

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

55. évfolyam 2014. 1. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat



X. Klímaváltozás – Energiatudatosság – Energiahatékonyság
nemzetközi jubileumi konferencia

KLENEN'15

KONFERENCIA

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

Energiahatékonysági minta-
projektek bemutatása,
tapasztalatcsere

Jegyezze elő naptárába,
2015. március 10-11. - KLENEN '15



eszk.org



aecenter.org



virtualiseromu.hu



kic-innoenergy.com

Várjuk jelentkezését!

További információ és
jelentkezés:

www.klenen.org



MUNKAHELYI KÉPZÉS A HUNYADI KFT.-NÉL TÁMOP-2.1.3/A-12/2-2012-0238

A Hunyadi Kft. figyelmet fordít munkatársai idegen nyelvi képzésére is, ezért pályázatot nyújtott be az Új Széchenyi Terv keretein belül Munkahelyi képzések címen, angol nyelvi továbbképzésre. A cég a pályázaton sikeresen részt vett és értékes tudással zárta a képzést.

Az Európai Unió és a Magyar Állam által nyújtott támogatás összege:

3 258 122 Ft

Kivitelezés ideje: 2013. 01. 07. – 2013. 11. 14.

Kedvezményezett: Hunyadi Kft.



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



<http://eit.europa.eu/>

Az **Európai Innovációs és Technológiai Intézet** (*European Institute of Innovation and Technology; EIT*) létrehozásával az EU megpróbálja egységesíteni az úgynevezett "tudásháromszöget", vagyis összehangolni az egyetemeket, a kutatóintézeteket és a vállalatok tevékenységét, lökést adva ezzel az európai innovációnak.

A szakmai munka, tudás- és innovációs közösségek (Knowledge and Innovation Communities, KIC - <http://eit.europa.eu/kics/>) keretében valósul meg, ez az egyetemek, kutatóintézetek és az üzleti szféra autonóm partnerségén alapuló stratégiai innovációs hálózat megalkotását jelenti.



Célja:

- a kutató intézetekkel, kis- és középvállalatokkal a termelés és energiahatékonyság növelését eredményező innovációs ötletek megvalósításának és gyakorlatba történő bevezetésének,
 - a szakterületen az egyetemi MSc és PhD hallgatók EU-n belüli mobilitásának segítése.
- További információ: <http://www.kic-innoenergy.com/>

Integráljuk a magyar kreativitást az európai innovációs folyamatokba!

Kapcsolódjon be Ön is a KIC Inno-Energy munkájába!

További információ és jelentkezés a klenen.org/program.php honlapon

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

55. évfolyam 2014. 1. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

TARTALOM • CONTENTS • INHALT

Főszerkesztő:
Dr. Zsebik Albin

Felölős szerkesztő:
Dr. Gróf Gyula

Szerkesztőség vezetői:
Molnár Alexa, Szigeti Edit

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

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

Kiadja: Energiagazdálkodási
Tudományos Egyesület
1091 Budapest, Üllői út 25., IV. em. 419-421
sz. Tel.: +36 1 353 2751,
+36 1 353 2627, Telefax: +36 1 353 3891,
E-mail: titkarsag@ete-net.hu

Felölős kiadó:
Bakács István, az ETE elnöke

A szerkesztőség címe:
BME Energetikai Gépek és
Rendszerek Tanszék
1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.
D épület 222 sz.
Telefon: +36 30 278 2694, +36 1 463 2981.
Telefax: +36 1 353 3894.

E-mail: enga@ete-net.hu

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

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

ISSN 0021-0757

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

Nyomdai munkák:
Innova-Print Kft.

Lapunkat rendszeresen szemlézi
Magyarország legnagyobb médiafigyelője,
az



»OBSERVER«
BUDAPEST MÉDIAFIGYELŐ KFT.

Energiainformációk * Energy News * Rundblick

Molnár László
Paks II-ről, tárgyilagosan
Objectively about Paks II
Über das KKW Paks II, sachlich

Bakács István
ETE állásfoglalás
Statement's of ETE
ETEs Stellungnahme

Tudomány * Science * Wissenschaft

Józsa Viktor
Capstone C-30 levegő segédközeges porlasztójának
numerikus áramlástanai szimulációja
CFD simulation of an air blast atomizer of a Capstone C-30
Numerische Strömungssimulation des
Luftblaszerstäubers von Capstone C-30

Szén * Coal * Kohle

Reményi Károly
A fejlett széntüzelések illeszkedése a természet
szénciklusába
Fitting of the developed coal combustions
into the natural coal cycle
Die Rolle moderner Kohleverfeuerer im Kohlezyklus der Natur

Bokányi Ljudmila
Barna szén plazmás elgázosítása nagy hozzáadott
értékű termék előállítás céljából
High added value fuel production by plasma gasification
of brown coal
Plasma-Vergasung von Braunkohle zum Zwecke
der Herstellung von großen Mehrwert-Produkten

Megújuló energiaforrások * Renewable Energy Sources * Erneuerbare Energiequellen

Lengyel Vivien
Rankine-körfolyamat illesztése mérsékelt hőmérsékletű
hőforrásokra
Utilization of Rankine-cycle on low temperature heat sources
Die Anpassung des Rankine-Zyklus an Wärmequellen
mit Niedrigtemperatur

Csitári Csaba
A faelgázosítás gyakorlati alkalmazásának lehetőségei
Opportunities of practical application in case of wood
gasification
Möglichkeiten der praktischen Verwendung von
Holzvergasung

Csete Mária
Természeti erőforrások a felsőoktatásban és
szemléletformálásban
Environmental resources in higher education and
in raising awareness
Umweltressourcen im Hochschulbereich und bei
der Sensibilisierung

Egri Tamás
Szilárd biomassza energetikai hasznosíthatóságának
vizsgálata a Tiszai Erőmű telephelyén

Potentials of the solid biomass utilisation at Tiszai Power
Plant site
Analyse der energetischen Verwendung von fester
Biomasse im Tisza-Kraftwerk

Raisz Dávid
A megújuló energiaforrások termelésének kiegyenlítési
lehetőségei – fogyasztói vezérlés és metanol alapú tárolás
Possibilities of Leveling Energy Production from
Renewables: Load Control and Methanol-Based Storage
Ansätze zum Ausgleich von erneuerbarer Einspeisung:
Steuerung der Verbraucher und Methanol-Basierte
Speicherung

Sutyera Tamás
Energetikai ültetvények telepítése, gazdasági elemzés
eredményei
Planting of energy plantations and results of the financial
analysis
Anlage von energetischen Plantagen, Ergebnisse der
Wirtschaftlichkeitsanalyse

**Energiahatékonyság * Energy Efficiency *
Energieeffizienz**
Kálló Péter
Közel nulla energiafelhasználású szint szerinti költség-
optimalizált felújítás egy tetőtérbeépítés példáján
Cost optimisation of the near zero energy renovation
in case of story adding

Kostenoptimierte Renovierung mit fast Null-Energieverbrauch
anhand eines beispielhaften Dachgeschossausbaus

Harazin Piroska, Pálvölgyi Tamás
Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform koncepcionális
és megvalósíthatósági tanulmány bemutatása
Presentation of the conceptual and feasibility
study of the resource efficiency management platform
Vorstellung der Konzept- und Realisierbarkeitsanalyse
der Ressourcen-Effizienz-Planungs-Plattform

**Virtuális Erőmű * Virtual Power Plant * Virtuelles
Kraftwerk**
Polgár Győző
Energiamegtakarítás több lépcsőben
Energy saving in multiple steps
Energieeinsparung in mehreren Stufen

Földgáz * Natural Gas * Erdgas
Szilágyi Zsombor
2013: sok változás a földgáz piacon
2013: many changes in the gas market
2013: viele Veränderungen am Erdgasmarkt

Egyszerű számítások energetikai számítások
Zsebik Albin
Alapdíj nélküli nonprofit szolgáltatók
Non-profit supplier without basic tariff
Non-Profit Versorger ohne Grundgebühr

ETE-MEE megbeszélés
ETE-MEE Discussion vagy Meeting
ETE-MEE Besprechung

*A folyóirat szerkesztésénél különös figyelmet fordítottunk
a környezetvédelmi szempontokra!*

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

Tisztelt Olvasó!

Január első napjaiban megkértek, mondjam el röviden az energiagazdálkodással és a távhőszolgáltatással kapcsolatos véleményemet. Véleményemet azzal a bejelentéssel kezdem, hogy néhány nappal ezelőtt ráálltam a mérlegre és megállapítottam, hogy az év végi „lazításom” következtében közel három kilót híztam. A súlytöbblet nem jelentős, de fölösleges. Annak érdekében, hogy a „súlyfölségem” ne okozzon maradandó károkat, igyekszem fogok a szervezetem által már megszokott súlyom visszaállítására.

Így tekintek én az energiagazdálkodásra, a természeti és megújuló energiaforrások alkalmazására is. A természetben évmilliókon keresztül alakult ki a mai egyensúlyi állapot. Ezt az állapotot kellene megőrizni körültekintő, jó gazdához illő energiagazdálkodással.

A jó gazdához illő energiagazdálkodás azzal kezdődik, hogy ne fogyasszunk több energiát a szükségesnél. Kerüljük el a „súlyfölséget”, mert az maradandó károkat okozhat az egészségünkben, és a természeti környezetben. Ha nem gazdálkodunk okosan a fosszilis energiahordozókkal, belátható időn belül elfogyhatnak.

A jó gazda arra is figyel, hogy az egészség szempontjából fontos hőkomfortot, világítást minél kevesebb energiával biztosítsa. Természetes számunkra, hogy hideg időben jól felöltözködünk. Vajon jól „felöltöztettük-e” annak idején épületeinket? A tapasztalat azt mutatja, hogy épületeink az akkori műszaki lehetőségek és gazdasági szempontok figyelembevételével készültek, ezért felújításra szorulnak. Szükségük van egy jó kabátra, hogy kevesebb legyen a hővesztésük. Azt mondom, hogy az energiával való takarékoskodás érdek és kötelesség. Szigeteljék hát mielőbb épületeinket, korszerűsítsük fűtési és szellőző rendszereinket. Használjuk ki minél nagyobb mértékben a természetes megvilágítás lehetőségét, alkalmazzunk alacsony fogyasztású fényforrásokat, korszerű háztartási berendezéseket, valamint fedezzük fel és használjuk ki a megújuló energiaforrások nyújtotta lehetőségeket.

Néhány évvel ezelőtt, házunk déli oldalfala mellé a kertünkben elhelyeztünk egy egyszerű, gravitációs rendszerű, napkollektoros vízmelegítőt és rákapcsoltuk a ház vízrendszerére. Azóta március – november hónapokban zuhanyzás közben jó arra gondolni, hogy a vízmelegítéshez nem kell földgázt használni. Lehet ugyan, hogy a tüzelőanyag jelenlegi ára és a napkollektoros rendszer költségének figyelembevételével végzett számítások alapján arra az eredményre jutunk, hogy a napkollektorok telepítése nem térül meg rövid időn belül, de ne a megtérülési idő legyen az egyedüli mértékadó. Hasznosítsuk a megújuló energiaforrásokat, azért, hogy takarékoskodjunk a véges energiaforrásokkal, védjük a környezetünket, a tiszta levegővel pedig az egészségünket.

A mobil telefonunk ára lehet, hogy alacsony. Bizonyos akciókban egy telefont akár ingyen is kapunk. Lehet azonban, hogy a beszélgetések költsége jelentős tételt képvisel havi kiadásainkban. Fordítva van ez a napkollektorok esetében. Magas lehet a beruházási költség, de alacsony, mondhatjuk, pénzbe se kerül az üzemeltetés. Javaslom, hogy egyszer olvasóink is vessék össze ezen kiadásait, s ha figyelembe vesszük, hogy a napkollektoroknak legalább 20 év az élettartama, megállapíthatják, hogy kihasználásuktól függően előbb, vagy utóbb termőre fordul a rájuk költött pénzük.

A távhőszolgáltatás előnyei közül elsőként az egészségünk védelméhez kapcsolódót, a levegő tisztaság védelmét említem. Amíg az egyedi fűtés esetében a füstgáz a közelünkben, tisztítás és felügyelet nélkül jut a levegőbe, addig a távhőszolgáltatás esetében a hőtermelés során keletkezett füstgáz, tisztítás után, ellenőrzött, általában a lakóövezettől távol kerül a levegőbe. Tudatosítsuk, hogy városainkban télen, a szmog kialakulásához a közlekedés mellett, egyre inkább jelentős mértékben hozzájárul az egyedi fűtés.

Az energiagazdálkodás szempontjából a távhőszolgáltatás előnyének tekinthető, hogy az eltűzelt tüzelőanyagból először a legértékesebb energiatípus, villany termelhető, majd a már kevésbé értékes hővel lehet a fűtést megvalósítani. A kapcsolt hő- és villamosenergia-termeléssel ugyanazon

hő és villamos energia igényt jelentős mértékben kevesebb tüzelőanyaggal lehet kielégíteni.

Nem kevésbé fontos a távhőszolgáltatás esetében az a lehetőség, hogy a nagy hőtermelőknél viszonylag kedvező körülmények mellett hasznosíthatók a megújuló energiaforrások, - köztük számos biomassza, vagy a háztartási hulladék.

Több-kevesebb sikerrel főszerkesztőként a fentieket követtem az elmúlt 13 évben szakfolyóiratunk szerkesztésében is.

Ha a főszerkesztő váltás új szakaszt jelent egy szakfolyóirat életében, akkor most ismét egy új szakasz kezdődik. A főszerkesztői „staféta botot” az idei év 2. számától kezdve Dr. Gróf Gyula, a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszékének, a BME Kutató Egyetem programjának Fenntartható Energia Alprogram vezetője, a szakfolyóirat korábbi felelős szerkesztője viszi tovább. A munkájához sok sikert, türelmet, kitartást s nem utolsósorban erőt, egészséget kívánok.

Az Energiagazdálkodás 2011. évi 1. számát a következő mondatokkal kezdtük: „Mindennapi életünk része munkánk, cselekedeteink elemzése, értékelése, majd újabb tervek megfogalmazása. Értékeljük folyóiratunkat is. Megállapítottuk, hogy van igény a nyomtatott formában történő megjelenítésre és lehetőség a jobbításra. Nem egyszerű feladat, de a tapasztalt és az új szerkesztő kollégákkal nagy lelkesedéssel fogtunk jobbitó terveink kidolgozásához és megvalósításához.”

Az elmúlt három év alatt kaptunk dicsérő és bíráló szavakat. Mindketőt szerényen megköszöntük, a bírálatokat igyekeztünk megfontolni, s ha volt rá lehetőség, figyelembe venni. Volt, amikor nyilvánosan, volt, amikor szűkebb körben vitatkoztunk szerkesztői és szakmai kérdésekről. Az eredményt olvasóink a folyóiratban követhették.

Én ezúton köszönöm meg olvasóink, előfizetőink figyelmét és kitartását lapunk mellett. Név szerint csak néhányukat említve köszönöm rovatvezetőink, szerkesztőink közreműködését, s nem utolsósorban szerzőink hasznos cikkeit. Dr. Molnár László 2001 óta vezeti az Energiainformációs rovatot, Dr. Balikó Sándorral 2001-ben indítottuk az Ötletlap rovatot, amely helyett 2011-ben az Alapismeretek rovatot vezettük be. Ezeknek volt kitaró és körültekintő vezetője. 2011-ben új rovatként indítottuk a „Magyar szabadalmak – technikai újdonságok” rovatot. A magyar szellemi termékek ilyen módon történő bemutatásával a műszaki alkotást, az innovációt igyekeztünk ösztönözni. A rovatot Végh László, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának osztályvezetője vezette. Dr. Dezső György vállalta és sikeresen vezette a „Szemlélet” rovatot, amelyben a különböző véleményeket tettük közzé. Köszönet illeti Dr. Szilágyi Zsombor munkáját, aki a gázszolgáltatással és a gáziparral kapcsolatosan írta szakmai cikkei. Szabó Benjámin István a Szenior Energetikus Klub, Gerse Pál és Lipcsei Gábor az Energetikai Szakkollégium munkájáról számoltak be rendszeres. Köszönöm közreműködésüket szakfolyóiratunk szerkesztésében. Köszönöm Büki Andrásnak a körültekintő és figyelmes nyomdai előkészítést.

Gondolataimat a három évvel ezelőtt már közzétettek megismétléseivel zárom:

„A szerkesztés és a kiadás megszervezése csak egyik oldala a sikeres működésnek. A lap fenntartásához a másik oldalról szükséges az előfizető olvasó, a hirdető, vagy más formában támogató. Ehhez kérjük az Önök közreműködését.

Legyenek előfizető olvasóink, levelezőink, szerzőink! Írják le tapasztalataikat a hatékony energiagazdálkodással kapcsolatban, észrevételeiket a megjelent közleményekkel, a lap tartalmával és szerkesztésével kapcsolatban.

Legyenek hirdetőink. Termékeik és szolgáltatásaik ismertetőit lapunkon keresztül juttassák el olvasóinkhoz.

Legyen a hatékony tüzelőanyag és energiagazdálkodás, ezen keresztül a környezetvédelem közös ügyünk, az „Energiagazdálkodás” szakfolyóirat a mi lapunk!”

Dr. Zsebik Albin

Paks II-ről, tárgyilagosan

Dr. Molnár László

okl. gépészmérnök, lmolnar@t-online.hu

A 30 éves paksi blokkok üzemidő hosszabbítása, majd a 2030-as években történő leállítása felvetette a kérdést, mi lesz ezután, hogyan lehet pótolni a 2000 MW nukleáris kapacitást? A már hosszabb ideje folyó gondolkodás elvezetett oda, hogy 2009-ben nagy többséggel országgyűlési jóváhagyás született arról, hogy megkezdődhet a Paksi atomerőmű új blokkjai létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység.

2012-ben megalapították a Paks II. projekt társaságot, melynek célja, hogy továbbvigye és elvégezze az Országgyűlés határozatát követően létrehozott Lévai Projekt legfontosabb feladatait, amelyek révén eljuthatunk az új blokkok létesítéséhez. A szállító kiválasztásához nemzetközi tender kiírását tervezték 2013 második félévére, mely elmaradt, ehelyett 2014. januárjában a magyar kormány bejelentette, hogy a Paks II. atomerőművet az orosz Roszatom építi meg. Szakértők szerint a Roszatom a többi nyugati versenytársal azonos értékű technológiát képes hozni, és a kiválasztást az oroszok által nyújtott finanszírozás döntötte el.

Mivel erősen várható volt, hogy a Roszatom lesz a nyertes, a döntés nem váltott volna ki különösebb izgalmat, de a választások közelsége miatt ez a kérdés politikai témává vált, ahol rengeteg túlzó, elfogult (pro és kontra) vagy éppen téves állítás hangzott/hangzik el. Mindent meg kell tenni, hogy az atomerőmű szakmai kérdés maradjon, és ne váljon a politikai viták áldozatává, mint ahogy azzá vált Bős-Nagymaros, mely így talán sohasem jut el a megvalósításhoz.

Néhány tény az atomerőművekről

Világszerte 437 nukleáris reaktor működik, 394 GW kapacitással, melynek 80%-a az OECD országokban, 11%-a Kelet-Európában és a volt szovjet utódállamokban, 8%-a a fejlődő országokban működik. Új nukleáris blokkok épülnek az USA-ban (4 db.), Kínában is négy épül, elmaradva a 2008-2010-es időszak évi nyolc atomerőművétől. Japánban a leállított 50 blokkból 14-et újraindítanak, a többi blokk biztonsági vizsgálata folyamatban van. Új atomerőművek épülnek a Közép-Keleten, az Arab Emírátsokban és Szaudi Arabiában, de Európában is, Franciaországban, Finnországban és több országban (Anglia és a közép-európai régió) is tervezik atomerőművek építését.

2011-2035 között a globális nukleáris áramtermelés 2584 TWh-ról 4300 TWh-ra nő, mely így 2035-ig megőrzi 12%-os részarányát a globális áram-mixben. Ezzel egyidőben a nukleáris kapacitások 394GW-ról 2035-ig 578 GW-ra nőnek, a 117 GW-os kapacitás-leállítás ellenére. Fejlett és fejlődő országok egyaránt építenek atomerőműveket, a most folyó 73 GW-os új kapacitások építése 80%-ban a nem-OECD államokban történik. Az új építések többségét főképp a helyi politika motiválja.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a legfejlettebb (USA, UK stb.) és a leggyorsabban fejlődő országok (Kína) egyaránt építenek atomerőműveket, mert gazdaságos, környezetbarát és megbízható megoldásnak tartják. Azt, ha egy ország úgy dönt, hogy atomerőművet akar építeni, önmagában nem lehet kifogásolni és nem szabad *ab ovo* rossz ügynek tekinteni. Nem vitás azonban, hogy egy félvévszázados kitekintésű projekt számos kockázatot hordoz, melyeket gondosan elemezni kell.

Tudomásunk szerint a működő 437 nukleáris blokk megépítését sehol sem népszavazás alapján döntötték el, népszavazással csak leállítottak atomerőművet, mint ahogy az megtörtént Olaszországban, Ausztriában vagy Svédországban, ahol érdekes módon a mai napig nem hajtották végre a népszavazási döntést, mert belátták, hogy a nukleáris energiát nem lehet ésszerűen pótolni. Kormányzati döntés született arról Svájcban és Németországban, hogy fokozatosan kivezetik a nukleáris energiát. Kérdé-

ses, hogy számunkra a sokat emlegetett „német példa” mennyire járható út, hiszen a németek már évi 30 milliárd eurót – 3 atomerőmű árát - költenek a megújuló energiák támogatására, miközben a villamosenergia ára az egekbe szökik.

A médiában elhangzott állítások és azok elemzése

Az atomerőmű ára. Olcsó vagy drága? Mihez kell viszonyítani? Milyen kockázata van? Ki viseli? Ezek a kérdések gyakran hangzanak el a médiában. Az egyik álláspont, hogy a magyar áramárak lesznek a legolcsóbbak Európában (mitől?), ezzel szemben áll a „Paks II. árama nagyon drága lesz” állítás. Ez utóbbi bizonyítása összeveti a mai paksi termelési árat a 10-20 év múlva induló Paks II. áraival, melyek – az új beruházás amortizációs költségei miatt is – jóval drágábbak lesznek. Véleményünk szerint ez az állítás – bár helyes – de félrevezető. Paks II. nem a Paks I.-gyel fog versenyezni (az akkor már nem fog üzemelni), hanem a 2035-ös gáz-, szén-, biomassza-tüzelésű, egyéb megújuló energiás erőművekkel vagy a külföldi atomerőművek áraival fog versenyezni. És bármennyire is drága lesz Paks II., ha olcsóbb lesz felsorolt régiós versenytársainál, akkor sikeres lesz. Hogy erre a kérdésre válaszolni tudjunk, ahhoz ismerni kellene 2035-re a földgáz és a szén világpiaci árát, a regionális megújulás és nukleáris bázisú villany árát. Tessék, a lecke fel van adva. Az IEA WEO-2013 kötete szerint az energiaigény gyorsan nő, a primerenergiák (olaj, gáz) ára – főképp Európában – emelkedik. Továbbá a villamosenergia-igény is emelkedik, évi 2,2%-kal, és 2035-re az európai villamosenergia-árak kétszer magasabbak lesznek az USA árainál. Az ok? Az USA-ban olcsóbb a fosszilis energia.

Vagyis nehéz a jövőbe látni, de nem biztos, hogy az atomerőmű rossz üzlet. Paks II kockázatait a magyar állampolgárok viselik, de hasonló teher nehezedik a hitelnyújtóra is, az orosz államra. Láthatjuk idehaza a devizahitelek példáján, hogyha a hitelfelvevő rosszul áll, képtelen törleszteni, akkor a bank is bukik. Vagyis megosztott kockázat-viselésről van szó.

Van-e Paks II-nek alternatívája? Befutnak-e a megújulók? Mi a kapacitás érték? Gyakran hallani, hogy 2000 MW atomerőművi kapacitás kiváltható 2000 MW szél- vagy napenergiával, hogy a biomassza-bázisú áramtermelő kapacitások milyen olcsók, hogy kimeríthetetlen geotermikus készleteink vannak. Mindezek az állítások féligazságok. A nukleáris energia ún. kapacitás-értéke 5-6-szor magasabb, mint a szél vagy napenergiáé, azaz pl. 1000 MW atom-kapacitás 5-6-szor annyi villamos energiát termel, mint 1000 MW szél vagy napenergia-kapacitás. Vagyis Paks kiváltásához legalább 10 000 MW szél-kapacitás kell. 1 MW-os szélturbinákkal számolva ez tízezer szélturbinát jelent, ami azt jelenti, hogy Magyarországon minden 3x3 km-es földdarabon állni kellene egy szélturbinának. Ezt egészítené ki a 10 000 szélturбина bekötő vezetéke, továbbá szélcsend esetére kellene még 2000 MW tartalék-kapacitás, mondjuk földgáz vagy szén erőművek formájában. Hasonló a helyzet a napenergiával. Szeles-napos időkben a túltermelés okozna válságot, szélcsendes időben vagy éjjel pedig áramhiány fenyeget. A „kimeríthetetlen” geotermikus készletek valójában túl alacsony hőmérsékletűek ahhoz, hogy áramot termeljünk velük. Továbbá a geotermikus vizet vissza kell pumpálni a földbe, mely a hazai talaj geológiai adottságai miatt egyre több áramfelhasználással jár, gazdaságtalanná téve a geotermikus energia használatát. Ha pedig nem pumpáljuk vissza a lehűlt vizet, akkor a készletek hamarosan kimerülnek. A szél- és napenergia nem a pillanatról pillanatra változó villamos energia igénynek megfelelően termel energiát, komoly rendszerszabályozási gondokat idézve elő.

A biomassza az egyetlen, mely szabályozható módon, nagyobb mennyiségben termel energiát, sajnos azonban csak bizonyos korlátok között, drágán, komoly fosszilis energia felhasználással, mely a biomassza kitermelése, szállítása, aprítása során fogy el. És mindezek a technológiák nem olcsók, a példaképnek tekintett Németországban a szélenergia átvételi ára 17 euró cent, azaz több mint 50 forint! Azaz jóval drágább, mint a „drága” Paks II.

Másik érdekes – és sokszor emlegetett – elképzelés, hogy Paks II. kiváltható épület-szigeteléssel. Ezzel csak az a gond, hogy az épület-szigeteléssel hőt (földgázt, biomasszát, szenet) takarítunk meg, míg egy atomerőmű áramot termel.

A megújuló energiákkal kapcsolatban sok optimista illúzió létezik. Az IEA statisztikái azonban azt mutatják, hogy az ún. egyéb megújulók (szél, nap, geotermikus energia stb.) részaránya a világ energiamélegében 30 éve nem változott, kb. 5%. Bár a következő 20 évben növekedésük várható, részarányuk 2035-re sem haladja meg 10-15%-ot, azonban ez a növekedés csak a támogatások két és félszeresére növelésével érhető el. Így Paks egyéb megújulókkal nem váltható ki.

Egyéb témák. Mit jelent egy ország számára egy atomerőmű? Csak egy beruházás? 100 éves függés? Politikai szlogen vagy szakmai érv? Megszűnik-e Magyarország energiafüggősége? Ezek a témák is gyakran felmerültek az elmúlt hetekben. Paks I. eddigi működése azt mutatja, hogy egy atomerőmű egy ország részére több mint egy áramtermelő egység. Azáltal, hogy független a szénhidrogének, a gáz és olaj hektikus, de trendjében erőteljesen emelkedő áráról, általános ár-stabilizáló hatást fejt ki. A nukleáris elemek két évre előre betárolhatók, így itt nincs a „gázcsap elzáráshoz” hasonló fenyegetés, növelve ezzel az ellátásbiztonságot. A nukleáris elemek több NATO tagállamtól is beszerezhetők, így nincs egyoldalú orosz függés, legalábbis ezen a területen. Szakértők szerint a már működő Paks II. esetleges karbantartása, javítása – szükség esetén – nemcsak az oroszokkal, hanem más, francia, amerikai, koreai stb. cégekkel is elvégezhető, persze nyilván magasabb áron. Így túlzónak, nem megalapozottnak tűnik a sokat emlegetett 100 éves függés.

Ugyanilyen túlzás, hogy Paks II. megépítése megszünteti Magyarország energiafüggését. Paks I. az elmúlt két évtizedben a hazai energiafel-

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület állásfoglalása

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Elnöksége örömmel vette tudomásul és üdvözli a Paksi Atomerőműben új reaktorblokkok építésére vonatkozó magyar-orosz kormányközi megállapodást.

Egyesületünk korábban is egyetértett azzal, hogy a jelenleg működő reaktorblokkok üzemidő hosszabbításának lejárta után a hazai nukleáris energiatermelés hasonló arányú hosszú távú fenntartásának nincs ésszerű alternatívája. Ezen véleményünket 2011. október 3-i Állásfoglalásában is rögzítette Egyesületünk.

A kormányközi megállapodást a 2011-ben az Országgyűlés által elfogadott Nemzeti Energiastratégiában rögzített célkitűzések megvalósítása érdekében ez eddig megtett legfontosabb és döntő lépésnek tartjuk.

Ugyanakkor sajnálattal vesszük tudomásul, hogy az atomenergia hazai alkalmazása körül a rendszerváltozás óta fennállt nagy többségű politikai konszenzus felbomlani látszik. Csak remélni lehet, hogy e hosszú távú energiabiztonsági és nemzetstratégiai ügy nem válik rövid távú kampánycélok céltáblájává.

Egyesületünk nem ért egyet ez ügyben népszavazás tartásával, miután a szavazópolgárok eleve nincsenek és nem is lesznek abban a helyzetben, hogy szakmailag alátámasztott álláspontot tudjanak képviselni.

Budapest, 2014. január 27.

Bakács István

használás 15-17%-át és a hazai villamosenergia-fogyasztás 35-40% termelte meg. Paks II. megépítése után is megmarad a jelenlegi 65-70%-os importfüggés, mely kőolaj, földgáz és villamosenergia-importból áll. Ugyanilyen túlzás, hogy nálunk lesznek legolcsóbbak az energia-árak. Magyarország nem rendelkezik olyan adottságokkal (olcsón kitermelhető földgáz, kőolaj, nagyeesű folyók stb.), melyek lehetővé tennék különlegesen olcsó energia-árak bevezetését, illetve piac általi kialakulását.

Mi folyik itt?

A vízerőhasznosítás helyzete Magyarországon - Az Energetikai Szakkollégium idei vitafóruma

A magyar vízerő-hasznosítás a rendszerváltás óta igen kényes kérdés szakmai és politikai körökben egyaránt. A Bős és Nagymaros közötti vízlépcső megépítését övező viták és eseménysorozatok következtében tabuvá vált téma még most, negyed évszázad elteltével is csak ritkán kerül felszínre.

A vízerőmű-építés milyen előnyökkel járhat a magyar villamosenergia-rendszer szempontjából? Mik a vízgazdálkodás érvei? Ha energetikailag valóban kedvező lenne, felülírhatóak-e az ökológiai vonatkozások? Mi a politikai álláspont, és annak háttere? Számátlan kérdés vetődik fel a téma kapcsán, melyek megválaszolását ki kell terjeszteni a szakmai berkeken kívülre.

Ennek szellemében az Energetikai Szakkollégium tavaszi, Ganz Ábrahám emlékfélévében kiemelt programjaként rendezte meg a magyar, azon belül is a dunai vízerő-hasznosítás helyzetéről szóló fórumát. A Szakkollégium célul tűzte ki, hogy a rendezvény látogatói átfogó képet kaphassanak a kérdéskörrel, emellett felada-

tának tekinti, hogy a téma több évtizedes tabujellegét feloldja, és előremutató módon a vízenergia felhasználását érintő viták nyílt, a társadalom tájékoztatását is magába foglaló jellegét elősegítse.

Ennek érdekében a fórumra az érintett szakterületek képviselőit hívjuk meg. A résztvevők hallhatnak majd az energetikai és vízgazdálkodási vonatkozások mellett az ökológiai, illetve a politikai álláspontokról is. Célunk, hogy a program végén a hallgatóság az elhangzott információk ismeretében már megalapozott véleményét alkothasson a vízerő-hasznosítás indokoltóságát illetően.

Ha Ön is részt szeretne venni egy társadalmi vitában, ha a magyar vízerő-hasznosítást övező több, mint két évtizedes passzivitás Önt is felhőborítja, várjuk április 9-én az IB028-as teremben, az ESZK idei vitafórumán. A témához kapcsolódóan Szakkollégiumunk egy üzemlátogatást is szervez a bőszi vízerőműhöz és a dunakiliti duzzasztóhoz március 26-án, melyre ugyancsak szeretettel várunk minden érdeklődőt.

Capstone C-30 levegő segédközeges porlasztójának numerikus áramlástanai szimulációja

Józsa Viktor, Dr. Sztankó Krisztián
okl. gépészmérnök, jozsa@energia.bme.hu

A gázturbinák károsanyag-kibocsátásának csökkentése érdekében az egyik lehetőség az égés hatásfokának a növelése. Folyadék tüzelés esetén porlasztás szükséges, ami nagyban meghatározza az égés folyamatát. Jelen cikkben numerikus úton vizsgáltuk meg egy Capstone C-30 mikro-gázturbina levegő segédközeges porlasztóját víz-etanol elegy gőzének alkalmazása mellett.

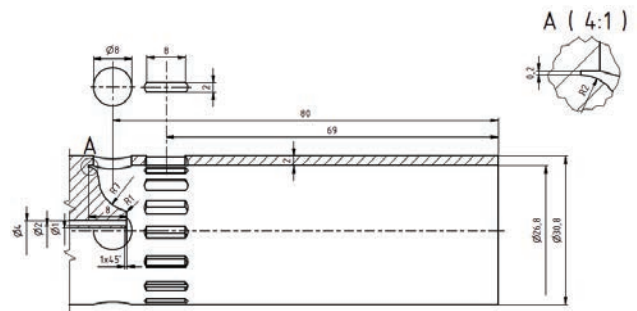
*

In order to reduce emission of a gas turbine one possible way is to increase the efficiency of burning process. In case of fluid fuel, it has to be atomized. This process has a major impact on combustion. In this paper we analyzed an air blast atomizer of a Capstone C-30 micro gas turbine with CFD. The original auxiliary medium (air) was changed to water-ethanol.

A gázturbinák mind hazai, mind világviszonylatban jelentős szerepet töltenek be napjainkban. Ennek fő okai, megbízható, stacionárius üzem, nagy egységteljesítmény és a repülésben fontos kiemelkedő teljesítménysűrűség és magas hatásfok. Az energiatermelő egységeket jellemzően földgázzal üzemeltetjük, azonban ezek égőterei többnyire alkalmasak folyadék halmazállapotú tüzelőanyaggal való működésre is, ennek oka az ellátásbiztonság növelése. Repülésben biztonsági és súly okokból kifolyólag folyadék halmazállapotú tüzelőanyagokat alkalmazunk, amelyekre igen szigorú szabványok vonatkoznak [1].

A korszerű gázturbinákban az égés hatásfoka igen közel van a tökéleteshez. Azonban a károsanyag-kibocsátásra vonatkozó előírások folyamatos szigorítása szükségessé teszi a folyamat további javítását. Az energiatermelésben pont ezért elterjedt a földgáz használata, ezt ugyanis a komprimált levegővel elég megfelelően elkeverni, valamint korom és egyéb szilárd anyagok elhanyagolható mennyiségben jelennek meg a füstgázban. A folyékony halmazállapotú tüzelőanyagokat a felület növelése céljából porlasztani kell, hogy a lángfrontot lehetőleg a felmelegedő, majd elpárolgó cseppekből álló tüzelőanyagpára-levegő keverék érje már el. Így tudjuk biztosítani a magas égési hatásfokot. Az irodalomban igen sokféle porlasztó található. Ezek közül a segédközeges porlasztókkal foglalkozunk a továbbiakban. A nyomásporlasztókhoz viszonyított szélesebb üzemi tartományuk és jobb alkalmazkodóképességük és biztonságosabb üzemvitelük miatt széles körben használják ezeket. A porlasztás folyamatához szükséges sebességkülönbséget a folyadék és a gáz fázisok közt szinte kizárólagosan a kompresszorból elvezetett, nagynyomású levegő konfúzorban történő gyorsításával érik el, amely nagy sebességgel halad a betáplált tüzelőanyag felett [2]. Az Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék laboratóriumában található Capstone C-30-as mikro-gázturbina porlasztója esetén ez két koncentrikus csövet jelent (1. ábra). A folyamat a relatív sebességtől, valamint az anyagjellemzőktől függ. Tehát a levegő használatának pusztán praktikus okai vannak, de lehet más közegekkel is végezni a porlasztást. Először a szeszipari folyamatok melléktermékeként keletkező vizes alkoholok alkalmazása merült fel, ami

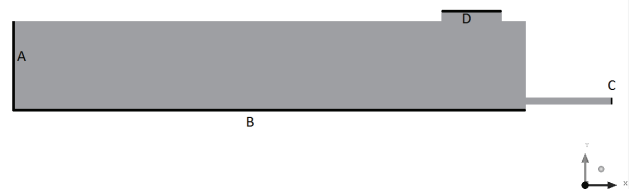
megújuló tüzelőanyagnak minősül. Így a fűtőértékétől függően csökkenthető a felhasznált, jellemzően fosszilis folyékony tüzelőanyag mennyisége. A tiszta etanol belépő légáramba való porlasztásának a hatását korábban már vizsgáltuk [3]. A keletkező vizes alkoholnak a gyártási folyamat függvényében változik az összetétele, így több különböző összetételt vizsgáltunk meg, mint porlasztási segédközeg, mivel a desztilláció jellemzően költséges eljárás, így célszerű a mellékterméket közvetlenül felhasználni. Az egyszerűség kedvéért ez esetünkben eltérő koncentrációjú víz-etanol elegyeket jelent.



1. ábra. A Capstone C-30 levegő segédközeges porlasztójának metszete

Numerikus Szimuláció előkészítése

A numerikus szimulációt ANSYS FLUENT szoftverkörnyezetben készítettük el. Az első lépés a geometria alapján a térbeli diszkrétizálás. Az 1. ábrán látható, hogy a porlasztó közel forgásszimmetrikus. Ezt kihasználva a 2D axisymmetric swirl beállítást alkalmaztuk, azaz egy síkban vizsgáltuk a kialakuló áramlást, amely cellái a síkra merőleges sebességkomponenseket is figyelembe vesznek. Tehát a számítás egy olyan „tortaszletben” történt, aminek a vastagsága mindenhol egy cella, melynek magassága a sugár mentén kifelé haladva növekszik. Az égéslevegő bejutását egyetlen, körbefutó nyíláson keresztül modelleztük, valamint a belső tér alján látható íves alkotójú kúpfelületet egy szimpla körlappal helyettesítettük. Az így kapott egyszerűsített geometria látható a 2. ábrán.



2. ábra. Egyszerűsített geometria és a peremfeltételek.

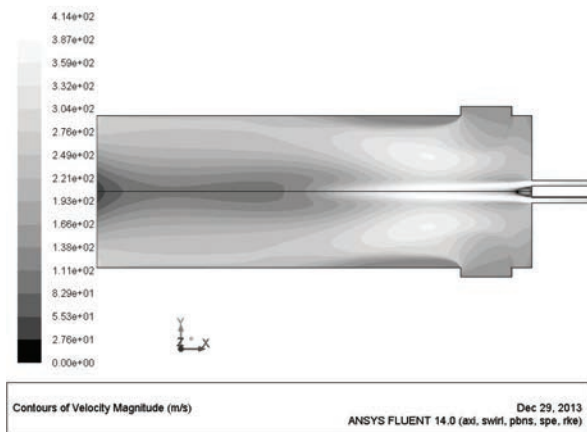
A: pressure outlet, B: axis, C: pressure inlet, D: mass-flow inlet

A modellhez ez alapján már könnyedén lehetett alkalmazni négy-szög cellákat az általános esetben használt háromszög helyett. Ez a lépés segíti a hálózathelyezési vizsgálatot, melynek során elemezzük, hogy mennyire befolyásolja a diszkrétizáció a kapott eredményt. Ehhez szükségünk van lehetőség szerint azokra a peremfeltételekre,

amelyeket a későbbiekben is alkalmazni szeretnénk. Ezeket megjelöltük a 2. ábrán. A jelöletlen éleket falként kezeltük. A vonatkozó peremfeltételek szükséges jellemzőit (belépő közeg összetétele, hőmérséklete, nyomása, tömegárama és iránya) a Capstone C-30 mikro-gázturbina 15 kW villamos teljesítményéhez tartozó adatok alapján vettük fel korábbi mérési eredmények és a geometria alapján. A hálófüggetlenségi vizsgálathoz több, független fizikai paramétert kérdeztünk le stacionárius futtatások során. Ezek a következők voltak: fali csúsztatófeszültség, a C peremen belépő tömegáram, átlagos statikus hőmérséklet, átlagos dinamikus nyomás, maximális turbulens kinetikus energia, valamint a átlagos dimenzióatlan faltávolság. Továbbá a reziduomok kirajzoltatása segítette a diszkretizáció javításában. A szimulációkat jellemzően egy rövid tranzienst követően stacionárius módon számítottuk. A folyadékcsseppek bejuttatásához viszont minden esetben instacionárius számításra váltottunk vissza, ügyelve a megfelelő Courant-számra. A számítás során realizábilis $k-\epsilon$ turbulencia modellt alkalmaztunk az irodalom alapján [4, 5]. A porlasztási segédközeget a vizsgálatok során a levegő mellett víz-etanol elegy gőze volt, amit species transport modellel juttattunk az áramlási térbe. A csseppek képződéséhez DPM modellt alkalmaztunk, így ezek útját vizsgáltuk égés nélkül, tehát a hőszigetelést és a párolgást jelenleg figyelmen kívül hagytuk. A sűrűség számításához ideális gázként kezeltük a különböző közegeket egyaránt.

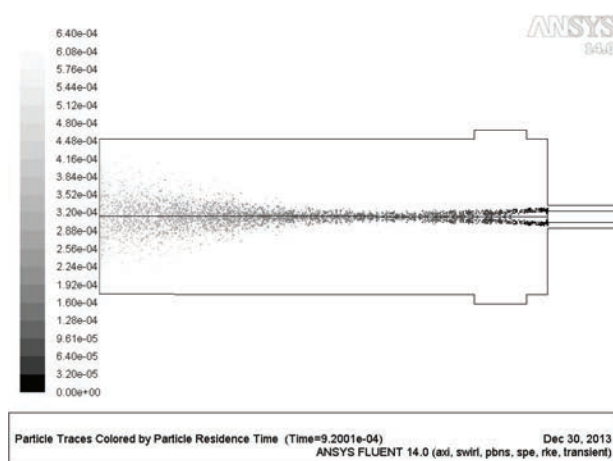
Eredmények bemutatása

Az eredményeket a forgástengelyre minden esetben tükröztük. Elsőként a sebesség abszolút értéke szerint kiszínezett kontúrmutatókat mutatjuk be a 3. ábrán. Jól látható, hogy a segédközeget a kilépés után egy henger alapú szabadsugarat alkot, amely a hossz tengely szerint a térrész felénél elveszti a mozgási energiájának nagy részét.



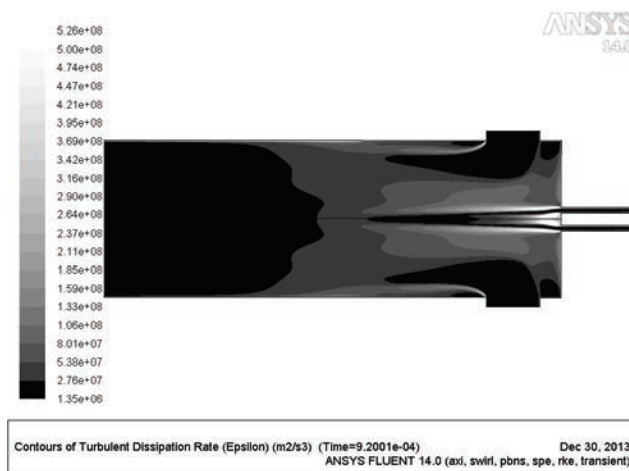
3. ábra. Sebességeloszlás kontúrja

Erre szükség is van, ugyanis a folyadékcsseppeknek fel kell melegedniük, majd el kell párologniuk a lángfront előtt a jó hatásfokú égéshez. Ez megkívánja a tartózkodási idő maximalizálását mellett, hogy az áramlási sebességet elég nagy legyen a visszaégés elkerülése végett. A biztonságos üzem szempontjából fontos, hogy a keletkező csseppek ne keveredhessenek bele leválásba. Ellenkező esetben az égéshez szükséges tüzelőanyagpára-levegő koncentráció kialakulhat, valamint a leválási buborékban jellemző alacsony áramlási sebesség együttesen hozzájárulhat az öngyulladásához. Ez a kibocsátás, az élettartam és a megbízható üzemeltetés szempontjából egyaránt kerülendő.



4. ábra. Folyadékcsseppek tartózkodási idő szerint árnyalva

Az 4. ábrán láthatjuk a porlasztás során keletkező csseppek útját az áramlási térben. Jobbról balra haladva folyamatosan növekvő tartózkodási időt tapasztalunk, tehát a csseppek folyamatosan a lángfront felé haladnak. Érdekes továbbá, hogy a korábban említett szabadsugarban haladó csseppek az áramlási tér felétől kúp alakban tartanak szét. Ehhez nagyban hozzájárul az áramlás perdületes volta, amit az égéslevegő perdületes belépése idéz elő (1. ábra téglalap alakú félig radiális, félig tangenciális rései). Ez a forma kedvező a keveredés szempontjából, így a lángfronthoz közeledve megfelelően homogén tüzelőanyag-levegő keveréket kapunk.



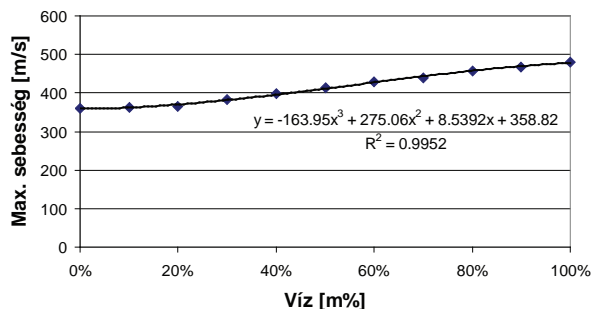
5. ábra. Turbulens disszipáció

Az 5. ábrán látható a turbulens disszipáció (ϵ) kontúrja. A skála manuálisan módosítva lett, ugyanis a porlasztóközeget szabadsugarának a peremén olyan mértékű nyírás és ebből következően disszipáció lép fel, hogy a kevésbé disszipatív folyamatok nem látszódtak a képen. Így az eredeti $5,26 \cdot 10^9$ maximális értéket a tizedére csökkentettük. A módosítás eredményeként a szabadsugar szépen kivehető, valamint az égéslevegő belépésénél jelentkező leválás is kirajzolódik a fal mentén. Ez a 3. ábrán is kivehető.

A különböző porlasztási segédközegek vizsgálata során azonos peremfeltételek mellett a tiszta vízgőzös porlasztás esetén kaptuk a legnagyobb maximális szabadsugar sebességet. 1,4-es nyomásviszony esetén ez 481 m/s értékre adódott (6. ábra). Tisztán etanolgőz segédközegettel 361 m/s értéket kaptunk eredményül. Az eredeti levegő segédközegetes porlasztás esetén 382 m/s adódott,

ami pontosan megfelelt a 70 tömegszázalékos etanol-víz elegy eredményének. A kapott értékek magyarázhatóak a specifikus gáz-állandó és a fajhőviszony módosulásával. Az így kapott kontúrok igen hasonlóak a már bemutatottakhoz, így ezek közlésétől most eltekintünk.

Az etanol-víz elegy koncentrációjának hatása a maximális sebességre



6. ábra. Maximális sebesség különböző segédközegek esetén

Következtetések

A C-30 mikro-gázturbina üzemi jellemzői alapján megvizsgáltuk annak levegő segédközegek porlasztóját numerikus úton. A sebességmezőt, a disszipációt és a porlasztott cseppek eloszlását bemutattuk és elemeztük. A segédközeg változtatásának hatására változik a szabadsugar maximális sebessége, így közvetve kisebb

folydékcseppeket kapunk eredményül a porlasztás során azonos peremfeltételek mellett, azaz tökéletesebb égést tudunk megvalósítani. Ennek vizsgálatát egy összetettebb, a reakciót is tartalmazó szimuláció keretében végezzük a későbbiekben el. Továbbá az égés és a porlasztás folyamatát egyaránt tervezzük vizsgálni mérési úton is, mivel korábbi eredményeink alapján igen ígéretes eredményeket kaptunk a módosított porlasztó alkalmazása mellett a füstgáz károsanyag kibocsátására [6].

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Nagy Lászlónak az útmutatást a numerikus szimuláció elkészítésében.

Irodalom

- [1] Arthur H. Lefebvre, Dilip R. Ballal: Gas Turbine Combustion Third Edition, CRC Press 2010.
- [2] Arthur H. Lefebvre: Atomization and Sprays, Hemisphere Publishing Corporation, 1989.
- [3] Józsa Viktor: Application of bioethanol in gas turbines, Periodica Polytechnica Mechanical Engineering, vol. 55/2, pp. 91-94, 2011.
- [4] K. Sreenivasarao, S.K. Bhatti: CFD Modeling Of An Aero Gas Turbine Combustor For A Small Gas Turbine Engine, International Journal of Engineering Research & Technology, vol. 2, Issue 1, pp. 1-10., 2013, ISSN: 2278-0181
- [5] A. Belhadef, A. Vallet, M. Amielh, F. Anselmet: Pressure-swirl atomization: Modeling and experimental approaches, International Journal of Multiphase Flow, vol. 39, pp. 13-20, 2012
- [6] A. Kun-Balog, V. Józsa, K. Sztankó: Reduction of pollutant emissions from a micro gas turbine burner, HEEP konferencia, Balatonfüred, 2013, poszter

Energetikai Szakkollégium Tanulmányi verseny

Szakkollégiumunk hagyományteremtő szándékkal a 2009-es évben szervezte meg első alkalommal országos, Energetikai Témájú Tanulmányi Versenyét. Célunk ezzel az volt, hogy a középiskolás diákokkal jobban megismertethessük az energetika világát, és hogy népszerűsítsük az energetikai és villamosmérnök képzéseket. A verseny a 2010. évben már több mint 1200 középiskolai hallgató részvételével zajlott le. A versenysorozatra 2011-ben már határon túli, magyar nyelvű oktatási intézmények tanulói is nevezhettek. Az eddigi évektől eltérően viszont a versenyt új időpontban rendeztük meg, alkalmazkodva a felsőoktatási felvételi jelentkezési határidejéhez. Reményeink szerint ezzel a változtatással a diákok döntését segíthetjük elő azzal, hogy első kézből ismerjék meg a szakma alapvető feladatait, témaköreit és az egyetemi képzéseket. Az új időpont ellenére is több, mint 140 csapat nevezett be.

A verseny három fordulóból állt. Az első forduló során a csapatok számára két hét állt rendelkezésre, hogy kitöltsék a www.eszk.org-ra feltöltött online tesztet. A feladatok többsége általános energetikai jelenségekre, alkalmazásokra, tényekre kérdezett rá, de egy keresztretjvényt is ki kellett tölteniük.

Az első fordulóból 20 csapat jutott be a második fordulóba, amely ismét online felületen zajlott. Itt azonban a csapatoknak a rendelkezésre álló idő

alatt két komolyabb feladatot kellett megoldaniuk. Az egyik feladat keretében egy fiktív magyarországi falu sziget üzemét kellett megtervezni, szem előtt tartva az ellátásbiztonsági, a megvalósíthatósági, a környezetvédelmi és a gazdasági szempontokat. Eredményeiket egy maximum tíz oldalas esszé formájában kellett leadniuk. A másik feladat során egy gépjármű Diesel-körfolyamatával kapcsolatosan egy összetett, több részből álló számítást kellett megoldaniuk.

Az első két forduló alapján a legjobb 10 csapat került be a helyszíni döntőbe, melynek megrendezésére 2014. február 7-én, az Elektrotechnikai Múzeumban került sor. A korábbi évek visszajelzéseit és tapasztalatait figyelembe véve, a csapatoknak idén is több interaktív feladatot kellett megoldaniuk. Ezek között volt egy komolyabb számítást igénylő rész, egyszerűbb fizikával kapcsolatos kérdések és energetikai témájú Activity is szerepelt a döntő programjában. A tavalyi döntőtől eltérően idén a csapatoknak az Energetikai Szakkollégium tapasztaltabb tagjaival kellett egy-egy energetikai témakőről beszélgetni, amelyre a kommunikációs képességük és szakmai felkészültségük alapján kaptak pontot. A döntő legtöbb pontot érő feladata a második fordulóban megírt esszé védelme volt. A 10 perces védést a csapatoknak egy szakmai zsűri előtt kellett megtartaniuk. A prezentációk után a zsűri kérdései következtek, melyekre a csapa-

toknak válaszolniuk kellett. A zsűri idei tagjai: Dr. Zsebik Albin (BPMK és ETE), Kimpián Aladár (BME), Szigeti László (Cothec Kft.), Dr. Hartmann Bálint (BME).

A három forduló alapján, a fordulókban szerzett pontokat összesítve alakítottuk ki az első három helyezett sorrendjét, akik értékes ajándékokkal gazdagodtak. Az összesített pontok alapján a 2014. évi Tanulmányi versenyt a Borisz nevű csapat nyerte (csapattagok: Máthé Esztella, Deák Zsolt Tamás és Nagy Péter; iskola: Bálint Márton Általános és Középiskola). A második helyezett a Googolplex csapat lett (csapattagok: Putti Krisztián, Ványi András és Bartha Bálint; iskola: ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium), a harmadik helyezett pedig az Elektrogerek csapat (csapattagok: Hatala Imre, Preinsperger Máté és Siroki Szilveszter; iskola: Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium). Mindemellett a 10 döntőbe jutott csapatot ajándékosomaggal jutalmaztuk, több hónapos aktív munkájuk elismeréseként. Minden csapatnak gratulálunk!

2014-ben is díjaztuk azt az iskolát, amely a legtöbb második fordulóba jutott csapatot delegálta. Ez alapján az iskolák díját, egy projektort, a Türr István Gimnázium és Kollégium nyerte.

Viplak Armand Máté
Energetikai Szakkollégium

A fejlett széntüzelések illeszkedése a természet szénciklusába

Reményi Károly

MTA r. tagja, remenyi@gmail.com

A huszonegyedik század egyik jelentős energiaforrása hosszútávra is a szén marad. Környezetvédelmi szempontból megnyugtató hasznosításához folyamatos technológiai fejlesztésre van szükség. Ennek nemzetközi és hazai trendjeiről számol be a szerző.

*

The coal remains the major energy source in the twenty-one centuries. There is continuous need for development of the coal based technology in achieving moderate environmental impacts. The related international and domestic trends are treated by the author.

A jelen 21. század energia igényét reálisan nézve, alapvetően, az ismert energiahordozókkal lehet és kell kielégíteni. A feltárt és a reménybelinek nevezett energiahordozó mennyiségek rendelkezésre állnak, és óriási tartalékok jelentenek a nem konvencionális készletek is. Ezért az összehasonlító számítások, bár figyelmeztetnek és orientálnak is, a jövő terveinket a realitásokra célszerű alapozni. A WEC Survey 2007-ben található adatokkal a következő jövőkép adódik:

Az energiafogyasztás 2000-ben kb. 0,5 ZJ/év (~11,9·10⁹ toe/év) értékű volt. A 21. szd. 100 évében 1,5%-os növekedéssel számolva kb. 115 ZJ primer energiára lesz szükség (1 ZJ = 10²¹ J). Az U₂₃₅ urán esetében 8·10⁷ MJ/kg hőenergiával számolunk ami azt jelenti, hogy a 0,7% U₂₃₅ izotópot tartalmazó 1 Mt természetes uránérc hő-értéke 0,56 ZJ és, ha 1,5% dúsítással számolunk, az 1 Mt urán 1,2 ZJ hőmennyiséget képvisel.

A különböző energiahordozókból rendelkezésre áll ZJ-ben, és a 115 ZJ-ből kielégíthető részarány:

Energiahordozó	Műveelő ZJ	Reménybeli ZJ	Műveelő részarány	Mű.+ reménybeli részarány
Kőolaj (165348 Mt)	6,95	6,7	0,06	0,12
Földgáz (180272 Mdm ³)	6,5	13,5	0,057	
Szén (826001 Mt)	24,2	60,0	0,21	0,73
Fosszilis	37,65	80,2	0,327	1,02
Urán (40–130 USD/kg) (5300 Et)	6,3	10-12	0,055	0,14–0,16

Látható, hogy önmagában egyik energiahordozó sem képes az évszázad igényét fedezni, de együttesen igen. A megújuló (helyesen természeti közvetlen) és a minden energiahordozóból meglévő jelentős, nem-konvencionális források ismeretében megnyugtató energetikai fejlesztéseket lehet végrehajtani, különösen az alap-energiahordozóként elfogadható szén-technológiáknál. (Mindig nyitottnak kell lenni azonban teljesen új elven működő energia fejlesztési lehetőség befogadására). Az évszázad uralkodó energia-hordozó forrása a szén marad, bár környezetszennyezés szempontjából a legproblematisabb.

A legfontosabb szilárd szennyezések a salak, pernye, korom nehéz fémek stb. a gázneműek a SO₂, NO_x, illő szén-hidrogének és a CO₂ (ami nem szennyez) stb.

A kén kibocsátás elkerülésére számos eljárást, leválasztási módszert és tüzeléstechnikai eljárást dolgoztak ki, amelyek sikeresnek nevezhetők. A kibocsátásokat szigorú előírások korlátozzák, amelyek követik a technika színvonalát. Az elmúlt évtizedek slágertémája az NO_x kibocsátás korlátozása volt, de az első vonalból a jelenben már kiszorította az „üvegház gázok” kibocsátásának drasztikus csökkentési igénye, a globális felmelegedést kapcsolta velük össze, különösen a szén-dioxiddal.

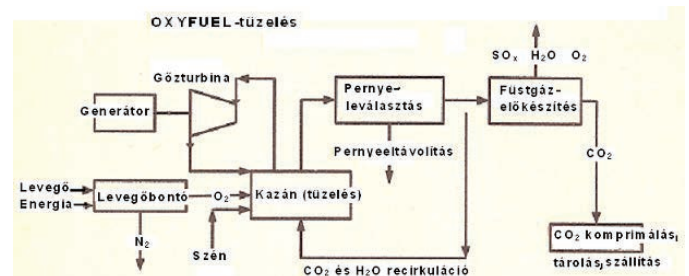
A tüzeléstechnikai paradigma váltást a nitrogén-oxidok csökkentési igénye hozta. A nitrogén-oxid nem egy gáz a sok közül. Az NO_x olyan füstgáz összetevő, amelynek mennyiségét gyakorlatilag ingyen, a tüzeléstechnikai alapelvek és konstrukciók kisebb módosításával lényegesen lehet csökkenteni, bizonyos esetekben a kén-kibocsátás csökkentésével együttesen.

Az új tüzeléstechnikai szemlélet szerint a tüzelésnél elsődleges:

- Az égési hőmérséklet csökkentése.
- A tüzelőanyagot és a levegőt az égési szempontokat és a szennyező csökkentési szempontokat érvényesítve kell, célszerű (fokozatos) keverésnek alárendelni.

Ha a tüzelőanyagban nitrogén is található, akkor N₂O képződéssel is számolni kell.

A második paradigmaváltás már az egész energetikát érintette, azzal, hogy a globális klímaváltozás elsődleges okaként a légköri CO₂ (üveg-házgázok) koncentrációjának a növekedését jelölik meg. Ez tudományosan nem igazolható, azonban remélhetően csak átmenetileg, az energetika stratégiák kidolgozásánál figyelembe kell venni. Számos kutató a CO₂ szerepét a globális felmelegedésben elhanyagolhatónak veszi. Véleményem szerint azonban van hatása, amit a gáztörvényekkel és a termodinamikai törvényekkel számítani lehet, de a klímaváltozásban csekély hatása miatt valóban nem kell vele számolni. A fosszilis tüzelőanyagok tüzelésekor a széntartalomnak megfelelő szén-dioxid képződni fog. A szén-dioxid leválasztásáról, vagy elhelyezéséről kell gondoskodni. A leválasztás hatásfokának növelését a koncentráció növelésével lehet elérni, tehát a maximális koncentrációnál, vagyis a keletkezési helynél kell leválasztani. A távozó égéstermékben a koncentrációnövelést pl. levegő helyett oxigénnel való tüzeléssel (oxyfuel combustion) lehet biztosítani. Az eljárás létezik, de költségessége miatt széleskörű elterjedése nem várható, egyéb technológiákkal való összekapcsolása nélkül.



A Földön körülbelül 46793 GtC (gigatonna karbon, 10⁹ t) karbon van a tárolókban.

Ennek megoszlása:

A földi karbon-tárolókban a karbon mennyisége. (Tároló GtC)

Légkör 750. Vegetáció 610. Talaj 1580. Tenger biológiai 3. Mély tenger 38 100.

Fosszilis és cementgyártás 4000. Nem oldódó organikus karbon 700. Folyók, óceánok felülete 1020.

Az éves körforgásban részt vesz:

Tároló csoport (GtC/év): Talaj + vegetáció 121,6. Tenger 92.

Összesen: 213,6

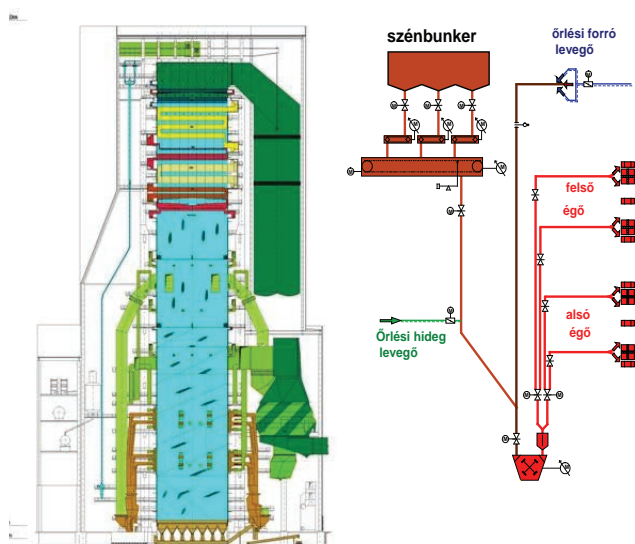
Emberi tevékenység kb. 6,6, tehát 3,1%.

A világ 860 milliárd tonna műre való szénmennyiségéből 405 mdt bitumenes és antracit, 260 mdt barnaszén és 195 mdt lignit. 2008-ban 5800 millió tonna feketeszen és 953 mt barnaszén került felhasználásra. A legnagyobb műre való szénmennyiséggel rendelkező országok: USA 242721 mt, Oroszország 157010 mt, Kína 114500 mt, Ausztrália 76600 mt, India 56498, Dél-Afrika 48000 mt, Ukrajna 33873, Kazasztán 31300 mt, Szerbia 13885 mt, Lengyelország 7502 mt.

A szénportüzelési technikai fejlesztések lehetővé teszik korszerű, óriási teljesítményű kazánok létesítését.

Lippendorf P.S. (2 × 930 MW_{el})

A nagy-nomomású frissgőz mennyisége: 2420 t/h. A megengedett frissgőz nyomás: 285 bar. A frissgőz kilépési hőmérséklet (SH): 554 °C. Újrahevített gőzmennyiség: 2213 t/h. Megengedett újrahevítési gőznyomás: 69 bar. Újrahevített hőmérséklet (RH): 583 °C.



A Lippendorfi Erőmű Tüzelési rendszere

Lippendorf Erőmű szén adatok

Fűtőérték: 9700 – 11100 kJ/kg.

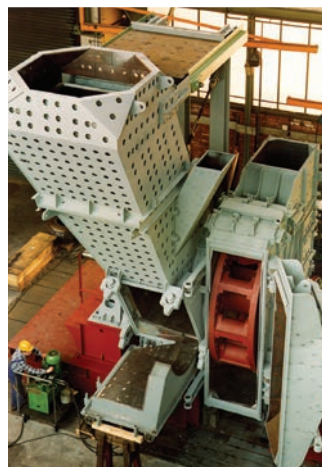
Nedvesség: 51,5 – 53,0%.

Hamu: 8,5 – 4,5%.

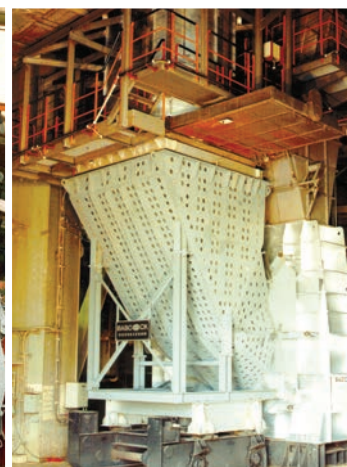
Illó (száraz anyag): 57,0 – 63,0%.

Kén: 1,5 – 2,0%. Nitrogen: 0,3 – 0,3%.

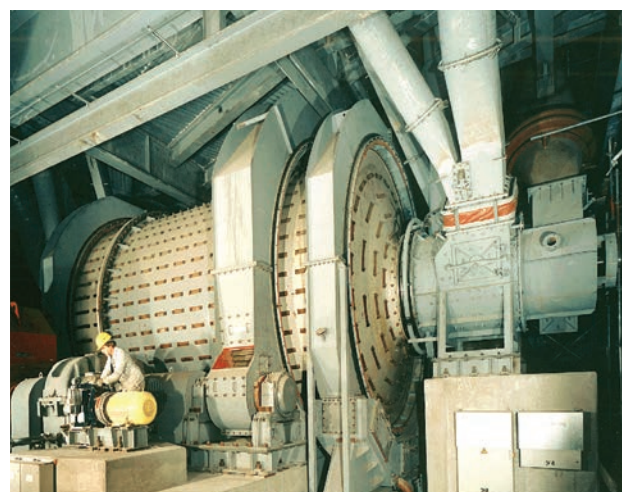
A szénpor-tüzelésnél alapvető szerepe van a tüzelőanyagoknak az égéshez való előkészítésének. Ehhez a szén fajtájától függően a szén aprítását és szárítását megfelelően biztosító szén-örlömalomra van szükség. Különösen nehéz problémát jelent a gyenge-minőségű ligniteknel és barnaszeknel. A szárításhoz szükséges forró gázmennyiség áramlását és a szén megfelelő finomságúra való őrlését az ún. ventilátor-malmokkal lehet elvégezni. Ilyen malom típusokat nagyon széles teljesítmény tartományban gyártanak. Ilyen sorozat a V5, NV10-től NV130 típus jelű gyártmány,



Előtörős malom



Ventillátor malom



Golyós dobmalom



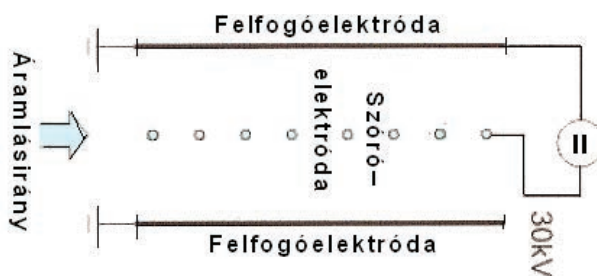
Göggős malom

amely 5 t/h névleges szénmennyiségtől 130 t/h mennyiségig képes őrlni. A különböző szénfajták őrlésére javasolt malom típusokat a szén hamu- és nedvesség tartalmának ismeretében lehet csoportosítani.

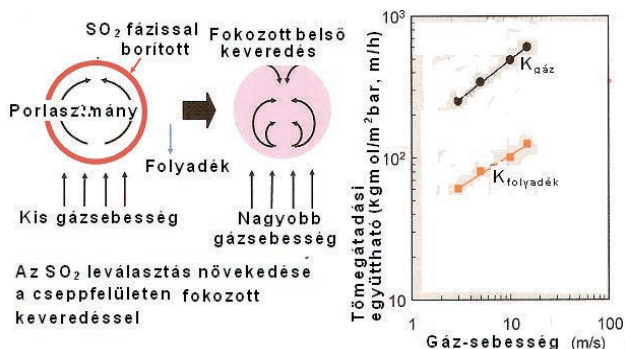
Hardgrove Index/ hamu	HGI > 70	50 < HGI < 70	HGI < 50
Hamu < 10%	NV	NV	NV vagy DGS
10% < hamu < 20%	NV	NV vagy DGS	DGS
Hamu > 20%	NV vagy DGS	DGS	DGS

A világ villamosenergia-termelésében a szén részaránya 38%, az EU-ban 25%. A szén marad a legjelentősebb energia forrás a jövőben is. Ez indokolja, hogy a nagyobb hatékonyság és a kisebb környezetszennyezés érdekében a fejlesztésekre nagy hangsúlyt kell fektetni.

A pernye leválasztására a környezet-szennyezés csökkentés első lépéseként a mechanikus eljárását felváltotta a nagyhatásfokú és a por finom frakcióját is leválasztó villamos módszer. A hatásfok elérte a 99,99%-ot. Ennél finomabb leválasztás szövetzsűrőkkel érhető el.

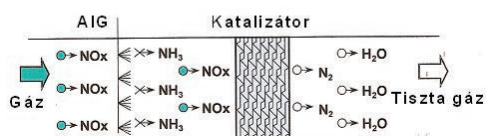
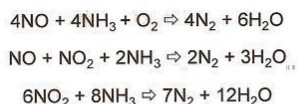


A füstgáz kéntelenítés gyorsan követte a környezet-szennyezés csökkentésben a pernye-leválasztást. Leggyakoribb a nedves eljárás, amely a 99% feletti leválasztási hatásfokot is eléri, szükség esetén akár 99,9% értéket is. A legszigorúbb előírások is teljesíthetők.



A nitrogén oxid kibocsátás csökkentése tüzeléstechnikával és leválasztással lehetséges. Említettük, a tüzelési elvek módosításai jelentős csökkentést biztosítanak, szükség esetén kémiai leválasztást is alkalmaznak. Igen sok eljárást fejlesztettek ki, de széles körben az ammónia befúvások DeNOx rendszer terjedt el.

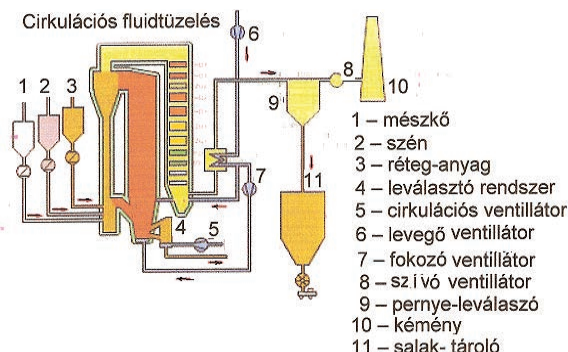
A DENOX eljárás elve



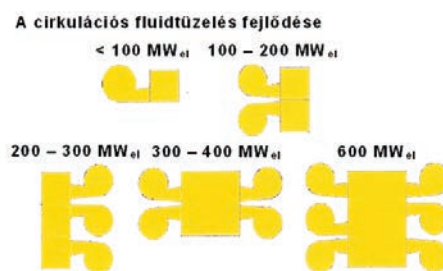
A környezet-szennyezés csökkentése új tüzelési eljárással.

Az ún. fluidizációs tüzelés, a széntüzelésnél az összes környezetszennyező csökkentésére kifejlesztett új tüzelési eljárás, amely a közép-nagy teljesítmények esetén kiszorítja a szénportüzelést.

A fluidizációs tüzelés előnyei: az égés a tüzelőanyag és nagy inert-anyag keverékében történik, ezért a tüzelőanyag minőségére és annak változásaira érzéketlen, a tüzelési hatásfok magas, a tüzelőanyag-adagolás egyszerű, a távozó füstgáz kéntartalma alacsony, a füstgáz NO_x tartalma alacsony, a hőátadási tényező nagy, bio-tüzelőanyagok eltüzelésére versenytárs nélküli.



A fluidizációs tüzelés fejlesztésével számos gyártó és fejlesztő intézet foglalkozik. A blokk-nagyságok eléri a nagy teljesítményű szénportüzelésű kazánok közepesen nagy teljesítmény-fokozatát. Az ALSTOM például a 600 MW_{el} villamos-teljesítményű blokk létesítésére is képes.



Különleges, egytűzterű, belső cirkulációs, többfokozatú égést biztosító fluidizációs eljárást dolgozott ki a VEIKI, amely HibridFluid (Reményi, et al) néven került megvalósításra több erőműben. A Vértes Erőműben 230 t_{gőz}/h teljesítményű kazánál megvalósított változat fluidizáló ágykiképzését mutatja az ábra.



Irodalom

[1] World Energy Council Survey 2007
 [2] Babcock – Hitachi K. K.: Lignite Fired Boiler Technology
 [3] Babcock – Hitachi K. K.: Design of Coal Fired Steam Generators for Low Emissions of CO₂, SO₂, and NO_x Existing Power Plants and New Installations

Barnaszén plazmás elgázosítása nagy hozzáadott értékű termék előállítására céljából¹

Dr. Bokányi Ljudmilla, CsC
egyetemi docens, ejtblj@uni-miskolc.hu

Pintér Ákos
okl. környezetkutató ökológus

Varga Terézia
okl. előkészítéstechnikai mérnök

Magyarország fő tüzelőanyaga a fosszilis szén, amelyből nagy hozzáadott értékű termék állítható elő, az égetéssel történő energetikai hasznosítás helyett. A Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete a Szuha 2000 Kft.-vel együttműködve a 2012-ben lezárult GASFLUID K+F projekt keretében vizsgálta a metanol és etanol előállításának lehetőségét barnaszénből plazmás elgázosítás és katalitikus konverzió révén. E tanulmányunkban a laboratóriumi és félüzemi méretű plazmás elgázosítási kísérletek eredményeit mutatjuk be.

*

In Hungary the main fuel resource is the fossil coal, from which a high value added product can be achieved instead of the energetic utilization by burning. At the GASFLUID R&D project, completed in 2012, the Institute of Raw Material Preparation and Environmental Processing, University of Miskolc with co-operation of Szuha 2000 Ltd. investigated the possibility of the ethanol and methanol production from brown coal by plasma gasification and catalytic conversion. In the paper the results of the laboratory and pilot plant scale plasma gasification experiments are introduced.

A környezetvédelem és a klímaváltozás kérdésköre napjaink egyik legfontosabb kihívását jelenti. Az egyik legfőbb idekapcsolódó feladat a tudatos energiagazdálkodás, amely megvalósulhat megújuló energiaforrások alkalmazása mellett az energiafelhasználás hatékonyságának növelésén keresztül is.

Mivel az utóbbi időben a magyarországi energiastruktúrában is megfigyelhető egy bizonyos szemléletváltás, a megújuló energiaforrások mellett hazánkban is szóba kerül a meglévő energiahordozóink hatékonyabb kihasználása is. Magyarországon a fosszilis szén fordul elő a legnagyobb mennyiségben, így ennek a korszerű, környezetbarát, hatékonyabb felhasználására keresünk új megoldást. A rendszerváltást követően hazánkban gyakorlatilag megszűnt a szénbányászat, holott a föld alatt máig kitermelésre érdemes szénvagyron található. A magyarországi szénbányászat fellendítésével lehetőség nyílna az itthoni tiszta szén technológiákkal történő energiatermelésre is. Mivel a szénelőfordulások Magyarország azon régióiban is találhatóak, ahol a munkanélküliség ráta magas, a bányák újbóli megnyitása ilyen szempontból is indokolt lenne, új munkahelyeket teremtene. Az ilyen irányú törekvéseinket számos tényező indokolja. A szén felhasználása kedvező hatással lehetne a GDP növekedésére, az elmaradott régiók számára felzárkózási lehetőséget biztosítana. A szénkonverzió az eljárásnál nagy hatásfokú, így az egységnyi megtermelt villamos energiára jutó kibocsátott széndioxid mennyiség csökkenthető [1], amire a kiotói jegyzőkönyvben vállaltak miatt is szükség van.

A szén hagyományos feldolgozásával kapcsolatos környezetvédelmi problémák mindenki előtt közismertek. Ezek a módszerek nem oldják meg megfelelő hatékonysággal a szén korszerű, környezetbarát hasznosítását. Külön gondot okoz a hazai szenek relatíve nagy kéntartalma, esetek egy részében a szenek nehéz- és ritkafém tartalma. Ezzel szemben plazma körülmények mellett, a plazma-gázok disszociációja megy végbe, és ennek eredményeként a kémiai folyamatok sebessége megnövekszik, a folyamat lejátszódásának ideje lerövidül. Ez biztosítja a folyamat magas intenzitását és a termékek nagyobb környezet-tisztségét. A plazmás elgázosítás magas hőmérsékletén különböző kémiai és fizikai folyamatok mennek végbe nemcsak a szén szerves-, hanem ásványi összetevőiben is.

Mindezek következményeképp a Miskolci Egyetem Nyersanyag-előkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete egy a Szuha 2000 Kft.-vel közös, GASFLUID K+F projekt keretében célként tűzte ki hazai, fosszilis szénből nagy hozzáadott értékű termék előállítását nagy hatásfokú, környezetbarát, modern technológiával. Ennek megvalósítását két alapvető lépésben képeztük el:

- 1.) Hazai barnaszén elgázosítása korszerű plazma reaktorban.
- 2.) A keletkező szintézisgáz katalitikus szintézisével metanol, etanol előállítása.

A technológia részét képezi a szén előkészítése és a megfelelő gáz-tisztítási eljárás is. A technológia újszerűségét az jelenti, hogy a katalitikus konverzióhoz szükséges szintézisgázt plazma reaktorban állítjuk elő. A keletkező metanol, etanol elegy egyrészt környezetbarát üzemanyag adaléknak tekinthető, másrészt javítja az oktánszámot. Tanulmányunkban ismertetjük az általunk megtervezett, kidolgozott technológiát, a témában elvégzett laboratóriumi és félüzemi kísérleti eredményeinket és a technológia további fejlesztésének lehetőségeit is.

Szén előkészítése

A kutatás első lépése a mintaanyag beszerzése és a szén előkészítése a komplex eljárásra volt.

A kísérleti vizsgálatokhoz borsodi szénmedencéből származó, eocén korú nyers barnaszén használhatunk. A szén előkészítéseként a kitermelt nyersszén helyben létesített osztályozó berendezéssel dolgozzák fel. Az osztályozó berendezésnek öt frakciójú terméket kell tudni előállítani, melyek a következők ≥ 200 mm, 40-200 mm, 20-40 mm, 10-20 mm és 0-10 mm. Az első három frakció lakossági piacra kerül értékesítésre, az utolsó kettő kerül tovább- feldolgozásra. A félüzemi plazmás elgázosítási kísérletekhez a szenet célszerű 5 mm alá aprítani hengeres törővel. Az előkészített szenet fedett helyen letárolják. A szén fűtőértéke 14 000-18 000 kJ/kg.

A szénmintát előzetes szénkémiai elemzésnek vetettük alá, melynek adatait az 1. táblázatban tüntettük fel.

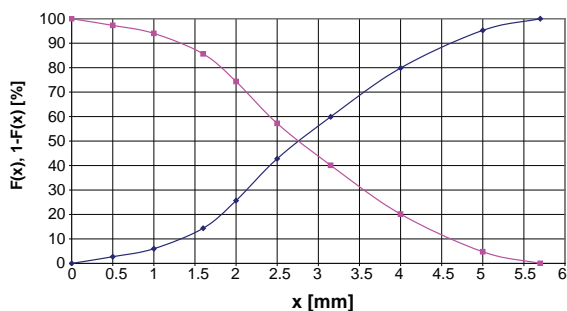
¹ A szerzőknek a KLENEN '13 konferencián, Siófok, 2013. március 7-8-án elhangzott előadása.

1. táblázat. A minta előzetes szénkémiai vizsgálatának eredményei

Nedvességtartalom	27.5%
Hamu (815 °C-on izzítási maradék)	12.5%
Illóanyag (850 °C-os levegőtől elzárt hevítés során távozó anyag)	32.4%
Kötött (fix) karbon	28.6%
Összes karbon (szerves, szervetlen együtt)	42.2%
Összes hidrogén (szerves, szervetlen)	3.2%
Összes kén (szerves, szervetlen)	4.2%
Nitrogén	0.5%
Oxigén	9.9%
Klór	ismeretlen
Piritkén	0.62%

A szén hamutartalmára vonatkozóan a következő előzetes adatok állnak rendelkezésre: SiO₂ 35.6%, Al₂O₃ 19.0%, Fe₂O₃ 11.1% (FeO 9.99 %), CaO 12.5%, MgO 2.2%, K₂O 3.2%, Na₂O 3.3%, SO₃ 12.9%.

Az előkészített szénmintát szemcseméret szerinti elemzésnek vetették alá. A szénminta szemcseméret szerinti szitaelemzések a következő adatokat állapították meg: $x_{max} = 5,7$ mm, $x_{50} = 2,8$ mm, $x_{90} = 4,0$ mm.



1. ábra. Szuhabánya telepről származó szénminta szemcseméret-eloszlása

Az elgázosításra kerülő szénre vonatkozó előzetes adatok a következők voltak: éghetőanyag-tartalom (C) 66,4%, nedvességtartalom (W) 21,5%, hamutartalom (A) 12,1%.

Szén elgázosítása

A szén elgázosítása lényegében a szénből nyert gázok szeparációját és frakciónkénti felhasználását jelenti. A technológia tulajdonképpen régóta ismert. 1784-ben kísérleteztek vele először Hollandiában, később Németországban foglalkoztak vele. A huszadik század háborús időszakaiban a német hadsereg számára szén elgázosításával nyertek benzint. A módszer később veszített jelentőségéből, az elmúlt időszakban azonban újra előtérbe került környezeti problémáink és energiaforráshiányunk tudatosulásával. A szén elgázosítására többféle technológiai megoldás alkalmas. Az elgázosításhoz 650 °C feletti hőmérsékletre van szükség, a hőmérsékletet a betáplált anyag reakcióképességének függvénye. A reakcióhoz szükséges hőenergiát többféleképpen biztosíthatjuk, oxigén jelenlétében végrehajtott égetéssel, a reaktor falainak fűtésével, beépített fűtőelemekkel, cirkuláltatott hőhordozókkal. A legismertebb elgázosítási eljárások: Winkler-eljárás, Koppers-Totzek-eljárás, Lurgi-eljárás, valamint a föld alatti elgázosítás stb. [2].

A plazmás elgázosítás egy terjedőben lévő eljárás, mely során szintézisgázt nyerünk szerves anyagból plazma technológiával. Hulladékok, biomassza és szén elgázosítása is megoldható ezzel az eljárással, a mi kutatási projektünk számára a szén plazmás elgázosítása kínált kiegészítő lehetőségeket. Az efféle elgázosítás előnye ugyanis, hogy a költségvonzata relatíve alacsony és nagy hatékonyságú.

Mi tehát a kísérleteink során a szelektíve jövesztett barnaszén plazmában történő elgázosítását végeztük. Célként tűztük ki a kutató-fejlesztő munkában, hogy a rendszer egyrészt az alacsony hőmérsékletű elgázosításhoz képest hatékonyabban oldja meg a szén elgázosítását, veszélyes maradékanyagok nélkül, másrészt egyidejűleg folyékony és gázfázisú termékek előállításával szélesebb körű hasznosítást tegyen lehetővé. A technológia a hagyományos alacsony hőmérsékletű rendszer helyett a legkorszerűbb plazma-elgázosítást alkalmazza, melyet a cél érdekében ötvözhetünk a Fischer-Tropsch metanol-etanol szintézissel.

Az elgázosítási kísérleteket a szlovákiai Bardejovban, a Silvergas s.r.o. telephelyén végeztük egy megfelelő, korszerű plazma reaktorban (2-4. ábrák), amelynek teljesítménye 30 kVA volt. A reaktorban használt vívőgáz nitrogén volt, az elektródok anyaga pedig grafit. A reaktorban a hőmérséklet a kísérletek során 1240-1588 °C között változott, ez megfelelő volt az elgázosításhoz. A reaktorban oxigénadagolás nélküli elgázosítás is elvégezhető volt. Mivel azonban a rendszer oxigénhiányos, oxigén adagolása indokolt és lehetséges, melynek térfogatárama állítható. A barnaszén minta beadagolása egy cellás adagoló csonkon keresztül történt, amelyből a reaktorba jut. Néhány perc alatt több kg szén elgázosítása is lehetséges. A reaktor átmérője 38 cm, magassága pedig 52 cm volt. A plazma ív létrejöttét követően a szén elgázosodik, a mintavétel üveg mintatartó edényekbe történt (5. ábra), amelynek térfogata 1 L, és 1 mol/dm³ H₂SO₄-at tartalmaz. Ezekből a mintatartókból került a termék gáz kromatográfiás analízisre. A salakanyag a reaktor alján gyűlik össze, mely dermedést követően szintén analizálható. Oxigén adagolása nélküli kísérletek során figyelni kell arra, hogy a salakanyag egy idő után a reaktorban összegyűlik, felhalmozódik, üríteni kell. Megfelelő mennyiségű oxigén adagolása esetén azonban igen nagyfokú elgázosodás tapasztalható, szilárd reakciótermék nem marad a reaktorban. Ennek ellenére érdemesnek tartottuk a kísérletek elvégzését oxigénmentes környezetben és oxigén betáplálása mellett is.



2. ábra. Plazmás szénelgázosító berendezés (balra)



3. ábra. Plazmás szénelgázosító berendezés adagoló csonkja (jobbira)



4. ábra. Plazmás szénelgázosító berendezéshez tartozó reaktor (balra)



5. ábra. Mintavevő edény, benne a termék gáz-eleggyel (jobbira)

Fischer-Tropsch metanol-etanol szintézis

A Fischer-Tropsch reakció eredendően alifás szénhidrogének szén-monoxidból és hidrogénből kiinduló, fémkatalizátorok (Fe, Co) jelenlétében végbemenő szintézisét jelenti, Franz Fischer és Hans Tropsch fedezték fel 1925-26-ban, Németországban. Az eljárás eleinte eredeti formájában tért nyert az iparban, a következő évtizedekben a világ több táján is Fischer-Tropsch szintézis üzemeket építettek. A Fischer-Tropsch szintézist, mint eljárást, ekkoriban a nagynyomású szénecppfolyósítás kis- és középnyomású alternatívájának tekintették. Az így előállított üzemanyag azonban kevésbé volt gazdaságos. Az utóbbi évtizedekben szinte egyedülként a dél-afrikai SASOL (South African Coal, Oil and Gas Corp.) működtetett Fischer-Tropsch üzemeket. A kilencvenes évektől a Shell cég is foglalkozik Fischer-Tropsch létesítmények üzemeltetésével.

A katalizátor fajtájától, a reakciókörülményektől és a gázfázis összetételétől függően a Fischer-Tropsch szintézis során különböző mértékű mellékreakciók is lejátszódnak. A melléktermékek alkoholok, aldehidek és ketonok: megfelelő katalizátor (pl. Al, Co, Ni, Ru) alkalmazásával és kísérleti paraméterek (hőmérséklet, nyomás, hidrogén-szénmonoxid arány) beállításával metanolt, etanolt, mint nagy hozzáadott értékű termékeket is nyerhetünk, amik ráadásul, mint fentebb említettük, környezetbarát üzemanyagnak is tekinthetők, és az oktánszámot is javítják [3].

A Fischer-Tropsch metanol-etanol szintézis laboratóriumi körülmények közötti vizsgálatáról kutatási projektünk egy korábbi szakaszából adatok álltak rendelkezésünkre, melyek segítségével szolgáltak egy félüzemi berendezés megtervezéséhez. Ezek a korábbi kísérletek egy folyamatos üzemű, átáramlásos csőreaktorban történtek, kobalt bázisú katalizátor alkalmazásával, többféle térfogatáram és gázösszetétel mellett.

A Miskolci Egyetemen félüzemi kísérleteket végeztünk, ehhez pedig egy nyugvóágas, szakaszos üzemű kísérleti reaktort építettünk (6-7. ábra). A reaktorba a szintézisgáz egy 2 literes palackból áramlott, melyben a nyomás 150 bar volt, a hidrogén-szénmonoxid arány az irodalmi adatok alapján a legjobbnak ítélt 2:1 volt (ez némiképp eltér az elgázosítás során nyert elegy összetételétől). A hozzá csatlakoztatott reduktor szekunder oldalán a nyomást 25 bar értékre állítottuk, amely kedvező a szintézis végbemeneteléhez. A szénmonoxid-hidrogén gázelegy egy saválló acélból készült reaktorba jutott, melyet megfelelő köpenyfűtéssel láttuk el. A reakcióhőmérséklet 225 fokra állítottuk, a rendszerhez egy Pt-hőelemet és PID szabályozót csatlakoztattunk. A tömítés anyaga teflon volt. A reaktorban helyeztük el a reakció végbemeneteléhez szükséges alumínium-oxid hordozós kobalt bázisú katalizátor anyagot. A kísérlet előtt a megfelelő biztonsági intézkedéseket megtettük, a laboratóriumba CO detektort helyeztünk el, és a sikeres nyomáspróbát követően méréseket végeztünk. A kontakt időt változtattuk: 5 perc, 2 óra, illetve 6 óra ideig tartottak a kísérletek.



6. ábra. Félüzemi Fischer-Tropsch alkoholszintézis megvalósítására alkalmas kísérleti berendezés



7. ábra. A szintézisreaktor és a hozzá tartozó köpenyfűtő egység

A laboratóriumi és a félüzemi kísérletek alapján becsülhető volt, adott mennyiségű borsodi barnaszénből plazmás elgázosítással és katalitikus alkoholszintézissel mennyi alkoholt lehetséges előállítani.

Kísérleti eredmények

Plazmás szénelgázosítási kísérleteinket oxigénmentes környezetben és oxigén adagolása mellett is elvégeztük. Oxigénmentes környezetben végzett kísérleteink során a képződött hidrogén és szénmonoxid mennyisége együttesen 55,7-60,7% volt a termék-gázban, melynek fűtőértéke 9,73-10,16 MJ/normál m³-nek adódott. A hidrogén-szénmonoxid arány 1,3-1,7 között mozgott. Az anyagmennyiség-arányokkal számolva megállapítottuk, hogy a szén a kísérletek során 53,8-57,9%-ban alakult át szénmonoxiddá. Oxigén adagolása mellett kedvezőbb eredményeket sikerült elérni. Ekkor 7, illetve 14 L/perc térfogatáramú levegővel működtettük a rendszert nitrogén helyett. A termékelegyben 81,2% (7 L/perc), illetve 89,2% (14 L/perc) volt a szintézisgáz aránya, melynek fűtőérték 10,75-13,19 MJ/normál m³-nek adódott. A szén 70,4%-a, illetve 97,4%-a alakult át szénmonoxiddá. Ezek szénelgázosítási kísérleteink céljának jól megfelelnek. A gázelegyben a hidrogén-szénmonoxid arány megközelítőleg 1:1 volt. A részletes eredmények a 2-3. táblázatban találhatóak [4].

2. táblázat. A termékelegy összetétele oxigénmentes környezetben történő elgázosítás esetén

Komponens	1. minta (%)	2. minta (%)	3. minta (%)
CH ₄	6,44	6,34	6,7
H ₂	35,1	35,1	35,5
O ₂	1,52	1,62	0,92
N ₂	21,1	23,2	24,7
CO ₂	9,29	10	10,4
CO	25,6	22,6	20,7
C ₂ H ₄	0,17	0,16	0,16
C ₂ H ₆	0,37	0,35	0,38
C ₂ H ₂	0,001	0,0006	0,0002
C ₃	0,22	0,22	0,21
C ₄	0,098	0,11	0,099
C ₅₋₈	0,11	0,15	0,14
Fűtőérték MJ/normál m ³	0,16	9,82	9,73

3. táblázat. A termékelegy összetétele levegővel történő elgázosítás esetén

Komponens	4. minta (%)	5. minta (%)
CH ₄	5,81	0,48
H ₂	40,1	44,8
O ₂	0,14	0,24
N ₂	3,34	9,23
CO ₂	7,27	0,68
CO	41,1	44,4
C ₂ H ₄	1,15	0,043
C ₂ H ₆	0,15	0,0036
C ₂ H ₂	0,53	0,036
C ₃	0,14	0,0027
C ₄	0,071	0,0032
C ₅₋₈	0,18	0,05
Fűtőérték MJ/normál m³	13,19	10,75

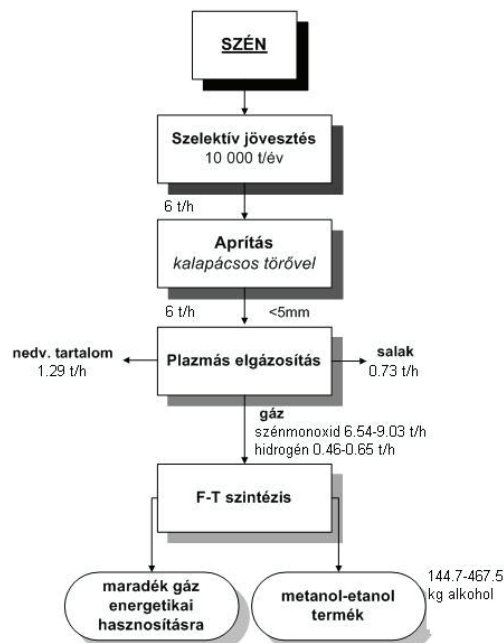
Elgázosítási kísérleteinket követően az épített szintézisreaktorban sikeres nyomáspróbát követően a kontaktidő változtatásával kísérleteztünk. Alkoholképződést azonban nem tapasztaltunk a reaktor szétszerelése után, amit megerősített az a tény is, hogy a nyomás a reaktorban nem változott: az eredeti érték állt vissza a rendszer hűlését követően. Azt, hogy nem tapasztaltunk alkoholképződést, több dolog okozhatta: a katalizátor aktiválása félüzemi körülmények között bonyolult, további kísérletezést igényel, továbbá a termék nehezen detektálható mennyiségben képződhetett. Ezek alapján célunk az alkoholszintézis további, jövőbeni kísérletezése, optimalizálása eddigi tapasztalataink és ismereteink alapján, amelyre a következő lehetőségeink vannak: katalizátor héliumos aktiválása, 350 °C-on történő előkezelése, katalizátor esetleges aprítása a nagyobb felület elérésének érdekében, esetleg SiC töltet alkalmazása. Szóba jöhet egy nagyobb, magasabb hőmérsékleten is üzembiztos reaktor építése, melyben a katalizátor helyben történő aktiválása megoldható, a termék pedig nagyobb mennyiségben képződik, ezáltal könnyebben analizálható.

Félüzemi kísérletek alapján jelenleg még nem tudjuk becsülni a reaktorban keletkező alkohol mennyiségét. A rendelkezésünkre álló laboratóriumi kísérleti eredmények alapján azonban becsülhető a konverziós ráta, azaz a szénelgázosítási kísérleteink során keletkezett szintézisgázból keletkező alkohol mennyisége. Mivel a kísérleti paraméterek hasonlóak voltak és az alkalmazott katalizátor is ugyanúgy kobalt bázisú volt, vélhetően hasonló átalakulási fok számításba vétele valószínű. Évi 10 000 tonna szénből kiindulva a szelektív jövesztést és az aprítást követően 6 t/h szénmennyiséggel számolhatunk. A szén éghetőanyag-tartalma (C) 66,39%, ez azt jelenti, hogy óránként 3983,52 kg karbon reagál el. A laboratóriumi kísérletek során az átáramlásos csőreaktorban az alkoholkonverzió 2,5-6,3% volt 2:1-es hidrogén-szénmonoxid arány mellett. Figyelembe véve a szénelgázosítás 53,8-57,9 (oxigénmentes környezetben), illetve 70,4-97,2%-os hatásfokát (oxigén adagolása mellett), ezzel az alkoholkonverziós rátával számolva 144,7-467,5 kg alkohol (metanol, etanol) képződésére számíthatunk 10 tonna szénből (8. ábra).

Összefoglalás

A Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet és a Szuha 2000 Kft. közös GASFLUID projektjének keretében hazai, fosszilis szénből nagy hozzáadott értékű termék előállítását célozta meg környezetvédelmi szempontokat is szem előtt tartva, mellyel az itthon műrevaló szénvagyon hasznosításának egy lehetőségét kívánjuk felvázolni.

A technológia lényege, hogy Magyarországon szelektíve bányászott vagy dúsított barnaszén modern plazmás elgázosító reaktorban elgázo-



8. ábra. A technológia vázlata

sítunk, a keletkezett szintézisgázt pedig katalitikus úton metanollá, etanollá alakítjuk. Az alkalmazott új, komplex, egységes technológia tisztaszén technológia, a plazmás elgázosítás nagy hatásfokú, tehát csökkenthetjük alkalmazásával a fajlagos szénmonoxid kibocsátást, az alkoholok pedig környezetbarát üzemanyagként tekinthetők és javítják az oktánszámot. A maradék gáz a széndioxid vizes mosását és a kéntelenítést követően hasznosítható, villamos energia előállítására alkalmas.

Kutatási projektünk keretében elméletileg és kísérletileg vizsgáltuk, adott mennyiségű hazai barnaszénből ezzel a módszerrel mennyi metanol, etanol lehetne előállítani. Félüzemi plazmás elgázosítási kísérleteket végeztünk, majd Fischer-Tropsch katalitikus alkoholszintézishez építettünk egy szintén félüzemi kísérleti berendezést. Plazmás elgázosítási kísérleteink sikeresnek voltak mondhatók, a szén akár 97,2%-a is elgázosítható volt, a keletkezett termékelegy közel 90%-a szintézisgáz volt megfelelő paraméterek beállítása esetén. A katalitikus Fischer-Tropsch szintézishez épített reaktorunkban egyelőre nem tudtunk alkoholt előállítani. Ismertettük céljainkat, lehetőségeinket, amelyek alapján a reaktor a jövőben hatékonyra tehető. A szén-alkohol konverzió becsüléséhez korábbi, laboratóriumi körülmények között végzett kísérleti adatokat használtunk fel, mely alapján becsülhető volt, a plazmás elgázosítással nyert szintézisgázból mennyi metanol, etanol lenne előállítható.

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalom

- [1] Füst A. – Hargitai R.: A jövő potenciális energiaforrásai, Magyar Tudomány, 2007/01., 62. old.
- [2] Franck, H.G. – Knop, A.: A szénfeldolgozás kémiai technológiája, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- [3] Tompos A.: Jelentés Fischer-Tropsch reakció vizsgálatáról – Kutatási jelentés, MTA Kémiai Kutatóközpont Nanokémiai és Katalízis Intézet, 2011.
- [4] Bokányi L. – Pintér Á. – Varga T.: „Nem-folyékony szénhidrogén alapú tüzelőanyag előállítási technológiájának kidolgozása” Baross kutatási projekt zárójelentése, Miskolc, 2012.

Rankine-körfolyamat illesztése mérsékelt hőmérsékletű hőforrásokra¹

Lengyel Vivien

hallgató, BSc. képzés, lengyel.vivien@eszk.org

Az egyre szélesebb körben támogatott megújuló energia nagyrészt hőt biztosít számunkra. A legértékesebb energiaforma a villamos áram, amit jellemzően gőzturbinákkal állítunk elő, azonban az alacsonyabb elérhető hőmérsékletek miatt legtöbbször nem tudunk ezekre jó hatásfokú vízgőz munkaközegű gőzturbinás körfolyamatot építeni. A Rankine-körfolyamat munkaközege nem csak vízgőz lehet, hanem alternatív, szerves anyag is (Organic Rankine Cycle, ORC). Ezek megújuló hőforrásra, például geotermiára, biomasszára, biogázra, hulladékhőre és napenergiára illetve nagyobb hatásfokkal valósíthatók meg. A téma vizsgálata során bemutatásra kerülnek a termodinamikai körfolyamatok, és azok hatásfokai.

A vizsgálat eredményeképpen megállapítható, hogy magasabb hőmérsékleten a vízgőz munkaközegű hagyományos körfolyamat magasabb hatásfokú, ami várható eredmény. Az ORC körfolyamat szerves munkaközeggel, alacsonyabb entalpiaértékekkel rendelkező körfolyamatban viszont magasabb hatásfokot eredményez. Tehát az eddig szinte kizárólag hűtő körfolyamatban alkalmazott szerves közegek bizonyos feltételek mellett elektromos áram előállítására épített gőzturbinás körfolyamatban kiválóan alkalmazhatóak munkaközegként.

*

Nowadays renewable energies are highly supported. These resources mostly provide us heat. The most valuable energy form is electricity, typically produced by steam turbines. In case of lower temperature resource it is not possible to operate with steam at high efficiency. The working fluid of Rankine-cycle is not limited to steam, so alternative, organic fluid also can be the working medium. So the utilization of renewable heat sources, for example geothermal, biomass, biogas, waste heat, and solar energy can be achievable with higher efficiency. In this paper, the aim is to analyze the thermodynamic cycle and find the optimal efficiency.

Magyarországon az 1950-es években számos hőerőmű került megépítésre, amelyek nagyrészt változatlan konstrukcióval üzemelnek. Az erőműpark előregedésével egyidőben az egyre szélesebb körben támogatott megújuló energia is teret nyer, amely nagyrészt hőt biztosít számunkra, azonban az alacsonyabb elérhető hőmérsékletek miatt legtöbbször nem tudunk ezekre vízgőz munkaközegű gőzturbinás körfolyamatot építeni.

Az alacsonyabb hőmérsékletű hőforrások egyik kihasználási módja, ha a forrásra Rankine-körfolyamatot illesztünk, amely működhet vízgőzzel, vagy szerves munkaközeggel.

A továbbiakban bemutatásra kerülnek azok a legfontosabb ismeretek, amiket egy kisteljesítményű mikroturбина tervezésénél hagyományos és szerves Rankine-körfolyamatban meg kell vizsgálni. Az összehasonlítás során megvizsgáljuk a két körfolyamatot, műszaki, termodinamikai és megvalósíthatósági szempontok alapján, figyelembe véve a hagyományos vízgőz körfolyamat bevett használati módszerei mellett a lehetséges hatásfokjavítási pontokat is. Ezután következik a szerves közegek csoportosítása, amely által egy átfogó képet kaphatunk arról, hogy

az egyes munkaközégek miként viselkednek a körfolyamatban, és az egyes hőforrásokra melyikeket érdemes választani. A cél elsősorban a decentralizált, és a lehető legkisebb veszteséggel működő energetikai körfolyamatok megkeresése.

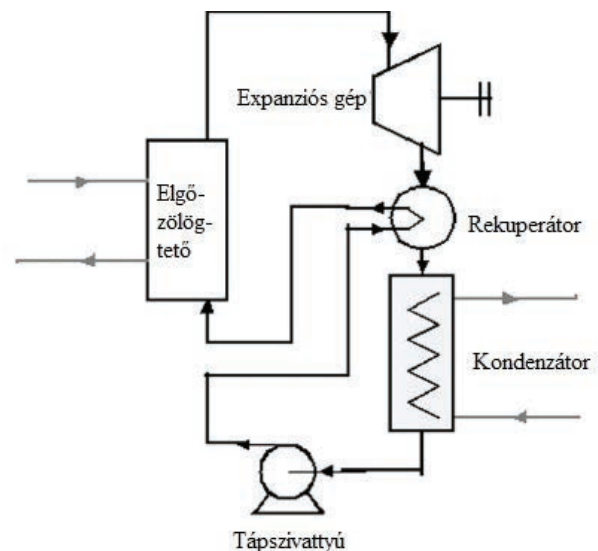
Mikroturbinák

A mikroturбина decentralizált energiatermelésre alkalmas expanziós gép, mely kis méretű, komplett, magas üzemi fordulatszámmal (>10000 1/min). Kisebb méretű és kW-os nagyságrendű teljesítménytartományokban üzemel. Jellemzője, hogy sziget és hálózatra kapcsolt üzemben is képes működni. Magas üzembiztonságával, rövid telepítési idejével, viszonylag egyszerű működtetésével, biztonságkritikusabb helyekre is telepíthető. Könnyű a gyártása, szerelése, karbantartása, javítása, így költségei alacsonyabbak.

Manapság elsősorban kapcsolt hő- és villamosenergia-termelésre (CHP) használják fel, azonban az erőművet abszorpciós hűtőkörrel kiegészítve trigenerációs rendszerként is (CCHP) működtethető.

Szerves Rankine-körfolyamat

Az ORC szerves Rankine-ciklusú körfolyamat annyiban különbözik a hagyományos Rankine-körfolyamattól, hogy a munkaközeg nem vízgőz, hanem a víztől jellemzően alacsonyabb forráspontú anyag (pl. propán, bután, freon, ammónia). E közegválasztás oka, hogy az alacsonyabb hőmérsékletű hőforrásokat (< 300°C) a hagyományos Rankine-körfolyamathoz képest jobb hatásfokkal ki lehessen használni.



1. ábra. A szerves Rankine-körfolyamat kapcsolási vázlatja [1]

Az általános körfolyamati hatásfok növelése érdekében egy rekuperátor is beépíthető a rendszerbe, ennek kapcsolási rajza az 1. ábrán látható.

Az ORC körfolyamatban használt munkaközeg gondos kiválasztás eredménye, hiszen a legnagyobb hatásfok és a gazdasági optimum mellett a műszaki és kémiai tulajdonságokat is figyelembe kell venni, valamint a környezetvédelmi szempontok betartása jogszabályi előírás.

¹ A szerzőnek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

A szerves anyagok típusai

A szerves anyagok közül általában három csoportból kerülhetnek ki alkalmas közegek. Ezek lehetnek

- szénhidrogének,
- fluorozott (halogénezett) szénhidrogének vagy
- szilikonolajok.

A szénhidrogének közül a telített n-pentán és a telítetlen toluol, metilbenzol használata gyakori. A fluorozott (halogénezett) szénhidrogének közül a perfluoropentán használják általában. A szilikonolajok jelentős képviselői a sziloxánok (pl. OMTS, oktametil-trisziloxán), ezeket magasabb hőmérsékleten alkalmazzák.

A szerves és a hagyományos Rankine-körfolyamat közötti eltérések

- Hagományos Rankine-körfolyamatnál, a turbina jó műszaki paraméterekkel való működése céljából a belépő hőmérséklet általában magasabb, mint 450 °C. Ez nagy hőterhelésnek teszi ki a turbinát, ami nagyobb szilárdságú, de drágább anyag használatával biztosítható a kritikus helyeken
- A turbinába belépő magas hőmérséklettel együtt jár a nagyobb nyomás is a hagyományos vízgőz munkaközegű, jó hatásfokú Rankine-körfolyamatban. Az itt fellépő 60-70 bar helyett az ORC körfolyamatban a 30 bar frissgőznyomást is alig érzük el.
- Az ORC körfolyamatban az alacsonyabb forráspont következtében alacsonyabb a hőelvonási hőmérséklet is.
- Az alacsonyabb forráspont miatt a kiválasztott szerves munkaközeg hője alacsonyabb hőmérsékleten is nyerhető vissza.
- A kondenzációs nyomás a kondenzációs gőzturbinákban 0,1-0,03 bar körüli értéket vesz fel. Ez az alacsony hőelvonási hőmérséklet miatt jó, azonban negatív hatással is van a berendezésekre, mivel atmoszférikus nyomás alatt a környezetből beszívároghat a levegő, ami rontja a hőátadást a hőcserélőn, valamint vákuumra mindig sokkal nehezebb megfelelő tömítést alkalmazni. A szerves körfolyamathoz alkalmas közegek legtöbbje esetén nem kell atmoszférikus alá csökkenteni az expanziós végnyomást, így a konstrukció olcsóbb lesz, mivel a tömítés könnyebben megoldható.
- A hagyományos Rankine-körfolyamatban a turbinában nagy nyomás- és entalpiaesés megy végbe, az expanzió vége a nedves mezőben található, ezért ehhez megfelelő szilárdságú, hőálló anyagok, ötvözelemek (perlit-martenzites korrózióálló króm-acélok), bevonatok (titán, cirkónium) egy vagy több rétegben szükségesek. Az ORC körfolyamatban a kisebb nyomás és entalpiaesés eredményeként nincs szükség a hagyományos Rankine-körfolyamathoz hasonlóan drága és komplex berendezésre, mivel a nedves mezőbe jellemzően nem megy bele az expanziós vonal a telített gőz határgörbéjének eltérő alakja miatt. Az ORC körfolyamatoknál jellemzően kevesebb fokozat is elegendő [1].
- Vízgőz munkaközeg esetén ennek tisztaságáról egy vízkezelő rendszer beépítésével gondoskodni kell, mivel a régebbi konstrukciókban fellépő tömszelence gőzt folyamatosan pótolni kell.
- Az ORC munkaközegei mind más paraméterekkel rendelkeznek, így a közegválasztás során érdemes több közeget külön megvizsgálni. Jellemzően a konstrukció közel azonos maradhat, a közeget a műszaki adottságok és a kémiai paraméterek mellett gyakran az alkalmazás, az elérhetőség és a jogszabályok határozzák meg.
- A szerves Rankine-körfolyamatban az expanzió után a munkaközeg általában túlhevített állapotban marad, míg a hagyomá-

nyos Rankine-körfolyamatban nedves gőz lép ki a turbinából. Éppen ezért az ORC körfolyamat során nincs szükség újrahevítő beépítésére a lapáterző csökkenése céljából. A túlhevített állapot kedvező az utolsó fokozati turbinalapátok számára is. A lapátok ORC körfolyamatban kondenzáció hiányában minimálisan károsodnak, nagyságrendileg megnövelve a lapátok élettartamát. Ennek következtében, amíg a hagyományos vízgőz körfolyamatban az átlagos turbinák élettartamát 15-20 évre becsülik, addig az ORC esetén ez akár 30 évre (vagy tovább) is kitölődhet [2].

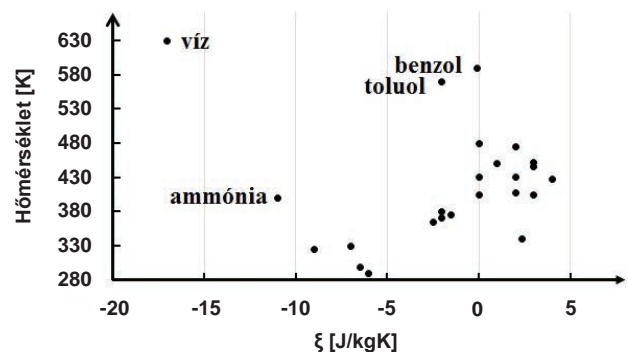
- Gőz körfolyamatban a tápszivattyú fogyasztása (így az önfogyasztás is) alacsony, 1-2% körül mozog, mivel a víz sűrűsége a nyomástól kismértékben függ, így a komprimáláshoz szükséges teljesítmény igen alacsony [3]. Ezzel ellentétben az ORC körfolyamatban a szivattyú több ráfordítást igényel, általánosságban 2-3% az önfogyasztás mértéke, de egyes közegek esetén 10% felé is emelkedhet, a sűrűség erősebb nyomásfüggése miatt [1].

A szerves munkaközeg kiválasztási szempontjai

A szerves közegek túlnyomó része csak bizonyos nyomás- és hőmérsékletkorlátok között használható, különben nem lesz stabil, elbomlik, kémiai reakcióba lép, károsítja a berendezéseket. Ezért mindig meg kell vizsgálni a tervezendő körfolyamatban a legmagasabb hőmérséklet értéket, leellenőrizve, hogy a közeg ott stabil-e még. Ügyelni kell arra, hogy a szerves közeg fagyáspontja alacsonyabb legyen, mint a legalacsonyabb környezeti hőmérséklet. Jelentős szempont még, hogy a közeg olcsó és magas rendelkezésre állásával könnyen beszerezhető, utánpótolható legyen.

A közegek ábrázolhatók a telítési görbéjük meredeksége (ξ) és a kritikus hőmérséklet (T) segítségével. (1. diagram) Látható, hogy a víz negatív meredekségével és magas kritikus hőmérsékletével messze esik a szerves közegek halmazától. Ha

- $\xi < 0$, nedves közegről beszélünk. Ebbe a csoportba jellemzően az alacsony kritikus ponttal rendelkező közegek kerülnek. Erőművi körfolyamatban való használatukhoz azonban az alacsony kondenzációs nyomás szükséges, amit csak az R-32, R-41, R-125 és az R-143a teljesít. Újrahevítéssel vagy szuperkritikus ORC körfolyamathoz megfelelő munkaközegek.
- $\xi = 0$, a telítési görbe közeg függőleges, az R-134a, R-218, R-227ea, R-236fa, R-245fa, R290 megfelelő ORC közegek, mivel a turbinán az állapotváltozás entrópiánövekménnyel jár, tehát az garantáltan nem lép be a nedves mezőbe.
- $\xi > 0$, a közeg a közeg száraz tartományban expandál, túlhevítés nélkül használható anyagok az R600, R600a és az R601.



2. ábra. A munkaközegek ábrázolása a telítési görbe meredeksége és a kritikus hőmérséklet függvényében [4]

Számítások

Számításaink során egy gázmotor füstgázának hulladékhőjére illesztünk körfolyamatot és megvizsgáljuk, ez miként valósítható meg különböző szerves közegekkel. Kiszámítjuk továbbá, hogy a hagyományos Rankine-körfolyamatban az egyes hatásfoknövelő eljárások milyen hatással vannak a körfolyamati eredő hatásfokra. A szerves Rankine-körfolyamatba pedig beépítünk egy regenerátort is, hatásfoknövelés céljából.

A gázmotor paraméterei: $\dot{m} = 5,876$ kg/s, a gázmotorból kilépő hőmérséklet $T_{ki} = 435$ °C, ez az elgőzöltetőn keresztül a Rankine-körfolyamat közegét 400°C-ra melegíti fel, kilépő nyomása $p_{ki} = 1,013$ bar, valamint a turbina 100 kW teljesítményt ad le. A Rankine-körfolyamat paraméterei: $\dot{m} = 0,2$ kg/s, $\eta_{turbina} = 0,65$, a regenerátor hatásossága $\Phi = 0,8$. A számításokhoz felhasznált adatok az 1. táblázatban találhatók.

1. táblázat. A számítások során felhasznált kiindulási adatok

	p [bar]	t [°C]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg]	v [m³/kg]
1.	0,2	30	125,759	0,4305	0,001
2.	20	30	125,828	0,4035	0,001
3.	20	400	3248,2	7,129	0,152
4.	0,2	60	2349,6	7,129	6,807
4*	0,2	88,53	2664,1	8,0662	8,317

Hagyományos Rankine-körfolyamat

A hagyományos Rankine-körfolyamat hatásfoka izentropikus expanziót feltételezve az alábbi képletekkel számítható ki.

$$q_{be} = h_3 - h_2 = 3122,39 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{el} = w_{turb} = h_3 - h_4 = 896,61 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{sziv} = h_2 - h_1 = 0,068 \text{ kJ/kg}$$

$$\varepsilon = \frac{w_{sziv}}{w_{turb}} = 0,00008 = 0,008\%$$

$$\eta = \frac{w_{net}}{q_{be}} = \frac{w_{turb} - w_{sziv}}{q_{be}} = 28,78\%$$

Amennyiben a turbina veszteséget is figyelembe vesszük, a 4* pont adataival számolunk.

$$\eta_T = \frac{h_3 - h_{4*}}{h_3 - h_4} \rightarrow h_{4*} = h_3 - \eta_T \cdot (h_3 - h_4) = 2664,1 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_o = \frac{(h_3 - h_{4*})}{(h_3 - h_2)} = 18,7\%$$

A körfolyamat eredő hatásfoka:

$$\eta_{KE} = \eta_{HF} \cdot \eta_{cs} \cdot \eta_o \cdot \eta_{t,irr} \cdot \eta_{t+G,mech} \cdot \eta_{TR} \cdot \eta_G \cdot \eta_s$$

ahol

- η_{HF} a hőforrás hatásfoka, itt 0,8
- η_{cs} a csővezeték hatásfoka, itt 0,98
- η_o a körfolyamat hatásfoka, a fent kiszámított érték
- $\eta_{t,irr}$ a turbina irreverzibilis hatásfoka, veszteségmentes állapotban 1 (ideális eset), a valós expanzió esetén itt 0,65 (valós eset).
- $\eta_{t+G,mech}$ (a turbina) és generátor mechanikai hatásfoka, itt 0,985
- η_{TR} a transzformátor hatásfoka, itt 0,985
- η_G a generátor hatásfoka, itt 0,96.

Izentropikus expanzió esetén $\eta_{KE,ideális} = 21,01\%$, valós esetben (a turbina hatásfokát (0,65) is figyelembe véve) $\eta_{KE,valós} = 13,66\%$ lesz.

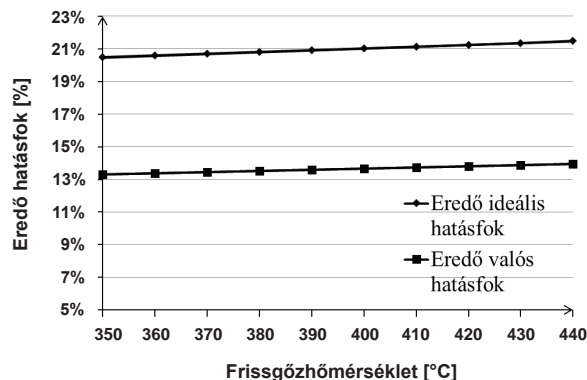
Különböző hatásfoknövelési eljárások használatával a hatásfok növelhető, azonban ezeknek határt szab a pótlólagos berendezések költségigénye valamint a hőforrás típusa. A 2. 3. 4. és 5. diagramon látható a hatásfok változása a frissgőzhőmérséklet, frissgőznyomás, kondenzátornyomás változásának függvényében, valamint újrahevítés esetén.

Megállapítható, hogy a frissgőzhőmérséklet növelésével az eredő hatásfok lineárisan változik, a két függvény meredeksége közel azonos, a szórásnégyzetük pedig megegyezik. Látható, hogy a frissgőzhőmérséklet növelése egy lehetséges opció a hőforrás rendelkezésre állásának és az elgőzöltető hatásosságának függvényében. Kérdéses azonban a hatásfoknövelési eljárás hatásossága, hogy a pótlólagos berendezések beépítésére befektetett tőke mennyi idő alatt térül meg, a beruházási költség milyen mértékű, megéri egyáltalán a beruházás.

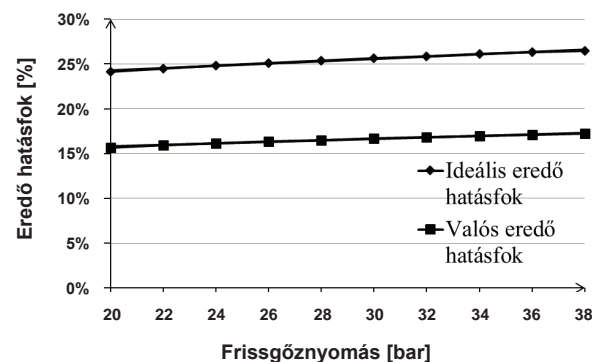
A frissgőznyomás növelése is egy, a mikroturbinák használata mellett megvalósítható hatásfoknövelési módszer, ami elsősorban a hőforrástól függ, valamint az anyagok szerkezeti stabilitásától.

Mikroturbinák esetén a kondenzátornyomás csökkentése megvalósítható, de nem a legjobb hatásfoknövelési módszer, ugyanis ekkor az entalpiaesésből származó terhelések csökkentésére a turbina kilépő keresztmetszetét növelni kellene.

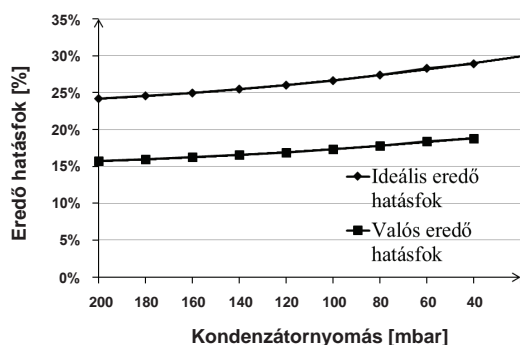
Az újrahevítés során számos pótlólagos berendezés beépítése szükséges a körfolyamatba, ezért kérdéses, hogy kis, kW-os nagyságrendű teljesítménytartományokban megéri-e egyáltalán ezen gondolkodni.



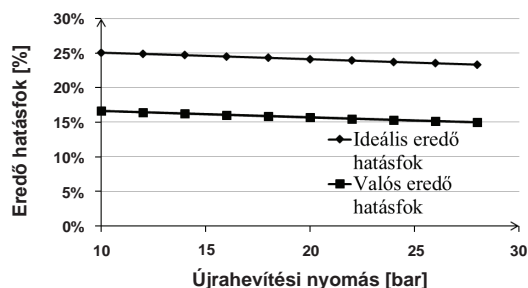
3. ábra. Az eredő hatásfok változása a frissgőzhőmérséklet függvényében



4. ábra. Az eredő hatásfok változása a frissgőznyomás függvényében



5. ábra. Az eredő hatásfok változása a frissgőz-hőmérséklet függvényében



6. ábra. Az eredő hatásfok változása az újrahevítési nyomás függvényében

Szerves Rankine-körfolyamat

Megvizsgálva az egyes közegek tulajdonságait, megállapíthatjuk, hogy ugyanolyan paraméterekkel, mint az előző esetben (1. táblázat), szerves közegekre nem illeszthető Rankine-körfolyamat, ugyanis gépészetileg megvalósíthatatlan állapotváltozásokra lenne szükségünk a működtetéséhez. Éppen ezért a közeg adottságaihoz kell illeszteni a körfolyamat hőmérséklet és nyomásértékeit. A feltételekhez két közeg bizonyult alkalmasnak, az ammónia és az R235fa kerül a továbbiakban vizsgálat alá. A körfolyamat kapcsolási rajza a 7. ábrán látható. Az új paraméterek a 2. táblázatban láthatók.

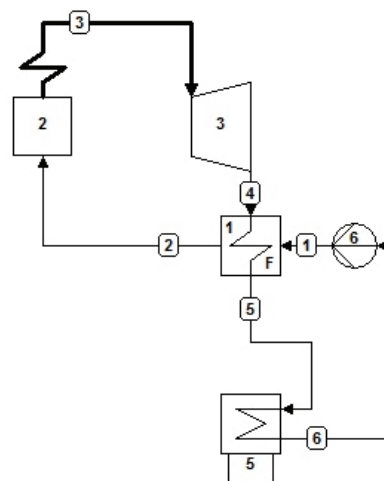
2. táblázat. A megvalósítható szerves Rankine-körfolyamat

	p [bar]	T [°C]	h [kJ/kg/K]	s [kJ/kg/K]
1	20	30	58,15	0,34
2	20	30	93,04	0,46
3	20	400	488,46	1,75
4	0,20	60	255,86	1,34
4*			488,46	
5	0,20	60	267,50	1,27
6	0,20	30	244,23	1,25

A számítások a hagyományos Rankine-körfolyamatban leírtakhoz hasonlóan zajlanak. A 3. táblázatban látható, hogy a csökkentett paraméterekkel víz-gőz körfolyamat esetén alacsonyabb hatásfokot kapunk, mint szerves közegek esetén.

3. táblázat. A szerves Rankine-körfolyamat hatásfokai csökkentett paraméterekkel

	Regenerátorral		Regenerátor nélkül	
	Ideális	Valós	Ideális	Valós
Vízgőz	8,66%	5,62%	8,24%	5,35%
Ammónia	18,61%	7,88%	17,43%	7,39%
R235fa	16,59%	8,37%	15,14%	7,64%



7. ábra. Az ORC körfolyamat kapcsolási rajza

Összehasonlítva az vizgőt, az ammóniát és az R245fa-t megállapíthatjuk, hogy az ORC körfolyamatban az alacsonyabb hőmérsékleti paraméterekkel rendelkező körfolyamat esetén a szerves közegek alkalmasabbak, a körfolyamat ammónia és R245fa esetén is megvalósítható, valós hatásfokuk regenerátor nélkül közel azonos, regenerátorral azonban az R245fa valós eredő hatásfoka majdnem 1%-kal jobb. A 10%-ot még így sem éri el egyik körfolyamat sem, azonban a kilépő hulladékhő további felhasználás hiányában elveszne, tehát ilyen paraméterekre egy ORC körfolyamat illesztése mindenképpen érdemes, ha ez gazdaságosan is megvalósítható.

Konklúzió

Záróképpen megállapíthatjuk, hogy amíg a hagyományos Rankine-körfolyamatban a munkaközeg vízgőz, amely nagy nyomás- és hőmérsékletértéken jól hatásfokú üzemet biztosít, alacsonyabb kezdeti entalpia esetén azonban a hatásfok nagymértékben csökken. Az eredmények azt igazolják, hogy a szerves Rankine-körfolyamat csak az alacsonyabb hőmérséklet tartományokban használható, de itt magasabb hatásfokkal, mint vízgőz munkaközeg alkalmazásával.

A szerves Rankine-körfolyamat a jövőben a decentralizált energia-termelést megvalósító kiserőművek fontos alkotója lehet, valamint hatásfok javítási céllal alkalmazható meglévő erőművek hulladékhőjének hasznosítására is, ezért érdemes lehet a jövőben ezzel alaposabban is foglalkozni.

Hivatkozásjegyzék

- [1] Quoilin, S.; Van Den Broek, M.; Declaye, S.; Dewallef, S.; Lemort, V.: Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems; Renewable and Sustainable Energy Reviews 22, p. 168–186.2013
- [2] Bundela PS, Chawla V.: Sustainable development through waste heat recovery. American Journal of Environmental Sciences, 2010
- [3] Környey T.: Termodinamika, 2007
- [4] Chen, H.: The Conversion of Low-Grade Heat into Power Using Supercritical Rankine Cycles, 2010

Irodalomjegyzék

- [1] Chen, H.: The Conversion of Low-Grade Heat into Power Using Supercritical Rankine Cycles, 2010
- [2] Quoilin, S.: Experimental Study and Modeling of a Low Temperature Rankine Cycle for Small Scale Cogeneration, 2007

A faelgázosítás gyakorlati alkalmazásának lehetőségei¹

Csitári Csaba

okleveles faipari mérnök, csaba.csitari@skk.nyme.hu

Kutatási munkám során azzal foglalkoztam, hogyan növelhető a kapcsolt energiatermelő rendszerek hatásossága fa elgázosítás alkalmazásával. Elkészült egy prototípus mely faipari hulladéknak decentralizált energiatermelési hasznosítását célozza meg.

*

I dealt with during my research on how a wood gasification, co-generation power generating system could increase their efficiency. In addition, I design a prototype unit in the proposal, which is supplied with energy wood factories, small villages and residential buildings capable of decentralized manner.

A fejlesztés és a kutatás során az volt a cél, hogy egy olyan kogenerációs rendszert fejlesszünk ki, amelynek a primerenergia forrása a faiparban keletkező tömörfa és különböző faalapú hulladékok. Ezen a területen kiemelkedően magas az alapanyagból származó hulladék aránya (akár 50%). Hulladékként való kezelése roppant pazarló, ezért az üzemek többsége hőenergiát állít elő különböző hőigényes technológiákhoz. A szükséges hőmennyiséget különböző típusú kazánokban termelik meg, azáltal hogy elégetik ezt a nagy fajlagos energiataralmú anyagot. A mai kazántechnológiák bár fejlettnak mondhatók, még mindig viszonylag nagy veszteséggel üzemeltethetők. Továbbá bizonyos faipari üzemekben nem alkalmaznak olyan hőigényes faipari technológiákat, ami megkövetelné a hulladék ilyen célú felhasználását. Ilyen esetekben a cégek a hulladékuk egy részéből az üzem és a kapcsolódó épületek fűtését oldják meg a fűtési időszakban, a többi hulladékot pedig áron alul értékesítik, ami a mai piaci helyzetben pazarlásnak tűnhet.

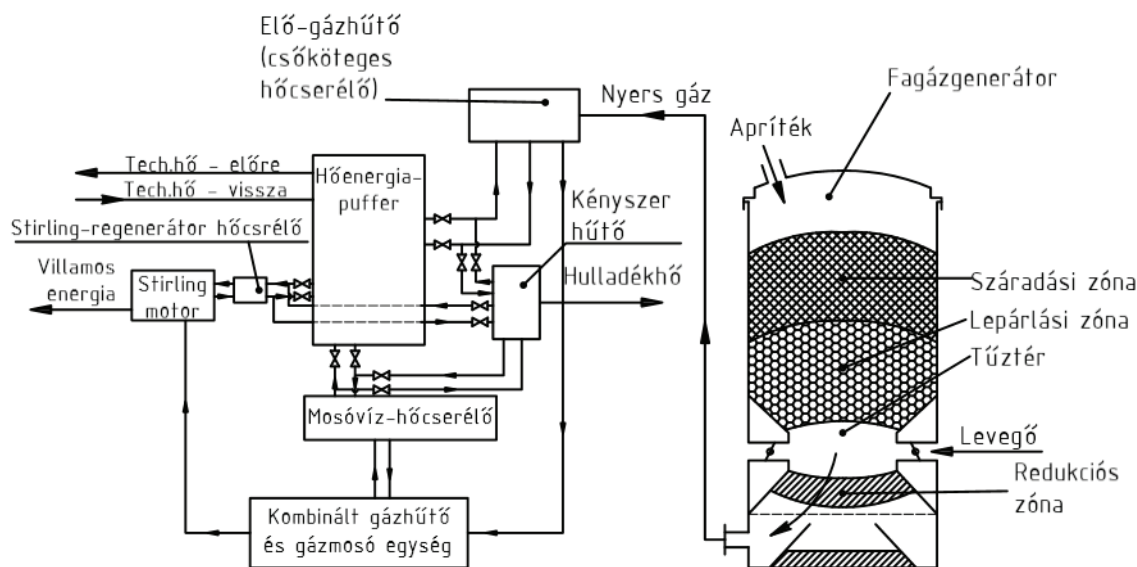
A fenti gondolatokból következik, hogy az év jelentős részében csak „termelődik” a hulladék, és nem kerül felhasználásra. Erre jelenthet megoldást, az általunk tervezett faelgázosításon alapuló, kogenerációs rendszer. Ez a fejlesztés lehetővé teszi, hogy folyamatos „hulladék ellátás” esetén villamos- és hőenergiát is termelhessünk.

A faelgázosítás elve

A fa, mint hőforrás felhasználása egyidős az emberiséggel. A fa termikus bomlásakor energiataralmának 1/3-át használjuk fel. 2/3-a elvész, távozik a füstgázzal. Ennek oka, hogy a fa pirolízisekor (száraz lepárlásakor) kb. 400-500 °C-ig jelentős mennyiségű éghető gáz (CO, H₂, CH₄) szabadul fel a faanyagból, ami a gyulladási hőmérsékleten (320 – 410 °C) meggyullad. Ebben az állapotban még léghiány van az égéstérben, így jelentős mennyiségű éghető gáz távozik a füstgázzal. A fagázgenerátor akkor a leghatékonyabb, ha a pirolízis légszegény vagy inert (nem oxidatív pl.: nitrogén) közegben megy végbe. A hőmérséklet további növelésével (800-1000 °C) és vízgőz jelenlétében a keletkező faszén is éghető gázzá válik és csak a hamualkotók maradnak vissza. Az fagázgenerátor egy olyan összetett rendszer, amely a pirolízis során az éghető gázoknak a hő vagy kémiai energiataralmát hasznosítja. A fa elgázosítása során éghető és nem éghető gázok keletkeznek. Az éghető gázok szolgáltatják az üzemanyagot a külső (Stirling – motor) – vagy belső égésű motorok meghajtásához.

Faelgázosító rendszer elemeinek fejlesztése és bemutatása

A kogenerációs rendszerek számos kialakításban léteznek. Ezek közös pontja, a primerenergia hordozót átalakító berendezés. A biomassza alapú rendszereknél minden esetben valamilyen speciális



1. ábra. Törpe kogenerációs rendszer felépítése

¹ A szerzőnek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

kazántípus. Hozzá kapcsolódhatnak különböző energiatermelő és elosztó egységek (hőcserélők; Stirling-motorok; gázmotorok stb.). Komplex rendszereknél további energia visszanyerő berendezéseket is találunk. Ilyenek például a Stirling-motor regenerátora, illetve a gázmotor hűtő berendezése. Az általunk fejlesztett kapcsolt energiatermelő berendezés működési elvét az 1. ábra szemlélteti.

Fagázreaktor és villamos energia termelő egység (Stirling-motor) főbb műszaki paramétereinek meghatározása

A faipari termelő egységek nagy mennyiségű tömörfa hulladéka és az agglomerált laptermékekből származó hulladék kiváló primer energiának tekinthető. Éppen ezért választottuk a kogenerációs, törpe erőművünk elsődleges energiahordozójának.

A fejlesztést segítette, hogy a 80-as évek végén már elkészült egy működő faelgázosító reaktor, Prof. Dr. Sitkei György vezetésével. Sajnos a részletes számítások hiányoztak, így a meglévő adatokból és a tervezők visszaemlékezéseiből következtettünk a gázgenerátor paramétereit befolyásoló tényezőkre.

Az első tesztekben egy d-240-es dízelmotort hajtottak meg fagázzal. A motor technikai paraméteriből megállapítható, hogy 1 óra üzemeltetéshez kb. 367 MJ energiára van szükség. A fagáz fajlagos energiatartalma 1/3-1/4-e a gázolajénak. Ennek oka, hogy a fagáz egy gázkeverék, amelynek az összetétele nagyban függ az alábbi paramétereiktől:

- Az alkalmazott faanyag.
- A faanyag nedvességtartalma.
- A frakcióméret.
- A fagázreaktor típusa.

Az általunk tervezett faelgázosító reaktor vegyes (tölgy, bükk, fenyő) tömörfa alapanyaggal működik, amelynél az alábbi gázösszetételt állapítottuk meg:

1. táblázat. A fagáz %-os összetétele

Fagáz %-os összetétele	
Nitrogén (N ₂)	48,9
Oxigén (O ₂)	0,6
Széndioxid (CO ₂)	5,5
Szénmonoxid (CO)	27,0
Hidrogén (H)	14,0
Metán (CH ₄)	3,0
Kátrány és egyéb anyagok	1,0

A korábbi eszköz tanulmányozásából és a visszaemlékezésekből az alábbi tapasztalatokat vontuk le az új reaktor tervezéséhez:

- A konstrukció elvi felépítése megmarad, tehát egy dupla garatú, alsó leáramlású reaktor kerül kialakításra.
- A rendszert úgy alakítottuk ki, hogy egy Stirling-motor kerül beépítésre. Ennek segítségével a gáztisztítási művelet egyes részei elhagyhatóvá válnak.
- A szívott rendszer helyett, egy nyomott rendszer kerül kialakításra, ami a korábbi manuális szelep elé lett beépítve. A levegő betáplálást egy szabályozható ventilátor végzi, a manuális szelep pedig a finom beállításért felelős.
- A fix rostély helyett egy mozgatható rostély-bolygató szerkezet került kialakításra, aminek a feladata a szénágy megfelelő szerkezetének fenntartása.
- A reaktor biztonságos működése végett robbanó felületeket alakítottunk ki.

Az új fejlesztésű fagázreaktornak első lépésben meg kellett határozni a teljesítményét. Mivel egy külső égésű hőerőgéphez kapcsoltuk a fagázreaktor, ezért először a Stirling-motornak kellett kiszámolni az elméleti teljesítményét és a hatásfokát. A Stirling-motor teljesítménye 0,9 kW lett a számítások alapján. A motor hatásfoka a Carnot-körfolyamat szerint került meghatározásra, amely szerint:

$$\eta_m = 1 - \frac{T_E}{T_C} = 0,43 \quad (1)$$

ahol:

- η_m , a Stirling-motor hatásfoka
- T_E , tágulási tér gázhőmérséklete [K]
- T_C , sűrítési tér gázhőmérséklete [K]

Ennek ismeretében számoltuk ki a szükséges teljesítményt, ami 2,1 kW lett. Ez csak a motor működtetéséhez szükséges teljesítmény. További veszteségek lépnek a gázhűtőkben és a kapcsolódó csővezetékben. Ezek az eszközök szigetelt kivitelben készülnek, de az előzetes számítások alapján az ún. gázelőkészítő egység hatásfoka 70% körül alakul. A veszteségek egy része a rendszer szigetetlen pontjain jelenik meg (szelepek, szerelvények stb.) egy másik, jelentős része pedig az áramlási veszteségekből adódik. Az így módosított teljesítmény szükséglet 3,0 kW. A szükséges teljesítmény meghatározásához további korrekciókat kellett elvégezni:

- Figyelembe kellett venni az apríték méretszórását.
- Fontos, hogy a nedvességtartalmi eltérésekből származó hatásfok csökkenést is számításba vegyünk.

A fentiek szempontok alapján a teljesítmény szükséglet 4,5-5 kW-ra módosult. A berendezést úgy terveztük meg, hogy két óra folyamatos üzemnyi aprítékkal rendelkezzen.

Ezt a követelményt az alábbi feltételek teszik szükségessé:

- A fagázreaktor stabil üzemeléséhez a begyűjtéstől számítva 10-15 percnél kell elteltie.
- A rendszer hőcserélőinek a folyamatos és egyenletes vízkezeléséhez 10-15 percre van szükség (gyakorlati tapasztalat).
- A stabil termodinamikai folyamatokról a reaktor indításától kb. 30 perc múlva beszélhetünk. Ekkorra már beállítottuk a levegőmennyiségeket és a gázsebességeket a reaktorban.

A fagázreaktor

Ez a fagázreaktor típus képes nagy tisztaságú fagáz előállítására, amely úgy történik, hogy a lepárlási (desztillációs) zónában keletkező termékek (szén, könnyű gázok, kátrány, savak) egy izzó szénágyon keresztül (ami a fenti szénből származik) áthaladva tovább bomlanak éghető gázokká. Mindez oxidálószer jelenlétében megy végbe, ami ebben az esetben levegő. A hőmérséklettől és a forró zónában eltöltött időtől függ a kátrány gőzök elbomlása. Minél tovább van a légszegény (redukciós) zónában, annál alacsonyabb lesz a kátránytartalma a szintézisgáznak. Az itt töltött idő növekedésével pedig nő az éghető gázok mennyisége. Az alkalmazott fagázreaktor egyszerű kialakítású, megbízható konstrukció. A reaktorban magas az elszénesezési arány, amely a reakció fenntartásához nélkülözhetetlen. Kezdetben szükség van külső energiaforrásra, de később önfenntartóvá válik a rendszer. Pozitív tulajdonsága, hogy nem érzékeny a fa hulladék minőségére és az alakjára. Hátrányai között kell említeni a csőszerű kialakításból származó robbanásveszélyt.

További problémaként a szintézis gázban lévő vízgőz relatívan magas aránya is befolyásolja a reakció hatékonyságát. Fontos kérdés a fagázban található kátrányfrakciók tovább bontása magasabb hőmérsékleten. Igaz, ez közvetlen elégetéssel nem okoz problémát üzemeltetési szempontból.

A törpe kogenerációs erőmű működése

Az 1. ábra alapján szembevetjük, hogy egy ilyen kisméretű rendszer is mennyi elemből épül fel. Ezért célszerű a működését tisztázni, hiszen a külső szemlélő számára sokszor egy bonyolult, összetett rendszer képe jelenik meg.

Első lépésben fel kell tölteni a reaktort faaprítékkal. Célszerűen a későbbi eszközöknél ki kell alakítani egy folyamatos apríték adagolási lehetőséget, hiszen egy stabil energiatermelő egység nem lehet szakaszos üzemű. A reaktorban a begyűjtést követően megindul a gázosodási folyamat. Az intenzitást a levegő mennyisége határozza meg. Ha a reaktor eléri a stabil üzemet, akkor a gázt be lehet vezetni a rendszerbe. A gáznemesítési eljárás első állomása, a csökköteges hőcserélő berendezés, melynek a feladat a gáz lehűtése 100 °C alá. Fontos megjegyezni, hogy itt történik az első jelentős hőcserélés. Az itt kivont hőmennyiség a hőtároló pufferbe érkezik. A gáznemesítés második lépése, hogy a lehűtött gáz áthalad egy vizes rendszerű kombinált gázmosó egységen. Ezen a ponton a szilárd és a gázfrakciót távolítjuk el a gázból. A folyamat közben megtörténi a másodlagos hőcserélés. Az elvont hőmennyiség a központi pufferba jut. A fagáz útja innen a Stirling-motor gázégőjébe vezet, ahol direkt elégetéssel melegítjük a motor forrópontját. Működési elvből adódóan a termikus energiának a 43%-át alakítja át mozgási energiává. A motorunk reduktor egységében pedig megtörténi a harmadik hővisszanyerési lépcső. Az itt elvont hőenergia is a puffer tartály melegítésére fordítódik. Ez a rendszer

egyik passzív, de nagyon fontos eleme, hiszen a szükséges technológia, illetve az egyéb hőenergia igényt a fenti egység elégíti ki. A rendszer ábrán látható egy kényszer – hűtő berendezés. Erre akkor van szükség, ha a keletkező hőt nem tudjuk hasznosítani. Ekkor a szabadba bocsájítjuk. Ez a lehető legrosszabb eljárás, de az ilyen rendszereknél sajnos be kell építeni ezt a „biztonsági” megoldást. Ma már a trigenerációs rendszerek jó hatásfokkal hasznosítják ezt a „hulladékhőt”, azáltal, hogy hűtési feladatokra használják fel.

Összefoglalás

A kísérleti rendszer 3 év fejlesztésének és munkájának részleges eredménye. A fejlesztés új vonalakon tovább folytatódik. A közeljövőben kialakításra kerül a villamos generátor és a hozzá kapcsolódó mérőegység. Beépítésre kerül egy komplex adatgyűjtő rendszer. Feladata lesz a reaktor belső hőmérséklet változásainak detektálása. Terveink között szerepel a gázsebesség mérése, hiszen a sebesség változásokból meg tudjuk állapítani a rendszer elemeinek az áramlási ellenállását. Utolsó lépés a rendszer teljes szabályozásának kialakítása. A bemutatott rendszerek esetlegesen szabadalmi kérdéseket érintenek, így a szerkezetek és a számítások teljes részletezésétől eltekintettünk.

Irodalom

- [1] FAO FORESTRY DEPARTMENT: Mechanical Wood Products Branch-Wood gas as engine fuel, Food and agriculture organization of the united nations. USA-Washington, 1986.
- [2] Basu P.: Biomass Gasification and Pyrolysis. Elsevier, 2010.
- [3] Walker, J.: Stirling Engines. Oxford Univ. Press, 1980.
- [4] Sári J.: Fagázgenerátorban keletkező fagáz felhasználása, saját tervezésű hőlégmotor alkalmazásával. Szakdolgozat, NYME-FMK, 2013.

Alternatív energiatermelés avagy napjaink aranycsinálói

2014. február 22-én került sorra a BME Fizika Intézetének szervezésében a 11. Budapesti Szkeptikus Konferencia. A konferencia védnöke Pálincás József, az MTA elnöke volt. A konferencia megszervezéséért köszönet illeti a szervezőket, különösen Hürtlein Károlyt, aki fáradhatatlanul dolgozik a fizika megszerettetésén (Brutális Fizika sorozat) és folyamatosan küzd az áltudományos ismeretek ellen (<http://szkeptikus.bme.hu/>). A február 22-i konferencia egyik témája az ún. kavitációs kazán volt. A szkeptikus honlapon részletes információkat találunk úgymond a szerkezet működéséről és részletes kritikai bemutatását annak, hogyan csapják be a gyanútlan partnereket ezeknek a szerkezeteknek a gyártói. Elgondolkodtató, hogy egy alapszintű, biztos fizikai ismeretek birtokában lévő ember számára nyilvánvaló „blöddli” szerkezet több változatban is felbukkanhat. Egy ilyen szerkezet a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék laboratóriumát is megjárta. Természetesen a mérések során kiderült, hogy semmi nem igaz a feltalálók állításából, sőt az is, hogy a háromfázisú villanymotor teljesítmény mérését nem pontosan ismerik. (http://hu.wikipedia.org/wiki/Háromfázisú_váltakozó_áramú_teljesítmény_mérése). A hálózathoz való csatlakozás felvett teljesítmény számításából ($P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$) a négyzetgyök hárommal sehogy sem tudtak megbarátkozni, ez éppen azt jelenti, hogy mintegy 70%-kal kevesebbnek tarthatjuk a hálózathoz való csatlakozás felvett teljesítményt! Az már csak jellemző adalék, hogy a mérésekért megállapított térítéssel a mai napig adósaink.

Nem a kavitációs kazán az egyetlen „bölcsek köve” típusú szerkezet. A szomorú helyzet az, ahogy én látom, hogy napjainkban az energetika lett az aranycsinálók és a „bölcsek kövét” kereső sarlatánok működésének területe. Valós társadalmi igényt (környezetet nem károsító, hatékonyon működtethető berendezések stb.) használnak ki egyesek arra, hogy délibábos ígéretekkel üzleti eredményeket érjenek el. Elszomorító, hogy egyes szerkezetek még pályázati támogatásban is részesülnek. Az energetikával hivatásszerűen foglalkozó szakemberek nem mehetnek el szó nélkül e jelenségek mellett. A helyzet az, hogy a „bölcsek köve” típusú szerkezetekkel foglalkozók rendre megtalálják azokat a média felületeket, ahol cáfolat nélkül terjeszthetik nézeteiket. Az újságírók egy része felkészületlen, félrevezethető, a szenzáció tálalásával elérhető siker óvatlanná teszi a szerkesztőségeket. Arra való hivatkozást, hogy a technika fejlődésében korábban számos mára bevett technológia neveltség és elutasítás tárgya volt, tévesnek tartom, hiszen a mai vizsgálati módszereink, ismereteink nem összehasonlíthatók akár csak a néhány évtizeddel ezelőtti lehetőségekkel vagy a még régebbiekkel. Közös a felelősségünk, hogy mi az energetikával foglalkozó szakemberek tekintsük feladatunknak, hogy az „arany csinálók” és a „bölcsek kövének” keresői kiszoruljanak az energetika területéről!

Dr. Gróf Gyula

Természeti erőforrások a felsőoktatásban és szemléletformálásban¹

Dr. Csete Mária

okl. műszaki menedzser, csete@eik.bme.hu

Péterné Dr. Baranyi Rita

okl. biomérnök, baranyi@eik.bme.hu

This paper introduces the interrelations among environmental resources and awareness raising in relation to higher education. The analyses is based on two different approach: environmental resources in higher education processes (education, research, publication); using of environmental resources in higher education operation processes. The examination of environmental resources considering higher education plays pivotal role in the practical implementation of sustainability.

Jelen tanulmány a természeti erőforrások témakörnek a felsőoktatáshoz és szemléletformáláshoz fűződő viszonyát vizsgálja. Első lépésben stratégiai dokumentumok alapján kerül feltárássra, hogy miképp jelenik meg az igény arra vonatkozóan, hogy a szemléletformálási folyamatokba épüljenek be természeti erőforrásokkal kapcsolatos információk. Röviden bemutatjuk a szemléletformálási mixet (6M), vagyis azt, hogy milyen céljai, érdekelt felei, eszközei és csatornái lehetnek a szemléletformálásnak.

Második lépésként a természeti erőforrások témakör felsőoktatási tananyagba történő integrációjának fontossága és lehetséges módjainak áttekintése kerül görcsö alá, majd gyakorlati példán keresztül ismertetjük a megvalósíthatóságot.

Cikkünk a felsőoktatási intézmények természeti erőforrás használatának rövid tárgyalásával zárul. Az elemzés célja, hogy felhívjuk a figyelmet arra, hogy a felsőoktatásnak milyen komoly szerepe, felelőssége, de egyben lehetősége is van a fiatal generáció környezettudatosabbá válásának szemléletformálási folyamatában, mely fontos szerepet játszik a fenntarthatóság felé való átmenet megvalósításában. Továbbá fontos észrevenni, hogy nem elegendő a természeti erőforrások témakörének tananyagba történő átültetése, illetve megjelenítése, hanem fontos a további szemléletformálás és példamutatás (a hallgatóság aktív bevonása, tudatos, takarékos működésre való törekvés stb.).

„Természeti erőforrások” a szemléletformálásban

Az elmúlt évek tendenciájaként értelmezhető az a tény, hogy a szemléletformálás a különböző szakterületekhez és ágazatokhoz tartozó nemzetközi és hazai szintű stratégiai dokumentumok egyik meghatározó, kulcselemként jelenik meg. Ezt indokolja annak az összefüggésnek a felismerése, miszerint a dokumentumokban rögzített cselekvési irányok és célok gyakorlati megvalósulásához elengedhetetlen az érintett érdekcsoportok (stakeholderek) bevonása, együttműködése. Ez a fajta partnerség viszont megköveteli az érintett feleknek az adott témában történő jártasságát és informáltságát, mely magával vonzza a szemléletformálás igényét is.

Stratégiai dokumentumok elemzése alapján kijelenthető, hogy a szemléletformáláson belül megjelenik a kifejezetten a „természeti erőforrások” témaköréhez kapcsolódó szemléletformálás igénye is, melyet számos uniós és hazai szakterületi stratégiai dokumentum előírnyoz (mint például: COM (2011) 571: A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, a Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az erőforrás- hatékony Európa megvalósításának ütemterve [1]; COM (2010) 2020 végleges: A Bizottság közleménye EURÓPA 2020. Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája [2]; OECD [2012]: OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction [3]; Nemzeti Vidékstratégia 2012-2020 (VM, 2012) [4]; Országos Fejlesztési

és Területfejlesztési Konceptió (NGM-NTH, 2012) [5]; Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia 2011-2020 (VM, 2011) [6]; Nemzeti Fenntartható Fejlesztési Keretstratégia 2012-2024 (NFFT, 2012) [7]; Nemzeti Energiastratégia 2030 (NFM, 2012) [8]).

Az eredményes szemléletformálás érdekében viszont minden esetben szükség van az érintett felek, a szükséges információk, az információáramlást segítő eszközök és információs csatornák meghatározására, és az adott célnak leginkább megfelelő szemléletformálási mix kialakítására. Az általunk javasolt mix esetén az alábbi kérdések megválaszolása szükséges:

6M:

- **Miért?** - Mi a célja a szemléletformálásnak, miért szükséges?
- **Mely érdekelt felektől?** – Kik felelősek a kommunikációért?
- **Mely érdekelt feleknek?** – Ki a célcsoportja a kommunikációnak?
- **Mit?** – Milyen információt kommunikálnak, ehhez milyen adatok szükségesek?
- **Mivel?** – Milyen eszközökkel lehetséges/eredményes a kommunikáció?
- **Mily módon?** – Milyen kommunikációs csatornákon keresztül lehetséges/eredményes a kommunikáció?

Állítunk igazolásaként emeljük ki csak egyet napjaink egyik legaktuálisabb és legsürgetőbb problémájának, a klímaváltozásnak a megoldására irányuló stratégiai dokumentumok közül, a készülő félben lévő új Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia(tervezet)et (NÉS-2) [9]. Ez a stratégia(tervezet) a klímaváltozási dokumentumok körében újat hoz abban a tekintetben, hogy nemcsak a dekarbonizációt és az alkalmazkodást tárgyalja részletesen, hanem a Hazai Dekarbonizációs Útitervezet és Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia részek mellett kiemelt szerepet kap a Szemléletformálás és Partnerség területe is (a Horizontális eszközök témakörön belül a „K+F+I” mellett), melyben számos cselekvési irányt jelenít meg. A cselekvési irányok több érdekelt felet érintenek, és a különböző csoportok esetén specializált információ igényt figyelembe vevő szemléletformálási eszközök és kommunikációs csatornák alkalmazását is előírnyozzák.

Az elméletben leírtaknak a gyakorlatban történő megvalósulásának szemléltetése érdekében az 1. táblázat a NÉS-2 Szemléletformálás és Partnerség részének tervezett cselekvési irányjaiban szereplő információkat mutatja be példák szintjén az általunk kidolgozott szemléletformálási mix „6M” logikája alapján.

A táblázatból (1. táblázat) kitűnik, hogy az egyes cselekvési irányok esetén minden esetben jól definiált a célterület, a célcsoport és az információ, valamint az információközlésre alkalmas csatorna, ezzel szemben nem minden esetben került külön meghatározásra az, hogy ki a felelős érdekelt fél, továbbá az sem, hogy mi lehet a konkrét kommunikációs eszköz. Ez viszont nem értelmezhető a stratégia(tervezet) hibájaként, hiszen az elemzett szint cselekvési irány, melyből a stratégia elfogadása után nyílik lehetőség konkrét célok és előirányzatok megfogalmazására, melyeknek már tartalmazniuk kell a hiányzó részeket is [10].

Az elemzésből egyértelműen kitűnik, hogy az oktatásban a fenntarthatósági szempontok megjelenése szükségszerű, továbbá, hogy ezen információk alkalmazásának gyakorlatba történő átültetéséhez elengedhetetlen a kormányzat, a pedagógusképző intézmények pedagógusok és felsőoktatási oktatók bevonása, új kerettervek és oktatási anyagok kidolgozása, új módszertani ismeretek elsajátítása, tanítása és alkalmazása. Ennek tükrében cikkünk további részében a felsőoktatás szerepkörét emeljük ki, és tárgyaljuk részletesen.

¹ A szerzőknek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

1. táblázat. Szemléletformálási mix a gyakorlatban – NÉS-2 tervezet
Szemléletformálás és Partnerség cselekvési irányainak elemzése részlet

Mely érdekelt felektől? – Kik felelősek a kommunikációért?	Mely érdekelt feleknek? – Ki a célcsoportja a kommunikációnak?	Mit? – Milyen információt kommunikálnak, ehhez milyen adatok szükségesek?	Mivel? – Milyen eszközökkel lehetséges/eredményes a kommunikáció?	Milyen módon? – Milyen kommunikációs csatornán keresztül lehetséges/eredményes a kommunikáció?
Tématerület: Partnerség a médiával				
Miért? - Mi a célja a szemléletformálásnak, miért szükséges? Az éghajlatváltozás, fenntarthatóság kérdései megalapozott módon, tudományos igényességgel jelenjenek meg egyre nagyobb arányban a hírfolyamban				
Nincs meghatározva	Újságírók, média-szereplők, műsorkészítők Társadalom tagjai	Fenntarthatósággal és éghajlatvédelemmel kapcsolatos információk	Nincs meghatározva	Internetes közösségi média, Célcsoportok bevonása, Műsorkészítők képzése
Tématerület: Szemléletformálás és gyakorlati cselekvésre nevelés az oktatásban				
Miért? - Mi a célja a szemléletformálásnak, miért szükséges? Az emberiség okozta ökológiai válság gazdasági és társadalmi oldalának megemlékezése szemléletformálás és oktatás által, Az oktatás és nevelés minden szintjén alapértékké kell tenni a fenntarthatósági szemléletet				
Kormányzat, Pedagógus képzési intézmények, Pedagógusok, felsőoktatási oktatók	Köznevelésben, közoktatásban, felsőoktatásban részt vevő hallgatók, pedagógusok	Fenntarthatósággal és éghajlatvédelemmel kapcsolatos információk	Tananyag, Kerettanterv, éghajlatváltozással, fenntarthatósággal, szemléletformálás módszertanával kapcsolatos ismeretek, új tanulásmódszertani eljárások, technikák	Köznevelés, Közoktatás, felsőoktatás, anyagai, nevelőmunka, helyi a természet és klímavédelmi tevékenységek

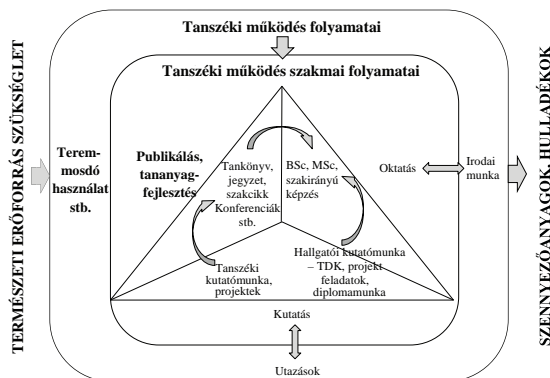
(forrás: saját szerkesztés)

„Természeti erőforrások” a felsőoktatási tananyagban

A természeti erőforrásoknak a felsőoktatásban történő megjelenése és tárgyalása igen változatos képet mutat. Ennek okai a képzés profiljában keresendők. Míg egyes képzések törzstananyagát képezi a természeti erőforrások tárgyalása (pl. földrajz tanár, biomérnök, környezetmérnök, biológus, geológus, erdőmérnök stb. képzések), addig más szakokon csak részben foglalkoznak a témával (pl. nyelvtanár, közgazdász, jogász stb.). A tantárgyak természeti erőforrásokkal való kapcsolata is színes skálát mutat. Vannak tárgyak, amiknek elsődleges célja a természeti erőforrásokkal kapcsolatos ismeretek átadása (pl. Állattani és növénytani-, Talajtani és éghajlattani-, Biogeográfiai és ökológiai alapismeretek, Természetvédelem, Környezeti kémia, Erdőismeret, Víztan, Földtani ismeretek stb.), mások viszont csak érintőlegesen foglalkoznak a témával (pl. Környezetgazdaságtan, Környezetmenedzsment). Még azok a tárgyak sem nevezhetők egységesnek, melyek elsődleges célja az erőforrások tárgyalása. Vannak, melyek egy-egy erőforrással foglalkoznak, és vizsgálják az adott erőforrást számos szempontból (pl. Közjóléti erdőgazdálkodás tervezése és menedzsmentje, Levegő és vízvédelem, Vadgazdálkodás és halgazdálkodás védett területeken), de vannak olyanok is, melyek több erőforrással foglalkoznak egyszerre, és egy adott szempontból vizsgálják azokat (pl. Energiagazdálkodás; Energiatermelés hagyományos és új módszerei; Bioenergia, megújuló nyersanyagok, zöld kémia, Ökoenergetika stb.) [11].

Jelen tanulmányunk nem célja a teljes hazai felsőoktatás természeti erőforrásokkal való viszonyának feltárása, hanem egy gyakorlati példán keresztül kívánja bemutatni a vizsgált témakör fontosságát. Ezért a továbbiakban egy szűkebb témakört – a természeti erőforrások témakörnek a BME Környezetgazdaságtan Tanszék (továbbiakban: Tanszék) felsőoktatási

si tevékenységében történő megjelenését – tárgyaljuk részletesen az erre irányuló gyakorlati kutatás eredményeinek felhasználásával. A témakör vonatkozásában külön vizsgáljuk a természeti erőforrások megjelenését a tanszék fizikai működésében és szakmai tevékenységében, ahogy azt összefoglaló módon az 1. ábra is szemlélteti.



1. ábra. A BME Környezetgazdaságtan Tanszékének működési folyamatai (forrás: saját szerkesztés)

„Természeti erőforrások” a BME Környezetgazdaságtan Tanszék tananyagában

Tantárgyak - témák

A BME Környezetgazdaságtan Tanszék a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Karán (GTK) működik. 25 éve veszünk részt a mérnök karok, majd később a GTK oktatásában. Oktatási tevékenységünk három fő részre osztható: alapképzés (BSc) mesterképzés (MSc, MA képzés), szakirányú továbbképzés. Ez utóbbi kettőben a Tanszék önálló szakkal rendelkezik (Regionális és környezeti gazdaságtan MSc, Környezet és terülefejlesztési menedzser felsőfokú szakirányú továbbképzési szak), így gesztor tanszékként még nagyobb lehetőség nyílik a hallgatókkal való szoros kapcsolattartásra, együttműködésre és a szemléletformálásra.

Tárgyaink – melyek kötelezőek egyes szakirányokon és választhatóak az egész egyetem hallgatói számára (magyar és angol nyelven) – elsődleges célja a környezet-gazdaság témakör komplex tárgyalása, ismeretek nyújtása. Tárgyaink (közel 300 tantárgy) tananyaga az alábbi fő tématerületekre épül: Környezetgazdaságtan; Regionális gazdaságtan, térségi gazdaságfejlesztés, lokális fenntarthatóság; Környezetmenedzsment, Környezeti marketing; Erőforrás-, energiagazdálkodás; Ágazati fenntarthatóság, Környezeti stratégiák; Környezetértékelés és kockázatkezelés; Hulladék-gazdálkodás.

Tanszékünk az említett tématerületek miatt speciális helyzetben van a természeti erőforrások tárgyalása terén. Elmondható ugyanis, hogy minden egyes tárgyunk foglalkozik különböző természeti erőforrásokkal. A természeti erőforrások tananyagban történő megjelenését tanszéki kutatás keretében végeztük el az oktatók bevonásával. Vizsgálatunk célja volt annak feltárása, hogy az adott tárgyban megjelennek-e természeti erőforrások, ha igen, melyek azok, illetve elemeztük, hogy az adott természeti erőforrások közül van-e hangsúlyosan tárgyalt erőforrás az adott tananyagban. A vizsgálat céljának elérése érdekében vizsgáltuk az oktatott tananyag tartalmát és célját, valamint az alkalmazott módszertant. Kutatásunk eredményeit (részlet) táblázatos formában ismertetjük (2. táblázat).

Az elemzésből kitűnik, hogy márcsak a vizsgált Tanszék oktatási-kutatási profiljából adódóan is minden tantárgy (témakör) érinti a természeti erőforrások témakörét. Egyes tárgyterületek az adott tantárgy céljához kötődően hangsúlyosan, más területek egy-egy adott témakör kapcsán dominánsan, míg megint más területek csak érintőlegesen foglalkoznak az erőforrásokkal. Az, hogy az adott tantárgy melyik forrásokat és milyen módszertan segítségével tárgyalja – illetve, hogy azok közül is van-e hangsúlyosan tárgyalt erőforrás –, függ a tantárgy céljától.

2. táblázat. Természeti erőforrások megjelenése a BME Környezetgazdaságtan Tanszék tananyagában (részlet)

Erőforrások megjelenése	Erőforrások típusa	Hangsúlyosan tárgyalt erőforrások
<p align="center">Környezetgazdaságtan, -menedzsment, marketing témakör – kötelező és választható tárgyak</p> <p>Megközelítés, módszertan: A tárgyak célja környezetgazdaságtani, -menedzsment és -marketing ismeretek nyújtása, az externáliák ismertetése és az internalizálási lehetőségek tárgyalása (makro és mikro szint). Ezek a témakörök szorosan összefüggenek a természeti erőforrásokkal történő gazdálkodással. Módszertanok között szerepel: közgazdaságtani függvények, környezetgazdaságtani módszertanok, anyagáram-elemzések, hatáserőtelítő egyéb módszerek, SWOT elemzés, teljesítményértékelési módszerek, auditálás stb.</p>		
Érintőlegesen	Anyag- és energiaforrások (mint a gazd-i tevékenységek inputja), a természeti erőforrások szennyezése (mint a gazd-i tevékenységek outputja)	
<p align="center">Regionális gazdaságtan, térségi gazdaságfejlesztés, lokális fenntarthatóság témakör – kötelező és választható tárgyak</p> <p>Megközelítés, módszertan: A tárgyak több témakörben érintik a természeti erőforrásokat: pl. mint a regionális gazdasági növekedés tényezőjét; a gazdasági növekedés vs. fejlődés tárgyalása kapcsán, a gazdasági növekedés endogén tényezői között; a természeti erőforrások kiemelt szerepe a lokális fenntarthatósági programokban stb. Módszertanok között szerepel: input-output elemzés, számbavétel, audit stb.</p>		
Az egyes témakörökhöz kapcsolódva hangsúlyosan	Reg. gazd témakörben: Táj (domborzat, földfelszín), termőföld, éghajlat (időjárás), vizek, ásványkincsek, energiahordozók, levegő; Térségi gazd, lok. fenntarthatóság: Flóra, fauna, víz, talaj, levegő, ásványkincsek, energiahordozók, termőföld	Reg gazd témakörben: Termőföld (telephelyelméletek evolúciós rendje miatt)
<p align="center">Erőforrás-, energiagazdálkodás témakör – kötelező és választható tárgyak (angolul is)</p> <p>Megközelítés, módszertan: A tárgyak a természeti erőforrásokkal foglalkoznak, energia-hordozók és környezetszennyezés szemszögéből (szűkösség, kitermelés, felhasználás, szennyezés, alternatívák stb.), bemutatva az erőforrások időbeli változását és a gazdálkodási sajátosságokat is. Módszertanok között szerepel: gazdaságtani, „policy” és technológiai szemszögű megközelítések, módszerek.</p>		
Célokhoz kötődően hangsúlyosan	Energiahordozók (kőolaj, földgáz, szén, metán, hidrogén, szél-, víz-, geotermikus-, napenergia, biomassza, hasadóanyag)	Kőolaj, biomassza

(forrás: saját szerkesztés)

Zöld diploma koncepció

Az oktatás terén a tágabb körű szemléletformálás jegyében Tanszékünk kidolgozta, és gyakorlatba ültette a „Zöld Diploma” koncepciót, melynek elsődleges célja a hallgatók ösztönzése a fenntarthatóságot, környezet-, erőforrás-, regionális gazdaságtan és menedzsment (stb.) tématerületeket felölelő tantárgyak hallgatására. Az elmúlt évek tapasztalata mutatja, hogy sikeres a koncepció, mert a különböző karok hallgatói elégedettek azzal, hogy a jelen kor környezeti vonatkozású kérdéseinek aktuális kihívásaival és azok megoldási lehetőségeivel találkozhatnak a választott tématerületeken belül. A visszajelzéseikből az is kiderül, hogy az öt „zöld” (környezetgazdaságtan tanszéki) tantárgy hallgatásáról kiállított „Zöld Diploma” az eddigi visszajelzések alapján nemcsak a tudásanyagot segíti a hallgatóságot a munkaerőpiacon történő elhelyezkedésben, hanem a munkáltatói oldalon is értéket képvisel.

„Természeti erőforrások” a BME Környezetgazdaságtan Tanszék kutatási és publikációs tevékenységében

A Tanszék szakmai tevékenysége és szemléletformáló hatása nem korlátozódik az oktatási tevékenységre, hanem egyaránt kiterjed a kutatásra és a szakmai eredmények publikálására. Ezért a természeti erőforrások megjelenésének vizsgálatakor ezt a két területet is bevtuk elemzésünkbe.

A tanszéki kutatómunka többféleképpen is csoportosítható, jelen értekezésben a kutatást végző személy alapján közelítünk. E szerint beszélhetünk oktatói és hallgatói kutatásokról egyaránt. Tanszékünkön mindkét csoport kutatómunkája igen széleskörű, az elmúlt években az oktatók számos hazai és nemzetközi kutatási projektben vettek részt, illetve ugyanekkor számos hallgató (kutató)munkáját segítették konzulensként is a projektfeladatok, diplomamunkák és Tudományos Diákköri (TDK) munkák esetében. Mindkét terület kutatásai hangsúlyos vagy érintőleges módon kapcsolatban állnak a természeti erőforrásokkal.

Oktatói kutatások

Tanszékünk munkatársai egyéni tudományos kutatásokat végeznek saját szakterületükön, illetve tanszékünk évek óta aktívan részt vesz mind konzorciumi tagként, mind megbízóként különböző kutatásokban, melyek témájuknál fogva érintik a természeti erőforrásokat. Példaként említenénk a tanszékünkön jelenleg is futó, cikkünk témája szempontjából releváns legkiemelkedőbb projekteket (a lezárult projektekről és a felsorolt projektekről további részletek találhatóak honlapunkon [12]):

- DANTE (Developing Audit guidelines for Training and Education) (A projekt célja: A projektet intézményünk azért hívta életre, hogy a fenntarthatóság oktatási intézményekben történő megvalósításának vizsgálatát nemzetközi környezetben is folytathassuk. Elsődleges célja a tudástranszfer elősegítése a partnerszágok/intézmények között annak érdekében, hogy az álláspontok és gyakorlatok közelebb kerüljenek egymáshoz ezen a fontos területen.) [13]
- WATER CoRe (INTERREG IVC program keretében) (A projekt célja: az európai régiók közötti szoros együttműködés segítése a vízhiány és az aszály területén. A projekt honlapja és „e-learning” modulja lehetőséget kínál arra, hogy mind a szakemberek mind pedig az érdeklődők tapasztalatot cserélhessenek egymással és létrejöhsen a sikeres stratégiák kidolgozásához elengedhetetlen együttműködés.) [14]
- REMAP („Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform koncepcionális és megvalósíthatósági tanulmányának (KMT) előkészítése”) (A projekt célja: a fenntartható, erőforráshatékony és „zöld” növekedés támogatásához szükséges Platform elindításának, hazai adaptálásának előkészítése, koncepcionális és operatív terv szintű megalapozása)
- EPISCOPE – Tracking Progress of Housing Stock Refurbishment (A projekt célja: egységes épülettípusok kidolgozása nagy európai lefedettséggel, valamint ennek felhasználásával az energetikai hatékonyság növelését célzó intézkedések nyomán követése és elemzése.) [15]

A bemutatott projektek témájukat és céljaikat tekintve igen különbözőek, viszont abban azonosak, hogy mindegyik különböző természeti erőforrásokkal foglalkozik napjaink igen aktuális fenntarthatósági témaköreinek megközelítésében (pl. DANTE - különböző erőforrások - fenntartható használat, WATER CoRe - víz - tapasztalatcsere, REMAP, EPISCOPE - energia - energiahatékonyság).

Hallgatói kutatások

Tanszékünkön folyó hallgatói kutatások is kiemelendők. Ezek a kutatások leginkább projekt-, diploma- és TDK munka keretében zajlanak. Tekintve, hogy az előző kettő szervesen kötődik tananyagainkhoz, ezért a választható témakörök is (a bemutatott tantárgyakra vonatkozó vizsgálatlal összhangban) domináns vagy érintőleges módon kapcsolatban állnak a természeti erőforrásokkal.

Tanszékünkön a nagy érdeklődés miatt évek óta több TDK szekcióban nyílik lehetősége a hallgatóknak önálló kutatást végezni. A kutatások keretében számos dolgozat dolgoz fel különböző természeti erőforrásokkal, azok gazdálkodásával kapcsolatos témát. Az idei tanévben 27 dolgozat született az Ágazati és térségi fenntarthatóság, Környezetmenedzsment és „Sustainability Economics and Management” szekciókban. Ez utóbbi jelentőségét külön is kiemeljük, hiszen a Tanszék által gesztorált angol nyelvű szekció az egyetemen először nyújtott lehetőséget angol nyelvű (nem nyelvi témájú) dolgozat benyújtására, lehetőséget teremtve ezáltal a külföldi hallgatók számára is a TDK kutatásra és részvételre. A leírtak egyben jól mutatják Tanszékünk elhivatottságát a széleskörű szemléletformálás és a hallgatók ösztönzése és bevonása terén is. A TDK keretében folyó kutatómunkát fémjelzi a 2011-es és 2013-as OTDK Közgazdaságtudományi Szekcióban elért két első és három második helyezés is.

Fenntarthatósági és Erőforrás-gazdálkodási Kompetencia Központ

A fentiekben tárgyaltuk külön az oktatói, külön a hallgatói kutatásokat és ezek jelentőségét, a kutatómunka és koordinálás viszont nem korlátozódik pusztán ezekre a területekre. Tanszékünkön működik ugyanis a Fenntart-

hatósági és Erőforrás-gazdálkodási Kompetencia Központ, mely egy olyan hálózatos működésű intézmény, melynek célja a fenntartható fejlődés és az erőforrás-gazdálkodás témaköréhez kapcsolódó kutatási eredmények, gyakorlati ismeretek, tapasztalatok és kompetenciák megosztása a vállalatok, a tudomány, az oktatás és a közigazgatás szereplőinek bevonásával. A Központ a céljának eleget téve jelentős szereppel bír a természeti erőforrásokkal történő szemléletformálás terén az említett szereplők között.

Publikációk

Tekintve, hogy a publikációs tevékenység alapját a kutatások adják, ezért a tanszéki munkatársak publikációs tevékenysége nagyban kapcsolódik a személyes önálló kutatásokhoz és közös tanszéki kutatásokhoz. Ennek értelmében a már bemutatott oktatási és kutatási területeken jelennek meg publikációk, melyek segítik a szakmai tudástranszfert (szakcikk, konferenciák stb.), továbbá segítik a hallgatók szemléletformálását is (pl. jegyzetek, tankönyvek, szakcikk stb.). (A publikációk adatait a BME Publikációs Adattár tartalmazza – <http://www.mycite.omikk.bme.hu>).

„Természeti erőforrások” a felsőoktatási intézmények működésében

A felsőoktatási intézményeknek az oktatás, kutatás és publikációs tevékenységek nyújtotta lehetőségeken kívül (pl. Óbudai egyetem – Óbudai Zöld Szabadegyetem rendezvény sorozat [16]; Szent István Egyetem – Zöld Forगतag rendezvény [17] stb.) a „zöldebb” működtetés és az eredmények kommunikálása is része lehet a szemléletformálásnak. Nem elegendő a fenntartható és hatékony vállalati-gazdasági megoldásokról előadásokat tartani, hanem szükséges az egyetemek működését is ebbe az irányba terelni. Észre kell venni ugyanis, hogy maguk az intézmények is hatással vannak a környezetre, ezért cél kell, hogy legyen a fenntartható, környezetbarátabb működés.

Az intézmények a különböző működési folyamataik során erőforrásokat használnak fel, és szennyezőanyagokat bocsátanak ki. Amennyiben cél a környezetbarátabb működés, szükséges a környezetmenedzsment szemlélet (akár rendszer szemlélet [18], [19]) oktatási szervezetekre való alkalmazása [20]. Első lépésként célszerű lehet egy előzetes környezeti állapotfelmérés (pl. mérlegelemzések segítségével – anyag-energiaáramok feltérképezése, energia audit stb. [21]), melynek során feltérképezik a folyamatokat (alfolyamatokat, műveleteket stb.). Majd ezt követi a környezeti tényezők és hatások meghatározása, majd azok értékelése. Az értékelések után pedig következhet a célok, célleírások kidolgozása és kivitelezése, valamint a teljesítményértékelő rendszerek kidolgozása és működtetése [22]. Ez a logika és a rendszer szemléletű megközelítés viszont sokszor meghaladja az oktatási szervezetek kereteit. Szakirodalmi kutatások alapján levonható a következtetés, hogy nincs egységes módszertan arra, hogy hogyan „zöldítsük” az oktatási intézmények működését [23]. Számos intézmény szűkebb módszertanokat (mint energiaauditok, öko-térképezések, zöld egyetem versenyek stb.) és ezekhez kapcsolódó intézkedéseket (megújuló erőforrások használata, hulladékgyűjtés, papírhasználat csökkentése stb.) alkalmaz, melyek segítik a „zöldebbé” válást.

A teljesség igénye nélkül csak néhány példát szemléltetnénk:

- Szegedi Tudományegyetem - 61 ország 301 egyeteme közül a 35. helyen végzett az indonéz Zöld egyetemi világranglistán – intézkedések többek közt: napenergia projekt, geotermikus kaszkádrendszer kiépítése [24],
- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Zöld Tanszék Verseny – a verseny célja az egyetemi tanszék „zöldebb” működésének (pl. energiahatékonyság, szelektív hulladékgyűjtés, papírtakarékosság stb.) ösztönzése a működési folyamatok input-output szemléletű megközelítésében [25],
- Széchenyi István Egyetem – nyílászáró csere, energetikai szigetelés, napkollektorok felszerelése – az intézkedések célja a hatékony energiagazdálkodás elérése [26].

A zöldebbé válás útját tehát minden egyetemnek és szervezeti egységnek magának kell megtalálnia, de a megvalósításba már bevonhatók a hall-

gatók is, és az eredmények hallgatók körében történő disszeminációja is javasolt a hatékonyabb szemléletformálás érdekében.

Következtetések, ajánlások

A fenntarthatóság és a természeti erőforrások témakörének megjelenése a szemléletformálásban és a felsőoktatás szerepköre a folyamatban egyre dominánsabban jelentkezik a különböző stratégiai szintű dokumentumokban. Az oktatási intézményeknek alapjában véve két fő területe nyílik a szemléletformálásra: szakmai tevékenységek és a teljes működés. Míg az előző esetében az oktatási-, kutatási- és publikációs folyamatok szolgálnak lehetőségként, addig észre kell venni, hogy a működés terén is szükséges különböző, fenntartható működés irányába mutató intézkedések meghozatala és kommunikálása. Bár a bemutatott gyakorlati példa egy az átlagtól eltérő példát mutat be a Tanszék profiljából kifolyólag, fontosnak érezzük annak hangsúlyozását, hogy más intézmények is beépíthetik képzésükbe a természeti erőforrások tárgyalását. Ha erre a tantárgyak profiljából kifolyólag nincs lehetőség, akkor pedig környezettudatosabb működésükön keresztül támogathatják a fenntarthatóság és természeti erőforrások témakörének szemléletformálását, csökkentve egyben a felhasznált források és kibocsátások mértékét.

Köszönetnyilvánítás

Jelen tanulmány elkészítését az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíj támogatja.

Irodalomjegyzék

- [1] COM (2011) 571: A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, a Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az erőforrás- hatékony Európa megvalósításának ütemterve;
- [2] COM (2010) 2020 végleges: A Bizottság közleménye EURÓPA 2020. Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája;
- [3] OECD [2012]: OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction
- [4] Nemzeti Vidékstratégia 2012-2020 (VM, 2012),
- [5] Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Koncepció (NGM-NTH, 2012);
- [6] Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia 2011-2020 (VM, 2011);
- [7] Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia 2012-2024 (NFFT, 2012);
- [8] Nemzeti Energiastratégia 2030 (NFM, 2012)
- [9] Nemzeti Alkamazkodási Központ, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2014-2025 kitekintéssel 2050-re szakpolitikai vitaanyag, 2013
- [10] BME Környezetgazdaságtan Tanszék, Buzási, A., Csigéné Dr. Nagypál N., Horváth, Gy., Ijjas, F., Péterné Dr. Baranyi R., Szendrő, G., Dr. Valkó, L., A Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-2) végrehajtásának gazdasági és társadalmi hatásvizsgálata készült a KEOP-7.9.0/12-2013-0021 azonosító számú, „Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia megalapozása” című projekt keretében, 2013
- [11] Egyetemi tantervek
- [12] <http://kornygazd.bme.hu/kutatasa/letoltés>: 2014.02.12.
- [13] http://www.dante-audit.eu/Site/About_Us.html letöltés: 2014.02.12.
- [14] <http://www.watercore.eu/> letöltés: 2014.02.12.
- [15] <http://episcopo.eu/index.php?id=97> letöltés: 2014.02.12.
- [16] <http://obuda.hu/hirek/uj-helyszinen-a-zold-szabadegyetem/letoltés>: 2014.02.12.
- [17] <https://szie.hu/xii-zold-forगतag-szent-istvan-egyetem/letoltés>: 2014.02.12.
- [18] MSZ EN ISO 14001:2005. Környezetközpontú irányítási rendszerek. Követelmények és alkalmazási irányelvek (ISO 14001:2004)
- [19] 1221/2009/EK számú EMAS (III.) rendelet, 2009.
- [20] SAVELY, S. M., CARSON, A.I., DELCLOS, G.L., An environmental management system implementation model for U.S. colleges and universities in: Journal of Cleaner Production 15 (2007) 660-670
- [21] BARANYI, R., HERCZEG, M., Tracing Substances in the Technosphere and Products, in: Periodica Polytechnica, Series Social and Management Sciences, Vol. 13, No. 2., 2005, BME-OMIKK, Budapest, HU ISSN 1416-3837, 151-167.
- [22] KÓSI, K., VALKÓ, L., Környezetmenedzsment, Typotex Kiadó, Budapest, 2006. ISBN 9639664073
- [23] ALSHUWAIKHAT, H. B., ABUBAKAR, I. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices, in: Journal of Cleaner Production 16 (2008) 1777-1785
- [24] <https://szegedma.hu/hir/szeged/2014/01/a-szegedi-tudomanyegyetem-35-a-vilag-zold-egyetemei-kozott.html> letöltés: 2014.02.12.
- [25] <http://ezk.bme.hu/egyetem/ZoldTanszek/versenyrol> letöltés: 2014.02.12.
- [26] http://www.kisalfold.hu/gyori_hirek/napkollektorokat_helyeznek_a_gyori_egyetem_tetejere_-_video/2333339/ letöltés: 2014.02.12.

Szilárd biomassza energetikai hasznosíthatóságának vizsgálata a Tiszai Erőmű telephelyén¹

Egri Tamás

energetikai mérnök, egri.tamas@eszk.org

A hagyományos módszerekkel, olcsón megszerezhető energiaforrásokra épülő ipar korszaka lassan lezárul. Szükségszerűvé vált tehát egy alternatív gazdasági modell felállítása, melyben kiemelt jelentőséggel bírnak az energiahatékony és -takarékos technológiák, teret nyernek a megújuló energiaforrások és előtérbe kerül saját erőforrásaink kiaknázása. A világ, köztük az Európai Unió és hazánk döntéshozói felismerték ezt, ennek érdekében kialakításra került több irányelv, melyek alapjaként az ellátásbiztonság, versenyképesség és fenntarthatóság három pillére szolgált. Ezek jegyében kerültek és kerülnek megalkotásra a zöldgazdaság fejlesztését kitző stratégiák, köztük a megújuló energia cselekvési tervek. Mint azt a Nemzeti Cselekvési Terv [1] is kiemeli, Magyarország átlagon felüli agroökológiai adottságokkal rendelkezik. A dokumentum hosszú távú, fenntartható energetikai tényezőként tekint a biomasszára. Mint olvasható, a célzott felhasználás a vidék kitzőési pontja lehet, a mezőgazdaság fejlesztésének új eszköze. A biomassza felhasználása során az életciklus szemléletet szorgalmazza a dokumentum, fontosnak tartja továbbá a pozitív energiamérleg biztosítását és a környezetterhelés megelőzését. 2012 tavaszán a Tiszai Erőmű termelése leállt. Az üzem 900 MW-os beépített teljesítményével jelentős kapacitást képvisel, emellett az infrastruktúra még alkalmas lenne a további működésre, így érdemes megvizsgálni minél több szempontból a lehetséges kiutakat. Cikkemben a telephely környéki biomassza hasznosíthatóságát vizsgáltam meg.

A Tiszai Erőmű telephelyén felhasználható biomassza potenciál

Először érdemes kitzőni a beszállítási körzetre. A szakirodalomban leginkább 50 kilométert tüntetnek fel, korábbi számításaim alapján [2] ez inkább a beszállítók költségeinek megtérüléséből adódhat. Ezzel kalkuláltam a továbbiakban.

A Tiszaújváros 50 kilométer sugarú környezetében fellelhető faanyag potenciálra vonatkozó becslést egyeztetésünket követően Kottek Péter, a NÉBIH Erdészeti Igazgatóság statisztikai osztályának munkatársa készítette el [3]. Számba vettem még egy korábbi cikk alapján [4] a szőlővenyige és gyümölcsfanyesedék potenciálját is, hiszen relatíve szignifikáns mennyiség áll rendelkezésre.

Mellőztem azonban a térség mezőgazdasági hulladékait és melléktermékeit, hiszen ezek számos energetikailag hátrányos tulajdonsággal rendelkeznek (magas nedvességtartalom, kicsi energiasűrűség, öngyulladás veszélye), és a feltételezhetően alacsony potenciál nem ellensúlyozná ezeket. Hanyagoltam továbbá a faipari hulladékokat is, hiszen ezek nagy része helyben felhasználásra kerül, konkrét felvásárolható mennyiséget pedig valószínűleg csak üzleti szerződés keretein belül lehetne becsülni. Az energiaültetvényből származó tüzelőanyagot szintén nem vettem figyelembe, mivel a közeljövőben nem várható ezek elterjedése környéken.

A felhasználható biomassza potenciált és az abból éves szinten ki nyerhető energiát tartalmazza az 1. táblázat.

A feladat során alapvető célnak tekintem a korábban megbecsült biomassza potenciál teljes kiaknázását, tehát a bevitt mennyiség egy adott paraméternek tekintendő bármilyen technológiai megoldás esetén.

1. táblázat. Biomassza potenciál Tiszaújváros 50 kilométeres körzetében [2]

Forrás	Potenciál [t/a]	Fűtőérték [GJ/t]	Energia [GJ/a]
Erdészeti	230 881	12,6	2 881 881
Szőlővenyige	8586	12,0	103 032
Gyümölcsfanyesedék	16 218	10,5	170 289
Összesen (E_{bio})			3 155 202

Biomassza kazán jelenlegi rendszerbe történő integrálása

A hasznosítás leginkább költség hatékony, így elsődlegesen vizsgálandó megoldása az, ha a meglévő rendszert a lehető legnagyobb mértékben meghagyjuk, és csak a tüzelőanyag-váltás okozta legszükségesebb változtatásokat tesszük meg. Jelen esetben ez azt jelenti, hogy a földgáz alapú kazán helyett biomassza-tüzelésű berendezést alkalmazunk, minden más marad változatlan.

Felmerülhet a kérdés, hogy az új kazán vajon képes-e előállítani a szükséges gőzparamétereket. Ha ugyanis nem, a hőmérséklet módosítások is szükségesek lehetnek. Egy korszerű, fluidágyas kazán katalógusát alapul véve (Babcock & Wilcox, [5]) azonban az 545 °C-os frissgőzhőmérséklet biztosítható, és a nyomás is elérhető a szükséges 164 bar-t. Ez természetesen függ a blokk teljesítménytől, ennek meghatározása tehát alapvető. Először azonban azzal az egyszerűsítő feltétellel élek, hogy az új kazán képes a fenti paraméterek biztosítására, függetlenül a kiadott villamos kapacitástól.

Az így kapott eredmény segítségével az erőmű tervezett kihasználási óraszámának ismeretében kiszámítható a beépítendő kazán teljesítménye. Ezt tovább szorozva az erőmű hatásfokával a villamos kapacitás adható meg. Kérdés viszont, hogy milyen értékeket érdemes felvenni erre a két paraméterre?

A kihasználási óraszámra szilárd tüzelés esetén jó közelítéssel vehetünk fel az 5000 h/év-es értéket (τ_{cs}). Ez alapján meghatározható a biomasszával bevezethető hőteljesítmény:

$$\dot{Q}_{be,bio} = E_{bio} / \tau_{cs} = 175,3 \text{ MW} \quad (1)$$

A felveendő hatásfok értékhez célszerű a másik oldalról, azaz a kiadható villamos teljesítmény felől elindulni.

Erezhető, hogy biomasszával nem fogjuk tudni fedezni a névleges 225 MW előállításához szükséges tüzelési kapacitást, részterhelésen azonban megfelelően működhet az erőmű. Varga Csaba erőmű vezető elmondása szerint 50 MW-ig képes a blokk lemenni, és tartósan ezen a szinten üzemelni. Ha tehát sikerülne biztosítani az ehhez szükséges tüzelési teljesítményt, az üzem a kazánt leszámítva átalakítás nélkül is működtethető.

Fontos körülmény azonban, és ez jelentős hátrány is jelent, hogy ha az 50 MW-ot nem, vagy alig haladja meg az új kazánval ellátott blokk névleges villamos kapacitása, akkor éppen az eredeti rendszer változatlanlansága miatt nem mehetünk e teljesítményszint alá. Így igénycsökkenés esetén részterheléses állapot nem valószínűsíthető meg, a létesítmény csak szakaszosan üzemeltethető, azaz vagy a névleges – illetve ahhoz közeli – teljesítményen jár, vagy lekapcsol.

További negatívum, hogy részterhelésen az erőmű hatásfoka csökken a névleges üzemhez képest. Ha tehát elsődleges célnak azt tekintem, hogy az 50 MW a minimálisan elérendő szint, meg kell határozni az ehhez tartozó hatásfokot. Ennek ismeretében – adott kihasználási órásszámmal – kiadódik, hogy a rendelkezésre álló biomassza elegendő-e.

¹ A szerzőnek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

A részterheléses üzembeli állapotok vizsgálatához, és a szükséges jellemzők kiszámításához a Cycle Tempo nevű statikus modellező szoftvert használtam. A szimulációban a kazánhatásfok 95%-os értékének lefixálásával már azt az esetet vizsgáltam, mikor az új kazánal üzemel a blokk.

A modell lefuttatásakor az eredő hatásfok 1,87%-kal csökkent. Ha tehát ezt kivonom a névleges üzemhez tartozó (valós) értékből, megkapható a biomassza kazánal ellátott, de a hőséma többi részén nem módosított blokk hatásfoka:

$$\eta_{e,50,bio} = 36,8 - 1,87 = 34,93\% \quad (2)$$

Hangsúlyozom ismét, hogy ez arra az esetre vonatkozik, ha a biomassza-kazán tudja biztosítani az eredeti frissgőz-paramétereit. Ez egy 50 MW-os blokknál meglehetősen optimista feltételezés.

Lássuk tehát, hogy ilyen kedvező körülmények között, a megengedett minimális teljesítményen mennyi bevitt energiára van szükség, elég-e erre a biomassza potenciál. A bevezetendő hőteljesítmény:

$$\dot{Q}_{be,50} = 50/\eta_{e,50,bio} = 143,14 \text{ MWh} \quad (3)$$

Ebből a csúcskihasználási óraszám ismeretében megadható az évente szükséges energia:

$$E_{50} = \dot{Q}_{be,50} \cdot \tau_{cs} = 3607128 \text{ GJ/év} \quad (4)$$

Látható tehát, elméletileg elegendő lehet a biomassza. Azonban ne felejtjük el, hogy igen kedvező körülményeket feltételeztem, korántsem biztos, hogy biztosíthatóak volnának a gőzparaméterek ilyen teljesítményszinten. A tüzelőanyag ellátás is kérdéses, hiszen a fenti biomassza potenciál 10 éves előrejelzés átlagára vonatkozik, nem garantálható, hogy mindig rendelkezésre állna a kellő mennyiség.

Szén és biomassza együtt-tüzelése

Az előzők tükrében indokolt tehát a több energiahordozóra támaszkodó technológiában való gondolkodás. Erre a közeljövőben megfelelő forrást jelenthet a szén.

A világban számos példa akad az együtt-tüzelésre, a legtöbb esetben azonban arról van szó, hogy meglévő, szén alapon működő létesítményt alakítottak át úgy, hogy biomassza-tüzelésre is alkalmas legyen a kazán, utóbbitól kis részarányal.

Esetemben azonban a kiinduló helyzet az, hogy a szén mintegy „kiegészítésként” szolgál a biomassza mellé, így a részarányok eltolódhatnak, a tervezett kapacitás függvényében. Emiatt azt tűztem ki célul, hogy a lehető legkevesebb szénbevitellel egy olyan teljesítményt érjek el, mellyel tudom biztosítani az eredeti hőséma gőzparamétereit, hogy abban továbbra se kelljen módosítani.

Először tehát a kazán típusát kell kiválasztani. Az együtt-tüzelés esetén egyértelműen a fluidágvas megoldás jöhet szóba, hiszen a rostélyos kazánok nem alkalmasak erre.

A buborékoló és cirkulációs fluidágvas egységek közül pedig az előbbi érdemes választani. Ennek oka egyrészt, hogy az kevésbé érzékeny a tüzelőanyag minőségére, és itt a magas nedvességtartalom túl elsősorban a szemcseméretre kell gondolni. Erdészeti biomassza tüzelésekor könnyen előfordulhat, hogy a cirkulációs esetben megengedett 40 milliméternél nagyobb méretű darabok is kerülnek az égőtérbe. Emellett a kívánt teljesítménytartományt is 100 MW alattira vettem fel, így erre inkább a buborékoló típus javasolt, mely jóval költséghatékonyabb megoldás.

Sajnos azonban nem áll rendelkezésre olyan kazánkatalógus, mely segítségével az igényeknek megfelelő konkrét berendezést kiválaszthatom. A Babcock & Wilcox katalógusát [5] alapul véve elmondható, hogy a legkorszerűbb buborékoló fluidkazán fejlesztéseknek köszönhetően mára az 538 °C-os és akár 179 bar-os frissgőzparaméterek elérhetőek, 538 °C-os újrahevítéssel. Nem szabad elfelejteni továbbra sem, hogy ezeket kisebb kapacitásokra alkalmazzák. Referenciaként érdemes valós projektet is keresni, alátámasztandó a fentieket. Az IEA adatbázisát [6] kutatva ugyan

nem találtam a Tiszai Erőmű eredeti gőzparamétereinek megfelelő referenciát a kisebb teljesítménytartományokban, de igen közeli értékű eset a finn 87 MW villamos kapacitású Rauhalahki erőmű, mely 136 bar és 533 °C-os gőzparaméterekkel üzemel.

A következőkben tehát azt vizsgáltam, hogy a minimális (biomasszából már nem megtermelhető) 65 MW és a reálisan együtt-tüzeléssel megközelíthető 100 MW közötti kiadott villamos teljesítménytartományban mennyi szénbevitelre van szükség. A vizsgálathoz ismét a Cycle Tempo-ban elkészített modellt használtam fel.

Jelen számítását a finn kazán paramétereit alapján végeztem. A névlegesnél alacsonyabb 136 bar, mint kezdőnyomás megvalósítható a turbinában, hiszen ez a gépegység szempontjából csúszóparaméteres szabályozásnak felel meg.

Az előző pont gondolatmenetét követve a Cycle Tempo szimuláció alapján kiszámoltam a hatásfokot az egyes terhelésekre, bár jelentős romlás nem volt tapasztalható. Ez alapján az adott, *i*-edik villamos teljesítményt leosztva a hozzá tartozó hatásfokkal meghatároztam a bevezetendő teljesítményt:

$$\dot{Q}_{be,i} [\text{MW}] = P/\eta_{e,i} \quad (5)$$

Miután a biomasszából kinyerhető hőteljesítmény állandó, a (2) egyenlet alapján 175,3 MW, a szén által lefedni kívánt kapacitás megadható:

$$\dot{Q}_{be,szén,i} [\text{MW}] = \dot{Q}_{be,i} - \dot{Q}_{be,bi} \quad (6)$$

Ez alapján a fűtőérték ismeretében kiszámolható a szükséges szén tömegáram:

$$\dot{m}_{szén,i} [\text{kg/s}] = \dot{Q}_{be,szén,i} / H \quad (7)$$

Ezt megszorozva az éves csúcskihasználási órásszámmal meghatározható az évente szükséges szénmennyiség:

$$m_{szén,i,év} [\text{t/év}] = \dot{m}_{szén,i} \cdot \tau_{cs} \quad (8)$$

Az eredményeket foglalja össze a 2. táblázat.

2. táblázat. Az együtt-tüzelés főbb jellemzői 533 °C/533 °C/136 bar gőzparaméterek esetén

Vill. telj. [MW]	Bevezetendő hőtelj. [MW]	Biomassza által bevitt hőtelj. [MW]	Szénből fedezendő hőtelj. [MW]	Szén tömegáram [kg/s]	Szén tömegáram [t/h]	Szén évente [t/a]
65	193,86	175,3	18,56	1,27	4,56	35 950
70	208,09	175,3	32,79	2,24	8,06	63 518
75	222,29	175,3	46,99	3,21	11,55	91 033
80	236,55	175,3	61,25	4,18	15,05	118 657
85	250,74	175,3	75,44	5,15	18,54	146 150
90	264,94	175,3	89,64	6,12	22,03	173 665
95	279,08	175,3	103,78	7,08	25,50	201 066
100	293,34	175,3	118,04	8,06	29,01	228 689

A számok természetesen hibával terheltek, a közelítések, becslések miatt nem vehetők egzakt értékeknek. Mégis, a tendenciákról és nagyságrendekről megfelelő képet fest a vizsgálat.

A dolgozatban tehát nem kívántam önkényesen kijelölni egy szénmennyiséget, amivel az együtt-tüzelésnek meg kellene valósulnia.

Két, korábban már leírt szempontból is indokolt lehet azonban a nagyobb teljesítmény-tartományokban gondolkodni. Az egyik, hogy a megfelelő (legalábbis kevésbé csökkentett) gőzparaméterek így inkább garantálhatóak. A másik pedig, hogy a nagyobb kapacitással megengedhető a részterheléses állapot, nem kell szakaszos üzemmel számolni.

Környezetvédelmi vonatkozások

Az erőműnek az emisszió szempontjából a 71/2012. (VII. 16.) VM rendelet 6. mellékletében meghatározott határértékeknek kell megfelelnie.

Röviden elmondható, hogy a fluidágyas tüzelés alkalmazása esetén a (termikus) NOx emisszió kordában tartása az alacsony tüztéri hőmérsékletnek hála megoldható, az SO₂ és SO₃ pedig a mézskő fluidágyba történő befecskendezésével szintén megköthető.

Szilárd tüzelés esetén kiemelt fontosságú feladat a füstgáz szilárd tartalmának leválasztása. Jelen esetben legcélserűbb az elektrosztatikus porleválasztó alkalmazása, hiszen költsége relatíve alacsony, leválasztási foka pedig magas.

A füstgázban lévő pernyetartalom, és így a leválasztandó mennyiség meghatározására a biomassza és szén elemi összetétele alapján végzett sztöchiometriai számításom szolgált.

A két tüzelőanyag elemi összetételére az alábbiakat vettem fel:

3. táblázat. A tüzelőanyagok elemi összetétele [2]

BIOMASSZA		SZÉN	
Elem	Súlyszázalék [%]	Elem	Súlyszázalék [%]
C - karbon	32	C - karbon	46
H - hidrogén	4	H - hidrogén	3,3
S - kén	0,025	S - kén	3
O - oxigén	27	O - oxigén	12
N - nitrogén	0,26	N - nitrogén	0,6
n - nedvesség	35	n - nedvesség	25
h - hamu	0,9	h - hamu	10

Abuborékoló fluidágyas kazánok 1,3 és 1,4 közötti légfeleslegtényezővel üzemelnek, így ennek a középértéket (1,35) vettem fel. A bekötési tényező (ami gyakorlatilag a pernye természetes leválasztódásának mértéke) pedig tipikusan 0,05 fluidágyas kazánoknál.

A szén tömegáramára nem állandó értéket vettem fel, hanem az együtt-tüzelésnél vizsgált teljesítmény-tartományra (65-100 MW) kiszámolt értékekkel dolgoztam.

Ekkor a megfelelő arányban kell figyelembe venni az egyes tüzelőanyagokból keletkező füstgáz és pernye mennyiségét. Erre azt a megközelítést alkalmaztam, hogy a biomassza és szén tömegárama alapján keletkező füstgázmennyiségeket összeadva meghatároztam az eredő füstgáz térfogatáramot. A fajlagos emissziós értékeket a két tüzelőanyag füstgáz-részarányával súlyozva pedig kiadódott az együtt-tüzelés során keletkező szállópernye fajlagos mennyisége. Ebből levonva a 150 mg/Nm³ határértéket megadható a minimálisan leválasztandó mennyiség, amit leosztva a teljes pernyetartalommal meghatározható a szükséges leválasztási fok. Az eredményeket a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat. A füstgáz térfogatáram, annak pernyetartalma és a leválasztandó mennyiség

Villamos kapacitás [MW]	65	70	75	80	85	90	95	100
Szén tömegáram [kg/s]	1,27	2,24	3,21	4,18	5,15	6,12	7,08	8,06
Biomassza tömegáram [kg/s]	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
Füstgáz térfogatáram szénből [Nm ³ /s]	6,75	11,91	17,06	22,22	27,37	32,53	37,63	42,84
Füstgáz térfogatáram biomasszából [Nm ³ /s]	57,08	57,08	57,08	57,08	57,08	57,08	57,08	57,08
Eredő száraz füstgáz térfogatáram [Nm³/s]	63,83	68,99	74,14	79,30	84,45	89,61	94,71	99,92
Szénből keletkező füstgáz arány	0,106	0,173	0,230	0,280	0,324	0,363	0,397	0,429
Pernyetartalom [mg/Nm ³]	3792	4845	5751	6539	7231	7843	8384	8878
Leválasztandó tartalom [mg/Nm³]	3642	4695	5601	6389	7081	7693	8234	8728
Leválasztási fok	0,960	0,969	0,974	0,977	0,979	0,981	0,982	0,983

A minimálisan szükséges leválasztási fokok tehát igen magasak, azonban ezek az értékek az elektrosztatikus pernyeleválasztók működési tartományába esnek.

Fontos, hogy ebben a formában a szénrel való együtt-tüzelés esetén a hamu már nem „biohamu”, így a széntüzelésre vonatkozó előírásoknak megfelelően kell eljárni.

Gazdasági értékelés

Bármilyen technológiai átalakítást is alkalmazunk, a műszaki szempontokon felül még inkább meghatározó a gazdasági oldal. Ennek vizsgálatára a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszéke által gondozott Energetikai Gazdaságtan című tantárgyban elsajátított módszert alkalmaztam. A megtermelt villamos energia egységköltsége került meghatározásra az állandó és változó költségek összegeként.

Továbbra is a fenti gondolatmenetet alkalmazva, az 65-100 MW villamos teljesítmény-tartományra végeztem el a kalkulációt, figyelembe véve a bevezetett szén mennyiségének változását.

A villamos energia állandó egységköltsége az alábbi módon számolható:

$$k_a \left[\frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} \right] = \frac{(\alpha_i \cdot i + \alpha_{\text{TMK}} + \alpha_e) \cdot a_0 \cdot r_{\text{TMK}} \cdot r_{\text{ÜT}}}{\tau_{\text{CS}} \cdot v_{\text{VH}} \cdot (1 - \varepsilon)} \quad (9)$$

Az egyes tényezők elnevezését és a biomassza-szén együtt-tüzelésű erőműre felvett, illetve számolt értékeket tartalmazza az 5. táblázat:

5. táblázat. Az állandó egységköltség egyes tényezői és értékei [2]

Rövidítés	Elnevezés	Elnevezés
<i>i</i>	interkaláris tényező	1,040
α_i [1/a]	leírási költség tényező	0,123
α_{TMK} [1/a]	karbantartási költség tényező	0,04
α_e [1/a]	egyéb költség tényező	0,01
r_{TMK}	karbantartási tartalék tényező	1,07
$r_{\text{ÜT}}$	üzemi tartalék tényező	1,05
ε	önfogyasztási tényező	0,1
τ_{CS}	csúcskihasználási óraszám	7000
v_{VH}	változó hiánytényező	0,97
α_0 [Ft/kWh]	fajlagos beruházási költség	ld. lent

A beruházási költség a következő összetevőkből áll:

- fluidágyas kazán költsége
- tüzelőanyag adagoláshoz, logisztikához szükséges berendezések
- elektrosztatikus pernyeleválasztó költsége
- a beépítés, átalakítások egyéb járulékos költsége

Ami a kazán, és hozzátartozó berendezések költségét illeti, általában a kiadott villamos energiára fajlagosított beruházási költséget (α_{0k}) szokták megadni. Ezt beszorozva a kapacitással a tényleges beruházási díj ($B_{0,k}$) megadható. Ennek értékére az IRENA tanulmányában [7] találtam példát. Buborékoló fluidágyas kazánal ellátott erőműre 2500-3800 \$/kW között adja meg a fajlagos beruházási költséget. Ennek a dokumentum szerint 50%-át teszi ki a kazán, az adagoló rendszer és egyéb átalakítások díja. A fenti összetevők természetesen a vizsgált terheléstartományban változnak. Így a megoldás során az α_0 értékét a kisebb teljesítményeknél nagyobbra vettem, hiszen egy 50 MW-os és 100 MW-os blokkhoz tartozó kazán ára között nem kétszeres a szorzó. Korrekció gyanánt 5 MW-onként 50 \$/kW-tal csökkentettem az α_{0k} -t.

Az elektrosztatikus porleválasztó (EPL) költségére ($B_{0,EPL}$) a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium hulladékégetőkre vonatkozó útmutatójában [8] találtam adatot. Minden 5 MW növekedésre 5 millió forinttal emeltem a beruházási árát, mivel a tisztítandó füstgáz mennyisége is nő. Az elektrosztatikus porleválasztó beruházási költségét leosztva a villamos teljesítménnyel a fajlagos beruházási költségét kaptam meg. A teljes fajlagos beruházási költség (α_0) tehát a kazánra – illetve csatlakozó berendezésekre – és az elektrosztatikus porleválasztóra vonatkozó érték összege.

A villamos energia *változó egységköltsége* az alábbi módon adható meg:

$$k_v [\text{Ft/kWh}] = \rho_{\text{v}} / \eta_e \quad (10)$$

Azaz k_v a tüzelőanyag hőár és az átlagos eredő hatásfok hányadosa. A hatásfok a különböző terheléseken minimális mértékben változik, mint ahogy ezt figyelembe vettem a Cycle Tempo modell segítségével.

A tüzelőanyag hőára az együtt-tüzelés következtében a bevezetett szén mennyiségének változtatásával arányosan alakul a vizsgált tartományban. A biomasszára 1428 Ft/GJ, míg a szénre 900 Ft/GJ hőárát vettem fel (a szállítást is beleértve) [2].

Az együtt-tüzelés során az eredő hőárát úgy számoltam, hogy az egyes tüzelőanyagok hőteljesítményben vett részarányával súlyoztam a díjakat, a kapott értékeket pedig összeadtam. Az állandó és változó egységköltségek együttesen alkotják a *villamos energia egységköltségét*.

Az így felvett beruházási költségek és a kiszámolt értékek összességét tartalmazza a 6. és 7. táblázat.

6. táblázat. Az állandó egységköltség és a számításához szükséges értékek változása a vizsgált tartományban

Vill. kap. [MW]	$\alpha_{0,k}$ [\$/kWh]	α_0 [Ft/kWh]	$B_{0,k}$ [millió Ft]	$B_{0,EPL}$ [millió Ft]	B_0 [millió Ft]	k_a [Ft/kWh]
65	1550	348 042	21 863	760	22 623	11,41
70	1500	336 429	22 785	765	23 550	11,02
75	1450	324 917	23 599	770	24 369	10,65
80	1400	313 488	24 304	775	25 079	10,27
85	1350	302 126	24 901	780	25 681	9,90
90	1300	290 822	25 389	785	26 174	9,53
95	1250	279 566	25 769	790	26 559	9,16
100	1200	268 350	26 040	795	26 835	8,79

7. táblázat. A változó egységköltség és a számításához szükséges értékek, valamint az eredő egységköltség változása a vizsgált tartományban

Villamos kapacitás [MW]	$\bar{\eta}_e$	Szén hőarány	ρ_0 [Ft/GJ]	k_v [Ft/kWh]	k [Ft/kWh]
65	0,335	0,10	1377	14,79	26,19
70	0,336	0,16	1345	14,39	25,42
75	0,337	0,21	1316	14,05	24,69
80	0,338	0,26	1291	13,75	24,02
85	0,339	0,30	1269	13,48	23,38
90	0,340	0,34	1249	13,24	22,77
95	0,340	0,37	1232	13,03	22,19
100	0,341	0,40	1216	12,84	21,63

Amint azt jeleztem, a kapott értékek torzítanak, de közel vannak a realitásokhoz. A tendenciák is jól látszanak, melyek alapján a következő megállapítások tehetők:

- az *állandó egységköltség* a nagyobb teljesítmények irányában csökken, a várakozásoknak megfelelően
- a biomassza tüzelés következtében magas hőárral kell számolni, ami miatt a *változó egységköltség* nagyobb súllyal szerepel az eredő árban
- az eredő hőár a szén olcsóbb mivolta miatt az együtt-tüzelési teljesítmény növelésekor (a szén részarányának emelkedésével) csökken
- a nagyobb teljesítmények irányában továbbá a hatásfok is nő kis mértékben
- így a *változó egységköltség* is csökken a növekvő teljesítmények irányában, szintén a várakozásoknak megfelelően
- mindezek eredményeként a villamos energia eredő egységköltsége is csökkenő tendenciát mutat a kapacitás növelésével

Gazdasági okokból is érdemes tehát a nagyobb teljesítményekben gondolkodni. Kérdés továbbra is, hogy mennyi szén bevételére van lehetőség, emellett azzal is számolni kell, hogy nagy terheléseken olyan mértékű hamu keletkezik, aminek kezelése komoly problémát jelenthet.

Ezek az egységköltségek jóval magasabbak a versenyképes piaci ár-nál, tehát ha csak villamos energiát termel az erőmű, feltétlenül szükséges

adott mértékű kötelező átvételi támogatás. A megújuló forrás alkalmazása miatt ez jó eséllyel teljesülhet is. Ezzel továbbá alátámasztottam a korábbiakban tett állítást és stratégiai törekvést, hogy biomassza erőművel kapcsolatosan érdemes termelni, önmagában (támogatás nélkül) az eladott villamos energia nem fogja fedezni a költségeket.

A kapcsolt termeléshez szükséges azonban a hőszolgáltatás ellátását biztosító infrastruktúra. A Tiszai Erőmű esetében nincs csatlakozás a körzet távhálózatához, és nincs is tervben ennek kiépítése. Technológiai gőzigény kielégítésére ugyanakkor van vezeték a Tiszapalkonyai Erőműig és onnan a Tiszai Vegyi Kombinátig, de ezek állapota felülvizsgálatra szorulna. Varga Csaba elmondása szerint elképzelhető, hogy az erőmű szolgáltató majd technológiai gőzt a kombinátnak, ennek mennyisége azonban nem tisztázott.

Összefoglalás és kitekintés

Mint vizsgálatomból kiderült, meglévő, nagy kapacitású erőművi blokk átállítása 100%-ban biomasszára sem műszakilag, sem gazdaságilag nem indokolt és nem is feltétlenül megvalósítható. Ehelyett javasoltam az együtt-tüzelés technológiáját, melyre vannak tapasztalatok úgy hazai, mint külföldi üzemekben. A környezetvédelmi vonatkozásokra tett vizsgálatom alapján kijelenthető, hogy az együtt-tüzelés megvalósítása esetén nem csak technológiai szempontból a legmegfelelőbb választás a fluidágyas kazán, hanem az emissziós értékek kordában tartására is az egyik legalkalmasabb berendezés. A szilárd tüzelőanyag miatt viszont a füstgázban nagy mennyiségű leválasztandó pernye keletkezik. Ezt a feladatot ugyan egy elektrosztatikus porleválasztó kifogástalanul teljesíti, de a visszamaradó hamu kezelése problémákat vet fel. A biomassza esetén gyakran vitatott kérdés a CO₂ kibocsátás. Feltételesem megújuló forrásnak számít, mivel a tüzelés során felszabaduló szennyezőanyagot előzetesen megkötötte. Nem elfelejtendő azonban, hogy az alkalmazott berendezések előállításához, de leginkább a szállításához tartozó emisszió már elmozdítja a mérleget. A környezetvédelmi oldalt tehát ebből az aspektusból is érdemes megvizsgálni egy komplexebb elemzés elkészítésekor.

A gazdasági számítások során, bár közelítésekkel dolgoztam, a tendenciák jól megmutatkoztak, amikből le tudtam vonni a szükséges következtetéseket. Feltételeztem a valós példák alapján, hogy a nagyobb kapacitás irányában a fajlagos beruházási költség csökken, emellett látszott, hogy magasabb széntüzelési arány esetén a tüzelőanyag eredő hőára is kevesebb lesz. Tehát azon túl, hogy a két forrást együtt-tüzelő kazán magasabb teljesítményen használja ki megfelelően a meglévő rendszert – amihez illeszteni kívánom –, a villamos energia egységköltségének változása is a nagyobb kapacitásokat indokolja. Azonban még ez az ár is messze van a versenyképes értéktől, így mindenképpen támogatásra szorul a termelés.

Összességében úgy vélem, megfontolandó a biomassza alkalmazása a Tiszai Erőmű telephelyén, ehhez viszont elengedhetetlen a potenciál pontos felmérése, a beszállítókkal való szerződések megfelelő kialakítása, az alkalmazandó technológia komplex vizsgálata.

Források

- [1] Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve (2011). Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Budapest. ISBN: 978-963-89328-0-8
- [2] Egri T. (2013): Szilárd biomassza energetikai hasznosíthatóságának vizsgálata meglévő, CH tüzelésű erőművi telephelyen. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Szakdolgozatok.
- [3] Köttek P. (2013) Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatóságának Statisztikai és Elemzési Osztálya munkatársának írásbeli közlése alapján
- [4] Pintér G., Németh K., Kis-Simon T. (2009): A szőlővenyige és a fanyesedék biomassza-erőművi beszállításának elemzése. Gazdálkodás, 53. évfolyam, 4. szám, 357-363. oldal.
- [5] Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc. (2008): Bubbling Fluidized-Bed Boilers
- [6] IEA (2013): Database of Biomass Cofiring initiatives <http://www.ieabcc.nl/database/cofiring.php>
- [7] IRENA (2012): Biomass for Power Generation. http://costing.irena.org/media/2772/RE_Technologies_Cost_Analysis-BIOMASS.pdf
- [8] Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (2008): Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához a hulladékegyedületek engedélyeztetése során. KvVM. Budapest.

A megújuló energiaforrások termelésének kiegyenlítési lehetőségei – fogyasztói vezérlés és metanol alapú tárolás¹

Dr. Raisz Dávid

okleveles villamosmérnök, raisz.david@vet.bme.hu

Közismert, hogy a nap- és szél alapú megújuló energiaforrások nagyléptékű integrálása a villamosenergia-rendszerbe (VER) elsősorban azok időjárásfüggése miatt nehézkes, és a VER szabályozhatósága szempontjából okoz problémát. A könnyen szabályozható erőművek építése mellett megoldásként kínálkozik

- a fogyasztás befolyásolása, vagyis bizonyos mértékű igazítása a nehezen előrejelezhető termeléshez,
- továbbá az energiatárolók alkalmazása.

Előadásom elején a fogyasztás befolyásolásának lehetőségeit ismertetem, különös tekintettel a tarifális befolyásolás, illetve a közvetlen fogyasztói vezérlés módszereire. Ezek rövid összehasonlításán túl a fogyasztói vezérlés járulékos hasznait is bemutatom. Az előadás második részében röviden ismertetem az energiatárolás egyelőre kevésbé ismert formáit: a PowerToGas néven összefoglalható módszereket, valamint a metanol alapú energiatárolást, amely egyben a CO₂ kibocsátás növekedésének mérséklésére is alkalmas. (Utóbbi technológia esetén egy hazai találmányról van szó, amely több nemzetközi találmányi konferencián nyert aranyérmet.)

*

It is well-known that the large-scale integration of wind- and PV based renewables into the power system raises difficulties because of their weather-dependency, which causes problems in the power-frequency control. Apart from constructing easily controllable power plants, several other solutions are conceivable, two of them are:

- demand-side management, i.e. the adjustment of consumption to the generation,
- application of storage.

In my talk an overview on DSM methods is given, with particular attention to direct load control. Beside the comparison of such methods the additional benefits from load control are qualitatively discussed. In the second part of the presentation two of the less-known methods of energy storage will be discussed, namely PowerToGas concepts and methanol-based storage. Latter invention also contributes to CO₂ emission mitigation, and has won several prizes at international invention shows.

A villamos energiatermelők (az alaperőművek kivételével) rendszeresen találkoznak azzal a problémával, hogy völgy és mélyvölgy időszakokban a villamos energia nem, vagy csak nagyon alacsony áron értékesíthető. (Előfordulhat, hogy az energiaellátás üzembiztonsága érdekében egyes erőműveknek ekkor is kell termelni, és a felesleget külföldre, esetleg negatív áron kell eladni.) A csúcsidőszakokban pedig a gazdaságilag és környezetvédelmi megfontolások miatt optimális terhelésnél nagyobb terheléssel kell dolgozni.

¹ A szerzőnek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

A megújuló energiaforrásokból nyert villamos energia mennyisége a környezeti elemek állapotának függvénye és nem illeszkedik a villamos energia igényekhez.

E két probléma megoldására számos eljárás elképzelhető, ezek között a fogyasztás befolyásolása, vagyis bizonyos mértékű igazítása a nehezen előrejelezhető termeléshez, továbbá az energiatárolók alkalmazása.

Fogyasztói befolyásolás

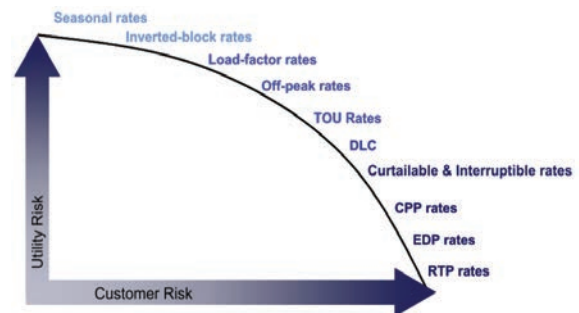
Fogyasztói befolyásolásról beszélünk, ha a fogyasztók egy csoportja által felvett teljesítményt valamilyen ösztönző felhasználásával irányítottan megváltoztatjuk. Ennek során egy hosszabb időszakra vonatkozó energiafogyasztás nem, vagy csak kis mértékben változik; a hangsúly a terhelési görbe alakjának megváltoztatásán van.

A fogyasztás befolyásolásának többféle eszköze létezik, pl.

- tarifális ösztönzés
- közvetlen fogyasztói vezérlés
- fogyasztók tájékoztatása aktuális fogyasztásukról (intelligens mérőkkel – Smart Metering)
- előfizetéses rendszer alkalmazása
- automatikus terheléskorlátozás.

Ezek közül itt csak az első hárommal, mint a terhelési görbe alakításának eszközeivel fogunk foglalkozni.

Az ösztönző rendszerek áttekintését segíti az alábbi ábra:



1. ábra. A költségek és a bevétel változása

Tarifális ösztönzési rendszerek

A hagyományos tarifális rendszerben (flat-rate) a fogyasztás gyakorlatilag rugalmatlan, hiszen nincs ösztönző a fogyasztó felé, jöllehet a villamos energia előállítása nem fix áron történik

Az ún. „passzív” tarifális ösztönző rendszerek esetén a fogyasztó előre meghatározott tarifa rendszer (ToU rates) szerint szerződik a szolgáltatóval, ennek kihasználása érdekében pedig változtat fogyasztási szokásain.

Ún. „aktív tarifális befolyásolás”-ról beszélünk, ha a fogyasztó a villamos energia valós idejű árázásának (RTP rates) hatására változtat saját szokásain. Ahhoz, hogy a fogyasztó jelentős megtakarításokat érhesen el, elegendő információval kell bírnia az áráról.

További lehetőségek:

- Critical Peak Pricing (CPP): a rendszer számára kritikus csúcsidőszakokban a villamos energia ára sokszorososa (akár tízszerese) a

normál csúcsidei tarifának, de ez a tarifa csak az év előre nem ismert, de maximált számú napjainak csúcsidőszakában alkalmazható.

- Extreme Day Pricing (EDP): hasonló a CPP-hez, de a kiemelkedő tarifa a kritikus napok egészében érvényes.

Fogyasztók közvetlen vezérlése (Direct Load Control – DLC)

A fogyasztók közvetlen, szolgáltató általi vezérlésének számos előnye van, többek között:

- lehetővé válik a napi rendszerterhelési görbe simítása, ezáltal jobban kihasználhatók az alaperőművek és kevesebb csúcserőművi kapacításra van szükség
- a szolgáltatónak lehetősége nyílik az aktuális fogyasztását a menetrendben megadott fogyasztáshoz igazítani, csökkentve ezáltal a kiegyenlítésért fizetendő költségeit
- a napi terhelési görbék simításával a hálózati veszteségek csökkenthetők.

Különböző nemzetközi felmérések tapasztalatait összegezve az alábbi megállapítások tehetők:

- Ún. időfüggő (Time of Use – TOU) tarifa rendszereket is széles körben alkalmaznak terhelésbefolyásolásra. Fogyasztók képesek bonyolult és dinamikus tarifákhoz is igazodni.
- Csupán tarifális ösztönzéssel mérsékelt hatás érhető el a terhelési görbe befolyásolására. Jelentős hatás csak CPP árazással és az ehhez való alkalmazkodást elősegítő otthoni automatizálási rendszer alkalmazásával érhető el.
- A fogyasztói vezérlés (DLC) sok helyen fontos eszköz (terhelésvezérlés, tarifaváltás, közvilágítás)
- A DLC egyértelműen hatékonyabb, mint az árazás. Kombinált megoldások alkalmazása célszerű.
- DLC még vonzóbb lehet, ha a fogyasztók kapnak lehetőséget, hogy felülbírálják.
- A DLC-ből olyan megoldások származnak, melyek hasznosak a DSO és a fogyasztók számára egyaránt.
- Több helyen vizsgálják a DLC dinamikus használatának lehetőségeit. (Ahol nincs sok bojler, ott hőszivattyúk és villamos autók jönnek szóba.)

Az időjárásfüggő megújuló energiaforrások szélesebb körű elterjedését csak a ma még futurisztikus valós idejű árazás (RTP), vagy a ma már kiforrott technológiát képviselő közvetlen fogyasztói befolyásolás képes elősegíteni.

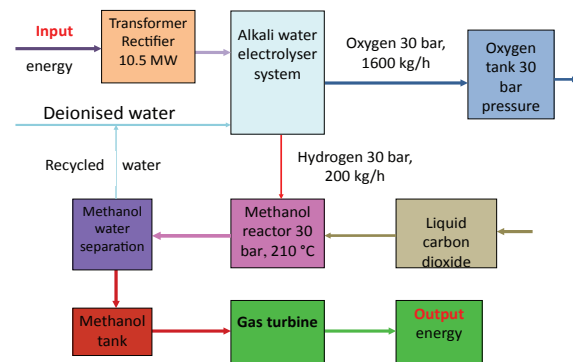
Metanol alapú energiatárolás

Egy 2013-ban szabadalmaztatott [1] eljárás lényege, hogy a völgy és mélyvölgy időszakban megtermelt olcsóbb villamos energiával hidrogén gázt állít elő nyomás alatti alkalikus vízbontó készülékben. A megtermelt hidrogént tárolás és nyomásváltozás nélkül, a CCS, vagy egyéb technológiából rendelkezésre álló cseppfolyós szén-dioxiddal azonnal metanollá alakítja át. Az üvegházgáz hatás csökkentésére az erőművi füstgázokból kivont cseppfolyós szén-dioxid alapanyag és a megtermelt folyékony metanol egyaránt kockázat nélkül tárolható és szállítható.

A megtermelt metanol a kívánt helyen és időben villamos energiává alakítható kogenerációs rendszerben a hő hasznosításával. Másrészt azonban a metanol nemcsak villamos energia termelésére használható, hanem a vegyipar is jelentős mennyiségben állítja elő és használja.

Az elektrolízis során melléktermékként keletkezett oxigén feleslegessé teszi jelentős villamos teljesítmények felhasználását oxigén előállítására, illetve tiszta szén technológiákban felhasználható.

A villamos energia felhasználásával előállított metanolt 52% energetikai hatásfokkal (16,8% elektromos, 28,9% termikus és 7,3% oxigén elő-



2. ábra. Metanol alapú energiatárolás anyagáram-sémája [2]

állításával) képes hasznosítani gázturbinákban. Az eljárás 2 percn belül képes a maximális teljesítménnyel a metilalkohol előállítására, így képes a szekunder szabályozás feladatainak kisegítésére a villamosenergia rendszerben. Jól használható a megújuló energiaforrások villamos teljesítményének (szél és fotovillamos erőművek) a tárolására is, függetlenül a pillanatnyi fogyasztói igényektől, és ilyen módon e megújuló energiaforrások változó, időjárásfüggő termelése a villamos energia rendszer számára kiegyenlített, előre jelezhető módon válik hozzáférhetővé.

A metilalkohol előnye a hidrogén alapú tárolással szemben

A hidrogén leginkább flexibilis tárolási formája a komprimált állapotú tárolás. Leginkább a 350-700 bar nyomáson tárolás terjedt el, ami jelentős komprimálási energia felhasználással jár. Ugyanakkor az elfogadott mértékűre csökkentett diffúziós veszteséget biztosító kompozit tároló rendszerek költsége 500-600 USD/kg hidrogén. A tüzelőanyag cellákban történő elektromos energia előállítása pl. a BALLARD egységben 31% villamos hatásfokkal történik, míg a termikus hatásfok 30%-os, azonban a végtermék csak 60-65 °C hőmérsékletű vízként jelentkezik. Mindezek alapján a nyomás alatti hidrogén tároló és tüzelőanyag cellás felhasználó egység együttes energetikai hatásfoka mindössze 36%.

Következtetések

A nap- és szél alapú megújuló energiaforrások nagyléptékű integrálása a villamosenergia rendszerbe több problémát felvet, ezek közül talán a legfontosabb a rendszer hatásos teljesítmény – frekvencia szabályozása terén jelentkezik. Annak érdekében, hogy a villamosenergia felhasználás minél nagyobb hányadát lehessen megújulókból fedezni, szükség van az energia tárolására vagy a fogyasztói teljesítményfelvétel befolyásolására. Hazánkban évtizedek óta kialakult eszközrendszer létezik a fogyasztók közvetlen vezérlésére, és ebben számos olyan lehetőség van (pl. napon belüli, dinamikus fogyasztói vezérlés) amely az időjárásfüggő megújulókat kiegyenlítését elősegítheti. Egy másik lehetőség a villamos energia metilalkohol-alapú tárolása, amely

- nagyrészt kiforrott műszaki megoldások együttes alkalmazásával,
- egy hazai innovatív eljárásnak köszönhetően kifejezetten gyors indíthatóságával,
- és különböző infrastruktúrák – mint a villamosenergia rendszer és a vegyipar ill. a közlekedés – összekapcsolásával

kínál hatékony megoldást.

Források jegyzéke

- [1] Primer on Demand-Side Management With an emphasis on price-responsive programs; PREPARED FOR The World Bank; by Charles River Associates; February 2005
- [2] Dr. Raisz Iván, Dr. Raisz Dávid: Nagyteljesítményű akkumulátor szén-dioxid felhasználásával

Energetikai ültetvények telepítése, gazdasági elemzés eredményei¹

Sutyera Tamás

energetikai mérnök, sutyera@jomuti.hu

A 2013. évben az M2RES projekt keretein belül mezőgazdasági hasznosításra alkalmatlan területek energetikai hasznosítási lehetőségeit elemeztük. Az energiaültetvények telepítésének gazdasági értékelését a beruházási költségösszetevők, várható hozam és művelési, ápolási költségek alapján és változásának feltételezésével végeztük. A várható hozamot a terület jellemzőitől függően, hazai természetési tapasztalatok alapján állapítottuk meg, s külföldi eredmények alapján vizsgáltuk két különböző segédanyag hozamra gyakorolt hatását.

*

We analysed in the year 2013 the utilisation opportunities of marginal areas for energy purpose within the framework of M2RES. The economic analysis of energy plantations based on investment cost components, expected yield, cultivation, care costs and changes of these. The expected yields depending on the characteristics of the area we determined of the basis of inland production experience, and we examined impact of two stimulant substances on yield on based foreign results.

A marginális területek energetikai hasznosításának célja a fosszilis energiaforrások felhasználásának csökkentése, következménye a szén-dioxid kibocsátás referenciához képesti csökkenése. Marginális terület az, ahol a jelenlegi költségek és művelési technológiák mellett az élelmiszer termesztés nem költséghatékony. A szükséges terület méretét alapvetően két tényező határozza meg: az igény és az ültetvény hozama. Előbbi felmérhető, számítható, utóbbi azonban a terület adottságaitól jelentősen függ, de befolyásolható is. A hasznosítás, művelésbe vonás költséggel jár, így szükséges a beruházás gazdaságosságának elemzése. Ez a beruházási költségek és a beruházás dinamikus gazdasági mutatóinak meghatározását, a kockázatok hatásának vizsgálatát jelenti.

Az ültetvények – a kevésbé igényes akáctól az elárasztást is toleráló fűzekig –, különböző vegetációk esetén más és más energetikai/gazdasági értékeket képviselnek. Gazdasági hasznukon túl ezek a növények részt vehetnek a különböző területek kultiválásában, kezdve a száraz területek talajeróziójának csökkentésével/megakadályozásával a belvíz miatt használhatatlan területek felhasználhatóvá tételéig. Utóbbi célra sikeres ültetvény-telepítés esetén kiválóan alkalmas lehet a smaragdfa új, sterilizált hibridje, melynek nagy vízigénye szabályozhatóvá teheti a belvíz szintjét, a növény növekedése pedig fokozott lehet. Az energetikai faültetvény esetén cél, hogy a termelt faapríték hasznosítása a telepítéshez minél közelebb legyen. Továbbá feltétel, hogy ha a felhasználás tüzelés útján történik, akkor az megfelelő berendezésben valósuljon meg. A fák növekedésük során a tápanyagot a talajból veszik fel, melyben – a terület korábbi hasznosítási módjából adódóan – nem kívánatos szennyező anyagok is lehetnek [1], melyeknek egy része beépül a fába, s tüzelés során vagy a hamuban marad vagy a füstgázzal távozik. A faapríték tüzelése során keletkezett hamu és füstgáz megfelelő kezelése szükséges.

Vizsgált fajták és hozamok

Az elemzés során négy fajfajtát vizsgáltunk:

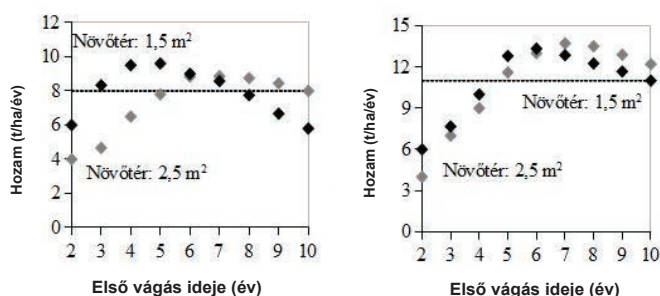
1. az Európában Magyarországon legelterjedtebb akácot, mely a magyar erdőterület 24%-át, élőfakészletének 13,5%-át teszi ki, továbbá szerény talaj- és vízigénnyel rendelkezik;
2. a talaj tápanyagtartalmával és vízellátottságával szemben igényes nemes nyárat;
3. a hazánkban őshonos fűzet és

4. a kínai császárfá sterilizált hibridjét, a smaragd fát.

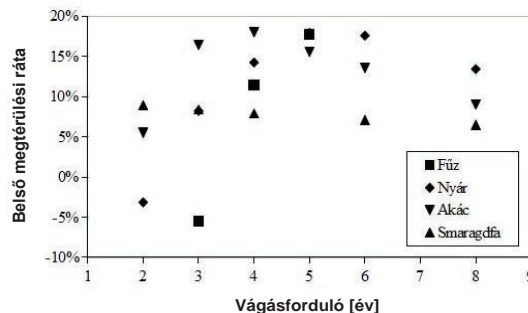
Hazánkban a rövid vágásfordulójú nyárültetvények vizsgálatára először 1981-ben a Lajtahansági Állami Gazdaság kivitelezésében került sor. A kísérletet 4 nemesnyár-klónnal a nemesnyár számára legfeljebb közepes, de inkább gyenge termőhelyen. [2] Az értékelésbe vont második kísérlet az ERTI és a Helvéci Állami Gazdaság együttműködésében 1987-ben, időszakos vízhatású, közepmély termőrétegű, humuszos homoktalajon történt. A kísérletek azt mutatták, hogy a mezőgazdasági művelésből kivont közepes és gyenge nyár termőhelyeken a törzsszám növelésével, a termesztési idő csökkentésével, jelentős hozam érhető el, a hagyományos tág hálózatu ültetvényekkel szemben. További, a 2000-es években végzett kísérletek [3], [4] még magasabb hozamok elérését mutatták.

A magas hozamok eléréséhez a termőhely alapos vizsgálatára, feltárására van szükség a fajaf és klón kiválasztásához, továbbá követelmény megfelelő termesztési technológia alkalmazása. A hozamot befolyásolja a vágásforduló, melyet kétféleképpen határozhatunk meg. Mindkét esetben az első vágás tényleges idejét az ültetvény növekedésének megfigyelése alapján lehet eldönteni. Az egyik a technikai vágásérettség korán alapul, melyet a folyó- és átlagnövekedésgörbék metszéspontja ad. Előbbi az adott, folyó évben mért növekedés mértéke, míg utóbbi az ültetéstől számított, az évek számával átlagolt növekedést jelenti (1. ábra). A másik esetben gazdasági elemzést végzünk, melyben a várható bevételt és a betakarítás költségét állítjuk szembe. Ennek oka, hogy a gazdasági elemzések a jövőbeli pénzáramok jelenértékét kisebbnek veszik, így a minél korábbi betakarítás nagyobb jelenértékkel rendelkezik (2. ábra).

Ezek alapján megállapítható, hogy a figyelembe vett betakarítási költségek mellett a vágásforduló mind akác, mind pedig nyárfa esetén a technikai vágásforduló (6 év) előtt egy évvel esedékes. Fűz esetén a legnagyobb gazdasági hasznot szintén az 5 éves vágásforduló eredményezi. Smaragdfa esetén – mivel hazai termesztési tapasztalatokkal még nem rendelkezünk a hozam a vágásfordulótól független, állandó érték – a magas beruházási költség miatt a minél kisebb vágásforduló indokolt.



1. ábra. Akác (bal) és nemesnyár (jobb) várható hozamai az első vágás időpontjának függvényében [4] alapján



2. ábra. Belső megtérülési ráta a vágásforduló függvényében [4] és [5] alapján

¹ A szerzőnek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

Segédanyagok

A minél magasabb hozamok minél rövidebb idő alatti elérését, a megeredési arány növekedését nem csak nemesítéssel lehet elérni, melynek célja minél életképebb, minél nagyobb növekedést elérő fajták létrehozása, hanem számos, a növekedést serkentő szer áll rendelkezésre, ezek közül az egyik a gyökér-gomba szimbiózist használja ki, egy másik pedig a hidrogél, mely a növények tápanyag- és vízellátását javítja.

A mikorrhiza-jelenség (gomba-gyökér szimbiózis) során a fák gyökerein sajátos gombabevonat képződik, ezek a gyökerek a szabályostól eltérő, eltorzult oldalgyökereket fejlesztenek, így növelve a fa tápanyag-ellátottságát. A gyakorlatban a mikorrhiza-kapcsolat előnyeit a csemeték gyökérének kiültetés előtti mikorrhizálásával hasznosítják. [6]

A Hydrogel egy ökológiai talajkondicionáló, mely felveszi és megtartja a vizet és a növények számára nélkülözhetetlen vízben oldott tápanyagokat. Az optimális mennyiségben adagolt Hydrogel elősegíti a növények fejlődését és életciklusuk növelését minimális víz és tápanyagvesztés segítségével. Stoll [7] által végzett kísérletek szerint a fenti két segédanyag alkalmazása csak egyedi esetekben eredményezett szignifikáns változást a megeredési arányban és a fák egészségi állapotában. A több fajra elvégzett vizsgálatok azt mutatták, hogy egyes esetekben a megeredési arányra negatív hatással volt a hidrogél (NE–42 nyárfa), míg akác esetén a hatás pozitív volt. Fűz esetén a hatás nem szignifikáns.

MAX–4 nyárfa esetén a két segédanyag a magassági növekedésre külön-külön pozitív hatással van mindkét vegetációs periódusban, de együttes alkalmazásuk hatása már negatív. NE–42 nyárfa esetén a hidrogél alkalmazása negatívan, mikorrhiza pedig pozitívan hat a növekedésre. E fajnál a hidrogél alkalmazása nem javasolt. Akác esetén az első vegetációs periódusban a hidrogél negatívan, majd a második periódusban már pozitívan befolyásolja a fa növekedését, de a vizsgálat alapján csak a mikorrhizák alkalmazása javasolt. Fűz esetén a két segédanyag külön-külön történő alkalmazása mind az első mind a második vegetációs periódusban negatív, együttes alkalmazásuk hatása pedig nem szignifikáns, ezért fűz esetén egyik alkalmazása sem javasolt. Jelentős csapadékmennyiség lehullása esetén a hidrogél azt megtartja, s ennek hatására a fiatal fa „megfullad”, így a segédanyag hatása könnyen válhat negatívvá.

A hazai fajtákkal végzett kísérleti eredmények megszületéséig nyárfa és fűz esetén sem hidrogél, sem pedig mikorrhizák alkalmazása nem javasolt, míg akác esetén csak mikorrhizával történő gyökérkezelés jöhet szóba. Ennek oka, hogy a hatás itt pozitív.

Gazdasági elemzés

A gazdasági elemzés során figyelembe vett hozamot és vágásfordulót a különböző fajták esetén az 1. táblázat tartalmazza. Több forrás szerint a nyárak és akácok hozama a második és az azt követő betakarítások során magasabb, mint az elsőnél, e hatást nem vettük figyelembe. Az ültetvény feltételezett gazdasági élettartama akác, nyár és fűz esetén 25 év, míg smaragdafa esetén 24 év.

1. táblázat

Fafaj	Akác	Nyár	Fűz	Smaragdafa
Hozam [t/ha/év]	8	11	14	17
Vágásforduló [év]	5	5	5	3
Növőtér [m ²]	2,10	1,43	0,83	16,0

A különböző, energiaültetvény-telepítési beruházásokat a projektek belső megtérülési rátája (a továbbiakban BMR) alapján vizsgáltam, mely azt mutatja meg, hogy a beruházás a gazdasági élettartama alatt mekkora éves profitot (kamatot) képes biztosítani. A beruházás értelemszerűen gazdaságilag akkor megvalósítható, ha a BMR értéke magasabb, mint a referencia kamatláb. A gazdasági élettartam alatt vizsgáltam a beruházások cash-flowját. Az éves költségek diszkontálása során figyelembe vettem az infláció és az energiaár-növekedés becsült értékét, jelen esetben mindkettőt évi 2%-ban határoztam meg. A referencia kamatláb értéke 8%. Az értékesített faapríték nettó piaci árát 1500 Ft/GJ értékre, az esetleges öntözés költségét 12 Ft/m³-re vettem fel. Erra azért van szükség, hogy az egyes fajták

eltérő vízigényét, mely a figyelembe vett 500 mm/év csapadékot meghaladja kiegyenlítsük, így tegyük összehasonlíthatóvá a fajfajtaikat.

2. táblázat

Időszak	Munkanem	Fajlagos költség	
1. év	Oszlopok, vadháló	3000	Ft/m
	Teljes gyomirtás	10 000	Ft/ha
	Teljes talaj előkészítés (mélysántás ősszel)	30 000	Ft/ha
	Szántás lezárása tavasszal	10 000	Ft/ha
	Vegyszeres gyomirtás, 2 alk./év	50 000	Ft/ha
	Sorköz mech. ápolás (4 alk./év)	36 000	Ft/ha
2. év (és utána évente)	Tápanyag-utánpótlás műtrágyával	25 000	Ft/ha/év
	Sorköz mech. ápolás (3 alk./év)	24 000	Ft/ha/év
	Vegyszeres gyomirtás, 2 alk./év	50 000	Ft/ha/év

3. táblázat

Időszak	Megnevezés	Fajlagos költség				
			Akác	Nyár	Fűz	Smaragdafa
1. év	Ültetési anyag ára	Ft/ha	119048	175439	303030	1875000
	Ültetés díjköltsége	Ft/ha	47619	70175	121212	625000
	Öntözés (fűrt kútból)	Ft/ha	0	22100	60500	84500
2. év és utána évente	Öntözés (fűrt kútból)	Ft/ha/év	0	22100	60500	84500

Mindegyik fajfajta telepítésénél felmerülő és azonosnak vett költségeket a 2. táblázat, a fajfajtanként eltérő költségeket a 3. táblázat tartalmazza. Figyelembe vettük vadháló létesítését is, melynek egységnyi területre eső költsége a terület méretével jelentősen csökken. Ha vizsgált terület mérete 80 ha, alakja négyzet, akkor a vadháló létesítésének fajlagos költsége közel azonos az első évben esedékes költségek fajfajfüggetlen részével, illetve a beruházási költség 20-26%-át teszi ki a hagyományos fajfajtaknál.

Eredmények

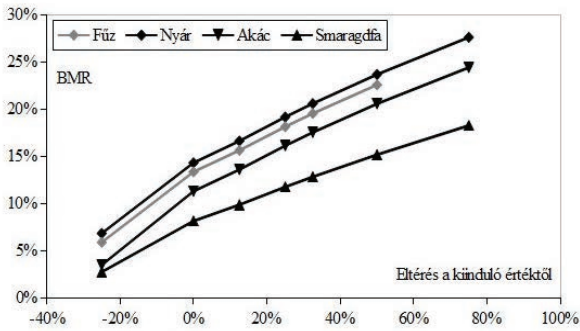
Az elemzés eredménye azt mutatja, hogy közepes termőhelyi adottságok esetén nyárfaültetvény létesítése gazdaságos (4. táblázat). A telepítéshez, állományneveléshez kapható támogatások összegét nem vettük figyelembe, továbbá a tapasztalatokhoz képest mérsékelt hozamokkal számoltunk, továbbá a beruházási költségeket sem a területtől, sem a szükséges facsemeték számától nem tettük függővé, így ezek, valamint a pénzügyi elemzéseknél szokásosak miatt parciális érzékenységvizsgálatot végeztünk.

A beruházás gazdasági mutatóira a beruházási költség elemei közül az ültetési anyag ára (4. ábra), míg az üzemeltetés során felmerülő költségek közül a művelés, ápolás költsége van a legnagyobb hatással. Előbbi $\pm 25\%$ -os változása a BMR értékére $\pm 0,7\%$ ponttal hatással van, míg utóbbi ugyanilyen arányú változása $+3,0\%$ pont és $-3,1\%$ pont változást okoz.

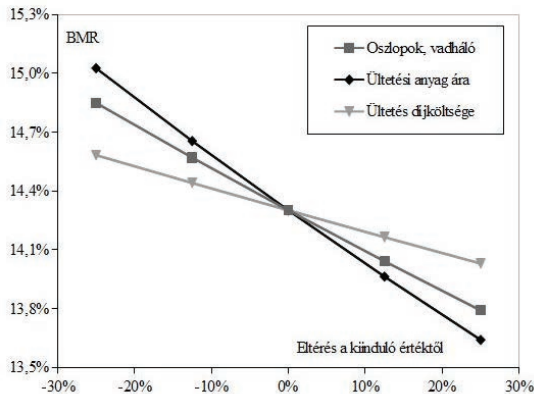
A beruházás gazdasági mutatójára a legnagyobb hatással a hozam van. A névleges értéktől való negatív eltérés rosszabb, míg pozitív eltérés jobb termőhelyt jelent. Mivel a hozam általában a bevétellel arányos, így ennek változására a faapríték eladási árának változásaként is tekinthetünk.

4. táblázat

Megnevezés		Akác	Nyár	Fűz	Smaragdafa
Beruházási költség	Ezer Ft/ha	436	516	694	2770
	Nettó jelenérték	Ezer Ft/ha	251	606	672
BMR	–	11,3%	14,3%	13,3%	8,1%
Jövedelmezőségi index	–	57,6%	117,5%	96,8%	1,3%



3. ábra. A belső megtérülési ráta alakulása a névlegestől eltérő hozamok esetén



4. ábra. Egyes beruházási költségösszetevők változásának BMR-re gyakorolt hatása

Összefoglalás

A nyárnak, akácnak, fűznek és a smaragdának eltérő igényei vannak, ezért ezek egymással csak akkor versenyezhetnek, ha az adott terület adottságai két vagy több fajának is kedvezőek. Egy adott terület adottságai ismeretében a különböző fajfajták által elérhető hozam megbecsülhető, s a készített modell alapján eldönthető, hogy mely telepítése gazdaságos. Energetikai faültetvény marginális területen történő létesítése elősegíti a klímavédelmi célok elérését, mert új telepítésként szén-dioxidot köt meg, s fosszilis tüzelőanyag elégetését teszi elkerülhetővé. Ez természetesen csak az élettartama alatt igaz, hiszen utána a megkötött szén-dioxid újra a légkörbe kerül. A hagyományos fajfajták esetén az élettartam alatt felmerülő összes költség jelenértéke és az élettartam alatt megkötött és kiváltott (ha a figyelembe vett tüzelőanyag: földgáz) szén-dioxid hányadosa $\sim 7 \text{ €/t}$.

Irodalom

- [1] Kovács H., Szemmelweis K., Palotás Á. B.: Nehézfémekkel szennyezett bányaterületről származó nyír, fenyő és akác eltüzelésekor keletkező hamu deponálásának lehetőségei, *Energiagazdálkodás*, 53. évf. 2012. 1. szám.
- [2] http://www.erdeszetilapok.hu/?page=arch_view&id=31145
- [3] Gockler L.: Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban, *Mezőgazdasági Technika*, 2010. november, p. 40-43.
- [4] Veperdi I. (szerk.): Erdőtelepítési természet-technológiai és végrehajtási útmutató kidolgozása, a nem szokványos erdőművelési módszer miatt, a különböző vágásfordulóval kezelt energetikai erdőkre. Kutatási jelentés, Budapest, 2005. http://web.t-online.hu/erti/3_eredmeny.pdf
- [5] Csiha I. – Kamandiné V. Á. – Kovács Cs.: Új hazai, ERTI szelekciójú fűz klón teljesítmény vizsgálata, 2014. <http://erdo-mezo.hu/2014/01/31/uj-hazai-erti-szelekciou-fuz-klon-teljesitmeny-vizsgalata-2/>
- [6] Haulik B. I.: Energiaültetvények telepítése környezetkímélő ektomikorrhiza gombákkal, TDK Dolgozat, SZIE MKK, 2008.
- [7] Stoll, B.: Vergleich unterschiedlicher Anbaumethoden von Energieholzplantagen, Dissertation, Göttingen, 2011. <http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-B153-6/stoll.pdf?sequence=1>

Energetikai szakmérnök képzés

A képzést azok figyelmébe ajánljuk, akik fel akarják frissíteni energetikai ismereteiket, vagy bár más műszaki területen szereztek oklevelet, de az energetika szektorban tevékenykednek. Az órákat kéthetente péntek-szombaton tartjuk.

Jelentkezési határidő a 2014. szeptemberében induló képzésre: 2014. augusztus 25.

A képzés költsége 290 eFt/félév, kezdete: 2014. szeptember 15.

A jelentkezési lap letölthető: www.energia.bme.hu

A szak megnevezése:

- Energiatermelési szakirányú továbbképzési szak
- levelező képzés BSc (főiskolai) végzettségűek számára

Az oklevélben szereplő szakképzettség megnevezése:

- Energiatermelési szakmérnök

A tervezett ágazatok megnevezése:

- Hő- és villamosenergia ágazat
- Megújuló energia ágazat

A jelentkezés feltételei:

- Legalább főiskolai vagy BSc szintű végzettség műszaki képzési területen.
- Legalább három éves szakirányú szakmai gyakorlat.

A képzési idő:

- a félévek száma: 4 félév, a kontaktórák száma: 480 (kéthetente péntek-szombat)
- az oklevél megszerzéséhez szükséges kreditek száma: 120.

A szakért felelős oktató, kapcsolattartó:

- **Dr. Ósz János** egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, osz@energia.bme.hu, 06-1/463-2558

A képzés során elsajátítandó kompetenciák, tudáselemek, megszerzhető ismeretek, személyes adottságok, készségek, a szakképzett-ség alkalmazása konkrét környezetben, tevékenység-rendszerben:

Az energiatermelési szakirányú továbbképzési szak két ágazatának oktatási célkitűzése olyan, kiemelkedő energiastratégiai, technológiai tudással és naprakész gazdasági, jogi információkkal rendelkező szakemberek képzése, akik a hő és villamos energia valamint a megújuló energia szakterületének átfogó hazai és nemzetközi kérdéseinek elmélyült ismeretével rendelkeznek. A végzett hallgatók képesek lesznek a különböző energetikai problémákat felismerni, azokat az energiahatékonyság és a fenntartható energetika hazai adottságainak megfelelően megoldani. Olyan, új energetikai szemléletmóddal és speciális ismeretekkel rendelkező szakmérnökök képzését szeretnénk megvalósítani, akik a korábban megszerzett mérnöki végzettségük és felsőfokú szakismeretük birtokában ismerik az energetika hazai és nemzetközi problémáit, megoldási módszereit, képesek a változatok feltárására, hatásuk elemzésére, valamint a fenntartható energetika követelményeivel harmonizáló műszaki technológiák alkalmazására, a létesítmények szakszerű megtervezésére, üzemeltetésére. Ezért alapvető fontosságúnak tartjuk a fenntartható energetika új szemléletének kialakítását. Ennek érdekében az általános alaptárgyakat oktató és közös programú első tanévet követően a szakirányú továbbképzés az alábbi két ágazatban folytatódik:

- hő- és villamos energia
- megújuló energia.

Közel nulla energiefelhasználású szint szerinti költségoptimalizált felújítás egy tetőtérbeépítés példáján¹

Kalló Péter

energetikai mérnök, kallo.peter@eszk.org

Egy új tervezési módszert vizsgáltam meg egy tetőtéri beépítés felújításának példáján keresztül, mely költségoptimalizáltan felel meg a Közel Nulla Energifelhasználású Épületekre vonatkozó követelményrendszernek.

*

The aim of this paper is to show a new, working planning method, which takes into account the cost of buying, maintaining and replacing mechanical equipment, doors, windows, thermal insulation, etc. of a renovation of a loft. The retrofit is cost optimized and planned with very strict requirements. This is a new way of thinking in Hungary.

A tervezés kétlépcsős folyamat, mely a hőburokból és a gépészetből áll. A hőburok optimalizációjával elérhetőek a kívánt hőátbocsátási értékek és a fajlagos hőveszteség-tényező. A falak optimális szigetelése kritikus, mivel nem csak azt kell vizsgálni, hogy mi az az érték mely elérése után az egységnyi szigetelésvastagság növelése már nem ad kellő mértékű hőenergia-megtakarítást, de a költségeket is szem előtt kell tartani. A nyílászárók esetleges cseréje, javítása is lényeges, mivel a filtrációs veszteség komoly tényező egy rosszul záró ablak, vagy ajtó esetén. Ezekre jelentős figyelmet kell fordítani, mivel ezek „passzív” elemek, karbantartási és üzemeltetési költséjük elhanyagolható a gépészetéhez képest. A gépészet már aktív tényezőként kezelendő, mivel annak már jelentkeznek különböző költségei a működtetésük, használatuk során. A fogyasztó számára sem közömbös a gépek, berendezések üzemeltetési költségei már a tervezési állapotban sem. Itt jelenik meg a globális költség számítás lényege, hasznossága [1]. Ezzel a számítási, új tervezési móddal meg lehet becsülni, hogy egy reális üzemeltetési idő alatt mekkora összeget kell a gépészetre fordítanunk. Ha alacsony beruházási költséget szeretnénk megvalósítani, akkor igen valószínű, hogy az üzemeltetési költségek nagyon magasak lesznek, hiszen ez azt jelenti, hogy egy gyengébb minőségű berendezéssel szeretnénk operálni, ami az alacsony hatásfoka miatt jóval több tüzelőanyagot fog felemészteni, ami magasabb üzemeltetési költségeket jelent, nem is beszélve a karbantartásról. Érdemesebb lehet magasabb beruházási költséget megengedni az alacsonyabb fenntartási költségek érdekében. Azt vizsgáltam, hogy milyen beruházás mekkora költséggel jár most és a jövőben egyaránt.

Az építészeti felújítás optimalizálásához igénybe vettem egy új, magyar fejlesztésű szoftvert, melynek EnerGOpt a neve [2]. Alkalmazott matematikai algoritmusok segítségével, mátrixokkal számol. Az eredeti állapotot és az optimális felújítási végállapotot leképezi, és megkeresi azt a műveletet, amely az optimális felújítás eléréséhez szükséges, majd visszafordítja matematikai nyelvről mérnökre. Egy jól definiált és fejlett adatbázisból képes jobb eredményeket produkálni, mint maga a mérnök. A program még tesztelés alatt áll,

de az eddigi összes tesztből győztesen jött ki, amit mérnökök ellen végeztek rajta. Ez a program valós adatbázisból dolgozik, és pontos árakat tartalmaz, így rendkívül precíz végárat sikerült kapnom. A felújítás tartalmazza a TNM Rendeletben szereplő hőátbocsátási értékeknek (U-érték) megfelelő falak hőszigetelő anyagok árait és munkadíjait, az összes nyílászáró cseréjét, mivel mind fakeretes és vetemedett, továbbá magába foglalja a kritikus felületek optimális hőszigetelési vastagságaihoz tartozó anyagokat és munkadíjait. Ezek a felújítások önmagukban is jelentős energia-megtakarítást eredményeznek, de nem elégségesek a Közel Nulla Energifelhasználású Épületekre vonatkozó követelményrendszer kielégítéséhez (NZEB – Nearly Zero-Energy Buildings) [3]. Ezt a követelményrendszert 2020-ban tervezik hatályba léptetni, jelenleg nyilvános vita alatt áll. Számolásaim során feltételeztem, hogy a szakpolitika el fogja fogadni és érvénybe fogja léptetni. A tervezet számolásának menete nem tér el a TNM Rendeletben leírtaktól, viszont a teljesítendő értékek jóval szigorúbbak. A hőátbocsátási tényezőket szinte a felére csökkentették, a fajlagos hőveszteség-tényező értékein és az összesített energetikai jellemzők értékein is jelentősen szigorítottak. A biztató az, hogy ezt mind a költségoptimalizáció jegyében tették meg. Ez azt jelenti, hogy nem sok extra ráfordítással már elérhetőek az értékek. A felújítandó lakás szükséges és optimális felújítása közel 2 millió Ft-ba kerül (1 998 716 Ft), ami a lichthofnál 35 cm vastag duzzasztott perlit felhordását követeli meg 16,41 m²-en, a földemet 23 cm vastag üvegyapattal 76,89 m²-en és végül a tetőszerkezeten is 23 cm vastag üvegyapot elhelyezését kívánta meg az optimális hőszigetelés 35 m²-en. A felületek minden esetben a teljes terjedelmet jelölik. Az ár tartalmazza az anyag- és munkadíjat egyaránt. A többi falon 6-7 cm üvegyapot elhelyezése elégséges a TNM Rendeletben megtalálható U-értékek eléréséhez.

A gépészet felújítása esettanulmányozás alapján történt. A lakásban egy hagyományos fali gázkazán volt beépítve, mely nem tudta kiszolgálni a lakók igényét, így az mindenképpen cseréire szorult. A fűtési rendszert szabad fűtőtestek, radiátorok képzik. Ezek a felújítás során felhasználásra kerülhetnek, de a cseréjük sem elvetendő kérdés. Nyolc gépészeti összeállítást számoltam át vizsgálataim során. Természetesen a legelső az eredeti rendszer volt, majd megnéztem, hogy miként változnak az értékek egy kondenzációs kazán beépítésével. Ezt kibővítettem napkollektorral, majd hőszivattyúval is. Megvizsgáltam a pellet tüzelés lehetőségét, illetve a távhőt, a villanyfűtést és HMV előállítását és végül a kompakt passzív ház készüléket is. Az NZEB által megkövetelt $E_p = 100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ -es értéket (összesített energetikai jellemző), mely a jelentős felújításon áteső lakossági létesítményekre vonatkozik, csak 4 összeállítás teljesítette. Ezek a következők: hőszivattyú napkollektorral és kondenzációs kazánakkal kiegészítve (63,95 kWh/m²a), kompakt passzív ház készülék (81,88 kWh/m²a), kondenzációs kazán napkollektoros rásegítéssel (82,97 kWh/m²a) és végül a pellet tüzelésű vízteres kályha (95,81 kWh/m²a). Ezek az értékek hűtés nélkül, csak fűtésre és HMV előállításra értendőek.

¹ A szerzőnek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

Már tudjuk azt, hogy mennyibe kerül a hőburok optimalizációja, a gépészeti berendezésekre kapott árajánlatok alapján ismertek azok az árak is. A globális költség számításához viszont ez még nem elégséges. A 244/2012/EU Bizottsági Rendelet alapján számítható globális költség meghatározása három főbb elemből áll össze. Az első a beruházási költségek meghatározása. A jelenlegi gyakorlatban itt meg is áll a tervezés, a feladat elvégzettnek tekintett. A második elem továbbmutat ezen és kimondja azt, hogy számolni kell az üzemeltetési költségekkel is, lakóépületekre vonatkozóan 30 évre. Meg kell becsülni az energiaárak ingadozását, emelkedését legalább 2 scenárióra. Az egyik lehetőség egy pesszimistább (5%) a másik egy optimistább (3%) áremelkedési prognózisból áll, illetve meg kell vizsgálni a jelenlegi árakkal is. Az Energiaklub elvégezte a szükséges számításokat és az 5%-os emelkedést javasolta használatra Magyarországon [4]. A jelenlegi árakat 2012-es árakkal számoltam az egyszerűség kedvéért. A harmadik összetevő a maradványérték meghatározása. Ennek lényege, hogy megadja egy adott beruházásnak a 30 év utáni, élettartammal arányosan csökkentett értékét, majd diszkontálva a 0. évre kimutassa, hogy mennyit ér. Lehetséges, hogy egy berendezés élettartama rövidebb 30 évnél, így cseréire szorul. Ez is megjelenik ebben a maradványértékben. A Bizottsági Rendelet részletesen bemutatja a számítási módszert. Ezen információk birtokában ki tudjuk számolni a globális költséget, ami alapján összehasonlíthatóak lesznek költség szempontból is a rendszer-összeállítások. Fontos arra emlékezni, hogy a kapott összegek a 30 éves használat során jelentkeznek és nem egyszerre. A globális költségeket összevettem, kiértékeltem a különböző árprognózisokkal végzett számítások alapján. Az eredmények a következők: a legolcsóbb gépészettel (kondenzációs kazán és napkollektor) ellátott felújítás összesen 4 523 916 Ft (pesszimista árprognózissal), míg a legdrágább (kompakt passzív ház készülék) 8 552 238 Ft (pesszimista árprognózissal), a 30 éves üzemeltetési időszakra vetítve. Ehhez még hozzá kell számolni a hőburok felújításából adódó összeget is. Látható, hogy az összeg meglepően magas a megszokott, beruházási költségekhez képest, de tudjuk, hogy ez egy globális költség, amiben a 30 éves üzemeltetési költség is benne van.

Láthatjuk azt, hogy az új tervezési mód működik és használható. El fog terjedni, hiszen erre szükség van. A beruházó általában szeretné tudni, hogy hosszútávon mennyibe fog kerülni a beruházás. Láthatjuk azt is, hogy egy cél több módon is elérhető, különböző gépészeti berendezésekkel is megvalósítható, elérhetőek a Közel Nulla tervezet értékei. Az összeállításokból körvonalazódik az is, hogy a tervezet készítői figyeltek arra, hogy legalább egy megújuló energiaforrás szükséges legyen a minimum eléréséhez. Ez abból látszik, hogy míg a kondenzációs kazán önmagában nem éri el a 100 kWh/m²a-es határt, addig a napkollektoros rásegítéssel már igen. Támogatják azt, hogy minden új építésnél, felújításnál legyenek feltérképezve a megújuló energia potenciálok és legyenek is hasznosítva. Érdemes előre tervezni, hiszen könnyen megeshet, hogy költségek szempontjából előnyösebb egy drágább beruházás, ami alacsonyabb üzemeltetési költséggel jár, így összességében költséghatékonyabb a rendszer. Nem szabad pazarlóan bánnunk az erőforrásainkkal, tudatosan és hatékonyan kell felhasználnunk azt, ami elérhető. Vizsgálatom bemutatta azt, hogy van rá lehetőség és van rá megoldás, csak használni kell.

Irodalom

- [1] Az Európai Bizottság: A Bizottság 244/2012/EU felhatalmazáson alapuló rendelete. Az Európai Unió Hivatalos Lapja, 2012.
- [2] Csík, Á., Botzheim, J., Balázs, J., Csoknyai, T., Hontvári, J. L.: Energy and Cost Optimal Design for the Reconstruction of Residential Building Envelopes by Bacterial Memetic Algorithms. SCIS-ISIS 2012, Kobe, Japan, November 20-24, 2012.
- [3] Csoknyai T. PhD, Kalmár F. PhD, Zöld A. DSc: A közel nulla energiafogyasztású épületek követelményrendszere és illesztése a költség-optimum számítások eredményeihez. Debrecen, 2012.
- [4] Severnyák K., Fülöp O., Nagy, P.: Épületek energetikai követelményeinek költségoptimalizált szintjének megállapítását megalapozó számítások. Energiaklub Szakpolitikai Intézet Módszertani Központ, 2013.

Nagyobb tulajdonrészt szerezhethet az MVM a Mátrai Erőműben

Folytak a tárgyalások arról, hogy az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. ne csak kisebbségi partnerként, illetve szerződő félként működjön együtt a Mátrai Erőmű Zrt.-vel, hanem tulajdonrészének növelésével vállaljon szorosabb, aktívabb szerepet – jelentette ki Németh Lászlóné a visontai Mátrai Erőműben.

A nemzeti fejlesztési miniszter a sajtótájékoztatón emlékeztetett: a 2011-ben elfogadott energiastratégia számol az atomerőművel, de számol a szén- és megújuló energiával is. A Mátrai Erőmű a szén- és megújuló energia-termelés tekintetében a magyarországi energiaellátás egyik legnagyobb, legfontosabb szereplője” – tette hozzá, hangsúlyozva, hogy számítanak az erőműre.

Szavai szerint fontos szerepet játszik az erőmű a foglalkoztatásban is: közvetlenül és közvetve több ezer ember megélhetését biztosítja. Rámutatott: az erőmű szorosabb kormányzati együttműködéssel megvalósuló tervei révén a foglalkoztatottak száma tovább nőhet.

Valaska József, a Mátrai Erőmű Zrt. igazgatóságának elnöke elmondta: a kormány komplex energiapolitikában gondolkodik. Emlékeztetett: tavaly az ország energiaellátásának több mint 70 százalékát Paks és a Mátrai Erőmű biztosította, ez utóbbi részaránya az év végére meghaladta a húsz százalékot.

Közlése szerint az erőmű közvetlenül és közvetve 9400 embert foglalkoztat. A Mátrai Erőmű Zrt. értékesítésből származó nettó árbevétele 2011-ben meghaladta a 98,3 milliárd forintot, egy évre rá pedig a 94 milliárd forintot. A társaság mérleg szerinti eredménye 2011-ben több mint 9,1 milliárd forint volt, ugyanakkor tízmilliárd forint osztalékot is kifizettek. 2012-ben az osztalék húszmilliárd forint volt, a mérleg szerinti eredmény pedig nulla forint.

A Zrt.-től kapott tájékoztatás szerint a cég az idén várhatóan mintegy hatezer gigawattóra villamos energiát fog termelni. A visontai és bükkábrányi külfejtéses bányákból több mint nyolcmillió tonna lignitet várnak.

Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform koncepcionális és megvalósíthatósági tanulmány bemutatása¹

Harazin Piroska

okleveles műszaki menedzser, harazin@eik.bme.hu

Dr. Pálvölgyi Tamás

egyetemi docens, tpalvolgyi@mail.datanet.hu

A cikkben azokat a főbb lépéseket és eredményeket mutatjuk be, melyek – egy Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform kialakításával – hozzájárulhatnak a természeti erőforrásokkal kapcsolatos elemzési, tervezési és partnerség-építési feladatokhoz. Szakirodalmi kutatásra alapozva bemutatjuk a természeti erőforrások, erőforrás-gazdálkodás fogalmak értelmezésével, csoportosítási lehetőségeivel kapcsolatos elképzeléseket, a hazai és nemzetközi szakpolitikák elemzése által pedig az erőforrások típusairól, az ágazatok, tématerületek megjelenéséről adunk átfogó képet, majd bemutatjuk primer kutatásunkat és eredményeit, vagyis a hazai erőforrás-gazdálkodás helyzetét és egy Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform megvalósíthatóságát. A szekunder és primer kutatást követően az előadásunkat a Platform működési feltételeinek megalapozásával és munkatervének (küldetés, célok, intézményi felépítés) megfogalmazásával zárjuk.

*

In our paper the main steps and results will be presented, which – by the preparation of a Resource Efficiency Management Platform – contribute to the analytic, planning and partnership-building tasks connected with natural resources. Based on literature review, we present the concepts of the interpretation and typological availability of the notions of natural resources and resource management; we also give a comprehensive view about the types and variety of natural resources and the appearance of sectors by the analysis of domestic and international policies; in addition we also present the frame and the results of our primary research, namely the state of the domestic resource management and the feasibility of the Resource Efficiency Management Platform. After the presentation of the primary and secondary research, we close our paper with the foundation of operating conditions and the drafting of the work plan (mission, objectives, institutional background) of the Platform.

Az Európai Bizottság számos kezdeményezést indított el 2011 folyamán, melyek fő célja az erőforrás-hatékonyság előmozdítása volt az egyes ágazatokban. Ezen kezdeményezések szerint a fenntartható és „zöld” növekedés olyan új formáinak a kialakítására van szükség, ahol a gazdasági növekedés, a nagyobb jólét és prosperálás nem jár együtt az erőforrások felhasználásának növelésével és a káros kibocsátások fokozódásával. 2011 januárjában közzétették az „Erőforrás-hatékony Európa” című dokumentumot [7], amely egyike az Európa 2020 stratégia [5] hét új kiemelt kezdeményezésének és célkitűzése egy nagyszabású átalakítás elindítása az anyagi erőforrások felhasználásában az európai ipar minden területén – és így a gazdasági jólét függetlenítése az erőforrások felhasználásától. Új típusú eszközökre, módszerekre és meghatározott ütemterv szerinti végrehajtásra van szükség a gazdaságpolitika, az iparstratégiák és a fejlesztéspolitika fenntartható átalakításának előmozdításához: így jelenik meg hasznos kezdeményezésként és eszközként az Erőforrás-

hatékonyság Tervezési Platform (European Resource Efficiency Platform [10]).

2013-ban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Környezetgazdaságtan Tanszék – Fenntarthatósági és Erőforrás-gazdálkodási Kompetencia Központ munkatársai készítettek el azt a tanulmányt, mely hozzájárul a Platform hazai adaptálásának előkészítéséhez, a koncepcionális és operatív terv szintű megalapozásához [9]. A tanulmány szekunder (nemzetközi és hazai szakirodalom, nemzetközi és hazai szakpolitikák, jó gyakorlatok) és primer (szakértői mélyinterjúk, hallgatók körében végzett kérdőíves megkérdezés) kutatásra támaszkodva vázolja fel a Platform hazai működési feltételeit, átfogó célját, munkatervét, intézményi felépítését.

Jelen a cikk a Platform bemutatását tűzi ki célul; fő hivatkozási alapja tehát a fent hivatkozott tanulmány [9]. Az alábbiakban elsőként bemutatjuk a szekunder kutatás célját, megvalósítását és eredményeit, majd a primer kutatás körülményeit és főbb eredményeit ismertetjük. A továbbiakban vázoljuk a Platform működési feltételeit (küldetés, cél, tevékenység, intézményi keret, tagok) és munkatervét.

Szakirodalmi kutatás és szakpolitikai elemzés

Egy Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform megvalósíthatóságának vizsgálata során elengedhetetlen a már létező szakirodalmak és szakpolitikák vizsgálata, elemzése. Szakirodalmi kutatás során gyűjtöttük össze a természeti erőforrások, erőforrás-gazdálkodás fogalmak értelmezésével, csoportosítási lehetőségeivel kapcsolatos elképzeléseket, melyek a Platform kereteinek és szükségességének bizonyításához adtak alapot. A nemzetközi és hazai szakirodalomban is számos definíció és megközelítés olvasható a természeti erőforrások körének lehatárolásával kapcsolatban, illetve megállapítható, hogy a természeti erőforrások, erőforrás-gazdálkodás fogalmak értelmezésével, továbbá csoportosítási lehetőségeivel kapcsolatos elképzelések igen sokszínű képet adnak. Számos irodalmat megvizsgálva (pl. [3], [4], [2], [19], [12]) elmondható, hogy valamilyen formában a legtöbb definíció kiemeli, hogy a természeti erőforrások az anyagi javak termelése révén a természeti és gazdasági tevékenységek közötti kapcsolatban játszanak szerepet. Jellemzően abban is széleskörű tudományos konszenzus van, hogy **a természeti erőforrások közé azon természeti jelenségek, valamint javak sorolhatóak, melyek a jelenlegi technológiai szint mellett a társadalom számára elérhetőek és hasznosíthatóak.**

Nemzetközi és hazai szakpolitikák elemzésével lehetőségünk nyílt vizsgálni az erőforrások típusait és az ágazati, szakterületi megjelenését. A nemzetközi szakpolitikai dokumentumok konzisztencia vizsgálata során 9, míg a hazai dokumentumok közül 11 erőforrás-gazdálkodás szempontú vizsgálatára került sor, melynek eredményei a Platform kialakításánál az érintettek témakörök, ágazatok stb. azonosításához nyújtottak megfelelő alapot.

A vizsgált nemzetközi szakpolitikai dokumentumok közül az Európa 2020 Stratégia [5] három prioritást tart szem előtt, azaz növekedési jellemzőt definiál: intelligens, inkluzív és fenntartható növekedés. Ezeket a prioritásokon belül a fenntartható növekedés az erőforrás-hatékonyabb,

¹ A szerzőknek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

környezetbarátabb és versenyképesebb gazdaságot takarja. Megfogalmazták, hogy „Az „Erőforrás-hatékony Európa” a gazdasági növekedés és az erőforrások felhasználásának szétválasztását, az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság felé való elmozdulás elősegítését, a megújuló energiaforrások növekvő mértékű alkalmazását, a szállítási ágazat modernizálását és az energiahatékonyság ösztönzését szolgálja.” ([5] p.7) Erdemes továbbá megemlíteni „Az erőforrás-hatékony Európa megvalósításának ütemterve” című bizottsági közleményt [8], melynek bevezetőjében arról írnak, hogy milyen tendenciát követett eddig az EU-s gazdaság az erőforrás használatot tekintve, illetve arról, hogy milyen előnyök származhatnak az erőforrások hatékony használatából ([8] pp.5-12).

Számos hazai szakpolitikai dokumentum is vizsgálható a témában, így többek között például a Nemzeti Vidékstratégia [20]; az Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Konceptió (2012) [14]; a Nemzeti Energiastratégia (2012) [16]; a Magyarország Megújuló Energia-hasznosítási Cselekvési Terve (2011) [13]; a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia (2012) [17]; a Nemzeti Környezetvédelmi Program (2009) [1]; Ásványvagyon-hasznosítási és készletgazdálkodási Cselekvési Terv (2013) [15]; vagy például a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (2008) [18]. Minden vizsgált hazai stratégiai dokumentum kisebb vagy nagyobb mértékben, de érinti a természeti erőforrások valamilyen körét és az érintettek célcsoportjaival kapcsolatos, differenciált beavatkozási javaslatokat is megfogalmaz. Az Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács például az intézmények ésszerű hálózatának létrejöttére hívja fel a figyelmet, mely „képesek jelezni a döntéshozók számára a nemzeti erőforrások megfelelő megőrzéséhez elengedhetetlen feltételeket, s bizonyos esetekben a szükséges erőforrásvédelmi intézkedéseket ki tudják kényszeríteni” ([17] p. 12), mely alátámasztja a Platform kialakításának aktualitását és betöltendő szerepének hiánypótló jellegét.

Az Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform gyakorlati megvalósíthatóságának elősegítéséhez nélkülözhetetlen a mérhetőség, nyomonkövethetőség, így került sor az erőforrás-gazdálkodáshoz kapcsolódó indikátorok vizsgálatára is, szekunder kutatás segítségével. Az erőforrások mérhetőségével kapcsolatos ismeretek támpontul szolgálhatnak a Platform kialakításánál: segíthetnek az erőforrástípusok meghatározásánál, továbbá a későbbi működés szempontjából is hasznosak lehetnek. A hazai és a nemzetközi szakpolitikák és hozzá kapcsolódó irodalmak vizsgálata során szinte mindenhol találkozhatunk a fenntartható erőforrás-gazdálkodás jövőképeivel, azaz az erőforrásokkal kapcsolatos fenntartható gazdálkodás sok helyen alapvető célként, irányként jelenik meg. Azonban konkrét tevékenységekkel, méréshez szükséges indikátorokkal már nem minden esetben találkozunk és a kapcsolódó intézményrendszer szinte sehol nem jelenik meg. Erdemes azonban a vizsgált dokumentumokra (pl. Központi Statisztikai Hivatal: A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon [11]; COM (2011) 571: Az erőforrás-hatékony Európa megvalósításának ütemterve [8]), mint élenjáró, jó példákra tekinteni és akár az indikátorokkal, akár egy-egy struktúrával kapcsolatos gondolatot kiemelni, áttemelni a jövőbeli Platform tervezési folyamatába.

A hazai erőforrás-gazdálkodás helyzete és egy Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform megvalósíthatósága – primer kutatás

A hazai erőforrás-gazdálkodás helyzetének és egy Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform megvalósíthatóságának vizsgálata is elengedhetetlen részét képezte a kutatásnak, melynek megvalósítása primer kutatás segítségével történt, így szakértői és közigazgatási szakértői interjúk és a „jövő generációk” erőforrás-gazdálkodással kapcsolatos elképzeléseinek kérdőíves felmérésére került sor.

A szakértőkkel és közigazgatási szféra képviselőivel készített 13 interjú alapvető céljai közé tartozott a hazai természeti-erőforrások fogalmkörének pontosítása, az erőforrás-gazdálkodás témakörében történő potenci-

ális együttműködési hajlandóság felmérése és a megfelelő együttműködési forma kidolgozásának megalapozásához nélkülözhetetlen szakértői vélemények feltérképezése. Az interjúkban szereplő kérdések között a tervezett Platform résztvevőire, felelőseire, működési formájára vonatkozó kérdések is szerepeltek, továbbá az oktatás, képzés, szemléletformálás és ezek intézményeinek Platformba való megjelenési lehetőségeinek témákra is megjelent.

Az erőforrások hazai helyzetével kapcsolatban megtudtuk, hogy a megkérdezettek véleménye alapján a legtöbbször említett hazai erőforrások a vizek (felszíni és felszín alatti), azonban a talajjal kapcsolatos említések száma is kimagasló. A hazai erőforrások közül a legfontosabbak kiválasztásával kapcsolatban is hasonló kép mutatkozik, a legfontosabb hazai erőforrásként jelenik meg a víz, illetve termőföld és a talaj. Negatív általános kép vázolható fel a természeti erőforrásokkal való gazdálkodás mai, magyarországi megvalósulásával, azonban fontos megjegyezni, hogy voltak olyan válaszadók, akik – az erőforrás típusától függően – egyszerre tartották jónak és rossznak a helyzetet.

Az erőforrás-gazdálkodás jövőjével, a Platform működési feltételeivel kapcsolatban a megkérdezettek többsége egyértelműen látná értelmét egy több szakmai kört átfogó intézményes mechanizmus, szervezet (Platform) létrehozásának a természeti erőforrás-gazdálkodás témájában, míg a megkérdezettek közel fele csak bizonyos feltételek, keretek mellett látná értelmét egy ilyen intézményes mechanizmusnak. Azzal kapcsolatban, hogy milyen intézményeket, szervezeteket lehetne bevonni a Platform működésébe és milyen szerepkörrel ruházhatók fel, a **megkérdezettek több mint fele javasolta, hogy kormányzati, gazdasági és civil szereplői egyaránt legyenek az együttműködésnek.** Megoszló volt a vélemény a Platform működési formájának és lehetséges szerepeinek tekintetében, továbbá eltérő vélemények születtek a belső működési módjával kapcsolatban is. Az interjúk eredményeként két markáns következtetés vonható le, melyek az eredeti koncepció két elemét alapjaiban változtatják meg: az első a Platform elnevezéshez kapcsolódó átnevezési igényekre vonatkozott, a második pedig a Platform megjelenési formájának virtuális verziójával kapcsolatos egyértelmű elutasítás volt.

A szakértői interjúk mellett a „jövő generációit” képviselő egyetemi hallgatók körében kérdőíves felmérésre került sor, mellyel cél volt vizsgálni, hogy egy másik nézőpontból, milyen eredményeket kaphatunk a hazai természeti erőforrások köréről, fontosságáról, az erőforrás-gazdálkodás fogalmának jelentéséről. **A kérdőíves felmérésben 63 személy vett részt és az a következtetés vonható le az eredmények értékelését követően, hogy a természeti erőforrások tekintetében a „jövő generációjának” véleménye összhangban van a szakértők által mondottakkal.** Eltérés mutatkozik azonban az erőforrás-gazdálkodás szereplőivel kapcsolatos kérdés esetében, mivel a civil műhelyeknek jelentősebb szerepet tulajdonítanak a kérdőív válaszadói, a különféle kormányzati, tudományos és felsőoktatási szervezetek mellett.

Az Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform lehetséges működési keretei

Felhasználva a szekunder és a primer kutatás eredményeit, a Platform hazai megvalósításával kapcsolatban, a „pozicionálását” tekintve két megoldás megfogalmazására nyílt lehetőség:

- Egy olyan, kormánytól független testület létrehozása, mely a természeti erőforrás-gazdálkodás „öréként” nyomonköveti, befolyásolja, valamint a szakpolitikákba jogerővel integrálja a témakörrel kapcsolatos tevékenységeket – továbbá erős értékelési, beszámoltatási és kontroll funkciókkal van ellátva.
- Egy olyan szerveződés, amely a természeti erőforrás-gazdálkodás szempontjából a tervezést segítő, támogató információ cserét biztosítja – továbbá a kormányzati jogszabály- és stratégia előkészítő rendszer részeként működik.

Az a változattal kapcsolatban az a következtetés tehető, hogy már meglévő Tanácsok feladatához kapcsolódó jogosítványokkal rendelkezne a Platform, így vagy valamelyik meglévő tanács kapná meg a Platform feladatait, vagy éppen elvonódna feladat az adott tanácstól, továbbá az is megállapítható, hogy ezen keretek között a munka hatékonyságának függvénye egy olyan egyeztető testület lenne, mely a „Természeti Erőforrás Minisztérium” égisze alatt működik. Figyelembe véve ezeket a következtetéseket a Platform „pozicionálásával” kapcsolatban, a továbbiakban a b) változat kerül a munka középpontjába.

A Platform küldetése a következőképpen fogalmazható meg: a természeti erőforrás-gazdálkodással kapcsolatos szakpolitikai tervezés támogatása, a tervezők közötti együttműködés elősegítése, valamint a minisztériumi stratégiai tervezés szakmai megalapozottságának és társadalmatisításának megerősítése; így válhat a Platform a természeti erőforrás-gazdálkodással kapcsolatos „jó kormányzás” és szemléletformálás egyik lehetséges eszközévé.

A küldetés megfogalmazása mellett érdemes hangsúlyt fordítani a Platform átfogó céljára, illetve részletes célkitűzéseire. Egy olyan többoldalú mechanizmus életre hívását tűzi ki átfogó célként a Platform, amely „nem kötelező” ajánlások formájában, a stratégia- és jogalkotási folyamatok kezdeti fázisában ad útmutatást e dokumentumok tervezői és más érdekelt számára a fenntartható természeti erőforrás-gazdálkodás szempontjainak beépítésének lehetőségeire, illetve felhívja a figyelmet az esetleg kockázatokra, kedvezőtlen hatásokra és következményekre.

Figyelembe véve a küldetés és az átfogó cél megfogalmazását, a tanulmány javasolja a Platform elnevezésének megváltoztatását és a **Természeti Erőforrás Tervezési Tanács (TETT)** elnevezést alkalmazni.

A célkitűzéseket illetően négy irány említhető meg: (1) Természeti erőforrás-gazdálkodási ajánlások készítése; (2) Konzultációs fórum; (3) Komplex szemléletű tanulmányok; és (4) Oktatás, képzés, tájékoztatás. A célkitűzéseket és azok rövid értelmezését szemlélteti az 1. ábra.

A Platform működésének intézményi kereteivel kapcsolatban szükség van különböző szempontok figyelembe vételére ahhoz, hogy a megfelelő intézményi felépítés tervezhető legyen. Ilyen szempontok például:

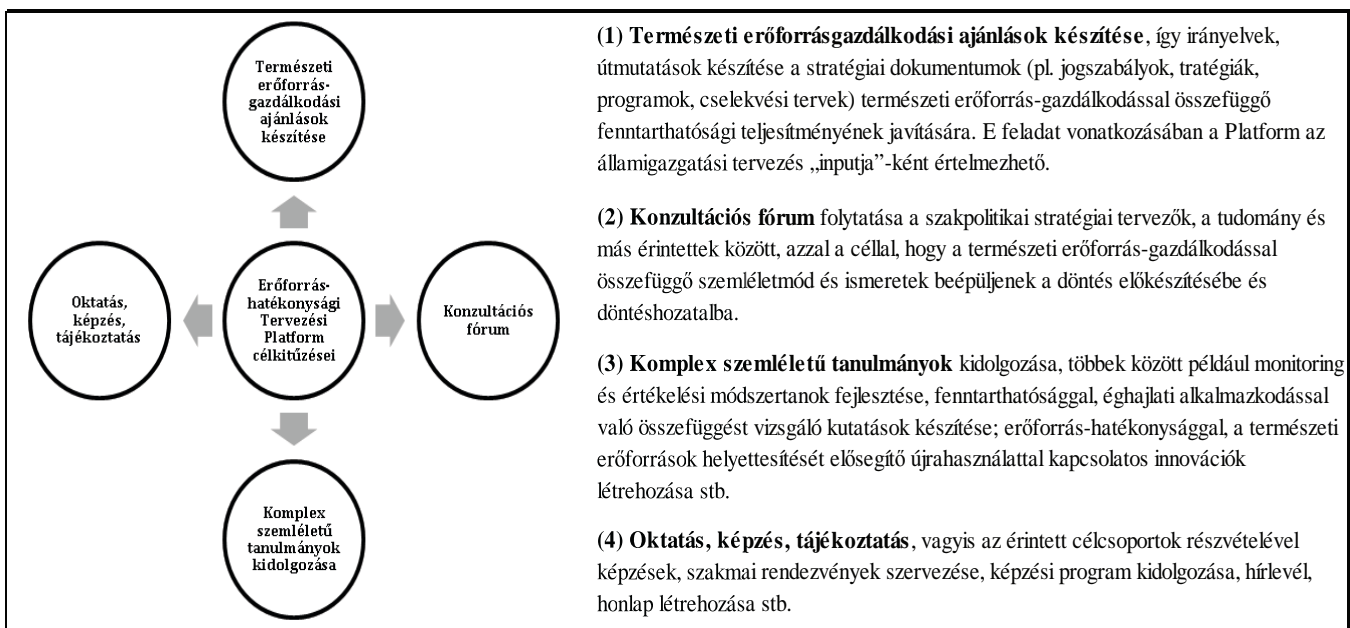
- (1) **Megfelelő jogi mandátum:** ennek szükségessége abban rejlik, hogy jogi mandátum hiányában a Platform működése ellehetetlenülhet, illetve akár a tevékenység komolytalanságát sugallná ez a helyzet. Éppen ezért fontos, hogy a feladatok, hatáskörök, dele-

gációs rend, felügyelet (Kormányzati háttérintézményi feladatként) rögzítésre kerüljön jogszabályban.

- (2) **„Jó” belső szabályozottság:** szükségességét a megfelelő színvonalú kidolgozás és folyamatosan karban tartott működés jelenti, így például a szervezetnek és működési rendnek, munkatervnek, szakmai és tudományos tervnek, kommunikációs tervnek kidolgozása és karban tartása.
- (3) **Megfelelő felügyelet:** a tevékenységek felügyeletére van szükség, azonban ezen túlmenően azt is fontos rögzíteni, hogy ezt a feladatot a természeti erőforrások területén hatáskörrel, illetve szakmai tapasztalattal rendelkező minisztériumi szerv, vagy háttérintézmény lássa el.
- (4) **Hatékony működés:** a megvalósítás és működés érdekében szükséges, hogy a titkársági feladatokat egy szűk, professzionális stáb lássa el, mely stáb kellő jártassággal kell, hogy rendelkezzen az államigazgatási tevékenységek, a témakörrel kapcsolatos tudományos, képzési és oktatási kapcsolódások tématerületein.

A szempontok tisztázását és figyelembe vételét követően nyílt lehetőség a Platform intézményi felépítésének megtervezésére. A tervezés során egy kétszintű felépítés jelenik meg, melynek centrális eleme az Erőforrás-hatékonysági Konzultációs Fórum életre hívása és működtetése. Az intézményi felépítésben az egyik szinten a Plenáris Tanács található, melynek döntés előkészítő támogató funkciója van. A másik szinten két Munkabizottság helyezkedik el, akik a működőképességet és a szakmaiságot biztosítják: a Szakmai, Tudományos és Oktatási Munkabizottság, melynek funkciója a szakmai megalapozottság biztosítása; illetve a Partnerségi és Szemléletformálási Munkabizottság, melyhez a társadalmatisítás funkció tartozik. A két Munkabizottságnak a Plenáris Fórum által feltett kérdésekre kellene választ adniuk, tagjaik rendszeresen személyesen is találkozhatnak, megoldanak feladatokat. Ezen túlmenően azonban biztosítani szükséges a Munkabizottságok operatív munkával kapcsolatos személyi és tárgyi feltételeit, így a koordinációs és operatív teendőket a BME Fenntarthatósági és Erőforrás-gazdálkodási Kompetencia Központ látná el – mint Titkárság. A Magyar Bányászati Hivatal vagy a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet javasolt a felügyeleti feladatok és a kormányzati kapcsolattartás ellátására.

A két szinten elhelyezkedő szereplőknek különböző feladatok delegálhatóak, illetve tagjait is különféle csoportok, csoportosulások alkothatják. A feladatokat és a lehetséges tagokat az 1. táblázat szemlélteti.



1. ábra. Célkitűzések az Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platformban (Forrás: [9] alapján saját szerkesztés)

1. táblázat. Az Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform intézményi felépítése, feladatok és a tagok lehetséges köre. Forrás: [9]

	Alapfeladata, tevékenysége	Tagjainak lehetséges köre
Plenáris Tanács Funkció: döntéselőkészítő támogatás	<ul style="list-style-type: none"> – ajánlások kidolgozása – kormányzati kapcsolattartás – képviselőket a szakpolitikai és horizontális tanácsok (pl. OKT, NFFT, OÉTT stb.) felé 	<ul style="list-style-type: none"> – minisztériumok, kormányzati háttérintézmények stratégiai tervezési szakemberei, középvezetői – Fontosabb ágazati és nemzeti szintű tanácsok (pl. NFFT, OKT, OÉTT, NET stb.) képviselői – A két munkabizottság vezető szakértői koordinátorai
a) Szakmai, Tudományos és Oktatási Munkabizottság Funkció: szakmai megalapozottság	<ul style="list-style-type: none"> – döntéselőkészítés a Plenáris Tanácsnak – tanulmányok kidolgozása, módszertan fejlesztés – jó gyakorlatok gyűjtése, megosztása – oktatási, képzési program kidolgozása 	<ul style="list-style-type: none"> – tudományos és egyetemi műhelyek – természeti erőforrásokat jelentős mértékben igénybevevő ágazatok kulcsintézményei, vállalatai (pl. közmű vállalatok)
b) Partnerségi és Szemléletformálási Munkabizottság Funkció: társadalmisítás	<ul style="list-style-type: none"> – döntéselőkészítés a Plenáris Tanácsnak – konzultációs fórum biztosítása – szakmai rendezvények szervezése – hírlevél, honlap 	<ul style="list-style-type: none"> – gazdasági érdekképviselők – civilszervezetek – önkormányzati szövetségek

A Platform működésének kezdeti fázisában fontos lehet, hogy a szakterületeket kiválóan ismerő, horizontális integrációt ellátó országos testületek (pl. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács, Országos Környezetvédelmi Tanács, Országos Területfejlesztési Tanács, Nemzeti Építészeti Tanács, Nemzeti Egészségügyi Tanács stb.) támogassák, segítsék a működést, többek között azzal, hogy áttekintik, hogy a szakterületükön milyen – a természeti erőforrások gazdálkodásával összefüggő – lépések szükségesek, állásfoglalást fogalmaznak meg a teendőkről, szükség esetén javaslatot tesznek a Platform tevékenységére.

A szakmai kapcsolatokon kívül, a Platform az államigazgatás stratégiai tervezési tevékenységéhez is kapcsolódhat, mely kapcsolatban két út jelenik meg. Egyrészt a Platformnak feladata lehet a természeti erőforrásokkal kapcsolatban a tervezési folyamatok előzetes, „előterv” fázisában ajánlásokat megfogalmazni, másrészt közvetve lehetőséget teremthet arra, hogy a horizontális integrációt ellátó országos testületek – a stratégiai dokumentumok egyeztetési fázisában mérlegeljék a Platform ajánlásainak beépülését és érvényesülését. Ezen két irány mellett további főbb kapcsolódási pontok említhetők meg, így: a stratégia és jogszabály előkészítés hatásvizsgálatai; természeti erőforrás kataszterek felépítése, nyilvántartása; ágazati, szakpolitikai stratégiák koherenciájának biztosítása; jó államigazgatási gyakorlatok összegyűjtése és megosztása; tervezési útmutatók, döntéstámogató eszközök kifejlesztése, külföldi példák adaptálása a természeti erőforrás-gazdálkodás integrálására; zöldgazdaság fejlesztéshez, vidékfejlesztéshez kapcsolódó támogatási rendszerek, ösztönzők kialakítása; javaslat stratégia- és jogalkotásra. Mindezen kapcsolódási pontok mellett azonban fontos azt megjegyezni, hogy a Platform nem helyettesítheti a természeti erőforrás-gazdálkodás állami irányítását.

A Platform munkatervével kapcsolatban a tanulmány javaslatokat fogalmaz meg a Platform létrehozásának második ütemében ellátandó feladatokra, illetve a nemzetközi együttműködési lehetőségekre is.

Záró gondolatok

Az eredmények alátámasztják a természeti erőforrás-gazdálkodás témakörének aktualitását és hiánypótló jellegét: a magyarországi erőforrás-hatékonyság javításához egy alkalmas szervezet (Természeti Erőforrás Tervezési Tanács, TETT) hatékonyan hozzájárulhat. A természeti erőforrá-

sokhoz és az újrahasznosításhoz kapcsolódó tervezés és információcsere – az újrahasznosító „körkörös zöld-gazdaság” fejlesztésén keresztül – Magyarország modern újraiparosításának alapfeltétele és egy átfogó, „alulról építkező” Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform (Természeti Erőforrás Tervezési Tanács, TETT) hatékonyan hozzájárulhat a fenntarthatóság felé való átmenethez.

Felhasznált irodalmak

- [1] 96/2009. (XII. 9.) OGY határozat [2009]: a 2009-2014 közötti időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Programról; Nemzeti Környezetvédelmi Program 2009-2014.
- [2] Benkő F.: Természeti környezet - természeti erőforrások – geonómia. 1978. Geonómia és Bányászat, 11. évfolyam 3-4. szám, pp. 247-253.
- [3] Bora Gy. – Korompai A. (szerk.): A természeti erőforrások gazdaságtana és földrajza. Aula Kiadó, Budapest, 2001, pp. 428
- [4] Buday-Sántha A.: Környezetvédelem – Vidékfejlesztés – Agrártermelés. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaság-tudományi Kara, 2002, pp. 76
- [5] COM (2010) 2020 végleges: A Bizottság közleménye EURÓPA 2020. Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája. Brüsszel, 2010.3.3. http://ec.europa.eu/archives/growthandjobs_2009/pdf/complet_hu.pdf
- [6] COM (2010) 546 végleges: A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az Európa 2020 stratégia kiemelt kezdeményezése: Innovatív Unió SEC(2010) 116. Brüsszel, 2010.10.6. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0546:FIN:hu:PDF>
- [7] COM (2011) 21: Communication from the Commission to the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. Brussels, 26.1.2011. http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf
- [8] COM (2011) 571: A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, a Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az erőforrás-hatékony Európa megvalósításának ütemterve. {SEC(2011) 1068 végleges} Brüsszel, 2011.9.20. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:hu:PDF>
- [9] Csete M. – Harazin P. – Pálvölgyi T. – Pomucz A.B.: Erőforrás-hatékonysági Tervezési Platform koncepcionális és megvalósíthatósági tanulmány (KMT). BME Környezetgazdaságtan Tanszék. Megbízó: Nemzetgazdasági Tervezési Hivatal. 2013.
- [10] European Resource Efficiency Platform: http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/re_platform/index_en.htm
- [11] Központi Statisztikai Hivatal: A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon. Budapest. 2011. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/fenntartfejl/fenntartfejl09.pdf>
- [12] Magda R. (szerk.): A magyarországi természeti erőforrások gazdaságtana és hasznosítása. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2001, pp. 167
- [13] Megújuló Stratégia: Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2020; Budapest, 2008. július. <http://www.nkek.hu/strategiai-dokumentumok>.
- [14] Nemzetgazdasági Minisztérium – Nemzetgazdasági Tervezési Hivatal: Nemzeti Fejlesztés 2020, Az Országos Fejlesztési Konceptió és az Országos Területfejlesztési Konceptió társadalmi egyeztetési változata. 2012. Stratégiai vitaanyag. Készült „A Kormány 1254/2012. (VII.19.) Kormányhatározat a területfejlesztési politika megújításáról, az új Országos Területfejlesztési és az új Országos Fejlesztési Konceptió kidolgozásáról” alapján. Nemzetgazdasági Tervezési Hivatal, 2012. http://www.nth.gov.hu/files/download_files/504/oftk_tarsadalmi_egyeztetes_1217.pdf
- [15] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium: Ásványvagyon-hasznosítási és készletgazdálkodási Cselekvési Terv. 2013. február. http://www.kormany.hu/download/c/6a/c0000/C3%81CsT_02%2012.pdf
- [16] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium: Nemzeti Energiastratégia 2030. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium. 2012. <http://www.nih.gov.hu/strategiaalkotas/agazati-strategiaifeher/energetika>
- [17] Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács (NFFT): A fenntarthatóság felé való átmenet nemzeti koncepciója, Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia 2012-2024, 2012. http://www.nfft.hu/dynamic/NFFS_roid_OGYhat_melleklete_2012.05.16_vegso.pdf letöltve: 2013. 01. 02
- [18] NÉS: Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025. 2008. http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/docs/nes080214_en.pdf; http://klima.kvvm.hu/documents/14/nes_080219.pdf
- [19] Rétvári L.: A természeti erőforrások földrajzi értelmezése és értékelése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1989, pp. 120
- [20] Vidékfejlesztési Minisztérium: Nemzeti Vidékstratégia 2012 – 2020 („a magyar vidék alkotmánya”). <http://videkstrategia.kormany.hu/>; <http://videkstrategia.kormany.hu/download/4/37/30000/Nemzeti%20Vid%20C3%A9kstrat%20C3%A9gia.pdf>

Energiamegtakarítás több lépcsőben¹

Polgár Győző, Cothec Kft.

Bíró Sándor, CEM

okl. villamos üzemmérnök, bs.nrcont@gmail.com

Az Opel Szentgotthárd Kft. törekszik rendszerei energiateljesítményének csökkentésére. Olyan műszaki megoldásokat valósítunk meg, ahol nem csak helyi károsanyag kibocsátás csökken, hanem az országos környezetre is hatással van (villamos energia megtakarítás). Folyamatosan vizsgáljuk rendszereink fajlagos energia felhasználását és törekszünk a legoptimálisabb mutatók elérésére.

*

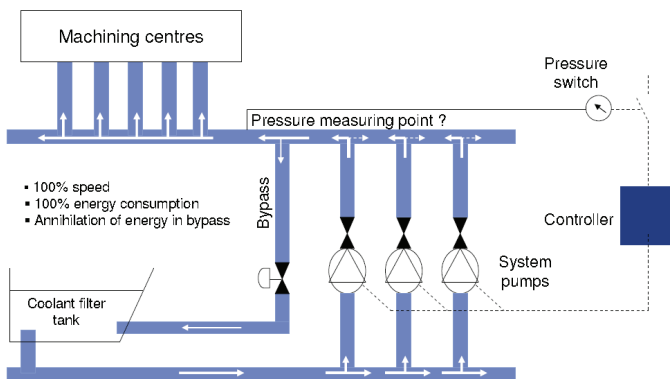
The Opel Szentgotthard Ltd. seeks to reduce the energy consumption of systems. Achieved by technical solutions, which not only reduced local emissions, but also affects the national environment (electricity savings). We continue to examine the use of specific energy systems and strive to achieve the most optimal characteristics.

A gyár régi hőtermelő rendszerét korszerűsítettük a megváltozott hőhordozó igényeknek megfelelően. A termelési csarnok bővítésénél a leghatékonyabban működő fűtési berendezések kerültek beépítésre. E cikkben bemutatjuk, hogy utolsó 2 évben milyen megoldásokat valósítottunk meg a régi rendszereinknél. Törekszünk arra is, hogy a munkavégzés során dolgozóinknak minél jobb komfort érzete legyen mind hő érzeti, mind világítási szempontból.

Villamosenergia-megtakarítás

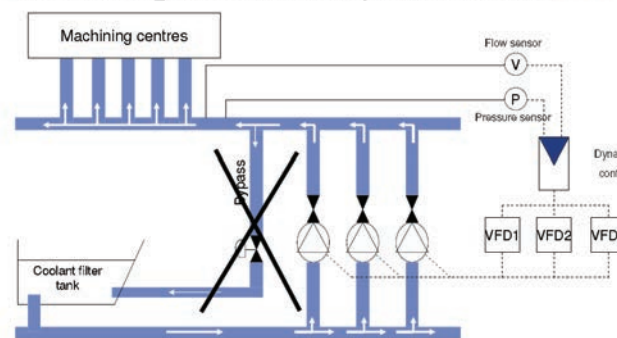
Emulziós és olajellátó rendszer szivattyúi:

- kettő emulziós (8 + 2 működő szivattyúval) és egy olajellátó rendszer (2 működő szivattyúval) volt érintett az átépítés során,
- a szivattyúk állandó, maximális áram felvétellel működtek,
- nem volt mennyiségi szabályozás, nyomás alapján történt fokozatonként a szivattyúk fel-, illetve lekapcsolása, a lenti elvi ábra szerint



Műszaki megoldás: A szivattyúk villanymotorjaira VFD típusú frekvencia váltó rendszer lett telepítve nyomás és térfogat szabályozással. A projekt megvalósítását követően a beépített vezérlés fokozatmentesen irányítja a szivattyúkat, rendszerenként egy szivattyú lekapcsolásra került a lenti elméleti ábra szerint.

Control based on 2 measured variables – dyn. volume flow control



Az elvi ábra mutatja be a megtakarítási koncepciót. A túláram szeleppel ellátott megkerülő ágakat megszüntettük, helyette frekvenciaváltókkal módosítjuk a szivattyúk teljesítményét, így igazítva azt a folyamatosan változó ellátási igényekhez.

Három önálló ellátó rendszerről beszélünk, egy emulziós rendszer 8 szivattyúval, egy emulziós rendszer 2 szivattyúval, és egy olajellátó rendszer 2 szivattyúval működött. Az átépítést megelőzően a rendszerek minden meglévő szivattyúja üzemelt folyamatosan, az igényeknél magasabb nyomást állítottunk elő, és a felesleget egy túláram szeleppel ellátott megkerülő ág vezette le. Az átépítést követően a szivattyúk teljesítményét folyamatosan az aktuális igényekhez igazítjuk, így minden rendszerben egy szivattyú lekapcsolhatóvá vált. Az így lekapcsolhatóvá vált szivattyúk teljesítménye 270 kW.

A megtakarítás természetesen műszakszám függő. Ezen a gyárterületen napi 3 műszakos termelés folyik, heti 5 napban, illetve több alkalommal heti 6 napon. A kalkulációban természetesen az óvatosság elve alapján csak 5 napos munkahetekkel számoltunk.

Előnye: Jobban illeszkedik az igényekhez, elektromos energia megtakarítás jelentkezik.

Az emulziós rendszer 2013-ban lett átépítve, 1996. óta üzemelő rendszer korszerűsítése történt meg.

Földgáz fogyasztás csökkentése következtében a széndioxid kibocsátás csökkentése

A központi kazánház gőzös kazánjait kicseréltették ESCO konstrukció keretében új modern forró- és melegvizet kazánokra

¹ A cikk a Virtuális Erőmű Program megbízásából készült.

- A forróvíz igényű rendszerre új korszerű forró víz kazánt telepítettünk. A téli csúcs igényre pedig átalakítottuk forró vizesé az egyik gőz kazánt.
- A megmaradt gőzös hőtermelő kazánok működtetése megszüntetésre került, hideg tartalékot képeznek a hő ellátás biztonságának figyelembe vétele mellett
- A melegvíz igényű rendszerre új kondenzációs kazánrendszer lett beépítve 4 db kazán egységből.



Előnye: Új, korszerű hőtermelő rendszer lett kialakítva. A tényleges fűtési forró-, illetve meleg víz igényekhez lettek méretezve a beépített új kazán teljesítmények. Kb. 24%-os energia megtakarítást értünk el.

A kazánházi rendszer 2013-ban lett üzembe helyezve, az 1991 óta üzemelő rendszer került cserére.

A megtakarítások számokban kifejezve

Villamosenergia-megtakarítás:

Emulziós rendszer szivattyúi:

- Kiindulási adatok: 8 db (55 kW/db) alacsonynyomású emulzió szivattyú, 2 db (160 kW/db) magasnyomású emulzió szivattyú, 2 db (55 kW/db) magasnyomású olajszivattyú.
- Előző bázis elektromos fogyasztás:
870 kW·24 óra·5 nap·49 hét = 5 115 000 kWh/év
- Frekvenciaváltós rendszer beépítését követően rendszerenként egy szivattyú üzemeltetése folyamatosan megtakarítható, így a megtakarítás 270 kW, azaz a rendszer teljesítménye átépítés után 870 kW – 270 kW = 600 kW
- Várható elektromos fogyasztás:
600 kW·24óra·5nap·49hét = 3 528 000 kWh/év

Várható villamosenergia-megtakarítás: **1 587 000 kWh/év**

Földgáz energia megtakarítás

A központi kazánház korszerűsítése:

- bázis gázfogyasztás (2010): 2 018 000 Nm³ földgáz,
- hatások javulás és kazán teljesítmény léptetésből eredő megtakarítás kb. 23,7%

A bővítés mértéke

2010-es évben fűtött léghőmérték: 531 000 lm³ (vizes légkalfirekkel történt)

Bővítés után összes léghőmérték: 1 042 840 lm³ (melynek fűtésének egy része központi kazánházzal meleg illetve forró vizes kalfirekkel maradt, a másik része új decentralizált gázos hőlégbefűvőkkel történik).

2010-es fogyasztáshoz a lekötött teljesítmény: 1300 m³/h

2013-as fogyasztáshoz a lekötött teljesítmény: 1800 m³/h

Az energiamegtakarítás számítása

Referenciaként a 2010-es évet azért választottuk, mert akkor még az üzem teljes egészében működött, az átépítés időszakában egyes területek csak részlegesen üzemeltek, így az akkori fogyasztási adatok nem alkalmasak összehasonlításra. Az összehasonlítás a gázfogyasztások, a fűtött légtérfogatok, a dolgozói létszám és a vonatkozó hőfokhidak figyelembe vételével készült a referencia év és a 2013. év március-április és október-decemberi időszakjainak összehasonlítása alapján. 2013. márciusától mind a régi, mind az új gyártóterületek hőellátása a teljes beépített területre vonatkozóan működött.

Nehezíti a tisztánlátást, hogy a gyártelep gázmérőjén kívül más fogyasztásmérő nincs a hőellátó rendszerbe építve, így az új épületek fűtését és a HMV-re fordított energiafelhasználást a teljes fogyasztásból csak légtérfogat arányosan értelmezhetjük, a HMV energiaigények pedig a létszám alapján szükséges tervezési normák alapján kerültek figyelembe vételre (50 l/fő 50 °C).

A beavatkozások eredményét az eredetileg meglévő rendszerre kell meghatározni, mivel az energiahatékonyság növelés csak ezen a rendszeren értelmezhető.

1. táblázat

	Tervezett állapot						
	Im ³	Létszám	Gázigény (Nm ³)	Hőfokhíd (Dju ₁₉)	Fűtési gáz (Nm ³)	HMV gáz (Nm ³)	kWh/Dju/Lm ³
Régi csarnok eredeti állapot	531 000	660	2 018 377	2 919	1 976 386	41 991	0,012037
Régi csarnok új állapot	531 000	660	1 591 700	2 919	1 554 708	36 992	0,009469
Régi+Új csarnokkal	1 042 840	810				45 399	
Régi rendszer tervezett javulása (%):					21,34%	11,90%	21,34%

2. táblázat

	Tényleges állapot						
	Im ³	Gázfogy (Nm ³)	HMV gáz (Nm ³)	Fűtési gáz (Nm ³)	Hőfokhíd (Dju ₁₉)	Fűtés (kWh/Dju)	Fűtés (kWh/Dju/lm ³)
Régi csarnok eredeti állapot	531 000	2 018 000	41 991	1 976 009	2 738,8	6 810,8	0,0128264
Régi+Új csarnokkal	1042840	1 847 639	32 428	1 815 211	1 685,5	10 166,5	0,0097488
Régi rendszeren elért javulás (%):							23,99%

Első lépésként az 1. táblázat az eredeti rendszeren tervezett változtatások hatását mutatja, melyben meghatározásra kerül a megváltozott hatásfokú rendszer és a kibővült 2013-as átlagos dolgozói létszám HMV igénye is.

A valós energiamegtakarítást az egyes fogyasztási ágak fajlagos javulásból lehet meghatározni, amit a felhasznált energiából a HMV gázigény kivonásával és a fűtésre így kapott gázmennyiség egységnyi hőfokhídra és fűtött Im³-re vetített értékével képezzük mind az eredeti, mind az új állapotra. A két állapotra kapott fajlagos érték alapján a fűtési rendszer javulásának mértéke számítható (2. táblázat).

Fentiek alapján az energia megtakarítás a 2010-ben meglévő hőfogyasztó rendszerekre egyszerűen számítható:

Megtakarítás az eredeti rendszeren				
	Gázfogy ₂₀₁₀ (Nm ³)	Javulás a rendszeren	Energia megtakarítás (Nm ³)	
Fűtés	1 976 009	23,99%	474 128	
HMV	41 991	11,90%	4 999	
Összesen:	2 018 000	23,74%	479 127 m ³	4 522 959 kWh

Teljes évre vonatkozó gázenergia megtakarítás: **4 522 959 kWh**

A bemutatott megvalósult projektek alapján jól látható, hogy a hőtermelő és villamosenergia-rendszerek korszerűsítésével jelentős mértékű energiafelhasználási és egyéb irányú megtakarítás érhető el. A közvetlen energia felhasználási csökkenésén kívül figyelembe kell venni a vízfelhasználási megtakarításokat és a lekötés csökkenéséből származó költség csökkenést, valamint a berendezések és a technológiák műszaki megújulását is.

Az emulziós rendszer korszerűsítését saját beruhásként, míg a központi kazánház korszerűsítését ESCO konstrukció keretében valósítottuk meg.

Az ESCO típusú hosszabb távú szolgáltatási szerződéssel nem kellett a beruházást megfinanszírozni, így a megtakarításból fedezhető nem csak a beruházás, hanem az új rendszer karbantartása, esetleges javítása, illetve a rendszer működési garanciája. Önerő igénybevétele nélkül valósult meg, az ESCO cég a

szerződés időtartama alatt felel a rendszer üzemeltetési, javítási- és karbantartási munkáinak elvégzéséért és az energia-megtakarítás megvalósulásáért. Már az első években a megtakarítás egy része a felhasználónál marad. A projekt megvalósításának és hosszútávú üzemeltetésének teljes kockázata az ESCO cégnél van. Az Opel számára garantáltan megtakarítást biztosít éves szinten a korábbi földgáz-, villamos energia- és vízfogyasztásához képest.

Az energia megtakarítási projekt hozzájárulása a Virtuális erőmű építéséhez

Fentiek alapján a felújítás eredményeként **4523 MWh/év** fűtési energia megtakarítás prognosztizálható.

A hő fogyasztás megtakarítás hozzájárulása a Virtuális erőmű építéséhez:

$$P_{VEP} = Q_{VE} \times \eta / \tau_{CS} = (4523 \text{ MWh} \cdot 50\%) / 3660 \text{ h} = 618 \text{ kW}$$

ahol:

P_{VEP} – a VEP szempontjából értékelt villamos teljesítmény csökkenés,

Q_{VE} – a teljesítmény számítás alapját képező hőenergia megtakarítás,

η – átlagos erőművi hatásfok

τ_{CS} – erőművi éves csúcskihasználási üzemóra száma (183 nap, 20 óra = 3660 h/ fűtési idény)

Ezen kívül még 1587 MWh villamosenergia-megtakarítás is jelentkezik.

Össességében az energia megtakarítási projektek 888 kW értékkel járulnak hozzá a Virtuális Erőmű építéséhez és az üzemáram és gázfogyasztása a régi állapothoz viszonyítva összességében 6110 MWh-val csökkent.

Köszönetnyilvánítás

A cikk elkészítéséhez segítséget nyújtott Schmidt Péter, a cég gyári szolgáltatásokért felelős területi menedzsere, amiért köszönetemet fejezem ki.

2013: sok változás a földgáz piacon

Dr. Szilágyi Zsombor

gázipari szakértő, drszilagyzsombor@freemail.hu

A magyar földgáz piacon néhány pozitív változás mellett kedvezőtlen tendenciák is jelen vannak. Mindenképpen sikernek számít, hogy a gázellátás zavartalan volt.

A magyar földgáz piacot érintő főbb események 2013-ban:

- a gazdasági válságból kilábalás még csak részlegesen mutatkozik,
- a lakossági fogyasztók földgáz árának csökkentése kétszer 10%-kal magában foglalja a háztartási felhasználóknak a rendszerhasználati díjak 10%-os csökkentését is,
- rendelettel határozzák meg az egyetemes szolgáltatóknak a földgáz beszerzési kontingenseket és a beszerzési árat,
- az ausztriai földgáz importot és a hazai termelést (az „olcsó” forrásokat) rendelettel lefoglalták az egyetemes szolgáltatók részére,
- csökken a lakosság és a nagyipar földgáz felhasználása,
- új település, új fogyasztó bekapcsolás, új elosztó vezeték építés történelmi mélypontra csökkent,
- a gázellátó rendszeren a felújítások, korszerűsítések visszafogása,
- a FÖLDGÁZ-nak, a stratégiai tárolónak, az E.ON földgáz-kereskedelmi és tárolási üzletágának állami tulajdonba vétele,
- erősödik a veszteséges gázszolgáltatók, rendszerüzemeltetők felajánlása megvételre az államnak,
- a rezsicsökkentés lelassítja a megújuló energiahordozók terjedését,
- olcsó gáz hiányában nem működik a földgáz tőzsde, nincsenek üzletek a napi piacon sem.

Ezzel együtt földgáz bőség van a piacon, erős a verseny a fogyasztókért a szabadpiacon.

Földgáz források

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	millió m ³					
Hazai termelés	2607	3090	2938	2286	2072	1848
Import	11 403	9635	9635	8019	8173	8176
Összesen	14010	12725	12573	10305	10245	10024
Export	27	86	227	566	835	1462

Forrás: MEH és MEKH

A hazai földgáz termelés visszaesése meglepetés, nem volt várható a földgáz készletek és a termelési kapacitások alapján. Tény, hogy a Tisza II. erőmű leállításával a közép-alföldi magas inert tartalmú gázokat nem lehet hasznosítani, de a mintegy 200 millió m³-es csökkenés jelentős. A földgáz import változatlan szinten maradt, vagyis a hosszú távú orosz import szerződés átvételi kötelezettségéből adódó gondok tovább élnek. Lassan eléri a másfél milliárd m³-t a magyar földgáz export, ami viszont éppen javítja az orosz gáz átvétele szintjét.

Bekapcsolt település, elosztóhálózat

	M.e.	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bekapcsolt település	db	2871	2872	2873	2876	2879	2879
Elosztóhálózat hossza	km	82128	82572	82872	83109	83208	83350*

*előzetes adat

Összes település: 3722

Nincs új település bekapcsolás, az elosztóhálózat is alig bővül. Összefüggésben van ez a helyzet a lakásépítések mélypontjával is: 2013-ban mintegy 7 ezer új lakás használatbavétele történt meg, és közel 2,5 ezer lakás szűnt meg. Az elosztói engedélyesek az új bekötések megrendelését teljesítik, de gyakorlatilag csak ott, ahol a fogyasztó előtt az utcában elosztóvezeték van. Újabb gázellátó rendszerbe az elosztó nem tud beruházni.

Földgáz fogyasztók száma

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	ezer					
Lakossági (MEH és MEKH)	3218	3343	3320	3325	3301	3258
Mérő nélküli	413	413	412	411	411	410
20 m ³ /h alatti			2906	2911	2887	2845
20 m ³ /h feletti			2,3	2,5	2,5	2,6
Nem lakossági			213	215	214	210
20 m ³ /h alatti	207	202	193	195	195	192
20 m ³ /h alatti	18	18	17	17	15	14
100-500 m ³ /h közötti	3	3	3	3	3	3
500 m ³ /h feletti	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Összes fogyasztó			3533	3540	3515	3468

Forrás: MEH és MEKH

Eddig nem látott mértékű fogyasztó veszteség volt 2013-ban: 47 ezer! Ebből 43 ezer háztartási felhasználó. A fogyasztó veszteség okai a következők lehetnek:

- a gázszámla nemfizetés miatt kikapcsolás
- gázlopás, szabálytalan vételezés miatt kirótt büntetést a felhasználó nem tudja megfizetni, ezért kikapcsolják
- kisvállalkozások megszűnése (2013-ban a sajtó 30 ezer megszűnt cégről ír)
- kivándorlás: 2014. januári adat: 462 ezer fő kapott eddig kivándorlási engedélyt. Lakásokat hagynak hátra, ezek egy részében (becslés szerint 60 ezer) a gázmérőt fennhagyják, fizetik az alapdíjat, de nem fogyasztanak gázt. A hátramaradt lakások másik részébe mások költöznek, új földgáz fogyasztóként jelentkeznek.
- átállás másik tüzelőanyagra: fa-, széntüzelésre. A szén és tűzifa kereskedelmi árakat látva inkább csak a kedvezményes tűzifához jutók álltak át.

A fogyasztó vesztés következményei:

- csökken a földgáz fogyasztás, ennek pozitív oldala, hogy csökken az energia import függőség, negatív oldala pedig az, hogy az import átvételi kötelezettséget továbbra sem tudjuk teljesíteni.
- A gázellátó rendszer (tároló, szállító, elosztó) kapacitásai évi 14...16 milliárd m³ forgalmazására alkalmasak. A rendszer kapacitások kihasználatlanok, a rendszer üzemeltetés költségei kevesebb fogyasztó között oszlanak meg. Emelni kell a rendszerhasználati díjakat.

A rezsicsökkentés minden háztartási fogyasztónak nagyon jó. Rézszesülnek a rezszi csökkentésből a 20 m³/h alatti teljesítményű kis vállalkozások és intézmények is. Máris mérhető a rezsicsökkentés egyik jótékony hatása: javul a gázzsámla fizetési készség, csökkent a gázszolgáltatók kinnlévősége. A hátralékos fogyasztók száma már nem éri el a 800 ezret, a kinnlévőség is 50 milliárd Ft alatt van már.

Földgáz fogyasztás

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	millió m ³					
Közüzemi/Egyetemes szolgáltatók	6429	5930	4522	4012	3685	3528
háztartási célra	4043	3984*	3662	3469	3243	3113
mérő nélküli				64	64	64
20 m ³ /h alatti				3266	3031	2901
20 m ³ /h feletti				138	148	148
Nem háztartási célra				542	442	415
Kereskedők	4799	5757	7050	6287	5594	4846
háztartási célra				13	56	91
20 m ³ /h alatti		496*		95	114	116
20-100 m ³ /h közötti		611*		658	676	615
100-500 m ³ /h közötti		798*		849	856	794
500 m ³ /h feletti		3946*		4670	3892	3228
összesen	11228	11687	11572	10299	9279	8374

Forrás: MEH és MEKH
*MGE

Az 500 m³/h feletti teljesítményű felhasználók között a villamos termelők az egyik lényeges csoport, gázfelhasználásukról lentebb esik szó. A másik jelentős földgáz fogyasztó csoport az építőanyag gyártók: tégl-, cserép-, csempe-, cement- és mészgártók. Az egész építőipar mély válsága miatt ezek a gyárak csak csökkentett kapacitással, vagy egyáltalán nem üzemelnek.

A háztartások földgáz felhasználásának csökkenése mögött több ok van:

- A földgáz fogyasztók legtöbbször takarékoskodik a gázzal. A belső terek hőmérsékletének csökkentése, a család távollétében a fűtés lekapcsolása, a melegvíz használat szokásainak átalakítása a földgáz fogyasztást csökkenti.
- 2013-ban 10 ezer új fogyasztót kapcsoltak be, az új építésű házakban, a részben átalakított családi házakban, lakás megosztások miatt. Ezek az új lakások az új hővédelmi előírások szerint épültek, a fajlagos fűtési energia igényük harmada a régi építésű házakénak.
- 2013 végéig elkészült 215 ezer (más források szerint: 320 ezer) lakás energiatakarékosság célú felújítása.

- Az üres lakások aránya nő: 2001: 9,2%, 2011: 10,9%
Az üres lakás a KSH fogalma szerint azért lehet használatban lévő ingatlan: iroda, raktár, üzlet. A növekvő üres lakás állományban azonban sok olyan is van, ahol a gázmérőt is leszerelték.
- Megújuló energiahordozók előretörése a háztartásokban

M.e.: ezer lakás

	részleges	teljes
napenergia	10	2
fatüzelés	600	200
geotermikus energia	0,5	6
hőszivattyú	2	0,5

A háztartások energia ellátásában a megújulók használata csak a fatüzelésnél számottevő. A háztartások energia takarékoságát támogató állami programok rendre tartalmaznak megújuló használati kötelezettséget, de a támogatási programok kis léptéke miatt még nem mérhető jelentős hatásuk a földgáz felhasználásban.

Földgáz felhasználás villamos áram termelésre

A villamos áram termelésre felhasznált földgáz mennyiség igen jelentős, de csökkenő tendenciát mutat:

	m.e.	2009	2010	2011	2012	2013
50 MW feletti erőművek földgáz fogyasztása	millió m ³			2052	1662	892*
50 MW alatti erőművek földgáz fogyasztása	millió m ³			890	712	610*
Erőművek összes fogyasztása	millió m ³	3059	3290	2942	2374	1502*

*előzetes adat

2013 előtti években a villamos áram termelésre felhasznált földgáz az ország teljes fogyasztásának harmada körül volt. 2013-ban 15%-ra csökkent. Az 50 MW feletti teljesítményű erőművek földgáz igénye a 2012. évi 55 millió GJ-ról 30 millió GJ-ra csökkent azzal együtt, hogy a 2012. évi 24 millió MWh villamos energia import tavaly nem nőtt. Az 50 MW alatti villamos termelők (zömében gázmotorok) a KÁT rendszer átalakítása után évi 4 ezer óra körüli üzemidővel működnek, gyakorlatilag csak a fűtési időszakban. A villamos energia termelésben a nukleáris tüzelőanyag felhasználás nem változott, a megújulók részesedése kis mértékben csökkent.

Kérjük Tisztelt Olvasóinkat, hogy adójuk
1%-át ajánlják fel az

**Energiagazdálkodási Tudományos
Egyesület: 19815637-2-43**

részére.

Támogatásukat köszönjük!

Alapdíj nélküli nonprofit szolgáltatók

dr. Zsebik Albin CEM

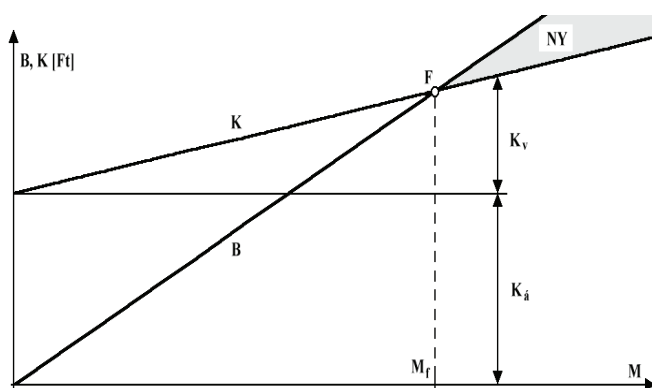
okl. gépészmérnök, zsebik@energia.bme.hu

A közelmúltban került a hírekbe, hogy a kormány a kéttarifás szolgáltatói díjszerkezet helyett az egytarifás bevezetését tervezi. Emellett a médiában különös hangsúlyt kap a szolgáltatók nonprofit jellegének fontossága.

Feltételezem, hogy a tarifa változtatásának szándékát a fogyasztói igényekre tekintettel gondos előkészítő elemzés alapján jelentették be. Magam is többször hallottam azon fogyasztói kérdést, miért kell a távhőért nyáron is fizetni, amikor fűteni se kell. Találkoztam ugyanakkor olyan fogyasztókkal is, akik a havi egyenlő részletekben történő fizetést kérték. Igényüket azzal magyarázták, hogy számukra jobb az egyenlő megosztás, mert így nem kell a hideg téli hónapokban jelentős mértékben többet fizetni. Mindkét igénynek megvan az előnye és hátránya. Lehet, hogy a fogyasztókra kellene bízni a választást, mint ezt korábban sok szolgáltató meg is tette.

Az Energiagazdálkodás 2007. évi 1. számának „Ötletlap” rovatában „Az energiafelhasználás csökkentésének ösztönzése” címmel tettük közzé azokat a gondolatokat és ábrákat, amelyeket most, 7 év elteltével felhasználok.

A hagyományos termékek kereskedelmére jellemző, hogy az eladott termékek mennyiségével (M) arányosan nő a bevétel (B). A kereskedés fenntartásának ugyanakkor vannak állandó (K_a), és változó (K_v) költségösszetevői ($K = K_a + K_v$). Az eladott termékek mennyiségétől független állandó költség a bolt építésének és működtetésének költsége. Változó költség a forgalmazott termékek beszerzési költsége. Az 1. ábra a költség és bevétel klasszikus ábrázolását mutatja az eladott termékek mennyiségének függvényében. A költség és bevétel változását szemléltető egyenesek metszéspontja az ún. fedezeti pont (F), amely megmutatja, mennyi árut (M_f) kell eladni ahhoz, hogy a kereskedelem életképes maradjon. Ezt követően termeli a bolt a nyereséget (NY).



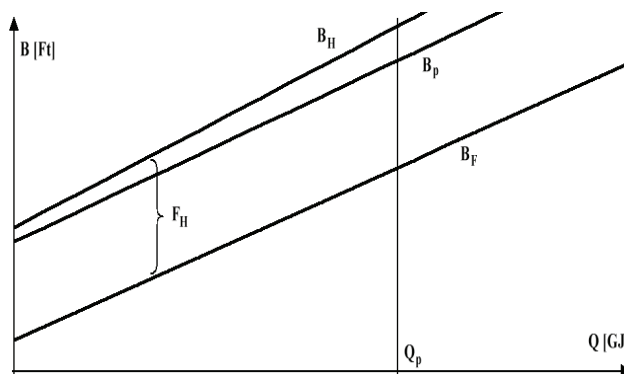
1. ábra. A költség és bevétel az eladás függvényében

A nonprofit szolgáltatással és központi árszabályozással a kormány megvalósíthatatlan célt akar kitűzni. A fentiekben bemutatott fedezeti pont a költségek ismeretében és a sokéves meteorológiai statisztikai adatok alapján számított várható energia (földgáz, távhő) felhasználással még meghatározható. A tényleges fogyasztás azonban csak utólag. Ha a már csaknem mögöttünk levő fűtési időszakot tekintjük példának, a

viszonylag magas külső átlaghőmérséklet miatt az az átlagra méretezett egytarifás díjak a szolgáltatóknak jelentős mértékű ráfizetést eredményeznének. Egy, az átlagosnál jelentős mértékben hidegebb tél esetén ezzel szemben a „nonprofit” helyett a szolgáltatók jelentős nyereségre tennének szert.

Ha én lennék a döntéshozók, vagy tanácsadók helyében, megfontolnám az említett tarifaváltoztatást.

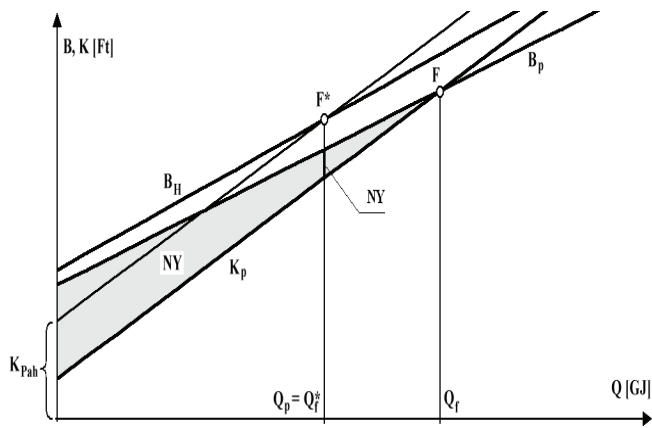
Mindemellett látok lehetőséget a szolgáltatói tarifa olyan kialakítására, amely a megtakarítást is ösztönzi. A hét évvel ezelőtti gondolataimat ismét kifejtem. Az alábbiakban arra mutatok példát, miként lehetne a hatósági árral (a már meglévő, bázisnak tekinthető, viszonylag magas alapdíj megtartásával), a szolgáltatót érdekeltté tenni a fogyasztói energiafelhasználás csökkentésében.



2. ábra. A hőszolgáltatásban részt vevő felek bevételei

A 2. ábra egy fűtőerőmű (B_f), egy hőszolgáltató (B_h) és egy feltételezett Projekt Társaság (B_p) bevételeinek változását mutatja az eladott hő függvényében.

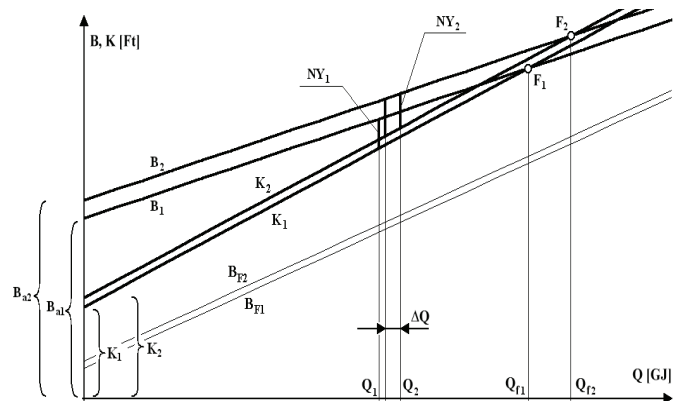
Az értékek nélküli, de a hatósági árakkal arányos ábrázolás megmutatja, hogyan változik egy új fogyasztó rendszerre kapcsolásával a hőszolgáltató állandó költségére és a nyereségére jutó fedezet, ($F_H = B_h - B_f$). Az új fogyasztó hőigényének saját hőforrással történő kielégítésére alakuló Projekt Társaság bevétele úgy lett meghatározva, hogy a fogyasztóknak a Hőszolgáltató áránál 10%-kal olcsóbban tudja ajánlani mind a teljesítmény mind a hődíjat. Az ábrán, a Q_p -vel jelölt hőfelhasználás az új fogyasztó várható hőfelhasználása, amelyet a sokéves meteorológiai statisztikai adatok figyelembevételével határoztam meg. A 3. ábra a Projekt Társaság költségének (K_p) változását is mutatja az eladott hő függvényében. A költséget a saját hőforrás létesítésének és üzemeltetésének költsége határozza meg, a bevétel (B_p) a Hőszolgáltató árához kötött. A két egyenes metszéspontja most is az ún. fedezeti pontot (Q_f) határozza meg. Ellentétben azonban az 1. ábrával a nyereség nem a jobb, hanem a bal oldalán jelenik meg. Tekintettel arra, hogy a saját hőforrásban a hőtermelésre felhasznált földgáz hődíja a kazán hatásfokkal megterhelve magasabb, mint az eladott hő ára, a nyereség az eladott hő növekedésével csökken. Megállapítható ugyanakkor, hogy a Projekt Társaság számára ilyen feltételek mellett is képződhet tisztességes nyereség. Az ábrán jelöltem azonos változó költségekkel a saját hőforrás létesítésének határ költségét is (K_{Pah}).



3. ábra. A költségek és a bevétel változása

Megállapítható, hogy a távhőszolgáltatókat a hatósági árak körültekintő kialakításával, tisztességes nyereség fenntartása mellett ösztönözni lehet arra, hogy a fogyasztókkal együttműködve törekedjenek a hőfelhasználás csökkentésére. A nyereség változását egy új fogyasztó rendszerre kapcsolása és a meglévő fogyasztók hőfelhasználásának csökkenése során a 4. ábrán szemléltetem. Legyen egy hőszolgáltató alapdíjából származó jelenlegi bevétele B_{a1} . Ez egy új fogyasztó belépésével B_{a2} -re változik. Az új fogyasztó belépésével a hőfelhasználás Q_1 -ről Q_2 -re nő. Ha a hőszolgáltató hődíja alacsonyabb a termelő hődíjánál, a nyereség a fedezeti pontok bal oldalára kerül. Mivel az

állandó költségek növekménye nagy valószínűséggel kisebb, mint a teljesítménydíj általi bevételnövekmény, új fogyasztók rendszerre csatlakoztatása növelni fogja a nyereséget. Ha az új fogyasztó rendszerre kapcsolásával párhuzamosan a hőszolgáltató a fogyasztói rendszerek korszerűsítésével ΔQ hőfelhasználás csökkenést segít elő, ez a nyereséget fogja növelni.



4. ábra. A hőszolgáltató nyereségének változása

Lehet, hogy a javaslat azt a történetet juttatja olvasóink eszébe, hogy haszon akkor van, ha a bolt zárva tart. Tekintettel azonban az energiára, mint különös termékre, az effajta ösztönzések is segíthetik a felhasználásának csökkentését. Ajánlom az árhatóság figyelmébe.

OREO-THERM KFT. – ENERGETIKAI GÉPEK ÉS RENDSZEREK TANSZÉK

Akkreditált laboratórium

Az Oreo-Therm Kft. 1996-ban magánszemélyek által alapított mikrovállalkozás, mely az Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyelet Tüzelés- és Hőtechnikai Laboratóriumának megszűnése után jött létre. Cégünk munkatársai alapvetően a megszűnt ÁEEF Laboratórium volt dolgozói. Az OREO-THERM Kft.-n belül működő Tüzeléstechnikai Laboratórium megőrzi és összefogja a tüzelőberendezések telepítésével és üzemeltetésével kapcsolatosan összegyűlt évtizedes tapasztalatokat, és bővíti azokat a műszaki fejlesztés eredményeivel.

Alapvető műszaki tevékenységünk tüzelőberendezések és hőhasznosítók engedélyeztetési eljárásaihoz szükséges minősítő vizsgálatok, valamint egyéb energetikai mérések elvégzése, műszaki szakvélemények készítése.

Az időközben felmerült igények kielégítésére a cégen belül tervezői munkacsoport alakult, melynek fő tevékenysége egyedi energetikai rendszerek és megoldások tervezése, illetve kivitelezésének műszaki koordinálása, valamint épületenergetikai tanúsítványok készítése.

2006-tól az Oreo-Therm Kft. a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszékével együttműködve Energetikai- és Emiszió Vizsgálólaboratóriumot működtet. 2012-ben indította el a NAT akkreditációt, ennek eredményeként 2013-tól az OREO-THERM Kft. keretein belül működő Energetikai- és Emiszió Vizsgálólaboratórium NAT-1-1706/2013. számon akkreditált státuszt szerzett.

Az akkreditált területünk vizsgálati tevékenységi köre: csatornában áramló füstgázok és technológiai véggázok vizsgálati összetételének (nedvesség, por, CO, CO₂, NO_x, O₂, SO₂, TOC, THC, nCH₄THC, korom) és fizikai jellemzőinek helyszíni vizsgálati módszerei pontforrás emisszió és energetikai felhasználásra.

Vizsgálatok, mérések, tanúsítványok:

- Minősítő vizsgálatok 11/2013. (III. 21.) NGM rendelet ipari és mezőgazdasági gázfogyasztó berendezéseinek engedélyeztetési eljárásaihoz

- Minősítő vizsgálatok a 63/2004. (IV. 27.) GKM rendelet nyomástartó berendezések és tüzelőberendezések engedélyeztetési eljárásához
- Éves biztonságtechnikai felülvizsgálatok 11/2013. (III. 21.) NGM rendeletben meghatározott ipari és mezőgazdasági gázfogyasztó berendezésekre vonatkozóan.
- Épületenergetikai tanúsítványok kiadása a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet szerint.
- Hőtermelő berendezések és légkondicionáló rendszerek energetikai felülvizsgálata a 264/2008. (XI. 6.) Korm. Rendelet szerint.
- Egyéb energetikai vizsgálatok, hőtermelő berendezésekre vonatkozó garanciális, illetve szavatossági mérések lefolytatása.
- Pontforrás emissziós vizsgálatok elvégzése.



Elérhetőségek:

Levél cím: 1519 Budapest, 112. Pf. 388.
 Tel/Fax: +36-1/204-4636
 Mobil: +36-30/940-3840
 E-mail: oreotherm@t-online.hu

Az ETE Szenior energetikusok klubjának 2013. évi beszámolója

Az Ete szenior Energetikusok Klubja 2013 évben is a korábbi hagyományok szerint féléves, előre elkészített és az előadók letárgyalt program szerint folytatta munkáját.

- A fő célunk továbbra is az maradt, hogy ez a már zömében nem aktív korosztály lehetőleg napra készen ismerje a mai kutatási, fejlesztési, termelési és üzleti irányokat. Az előadások nagy része viszont a fiatalabb esetleg aktív korosztálynak is hasznos lenne. Ezen a téren szélesebb ismertetést próbálunk kifejteni, némi sikerrel. Ezt a tényit alátámasztja az is, hogy az idősebb tagjaink közül többen végleg eltávoztak, vagy egészségi helyzetük nem teszi lehetővé rendezvényeink látogatását. Ennek ellenére az utóbbi időben az előadásaink látogatása **növekedő** tendenciát mutat. Számomra az is öröndetes, hogy egyre több nő is részt vesz a munkánkban.
- Az adott évben nyári szünetet tartava januártól decemberig minden héten csütörtökön fix időpontban 10-12 óráig 29, vitával egybekötött előadást tartottunk a Magyar Elektrotechnikai múzeumban. Ezeket kívül egy vidéki látogatást szerveztünk a nemrég megnyílt PAKSI ATOMTECHNIKA MÚZEUMBA.
- Az előadások megválasztásánál törekszünk a sokrétűsége és az adott témák többoldalú bemutatására.
- Az előadók kivétel nélkül továbbra is jól felkészült elismert szakemberek.
- A klub tagjai, az előadások rendszeres látogatói közül egy kicsit csökkenő tendenciával, de továbbra is vidékről érkeznek.
- Az előadásokon történő részvétel a témától, az időjárástól függően 35-50 fő között ingadozik.
- A 2014. év első félévének programja a múlt év decemberében elkészült, amelynek az ismertetése megfelelő módon megtörtént és történik folyamatosan, az ETE és a Múzeum honlapján.
- A programban január 16. és május 15. között 15 előadást és 2 szakmai kirándulást irányoztunk elő.

A programjaink végrehajtásához két fontos tényezőt szükséges megemlíteni:

- Az előadók kiválasztása évről évre egyre jobban kollektívan törté-

nik támaszkodva a tagok ismeretségi körére és szervezéseire.

- A különböző szakmák neves előadói kivétel nélkül külön specifikusan komoly munkát fektetve készülnek az előadásokra. A legtöbbjük hozzájárul az előadások letöltéséhez, ez által ezeket az előadásokat a klub tagjain keresztül szélesebb körben is megismerhetik.

Fontos megemlítenem, hogy az ETE honlapján belül működtetjük külön a Szenior Energetikusok honlapját is ahol többek között megjelenítjük a programunkat. Az előző évekhez képest még erősebben ki kell emelni hogy a Magyar Elektrotechnikai Múzeum teljes körűen biztosítja az előadásokhoz szükséges technikai és személyi feltételeket. Ezt annak ellenére teszi, hogy a helyzete a tavalyi beszámolóinkhoz képest tovább romlott. Pl. a közlekedési Múzeum november hónapban tavaszig bezárta a múzeumot. Ennek ellenére a múzeum vezetője megoldotta, hogy a korábban betervezett munkákat a téli viszonyok ellenére zavartalanul folytassuk. Később általunk ismertetlen közben járásra ezt a bezárást feloldották, de a múzeum működtetését nem tetté könnyebbé. A berendezések, kopnak, romlanak. cseréjükre, javításukra nincs anyagi fedezet. Van mód egy meglévő alapítvány támogatásán keresztül az intézmény munkájának megsegítésére, de eddig jelentős támogatást a szakterületben érdekelt vállalatok körében továbbra sem sikerült elérni.

A Továbbiakban is kérésünk, hogy az ETE vezetése, szaktekintélye révén segítsen abban, hogy az MVM Rt., és más a szakmában érintett vállalatok az alapítványt konkrét pénzüsszegekkel támogassák. Ez segíthet abban, hogy a múzeum, a több évtized alatt megteremtett szak történelmi értékek bemutatásával továbbra is a köztudat formálásában a korábbi évek szintjén tudja teljesíteni feladatát. E mellett jó volna, hogy a jelenlegi anya múzeum jobban elismerné és támogatná a nagyon értékes berendezésekkel rendelkező szak múzeum munkájának fontosságát.

A múzeum továbbra is nagy gondot fektet a középiskolai fizika tanárok segítségével, illetve középiskolák osztályainak rendhagyó fizika óráinak szervezésében.

Szabó Benjamin

ETE Szenior Energetikusok Klub elnöke

ETE-MEE-MET megbeszélés

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, a Magyar Energetikai Társaság, illetve a Magyar Elektrotechnikai Egyesület új vezető tisztségviselői 2013 decemberében tartottak megbeszélést az együttműködésről.

A megbeszéléshez kapcsolódva mutatjuk be a MEE új elnökét és főtítkárát. Kívánunk számukra elődeikhez méltó, sikeres tevékenységet.



Béres József elnök

1968-ban Miskolcon született. A BME 1994-ben villamosmérnöki, majd Corvinus egyetemen 2010-ben MBA oklevelet szerzett. Munkáját az egyetem befejezését követően az ÉMÁSZ-nál kezdte, majd 2001 óta az ELMŰ-nél is dolgozik. 2001-ig hálózattervezés volt a főfeladata, azt követően lát el különböző vezetői feladatokat. Jelenleg az ELMŰ Hálózati Kft. és ÉMÁSZ Hálózati Kft. egyik ügyvezetője.

Hobbija a sport, a természetjárás, kirándulás, túrázás, tájfutás, olvasás, zenehallgatás, kertészkedés, kutyasétáltatás.

Az elnöki tisztségre jelölésekor a következőképpen nyilatkozott. „Amit tőlem elvárhatnak és részben én is elvárok másoktól: a csapatban való gondolkodás, de erős egyéni felelősségvállalás, stratégiai és folyamatszemplélet, vállalkozói szemléletmód, eredményorientáltság, nyitottság az új ötletekre, szakma szeretete, tisztelete.”

Béres elnök úr 1995 óta a MEE tagja, 2011-től a MEE Észak-magyarországi Szervezetinek Koordinációs bizottságának (ÉMAKO) az elnöke.



Haddad Richárd főtítkár

1976-ban Budapesten született. 1995-ben a Verebely László Villamosenergia-ipari Technikumban technikai és érintésvédelmi felülvizsgáló, 1999-ben a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola Villamosmérnöki Szakon villamosmérnöki, 2003-ban a Budapesti Közgazdasági Egyetemen MBA oklevelet szerzett. Munkahelyi és szakmai tevékenysége:

1998–1999: a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola: Kooperatív képzés keretein belül Intézeti mérnök, 1999–2001: az ABB Kft.-nél értékesítő mérnök, 2001–2007 a CASON Mérnöki Zrt-ben divízióigazgató, 2006–2012: IPSOL Rendszerház Kft. Ügyvezető igazgató, 2010–2011: New Trade Energy Kft. Ügyvezető igazgató, 2012–: Prolan Smart Energy Rendszerház Kft. Ügyvezető igazgató.

Szakmai munkássága középpontjában az innovatív megoldások alkalmazása áll, amely a villamosenergia-ipar mellett a gáziparra is kiterjed. Tevékenységének egyik fontos része volt 2004-től 2007-ig a gázipar liberalizáció során történt modernizáció. Vezetője volt azoknak a projekteknek, amely a Főgáz, Tigáz, Kőgáz, DDGÁZ gázhálózat felügyeleti és nagyfogyasztói távleolvasási rendszerét alakította ki. Másodsorban az energia szektor hálózat üzemeltetéséhez munkafolyamat támogató (GPS/GPRS alapú) rendszereket alakított ki az EON, valamint a DÉMÁSZ – Égáz – Dégáz vállalatcsoportoknál.

Haddad főtítkár úr 1995-től a MEE tagja, 2000 és 2001 között az egyesület Ifjúsági bizottság társelnöke. Elektrotechnikai Alapítvány kurátora, az Okos Hálózat, okos Mérés Munkabizottság titkára, az Energetika Informatikai Szakosztály Vezetőségi tagja. Főtítkárként egyik céljának tekinti az egyesület fiatalítását.



XXII. DUNAGÁZ Szakmai Napok Konferencia és Kiállítás

Visegrád Thermál Hotel, 2014. április 16-17.

Szeretettel várjuk, az immár 22. alkalommal megrendezésre kerülő konferenciára résztvevőként, kiállítóként a:

- magyarországi földgázzsállítás, elosztás területén dolgozó szakembereket,
- hazai szakminisztériumok képviselőit,
- fogyasztói érdekvédelmet ellátó intézmények, szervezetek képviselőit,
- szabályozásban szerepet vállaló hivatalok szakembereit,
- hazai és külföldi gázipari eszközök, berendezések, gázkészülékek gyártóit, forgalmazóit,
- gázipari tervezésben, kivitelezésben dolgozó szakembereket,
- gázipari szolgáltatásokat nyújtó vállalkozások képviselőit,
- földgáz felhasználókat.

A konferencia főbb témakörei:

A **PLENÁRIS** ülésen tájékoztatást adunk:

- a rendszerüzemeltetőket és a rendszer használókat érintő aktuális kérdésekről,
- A szakmagyakorlási jogosultságok és a továbbképzések követelményrendszerének változásairól.

Az **ELLÁTÁSBIZTONSÁG** területét érintő szekcióülésen többek között előadás hangzik el:

- a földgáz-szállítórendszerek fejlesztéséről,
- az elosztórendszerek szakaszolásairól, amelyek befolyásolják a szolgáltatás kiesési mutató alakulását,
- a létfontosságú rendszerek és létesítmények kijelöléséről a gáziparban,
- az OKJ képzések követelményrendszerének változásairól a gázipar területén.

A **GÁZFELHASZNÁLÁS** szekcióülésen szóba kerül:

- a biogázok eltüzelésének tapasztalatai a háztartási berendezésekben,
- a szénmonoxid mérgezések kivizsgálásának eljárásrendje,
- a műszaki-biztosági felülvizsgálatokkal kapcsolatos elvárások és követelmények változásai.

2014. március 14-ig történő jelentkezés esetén a **díj kedvezményes!**

Bővebb felvilágosítás, jelentkezési lap letölthető a **www.dunagaz.hu** honlapról.

A Konferencia Szervező Bizottsága

Gyere el a múzeumba!

A kiállítás
korhatár nélkül,
fényképes
igazolvánnyal
ingyenesen
látogatható.

Nyitva tartás:
hétfő-péntek: 8.00-15.00
szombat: 9.00-13.00
vasárnap: ZÁRVA

Érdeklődni lehet: 75/50-74-32

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

7031 Paks, Pf. 71. hrsz. 8803/15

telefon és fax: 06-75-505-000; 1/355-1332

weboldal: www.atomeromu.hu

Facebook profil:

www.facebook.com/paksiatomeromu



Atomenergetikai Múzeum



mvm paksi atomerőmű