWh/GJ	CO ₂		H ₂ O	
		földgáz 55kg/GJ	kőszén 81 kg/GJ	földgáz 89 kg/kJ	kőszén 45 kg/GJ
27	74,9	0,734	1,081	1,202	0,601
32	88,9	0,619	0,911	1,012	0,506
36	100,0	0,550	0,810	0,900	0,450
40	111,1	0,495	0,729	0,810	0,405
44	122,2	0,450	0,663	0,736	0,363
50	138,9	0,396	0,583	0,648	0,324
54	150,0	0,367	-	0,600	-
58	161,1	0,341	-	0,559	-

- A kőszéntüzelésnél 50%-os hatásfokot kell elérni, melynek CO₂-kibocsátása közel azonos egy 36%-os gázmotor üzemével.
- A kőszéntüzelésnél 27%-os hatásfoknál a H₂O kibocsátás azonos egy 54% hatásfokú gázüzemével.

Az földgáz kitermelésének, szállításának kibocsátásai

Ma az energiahordozók környezetre kifejtett hatását a felhasználás helyén értékelik. Az elemzések nem vizsgálják az energiahordozóknak a kitermelése, szállítása során fellépő kibocsátásokat.

- A földgázmezők üzemeltetése során jelentős mennyiségű CO₂,

CH₄ kerül a szabadba, a CH₄-et elfáklázzák.

- A földgáznak több ezer kilométeren történő szállítása során szivárgások (CH₄) lépnek fel.
- A földgáz szállításához felhasznált energia is jelentős kibocsátást eredményez.

A teljes vertikum számbavételével jelentősen nő az összes kibocsátás értéke.

A szénbányára települt erőmű előnye

- A bányára települt erőműnél a szállítással kapcsolatos szennyezések elmaradnak.
- A bányában megvalósított metán lecsapolással ez az energia is hasznosul.
- A bánya szellőzésében lévő metán az erőműben annak levegő ellátásában hasznosítható.
- A szén kéntartalma megkötésre kerül gipsz formájában.

Kondenzációs villamosenergia-termelésnél jelentős vízgőz kerül a légtérbe

A kondenzációs villamosenergia-termelés kondenzációs hővesztesége je-

lentős vízvesztéssel jár (2,0-2,4 kg/kWh), ami jóval meghaladja a füstgázzal kibocsátott értéket.

- A frissvizet, hűtőházas megoldások vízgőz kibocsátása a legjelentősebb. (Ellennyomású energiatermelésnél nincs vízvesztés)
- A Heller-Forgó megoldásnál közvetlenül a levegő melegszik fel.

Az előzők számszerűsítésével új megítélés alá kerülhet a szénbányára települt erőművek a földgáz tüzelésű erőművekkel szembe.

Összefoglalás

Az energiahordozók kitermelésének, szállításának, felhasználásával, az adatok számszerűsítésével új megítélés alá kerülhet a szénbányákra települt erőművek létesítése a földgáz tüzelésű erőművekkel szemben. A kibocsátás csökkentésének reális lehetősége ma az energiatermelés hatásfokának növelése. A régi elavult erőműveket le kell állítani, új korszerű, jó hatásfokú erőműveket kell építeni. A klímaváltozás okainak tudományos kimunkálása sürgető, és ebben a szakembereknek is van feladata.

Hozzászólás Dr. Kamarás Béla „A klímaváltozásért a CO₂-ön kívül a H₂O is felelős” c. cikkéhez

Előjáróban le kell szögezni, hogy a cikk alap gondolataival tökéletesen egyet értek, tudniillik avval, hogy

- nagyon szegényes a tudásunk a múltbeli és várható klímaváltozások okaival, természetével és mechanizmusaival kapcsolatban,
- mind a média, mind egyes tudósok úgy állítják be a folyamatot, mintha teljesen tisztázott lenne a várható tragédia és az emberiség közellenségének kiáltanak ki mindenkit, aki ezzel nem ért egyet,
- az üvegházhatásban a széndioxidon kívül a légköri vízgőznek is jelentős szerepe van,
- az emberiség vízgőz kibocsátása meghaladja a széndioxid emissziót.

Mindezen gondolatokkal egyetértve, szükségesnek tartom, hogy néhány kérdésben elmondjam az ellenvéleményemet is.

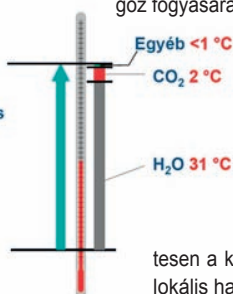
Mindenekelőtt az „üvegházhatás” fogalmánál nagyon fontos megkülönböztetni a légkör természetes üvegházhatását és annak antropogén növekményét. A természetes üvegházhatás mértékét 30-35 K-re becsülik. Ez azt jelenti, hogy a Föld felszíni átlaghőmérséklete, ami jelenleg 283 K (15 °C), légköri üvegházhatás nélkül 250 K (-20...-25 °C), azaz rendkívül zord lenne.

Ebben a természetes üvegházhatásban domináns, kb. 90%-os szerepe van a légköri vízgőznek, a maradék 10%-ban a legnagyobb tétel a széndioxid, amelynek kb. 2 °C hatást tulajdonítanak. Én ebből azt a következtetést is levonom, hogy – ha ezek a számok helytállóak – a széndioxid megduplázódása legfeljebb további 2 °C hőmérséklet-növekményt okozhat. Azért állítom, hogy legfeljebb, mert ez akkor állna fenn, ha a hatás lineáris lenne. A sugárzáselnyelődés azonban nem lineáris, hanem negatív exponenciális, azaz $e^{-k \cdot \text{koncentráció}}$ formában írható le. Ez azt jelenti, hogy az első egységnyi koncentráció nagyobb hatást fejt ki, mint a második egység. Az, hogy mekkora a degresszivitás azon múlik, hogy az első egység mennyit nyel el a sugárzásból. Ha pl. csak 1%-ot, akkor a negatív exponenciális görbének annyira az elején járunk, hogy a linearitás feltételezése igen jó közelítés. De ha pl. az első egység a sugárzás felét nyeli el, akkor a második egység szerepe már csak fele akkora, ha 90%-ot, akkor már csak tizede, mint az első egységé.

És ezzel eljutottunk a növekmény kérdéséhez. Az antropogén növekményt az az emberi tevékenységből származó többletkibocsátás okozza, amely hozzáadódik a természetes kibocsátásokhoz.¹

A szén-dioxid esetében a természetes kibocsátást 120-200 Gt/év-re be-

Üvegházhatás
33 °C



csülik karbon tömegben számolva. (Itt is látható ismereteink bizonytalansága és még ebből a tartományból is kilógó becslésekkel is találkozhatunk.) Ehhez adódik az emberiség jelenleg kb. 8 Gt/év (5%) többletkibocsátása. Számomra – de hozzá kell tenni, hogy nem mindenki számára – elég nyilvánvaló, hogy ez az 5% többlet egymagában nem okozhatja a légköri koncentrációnak az utóbbi 150 évben bekövetkezett 35-40%-os növekedését. Fő oknak a legnagyobb széndioxid-nyelő szerepét játszó esőerdők területének legalább 50%-os csökkenését tartom.

Most nézzük a vízgőz szerepét. A vízgőz természetes anyagforgalma nagyságrenddel haladja meg a szén-dioxidét². Ehhez képest az antropogén emisszió – hiába haladja meg a szén-dioxid emissziót – csak hajszálnyit többlet. És ami még fontosabb: az emberi tevékenységnek nincs hatása a légköri vízgőz fogyasztására, azaz a csapadéokra. Ez a tény még a vízgőzkibocsátás

2-3 nagyságrendnyi növekedése esetén sem eredményezhetne lényeges változást a légköri vízgőz mennyiségében. Más oldalról megközelítve: globális hatást csak olyan szennyező válthat ki, amely el tud terjedni a globusz egészét átfogó légkörben. Ehhez minimum néhány év, de inkább néhány évtized átlagos légköri tartózkodási idő kell. A vízgőz 1-2 hetes átlagos élettartama ehhez nagyon kevés. Természetesen a koncentrált vízgőzkibocsátásnak (pl. nedves hűtőtorony) lokális hatása lehet. Ezt számos helyen tapasztalhatjuk is.

Következtetés: igaz, hogy a természetes üvegházhatásban domináns szerepe van a vízgőznek, de hatása az üvegházgázok antropogén növekményében gyakorlatilag nulla. Az antropogén növekmény 50%-ot meghaladó szerepű fő oka a széndioxid, mellette a metán, a dinitrogén-oxidnak és a freonoknak van 10% körüli vagy közeli szerepe. (Érdekességként: a freonok ehhez a szén-dioxidénál 5-6 nagyságrenddel kisebb koncentráció is elég.)

Még egy megjegyzés: vannak olyan elemzések, amelyek nem csak a működési kibocsátást veszik számba, hanem teljes életciklus elemzésen alapulnak. Anélkül, hogy részleteket idéznék fel ezekből, csak arra utalnék, hogy ezek a szén-dioxid mentesnek nevezett energiaforrásoknál (szél, nap, nukleáris energia) is kimutatnak szén-dioxid emissziót, de ez a fosszilis kibocsátásának mindössze 2-10%-a. Ebből arra lehet következtetni, hogy a fosszilis alapú villamosenergia-termelésnél is a teljes életciklus kibocsátásának legalább 90%-a a működéshez kapcsolódik.

Dr. Gács Iván

¹ Az üvegházhatás antropogén növekményére nincs megbízható empirikus adatunk. Az elmúlt 150 évre kimutatott kb. 0,9 °C növekedés még belül van a megelőző évszázadok ingadozási sávján. Valószínűsíthető, hogy ennek egy része – azaz a természetes üvegházhatás 1-2%-a – tulajdonítható az emberi tevékenység hatásának.

² Nagyságára a Pécsi Tudományegyetem anyaga (<http://tamop412a.ttk.pte.hu/files/kornyezettan9/www/ch16.html>) alapján a következő becslést tehetjük: a légköri vízgőz tömege 14 000 Gt, a forgási idő 9 nap, vagyis a vízforgalom kb. 1550 Gt/nap, vagyis 570 000 Gt/év.

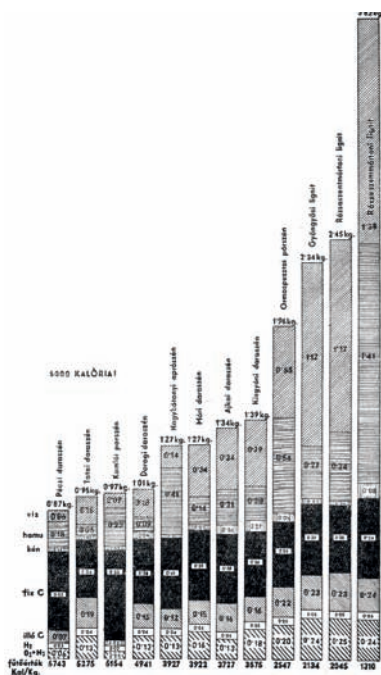
Magyar szenek gazdaságos eltüzelése az univerzális tüzelőberendezés kilátásai¹

Szikla Géza

Ez a közlemény lényegében a «Műszaki értelmiségi hét» keretében tartott előadásom anyagát ismerteti. Az előadásnak a gazdaságos szén tárolásra vonatkozó rövid fejezetét itt elhagyhattam, mert azt a Magyar Technika folyó évi áprilisi számában jóval részletesebben ismertettem, viszont kiegészítettem a közleményt a porszén tüzelés fejlődésének rövid vázolásával úgy, amint azt a tüzeléstechnikának az előadásban választott tárgyalási módja megkívánta.

A magyar szenek gazdaságos eltüzeléséről adandó rövid, vázlatos képhez hozzátartozik a magyar szenek jellemző tulajdonságainak rövid ismertetése is.

Az 1. ábra néhány fontosabb magyar szén összetételét mutatja be a Kelenföldi erőmű kémiai laboratóriumában végzett sokezer elemzés adataiból összeállítva. Az adatok nem mindenben egyeznek a mai elemzési adatokkal, de szerte az országban dicséretes erőfeszítést fejtenek ki a bányák, hogy legalább is ezek az adatok ismét biztosíthatók legyenek. Az ábrák nem a súlyegységre, pl. 1 kg szénre vonatkoznak, hanem át vannak számítva azonos melegsűrűségekre és megmutatják, hogy az egyes szénfajtákból hány kg felel meg – a jelen esetben pl. – 5000 kalória alsó fűtőértéknek, s hogy ezekben a szénmennyiségekben mennyi a víz, a hamu, a karbonium és az elementár-analizisekben szokásosan meghatározott egyéb alkotóelem.



1. ábra

Az ábrán feltüntetett sorozat nem teljes, de könnyen kiegészíthatő, s ki terjed a szélső esetekre, a pécsi és kómlői kőszénre és a rózsaszentmártoni lignitre, míg a többi, itt fel nem tüntetett magyar szén a szélső esetek közé esik.

Az ábrán szembeeső sokféleség az első pillanatban érthetővé teszi a „minden szén eltüzelésére alkalmas” univerzális tüzelőberendezés szerkesztésére irányuló erőfeszítések eddigi eredménytelenségét és magyarázza a tüzelőberendezések sokféleségét. Valamilyen tüzelőberendezés univerzalitása ugyanis nemcsak a pusztán elégethetőséget kívánja meg, hanem természetesen magá-

ban foglalja azt a követelményt is, hogy a szerkezet a használati cél által előírt – mondjuk röviden: „garantált” –, melegsűrűség, pl. X millió kal/óra gazdaságos szolgáltatására tartósan és zavartalanul, normális karbantartási- és tökéletesség melleit, az egész változatos szénskálára kiterjedően képes legyen.

Fel kell hívnom az olvasó szíves figyelmét arra, hogy ez a hosszú mondat csak azért ilyen rövid, mert a tüzelőszervezettel szemben támasztható követelmények csak globálisan, illetve egy-egy szóval vannak említve, és mert az egyik szóban egy egész mondatot rejtettem el akkor, amikor nem a garantált melegsűrűség „termeléséről”, felszabadításáról, hanem annak „szolgáltatásáról” tettem említést. Ez a közlemény lényegében a «Műszaki értelmiségi hét» keretébe tartott előadásom anyagát ismerteti. Az előadásnak a gazdaságos szén tárolásra vonatkozó rövid fejezetét itt elhagyhattam, mert azt a Magyar Technika folyó évi áprilisi számában jóval részletesebben ismertettem, viszont kiegészítettem a közleményt a porszén tüzelés fejlődésének rövid vázolásával úgy, amint azt a tüzeléstechnikának az előadásban választott tárgyalási módja megkívánta. A tüzelőberendezéstől ugyanis valóban nemcsak azt kívánjuk, hogy a tüzelőanyagot gazdaságosan elégesse, annak kémiai energiáját „felszabadítsa”, vagyis meleget termeljen, hanem azt is, hogy a meleget oly módon termelje, hogy a garantált X millió kal/óra valamely kívánt cél (pl. gőztermelés stb.) érdekében hasznosítható legyen. Ebben tehát már benne van a gazdaságos hőtadás iránti követelmény is, ami természetesen az univerzalitás megvalósítása elé újabb gátakat emel. Valamilyen adott szerkezetben, adott üzemi viszonyok mellett a hőtadás a hőfoktól nagymértékben függ. Ismeretes, hogy az érintéssel átadott melegsűrűség a hőfokok különbségével arányosan nő, míg szilárd testek esetében a sugárzással átadott melegsűrűség gyakorlati számításánál szokásossá vált a Stefan-Boltzmann-féle törvény használata, mely szerint a hősugárzás a sugárzó médium ún. feketeségi fokával, illetve sugárzási számával és abszolút hőfokának negyedik hatványával – ez utóbbival tehát rendkívül rohamosan – nő. A sugárzási törvények tárgyalása nem tartozik a jelen ismertetés keretébe, mégis röviden meg kell említenem, hogy a Stefan-Boltzmann-féle törvény szigorúan csak az ún. „fekete”-testre és a szürke testekre érvényes, míg a kazán-technikában gyakran használt szilárd anyagok egy részénél, azok hősugárzásának bizonyos fokú szelektivitása, s ennek a hőfoktól-függése miatt e törvény pontossága csak korlátozott. Gyakorlati célokra mégis célszerű volt meghagyni azt a feltevést, mintha a Stefan-Boltzmann „törvény” ezekre is érvényes volna és a korrekciót a „feketeségi-fok” esetéről-esetre való kísérleti meghatározásával mérni el. A gázok és gőzök hősugárzására – mely általában véve erősen szelektív, csupán keskeny hullámhossz-sávokra terjed ki, s mellett a szelektivitás a hőfoknak is függvénye. – a Stefan-Boltzmann törvény nem érvényes. Ezek – jól használható, közelítő – számítására elsősorban Schack vizsgálatai adnak módot, melyek megmutatták, hogy a kisugárzott melegsűrűség itt a hőfokon kívül a gáz p₀ parciálnyomásának és az s m rétegvastagság szorzatának (p s)-nek is függvénye. Schack vizsgálatai azt is megmutatták, hogy az 1,0 m-nél vastagabb CO₂ gázzréteg hősugárzása közel ugyanannyi, mint ha a gázzréteg vastagsága végtelen nagy volna és az 1,0 m vastag vízgőzzréteg hősugárzása is – 1000 °C-nál nagyobb hőfokok mellett – erősen megközelíti a végtelen vastag vízgőzzréteg hősugárzását. Az ilyen 1,0 m vastag CO₂-réteg hősugárzása egy ugyanolyan hőfokú jól (C=4·2-vel) sugárzó szürke test hősugárzásának %-aiban kifejezve 1000 °C-nál kb. 12%-ot. 1600 °C-nál kb. 9%-ot tesz ki, míg ugyanezek a viszonyok számok vízgőz esetében 1000 °C-nál kb. 14%-ot, 1600 °C-nál kb. 10%-ot tesznek ki. Figyelembe veendő még, hogy a p<1.0 ata esetében e számok is megfelelően kisebbek.

¹ A cikk a Magyar Energiagazdaság I. évfolyamának (1948) 7. számában megjelent cikk rövidített változata. Teljes terjedelemben olvasható a www.ete-net.hu honlapon.

A szén- és vízgőz sugárzásánál lényegesen nagyobb a világító szénhidrogénláng hőszugárzása. Ezt az erős világító, sugárzó hatást a még el nem égett, de már felhevült szénhidrogének pirogén bomlásánál kiváló, csaknem molekuláris finomságú koromszemcsék okozzák, melyek a környező gáztól, illetve a forróbb környezettől meleget vesznek fel és azt aztán kisugározzák.

Érdekes, hogy az egyes 0,2-0,3 mikron átmérőjű koromszemcsé az öt érfő hőszugárzás 95%-át átengedi és csak 5%-át sugározza ki az azonos nagyságú és hőfokú „fekete” test sugárzásának. A szemcsék rendkívüli nagy száma mellett – mely bizonyos szénfajtáknál kedvező körülmények között cm^3 -enként a 100 milliót is meghaladja –, az egymás mögött úszó szemcsék sugárzása összeadódik úgy, hogy bizonyos esetekben 1-2 m vastag ilyen láng hőszugárzása a vele azonos hőfokú fekete test sugárzásának 95%-át is elérheti, s ilyenkor úgy számolhatunk, mintha egy ugyanolyan nagy fekete sugárzó felületről volna szó.

Ez az intenzív sugárzás természetesen addig tart, amíg az izzó koromszemcsék a lángot az említett sűrűségben szaturálják és a sugárzás intenzitása lényegesen függ a térfogategységben úszó koromszemcsék számától és nagyságától. Ha a korom-koncentráció számottevően csökken, akkor a láng „nem világítótá” válik és az intenzív lángsugárzásból csak a „gázsugárzás” marad meg, mely annak csupán a fentebb említett néhány %-a.

Ha most egy pillantást vetünk a szén összehasonlító ábrájára, rögtön szembe ötlök a többi komponense variabilitása mellett a szén szénhidrogénjeiben lévő illó C-tartalom változatossága is, ami a szénhidrogének pirogén bomlásánál keletkező „korom-koncentrációban” szükségképpen lényeges különbségeket okoz. Ez pedig a szeneinknél a lángsugárzás intenzitását, a többi faktor egyébként azonos alakulása mellett is erősen befolyásolná. A szén összetételének nagy változatossága azonban a lángsugárzás intenzitását determináló többi faktort is erősen befolyásolja. A korom-koncentráció ugyanis nemcsak a korom-szemcsék elégetésének exotherm folyamata révén csökken folyamatosan a tovahaladó világító lángban, hanem a nagyobb hőfokoknál domináló, hőlekötő (endotherm) folyamatok révén is, aminők pl. $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}$ és $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$. Míg azonban a koromszemcsék exotherm elégetését többi bomlástermék – a CO és a H_2 –, elégetésével együtt, a levegő hozzákeverés irányítható fizika folyamatának segítségével jól befolyásolhatjuk, gyorsíthatjuk, vagy szükség esetén lassíthatjuk is –, addig az említett endothermikus folyamatok a szénösszetételtől és a hőfoktól függően automatikusan, nem irányíthatóan játszódnak le, mert hiszen a H_2O és CO_2 a szén víztartalmától, illetve az illórések CO_2 tartalmától tág határok között függő mennyiségben már eleve jelen vannak és az intenzíven sugárzó koromszemcséket nem világító, rosszul sugárzó CO -vá és H_2 -vé konvertálják a láng hőfokának csökkentése közben.

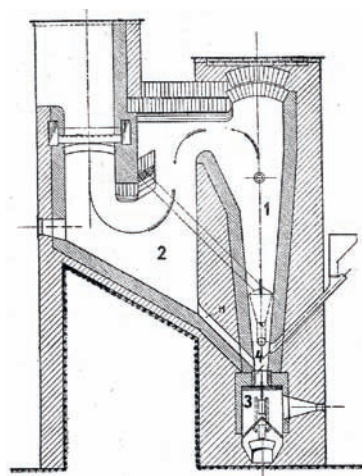
Hazai szeneink összehasonlító ábrájának szemlélete azt is megmutatja, hogy a szén illóanyag tartalmának és az illóanyag minőségének különbözőségein kívül főleg a szén víztartalmában és hamutartalmában mutatkozó különbségek a legfőbb akadályai a minden szén eltűzésére alkalmas tüzelőberendezés megszerkesztésének. A víztartalom extrém különbözőségei ugyanis egyrészt a fentebb említett módon a világító lángnak a hőátadás szempontjából döntően fontos hőszugárzását determináló „koromkoncentráció” extrém különbözőségeit okozzák, de megnövelik nagy víztartalom esetén az azonos melegtartalmú (pl. 5000 kal-hoz tartozó) gázmennyiséget is, amivel tovább csökkentik már a kezdeti koromkoncentrációt a az ahhoz tartozó hőszugárzást is és végül – ami a legdöntőbb – a nagy víztartalom az égéshőfoknak jelentékeny csökkenését okozza, ami a lángsugárzást, a gázsugárzást és az érintés útján átadható meleg mennyiséget egyaránt nagy mértékben lefokozza. Ezt a vízgőz nagyobb sugárzása csak kevésbé tudja parirozni. A víztartalom extrém különbözőségeinek ezeken az univerzalitás megvalósítását gátló elvi hátrányain kívül egyes tüzelési rendszerekhez tartozó – mintegy azokhoz tapadó – speciális hátrányai is vannak. Ezekről az alábbiakban – néhány főbb tüzelési rendszer, illetve berendezés felsorolásánál – fogok még röviden megemlékezni. Nagyjából ugyanez mondható a szén hamutartalmának, s a hamu viselkedésének extrém különbözőségeiről is. Ez utóbbi a különféle széneknek az a

jellemzője, mely a tüzeléstechnikusoknak általában a legtöbb gondot okozza. Hátrányai – bármily súlyosak is lehetnek azok –, mégis inkább az egyes tüzelőberendezésekhez tapadnak, s ott kell róluk röviden megemlékezni, míg a nagy hamutartalomnak az univerzalitást gátló elvi hátránya az égéshőfok közvetlen csökkentésén kívül, inkább csak az, hogy a fűtőérték csökkentése miatt azonos melegtartalomhoz nagyobb mennyiségű szenet s ezzel általában több vizet kell a tüzelőberendezésbe bevinnünk. Szembeszökő ez a nagy hamutartalmú lignitnek! Felmerül most már a kérdés, miért is említem én annyiszor, miért is volna olyan fontos az egész, vagy lehetőleg az elérhető legszélesebb szénskálára támaszkodó univerzális, vagy közel univerzális tüzelőberendezés megalkotása, mellyel minél több szénfajtát nemcsak elégetni, de közel azonos üzemi és gazdasági feltételek mellett hasznosítani is lehet? Erre a kérdésre azért volna könnyű válaszolnom, mert az érdekeltek nyilván valamennyien érezték a saját gondolataik, a saját nehézségeik keresztül az univerzális tüzelőberendezés hiányát. Nehéz időkben a szénminőség rendszerint leromlik s egy-egy nagyfogyasztó szükségletét egyetlen bányából s a megfelelő szénrel rendszerint nem is lehet ellátni. Volt olyan időszak, amikor a Kelenföldi erőműnek egyetlen hónapban 27, és egy ugyanazon évben 41-féle olyan szénrel kellett tüzelnie, amelyek tulajdonságai egymástól sokszor szélsőségesen különböztek. Ennek következményeit – minthogy a nagyfogyasztók általában valamennyien hasonló sorsban részesültek –, közelebbről nem kell ismertetnem. Nem kevésbé volna fontos azonban az univerzalitás könnyebb időkben sem, amikor nem a vevő fut az áru után, hanem az áru fut a vevő után. Ilyenkor a bányák versenyéből származó előnyt a fogyasztó akkor tudná hasznosítani, ha meglévő tüzelőberendezése a gazdaságilag kedvezőbb ajánlat elfogadását lehetővé tenné. De fontos volna a tüzelőberendezések univerzalitása a bányák szempontjából és országos szempontokból is, mert ez, a – ma még sok esetben – hamutartalom és szemmagyság szempontjából nélkülözhetetlen osztályozást jórészt fölöslegessé tenné, néhol a bányászatot egyszerűsítene, néhol a gyengébb szénreléget felhozatalát is érdemessé tenné, s mindezzel a bányák termelését s a fogyasztók szénellátását olcsóbbítva hatásosan szolgálná a közösség érdekeit. (...)

(...) Említettem, hogy közleményem második részében a három térben való elégetés elvéről, s az ennek realizálására itthon, Magyarországon született porszén-gáz-tüzelés fejlődéséről fogok beszámolni. Ez a tüzelési princípium messzemenően számol a szén két fontos bomlási komponensének, az illóanyagoknak és a fix-karbonium-nak alapvetően különböző elégetési jelenségeivel és követelményeivel, s ha teljesen nem is tüntetheti el az univerzalitás elvi akadályait, de mindenesetre lényegesen csökkenti azokat; a tüzelő szerkezethez tapadó speciális akadályokat pedig, melyek általában a szén változatos szemcse nagyságának, sülőképességének, illó-C, fix-C és hamutartalmának, valamint a hamu tulajdonságok rendkívüli különbözőségeinek lehetnek következményei. Ennél a tüzelőberendezésnél gyakorlatilag fokozatosan ki lehetett küszöbölni. Ez magyarázza, hogy az extrém víztartalomra vonatkozó bizonyos kautélák figyelembevételével ennek a tüzelőberendezésnek lehet a legtöbb kilátása a tágabban értelmezett univerzalitásra, a szélsőségesen különböző szénfajták üzembiztos eltűzésére, megközelítőleg változatlan hatásfok és teljesítmőképesség mellett. Itt meg kell emlékezni egy apró epizódról, mely a Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezetének egyik előadása alkalmával játszódott le, amikor hivatkozás történt a fennebb említett új salakolvasztó tüzelésre – a „Cyclone-Burner”-re –, mellyel cca 6 mm szemmagyságú pormentes aprószenet jó eredménnyel lehet eltűzteni. E felszólalásra – a magyar tüzeléstechnika great old man-je – Schimanek professzor válaszolt és rámutatott arra, hogy ilyen tüzelőberendezésért ma már nem kell nekünk Amerikába mennünk, mert hasonló aprószen – minden portalanítás nélkül – jól eltűzethető a Magyarországon szivós, kitartó munkával kifejlesztett Szikla-Rozinek-féle porszén-gáz-tüzelésben is. E megjegyzés hallatára az előttem ülő egyik kitérő kartársam azzal a kérdéssel fordult vissza hozzám: „Miért kellett ennek ilyen hosszú ideig tartania?” Minthogy a valóban hosszú fejlődés ideje alatt, a magyar és a külföl-

di szakirodalom révén a kérdéses, tüzelés széles körökben ismeretessé vált, valószínű, hogy az említett kérdés mások előtt is felvetődött. Minthogy ezen kívül a kérdéses tüzelés az univerzalitás problémájával is szoros kapcsolatba került, az alábbiakban megkísérlem a Szikla-Rozinek-féle lebegtető gázosító (más néven porszén-gáz-tüzelés) fejlődésének és mai állapotának vázlatos ismertetését. Utóbbiban dr. W. Gumz¹ és dr. Rozinek Arthur² tanulmányaira, s az azokban foglalt ábrákra fogok hivatkozni. A fejlődés történetének vázolója talán általános szempontból sem lesz felesleges, mert megmutatja azt a göröngyös utat, mely a felbukkanó ideától a gyakorlat könyörtelen kritikáját is elbíró használható kivitelig vezet. Erről, mondotta Diesel, hogy a valóban bevált üttörő találmányok általában 1% alapideából és 99% verejtékből tevődnek össze. Az alap idea a jelen esetben abból született, hogy a rostélytüzelések számos, valóban meglévő hibájuk miatt elavultaknak látszottak, viszont a felváltásukra, cca 25 évvel ezelőtt erőteljesen előretörő szénportüzelések a finomra őrléshez aránylag drága malomberendezések felállítását igényelték, amelyek üzeme jelentős energiafogyasztással, és ugyancsak jelentős karbantartási költséggel járt, úgy hogy a tökeköltség, az áramköltség és a karbantartás együttes költsége, szénfajtánként változóan, általában a szén árának kb. 10%-át emésztette fel. Mint kuriozumot említem meg, hogy a délangliai Swansea városi erőműben az üzemvezető közlése szerint 1 tonna gázszegény anthracit finomra őrlése a malmokban 2 kg acélt koptat el és kb. 30 kWó hajtó energiát fogyaszt. Ha az őrlés kevésbé finom, a szemcsék elégetéséhez hosszabb idő kell, s azok elégetlenül repülnek át a 10 m magas tüztérben.

Közelfekvő volt tehát a gondolat, hogy a „rostélyon-elégetés” helyett a „térben-elégetésre” térjünk át, de lehetőleg anélkül, hogy a finomra őrlés említett hátrányait vállalnunk kellene. Ehhez elegendőnek látszott, hogy a bányákban nagymennyiségben termelt 0-5 mm szemnagyságú – egyébként nehezen értékesíthető – porszenet, minden további előkészítés nélkül, úgy, amint az a bányában az 5 mm-es vibrátor-rostán átesik, egy függőlegesen felfelé tartó levegőáramban – felfelé tölcérszerűen bővülő tüztérben – égessük el, melyben a szén majd a levegősebességnek megfelelően, szemnagyság szerint rétegződve – alul a durva, felül a finom szemekkel – lebegő állapotban fog elégni. A szénszemcse tehát ne legyen finomra őrlve, ne repüljön az égéslevegővel, hanem lebegjen addig, amíg kiég. Az új tüzelési elv kipróbálására üzemi méretekben először egy kísérleti berendezés épült a szabadban (lásd 3. ábra), amire azért volt szükség, mert a kételkedők szerint a begyűjtásra szolgáló (3) fatűz kialakása után a beszórt friss hideg, nedves szén nem fog gyulladni, s, az egész lebegtető tüzelés ki fog aludni. Hogy ne így legyen, arról természetesen a hőszugárzás gondoskodott, s a következőkben a próbaüzemeket a tűzoltóságunk mindig előzetesen jelentenünk kellett, hogy a tüzelés torkolatán kiáramló 6-7 m-es lángok felesleges riadalmat ne okozzanak. Kitént azonban az – ami üvegmodellben előzetesen végzett gondos vizsgálatok alapján már várható és egyébként is természetes volt –, hogy a gázsebesség a keresztmetszet mentén erősen, egyenlőtlen, s ez a finomabb szemcséknek – az egész betáplált szénmennyiség 6-10 súly %-ának – elragadását okozta. Ennek megszüntetésére a lebegtetőtérhez a gázáram megtisztítása céljából szeparációs teret – népnyelven az 1. aknához egy 2. aknát – csatlakoztattunk. (lásd 3. ábra) Az eredeti várakozás szerint a 2. aknában a nagy sebességgel végzett fordulón kivágódó szemcsék a diffúzor alakú 1. aknába, a legszűkebb részen, a legnagyobb sebesség, a legnagyobb dinamikai nyomás, tehát a legkisebb statikai nyomás helyén (4), egyszerűen gravitációs úton visszavezethetők lesznek. Ezt a várakozást persze, a legszűkebb keresztmetszet felett lebegő széntömeg súlya, mely hozzáadódik a statikus nyomáshoz, bizonyos terhelésen felül megghiúsította, úgy hogy a visszavezetést megbízhatóan és a terheléstől függetlenül csak mechanikai segédeszközzel, légzáróan kiképzett szállító csigával, vagy a később



3. ábra

„bolygatónak” nevezett tolótaggal lehetett megvalósítani. A szabadban épült első próbatüzeléssel a gyulladás biztonsága és az égés lefolyása, valamint a távozó füstgázok tisztasága, s végül a begyűjtás gyorsasága szempontjából olyan kedvező tapasztalatokat tettünk, hogy lehetővé vált egy ilyen „lebegtető-tüzelés” beépítése az egyik üzemi kazánál.

A beépítést óvatosan úgy végeztük, hogy az eredeti láncrostélyt a helyén hagytuk, a lebegtető tüzelést pedig a kazán mögött építettük fel úgy, hogy lángjai hátulról ömölhettek be a samott téglákkal lefedött és gyenge levegőárammal hűtött láncrostély fölé a kazán tűzterébe. Mivel így módon most már az eltüzelt szén hasznos gőztermelésre szolgált, lehetővé vált a tartós tüzelési próbák bevezetése, majd azok alapján a láncrostélyok eltávolítása. Néhány esztendő telt el, amíg idáig jutottunk. Közben a műszaki irodalom híreket hozott arról, a lebegtető tüzelés gondolata a miénkhez hasonló fontolások alapján külföldi követőket is megmozgatott. A lebegtetés elvével kísérleteket folytatott az amerikai „Stratton-Furnace”, a francia Stouff, a német Hold és a moszkvai hőtechnikai intézet úgy, hogy szinte versenyfutás alakult ki a használható típus kialakításáért.

A külföldi kísérletek mind megghiúsultak azon – arról nekünk is sok álmatlan éjszakát okozott –, amit bizonyos üzemidő után tapasztalunk kellett, mikor az említett tartós tüzelési próbákat megkezdettük. Ez a döntő akadály, amely minden próbálkozást megghiúsított: a tüztér elkerülhetetlen és katasztrofális elsalakosodása volt. A lebegtető légsebesség ugyanis az a maximális relatív sebesség, amely a szabadon lebegő, külön le nem fogott szénszemcse esetében egyáltalában létrejöhet anélkül, hogy a gázáram a szemcsét magával ragadná. Ez a maximális sebesség az aprószemcséjű, tehát igen nagy fajlagos felületű lebegő széntömeg elégetése számára olyan optimális fizikai viszonyokat teremt, az elégetés gyorsaságát s ezzel az égési hőfokot oly mértékben megnöveli, hogy a kiégett szemcse hamumaradványát megolvasztja, s főleg a gázáram belső legforróbb részei olvadt salakot visznek magukkal. Mivel pedig a tüztér sem a levegő-, illetve a gáz-sebesség, sem pedig a hőfokok szempontjából nem homogén, mindig lesznek a térnek és falzatnak olyan részei, melyeknek hőfoka a salak olvadáspontja alatt marad. Az ilyen falazati vagy szerkezeti részekre a térszerűen ragadóssá váló salak ráragad, ami végeredményben az említett elsalakosodásra vezet, és az üzemet megzavarja, megakasztja. Ennek a veszedelemnek elhárítására, vagy mérséklésére, akkor egyetlen rendszabály látszott célravezetőnek: az égésfolyamatnak oly módon való irányítása, mely a lebegtető aknában a szén teljes elégetése helyett csupán annak elgázosítására, s ezzel kisebb hőfokra vezet, ami a salakolvadás elkerülését vagy lényeges csökkentését tette remélhetővé.

Az alábbiakban még látni fogjuk, hogy a nehézségek leküzdése céljából mi mindenre kellett még gondolnunk, de mégis kétségtelen, hogy ez volt az az elhatározó lépés – a generátorszerű, illetve gázosítóüzemre való áttérés –, amely átsegített minket azon a gáton, azon az akadályon, amelyen a hasonló

¹ Dr. W. Gumz: „Der Schwebevergaser Bauart Szikla-Rozinek als Feuerung; uni als Oaserzeuger”. Archiv für bergbauliche Forschung. 1942. 2. szám.

² Dr. Rozinek Arthnr: Kivezető út a széntüzelés válságából. Magyar Technika 1948. februári száma

külföldi törekvések

- talán aránytalanul nagyobb anyagi eszközeik dacára is
- megakadtak.

Rá kell itt mutatnom arra, hogy a lebegtető téren

- az ún. 1. kamrán kívül ekkor megvolt már az előzőkben említett 2. kamra is, de ez akkor még csupán szelektációs kamra volt, arra szolgált, hogy az áramló gázokból az elragadott szemcséket lehetőleg kiválassza, s alkalmas szerkezet segítségével az 1. kamrába visszajuttassa. A szelektációs kamra hőmérséklete tehát a lebegtető kamra hőfokával akkor még megegyezett, s ha ez utóbbiban olvadt salak keletkezett, úgy nemcsak ez, hanem a szelektációs kamra is elsalakosodott, s például a kiválasztott kokszipor visszazállítását az 1. kamrába megakasztotta. Már pedig a salakolvasás vagy lágyulás és a salaklerakódás a generatorszerű-, gázosító-üzem bevezetése után is jelentkezett úgy, amint attól tartanunk kellett, ha mérsékeltebben és helyileg korlátozottabban is, mint a teljes elégetésnél. Az üzemet ez a helyiség korlátozott salaklerakódás az 1. kamrában aránylag kevésbé zavarta, mert a könnyű hozzáférhetőség az időnkénti tisztítást lehetővé tette. Másként volt ez a 2. kamrában, ahol az olvadt téstás salak ráakódása a koksziparállítására szolgáló berendezés – csiga vagy tolótag – működését időnként megakasztotta, s ahol a szerkezeti adottságok folytán az időszakos tisztogatás sokkal nehezebben volt végrehajtható, mint az 1. kamrában. Rá kellett jönnünk, hogy az egész szerkezet működése, a lebegtető tüzelés életképessége attól függ: megbízhatóan meg tudjuk-e akadályozni a 2. kamrában a salaklerakódást, avagy nem?

Szerencsére erre a kérdésre egy igen termékenynek bizonyult gondolat segítségével határozott és pozitív választ lehetett adnunk. Rájöttünk ugyanis, hogy a friss szén beadagolásának helyét és módját kell megváltoztatnunk. A friss szenet eddig – egy rövid surrantón át – a lebegtető akna legalján, a legszűkebb helyen szórtuk be azért, nehogy a magasból esetleg nagyobb sebességgel aláhulló nagyobb szén-szemcsék a hordozó levegőáramot áttörve, kihulljanak a tüzelőtérből. Rájöttünk, hogy lényeges előnyököt hoz és az egész berendezés működését kedvezően befolyásolja, ha zárt sugárban történő alsó adagolás helyett a friss szenet a lebegtető akna felső részén szórjuk be, lehetőleg elosztva úgy, hogy a friss, hideg nedves szén az alulról felfelé áramló nagy hőfokú gázokat fizikai – és endotermikus kémiai folyamatok – hőelvonó hatása révén egyszerre, hirtelen hűtse le, és e „visszahűtött” gázokban úszó esetleg olvadt salakszemcséket még röptükben granulálja, dermassze meg. A gondolat olyan átütő sikerű volt, a 2. kamra és a pernyevisszaszállító berendezés elsalakosodásának problémáját végeredményben olyan gyökeresen oldotta meg, hogy a fejlődés vázolásának ezt a vonalát egy percre megszakíthatom, néhány olyan szerkezeti részlet fejlődésének megvilágítása céljából, melyek megbízható, helyes működése nélkül a berendezéssel nyugodt üzemet tartani nem lehetett volna.³ Az első ilyen részlet-szerkezet az, amely a friss szén adagolására, az adagolt szénmennyiség szabályozására szolgál. A kitűzött feladat értelmében 0-5 mm szem nagyságú olyan porszénrel kívántunk dolgozni, minden további szén-előkészítés nélkül, aminő a bányák szeparációiban az 5 mm-es vibrátor rostán átesik, vagy szükség esetén a nagyobb szemű szénből egyszerű kalapácsolással könnyen aprítható. Az ilyen szén néha poros, néha szemcsés, néha egészen száraz, néha olyan vizes, hogy gombócokat lehet gyúrni belőle, néha pereg, mint a mák, néha meredek oszlopokban állva tud maradni. Olyan adagolóra volt tehát szükségünk, mely az ilyen variációkra való tekintet nélkül a szükséges szénmennyiséget egyenletesen adagolja.

A szénmennyiségnek ugyanis aránylag szorosan koordinálva kell lennie a kazánteljesítményhez, mert hiszen a lebegtetett szénmennyiség aránylag kicsiny nagyságrendje egy középnagy kazánnál 50-80 kg, de aránylag szorosan koordinálva kell lennie a kazánteljesítménynek megfelelően beállított levegőmennyiséghez is azért, hogy a gázosító-folyamat hőfoka lehetőleg egyenletes

maradjon (salakolvasás, illetve salakkiválás az 1. kamrában!), és végül az adagolásnak fluktuálnia sem szabad, hogy a „visszahűtés” – a 2. kamra salakvédelme – átmenetileg, időszakosan se csökkenhessen a veszélyes határérték alá. Az adagolónak mindezekben, felül egyszerűnek, olcsónak és robusztusnak is kellett lennie. Ha nem is azonnal, de nemi tapogatózás után kialakítottuk a lebegtető tüzelés fejlődésének ebben az aránylag korai stádiumában azt az egyszerű adagolókészüléket, melyet ma is használunk, s amely lényegében a széntartóból, az alatta lassan elforgó dobból, a rétegállítóból » és a réteget idejében elbontó, álló vagy forgó „leszedőből” áll. Későbbben született, de itt említem meg, hogy az adagolóról leszedett szénréteg rövid surrantón át az ún. szóródobba hull, mely a szenet az egész keresztmetszetre szétosztva a tüztérbe szórja. A másik ilyen szerkezeti részlet, amely aránylag több konstrukciós munkát és több gondot is okozott, az a visszazállító szerkezet, az ún. „bolygató”, mely a 2. aknából az odajutott kokszipot ma az 1. aknába szállítja. Alább erről és a szóródobról még külön meg kell emlékezni. A szelektációs-kamrában a koksziparállításról és elragadott hamutól jórészt megtisztult izzó gáz a kazán tüztérben, alkalmas csatornyilásokon át befűvott secundär levegővel, erősen világító gázláng alakjában ég el. Az eredeti konstrukciónak néhány olyan szerkezeti részletét, melyek a további fejlődés folyamán feleslegessé váltak, vagy merőben más alakot nyertek, s amelyek legfőképpen a hamu-eltávolítás feladatát voltak hivatva ellátni, ezúttal nem kell ismertetnem, hiszen azok ma már inaktívak és számunkra is csupán történelmi érdekességgel bírnak. Ezeknek és a felsorolt többi szerkezeti résznek felhasználásával épült az üzemszerűen használt első lebegtető porszén-gáz tüzelés, mely az eredeti – itthoni és külföldi – lebegtető tüzelésektől máris öt lényeges jellemzőjében különbözött:

- a) a szenet nemégette el közvetlenül, hanem azt, illetve az abból lett kokszipot az 1. aknában nagy hőfokú éghető gázzal alakította.
- b) ezt az izzó éghető gázt az első aknából való kilépésénél a friss szén, beszórásával egész tömegében egyszerre hirtelen lehűtötte úgy, hogy benne az olvadt salakszemcsék granulálódva ártalmatlanná váltak,
- c) a visszahűtött cca 1000 °C-os éghető és itt már szénhidrogénnel szaturált gázból a magával ragadott, valamint az aknák tetején beleszört szénből lett izzó koksziparállítását kiválasztotta.
- d) az ilyen módon megtisztított izzó éghető gázokat a 3. térben (a kazán csövei alatt) secundär levegővel erősen világító, sugárzó gázláng módjára elégette, míg
- e) a kiválasztott koksziparállítását az 1. aknába visszavezette.

Ilyen módon a sikertelen külföldi kísérleteket messze megelőzve az egyszerű, de életképtelen egykamrás lebegtető tüzelésből 2 kamrás cirkulációs gázosító, s a hozzákapcsolt 3. kamra révén nagy pirometrikus hatású, gazdaságos gáztüzelés lett. Ezzel a tüzeléstechnikában eddig ismeretlen új elvet, az egytérben elégetés helyett, a háromtérben elégetés rendkívül termékeny elvét valósítottuk meg. Részben a gondolatok újszerűsége, részben a rendelkezésünkre álló anyagi eszközök szerénysége okozta, hogy mindez olyan sokáig tartott. Mikor azután az üzemszerűen használható első ilyen berendezéssel – nevezzük most már egyszerűen lebegtető-, vagy „porszén-gáz-tüzelésnek” – idáig eljutottunk, s a berendezést valóban üzemszerűen, tartós üzemben kívántuk használni, akkor derült ki, hogy mi mindent kell még megjavítanunk, ha azt akarjuk, hogy a berendezés a szülői szeretet elfogultsága nélkül, az objektív, sőt az újszerűség miatt esetleg idegenkedve szemlélő előtt is jól megállhassa a helyét. (...)

(...) Az elmondottakkal talán kielégítően válaszoltam az előbb említett epizód alkalmával hozzám intézett kérdésre, s ez a válasz röviden abban foglalható össze: nemcsak új, az eddigiektől merőben eltérő és igen termékeny tüzelési elvet, a három térben elégetés elvét kellett kifejlesztenünk, hanem az annak realizálásához szükséges új és addig egészen ismeretlen konstrukciós elemeket is kellett – erősen korlátozott anyagi eszközök felhasználásával – másirányú komoly hivatali kötelezettségek ellátása mellett megszerkeszteni.

³ Lásd a fennebb 1. és 2. alatt említett közleményekben foglalt ábrákat.

Szikla Géza nemzetközi szabadalmi bejelentései

Végh László

jogi szakokleveles mérnök, laszlo.vegh@hipo.gov.hu

Szikla Géza neve már legutóbbi számunkban megjelent a rovat hasábjain: Hajdú Elemér feltalálótársa, Rozinek Arthur kapcsán, akihez hosszú évek közös munkája köti. Legismertebb találmányuk, amely a nemzetközi szakirodalomban Szikla-Rozinek-féle lebegtető tüzelőberendezés néven ismert, továbbá az ehhez a témakörhöz kapcsolódó közös szabadalmak mutatják sikeres együttműködésüket. E havi cikkemben Szikla Géza nemzetközi szabadalmaztatással oltalmazott találmányait vizsgáltam, a szabadalmak nagy száma miatt a feltalálótársakkal közös bejelentésekre koncentráva. Ezek közül Rozinek Arthurral közös bejelentései szintén hosszabb elemzést igényelne, annál rejtélyesebb viszont Maria Blanka Bauhofer személye, hiszen a két háború között műszaki-mechanikai területen még igazán ritka a női feltaláló.

Gyors kutatást végezve, az Espacenet adatbázis alapján Szikla Géza közel 50 külföldi szabadalmi bejelentést tett, ebből mintegy 20 esetén feltalálótársa Rozinek Arthur. Három esetben Merse Pál okl. gépészmérnök (FR717009; CH159110; AT144105 – bár ezek ugyanazon egy találmányra vonatkoznak (Hőtároló berendezés)). Két ügyben Vágó Pál (FR709015; CH190528) a feltalálótárs, illetve a svájci bejelentésnél először tűnik fel az osztrák Maria Blanka Bauhofer. A bejelentés egyik elsőbbsége egy 1935. június 13. magyar dokumentum.

N° 190528

Classe 11.4 f

CONFÉDÉRATION SUISSE

BUREAU FÉDÉRAL DE LA



PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

EXPOSÉ D'INVENTION



Publié le 16 juillet 1937

Demande déposée: 12 juin 1936, 18^h 4. — Brevet enregistré: 30 avril 1937.
(Priorité: Hongrie, 18 juin 1935 et E.-U. d'Am., 27 mai 1936.)

BREVET PRINCIPAL

Madame Blanka Maria BAUHOFFER, Vienne (Autriche), Geza SZIKLA et Dr. Paul VAGO, Budapest (Hongrie).

Brlenour à flamme libre.

Sajnos a svájci szabadalmi bejelentésben hivatkozott amerikai és magyar elsőbbségi bejelentéseknek nem lelni nyomát. A feltalálónő nevére kutatva viszont rábukkantam a bejelentés angol családtagjára. Az említett angol bejelentés (GB481578) fejléce egyébként ebben formában tartalmazza a feltalálótárs nevét: Mrs. Joseph (Blankamaria) Bauhofer – valószínűleg a férjezett nevé.

PATENT SPECIFICATION

Convention Date (Hungary): June 13, 1935.

481,578

Application Date (In United Kingdom): June 10, 1936.

No. 16254/36.

Specification not Accepted

COMPLETE SPECIFICATION

Improvements in or relating to Open Flame Burners



We, Mrs. JOSEPH (BLANKAMARIA) BAUHOFFER, an Austrian Citizen, of Worellgasse 3, Vienna, Austria, GEZA SZIKLA, a Hungarian Citizen, and Dr. PAUL VAGO, a Hungarian Citizen, both of Budapest, Hungary, do hereby declare the nature of this invention and in what manner the same is to be performed, to be particularly described and ascertained in and by the following statement:—
This invention is for improvements in or relating to open flame burners.

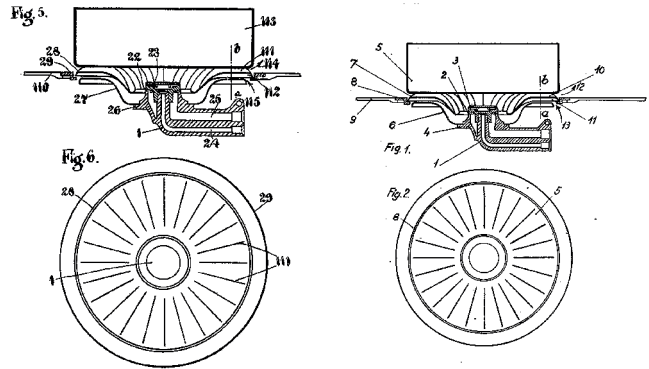
heat efficiency of the burner is substantially increased by utilising a part of the heat which has hitherto been wasted to increase the amount of heat imparted by the burner to the container or other article to be heated.

According to the invention, there is provided an open flame burner wherein a part at least of the heat from the hot combustion products which would normally be wasted is directed back into the effective area of heating of the burner by means of a heat directing plate

Ezek után a további információszerzés eredménytelenségébe beletörődve elhatároztam, hogy legalább a rejtélyes osztrák feltalálólóly személyéhez köthető egyéb szabadalmakat is megkeresem. Az eredmény a következő: Blanka Maria Bauhofer az említett svájci szabadalom mellett három osztrák bejelentés feltalálója: AT147247; AT159577; AT159738. A svájci szabadalomhoz hasonlóan a bejelentések témája tüzeléstechnikai berendezéseket érint. Legkorábbi közülük az AT147247 lajstromszámú, amelynek bejelentési napja 1935. június 17. Ez az időpont igen közeli a svájci szabadalom igényelt magyar elsőbbségéhez (1935. 06. 13.). A bejelentéshez tartozó ábra is teljesen azonosnak látszik, a Szikla Gézával közös svájci bejelentéshez benyújtottak közül az egyikkel (balra a svájci, jobbra az osztrák dokumentum):

Madame Blanka Maria Bauhofer,
Geza Szikla et Dr. Paul Vago

Brevet N° 190528
à Genève, N° 3



Természetesen, a két bejelentés egymáshoz való viszonyának megállapításához a konkrét műszaki tartalmat kell megvizsgálnunk. Az osztrák bejelentésben az egyedüli feltaláló, Bauhofer asszony a gáztüzhely égőjének környezetében eszközölt módosítással növeli meg a főzőedényre történő hőátadást. A gázégő környezetében kettős lemezszerkezetet alkalmaz, amelynek felső lemeze a gázlánggal közvetlenül érintkező, nagy hőkapacitású szerkezet, amelyet alulról egy hőszigetelő tulajdonságú lemezzel választ le a tüzhely többi részétől, a hővesztések elkerülésére. Az égéshez szükséges levegőt a két lemez között átáramoltatva elérhető annak előmelegítése is, tovább növelve a hatásfokot. (A korabeli háztartások világában megjelenő technikai berendezések és a műszaki érzékkel bíró hölygek feltalálónővé válása közötti összefüggés manapság számos tanulmány tárgya, ezek közül egyet megjelöltem a cikk végén).

Áttekintve az angol és a svájci bejelentéseket látható, hogy ezek a bejelentések tartalmazzák Bauhofer asszony megoldását, illetve egyértelműen annak továbbfejlesztéseként értelmezhetőek. Szikla Géza, Vágó Pál és az osztrák feltalálólóly tehát közösen együttdolgozva számos újabb részletmegoldás kidolgozásával gazdagították az eredeti megoldást. Ezek részletes kielemezése nem lenne célravezető, az aligénypontok számából azonban világosan kikövetkeztethető a feltalálók közös tevékenységének iránya: míg az eredeti osztrák bejelentés három igénypontot tartalmaz, az angol bejelentésben 16, a svájci beje-

lentésben 24 pontra tagolódik az oltalmi igény, újabb és újabb előnyös kialakításokat részletezve.

Látható, hogy ebben az esetben A feltalálók nevének ismeretében válik csak lehetővé az iparjogvédelmi háttér felderítése, mivel, ahogy korábban említettem a szabadalmi adatbázisokból a jelzett elsőbbségi igény alapján nem lelhető fel sem a magyar sem az amerikai bejelentés, csak a bejelentés napja ismert (1935. 06. 13. és 1936. 05. 27.). Ennek hiányában a közös szabadalmi dokumentum (CH190528; illetve GB481578) úgy tanúskodik Szikla Géza, Bauhofer asszony és Vágó Pál együtt elvégzett munkájáról, hogy a korábbi önálló tevékenységük mértékére csak az osztrák dokumentum alapján, közvetve van lehetőségünk következtetni, miközben a kulcsot kezünkbe adó osztrák dokumentum nincs megjelölve elsőbbségi igényként, csak a feltaláló neve vezetett a nyomára. Természetesen, hogy az osztrák feltalálónő és a

magyar feltalálók személyes kapcsolata hogyan jött létre, azt továbbra is homály fedi. Feltételezhető, hogy ez valamely korabeli szakmai fórumra, konferenciára, vásárra vezethető vissza. Mindenesetre, csak egyszeri alkalomra szólt, legalábbis ami a közös találmányokat illeti.

Forrás

- [1] http://www.sztnh.gov.hu/szabadalom/szab_kutat.html SZTNH–Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala–Szabadalmi adatbázis
- [2] <http://worldwide.espacenet.com/> EPO Espacenet Patent search
- [3] <http://www.sztnh.gov.hu/kiadv/ipsz/200008/techn.htm>
- [4] Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle
- [5] Longa Péterné: Feltalálónők – 2000. augusztus

Az Energetikai Szakkollégium programja

Az Energetikai Szakkollégium a tavaszi, Szilárd Leó emlékfélév során a következő rendezvényeket szervezi:

2012. február 16.

Szilárd Leó és szerepe az első önfenntartó szabályozott nukleáris láncreakció létrehozásában

2012. február 23.

Megújuló energiaforrások hálózatra kapcsolásának problémái

2012. március 5.

Üzemlátogatás: Dunamenti erőmű, MOL Százhalombattai Dunai Finomító

2012. március 13.

Üzemlátogatás: Művészetek Palotája épületgépészeti rendszerének megtekintése

2012. március 22.

Geotermikus energia felhasználása

2012. március 29.

Óráátállítás hatásai a villamosenergia-rendszerre

2012. április 5.

FÓRUM: Üzemanyag 2050. A hajtóanyagok jövője, a jövő hajtóanyagai

2012. április 6.

Üzemlátogatás: Paksi Atomerőmű

2011. április 12.

Oroszország jelenlegi és jövőbeni szerepe az EU energiaellátásában

2011. április 19.

Üzemlátogatás: MAVIR Zrt. Hálózati Üzemirányító Központ és Diszpécseri Tréning Szimulátor

2012. április 26.

Passzív házak kialakítási lehetőségei, az épületek energiaracionalizálása

2012. május 3.

Tórium üzemanyagú atomerőművek elterjedésének hatása a világ energiatermelésére

Előadásaink nyilvánosak, helyszínük a **BME Q épület BF12-es terme.**

Kezdési időpontja 18 óra.

Az előadásokra és az üzemlátogatásokra tisztelettel meghívjuk az Energiagazdálkodás olvasóit is.

Rendezvényeinkről és a Szakkollégiumról bővebb információ honlapunkon olvasható: www.eszk.org



XIX. Főenergetikai és Innovációs Szeminárium

2012. május 9-10-11.



Főenergetikusok, Magyar Energetikai Vállalkozók és Feltalálók találkozója

Ebben a gyorsan változó világban, ha egy rendezvény sorozat megél 19 évet, az szinte már-már a gyökereket jelenti. Mi a Főenergetikai Szeminárium szervezői is így vagyunk ezzel. Amikor a programot Mohácsi Miklós úr kezdeményezésére az ETE Esztergomi Szervezet elindította, akkor valóban voltak főenergetikusok. Azóta sajnos nem csak ez a beosztás szűnt meg, hanem a szakma is jelentős mértékben átértékelődött. Korábbi valamennyi hasonló címmel meghirdetett rendezvényünk minden egyes alkalommal a legaktuálisabb témákat hozta a résztvevők elé.

Ma sem gondoljuk ezt másképp, viszont a korábbi tapasztalatok, és a résztvevők által megfogalmazott – jogos igények alapján – több lehetőséget biztosítunk a személyes kapcsolatokra, a kötetlen szakmai beszélgetésekre.

Jegyezze fel a naptárjába: május 9-11. XIX. Főenergetikai Szeminárium
vagy jelentkezzen az alábbi elérhetőségek egyikén: 06 1/44 24 720 kovacs.agnes@cwsolutions.hu

A programtervezetet megnézheti a www.foenergetikus.hu web oldalon.

Összetett rendszerek veszteségeinek értelmezése

Dr. Balikó Sándor, CEM

okl. gépészmérnök, baliko@t-online.hu

Ha egy ipari vagy mezőgazdasági üzemet, egy kereskedelmi létesítményt, egy ipari parkot, de akár csak egy lakóépületet is vizsgálunk, ahol többféle folyamat, technológia egyidejűleg van jelen és hat egymásra, a szokásos termodinamikai módszerek nehezen alkalmazhatók a veszteségek meghatározására. Ha viszont egymástól elkülönítve, egyenként alkalmazzuk a veszteségek számítására használt módszereket, előfordulhat, hogy különböző elemzések más és más értékeket adnak ugyanarra a rendszerre amiatt, hogy az egyes paramétereket különböző módon veszik számításba.

Mérleg szerinti veszteségek

A mérleg szerinti veszteségek mindig a vizsgált rendszer határán lépnek fel. Ezek a rendszerből kilépő és nem értékesített energiaáramok, vagy a környezetből felvett, de a rendszer működtetéséhez nem szükséges, energiaáramok (pl. hidegenergia-veszteség).

Az egész rendszerre felírt energiamérleg:

$$Q_{be} = Q_h + Q_v$$

ahol Q_{be} a rendszerbe belépő összes energia, Q_h a hasznosított energia és Q_v a kilépő veszteség. Az összefüggésből látható, hogy azoknál a létesítményeknél, amelyek nem értékesítenek energiát, a mérleg szerinti veszteségek nagysága megegyezik a vásárolt és/vagy a környezetből felvett energiahordozók energiataralmának mennyiségével. Másrészt azt is megállapíthatjuk, hogy a veszteségek csökkentése a vásárolt energiahordozók mennyiségének csökkentését eredményezi. A veszteségek számbavételének csak akkor van jelentősége, ha megtaláljuk azok forrását. Ehhez a rendszerbe belépő és az onnan kilépő áramokat, illetve azok hőtartalmát kell vizsgálni. Az áram mértékének meghatározásához rögzíteni kell az alapszintet [3]. Az anyagáram által szállított hőt többféleképpen is felírhatjuk:

$$\dot{Q} = \dot{m}(h - h_0) = \dot{m}\bar{c}(t - t_0) = W(t - t_0)$$

ahol \dot{m} az áramló közeg tömegárama, h az entalpia, \bar{c} a közeg közepes fajhője a kilépés és a viszonyítási alap hőmérséklete között, t a hőmérséklet és W az ún. hőkapacitás-áram, vagy régebbi nevén a vízártékáram. A 0 index a viszonyítási alapszintet jelenti, ami rendszerint a 0°C hőmérséklethez tartozó, vagy a környezeti állapot. A hőmérséklettel felírt két utolsó kifejezést csak akkor használhatjuk, ha az anyagáram a rendszeren belül nem szenved fázisváltozást, míg az első kifejezés általános. Ha a közeg a rendszeren belül egy zárt térben mozog, ahol nincs anyagveszteség (pl. egy melegvízes fűtésnél), a viszonyítási alapra történő visszaszámítást elhagyhatjuk, hiszen az egy pozitív és egy negatív előjellel matematikailag is kiejti egymást:

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

Ezzel a be- és kilépő áramokat egyetlen belépő ($t_{be} > t_{ki}$) vagy kilépő ($t_{be} < t_{ki}$) hőárammal helyettesítettük. Ha a rendszer egy t hőmérsékletű eleme a környezetben lévő, ettől eltérő t_k hőmérsékletű elemével kölcsönhatásba tud kerülni, anyagáram nélküli hőáram lép fel, ami szintén veszteséget okoz.

Konvektív hőáram:

$$\dot{Q}_k = \alpha F(t - t_k)$$

Sugárzásos hőáram:

$$\dot{Q}_s = c_0 \varepsilon F \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right]$$

ahol F mindkét képletben a figyelembe vehető hőátadó felület, α a hőátadási tényező, c_0 az abszolút fekete test sugárzási tényezője, és ε a

sugárzó felület emissziós tényezője. A sugárzásos hőátvitelnél a sugárzó felületek abszolút hőmérsékletével kell számolni, erre utal a nagybetűk használata. Szabadtéri berendezéseknél, ahol a környezet felületét végtelen nagyra tekinthetjük, a hőszigetelések sugárzásos hőátvitelnél a $c_0 \varepsilon$ értékét rendszerint $5,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$ értékkel veszik figyelembe [4].

A tényleges hőveszteség a két hőáram összege:

$$\dot{Q}_v = \dot{Q}_k + \dot{Q}_s$$

Gyakori, hogy a kétféle hőáramra egy közös hőátadási tényezőt definiálnak, ezzel nem túl nagy hőmérséklet-tartományban a számítások leegyszerűsíthetők:

$$\alpha_k = \alpha + \alpha_s = \frac{\dot{Q}_k + \dot{Q}_s}{F(t - t_k)}$$

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a hőátvitelnél a t_k a rendszer t hőmérsékletű elemével kölcsönhatásban lévő környezeti elem hőmérséklete, ami nem feltétlenül egyezik meg a mérlegben figyelembe vett alaphőmérséklettel. Az energiagazdálkodásban a veszteségeket egy-egy hosszabb

$$Q_v = \int_T \dot{Q}_v d\tau$$

időszakra, rendszerint egy évre vizsgáljuk, ami alatt az áramok és a környezet hőmérséklete is változik. Így az éves veszteség:

Ebbe az időszakra beletartoznak a leállási időszakok is, amikor az üzemidő alatt felmelegedett berendezés lehűl, a hideg berendezés pedig felmelegszik. A lehűlés (felmelegedés) alatt folyamatosan változó hőáram integrálása helyett ilyenkor a berendezés hőkapacitásából is meghatározhatjuk a veszteséget. Például egy meleg folyadékot tároló tartály egyszerű lehűlésekor:

$$Q_v = M\bar{c}(t - t_k)$$

hőveszteség keletkezik, ahol $M\bar{c}$ a tartály és a benne tárolt közeg együttes hőkapacitása. A mérlegbe bemenő áramként a segédenergiát, a belépő anyagokkal bevitt hőáramokat és a felhasznált megújuló energiát (nap, szél, földhő stb.) is figyelembe kell venni. Így például egy földszondás hőszivattyú hőmérlege:

$$E + Q_f = Q_h + Q_u + Q_{le}$$

ahol E az összes villamos energia felhasználás, Q_f a felhasznált összes földhő, Q_h a leadott hasznos hő, Q_u az üzemeltetési veszteségek és Q_{le} a leállási és egyéb veszteségek.

Egyéb veszteségek

Az energiamérleget felírva a fenti módszerrel meghatározott hasznosított energiák és veszteségek összege még biztosan nem adja ki a bevitt energiák összegét. A különbséget nagy része a közegek mozgására fordítódik. Ezeket a veszteségeket szilárd anyagoknál a targoncák, szállítószalagok, szállítócsigák, folyadékoknál a szivattyúk, gázoknál pedig a ventilátorok, fűvók és kompresszorok hajtásai fedezik. A mozgás céljából bevitt energia egy része lehet hasznos, pl. munkadarabok felemelése, folyadéktartályok megtöltése (szintjének emelése) vagy nagyobb nyomású gázvezeték táplálása, de az is lehetséges, hogy az összes bevitt energia a sűrűlódás leküzdésére szolgál. Így pl. egy szivattyú bevitt teljesítménye:

$$P_{be} = \frac{1}{\eta_o} [\rho g(z_2 - z_1) + \Delta p_s + \Delta p_{ki}] \dot{V}$$

ahol η_{sz} a szivattyú és a hajtómotor összhatásfoka, ρ a folyadék sűrűsége, z_1 és z_2 a folyadékszint kezdő és végső értéke, Δp_s a csővezeték (hálózat) nyomásesése, Δp_{ki} a kilépési veszteség(ek) és \dot{V} a térfogatáram.

A bevitt teljesítményből a $p_g(z_2-z_1)$ a hasznos teljesítmény, a fennmaradó rész pedig a veszteség. A fenti kifejezés egész évre történő integrálása már bekerülhet a mérlegbe:

$$E = \int_T P_{be} d\tau$$

A „mozgást létrehozó” berendezéseknél is a hasznos munka és a veszteség közötti szétválasztás attól függ, hol húzzuk meg a vizsgált rendszer hatását, a bevitt energia azonban egyértelmű és rendszerint mérhető is. Nem ilyen egyértelmű viszont az a potenciális energia, amit a környezetből kapunk, de a rendszerben használunk el. Ilyen pl., ha a rendszerbe belépő közeg nagyobb nyomással érkezik, mint amennyivel elhagyja a rendszert. Ha ilyen elemzést végzünk, a dokumentációban mindig fel kell tüntetnünk, hogyan vettük figyelembe a külső energiát. Egy lehetséges módszer, amikor az ilyen energiákat a belőlük elméletileg kinyerhető legnagyobb munkával vesszük figyelembe. Folyadékoknál:

$$P_v = (p_{be} - p_0) \dot{V}$$

gázoknál pedig az izotermikus expanzióval számolunk:

$$P_v = p_{be} \dot{V}_{be} \ln \frac{p_{be}}{p_0}$$

ahol p_{be} a rendszerbe belépő közeg nyomása, \dot{V} a térfogatárama és p_0 a viszonyítási alaphelyzet, ami általában az atmoszférikus nyomás. Az éves veszteség természetesen itt is a fenti veszteségteljesítmények egy évre kiterjesztett integrálja. Végül az energiamérleg azzal lesz teljes, ha az egyéb elektromos berendezések, technológiai hajtások, világítás stb. energiaigényeit, továbbá a villamos energia átalakítással járó veszteségeket is figyelembe vesszük.

Kihasztnátlan potenciál

Majdnem minden rendszerben található kihasználatlan potenciálok, amelyeket csak különleges esetekben veszünk számításba. Amíg pl. nem terjedtek el a kondenzációs kazánok, a tüzeléstechnikai számításoknál elhagytuk a füstgáz víztartalmának kondenzációs hőjét, hiszen a vizsgált rendszerben nem került sor kondenzációra. Hasonlóan, amíg nem terjedtek el a légkezelőkben a hőhasznosítók, nem kellett a nedves levegő tulajdonságaival számolni a légfűtésekénél csak olyan mértékben, amennyiben a sűrűség és a fajhő értéke megváltozik. Rejtett potenciális energiát jelentenek a rendszerben keletkező éghető hulladékok is. Ezek elégetésével ugyanis hőt szabadíthatunk fel, ami csökkenti a kívülről beviendő energiaigényt, de még a hulladék elszállításának és ártalmatlanításának energiaigényét is. A rendszerben keletkező technológiai hulladék – ami sokkal homogénebb, mint a vegyes hulladék – elégetése általában egyszerűbb és olcsóbb berendezésben valósítható meg, mint amilyeneket a vegyes hulladékégetésre alkalmaznak. Ha a hulladékégetés technológiája szóba jöhet, akkor a hulladék kötött termikus energiáját, mint veszteség, érdemes kimutatni a mérlegben.

Gyakorlati megfontolások

Az összetett rendszereket rendszerint több szinten és több lépésben vizsgáljuk, különben áttekinthetetlen és kezelhetetlen modelleket kapnánk. Ennek megfelelően vesszük számba a veszteségeket is. Általános szabály, hogy minden szinten csak az azonos két-három nagyságrendet átfogó anyag- és energiaáramokkal számolunk. Legfelső szinten csak a főbb anyag- és energiaáramokkal számolunk. Itt a veszteségek nagy része még az egyéb kategóriába esik. Ezen a szinten a legfőbb cél, hogy a technológia főbb áramait és azok egymásra hatását vizsgáljuk. Ezért is fontos, hogy ez a szint az egész rendszert átfogja. Ezen a szinten tudjuk a rendszert területi és/vagy funkció szerinti alrendszerekre bontani. Itt már részletesebb vizsgálatokat végezhetünk és/vagy az egyes alrendszereket további alrendszerekre bonthatunk. Az 1. táblázat egy olyan kereskedelmi egységnek mutatja a kiinduló mérlegét, amelyik bevásárlóközpontot, iro-

dákat és mozikat is magába foglal. A létesítmény fűtésre és (nem sz. összes) HMV termelésre hőt, hűtésre hidegenergiát vásárol a szomszédos kiserőműtől. Vizsgálatunk kezdetén csak a vásárolt energiahordozók mennyiségét ismertük, majd a 7/2006. sz. TNM rendelet szerinti módszerekkel modelleztük a transzmissziós és a szellőzési veszteségeket.

1. táblázat. Egy multifunkcionális kereskedelmi létesítmény kiinduló mérlege

Bemenő áramok	GJ/év	Kimenő áramok	GJ/év
Villamos energia	69 009	Vásárolt hűtés	22 850
Vásárolt hő	44 435	Transzmisszió	13 546
Hőnyereségek legalább	22 850	Elszívott levegő	24 051
		Egyéb legalább	75 848
Becsült összes	136 295	Becsült összes	136 295

Az adatainkat mérlegbe rendezve beírhatjuk, hogy az összes hőnyereség legalább a vásárolt hidegenergiával egyenlő, ezzel viszont a mérlegben megkapjuk a veszteségek alsó korlátját. A táblázat rámutat arra is, hogy a veszteségek nem adódhatnak csupán a villamos berendezések leadott munkájából, hiszen összegük nagyobb, mint a villamosenergia-felhasználás. Az egész rendszerre vonatkoztatva viszont már csak az épület sugárzással leadott hővesztesége (valószínűleg elhanyagolható) és a szennyvíz által elvont hő jöhet számításba, de a legvalószínűbb, hogy az épületben túlfűtés van, ami miatt a transzmissziós és szellőzési veszteség is nagyobb a számítottnál. Látható, hogy a legegyszerűbb mérleg felírása sokat segít a veszteségfeltárásban. Az első lépés után jöhet a további „nyomozás”, a rendszer kisebb egységekre bontásával. A felbontásnál figyelembe kell venni, hogy a globális mérleg összefüggéseinek meg kell maradni (esetleg az egyes tételek korrigálása mellett is), és azt, hogy az egyik rendszerből kilépő áram a másik rendszerbe ugyanazzal az értékkel lép be. A 2. táblázat egy hőközpont teljesítménymérlegét mutatja üzemidőben. Itt már csak egy technológiai részrendszert vizsgálunk, ami természetesen mind betáplálás, mind fogyasztási oldalon csatlakozik további részrendszerekhez. A példában láthatjuk, hogy a közvetlen hőveszteségek mellett a villamos veszteségek is terhelik a hőközpont helyiségének légterét, amit a helyiség szellőzésének tervezésénél figyelembe kell venni. Azt is vegyük észre, hogy az 1,84 kW szivattyúzási munka ebben a részrendszerben hasznos teljesítménynek számít, ami csak a rendszeren kívül, a fűtési hálózatban „veszik el”.

2. táblázat. Egy hőközpont mérlege

Bemenő áramok	kW	Kimenő áramok	kW
Villamos energia	2,7	1. fűtőkör hő	120
Hő	225	2. fűtőkör hő	80
		3. fűtőkör hő	20
		csővezetékek hőveszt.	5
		szivattyúzási munka	1,84
		egyéb veszteség	0,86
	227,7		227,7

A szintek számát és az alrendszerek méretét a célszerűség és a kezelhetőség, azaz végső soron az elemzést végző szubjektív megítélése határozza meg. Másik szokásos felbontás:

- az üzemi állapot
- üzemszüneti állapot és
- az átmeneti (indulás, leállítás, karbantartás, szerelés) állapot.

Valamennyi szint és üzemállapot vizsgálata együttesen megadja a rendszer energetikai auditját.

Irodalom

- [1] Petz E.: Erőművi veszteségek, Median grafikai stúdió, Bp., 1991.
- [2] Búki G.: Energetika, Műegyetemi Kiadó, Bp., 1997.
- [3] Balikó S.: Energiaveszteségek értelmezése, Energiagazdálkodás, 2011/1. szám
- [4] Döring-Koch-Zeltner: Ipari berendezések hőszigetelése, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1985.

Részt vegyek-e a KLENEN '12 konferencián?

Dr. Zsebik Albin, CEM

okl. gépészmérnök, zsebik@energia.bme.hu

Annak idején úti jelentést kellett készítenünk a külföldi konferenciákon való részvételtől. A jelentésben volt a részvétel hasznosságára irányuló kérdés is. Erre én a következőt szoktam válaszolni: „Hasznos volt számomra a részvétel, mert a konferencián hallottak megerősítettek abban, hogy a kutatási területemen jó irányban haladok, rámutattak hibás feltételezéseimre és új ötleteket adtak további munkámhoz. Fontosnak tartom azt is, hogy előadásommal öregbíttem egyetemünk és hazánk jó hírét.”

Amikor napjaink bőséges konferencia kínálataiból kell választanom, magam teszem fel a hasznosságra irányuló kérdést. Koromnál fogva, a következő szempontok szerint mérlegek:

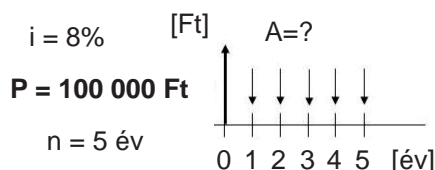
1. Tudok-e új ötletet, javaslatot adni a konferencia résztvevőinek előadóként? Ha igen, s megengedhetem magamnak a részvételt, kötelességemnek tartom részt venni.
2. Bővít-e szakmai ismereteimet, kapok-e új ötleteket munkámhoz, megerősítést, esetleg cáfolatot elképzeléseimről? Ha igen, keresem a lehetőséget a részvételre.
3. Mérlegelni szoktam a kapcsolatépítés fontosságát is.

Amikor javasoltam, hogy az Energiahatékonysági Kiválósági Pályázathoz kapcsolódó konferencia ne egy újabb legyen a sorban, hanem csatlakozzon valamelyik meglévő sorozathoz, a választást igyekeztem megkönnyíteni. A „Klíma-változás, Energiatudatosság, Energiahatékonyság” konferencia sorozat témája és célkitűzése szorosan kapcsolódik a pályázat célkitűzéséhez, kézenfekvő volt az összekapcsolásuk. Az Energetikai Szakkollégium, szervezőként garancia az új technikák és szervezési módszerek bevezetésére, a „Virtuális erőmű” építésének követésére. Az építésének sikere pedig rajtunk, az energiagazdálkodással foglalkozó kollégákon múlik.

Az energiahatékonysági intézkedésekhez hasonlóan vizsgáljuk meg, érdemes-e részt venni a konferencián?

A kiinduló állapot (a meghatározó tételeket nettó költséggel figyelembe véve): a konferencia részvételi díja 50 000 Ft, szállásdíj 19 200 Ft (kétágyas szobával számoltam, mert a kis költségnövekmény miatt a feleséget/férjet is célszerű magunkkal vinni). Az útiköltség az utazás módjától és az indulás helyétől függ. Oda és vissza 400 km (Budapest–Mátraháza ~80 km), 8l/100 km fogyasztási norma, 420 Ft/l benzin ár, és 9 Ft/km átalánnyal figyelembe vételével számoljunk 17 000 Ft-ot. (Autóbuszszal Budapestről oda vissza 3760 Ft). A kapott részeredményt megerheljük egyéb járulékokkal, ezért a konferencia költségére 100 000 Ft-ot veszünk figyelembe.

Határozzuk meg, milyen megtakarítási többletet eredményező ötlettel kell hazatérni, $A=?$, hogy a konferencia költsége $n=5$ év alatt megtérüljön, ahelyett, hogy pénzünket 5 évig $i=8\%$ kamattal a bankban tartanánk (1. ábra).



1. ábra. A kiinduló adatok szemléltetése

A számításhoz a figyelembe vett évek számát és a kamatlábat használjuk. Meghatározzuk vele a tőke-visszanyerési tényezőt, azaz azt a szorzót, ami a további számoláshoz szükséges:

$$CR = i \cdot (1+i)^n / [(1+i)^n - 1] = 0,25$$

Az elvárt feltételek teljesítéséhez a konferencián szerzett ötlettel, egyenletes ütemezésben évente legalább

$$A = P \cdot CR = 100\,000 \cdot 0,25 = 25\,000 \text{ Ft/év}$$

megtakarítás-többletet kell elérni. A konferenciára jelentkezést gazdasági szempontból értékelve azt kell mérlegelni, lesz-e alkalom a konferencián hallott ötleteket, javaslatokat megvalósítani. A már beküldött előadások témájából úgy látom, sok hasznos, már megvalósított, vagy megvalósításra előkészített javaslat fog elhangzani és alkalom lesz megvalósítójukkal tapasztalatot cserélni.

Én most, az egyik múlt héten zárt munkámból mutatok be egyet.

Egy szálloda- és konferenciaközpont energiaellátási koncepciójának kidolgozásában vettem részt. Megvizsgáltuk, érdemes lenne-e a szálloda vízrendszerét két részre bontva, egy ivóvíz és egy saját kút-, vagy esővíz felhasználását lehetővé tevő, ún. „szürke víz” rendszerrel megépíteni. A gazdasági elemzéshez az ivóvíz csoportba soroltuk a szobákban a mosdásra és fürdésre használt melegvizet és a hidegvízből a melegvíz mennyiség felének megfelelő mennyiséget, továbbá a konyhában felhasználásra kerülő teljes vízmennyiséget. Szürkevíz csoportba soroltuk a folyosók takarításához használt melegvizet, valamint a WC-k öblítővizét.

E besorolás alapján az éves vízfelhasználás várható értéke 50% kihasználtság feltételezésével 12 713 m³/év, ebből 5723 m³/év a meleg víz. Az ivóvíz minőségű víz várható éves felhasználása 5585 m³/év, a szürke vizé 7128 m³/év.

A Megbízó tájékoztatása szerint az ivóvíz jelenlegi ára 310 Ft/m³. Ezzel az épületegyüttes bázisértéknek tekinthető várható vízköltsége 3 941 015 Ft/év. (100%-os kihasználtságnál 7 479 215 Ft/év lenne.) Ha a szürke víz mennyiség saját kútból, vagy esővízből lenne kielégítve a várható éves megtakarítás ~2 000 000 Ft/év lenne. Ennek figyelembevételével a kút fúrására és a szétválasztott vízrendszer megengedhető beruházási költségtöbblete 6, 10 és 15 éves gazdasági élettartam, illetve megkívánt megtérülési idő és 10% átlagos éves kamatlábat feltételezve a következőképpen alakul¹:

$$P_{6 \text{ év}, 10\%} \approx 9\,582\,000 \text{ Ft}; P_{10 \text{ év}, 10\%} \approx 13\,518\,000 \text{ Ft};$$

$$P_{15 \text{ év}, 10\%} \approx 16\,733\,000 \text{ Ft}.$$

A megengedhető beruházási költségtöbblet 100%-os kihasználtság feltételezésével a következő lenne:

$$P^*_{6 \text{ év}, 10\%} \approx 17\,421\,000 \text{ Ft}, P^*_{10 \text{ év}, 10\%} \approx 24\,578\,000 \text{ Ft},$$

$$P^*_{15 \text{ év}, 10\%} \approx 30\,424\,000 \text{ Ft}.$$

A döntésnél célszerű figyelembe venni, hogy mind a kút, mind a kettéválasztott vízrendszer élettartama jelentős mértékben meghaladja a fentiekben feltételezett gazdasági élettartamot, a víz ára pedig várhatóan jelentős mértékben fog emelkedni.

Tapasztalataim azt mutatják, hogy a saját kút vizét hűtési célokra is gazdaságosan lehet felhasználni. A konferencia egyik előadója előadásában erről is be kíván számolni.

Úgy vélem, a konferencia résztvevői számtalan, a részvételének fedezését biztosító évi 25 000 Ft/év megtakarítás többletet eredményező ötlettel térhetnek haza. Bízom abban is, hogy a tapasztalatcsere kölcsönös lesz, s döntésünket befolyásolja majd az is, hogy sok régi ismerőssel találkozhatunk.

¹ A P meghatározásának módját lásd az Energiagazdálkodás 52. évf. 2011. 1. szám, 33. old

Az Energiastratégia 2030 margójára

Dr. Dezső György

okl. gépészmérnök, dezso.gyorgy@ega-nova.hu

„A rossz, mit ember tesz, túléli őt.”
Shakespeare (Julius Caesar)

Az alaphelyzet

A tervező mérnöknek – mert hogy a mérnöki gondolkodás és tevékenység is tartalmazza ezeket a megkerülhetetlen elemeket –, a szemem sem rebben, ha azzal a paradoxonnal találkozok, hogy az egyébként megtervezhetetlen jövőt kell megterveznie. Most is egy ilyen témáról van szó: a Parlament 2011. október 3-án elfogadta a 2030-ig szóló, és 2050-ig kitekintő Nemzeti Energiastratégiát¹. Persze a stratégiai anyagokat nem kell túlságosan komolyan venni, akarjuk, nem akarjuk, azok majd alakulnak a valóság kényszerei alatt, ha meg nem, akkor majd tovább fizetjük illúzióink felárárt. Különösen igaz ez napjainkban, amikor ember fia nem látja, hogy az „ország átszervezése”, és benne a gazdaság, hová tart, hol éri el végső formáját, vagy éppen ütközik, immár áthatolhatatlan falba. Nem ismeretes az a közgazdasági elv, vagy rendszer, és annak belső logikája sem, amelynek mentén a jelenlegi állami beavatkozások folynak. Mindez a társadalomra is ráerőltet egy sajátos nézőpontot, amivel már az országunk gazdaságát meghatározó súlyos külső feltételeket se tudja kellő józansággal, racionalitással értékelni.² Jobb híján erre a „végtelenül” sokismeretlenes, ingatag alapra épül a szóban forgó Energiastratégia.³ Egyébként meg éppen masírozunk egy feneketlen recesszióba, de nem egy-két évésbe, az a stratégia számára kevésbé volna érdekes, hanem sajnos minimum évtizedes nagyságrendűbe. Már látunk kellene a négy-öt év múlva belépő és a kilábalás esélyét hozó fejlesztéseket, beruházásokat, de ezeknek sehol semmi nyoma. Gondolkodni, vitatkozni persze érdemes és kell, mert a stratégia kijelöl valami irányt, kormányzati szándékot, ami jó esetben a tervezett időutazás elején még hasonlíthat is a valóságra.

Napjainkban sok dolgozat foglalkozik ezzel a témával, annak egyes részletkérdéseivel, és ez öröndetes. Az alábbiakban a jóváhagyott stratégia egy olyan oldalával kapcsolatban elmélkednék – a technokrata olvasók részéről nem túl sok egyetértést remélve –, amelyikről eddig talán elveszve a részletekben, a szükségesnél kevesebb szó esett.

¹ <http://www.magyarokozlony.hu/pdf/10586>

² „Volt egyszer egy jósnő, aki mindent látott, a múltat és a jövőt, látott előre is meg hátra is, és volt egy nagy ceruzája, azzal írta le a jóslatait, nem kellett rádézni soha semmit, amit leírt, az úgy volt. Mindenki hozzá ment, őt kérdezte, és így a magyarok is elmentek egyszer hozzá. Ő megnézte őket, aztán fogta a ceruzáját, és leírta nekik a múltjukat, a jövőjüket, és még egy tortareceptet is. Ezt ingyen adom hozzá, mondta. Legalább egyetek egy jót.” Mosonyi Aliz: Magyarmesék, Magvető Kiadó, 2011.

³ Miután az evolúciónak nincsenek szabályai, ebből fakadóan meg sem ismerhetők, így a jövőbeli társadalmi, gazdasági események egzaktt módon, a klasszikus tudományfelfogás módszerei szerint, sem a kanti a priori, vagyis a tapasztalatot, a tényeket megelőző tudásból, sem annak ellentétéből, az a posteriori, vagyis a tapasztalatból származó ismeretből nem vezethetők le. Egy 20...40 évre szóló társadalmi, gazdasági prognózis, vagy annak egy szakpolitikai fejezetének megalkotása tehát sokkal inkább az intelligenciát és bölcsességet igényli, semmint a több hozzászóló által szorgalmazott, egyébként pedig ezen a területen *per definitionem* nem is létező tudományos módszereket.

Az állam szerepe

„A piacgazdaság bizalmon, vállalkozási kedven, takarékosági ösztönön és kockázatvállalási készségen alapuló gazdasági rend és mint ilyen, nem állhat fenn védőszabályok és jogelvek, szóval olyan biztosítékok nélkül, amelyek az egyénnek védelmet és támaszt nyújtanak nemcsak a többi egyén túlkapásai, hanem az állam önkénye ellen is.”

Wilhelm Röpke⁴

Kezdjük mindjárt az Energiastratégia ún. *Lényegi megállapítások* fejezetével. Jelenleg a magyar állam elvileg az EU előírásaival összhangban álló szabályozórendszerrel működtethet, annak érdekében, hogy az energiapiac szereplői országunk nemzetgazdasági, ellátásbiztonsági és környezetvédelmi szempontjait követve tevékenykedjenek. Ezt azonban az Országgyűlés által most jóváhagyott stratégia elégtelennek tartja, ezért ezen a területen is az állami szerepvállalás erősítését tűzi ki célul, amihez – véleményem szerint – a magyar államnak, most és belátható időn belül, se kellő ereje, se kellő képessége nem áll rendelkezésére. De talán nem is ez a fontos, hanem hogy ez így helyes-e? Vajon, ha egy állam a XXI. században, Európa közepén, békeidőben nem tudja koherens jogi és gazdasági eszközökkel a piaci szereplőket a(z) egyébként nem túl definitív) közérdeket szolgáló, vagy azzal harmonizáló viselkedésre szorítani, akkor hogyan tud az állam ennél nagyságrendekkel bonyolultabb fejlesztési, beruházási, üzemeltetési kérdéseket állami érdekeltségű vállalatokon keresztül, az elvárt racionalitással, más piaci szereplőkkel versenyképesen megoldani? Véleményem szerint sehogy. Ha az államosítás indoka az, hogy a magánvállalkozók önérdéküket követik, akkor miért nem gondolhatjuk, hogy az állami hivatalnokok „politikai vállalkozók”?⁵ Ők az újraválasztásukhoz szükséges szavazatokat igyekeznek maximálni, ez pedig nemzetgazdaságilag a közgazdasági racionalitás ellen hat. (Mint például ahogy a hazai energetikában kevés nagyobb kárt okozó ügy volt az elmúlt két évtizedben, mint az energiaárak politikai manipulálása a szociális helyzettől függetlenül.) Márpedig a most jóváhagyott Energiastratégia szerint az állam az általa tulajdonolt cégeken keresztül kívánja a piacot befolyásolni, azaz érdekes módon távlatilag is úgy tervezik, hogy az állam egyidejűleg lesz a piac szabályozója és a versenyben résztvevő szereplő. Ezzel nemcsak a verseny feltételeit, hanem azt is meg tudja határozni, hogy ki lesz a nyertes, ami nyilvánvalóan magában hordozza a piac- és versenytorzítás minden lehetséges veszélyét.

⁴ Wilhelm Röpke (1899-1966) német közgazdászprofesszor, Konrad Adenauer és Ludwig Erhard tanácsadója, a német „gazdasági csoda” egyik vezető teoretikusa. 1947-ben – Bertrand de Jouvenel, Ludwig von Mises, Polanyi Mihály, George Stigler, Henry Hazlitt, Frank Knight, Milton Friedman, Karl Popper, Walter Eucken, Friedrich Hayek mellett – egyik alapítója a ma is intenzíven működő a Mont Pelerin Társaságnak, amelyiknek tagjai közül eddig nyolc kapott közgazdasági Nobel-díjat. 1948-ban Euckennel, Böhmmlerrel együtt adták ki először az ORDO évkönyvet, amiről az általuk vallott gazdaságfilozófiát ordoliberalitásnak nevezik. Leegyszerűsítve a lényege: az állam a gazdaság működésének kereteit határozza meg, de távol tartja magát a piaci folyamatokba való közvetlen beavatkozástól. Ilyen „ordoliberalis” nézeteket vall pl. Angela Merkel, Németország jelenlegi kancellárja.

⁵ Ez az érvelésben ritkán felmerülő, de a perdöntő kérdésfelvetés alapvetően James Buchanantól származik, aki éppen a közösségi választás elméletéért kapott közgazdasági Nobel-díjat.

Talán már az eddigiekből is kiderült, nem vagyok barátja sem a tervgazdaságnak, sem az államkapitalista megoldásnak, általában az állam túlzott beavatkozásának, még pedig azért nem, mert az ilyen beavatkozások kiölik a kreativitást, az innovációs képességet, melegágyai a korrupciónak, aláássák a befektetői bizalmat, a kiszámíthatóságot, márpedig éppen az energetikai beruházásokhoz szükséges a kiszámíthatóság, többek között azért, mert ez a tőkevonzó képesség egyik alapja. Az élet és a gazdasági folyamatok hoznak épp elég kockázatot, semmint hogy azokat követhetetlen politikai/állami beavatkozással tovább kellene növelni. Hogy ezt másképpen is lehet értelmesen és eredményesen csinálni, azt az Egyesült Államok⁶ vagy Európában Németország energetikája jól mutatja. Ezt nálunk sokan nem értik, sokan nem is akarják érteni, és ez meg is látszik a harmadik köztársaságunk gyenge, az objektív feltételekből levezethetőnél lényegesen gyengébb gazdasági eredményein, mert a piacgazdaság szabályait erőből, tudatlanságból, felelőtlenségből át lehet hágni, csak mint tapasztaljuk, igen nagy árat kell érte fizetnünk.

A kapitalizmus gazdasági rendje, mint minden rendszer, számos rendszerhibával is rendelkezik, de kétségtelenül a leginnovatívabb^{7,8}, és igen sikeres önjavító képességgel bír. Kapitalista gazdálkodás folyik azonban Nyugat-Európában és mondjuk Burkina Fasóban is. Nos, a magyar kimiskárolt kapitalizmus egyre kevésbé kezd hasonlítani a nyugatihoz⁹, ennek megfelelően egyre kevésbé várhatók az ahhoz hasonló innovatív eredmények. Az állami tulajdonlás aránya egyre magasabb, ráadásul politikai szintre viszi a gazdasági döntéseket, meghágyja a szubsidiaritás elvét, mint a sikeres társadalom és gazdaságszervezés kulcsát, ezzel kiiktatja az egyéni kreativitást. Rendszer szinten az alkotó értelmiséget egyszerű végrehajtókká, szellemi segédmunkássá degradálja, a szaktudás, és a tudomány pedig pózzá válik, nem problémamegoldó, innovatív alkotó eszközzé. Sajnos tapasztalhatjuk ezek jeleit (példaként lásd akár a távhőszolgáltatás stratégiáját). Leegyszerűsítve, ebbe, és az ennek nyomán jelentkező versenyképtelenségbe bukott bele két évtizeddel ezelőtt a korábbi gazdaságszervezési rendszer. A történelem nem ért véget, de nem is ismétli önmagát. Szerete a világon élénk tudományos vita folyik a kapitalizmus további perspektíváiról, és az utána lehetséges rendszerekről. Azt azonban komolyan senki nem állíthatja, hogy a legfontosabb alapelvekben, a jogállamiságban, a magántulajdon szentségében, a demokratikus működésben, a piaci versenyben, a magyar energiastratégia időléptékében érdemi változás következhetne be¹⁰. Az pedig súlyos önértékelési zavarra utalna, ha arra gondolnánk, hogy mi fogjuk a rendszert megújítani. Semmi nem indokolja tehát, hogy Magyarország gazdaságában ezzel ellentétes folyamatok hassanak, és ne a fejlett világ játékszabályaival kompatibilisen működjenek. Jönnek a jelzések, hogy ésszerűen más lehetőségünk nincs is.

⁶ Kornai János: Gondolatok a kapitalizmusról, Akadémiai Kiadó, 2011.

⁷ William J. Baumol: A szabadpiaci innovációs gépezet – a kapitalista növekedés csodájának elemzése (eredeti címe: The Free-Market Innovation Machine: Analyzing the Growth Miracle of Capitalism, Princeton University Press, 2002.)

⁸ Sokat gondolkodtam azon, hogy a mérnök kollégáim között milyen kevés a progresszív gondolkodás, holott a mérnök hivatása éppen az új megteremtése. Az alapprobléma valószínűleg a nemzetközi összehasonlításban gyenge mérnök-képzésünkben van, amelyből hiányzik a kreativitásra, innovációs képességekre, vagyis a mérnöki alkotó munkára való nevelés.

⁹ „Kompország, Kompország, Kompország: legképességesebb álmaiban is csak mászkált két part között: Kelettől Nyugatig, de szívesebben vissza. ... Kompország megindult dühösen Kelet felé újra... Kompország Keletnek indul, kérezedjék fel reá a gyenge.” Ady Endre: Ismeretlen Korvin-kódex margójára, 1905

¹⁰ „A fokozatosan haladó társadalomtechnikus vagy -mérnök felismeri, hogy a társadalmi intézmények csak kisebb részükben tudatosan tervezettek, miközben elsősorban többségük az emberi cselekvések nem szándékolt eredményeként keletkezik.” – írja Karl Popper. Ezért úgy is mondhatnánk, hogy a felsoroltak az evolúció eredményei, így egyrészt ezeket az elveket és örzésükül szolgáló intézményeket nagyobb tiszteletben kellene őket tartanunk, másrészt ezek az elvek csak ideig-óráig hághatók meg.

Táv hőszolgáltatás

„Ön jól választott.”

Az Aeroflot (a volt Szovjetunió egyetlen légitársaságának) jelszava

Megkerülhetetlensége miatt az Energiastratégia röviden foglalkozik a távhővel is, és a „táv hőszolgáltatás versenyképességének biztosítása” érdekében előirányozza a „Táv hő-fejlesztési Cselekvési Terv” elkészítését.

A távfűtés egy tőkeigényes, sok tekintetben rugalmatlan, merev technológia, aminek kiépítéséhez, fejlesztéséhez, eredményes működtetésére már csak emiatt is alapvető hatással van a jogbiztonság és a kiszámíthatóság. Napjainkban ezek tekintetében is mélypontra vagyunk, elég a távhő árak 2011. tavaszi befagyasztására, vagy az egyébként éveken át túlzott mértékű KÁT azonnali megszüntetésére utalni, de nem sokkal jobb a helyzet a kialakított új árképzési rendszerrel szemben se. A bizalom oda, a károk nagyok, a hitelezés leállt, a bankok és befektetők kockázati felárai az egekbe szöktek, és miközben az egyik oldalon a jelentős irreverzibilis veszteségek vannak, a mérleg másik, „eredmény” serpenyőjében voltképpen nincs semmi, ami racionálisan értékelhető volna. Mindez nem túl jó belépő egy hosszútávú cselekvési terv megalapozásához.

Nézzük ismét az Energiastratégia 2. fejezetét, a „lényegi megállapításokat”, ahol a távhőszolgáltatással kapcsolatban a következőket olvashatjuk (ez voltaképpen kiemelése a 6.3.2. pontban leírtaknak): „... a szolgáltatás színvonalának fejlesztése (decentralizált, fokozatosan összekapcsolható távhőszigetek létrehozása, alacsony hőfokú (sic!) távfűtésre való áttérés, a távhűtés lehetőségének vizsgálata, ... egyedi szabályozhatóság és mérés, falusi távfűtőművek fejlesztése). ... Ezáltal a lakásállomány jelenlegi 15%-áról a távhőszolgáltatás lefedettsége akár növekedhet is.” Ezek a címszavak takarnak tehát a távfűtés versenyképességének csodafegyvereit? Ilyen egyszerű, pusztán technikai okok miatt, amit egy laikus is tud, döglődik 50 éve a hazai távfűtés? Bizonyára nem. Az okok mások, sokkal mélyebbek, és a húsz éve folyó áltudományos ötletelés helyett, egészen más végéről kellene megoldásukhoz is hozzáfogni. Mélyen el kellene azon is gondolkodni, milyen, és miképpen működik az a hazai szakmai közélet, és annak intézményei¹¹, hogy – miközben nagy mellény-nyel kioktatjuk^{12,13} a világot –, egy ilyen szöveg a magyar Parlament elé kerülhet. Tudjuk milyen.

Az elmúlt két évtizedben itthon sem a szakma, sem a politika nem tudott azzal a kérdéssel megbirkózni, hogy a kommunális távfűtést monopóliumként vagy oligopóliumként kell-e kezelni. Ez természetesen nem pusztán elvi kérdés, hanem a szakszerű jogi és közgazdasági szabályozás alapkérdése. Hogyan lehet az Energiastratégiában a távfűtés versenyképességéről beszélni, ha pl. központi árszabályozás van? Milyen verseny az, amelyekben a versenyzőkre eltérő ÁFA-t vetnek ki? És így tovább...

Általánosságban az mondható: ha a piacokon az a hatékony megoldás, hogy egy szolgáltató szállítja a felhasználóhoz a fűtésre és használati melegvíz készítés fedezéséhez szükséges energiát, vagyis a szolgáltatási költségek emelkednének, ha egy helyett két, vagy több cég szolgáltatóna, akkor azt közgazdasági terminológia szerint természetes

¹¹ „Nem szerkeszthető üzembiztos intézmény, vagy másképpen fogalmazva olyan intézmény, melynek működése nem függ roppant mértékben személyzettől: az intézmények legjobb esetben is csak csökkenthetik az emberi tényező bizonytalanságát, ha adott azoknak a támogatása, akik az intézmény elé tervezéskor kitűzött célokért dolgoznak, és akiknek egyéni kezdeményezéseitől és ismereteitől a siker nagy mértékben függ. (Az intézmények olyanok, mint a várak: az erős falakra hű védők kellene.)” – írja Bertrand Russell.

¹² „Nincs magyar glóbus és a magyar észnek/Meg kell tanulnia a mi ütemünk/S nem magyar sors az ábrándos ényezet.” Ady Endre: Új, tavaszi sereg-szemle (a Galilei Körnek küldött verse)

¹³ „Extra Hungariam non est vita!” (am.: „Magyarországon kívül nincs élet!”)

monopóliumnak nevezzük. Esetünkben a szóban forgó szolgáltatást adott területen a távhőszolgáltató és a gázszolgáltató is el tudja végezni, sőt, többnyire mindketten jelen is vannak, kiépített hálózattal rendelkeznek, közöttük tehát – megfelelő szabályozás mellett –, versenyhelyzet alakulhat ki. Korántsem arról van tehát szó, mint gyakran a leegyszerűsítő megközelítések állítják, hogy ahol drót, cső, sín stb., vagy ezek valamiféle hálózata található, ott *ab ovo* természetes monopóliummal állnánk szemben. El-
lentmond egyébként ennek a mindennapi tapasztalat is, lásd a telefóniát, a vasúti közlekedést, vagy éppen a vasúti és közúti közlekedés versenyhelyzetét, vagyis ezek a példák éppen azt mutatják, hogy lehet versenyt generálni ilyen helyzetben is, csak a politikai szándék kérdése. Van olyan vélemény, hogy miután a gázszolgáltató eladja a gázt a távhőszolgáltató részére, nem alakul ki versenyhelyzet. A tőke és a befektetők logikája és gondolkodásmódja azonban más. A fogyasztók által kifizetett szolgáltatási díjak azonban tartalmaznak egy nyereséghányadot, amit a szolgáltatók sorba kapcsolt gáz és távhő esetében megosztanak egymás között, míg tiszta gázellátás esetében a teljes profit a gázszolgáltatóé. Azt kell tehát vizsgálni, hogy megfelelő szabályozás esetén hoz-e ez a verseny fogyasztói árcsökkenést, vagy sem.

Németországban, pontosabban annak nyugati felén az 1973-as, első olajárrobbanást követően, 1975 óta nem kap használatba vételi engedélyt az az építmény, amelyik nem rendelkezik hőleadónkénti automatikus szabályozással. Harminchat évvel később, Magyarországon, megbízható adat sajnos nem áll rendelkezésemre, de még mindig csak a fogyasztói rendszerek töredéke van ilyen szabályozással, és a hozzátartozó, takarékosra ösztönző költségosztóval ellátva. Ez is érdekes, mondhatni tanulságos megoszlásban: vannak városok, ahol ez száz százalékban megvalósult, és vannak, ahol csak legfeljebb 20...30%-ban. Ez is azt mutatja, hogy itt nem technikai kérdéssről van szó. Tapasztalati adatok alapján pusztán a fűtési szekunder rendszerek néhány év alatt megtérülő, mondhatni önfinanszírozó korszerűsítése, az individuális szabályozhatóság és a felhasználás arányos elszámolás megteremtése, átlagosan évi kb. 20% hőfogyasztás csökkenést eredményezett. Van itt egy fontos további járulékos eredmény is. A szolgáltatások közül a távfűtés az egyedüli, amelyik az említett korszerűsítés nélkül a felhasználó számára szabályozatlan, emiatt kiszolgáltatott helyzetű, és eleve ellenérzéssel áll a szolgáltatáshoz. Ezért, nagy titkok tudója lehet az, aki arra rájön, miként tudták az ebben érintettek ezt az egyébként triviális megoldást majd negyven évig elszabotálni.

Az alacsony hőmérsékletű távhőrendszerek és a (feltehetően ezekkel kombinált) távhűtés egymás mellett említése külön bájta ad a felsorolásnak, miután azok egymás ellen hatnak. Maga a távhűtés egyébként a hazai kétvezetékes rendszerek adottsága mellett decentralizált abszorpciós hűtésként tudna elterjedni, ha a versenyképesség alapjai megvolnának. Mint ismert, a csökkenő fűtőközeg-hőmérséklet drasztikusan drágítja a megoldást, ami egyébként csak akkor versenyképes, ha a villanyár/hóór hányados kb. 7...9. Vagyis a megoldás kulcsa az igen alacsony hóár volna, ha viszont ilyenrel rendelkezni, akkor a távhővel se volna gondunk. További probléma, hogy a hűtés nyári néhány száz h/a kihasználási óraszám, a jelentkező növekményköltségével, minden elvégzett számításunk alapján, többnyire rontja és nem javítja az egész távhőrendszer gazdaságosságát. Nem véletlen, hogy a trigeneráció, vagy maga a távhűtés mindenütt a világon elsősorban nagy objektumok koncentrált hűtési igényeinél jött számításba, és nem a kis „hűtőenergia sűrűségű” területeken.

A „*távhűtés lehetőségének vizsgálata*”, így ilyen formában, önmagában is egy kakukktojás egy stratégiai anyagban, és azzal a további veszéllyel is jár, hogy valaki még komolyan veszi, és a téma önjáróvá válik. Ne felejtsük el, hogy a falutávfűtés képtelen ötlete is így indult, és papíron máris igen fényes karriert futott be, már bekerült az Energiastratégijába, sőt, jóváhagyta az Országgyűlés, már meg is nyíltak a pénzforrások. Fi-

gyelhetjük a téma további fényes karrierjét. Hát itt tartunk a remek gazdaságmegváltó ötletekkel 2011/12-ben.

Összefoglalás

Véleményem szerint alapjaiban hibás a jelenlegi hivatalos hazai társadalmi és gazdasági helyzetelemzés, amelyik ideologikus, önkényes magyarázatokon alapuló irányokat tűz ki. Ilyen körülmények között igen meglepő volna, ha egy szakpolitikai prognózis, mint az Energiastratégia, amelyik ezer szállal kötődik a gazdasághoz és a társadalomhoz, ebben a hibás alapkoncepcióban – akár előrejelzésében, akár eredményeiben – sikeres volna. Ez az anyag azonban egy önmagában is kakofón anyag, amelyikben mindenki mondja a magáét. A kiválótól a csapnivalóig, különböző színvonalú részanyagokat valaki egy szövetszerkesztőn egybeszerkesztette, mellözve minden érdemi összehangolást, súlyozást, rangsorolást. Az épületenergetika, de különösen a távfűtést tárgyaló rész egyszerűen röstellni valóan gyenge, semmitmondó. Ha lehet, ennél is nagyobb baj, hogy az egész anyag alapvetően technikai jellegű, a technikától várja a megoldást, holott csupa széles körben, mondhatni unalomig ismert megoldásról van szó. Ha tehát valóban itt volnának a problémák okai, netán ez jelentené a megoldást, akkor érthetetlen, hogy miért tartunk ott, ahol tartunk. Mondhatnánk, hogy majd a Cselekvési Tervek tartalmaznak valami érdemi dolgot, de erre a stratégiára nem lehet építeni, így az önálló Cselekvési Tervek vagy erőtlenekek lesznek, vagy a jelenlegi káoszt fogják növelni.

Nem haladja meg az infláció szintjét az energiaárak januári változása

A sokak számára nehezen kigazdálkodható terhet jelentő rezsiköltségek az elmúlt években gyors ütemben növekvő részt tettek ki a magyar családok, háztartások kiadásából. A Kormány a szociális biztonság erősítése céljából állami ármeghatározást vezetett be a lakossági gáz-, villamosenergia- és távhőszolgáltatásban. Az intézkedések nyomán 2010 áprilisa óta a földgáz és a villamos energia egyetemes szolgáltatási végfogyasztói árak mindössze egy-egy alkalommal emelkedtek. A távhő árát a Kormány 2011. március 31. óta változatlan szinten tartotta.

Az elmúlt időszakban bekövetkezett változások – egyebek mellett a földgáz világpiaci árának alakulása, a forintárfolyam mozgásai – következtében az ellátás biztonsága a továbbiakban nem lenne szavatolható a jelenlegi végfogyasztói árszint mellett. A lakosság teherviselő képességének teljes körű figyelembe vétele mellett a rendszer további működését, a fogyasztók zavartalan téli ellátását biztosítani képes árrendezés indokolt 2012. január 1-jétől.

A villamos energia egyetemes szolgáltatásban alkalmazott nettó végfelhasználói árak szolgáltatónként különböző (-1 és +2,7 százalék közötti) mértékben változnak, országos átlagban 1,2 százalékkal növekednek. Az ÁFA-kulcs változás hatását is figyelembe véve a bruttó végfelhasználói villamos energia árak 0,6-4,2 százalék közötti mértékben – országos átlagban 2,7 százalékkal – emelkednek.

A földgáz esetében az egyes díjak – az indokolt költségek változásával összhangban – 2,6 százalékos mértékben növekednek, ami az ÁFA-kulcs módosítás hatását is figyelembe véve mintegy 4,2 százalékos áremelkedést jelent.

A távhőszolgáltatás – 2011. március 31. óta változatlan szinten tartott – árai az indokolt költségek növekedése nyomán szintén 4,2 százalékkal emelkednek.

Forrás: Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Kommunikációs Főosztály

Hozzászólás Dr. Dezső György „Kihívások és elégtelen válaszok” c. cikkéhez [1]

Dr. Szondi Egon János, okl. gépészmérnök, dregonjanos@gmail.com

A cikk a rendszerszemléletet hiányolja az energiagazdálkodás mindennapi gyakorlatából. Ezzel a véleménnyel nem lehet nem egyetérteni. Sajnálatos, hogy a rendszert csak szemlélni tudjuk. És amit látunk, az is torz.

Ha az összes, a cikkben megemlített (műszaki és nem műszaki) paramétert összeszámlálnánk, rengeteg olyan függvényt tudnánk (szimbolikusan) felírni, melyek mindegyikének egyik változója az idő, a többi a paraméterek közül néhány. Ezen függvények valamilyen kombinációja a célfüggvény, amit minimalizálni (maximalizálni) akarunk. A függvények között van olyan, amelyik pillanatnyi értéke függ a múltbeli függvényértékektől valamilyen időtartománybeli integráljától, gyakran késleltetett hatással. A függvények között több is van, amelyik a paraméter(ek) szerinti derivált(ka)t is tartalmazza. Egyszerű példa: az erőmű kapcsokon mért villamosenergia-önköltsége függ a terhelésfüggő hatásfoktól, tüzelőanyagártól, az építési költség és a hitelkamatok évenkénti alakulásától, az ÁFA és a béreket terhelő járulékok hirtelen megváltoztatásától, az esetleges létszámcsökkentéstől..., ugyanakkor árbevétele a menetrendjétől (vagy az attól való eltéréstől)... Arról még nem is beszéltünk, hogy az erőmű szintjén a nettó árbevétel maximumát keressük, pedig az árrendszer esetleg éppen pazarlásra ösztönöz. Ahhoz, hogy a célfüggvényt fel lehessen írni, az említett és a fel nem sorolt függvényeket kell ismernünk. A részletek mellőzése nélkül is kijelenthető, hogy energiagazdálkodásunkat egy nemlineáris, késleltetett (ún. retardált argumentumú, pl. [2]) parciális differenciálegyenletekből álló rendszer írja le. Ennek analitikus megoldása nincs (pl. [3]: „nem ismert az irodalomban megoldások létezésére és egyértelműségére vonatkozó eredmény”), ezért numerikus megoldást kell keresnünk.

A numerikus megoldás valamilyen heurisztikus algoritmussal kereshető, mondjuk a közismert Runge-Kutta módszer (pl. [4]) mintájára. Neumann János több évtizedes megállapítása szerint az adatok és a számítási utasítások a számítógép szempontjából nem különböztethetők meg. Esetünkben ez azt jelenti, hogy az algoritmus megtervezése során az összes ismert adatot figyelembe kell venni. Anélkül, hogy a Nemzeti Energiestratégiát elemezném, csak egyetlen

„bemenő adatot” veszek górcső alá. A primerenergia-felhasználás görbéi (lásd: [5]) a lin-lin koordinátarendszerben egyenesek. Ez azt jelenti, hogy a GDP-növekedés eredetileg tervezett 2,5 (a jelenlegi terv szerint 0,5) %-os exponenciális függvénye (és ezzel a villamosenergia-fogyasztás növekedése) helyett a növekedés időben lineáris, azaz a tárgyévhez képest egyre kisebb arányú, vagyis a fejlődés lassul. Kérdés, hogy ez az időfüggés hihető-e. Még akkor is, ha hihető, az egyenletrendszer integrálása során egy-egy iterációs lépésben belül megváltoznak az ismeretlen függvények együtthatói. (Sok a szakadós függvény is! Mi is a helyzet az atomerőmű-bővítés üzembevétele előtti évben? [5]) A helyzet sajnos reménytelen. Akik hasonló feladattal már találkoztak, tudják, hogy ezeknek a differenciálegyenlet-rendszereknek a numerikus megoldása gyakran instabil (pl. [6]). Grotoszk, de a feladatot megoldó matematikustól függ a „rendszerszemléletű” eredmény.

A Gács I. által megfogalmazott, a cikk második részéhez csatolt hozzászólás utolsó bekezdésénél is súlyosabb tehát a helyzet: ha esetleg létre is jönne „a műszaki társadalmon belül a konszenzus”, a hosszútávú energiagazdálkodási stratégia továbbra is csak rövidtávú taktika marad, hiszen néhány évnél hosszabb időre lehetetlen megbízható előrejelzést adni.

Hivatkozások

- [1] Dezső Gy.: Kihívások és elégtelen válaszok. Energiagazdálkodás 52(2011)5, 52(2011)6
- [2] Adorján P.: Koncentrált-elosztott paraméterű hálózatok időtartománybeli analízise: elosztott paraméterű modellek – leíróegyenletek – algoritmusok, programok Híradástechnika 32(1981)3 http://www.elektrotechnika.hu/data/upload/file/1981/03/1981_03_02.PDF.
- [3] Hartung F.: Differentiability of solutions with respect to parameters in differential equations with state-dependent delays. MTA doktori értekezés tézisei, 2011. http://real-d.mtak.hu/411/1/dc_109_10_tezisek%5B1%5D.pdf
- [4] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Runge%E2%80%93Kutta-m%C3%B3dszer>
- [5] Stróbl A.: Gondolatok a Nemzeti Energiastratégiáról. Energiagazdálkodás 52(2011)6
- [6] Péics H.: Retardált differenciál-és differenciaegyenletek oszcilláló megoldásai. Vajdasági Magyar Felsőoktatási Kollégium, Novi Sad, 1996. http://real-d.mtak.hu/411/1/dc_109_10_tezisek%5B1%5D.pdf

Dr. Dezső György rövid válasza

Kedves Egon! Köszönöm érdekes és értékes hozzászólásodat, amiben felhívtad a figyelmet a rendszermodellezés esetenként reménytelenül nehéz problémáira. Gondolom egyetértünk abban, hogy különösen nehéz, ha emberi döntések, illetve társadalmi kapcsolatok is vannak a vizsgált rendszerben, márpedig ez az opció az energetikai rendszerek esetében többnyire fennáll. Maga a döntésemélet, és a játékelmélet a racionális döntésekre épít, de a probléma bonyolultságára jellemző, hogy az emberi döntések csak korlátozottan racionálisak, ráadásul a kiugróan sikeres vállalkozások többnyire kifejezetten nem racionális döntéseknek, hanem pl. heurisztikus döntéseknek köszönhetik eredményeiket. (Ezen a területen egyébként nagy a hasonlóság pl. a küzdősportokkal, vagy éppen a labdajátékokkal.) Fogalmilag itt kapcsolódik be a tapasztalat, a kultúra, a kockázat, a kockázatelemzés, a kockázatvállalási képesség, a kreativitás (ami többnyire racionálisan szintén nem vezethető le, nem algoritmizálható), és így tovább, amelyek önmagukban is lehetetlenné teszik a jövő pontos kiszámítását, és megismerését. Minderre épül rá a kulturális evolúció, a maga nem létező szabályaival, különösen hosszú távú események, projektek esetén, az energetikai projektek pedig többnyire ilyenek. Itt most én is hozzátettem a parciális differenciálegyenletek felállításában és megoldásában jelzett jogos aggodalmához néhányat, ami a jövőbeli események egzakt meghatározását igazoltnak lehetetlenné teszi. És mégis...

Bizonyára egyetértünk azonban abban is, hogy az analógia ismételt, de a gyakorlatban – a legkülönfélébb okok miatt, mint hibás szemlélet, szűklátókörűség stb. –, sokszor figyelmen kívül hagyott rendszerszemlélet mindenek előtt egy elv, ami leegyszerűsítve annyit tesz, hogy a dolgokat összefüggéseiben kell/kellene vizsgálnunk, keresni az adott beavatkozás harmonikus kapcsolódását a befogadó rendszerhez, súlyuknak megfelelően számításba kell venni az externáliákat, mindezt ahelyett, hogy elmulasztanánk a rendszerbe való beavatkozás hatásainak vizsgálatát, vagy éppen ezt statikus módon tennénk. Maga a modellezés pedig egy fontos eszköz a rendszer analíziséhez, az optimális megoldás kimunkálásához, amelynek nehézségei azonban nem menthetnek fel minket a kielégítő eredmény elérése alól. Az elvet és a módszert tehát meg kell különböztetnünk. A gazdaságban, a gazdasági versenyben, a mérnök fő tevékenységi területén igen sok feladat zéró összegű, ami azt is jelenti, hogy elsősorban annak vannak nyeresési esélyei, akinek a prognózisait majd jobban igazolja vissza a később bekövetkező valóság. Emiatt minden nehézség, sőt lehetetlenség ellenére terveznünk kell. Ez egy paradoxon, de nem az egyetlen, amivel a mérnöki munka során találkozunk. Vannak persze technikák, ellenőrzési pontok stb., amelyekkel szerencsés esetben korrekciókat lehet végrehajtani a prognózisokon. Nos, emiatt halljuk olyan sokat a gazdaságban a kiszámíthatóság követelményét, vagyis hogy az amúgy is reménytelenül nehéz prognózis készíthetést ne nehezítsük politikai, jogi stb. kockázatokkal, mert kiszámíthatóság híján a mikro-, és makrogazdasági „nyeresési” esélyeink tovább romlanak.

Már csak egy hónapig pályázhatnak az energiatudatos vállalkozások!



Beindult a Virtuális Erőmű építése

sajtóközlemény

Március 6-án, mint ezentúl minden évben, a Nemzetközi Energiatakarékosági Világnap alkalmából a Parlamentben kerülnek átadásra az Energiatudatos Vállalat címek, valamint az Energiahatékony Vállalat díjak. A pályázatnak keret adó Virtuális Erőmű Program alapkövét egy éve tették le az IPENERG Egyesülés, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM) és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) képviselői. A vállalkozások energiahatékonyágának segítése érdekében – az Országgyűlés fenntartható fejlődést szolgáló testületeinek védnökségével – októberben meghirdetésre került az Energiahatékony Kiválósági Pályázat. A programhoz kis- és középvállalkozásoktól kezdve egészen a multinacionális cégekig csatlakoztak már, amelyek az elismerés mellett szakértői támogatást és hasznos ötleteket is kapnak.

A Virtuális Erőmű Program (VEP) célja, hogy összegyűjtse, rendszerezze, számszerűsítse és közzétegye a vállalkozások energiahatékonyág terén elért eredményeit. A feltöltött adatok olyan tudásbázist jelentenek, amelyek az energiaracionalizálást célul kitűző vállalkozásoknak adhatnak ötleteket, így egyfajta tudásbázisként funkcionál. Másrészt a VEP segít számszerűsíteni és összesíteni a már elért megtakarításokat,

így az illetékes állami szervek számára hasznos információforrást jelent a vállalati szféra energiahatékonyágáról. Az innen származó adatokat az államigazgatás felhasználhatja az EU felé tett vállalások teljesítésének alátámasztásául, továbbá elemzésük háttérrel szolgálthat a támogatási rendszer korszerűsítéshez is.

A vállalkozások energiahatékonyágában rejlő potenciál a teljes magyarországi energiamegtakarítási lehetőségek egyharmada. Ennek figyelembe vételével történt meg a VEP elindítása 2011. március 7-én, ahol célul tűztük ki, hogy egy 200 MW-nyi erőmű termelésének megfelelő energiamegtakarítást regisztrálunk 2020-ig. A VEP-pel szorosan együttműködő, a hazai vállalkozások

energiahatékonyágának előmozdítását megcélzó Energiahatékony Kiválósági Pályázathoz elsőként csatlakozó hazai vállalkozások a kis- és középvállalkozói szektorból érkeztek, jellemzően termelő- és szolgáltató vállalkozások látták meg a kezdeményezésben rejlő lehetőségeket. A csatlakozó vállalatok, végigmenve a VEP által összeállított szakmai kérdőíven, szembesülnek azzal, hogy milyen széleskörű, beruházást nem igénylő lehetőségek állnak rendelkezésre energiahatékonyáguk növelésére.

A VEP-hez csatlakozó vállalkozások saját jelen állapotukat csak kevés esetben értékelik átlagon felülnek – szerintük inkább egyáltalán nem, vagy csak átlag alatt teljesítik az öt témakörbe sorolt energiatudatossági követelményeket. Biztató, hogy a megkérdezett KKV-k a jövőre vonatkozóan bátrabban tesznek vállalásokat: túlnyomó többségük az elkövetkező egy évben átlag feletti minősítés teljesítését vállalta a különböző témakörökben, legyen az:

- a vállalati stratégiának és a jelenlegi szervezetnek az energiatudatosság jegyében történő átalakítása,
- az energiafogyasztás múltbeli és aktuális adatainak nyilvántartása és elemzése, vagy
- célok és akciótervek megfogalmazása az energiahatékonyág növelése érdekében, amelyhez megfelelő erőforrásokat is hajlandóak rendelni.

A VEP-hez történt csatlakozás óta a vállalkozások egyértelműen érzékelik az energiaköltségek csökkenését. A vállalatok teljesítéséhez a legtöbb vállalkozás igényli energetikai szakértő bevonását. A visszajelzések alapján a VEP-be most belépett vállalatok leginkább a bevált gyakorlatok (*best practice*) összegyűjtését, valamint a korábbi energiahatékonyág intézkedések tapasztalatainak megosztását várják. Ennek érdekében maguk is vállalják, hogy tájékoztatják egymást, saját munkatársaikait, partnereiket és beszállítóikat az elért sikereikről.

Az MTA Energetikai Tudományos Bizottsága

A Magyar Tudományos Akadémia egyes szakterületekhez tartozó köztisztviselői tagjai 2011. október 23-án éjfélig dönthettek a tudományos bizottságok összetételéről. A szavazás az új elektronikus választási rendszeren történt.

A választás eredményeképpen az MTA Energetikai Tudományos Bizottságának tagjai a következő négy évben az energetika szakterületen dolgozó Kapolyi László, Lukács József, Reményi Károly, Vajda György akadémikusok, és a köztisztviselői tagok által választott 18 fő, Aszódi Attila, Benedek Sándor, Bíró Attila, Büki Gergely, Csom Gyula, Farkas István, Gács Iván, Gadó János, Gerse Károly, Imre László, Jermendy László, Oszthheimer Márton, Ősz János, Penninger Antal, Tersztyánszky Tibor, Zettner Tamás és Zsebik Albin.

A Bizottság alakuló ülése 2012. január 19-én az Akadémia székházában volt. Az ülést Stépán Gábor akadémikus, a Műszaki Tudományok Osztály elnöke vezette. Az ülésen a jelenlevők értékelték az előző ciklus eredményeit, javaslatokat tettek a további tevékenységre, majd a bizottság elnökének Penninger Antalt, titkárnak Bihari Pétert választották. A Bizottság úgy döntött, hogy tagjainak sorát a következő ülésén bővíti a tagjaival nem kelloően lefedett szakterületek képviselőivel, s üléseire meghívja a tárgyalat szakterületeken dolgozó kollégákat.

Penninger Antal 1943. november 18-án született Budapesten. 1967-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar erőgépész szak hőerőgépész ágazatán. 1967-69 között az

Erőműjavító és Karbantartó Vállalatnál a Gőzturbina Osztályon dolgozott a szigetelő csoport vezetőjeként és részt vett a gőzturbinák javítási technológiájának fejlesztésében. 1969-től a Műegyetemen dolgozik. 1989-2008 között a Kalorikus Gépek, illetve Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék vezetője, 2001-2008 években a Gépészmérnöki Kar dékánja, jelenleg a BME-Audi Kooperációs Kutatóközpont elnöke, decanus emeritus. (Dr. habil 1995, MTA doktora 1996)

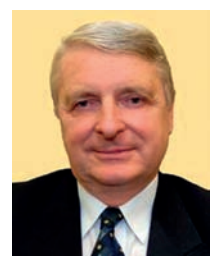
Kutatási területe: Tüzeléstechnika, hőerőgépek, mérés-technika, környezet-technika, pulzációs tüzelőberendezés fejlesztése, belsőégésű motorok égési folyamatai, égési zaj vizsgálat, lángstabilitást befolyásoló tényezők vizsgálata



Bihari Péter, okleveles gépészmérnök, PhD.

1995 óta a Műegyetemen dolgozik, jelenleg Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszékén egyetemi docens és tanszékvezető helyettes. Az Energiagazdálkodás szerkesztő bizottságának tagja.

Kutatási területe: Erőművi folyamatok szimulációja, légköri szennyezőanyagok terjedése, energiagazdálkodás, az energia-átalakítás külső költségei, környezetvédelem.



A távhő helyzete Európában és idehaza

Dr. Molnár László

okl. gépészmérnök, lmolnar@t-online.hu

A három nagy fosszilis energiahordozó, az olaj, a szén és a földgáz dominálja a primerenergia felhasználást, ezeket egészíti ki a nukleáris és megújuló bázisú energiatermelés.

Az energiák átalakítása, „nemesítése” során jönnek létre az ún. szekunder energiahordozók, melyeket a gazdaság fő szektorai (ipar, közlekedés, szolgáltatások, háztartások stb.) használnak. A három fő szekunder energiahordozó a villamos energia, a kőolajból finomított üzemanyagok és a hő.

A környezetvédelem és az energiahatékonyság szerepének növekedésével egyre nő a hő és a távhő szerepe. A világ számos országában a lakosok jelentős része távfűtött lakásban él. Ezt mutatja az 1. táblázat.

1. táblázat. Távhő használat néhány európai országban

	M.e.	Auszt.	Cseho.	Dánia	Finno.	Németo.	Lengyo.	Romá.	Svéd.
Távfűtéssel ellátott lakások	%	20	38	61	49	14	50	23	42
Távhő eladás	PJ	64	93	100	117	284	239	51	182
Távfűtött alapterület	Mió m ²	43	144	–	256	518	472	63	678
A CHP aránya a villamosenergia-termelésben	%	19	13	55	36	13	16	10	4

Forrás: Euroheat & Power: District Heating and Cooling Statistics 2009

A volt szovjet utódállamokban még ennél is magasabb részarányban fordul elő távfűtés, míg az angolszász gazdasági régió két vezető országában, az USA-ban és az Egyesült Királyságban jóval kisebb a távhő szerepe, pl. a távfűtött lakóterület 389, illetve 63 millió m², azaz kisebb, mint Svédországban.

A távfűtés és a távhűtés fontosságát emeli az a tény, hogy az energia-rendszerben óriásiak a veszteségek. Az energia szektorban, az átalakítások során elvesz a primer energia 30%-a. A végső felhasználásban további legalább 30%-os veszteséggel számolhatunk. Mindkét veszteség hő formájában jelentkezik. Ezt a hőt lehet a távfűtés és a távhűtés keretei között hasznosítani. Továbbá ez a két terület az, amely egyszerre képes az energiahatékonyság jelentős javulásának elősegítésére (pl. kogeneráció, épületenergetika), illetve a megújuló energiák felhasználására (pl. biomassza fűtés, kapcsolt termelés). Világos azonban, hogy az energiahatékonyságnak elsőbbséget kell adni a megújuló energia felhasználással szemben.

Az Euroheat & Power az európai „hő stratégiához” az alábbi „hőfelhasználási stratégiát” javasolta:

A hőfelhasználás prioritás-rendje, az ún. energia hierarchia, melynek alapján az alábbi sorrendben javasolt a hőforrások használata:

1. Hulladékhő, rekuperált hő felhasználás;
2. Megújuló energiákból származó hő;
3. Hőszivattyúval előállított hő;
4. Fosszilis bázisú (földgáz, szén) hőtermelés;
5. Villamos fűtés.

A nyugat-európai távfűtő szervezetek az alábbi javaslatokat teszik annak érdekében, hogy az ágazat fejlődjék, és az energiapiacra végb-

menjenek a szükséges változások:

- Az energia hierarchia figyelembe vétele;
- Önálló és független hő- és a hűtési piac kialakítása;
- A beruházások átirányítása a fenntartható energia infrastruktúrába, főképp lokálisan;
- A helyi lakosok nagyobb felelősség vállalása.

Különösen érdemes kiemelni a távhűtés előnyeit:

- Jelentősen magasabb hatásfok, mint hagyományos hűtéssel (az ún. primer energia faktor figyelembe vételével);
- Olyan helyi hő felhasználása, mely egyébként elveszne;
- Csökkenő energiafogyasztás;
- Növekvő energia-ellátási biztonság;
- Kevesebb CO₂ emisszió;
- Kiseb energia-import kiadás;
- Nő a helyi foglalkoztatás.

A távfűtés/hűtés jelentős lehetőséget teremt az energiahatékonyság javítására, ezért a Euroheat & Power javasolja az új EU Energiahatékonysági Direktíva elfogadását, és kötelező energiahatékonysági cél kitűzését. (Jelenleg a 20%-os cél csak javasolt, de a Bizottság fenntartja magának a jogot, hogy ha a cél nem látszik teljesülni, akkor kötelezővé tegye a célt.)

Végezetül szóljunk néhány szót a hazai távhőről.

Az új Energiastratégiában megfogalmazott rendkívül ambíciós épületenergetikai program nagymértékben csökkenti a távfűtési hőigényt (az ipari hőigény két évtizede csökken). Ez esetben a távhő vállalatok gazdaságilag nehéz helyzetbe kerülnek, ezért ki kell dolgozni valamilyen megoldást gazdasági ellehetetlenülésük elkerülésére.

Új beruházásoknál a közelmúltban is versenyképesnek bizonyult a távhő, azonban nem ajánljuk a belvárosok meglévő épületeinek „eltávhősítését”, mert:

- (1) Ez a terv rendkívül magas költségű, soha meg nem térülő beruházásokkal jár (nem beszélve a közlekedési káoszról).
- (2) Egy jól működő, olcsó, energiatakarékos és környezetbarát rendszert – a gázfűtést – váltanánk le egy drágább rendszerrel, nagy beruházási költséggel, melyet semmilyen racionalitás nem támaszt alá.
- (3) A távhő bevezetésével megnőnének a havi fűtési számlák, vagyis szembe mennénk a rezsiköltségek csökkentésével.
- (4) A régi, gyakran rossz minőségű épületekben magas a hőigény, ezért előbb az épületek energiahatékonyságát kell fejleszteni.
- (5) Az EU, Magyarország és Budapest nehéz gazdasági-pénzügyi helyzetében – mikor épp az IMF-hez fordulunk „biztonsági védőhálójáért” – különösen indokolatlan ez a terv.

Gazdaságilag még kedvezőtlenebb a kis-hőszűrűségű, alacsony jövedelmű körzetekre tervezett „falutávhő” program. A magas beruházási költség miatti amortizációs költség magas távhő-árhoz vezetne. A vidéki lakosság alacsonyabb jövedelem szintje miatt a falutávhő programot ellehetetlenítené a magas nem-fizetési ráta.

Távhő Barométer

Dr. Csűrök Tibor

okl. gépészmérnök, csurok@polivalencia.t-online.hu

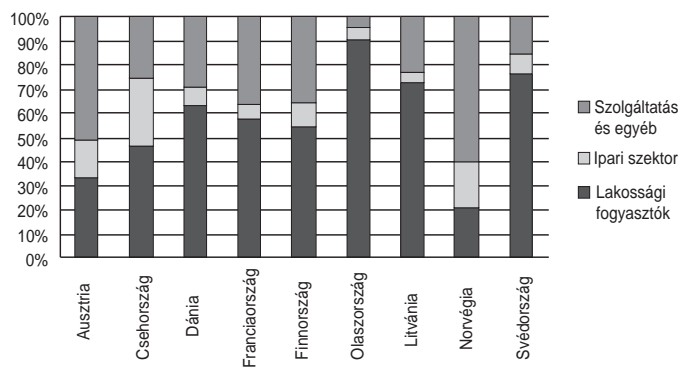
Az EU Hírek korábbi cikkeiben gyakran támaszkodtunk az EU által támogatott „Barométer” sorozatra, amely a megújuló energiahordozók egyes fajtáinak piaci helyzetét dolgozta fel és mutatta be. Tavaly megszületett a Távhő Barométer is, méghozzá saját honlappal: <http://www.ecoheat4.eu/>. Az Ecoheat4EU projekt célja, hogy kiegyensúlyozott, megalapozott és hatékony jogi mechanizmusokat hozzon létre a korszerű európai távfűtés és távhűtés fejlődésének elősegítésére, ezen belül elsősorban a projektben résztvevő tizennégy országban. A projektben résztvevő országok: Csehország, Dánia, Horvátország, Egyesült Királyság, Finnország, Franciaország, Írország, Litvánia, Németország, Norvégia, Olaszország, Románia, Spanyolország, Svédország.

A projekt stratégiai célkitűzése a fűtési és hűtési piac naprakész nyomonkövetése révén nemzeti és EU szinten a megfelelő jogalkotási háttér megteremtése. A távfűtés további elterjesztése, a 2020-ra kitűzött célok elérésében betöltött szerepének növelése szintén stratégiai célkitűzés, a távhő kiemelt szerepét az energiahatékonysági és megújuló energiahordozó hasznosítási célok elérésében folyamatosan a jogalkotók figyelmének előterében kell tartani.

A projekt keretében a 14 résztvevő országra vonatkozóan átlátható, összehasonlítható adatbázis kerül kialakításra, az együttműködés keretében részletes javaslatok és stratégiai tervek készülnek az egyes országok döntéshozói számára, valamint az EU döntéshozók számára, „Távhő Barométer” készítése legalább 11 országban, lehetővé téve az adott országokban a távhő fejlődésének nyomonkövetését.

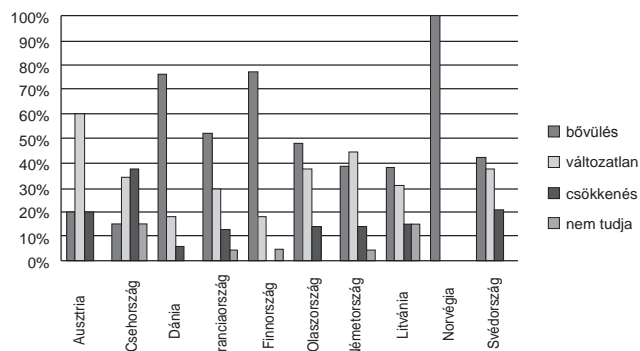
Az érdekesség kedvéért két olyan ábrát mutatunk be a projektet megalapozó anyagokból, amelyek némi meglepetéssel szolgálhatnak azoknak is, akik a távhőszektorhoz közeli szakterületen tevékenykednek. Mindkét ábra forrása azonos: The District Heating Barometer, why and how European DHC statistics – Towards better documentation and analysis, 30 March 2011, Brussels, készítette Stephan Orita, Legal and European Affairs, AGFW, Frankfurt a. Main (www.energieeffizienzverband.de)

Az 1. ábra azt mutatja be, hogy az egyes kiválasztott országokban milyen a távhőfogyasztók szektoronkénti megoszlása. Megfigyelhető, hogy Norvégiában a lakossági fogyasztók aránya 20% körüli, míg Olaszországban 90% körüli.



1. ábra. A távhőfogyasztók szektoronkénti aránya
(forrás: www.ecoheat4.eu)

A 2. ábrán a következő öt évre vonatkozó iparági várakozásokat láthatjuk, a távhőszolgáltatási tevékenység bővülésére vonatkozóan. Figyelemre méltó, hogy Ausztriában és Csehországban óvatosság tapasztalható, míg a hasonlóan fejlett távhőszektorral rendelkező Dániában erőteljes optimizmus figyelhető meg. A távhőszolgáltatás csekélyebb arányú jelenlétével jellemezhető országokban szintén bizakodó jövőkép tapasztalható.



2. ábra. A következő öt évre vonatkozó várakozások, a távhőszolgáltatói tevékenység fejlődésével kapcsolatban (forrás: www.ecoheat4.eu)

Olvasói levél KEZDJÜK A TÁVHŐVEL című felhívásához.

(Rövidített változat. A levél teljes terjedelemben a www-ete-net.hu honlapon olvasható)

Tisztelt Szerkesztőség!

Mindenekelőtt örvendek, hogy Dr. Zsebk Albin főszerkesztő úr, Dr. Stróbl Alajosra hivatkozással tenni akar annak érdekében, hogy az energetika, jelen esetben a távhő területén a politikai helyesség a szakmára támaszkodjék.

Véleményem szerint az energetika területén a Törvényhozó és az energetikai kormányzat energiagazdálkodásunkra vonatkozó politikai döntései a rendszerváltás előtt és után is, a szakmára támaszkodva születtek meg.

Hogy a rendszerváltás követően a politikai döntések ennek ellenére szakmailag sok esetben kifogásolhatók annak okát a következőben látom: az energetikához értő szakemberek egy része a rendszerváltást követően „azért van állásom, mert nincs álláspontom” álláspontra helyezkedett, másik része pedig azt mondja, amit a politikusok hallani szeretnének.

2012. január 2. Juhos László, Reális Zöldek Klub elnöke

Megújuló energiák nyomában...

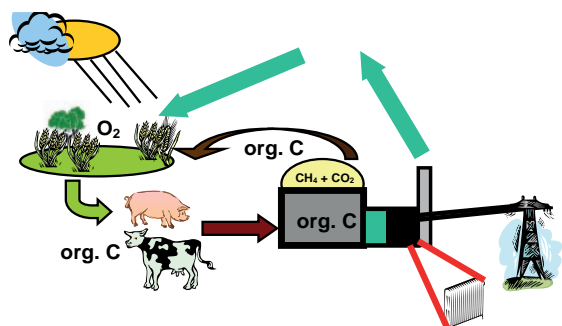
Ignáczy Elek

gépész üzemmérnök, mester közgazdász, igelek@t-online.hu

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap a megújuló energiák felhasználása. Az ETE Székesfehérvári Szervezete ez évi tanulmányi kirándulását ennek megfelelően a megvalósult projektek látogatására szerveztük meg. 2011. november 16-án, egy enyhén ködös reggelen autóbusszos kirándulásunk első állomása az Agrospeciál Kft volt.

Fejér megye, és egyben a Mezőföld közepén, Dunaújváros külső területén működik a pálhalmi Agrospeciál Kft., 100%-ban magyar állami tulajdon. Több mint ezer munkavállalónak ad munkát nyolc üzletágban. Ennek fele mezőgazdasági, a másik fele pedig ipari szolgáltatás. Az alaptevékenység a 4000 hektáron folyó szántóföldi növénytermesztés, e mellett 200 hektáron ökotermesztés történik. Az állattenyésztés 17 000 db-os kibocsátású sertéságazat és 700 állatot számláló tehenészet, amely évente 300-350 tonna húst ad. A több mint 60 esztendeje kiválóan működő cég éves árbevétele 2,5-2,7 milliárd Ft. A szigorú Európai Unió előírások miatt egy több milliárd forintos trágyamegsemmisítőt kellett volna építeniük, különben bezárták volna a kétszáz embert foglalkoztató állattartó telepüket.

Kényszerhelyzetükben négyéves projektfejlesztés után felépítették, és 2007. december 11-én ünnepélyes keretek között megindították Európa egyik legnagyobb és legmodernebb biogáz üzemét. Legfontosabb szerepe a cégnél keletkezett biomassza jellegű mezőgazdasági hulladék környezetvédelmi szempontból megfelelő feldolgozása, megsemmisítése.



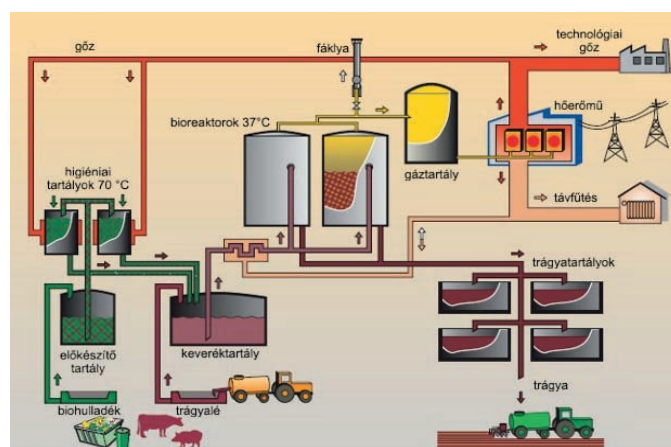
1. ábra. Megújuló energia hasznosítás körfolyamata (Forrás: Agrospeciál Kft.)

A rugalmas technológiának és a bővíthető kapacitásnak köszönhetően jelentős mennyiségű regionálisan gyűjtött hulladék (mezőgazdasági, konyhai, élelmiszeripari) is beszállításra kerül. A telephelyen évente a mintegy 120 450 tonna nem veszélyes hulladék biológiai hasznosítása során kb. 7 millió m³ biogáz termelhető. A biogáz elégetésével évente hozzávetőlegesen 5200 MWh villamos energia és 15 000 MWh hő termelhető.

A pálhalmi biogáz üzem a következő alapanyagokat dolgozza fel:

- szarvasmarha szalmás trágya,
- sertés szalmás trágya,
- sertés hígtrágya,
- szarvasmarha hígtrágya,
- étolaj és zsír,
- hulladékká vált állati szövetek,
- tejipari hulladékok,
- silókukorica,
- istálló mosóvíz,
- biológiailag bomló konyhai és étkezési hulladékok és egyéb az egy-egyes környezethasználati engedélyben engedélyezett anyagok.

A hulladékok fogadását három helyszínen végzik. A hígtrágya fogadó egy föld feletti tartály, ahová a mérlegelés után a szállító járműből szivattyúval jut a hígtrágya, valamint tejsavó és tejszírszap is. Ebbe a tartályba kerül a szomszédos sertéstelepről származó istálló- és vágóhídi mosóvíz, valamint a hígtrágya is. Közvetlenül a hígtrágya fogadó melletti másik tároló tartályba jut az állati hulladék, valamint a helyben higienizált, zárt rendszeren keresztül érkező konyhai hulladék. A vágóhídi hulladék már felfőzve kerül az üzembe. A többfunkciós fogadóépület déli oldalán található a szociális blokk, majd a konyhai hulladék fogadására kialakított átvételek. A zárt térben a gépkocsikról villamos emelős megoldással leemelik a 120 literes tartályokat, amelyek tartalmát kézzel válogatják és elkülönítik a rendszer számára feldolgozhatatlan hulladékokat (pl. műanyag). Az alapanyag ezután darálóba, majd egy felszín alá süllyesztett, kb. 30 m³ térfogatú homogenizáló tároló tartályba kerül. A szállítóedények mosásakor keletkezett mosóvizet hőkezelés után szintén az alapanyagok közé keverik. Ebbe a fogadótérbe érkezik az áruházláncoktól a lejárt szavatosságú élelmiszer is. A homogenizálás után a hulladékot egy aprító szivattyún keresztül higienizáló tartályba töltik, ott egy órán keresztül 70 °C-on higienizálják. Az épület északi részén a magasabb szárazanyag-tartalmú alapanyagok fogadása történik (pl.: silókukorica, szalmás istálló trágya). A biogáz üzem alapanyag beszállítása egész évben folyamatos, alkalmazkodva az alapanyag előállítás tevékenység munkarendjéhez. A beérkező hulladék mérése hídmérleggel történik. A biogáz képződés folyamata természetes folyamat, mely természetes körülmények között is lejátszódik, a folyamathoz vegyszerek, adalékanyagok hozzáadása nem szükséges. Az erjedés a két fermentorban és a két kombitárolóban történik. Az alkalmazott technológia mezofil eljárás, a fermentorokban ezért elvárta az e technológiának megfelelő hőmérséklet (36-40 °C) biztosítása. A fűtés a gázmotorok hűtővizéből kinyert hővel történik. A technológia a receptúra szerint napi feldolgozás mellett 45-50 nap alatt bontja le a beérkezett alapanyagot. A teljesen zárt, anaerob körülmények között végzett erjedés során biogáz képződik. A keletkező gázkeverék megközelítőleg 2/3 rész metánból és 1/3 rész szén-dioxidból áll. A teljes főfermentor kapacitás 6500 m³. A kiejert, magas beltartalmi értékkel rendelkező, közel 95 ezer tonna biomasszát a cég visszaforgatja a mezőgazdasági ágazatba, a szántóföldre kiöntözve biztosítják a tápanyag visszapótlást, csökkentve a műtrágya felhasználást.



2. ábra. Technológia folyamatábra (Forrás: HAASE Energietechnik AG)

A képződött gázt összegyűjtik, víztelenítés és anaerob biológiai toronyban végzett kén-hidrogén mentesítés után a konténeres gázmotoros egységben „üzemanyagként” felhasználják. A gázmotorok villamos energiát és hőt termelnek. (A gáztároló kapacitás teljes üzem mellett 4 óra tárolást biztosít. Abban az esetben, ha mindkét gázmotor leállna, automatikusan bekapcsol a gázt elégető fáklya.)

Kettő darab Deutz típusú gázmotor konténerekbe építve üzemel, névleges teljesítményük 1 MW, illetve 0,7 MW, melyek kihasználtsága 60% körüli. A termelési és üzemviteli adatok a motorvezérlő monitorján, valamint az irodai vezérlő számítógépen is folyamatosan nyomon követhetők. A termelt villamos energia – zöld áram – alapvetően az üzem saját fogyasztását fedezi, az ezen felül termelt mennyiség 20 kV-os vezetéken az E.ON hálózatába értékesítésre kerül. A gázmotorokban keletkező hő a biogáz üzem technológiai hőigényét biztosítja, a felesleget a konténerek tetején elhelyezett léghűtőkkel a környezetbe juttatják. Ezt a hőt a cég tervei szerint a sertésstelepen kívánják hasznosítani, melynek megvalósításával a hatékonyság nagymértékben javulhat. A biogáz üzem korszerű folyamatirányítási technológiája teljes automatizálást tesz lehetővé, így a folyamatos üzemeltetést mindössze kilenc ember végzi.

Pályázati támogatás

A beruházást megelőző tanulmány készítésének időszakában már ismert volt a 2003. május 22-én Kijevben aláírt Memorandum of Understanding, illetve jogerőre emelkedett az osztrák JI/CDM programot szabályozó törvény. A Kft. sikerrel pályázott az osztrák JI/CDM program nemzetközi pályázatára. Évente mintegy 35 ezer tonna szén-dioxid megtakarítás képződik, részben a műtrágya felhasználás csökkentésével, részben a termelt biogáz által történő fosszilis energia kiváltásával. E nélkül a projekt nem is valósulhatott volna meg pályázati támogatással. Az évenkénti szén-dioxid megtakarítás értékesítésre kerül az osztrák kormány számára. Számunkra a látottak meggyőzőek voltak, a megvalósított projekt tapasztalatai hasznosíthatók lehetnek más gazdasági társaságok, mezőgazdasági társaságok számára is.

Elköszönve Pálhalmától, utunk második állomása Csákvár. A Vértes lábainál fekvő nagyközség mindössze 60 km-re fekszik Budapesttől. Itt található a Publó Étterem és Panzió. A központi telephelyen kívül ide tartozik egy több hektáros fatelep is. A tulajdonos vállalkozó szellemű üzletember, elkötelezett híve az ökocentrikus üzemeltetésnek. Takarékosági eredményeit kamionnyi fában fejezi ki.

Ennek megfelelően a szállás és az étterem egységeiben történő beruházásai azt a célt szolgálják, hogy környezetkímélő módon teremtsék meg a magas színvonalú vendéglátás körülményeit. Szolgáltatásai széleskörű vendéglátás, konferenciák, esküvők tréningek tartása, jól felszerelt épületekben. Az étterem és a panzió fűtéséről 100%-ban megújuló energia gondoskodik. A használati meleg vizet részben napkollektorok biztosítják, részben a konyhán működő hűtők hulladékhőjével is vizet melegítenek. Évi 20 kamionnyi fát takarítanak meg a bio-hulladék eltüzelésével és a napenergia hasznosításával. Környezetbarát és bőrkímélő tisztítószereket használnak a takarításhoz. Hulladékot szelektíven gyűjtik és szállítják el. Világításról energiatakarékos világítótestek gondoskodnak. Éttermük és rendezvénytermük mosdóiban papírkéztörő helyett nagy hatékonyságú, energiatakarékos képszárító készülékeket használnak, így évente 2 kamionnyi fát mentenek meg a kivágástól. A jó szemléletű társaság és egy vállalkozó mérnökiroda együttműködése komoly eredményhez vezetett. A balatonudvari székhelyű SZALONTAI RGB Bt. felmérte a lehetőségeket, és a tervezést, pályázatást, kivitelezést fővállalkozásban végezte. Eredményeiről az alábbiakban tájékozódhattunk.

Hőtermelés

Központi telephelyen a 2010. évben uniós pályázati támogatással megvalósult a Panzió, Konferencia terem, szervizépület és irodaépületek földgáztüzelésről biomassza tüzelésre történő átalakítása. A meglévő épületben elhelyezésre került 2 db HDG Compact apríték kazán, 380 kW összteljesítménnyel. Tüzelőanyaga: faapríték, faforgács és fapellet. A két kazán egy 5000 literes puffer tartályt fűt, melyből közvetlenül indul az előreszigetelt távhővezeték a rákapcsolt épületekhez. Az épületek egyedi szabályozással vételezik a hőt a távvezetékéről. A kazánok automatikus üzeműek, a tüzelőanyag adagolása két különálló laprugós adagolóval kazánonként működik. A tüzelőanyagot az épület másik szomszédos helyiségében tárolják, ahova a beszállító járműből a betárolás légfűvőkkel történik. A 4. ábrán látható a kazán a csigás adagoló rendszerrel, háttérben a puffer tartály. A füstgáz elvezetés két külön kéménybe történik. A panzió épület tetején napkollektorok kerültek elhelyezésre, az épület használati melegvíz termelésére.

A beruházás teljes költsége 60 M Ft, melyből a pályázati támogatás 30 M Ft-ot tett ki. A fűtési költség a korábbi 1/4-re csökkent. A beruházás várható megtérülési ideje 4-5 év.

A biomassza előállítása szintén a tulajdonos fatelepén történik, ahova a Vértesből szállítják az ipari célra és bútorgyártásra sem használható rönkfákat. A beszállított rönkök a nagy tárolóternek köszönhetően legalább két évi természetes úton történő szárítás útján kerülnek felapításra. A gépsorok az aprítás (kuglizás) során szelektáltan különítik el kalodákban az érékesítésre szánt tűzifát, és külön a hulladékot a biomassza előállításához. A tüzelőanyag víztartalmának csökkenése 50%-ról 15-20%-ra, a fűtőértéket jelentősen javítja, ezért nagy gondot fordítanak arra, hogy a frissen kivágott fa ne kerülhessen felhasználásra.

Villamosenergia-ellátás

Idén került megvalósításra a másik, ugyancsak Uniós pályázaton nyert két napelemes rendszer. Az egyik a kazánház feletti elhelyezési, hálózatba tápláló napelemes rendszer. Már az épület tervezésénél figyelembe vették, hogy a tetőn a napelemek úgy kerülhessenek elhelyezésre, hogy az optimális tájolás és hajlásszög biztosítsa a legnagyobb energia termelést. A napelemes egység 29,4 kW névleges teljesítményű, 120 db SHARP monokristályos 245 W-os modulból és egy KACO 37,5 TL3 hálózatba tápláló inverterből áll.

A másik a fatelepen 58,8 kW névleges teljesítményű, 240 db SHARP monokristályos, 245 W-os modulból és 2 db KACO 30,0 TL3 hálózatba tápláló inverterből álló rendszer került kiépítésre. Itt a napelemek meglévő épület tetőszerkezetére lettek elhelyezve, mely nem optimális, vagyis nem biztosítja a maximális energiatermelést. A napelemek konstrukciójából adódóan érdemes megjegyezni, hogy a környezeti hőfok befolyásolja az energiatermelést. Télen hideg, de napsütéses időben jobb a hatásfok, mint a nyári melegben. A beruházás összköltsége 70 M Ft, melyből a támogatása részaránya 50%. A két rendszer együttes éves hozama: kb. 98 000 kWh, mely a felhasználásnak 60%-át fedezi. Várható megtérülési idő 5-6 év. A helyszíni bemutatók után a konferencia teremben szakmai előadást hallottunk a biomassza tüzelésnél alkalmazott berendezések típusairól, konstrukciós megoldásokról, valamint a napelemek műszaki megoldásairól, elhelyezésük módjairól.

A szakmai témák lezárását követően a Publó étteremben közös estebéden vettünk részt, esetenként folytatva a szakmai konzultációt. Úgy gondolom tartalmas és sikeres napot töltöttünk együtt, amelynek fényét nem rontotta az estebéd közben és után felkínált szekszárdi vörös sem.

**Az ETE Szenior Energetikusok Klubjának
2012. I. félévi programja**

I. 19. Buday Gábor okleveles fizikus, az RHK Kft. konzulense

Nemzeti radioaktív hulladékkezelési program tervezete és ennek fontosabb elemei

(Házigazda: Lovas Gyula)

Klubnap

I. 26. Németh Bálint adjunktus

Virtuális látogatás a Budapesti Műszaki Egyetem Nagyfeszültségű Laboratóriumában

(Az Elektrotechnikai Múzeum előadótermében élő videókapcsolás és vetített előadás a Dr. Csikós Béla FAM Oktatási Központból.)

(Házigazda: Szabó Benjámin)

II. 2. Kimpfián Aladár ny. szakértő, OVIT Zrt.

Kína energetikája továbbra is a világhatalom felé

(Házigazda: Kerényi A. Ödön)

II. 9. Dr. Szeredi István főszakértő

Szivattyús energiatárolók szerepe az EU tagországokban

(Házigazda: Kerényi A. Ödön)

II. 16. Dr. Aszódi Attila a BME Nukleáris Technikai Intézet igazgatója

A fukushimai atomerőmű balesete és következményei

(Házigazda: Bárdy László)

II. 23. Dr. Zsebik Albin egyetemi docens, BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Hűtés napenergiával

(Házigazda: Bárdy László)

III. 1. Dr. Csurgainé Ildikó címzetes egyetemi docens

Bábáskodtam egy nagyszerű könyv születésénél (Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete)

(Házigazda: Kostyál László)

III. 8. Dr. Tóth László egyetemi tanár, SZIE, a Magyar Széleenergia Társaság alelnöke

A szélerőmű kapacitás rohamos fejlődésének következményei az EU tagországokban

(Házigazda: Kerényi A. Ödön)

III. 22. Oroszki Lajos MAVIR Zrt. vezérigazgató helyettes

Az EU Villamos Energia Rendszer Egyesülései, az ENTSO-E tevékenysége

(Házigazda: Kerényi A. Ödön)

III. 29. Almási Kristóf MAVIR Zrt. szakértő

A nagyfeszültségű egyenáramú átvitel (NFEÁ) szerepe az ENTSO-E tagok és nem tag TSO-k között

(Házigazda: Czelecz Ferenc)

IV. 5. Rudolf Viktor igazgató, Budapesti Erőmű Rt.

(Meghívott: **Orbán Tibor** vezérigazgató helyettes, FŐTÁV)

A Budapesti Erőmű szerepe a főváros távfűtésében termelői és szolgáltatói szempontból
(Helyszín: BERT Kelenföldi Erőmű, Bp. XI. ker. Budafoki út 52. Megközelíthetőség: a Népligettől 103-as jelű autóbusszal; a Móricz Zsigmond körtérről 33-as vagy 33E jelű autóbusszal. Leszállás: az Erőmű megállónál. Jelentkezés az ETE titkárságon 2012. IV. 1-ig.)

(Házigazda: Bárdy László)

IV. 12. Dr. Almár Iván csillagász

Az úrkutatás legújabb eredményei

(Házigazda: Elek János)

IV. 19. Majsza Klára az Országos Reumatológia és Fizioerápiás Intézet (ORFI) dietetikusa

Az egészséges táplálkozás lényege és fontossága

(Házigazda: Majsza József)

IV. 26. Dr. Petschnig Mária Zita közgazdász, a Pénzügyi Kutató Zrt. kutatója

A magyar gazdaság helyzete és kilátásai

(Házigazda: Kerényi A. Ödön)

V. 3. Rudi Zsuzsanna környezetvédelmi osztályvezető, ERBE ENERGETIKAI Mérnökiroda Zrt.

Erőművek létesítésével kapcsolatos hatásvizsgálatok

(Házigazda: Szondi Egon)

V. 10. Kirándulás (Később kerül meghatározásra.)

V. 17. Dr. Molnár László az ETE főtitkára

A fejlődő országok szerepe a világ energetikájában

(Házigazda: Bárdy László)

Klubnap

Az ülések helye és ideje:

Magyar Elektrotechnikai Múzeum,

Zipernovszky terem II. emelet.

Budapest, VII. Kazinczy u. 21., 10 óra

Szabó Benjámin

a Szenior Energetikusok Klub elnöke

**Meghívó
a Magyar Kapcsolt Energia Társaság XV. Konferenciájára
Időpont: 2012. március 6-7.
Helyszín: Thermal Hotel Visegrád******

Hagyományá vált, hogy az MKET kora tavasszal rendezi meg konferenciáját, amelyen különösen aktuális témák kerülnek terítékre a 2011. év végén meghozott intézkedések és szabályozási környezet változása miatt előállt helyzetre való tekintettel. A konferencia jó alkalom és lehetőség az eltelt időszak tapasztalatainak összegzésére, a további teendők és az ágazat jövőjével kapcsolatos kérdések megvitatására.

A konferencia jelmondata:

„Mi a jövőképe ma a kapcsolt energiatermelésnek Magyarországon?”

Várjuk az érdeklődő szakemberek megtisztelő jelentkezését!

az MKET Elnöksége

További információk és a jelentkezési lapok letöltése a www.mket.hu honlapon.

Tisztelt Olvasók!

Az elmúlt évben lapszerkesztő elődeinkre emlékezve szerkesztő bizottságunk tagjait mutattuk be Önöknek. Rovatunkat az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület tisztségviselőinek bemutatkozásával, szerepvállalásával folytatjuk. Legyen ez a jutalmuk azért,



hogy szabad idejük rovására dolgoznak önként vállalt céljaink megvalósításában, szervezik egyesületünk tevékenységét. Idei első számunkban Egyesületünk alapító tagjára, egykori elnökére, szakfolyóiratunk jogelődjének szerkesztőjére, **Szikla Gézára** emlékezünk.

Szikla Géza aktív közreműködésével segítette az egyesületet az alapítás utáni első időszak nehézségein keresztül. Különösen sok segítséget nyújtott az egyesületi javaslatok értékelésével kapcsolatos komplex energetikai szellem kialakításával. 1954-1957 között egyesületünk elnöke volt. El nem múló érdemire való tekintettel a választmány 1957-ben tiszteletbeli elnökké választotta. A szakfolyóiratunk jogelődjének tekintett, 1948-ban induló Magyar Energiagazdaság I. évfolyamának 7. számában közzé tett cikkének rövidített változatát tettük közzé „történelmi visszatekintés” rovatunkban. Szikla Géza 1882. július 24-én született Szolnokon. Középiskolai befejezése után a Budapesti Műszaki Egyetemen 1904-ben gépészmérnöki oklevelet szerzett. 1905-től a MÁV-nál szolgált. 1913-ban a Fővárosi Elektromos Művek szolgálatában kapott megbízást a Kelenföldi Erőmű építésének, majd később üzemének vezetésére. Irányításával kezdődött meg az 1920-as években az erőmű 40 atmoszférás résszel történő bővítése, amely akkor az első nagynyomású és nagyteljesítményű létesítmény volt hazánkban. A beépített 4400 LE-s (30 MW) gépek annak idején szenzáció számba mentek. Sajnálatos, hogy az 1920-as évek derekán szabadalmazott Szikla-Rozinek tüzelés a rendkívüli anyagi nehézségek következtében nem tudott arra szintre fejlődni, ami a világsikert biztosította volna számára. 1937-ben készített tanulmányában Budapest város fűtésével foglalkozott. Ebben a tanulmányban – hazai vonatkozásban elsőként – olyan alapfogásokat fektetett le, melyekkel jelentősen megelőzte korát. A tanulmány szerinti távfűtési javaslat Budapest belterületén létesíteni javasolt fűtőerőművek révén nagymértékben csökkentette volna a főváros még ma is kritikus levegőszennyeződését. Irányítása mellett folyt a főváros számára létesített Mátravidéki Erőmű tervezése és építése. Tevékeny szerepe volt abban, hogy ez az erőmű gyorsan, elsősorban hazai berendezésekből megépüljön. Kiemelkedő elméleti tudását és gyakorlati érzékét számos szabadalma és dolgozata tanúsítja. 1952. december 31-én a Tudományos Minősítő Bizottságtól elnyerte a tudományok doktora fokozatot. 1963. március 31-én, életének 81. évében hunyt el Budapesten. Emlékének megőrzésére Egyesületünk díjat alapított.

A bemutatkozást és szerepvállalást most **Bakács Istvánnal**, Egyesületünk elnökével kezdjük. A 2011-ben Szikla Géza díjat kapott Ludányi Györggyel, a Mátrai szervezet elnökével folytatjuk. Őket követi Pór J. Mátýás, az ETE Ellenőrző Bizottságának elnöke és Milanovich László a Hőszolgáltatási Szakosztály elnöke, mindhárman tagjai, az Egyesület Ügyvezető Bizottságának.



Bemutatkozás: „1974-ben a Moszkvai Energetikai Műszaki Egyetemen kaptam reaktormérnöki (fizikus mérnöki) diplomát, majd később üzleti (MBA) oklevelet is szereztem.

Az MVM állományában a Paksi Atomerőmű Beruházás előkészítési munkáin dolgoztam – a BME Tanreaktorban, a KFKI-ban, illetve a Nehézipari Minisztériumban, majd 1976-ös megalakulása után a Paksi Atomerőmű Vállalatnál. 1979-1983 között a beruházás helyszíni irányítását végző kormánybiztos munkáját segítettem. 1983-89 között az ERBE egyik vezető munkatársa voltam, majd 1989-2000 között az MVMT-ben majd az MVM Rt-ben aberuházási, fejlesztési és stratégiai igazgatói teendőket láttam el, 1998-tól vezérigazgató voltam. 2001 és 2010 között az EON Hungária Zrt vezérigazgató-helyettese és igazgatósági tagja voltam. Jelenleg az Accenture tanácsadó cég üzletfejlesztési igazgatója vagyok.”

Szerepvállalás: „1975 óta vagyok az ETE tagja, 2002 óta az ETE elnöke. E minőségemben azt tekintem feladatommak, hogy az Egyesületet a szakma, a döntéshozók előtt ismertté, hasznossá tegyék, s – ami a fennmaradáshoz, működéshez feltétlenül szükséges – gazdaságilag is életképesnek tartsuk.”



Ludányi György

Bemutatkozás: „Gépészmérnök diplomát a Miskolci Egyetemen, az energetikai szakmérnök diplomát a BME-n szereztem. Pályafutásomat a Mátrai Erőműben kezdtem,

ügyeletes mérnökként, majd az üzemeltetés, karbantartás, beruházás és műszaki fejlesztés területein dolgoztam. 1996-tól az erőmű technológiai beruházásait koordináltam. Számos korszerű technológiát vezetünk be, többek között a környezetbarát sűrűzágyos technológiát. Irányításommal valósult meg hazánk első füstgáz kéntelenítője. A lignitbázisú villamosenergia-termelés gazdaságosságának fokozására 2006-ban a IV-V. blokkhoz egy-egy 30 MW-os előtét gázturbinát telepítettünk. A visontai és bükkábrányi lignitvagyonra alapozva új lignitbázisú erőmű létesítését készítettük elő. 2008-ban ennek az 500 MW-os blokknak a beruházására létrehozott projekt cég műszaki igazgatói feladatainak ellátására kértek fel. A projekt a megváltozott körülmények miatt nem valósult meg. 2011-től nyugdíjasként különböző, elsősorban biomassza projektek előkészítésében veszek részt.”

Szerepvállalás: „Szívügyemnek tekintem, hogy a környezetemben a korszerű energetikai ismereteket

terjesszem. Ennek keretében a Mátrai Erőmű ETE csoportjával eljutottunk Európa sok jelentős energetikai létesítményébe. Vallom, hogy a tudás naprakészségének megőrzéséhez a tapasztalatcserék, szakmai fórumok, szakirodalom ismerete nagyban hozzájárulnak, és azért tevékenykedek, hogy ez eljusson a kollégákhoz.”



Pór J. Mátýás

Bemutatkozás: „1966-ban végeztem a BME hőerőgépész tagozatán a Lévai és Heller professzor uraknál. MVM ösztöndíjasként még abban az évben az ERBE-hez kerültem, ahol nyugdíjazásomig dolgoztam. Nyugdíjaz szakértőként még ma is tevékenykedem. A több mint 45 éves beruházó mérnöki munkám során részt vettem beosztott műszaki munkatársként és mintegy 40 évig vezetőként a különböző típusú, de elsősorban nyílt és kombinált ciklusú gázturbinás erőművi beruházási munkákban. Az új erőművek létesítésénél egyrészt a tervezési, programozási, költségtervezési, versenyztetési, szerződéskötési feladatokat végeztem, illetve irányítottam, majd helyszíni kirendeltség vezetőként, a megvalósítást koordináltam. Az utóbbi évtizedekben, mint projekt menedzser, mérnök szolgálati feladatokat láttam el.”

Szerepvállalás: „A pályám során megszerzett szakmai, szervezési és vezetői ismeretekkel, a beruházások során kialakult széles körű kapcsolat rendszerrel igyekszem segíteni az ETE tevékenységét. Jelenleg, az Ellenőrző Bizottságának elnökeként azon dolgozok, hogy az Egyesület gazdálkodása összhangban legyen a hatályos jogszabályokkal.”

Milanovich László



Milanovich László

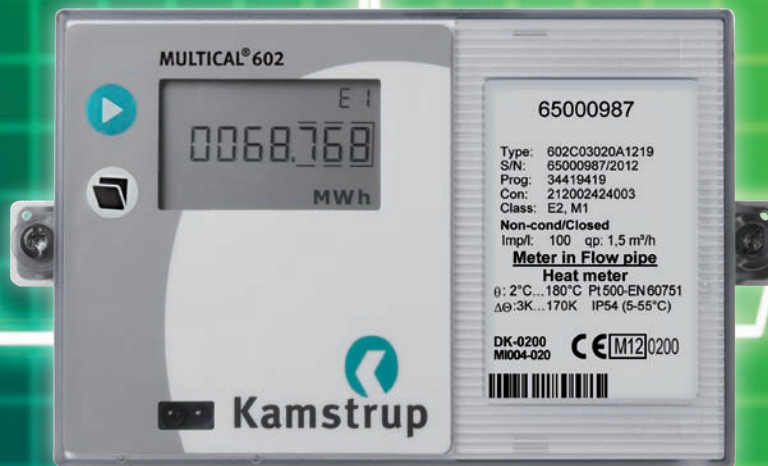
Bemutatkozás: „Gépészmérnök és energetikai szakmérnök diplomáimat a Budapesti Műszaki Egyetemen szereztem. Az egyetem befejezése után szülővárosomban, Győrben helyezkedtem el a Győri Hőszolgáltató Vállalatnál. Azóta is ennél a vállalatnál, illetve jogutódjainál dolgozom immár 29. éve. 1987 és 2009 között a cég főenergetikusa, majd egy évig a Győri Hőszolgáltató Kft. ügyvezető igazgatója voltam. 2010. október 1-től a GYÓRSZOL Zrt. Távhőszolgáltatási Igazgatóságát vezetem és tagja vagyok a Zrt. igazgatóságának is. A Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetségében alelnökként segítem a szövetség munkáját. Az ETE-ben 1994 és 2001 között a Hőszolgáltatási Szakosztály alelnöke voltam, 2001-től pedig a szakosztály elnökeként dolgozom.”

Szerepvállalás: „A távhőszolgáltatás aktuális szakmai kérdéseinek megbeszélésére évente megrendezzük a Távhő Vándorgyűlést. Közreműködünk mindazon témák megvitatásában, véleményezésében, ami az ETE munkáján belül a szakosztályra tartozik. A fiatal, végzős diákok ösztönzése, egyesületünkre történő figyelemfelhívás érdekében minden évben díjazzuk a hőszolgáltatás témakörben készült legjobb diplomaterveket.”

MULTICAL® 602

fűtési-, hűtési hőfogyasztásmérő

határtalan kommunikációs lehetőségekkel!



Az új MULTICAL® 602 hőfogyasztásmérő határtalan lehetőségeket kínál a kommunikáció terén. Mindegy hogy kézi vagy automatikus a mérésadatgyűjtés, hálózati-, vagy elemes működtetésű a készülék, vezetékes vagy vezeték nélküli a kommunikáció, a MULTICAL® 602 a legjobb amit választhat a pontos fogyasztásméréshez és a hatékony mérésadatgyűjtéshez.

A MULTICAL® 602 választásával hosszabb elemélettartamot, nagyteljesítményű rádiós kommunikációt és hosszú idejű stabilitást kap cserébe. Engedje, hogy a MULTICAL® 602 hatékonyabbá tegye a szolgáltatást, erősítse a fogyasztók bizalmát!

comptech

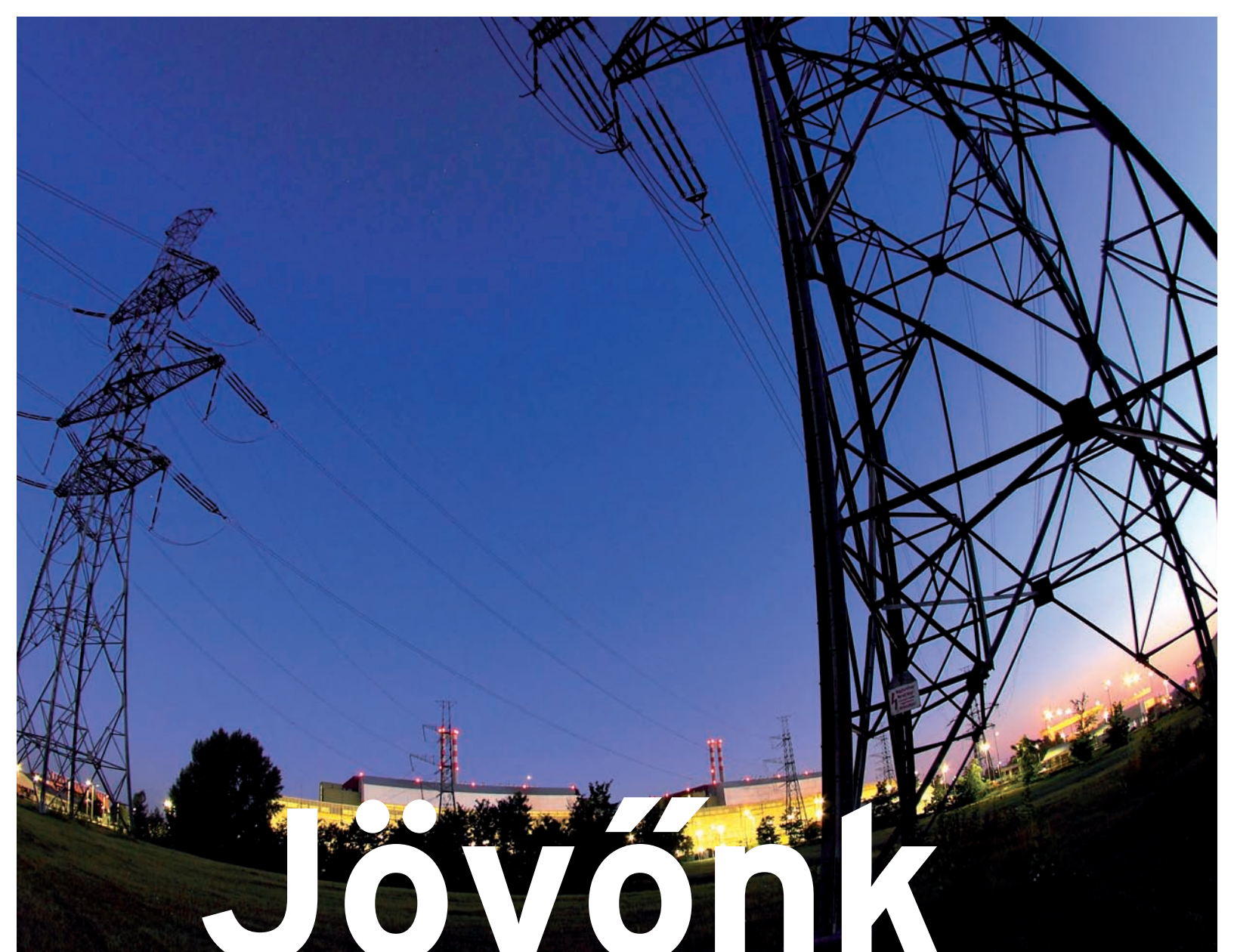
Mérnöki Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.

1221 Budapest, jobbégly u. 5

☎ (1) 226-1585

info@comptech-kft.hu

www.multical.hu



Jövönk energiája



paksi atomerőmű