

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

53. évfolyam 2012. 4. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat



ENERGIAGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
HŐSZOLGÁLTATÁSI SZAKOSZTÁLYA *rendezésében*

25. Távhő Vándorgyűlés

„INNOVÁCIÓ, DE HOGYAN?”

*Innovatív megoldások, mérési lehetőségek
a szolgáltatás fejlesztésére*

BALATONFÜRED,
2012. szeptember 18–19.

További információk:

TRIVENT RENDEZVÉNYIRODA

www.trivent.hu • office@trivent.hu

Elmúlt a fűtési szezon

– indul a fűtési szezon!

A karbantartás a biztonságos és gazdaságos hőtermelés alapja.

Felülvizsgáljuk – életvédelmi és biztonságtechnikai szempontok alapján

Kitisztítjuk – tűztéri és vízdoldali tisztítás

Felújítjuk – az elhasználódott elemeket cseréljük

Beszabályozzuk – optimális fogyasztás beállítás

Kicseréljük – új kazánokat előfinanszírozzunk

tüzelőberendezéseiket, kazánjaikat.

Nyáron végeztesse el a karbantartási munkákat, hogy berendezései télen biztonságosan és gazdaságosan üzemeljenek.

Keressen bennünket!

VASUTA® ZRT

www.vasuta.hu
tel.: + 36 1 212 2949
vasuta@vasuta.t-online.hu

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

53. évfolyam 2012. 4. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

Főszerkesztő:

Dr. Zsebik Albin

Felelős szerkesztő:

Dr. Gróf Gyula

Szerkesztőség vezető:

Szigeti Edit

Szerkesztőbizottság:

Dr. Balikó Sándor, Dr. Bihari Péter,
Czinege Zoltán, Dr. Csűrök Tibor,
Dr. Dezső György, Eörsi-Tóta Gábor,
Gerse Pál, Juhász Sándor,
Korcsgy György, Kóhalmi-Monfils Csilla
Kövesdi Zsolt, Mezei Károly,
Dr. Molnár László, Németh Bálint,
Romsics László, Dr. Steier József,
Szabó Benjámin István,
Dr. Szilágyi Zsombor, Vancsó Tamás,
Végh László

Honlap szerkesztő:

Csernyánszky Marianne

www.ete-net.hu

www.energiamedia.hu

Kiadja: Energiagazdálkodási
Tudományos Egyesület

Felelős kiadó:

Bakács István, az ETE elnöke

A szerkesztőség címe:

BME Energetikai Gépek és
Rendszerek Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

D épület 222 sz.

Telefon: +36 1 353 2751, +36 1 353 2627,

+36 30 278 2694, +36 1 463 2981.

Telefax: +36 1 353 3894.

E-mail: enga@ete-net.hu

Megjelenik kéthavonta.

Előfizetési díj egy évre: 3990 Ft

Egy szám ára: 700 Ft

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

ISSN 0021-0757

Tipográfia:

Büki Bt.

bukibt@t-online.hu

Nyomdai munkák:

Innova-Print Kft.

Lapunkat rendszeresen szemlézi
Magyarország legnagyobb médiafigyelője,
az



»OBSERVER«
BUDAPEST MÉDIAFIGYELŐ KFT.

TARTALOM • CONTENTS • INHALT

Nemzeti Energiastratégia • National Energy Strategy • Nationale Energiestrategie

Észrevételek a cselekvési terv koncepciójához
Remarks to the concept of the National Energy Strategy
Anmerkungen zum Konzept des Aktionsplans

2

The Patents of András Lévai
Die Patente von András Lévai

Alapismeretek • Basic knowledge • Grundkenntnisse

Dr. Kullmann László

Fordulatszám szabályozás

Speed control

Drehzahlregelung

25

8

Egyszerű energetikai számítások • Simple calculations in the field of energetics • Einfache Berechnungen aus dem Bereich der Energetik

Dr. Kullmann László

Fordulatszám változtatásos szivattyúüzem

frekvencia tartományának és a szivattyú

hatásfokának becslése

Estimation of the frequency range and pump efficiency with speed control

Die Schätzung der Frequenzreichweite und des Wirkungsgrads von Pumpensystemen mit Drehzahlregelung

27

11

Szemlélet • Approach • Ansicht

Dr. Dezső György

A munkaerőpiac és az oktatás összhangja

Conformity of the labor market and education

Der Einklang von Arbeitsmarkt und Bildung

28

13

Szabó Benjamin 80 éves

Szabó Benjamin has 80 Years

Szabó Benjamin ist 80 Jahre alt

32

VEP • VEP • VEP

Bíró Sándor

Energiamegtakarítás világítási rendszerben

Saving Energy in Electrical Systems

Energieeinsparung in Leuchtsystemen

34

17

Energiainformációk • Energy news • Rundblick

Dr. Molnár László

Gondolatok az EU gazdasági-energetikai

jövőjéről

Ideas about the economic and energy future of the EU

Gedanken über die wirtschaftlich-energetische Zukunft der EU

35

20

Szeniorok beszámoló • Seniors • Senioren

Gyárlátogatás!

Plant visit!

Werksbesichtigung!

38

22

Köszöntő • Greetings • Gratulationen

Kerényi A. Ödön rubindiplomás

Rubin diploma for Mr. Kerényi A. Ödön

Mr. Kerényi A. Ödön hat das Rubin-Diplom bekommen

39

26

Emlékezünk, bemutatkozunk • Memories, introductions •

Erinnerungen, Vorstellungen

40

Tudomány • Science • Wissenschaft

Vad János

Energiahatékony axiális átömlésű ventilátor-
járókerek tervezése

Designing of the efficient impeller of the axial flow Ventilators

Planung von effizienten Laufrädern mit Axialstrom-Ventilatoren

Józsa Viktor

Gázturbina hatásfoknövelési eljárása bioetanol
segítségével

Improving the Efficiency of Gas Turbines by Using Bioethanol

Erhöhung des Wirkungsgrades von Gasturbinen mit Hilfe von Bioethanol

11

Energiahatékonyság • Energy efficiency • Energieeffizienz

Dr. Balikó Sándor, Gunkl Gábor, Dr. Zsebik Albin

A termelékenység függése a külső levegő
hőmérséklettől

The dependence of the productivity from the external air temperature

Abhängigkeit der Produktivität von der Aussenlufttemperatur

13

Farkas Csaba, Prikler László

Aggregált villamos autó teljesítmény felhasználási
lehetőségei

Potential of aggregated power of electric vehicles

Möglichkeiten zur Verwendung des Speichervermögens von Elektrofahrzeugen

17

Megújuló energiaforrások • Renewable energy sources • Erneuerbare Energiequellen

Eörsi-Tóta Gábor

Megújuló forrásokból előállított villamos energia
támogatása

State subsidy of electricity produced from renewable energy sources

Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen

20

Kövesdi Zsolt

Ültessünk erőművet

Plant Power Plant

Pflanzen wir Kraftwerke

22

Magyar szabadalmak • Hungarian patents • Ungarische Patente

Végh László

Lévai András szabadalmai

26

A folyóirat szerkesztésénél különös figyelmet fordítottunk a környezetvédelmi szempontokra!

Észrevételek a cselekvési terv koncepciójához

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Klíma és Energiaügyért felelős Államtitkársága a szakmai tájékoztatás és vélemények, javaslatok meghallgatása érdekében konzultációt kezdeményezett a Nemzeti Energiastratégia megvalósításához kapcsolódó Cselekvési Tervek koncepciójáról. A konzultáció keretében felkérte az erőműfejlesztési és a távhőfejlesztési cselekvési tervekben érintett társadalmi szervezeteket a kidolgozott koncepciók véleményezésére és a vele megküldött kérdőívek kitöltésére.

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, a Magyar Elektrotechnikai Egyesület és a Magyar Energetikai Társaság vezetői a felkérésre az Erőműfejlesztési koncepcióval kapcsolatosan az alábbi véleményt és válaszokat állították össze.

A Távhőfejlesztési Cselekvési Tervvel kapcsolatos véleményt és válaszokat a szervezetek egymástól függetlenül alakították ki. Lejjebb az ETE hozzászólását tesszük közzé.

Vélemény az Erőműfejlesztési Cselekvési Terv (EFCsT) koncepciójáról (válaszok a feltett kérdésekre)

Általános megjegyzések:

1. Az Energiastratégia 2030-ig szól, de 2050-ig tartó kitekintéssel. Egy Cselekvési Tervnek, amely az aktuális kormányzati teendőkkel foglalkozik, maximálisan a 2020-ig terjedő program megvalósítását elősegítő, aktuális állami, kormányzati intézkedésekkel indokolt foglalkozni. Véleményünk szerint olyan Cselekvési Tervre van szükség, amely kijelöli azon kormányzati, hatósági intézkedések körét, amelyekkel biztosítható, hogy a döntően a piaci szereplők által megvalósítandó erőmű fejlesztések mennyisége és összetétele az ellátásbiztonságot garantálják, és az Energiastratégiában meghatározott energiapolitikai, nemzetgazdasági és klímapolitikai célok teljesüljenek.

Az Energiastratégián, illetve a gazdaságpolitikai célokon kívül figyelembe kell venni a Megújuló Cselekvési Tervet, amely konkrét mérőszámokat tartalmaz, továbbá az Energiahatékonysági Cselekvési Tervet, és gondoskodni kell az Energiastratégia végrehajtására párhuzamosan készülő cselekvési tervekkel való összhangról is. A Cselekvési Tervben javaslatokat is meg kellene határozni a korábban készült cselekvési tervek felülvizsgálata tekintetében.

2. A koncepcióban szereplő három forgatókönyv, „alternatív változat” (dekarbonizáció, legkisebb költség, késleltetett CCS feltétel) többnyire hazánkban kívülálló körülményektől függ, elsődlegesen az EU klímapolitikájának függvényei. Ezek tehát nem alternatívák a kormányzat döntései számára. A **lényeg a rugalmasság** kell legyen a mindenkori döntéseknél. Érdemes röviden áttekinteni, hogy a 2020-ig terjedő időszakban melyek azok a külső feltételek, illetve körülmények, amelyek alakulása alapvetően befolyásolni fogja a döntési lehetőségeket:

- A CCS műszaki és kereskedelmi érettsége döntő külső tényező lehet, amely befolyásolja a szén alternatíva lehetőségét. Ma nem kellene említeni a CCS-t a földgáz esetében, hiszen annak alkalmazása egyrészt irreálisnak tűnik (a földgázüzemelés sokkal kisebb CO₂ kibocsátással jár, mint a széntüzemelés), másrészt arról csak nagyon későn, a dekarbonizáció utolsó szakaszában, azaz a 40-es években kellene adott esetben gondolkodni.
- Az EU klímapolitikai elkötelezettségének alakulása. Az Energiastratégia – helyesen – abból indul ki, hogy ez az elkötelezettség megmarad. Jogilag azonban mindössze a 2020-ig terjedő célok vannak rögzítve. Az EU-t különösen sújtó gazdasági és valuta-

válság fényében és a klímavédelemmel kapcsolatban a világ más régióinak lényegesen szerényebb elkötelezettségét látva joggal merülhet fel a kérdés: meddig fog az EU egyedül elmenni?

- Az ETS rendszer jövője. Az erőműrendszer működését, fejlesztésének irányait, a korszerűsítés gyorsaságát döntő mértékben az ETS rendszer, gyakorlatilag a széndioxid kvótaár befolyásolja. Az ETS első két szakasza – legalábbis a jogalkotó szándékát tekintve – kudarcot vallott, és ma fél évvel a harmadik szakasz kezdete előtt ugyanez valószínűsíthető a 2013-ban kezdődő szakaszról. Nem egyértelmű, hogy mikorra és milyen tartalommal sikerül ezt a rendszert megváltoztatni.
 - Az erőműépítési programokra jelentős hatással bír az energiahordozók ára. Bár az Energiastratégia atom-szén-megújuló programot nevez meg, az előttünk álló több mint egy évtized (a paksi bővítés üzembe lépéséig) a megújulók és a gáz dominanciájához vezet. A megújulók jelentős állami támogatást igényelnek (emelt árú kötelező átvétel). A jelenlegi piaci gázárak, pontosabban a gáz- és villanyárak alakulása nem kedvez a gáz erőművek építésének. Ezek alakulása viszonyaink között az ellátásbiztonság kérdését is felveti.
 - Szintén kérdéses az EU energiapiaci integrációjának jövője. Ma még egyértelműen nem állapítható meg, hogy az 2014-15-re meghirdetett egységes árampiac milyen módon és milyen biztonsággal működik, mindenesetre helyes cél az **önellátás lehetőségének fenntartása**. Hasonló kérdés a megújulós nemzeti termelési kvótarendszer jövője, amely az EU részéről gazdaságilag értelmetlen, és csak egyes tagországok ellenállásán múlhat, hogy EU szintű, a felhasználáshoz kötött kvótarendszer váltsa fel. Az európai integráció növekedése esetén ez a lépés előbb-utóbb elkerülhetetlennek látszik, és döntően befolyásolhatja a hazai erőműépítést.
3. A „legkisebb költség” feltételéhez való hozzáállásunkat az kell, meghatározza, hogy a magyar gazdaságnak mi az elsődleges érdeke. Érdek fűződik-e ahhoz, hogy a magasabb energia árakkal hátráltassa a nemzetgazdaság fejlődését, korszerűsítését, csökkentse tökevonzó képességét és csökkentse nemzetközi versenyképességét (export-képességét), avagy ezzel szemben prioritásként érvényesül a nagyobb foglalkoztatás. Az első esetben az EU szintjén is lobbizni kellene az egyre szigorodó célok enyhítéséért, illetve a kevésbé fejlett kelet-európai országok részére változatlanul a kedvezményes elbánásért, másik esetben az ellenkezője a cél. Amennyiben nincs elfogadott magyar érdek, kullogunk a mások döntései után igyekezvén azokat végrehajtani. Ki kellene mondani, hogy Magyarország részére a távlati globális klímavédelem nem jár értékelhető gazdasági haszonnal. A másik kérdés: az energia (elsősorban a gáz és az áram) árának alakulása, mind az árszínvonal, mind e két alapvető energiafajta áráránya kérdéses lehet. Ez befolyásolhatja a megújulóknak nyújtandó támogatás összegét, illetve a gázüzemelés erőművek építési hajlandóságát
4. Nehéz olyan egyértelmű indikátorok, avagy kulcsmutatók meghatározása, amelyekkel az erőműfejlesztési tervek egyértelműek minősíthetők lennének. Nyilvánvalóan vannak olyan mutatók, amelyeket az állami szervezeteknek figyelni kell, pl. a maradó teljesítmény értéke, amelyre nemzetközi előírások vannak hatályban, vagy a megújulós részarány, illetve az erőműpark CO₂/kWh értéke. Mindezen mutatók azonban önmagukban nem elégségesek az állami döntésekhez. Mindenesetre külön figyelmet érdemelnek az egyes tagországokban, elsődlegesen a régiókban érzékelhető

rendek, illetve konkrét fejlesztések figyelembe vétele (erőműfejlesztések, selejtezések, hálózatfejlesztés) mert csak ezek ismeretében szabad döntéseket hozni.

5. Az erőmű építési cselekvési tervben meghatározott fejlesztések megvalósítása terén különösen fontos a megfelelő befektetői klíma biztosítása. Ennek két eleme van: a gazdaság általános klímája, tökevonó képessége, a stabil valuta stb. Ezek biztosítása túlmutat az energetika területén. A másik szempont az energetikai jogbiztonság. Sajnos az elmúlt 5-6 évben az energetikai jogszabályok rendkívül sűrűn és gyakran váratlanul, a piac számára belátható logikát nélkülözve és a piac szereplőivel való egyeztetések nélkül változtak. Ez a helyzet, a kedvezőtlen makrogazdasági körülményeket is figyelembe véve is súlyos károkat okozhat, alááshatja az ellátásbiztonságot. (Egy megjegyzés: problémás az engedélyeztetés bonyolultsága és helyes cél annak lehetséges egyszerűsítése, de nem ebben van a lényeg. Ennél fontosabb egy átlátható, relatíve stabil jogszabályi rendszer, illetve megújulóknak esetén egy megfelelő árszabályozás, hosszú távon stabil támogatási rendszer.)

6. Az erőműveket (kisebb és nagyobb, külföldi és hazai) piaci szereplők fogják építeni, azok lehetőségeit a fent említett, megfelelő, átlátható és biztonságos szabályozás biztosíthatja. (Itt szeretnénk arra is utalni, hogy a gázos erőművek időszakában a gázpiac transzparenciája is ebbe a körbe tartozik) Egyetlen kivétel van, az atomerőmű építése, ahol az államnak befektetői feladatai is vannak. A Cselekvési Tervben szerepeltetni kell azokat a lépéseket és esetleges jogszabály-alkotási feladatokat, amelyek a paksi bővítés vegyes (külföldi) tulajdonú és finanszírozású megvalósításához szükségesek.

Válaszok a feltett kérdésekre:

Első kérdés: Egyetért-e az EFCsT elgondolásával, céljaival és a vázolt helyzettel? (Ha nem, vagy csak részben, mit tenne hozzá, mit hagyna ki?)

A cél meghatározása nem elég világos. Az erőművek létesítésében alapvetően a változó világhoz való jó illeszkedés változatait kell elemezni 15-20 év távlatában – több független változó szerepeltetésével –, kockázatelemzésekkel. A hivatkozott forgatókönyv az atom, a szén és a megújuló energia előtérbe állítása még nem elég kidolgozott a Nemzeti Energiastratégiában. Megjegyezzük, hogy Európában főképp gáztüzelésű nagyerőművek épülnek. Kérdés, hogy a Stratégia ezt a magas hatásfokú, jó megtérülésű típust miért nem veszi kellő súllyal figyelembe? (Ha a hazai energiatakarékossági tervek megvalósulnak, akkor a földgázimport csökkentésével is befér néhány földgáztüzelésű erőmű megépítése.)

A változatokhoz felvett három feltételről a forgatókönyv-elemzésekben a mutatószámok (indikátorok) korlátozottan használhatók, ezekről a bevezetőben írtunk. Ha az állam nem épít erőművet, akkor a vállalkozók üzleti tervei, kockázatai mértékadóak. Az elmúlt fél évszázad jó példa arra, hogy az állami döntések nem feltétlenül a legjobb hazai erőműpark kialakításához vezetnek. A vállalkozók ösztönzésének a legésszerűbb útjait kell inkább a Kormánynak megkeresnie. Fontos hogy az EFCsT tartalmazzon rövid távú intézkedéscsomagot a befektetők tájékoztatása céljából. A befektetőknek látni kell, milyen irányban kívánja a kormány az erőműrendszert fejleszteni és milyen eszközökkel kívánja a célok elérését ösztönözni. Az átlagos évi bruttó rendszerterhelés 2010-ben alig 4859 MW-volt, és ebből a hazai erőművek átlagos terhelése 4266 MW-ot tett ki. Erőműveink együttes rendelkezésre álló bruttó állandó teljesítőképessége ekkor 8413 MW volt, de ebből nem lehet azt a következtetést levonni, hogy „rövidtávon tehát nincs indoka új erőműves beruházásnak”. Idén hamar kiderült, hogy az állandó hiány igencsak megnőtt, és csak az import teszi biztonságossá villamosenergia-ellátásunkat.

Az évi 1,5%-os igénynövekedési ütem, illetve az évi 100 MW csúcsterhelés-növekedés ma már nem tekinthető közép- és hosszú távon irány-

adónak. Tavaly az összes felhasználás alig 0,6%-kal nőtt, idén pedig, az első négy hónapban mintegy 0,7%-kal csökken – a hideg tél és a szőkőév ellenére. A MAVIR két évente készít kapacitáselemzést, és az eddigi öt elemzése mindig más adatokra épült. Csak a rugalmas „tervezés” lehet ésszerű – változó mutatószámokkal.

Az EU-27 az új politika forgatókönyvében 0,8% évi növekedéssel számol 2035-ig. Nekünk sem ésszerű már 1,2%-nál nagyobb növekedési ütemet feltételezni. Különösen akkor, ha hatékonyságunkat javítani fogjuk.

Szakmailag nem helyes azt megadni, hogy egy adott évben mekkora teljesítőképességű erőműpark fog kialakulni hazánkban, mert ez is sokváltozós függvény. A beépített kapacitások nagysága nem jó mérőszám, az függ annak összetételétől, különösen egy olyan időszakban, amikor kis kapacitásértékkel bíró megújuló erőművek viszonylag jelentős névleges összteljesítőképességgel épülnek. Legfeljebb a nettó fogyasztói igények változása becsülhető jól. Nem célszerű megadni az összes felhasználást sem, mert az önfogyasztások igen eltérőek. Még nagyobb gond a teljesítőképességek értéke. Megújulóknál ez nagyon kicsi is lehet. Nagy atomerőműves egységekhez pedig nagy perces tartalékok kellenek. Az erőműpark összetételétől is függ tehát a szükséges teljesítőképesség. Megjegyezzük, hogy a tervezett új atomerőművi blokk(ok) belépés időpontjának közelsége miatt a 2030-as év adatai torzítanak.

Nem célszerű itt, az EFCsT-ben foglalkozni az EU szén-dioxid-mentesítési forgatókönyveivel, például a 2050. évre vonatkozó célértékek visszszámolásával 2030-ra. Külön kellene kezelni az egész szén-dioxid-kérdést a magyar energetikában. Nem olyan fontos ez az erőműveknél (atom, megújuló, gáz), és a szénerőmű-létesítési lelkesedés realitása is kétséges.

Második kérdés: Miben látja a hazai erőművek teljesítőképesség-összetételének problémáit? (Milyen irányban fejleszteni tovább a hazai igények, irányelvek és az EU ajánlásai alapján?)

Túl gyakran és mereven változtattuk a fejlesztési irányokat az elmúlt időszakban. Például az 1970-es évekig szénerőműveket építettünk, az 1980-ig olajerőműveket, az 1990-ig atomerőművet, a 2000-ig földgáztüzelésűeket, majd kezdtük a megújulókat, de bizonytalanul. A decentralizált termelést az elmúlt évtizedben felfuttattuk, most az ellenkező irányba tettünk lépéseket.

Az összetétel most nem rossz, jó az aránya az alaperőműveknek, a menetrendet tartóknak és a csúcserőműveknek. Kapkodtunk viszont a kapcsolt energiatermelés megítélésében: eleinte fenntartással kezeltük, majd az ezredforduló környékén túltámogattuk, újabban korlátozzuk működési feltételeiket.

Nem világos a szüneteltetés és a leállítás kérdése az erőműveknél. Így ma kb. 2700 MW-ot kezelünk „állandó” hiányként. Jelentős a „változó” hiány is, főleg a megújuló és a kapcsolt termelések miatt. Nem sokra megyünk azzal, ha több mint 10 100 MW-os névleges hazai erőműparkot tartunk nyilván, mert ezeknek a kapacitásoknak egy része már nem indítható újra.

Harmadik kérdés: Milyen jellemzői lennének az ideális erőműves teljesítőképesség-szerkezetnek 2030-ban? (Milyen lenne ön szerint a legjobb energiahordozó-összetétel és erőműpark-szerkezet?)

Nagy a kockázata annak, hogy egyes döntések, pl. az „optimális” erőműpark-összetételről, utólag vitathatóvá váljanak. Az erőművek élettartama hosszú, építési ideje is, tehát rövid távú gondolkodásnak nincs helye. Az erőműpark-összetétel évről évre változik, tehát az optimum maga is változó. Vitatható a függetlenség elérése, mint meghatározó cél. A valóságban a munkamegosztásban kellene megkeresnünk a legnagyobb értékeremtés lehetőségét.

Nem vagyunk eléggé tájékozottak arról, hogy ki és mit akar, milyen erőművet szeretne építeni vagy leállítani a térségünkben, sőt hazánkban sem. Nagyon bizonytalanul lehet így megítélni a közeli jövőt. Sok a kockázat, sok a válságthatás, sok a politikai egyoldalúság. Különösen a szomszéd országok fejlesztéséről, helyzetéről kellene több és megbízhatóbb értesülés (PI. a régió atomerőmű programjairól) és az erőműépítés terén is szorgalmazni kellene a régió országainak szorosabb együttműködését.

Nem lehet reális célkitűzés Magyarországot nettó áramexportőrré fejleszteni, ehhez alapvető adottságaink hiányoznak. Más kérdés, hogy az új atomerőművi blokkok belépését követő néhány évben (a jelenlegi egységek leállításáig) átmeneti többlet alakul ki, amelyet exportálni érdemes.

Az erőműrendszer fejlesztésénél sok szempontot kell figyelembe venni. Az erőművek átlagos kihasználása 50% körül van: kellene ennél nagyobb és kisebb kihasználású erőművek. Alaperőművek (hasadóanyagokra, lignitre), menetrendet tartók (földgázra) és csúcserőművek (olajra). Lesznek többcélú erőművek: villamos energia és hő kiadására. Lesznek megújuló forrású erőművek – a forrás jellegéből adódó kihasználásra. Lesznek – ha gazdaságosak – tárolós erőművek is. Egyoldalúság kizárható és kizárandó. A túlzásoktól óvakodjunk. Nem lenne jó, ha a franciák után mi lennénk a világon a második helyen az atomerőművek termelési aránya tekintetében. Nem lenne jó a teljes megújulás elkötelezettség sem, hiszen nincs meg a technikai hátterünk, mint a németeknek. A képlet egyszerű: kellene megújuló erőművek az EU-vállalásunk miatt, és kellene új atomerőmű-egységek a régiek kiváltása miatt. Köztük földgázra kell erőművet építeni: menetrendet tartó kondenzációra és kapcsolt kiserőműves termelésre. Kellene tartalékok a nagy egységekhez. Végül kell a jó hálózati összekötés a térségben a változó piaci villamosenergia-kínálat kihasználására.

Eszményi erőműves teljesítőképesség-szerkezetet még 2030-ra sem lehet önállóan kialakítani az ország villamosenergia-ellátásában, mert az összefügg az egész térség formálódásával. Közelíteni lehet csak az ideálishoz úgy, hogy figyelembe vesszük a szomszédokat is. Általában is sávokban érdemes meghatározni a célszerűnek tartott összetételi arányokat.

Hosszabb távon arra lehetne ideálisan törekedni, hogy 50% körüli atomerőműves részarány alakuljon ki, míg a többi a földgáz, a megújuló és a szén legyen. Ugyanakkor látni kell, hogy viszonylag kis villamos energia rendszerünkben egy nagy atomerőműves blokk belépése évtizedre eltorzíthatja a mérleget. Távlatilag meg kell vizsgálni, hogy a Duna-hajózással kapcsolatban van-e jogosultsága egy dunai vízerőműnek.

Negyedik kérdés: Milyen javaslatai lennének az ön térségét, lakóhelyét érintő teljesítőképesség-fejlesztésekre és a megújuló energiaforrások bevonására?

Országosan működő egyesületként erre a kérdésre nem tudunk jó válaszokat adni.

Ötödik kérdés: Milyen rövid, közép- és hosszú távú intézkedéseket javasol a kormányzatnak az ideális teljesítőképesség-szerkezet megvalósításához? (rövid táv: 2015-ig; középtáv: 2020-ig; hosszú táv: 2030-ig)

I. Rövid távon

Mindenesetrel mielőbb létre kell hozni a METÁR rendszert, hogy a megújuló fejlesztések meginduljanak. Ennek során a következőket javasoljuk (korábbi hibák tanulságaként)

- A rendszer legyen differenciált, azaz fajtánként eltérő támogatást kapjanak.
- A támogatás mértékét a technika fejlődésével és a piaci árak alakulásával párhuzamosan karban kell tartani, de ne érintse a szerzett jogokat.
- A támogatásokat nem alanyi jogon, hanem pályázaton nyerjék el

(a járadékvadászat elkerülésére és rendszer szabályozása érdekében)

Újra kell gondolni a kapcsolt termelés támogatását. A nagy hatásfokú földgázalázisú kapcsolt termelés támogatását energia- és klímapolitikai szempontból indokolt újra bevezetni, de ez nem tévesztendő össze a lakossági távhőszolgáltatás esetleges támogatásával!

II. Középtávon

Biztosítani kell a gáztüzelésű erőművek építésének feltételeit. Tekintettel arra, hogy az új atomerőmű építése és egy jelentősebb arányú megújuló erőműépítés mellett a piaci alapú gáztüzelésű erőművek építésére csökkenhet a befektetői kedv, vizsgálni kell egy esetleges teljesítménydíjas rendszer bevezetésének indokoltságát. Bár az Energiastratégiában nem szerepel, változatlanul javasoljuk a Duna vízerőkézszete energetikai hasznosításának gazdasági és környezeti vizsgálatát.

III. Hosszú távon

Tizennyolc év alatt legalább az első új paksi blokkot üzembe kell helyezni, hogy megbízhatóan helyettesíteni tudja a két első régi leálló blokkot.

Hatodik kérdés: Milyen új technológiai fejlesztéseket és találmányokat javasol kipróbálni kapacitásfejlesztési célból?

Nem javasolnánk most kísérletezést be nem vált technológiákkal hazánkban. Nincs olyan hazai K+F és innovációs bázis, és nem rendelkezünk olyan nemzetközi marketing hálózattal, hogy a siker reményében kezdhessünk bele megújuló energia technológiás fejlesztésekbe. Nem vagyunk olyan gazdagok, hogy új technológiákat kifejlesszünk, és az sem jó, ha mások fejlesztéseit nálunk próbálnák ki. Legfeljebb egy meleg vizes ORC-körfolyamatú kiserőmű kipróbálása javasolható, hogy mennyibe kerül és mik az üzemi feltételek a geotermikus hőből villamos energiát termelő technológiánál. Ha beválik, több is lehetne, hiszen a megújuló cselekvési terv szerint hat év múlva 57 MW-ot akarunk ilyen típusból, akik majd a hazai meleg vízből közel kétszer annyi villamos energiát termelnek, mint hideg vízből a vízerőműveink – ahogy ezt a cselekvési terv jelezte.

A találmányokkal még inkább óvatosság indokolt. Az erőműveknél – feltehetően – a találmányokkal csak túl drága és csak hosszú távon megtérülő technológiákra gondolhatunk. Nincs hazánkban nagy műszaki háttér új létesítésekhez.

Hetedik kérdés: Milyen mérőszámokat javasol a kapacitásfejlesztési folyamatok ellenőrzésére? (Milyen mérőszámokat javasol a beépített teljesítőképességek hatékonyságának figyelésére?)

A maradó teljesítmény nagysága legyen a beépített teljesítőképesség 5%-a és 10%-a között. Ha alatta van, sürgetni kell az erőmű-létesítést (az importlehetőségek függvényében); ha felette van, akkor lassítani.

Egy erőmű akkor hatékony, ha az energiapiacra úgy tudja értékesíteni energetikai termékeit (a villamos energiát és a hőt), hogy az fedezetet nyújt a fenntartáshoz és az újbóli létrehozásához. Természetesen megfelelő haszon mellett, mert különben állampapírt vásárol a befektető vagy külföldön fekteti be a pénzét. A piacot kell tökéletesíteni, a térségi versenyt. Tartós veszteség esetén az erőmű tulajdonosa leállít (szüneteltet), tartós nyereség esetén megmaradhat, tovább üzemeltethet és fejleszthet.

Nyolcadik kérdés: Van-e egyéb észrevétele a tárgyhoz?

Bár talán csak közvetve tartozik egy erőműfejlesztési tervbe, érdemes lenne a Cselekvési Tervben megjeleníteni a háztartási kiserőművek ügyét is, nevezetesen miként gondolkodik ezekről a kormány és milyen eszközökkel kívánja ezek elterjedését előmozdítani.

Budapest, 2012. május

Bakács István sk. Dr. Garbai László sk. Dervarics Attila sk.
ETE elnök MET elnök MEE elnök

Vélemény a Táv hőfejlesztési Cselekvési Terv koncepciójáról (válaszok a feltett kérdésekre)

Általános megjegyzések a koncepcióhoz:

1. Az Energiastratégia 2030-ig szól de 2050-ig tartó kitekintéssel. Egy Cselekvési Tervnek, amely az aktuális kormányzati teendőkkal foglalkozik maximálisan a 2020-ig terjedő program megvalósítását elősegítő, aktuális állami, kormányzati intézkedésekkel kell foglalkozni. Véleményünk szerint olyan Cselekvési Tervre van szükség, amely kijelöli azon kormányzati, hatósági intézkedések körét, amelyekkel biztosítható, hogy a távhő igényeket biztonságosan, gazdaságosan és környezetkímélő módon kielégíteni tudó fejlesztések valósuljanak meg, és az Energiastratégiában meghatározott energiapolitikai, nemzetgazdasági és klímapolitikai célok teljesüljenek.

Az ország gazdaságpolitikai és a Nemzeti Energiastratégiában megfogalmazott célkitűzéseken kívül figyelembe kell venni a konkrét mérőszámokat tartalmazó Megújuló és Energiahatékonysági Cselekvési Terveket, és gondoskodni kell az Energiastratégia végrehajtására párhuzamosan készülő cselekvési tervekkel való összhangról is, illetve támpontokat kellene adni azok felülvizsgálatához.

2. A koncepció három fejezetében (Felhatalmazás, Cél, Bevezetés) leírtakkal kapcsolatban, elmondható, hogy néhány később kifejtett kritikai megjegyzés figyelembe vételével **a távolabbi távhő stratégia kialakításához megfelelő alapokat nyújt, de nem foglalkozik a kiinduló állapotot jelentő jelen és a közeljövő problémáival, jószerével fel sem veti azokat.**

Véleményünk szerint, a felhatalmazásban leírt, a hivatkozott országgyűlési határozatban megfogalmazott kulcsmondat („vizsgálja meg a távhőtermeléssel kapcsolatos árszabályozási és jogi rendelkezések végrehajtásának, valamint a távhőszolgáltatást igénybe vevő fogyasztók támogatásának tapasztalatait, és ez alapján dolgozzon ki cselekvési tervet a távhőszolgáltatás versenyképességének biztosítására, hatékonyságának fejlesztésére és a megújuló energiaforrások bevonására.”) szerint kellene eljárni, és közkinccsé tenni a vizsgálat eredményeit, ha egyáltalán elvégezte valaki ezeket a vizsgálatokat. A jelenleg működő rendszer ugyanis nem kiszámítható, nem transzparens és nem befektetés ösztönző, ezért az ármegállapítás rendszerét az EU irányelveinek figyelembe vételével, a környező országok jó tapasztalataival összhangban át kell alakítani oly módon, hogy **az árképzés metódusát rendeletben rögzítsék, és alkalmazását rendszeresen ellenőrizzék**, az automatikusan kövesse a gazdasági környezet változásait, és a biztonságos és gazdaságos ellátást lehetővé tevő fejlesztésre elegendő hozamot biztosítson a befektetőknek.

3. A távfűtési stratégiai megközelítésekor abból kell kiindulni, hogy energetikai szempontból akkor beszélhetünk hatékony távfűtésről, ha az:

- kapcsolt energiatermelésen alapszik,
- nagy fogyasztói sűrűségű területet lát el.

4. Az elmúlt évtizedek szabályozási gyakorlatában a távfűtés és a kapcsolt energiatermelés témakörét többnyire nem energetikai, hanem politikai és szociális szempontból közelítették meg a kormányok, s rövid távú szemlélettel a támogatást tartották fontosnak, amíg a problémák valódi megoldása, hosszútávú kezelése háttérbe szorult. Ennek eklatáns példája a ÁFA-kedvezmény, amely jelentős erőfeszítést követel a társadalom egészétől, de csak nem járul hozzá a problémák végleges megoldásához. A távhőszolgáltatás szakmailag nemcsak háztartási fűtés és melegvíz ellátást jelent, a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelésen keresztül primer energiahordozó megtakarítást, így széndioxid kibocsátás csökkenést eredményezhet, a termelt hő végfelhasználója személyétől függetlenül. Az EU Direktívája is támogatásra méltónak tartja a nagyhatásfokú kapcsolt termelést annak energetikai és klímavédelmi hasznossága miatt.

5. Hazánkban a közel száz településen üzemelő távhőrendszerek technikai adottságai (források és fogyasztók összetétele) rendkívül heterogének.

A különbségeket fokozza, hogy elmúlt egy-másfél évtizedben egyes rendszereknél (városokban) példászerű korszerűsítéseket hajtottak végre, míg másutt ezek a fejlesztések – különösen a fogyasztói oldalon – elmaradtak. Emiatt kerüljük a sommás megállapításokat.

6. Ha hosszú távon fenn akarjuk tartani nagyvárosainkban a távfűtést, azt csak úgy tehetjük meg, hogy az valóban támogatások nélkül is versenyképes legyen az alternatív fűtési megoldásokhoz képest. A távfűtés, illetve valamennyi fűtési mód drágaságának ellenszerét nem az energiaárak dotálásában kell keresni. Elsősorban az épületek hőszigetelését, a nyílászárók korszerűsítését kell az épületenergetikai program keretében megoldani, illetve – ahol ezt még nem végezték el – mielőbb meg kell oldani a távfűtött lakásokban is a hőleadónkénti szabályozást, s ahol a lakosok meg tudnak egyezni a költségsztoók beépítését.

7. Egy sikeres épületenergetikai program eredményeképpen a lakások fűtési költségei jelentősen csökkenhetnek. Ugyanakkor a távhőrendszerben, illetve a mögöttes távhőtermelő berendezésekben befagyott költségek keletkezhetnek, amely elvben árnöveléshez vezethetnek. Ennek elkerülésére egyetlen lehetőség van: új fogyasztók bevonása a távhőellátásba. Erre elvben elsősorban a nagyvárosok központjaiban lenne lehetőség, kiemelve a közintézményeket is. Az elmúlt évtizedben több városunk alkotott helyi rendeleteket, a távhőrendszerekről való leválás megakadályozására, illetve városközpontokban új létesítményeknél a távhőre való csatlakozás követelményeire. Ezen rendeletek egy része nem állta ki az alkotmányosság próbáját. Érdemes lenne megvizsgálni milyen jogi eszközökkel lehetne elősegíteni új fogyasztók távhőre térését, illetve a leválások megakadályozását. (Ez egyébként nagyvárosaink központjainak levegő tisztaságára is kedvező hatással járna.) Elképzelhető lenne, hogy új vagy rekonstruált épületeknél, különösen közösségi vagy kereskedelmi egységeknél építési előírások tartalmazzák vagy a távfűtés (-hűtés) alkalmazását, vagy nagyobb arányban megújuló energiaforrások használatát. Vonatkozhatna ez az előírás pl. lakóparkok építésére is.

8. A kapcsolt energiatermelés támogatási rendszerének kialakítása (a 2000-es évek eleje) óta a távhőrendszerek forrásai nagyobb arányban külvilágtak a távhőszolgáltató vállalatoktól. A tulajdonosi széttagozódás nem teremtette meg az érdekek azonosságát. A közelmúltban bevezetett központi árszabályozás a helyzetet tovább rontotta. Amennyiben a központi árszabályozás képes lenne az egyedi helyzetek helyes kezelésére, a termelők, szolgáltatók és fogyasztók takarékos gazdálkodására ösztönzésére, az eddigi fejlesztések „honorálására”, segítene ahelyetben.

9. A hazai távhő rendszereink nem rendelkeznek hőtárolókkal, csak ritkán használják ki a rendszerek természetes hőtároló képességét. Amennyiben ilyenek be lettek volna építve, a KÁT rendszer többlet költségigénye is kisebb lett volna, hiszen a támogatást nem a zsinór áramárhoz, hanem a villamos energia piacon magasabb árú csúcstermékhez lehetett volna méretezni. Tudomásunk szerint hőtároló beépítését tervezik egyik városunkban (Nyíregyházán).

10. El kell oszlatni azt a tévhitet, hogy amennyiben új zöldmezős biomassza tüzelésű kapcsolt energiatermelő egységeket építünk a távhőrendszerekhez, akkor számottevő árcsökkenés lenne elérhető. Ez csak egy torz, túltámogatott METÁR esetén lenne igaz. A távhőtermelés akkor lesz igazán versenyképes, ha semmi túltámogatásban nem részesül, azaz sem az állampolgárok összessége, vagy más energiahordozók fogyasztói nem támogatják a távfűtött lakások fenntartási költségeit.

Néhány kritikai megjegyzés a Bevezetés fejezethez

1. észrevételek általánosan:

- A bevezetés két fejezete feltételezésünk szerint arra lenne hivatott, hogy a két fő cél (versenyképes és „zöld” távfűtés) megvalósításának tervezett eszközeit megismertesse az olvasóval. Négy oldalon át ilyent azonban nem találni.

- b. A bemutatás budapesti helyzetre vonatkozik, így nem általános. A távfűtés elsősorban a fogyasztói (fűtési) rendszerek szabályozatlansága miatt drága az szabályozható egyedi és központi fűtéshez viszonyítva. Még 5%-os ÁFA mellett is. A távfűtést – az egyedi fűtéshez képest – lényegében csak a kapcsolt energiatermelés, a háztartási hulladék és fa(apriték) égetése tehetné versenyképessé úgy, hogy a fogyasztói oldal éppen olyan korszerű, mint a nyugati távfűtésekben (szabályozható, a fogyasztás alapján elszámolt stb.). A magyar átlagfizetéshez képest minden energia drágának tekinthető, de ez nem a távfűtés sajátja.
- c. A távfűtés árának költségszerkezete nem ide való. Csak a költségnek lehet szerkezete, az ár ebből levezethető (+ haszon és adók, illetékek, járulékok). Szó sincs itt a fejlesztéshez szükséges haszon mértékéről.
- d. Külön, egy mondatos alfejezetet szántak a távfűtést szolgáltatók versenyének segítésére. *(Az olcsó hőt vásárolni tudó szolgáltatók versenyelőnyének realizálásához szükséges a távhő szigetüzemek összekapcsolásának előírása és támogatása.)* Mivel a távhőszolgáltatók jelenleg nem versenyeznek egymással, a versenyt kevés városban lehetne megvalósítani, feltételezésünk szerint a koncepciót összeállítók a távhőtermelők versenyztetésére gondoltak e fejezet esetében. A szigetek összekapcsolása a fővárosban valóban előnyös lenne, a hőtermelők versenyhelyzetbe hozása miatt, más városokban az üzemvitel biztonságának és gazdaságosságának érdekében, támogatni kell, de forrás biztosítása nélkül előírni nem szabad.
- e. Nem a műszaki gondok növelik a költségszintet. Nem lesz olcsóbb a távfűtés a földgáz alapszintű kapcsolt termelés kiiktatásával. A biomassza alapú távfűtés megfelelően a rendszerbe illesztve növelheti gazdaságosságát.
- f. A megújulókra vonatkozó, elfogadott és EU-kötelezettségű cselekvési terven az szerepel, hogy a megújuló forrásra támaszkodó távfűtés 2010-től 2020-ig 0,1 PJ-ről 25,7 PJ-ra növekedik. Az összes lakossági távfűtés igénye mostanában 22-23 PJ évente, amiből az EU-kötelezettségű, elfogadott hatékonysági cselekvési terv már 2016-ig 9,8 PJ-t meg akar takarítani (a FŐTÁV a lakossági felhasználók számára 2010-ben fűtési céllal ~7 PJ-t értékesített). Nagy kérdés, hogy az új drága, 10-20 MW-os, kapcsolt termelésű, biomassza-kiserőművek (25-40 ilyen kellene 2020-ig) olcsóbbá teszik-e a távfűtést az egész országban.
- g. Nem látszik valósnak a közel 10 PJ-os évi megtakarítás a távfűtésben vezeték cseréjével.
- h. A „zöld” távfűtésben az adottságok függvényében megmaradhat a biomassza (pl. Pécssett), de általános elterjedésére – pl. falufűtésekkel – ne számoljunk. Reális ugyanakkor a földgáz kiváltása a falvak közigazgatási területein központi fűtés keretében a ha-gyományos fa, vagy faapriték tüzelésű kazánokkal.
- i. Az anyagában nem hasznosítható hulladékok eltüzelése (termikus ártalmatlanítása és térfogatcsökkentése) jó megoldás, fontos lenne az ellentétes érdekek feloldása és a jó példák bemutatásával a lakossági ellenállás feloldása. Dél-Budapesten és néhány nagyobb városban ahol folyamatosan nagy mennyiségű hulladék keletkezik, célszerű hulladékhasznosító fűtőerőművet építeni.
- j. A geotermikus hőforrás, a meleg víz kishőmérsékletű fűtésre épített lakónegyedekben eredményes lehet, de ilyen építeni nem olcsó megoldás (München térségében van). Célszerű lenne ugyanakkor a geotermális energia hasznosításának növelése.

Válaszok a feltett kérdésekre:

Első kérdés: Egyetért-e a TFCsT elgondolásával, céljaival és a vázolt

helyzettel? (Ha nem, vagy csak részben, mit tenne hozzá, mit hagyna ki?)

Lásd általános megjegyzések.

Második kérdés: Miben látja a hazai távhőszolgáltatás problémáit?

1. A távfűtés fogyasztói oldalán

Sok esetben még mindig elavult a távfűtés fogyasztói oldala: nem teljes a szabályozás, vezérlés, mérés és a mérés alapján való elszámolás.

A fogyasztó nem befolyásolhatja így a fogyasztását, ami ellentmond minden piaci energiaellátási elvnek. Segíteni kell a fogyasztót a kiszolgáltatottságának csökkentésében, érdekeltté tenni a takarékoságban. Ennek nem lehet ösztönzője az ártámogatás egyik formája sem. Ugyanakkor a lakosság fizetőképességének ismert helyzetében ez állami segítségnyújtás valamely formája nélkül nem fog működni. Javasolható, hogy egy nagyobbvolumenű épületenergetikai program beindításakor prioritással kezeljük a távfűtött lakásokat, még akkor is ha nem ezek hőtechnikai állapota a legrosszabb.

2. A távfűtés termelési oldalán

A fentiekben már ismertetettek szerint köztudott, hogy csak a kapcsolt energiatermelés, a háztartási hulladék, a biomassza tüzelése, ahol lehetőség van rá az ipari hulladékhő hasznosítása teheti ésszerűvé a távfűtést. A kapcsolt energiatermelés közelmúltban történő leépítése már jelentős károkat okozott. Bizonyos mértékű támogatás átmeneti fenntartásával a kapcsolt termelés kiépített mértékét fenn kellene tartani.

3. Jogszabályalkotásban

A jogszabályalkotásban nem mindig a tartós és átlátható ösztönzést helyezik előtérbe, sőt piacidegen megkülönböztetésekkel gátolják a piaci alapú távfűtés fejlődését.

4. A településfejlesztésben

A távfűtésnek elsősorban a legnagyobb hősrűrésű körzetekben van előnye (adott területen a legnagyobb hőigénnyel). Ezért elsősorban a belvárosok távfűtése terjed nyugaton, északon, nem a keleti panellakás-építési terveknek köszönhetően. A távfűtés környezetvédelmi előnyei elsősorban a belvárosokban érvényesülnek, mert így az egyedi gázfűtések károsanyag-kibocsátása nem adódik hozzá a közlekedés kibocsátáshoz.

Alig épül már új lakás az országban, panellakás egy sem, tehát a távfűtést csak a városközpontok bevonásával lehet fejleszteni. Természetesen minden adott településen nemzetgazdasági szintű gazdasági elemzéssel kell alátámasztani ilyen fejlesztések indokoltságát, s nem az egyes érintett szereplők gazdasági eltérő gazdasági érdekelttségét kell alapul venni.

Harmadik kérdés: Milyen jellemzői lennének az ideális távhőszolgáltatásnak 2030-ban?

Eszményi távfűtés a nagyvárosokban csak piaci alapon maradhat meg. A fogyasztói oldalon az egyéni érdekelttség, a termelői oldalon a kapcsolt termelés alapkövetelmény. A távfűtés piacát össze kell kapcsolni a lakáspiacca, hogy a távfűtés értéke a lakás értékéhez igazodjon – és fordítva.

Kihasználva geotermikus forrásainkat, a 35-45 °C-os meleg vízhez kishőmérsékletű fűtéssel ellátott lakóparkokat (egy- vagy kétcsaládos házzal, jó példa lehetne erre az Ócsai lakótelep) lehet létrehozni – kísérletképpen legalább az elsőt.

Negyedik kérdés: Milyen javaslatai lennének az ön térségét, lakóhelyét érintő távhőfejlesztésekre és a megújuló energiaforrások bevonására?

Budapest esetében pótolni kellene a lemaradást és a vidéki városokhoz hasonlóan segíteni kellene a fűtési rendszerek mielőbbi korszerűsítését, szabályozhatóvá tételét. Jó példa volt erre az abba maradt ÖKOplussz program. Az észak-budai és észak-pesti, valamint a dél-budai és dél-pesti távhőközpontok összekapcsolása növelné az ellátás biztonságát és a hőtermelők közti versenyhelyzetet. Jó forrásoldal esetén a távfűtés fejlődhetne, sőt kiterjedhetne a belvárosra is. A faapriték vagy lágyszárú biomassza a tüzelésére kedvező telephely lehetne a vasúti vágányokkal rendelkező észak-budai fűtőmű telephelye, az észak-pesti és egy majdani

dél-pesti hulladékhasznosító mű telephely. Az elsősorban balneológiai célra hasznosított termálvíz hőjét a mesterséges hűtés helyett – a Széchenyi fürdő/Állatkert minta szerint – fűtésre is célszerű lenne hasznosítani.

Ötödik kérdés: Milyen rövid, közép- és hosszú távú intézkedéseket javasol a kormánzatnak a távhőszolgáltatás versenyképességének és „zöldítésének” segítésére? (rövid táv: 2015-ig; középtáv: 2020-ig; hosszú táv: 2030-ig)

IV. Rövid távon

Három év alatt jogszabályalkotásokkal lehetne kedvezőbbé tenni a távfűtést. Visszaállítanánk a kapcsolt termelés támogatását: a kapcsoltan termelt villamos energia kötelező átvételét piaci ár + kisebb bónusz alapján.

V. Középtávon

Nyolc év alatt kísérleteket tennék a pécsi példa alapján más erőművek részleges átalakítására és újak építésére – biomassza alapon.

VI. Hosszú távon

Tizennyolc év alatt kiépítenénk egy kísérleti lakóparkot kishőmérsékletű fűtéssel – geotermikus hőforrás használatával.

Hatodik kérdés: Milyen új technológiai fejlesztéseket és találmányokat javasol kipróbálni a távhőszolgáltatás műszaki fejlesztésének célból?

Nem javasoljuk a kialakulatlan megoldások kipróbálását a távfűtésben.

Hetedik kérdés: Milyen mérőszámokat javasol a távhőszolgáltatás minőségellenőrzésére és műszaki színvonalának figyelésére?

A távfűtés minőségellenőrzésére és színvonalának figyelésére a fogyasztót kérdeznék meg gyakrabban. Szabaddá tennék a lakásválasztását, de azt kikötnék, hogy adott lakó- vagy középület csak távfűtött lehet – környezetvédelmi és településrendezési célból.

Indikátorokként a következőket javasoljuk:

- primer oldalon a kapcsolt termelés aránya, hatásfoka, az energia-hordozó összetétele;
- a távhő vezetékek vesztesége, a szivattyúzási munka;
- szekunder oldalon a fajlagos fűtési (MJ/lm³) és HMV energiafelhasználása és az egyéb veszteségek mértéke.

Nyolcadik kérdés: Van-e egyéb észrevétele a tárgyhoz?

Nincs

Budapest, 2012. május

Bakács István sk.

ETE elnök

Dr. Balikó Sándor hozzászólása dr. Dezső György „Mérnök szemmel a gazdasági döntéseinkről, korlátainkról és a ciklikusságról” című, az Energiagazdálkodás 2012. 3. számának „Szemlélet” rovatában megjelent cikkéhez

Kedves György! Nem kívánok elméleti közgazdasági fejtegetéseidbe belekontárkodni – nem is értek hozzá. De a kiserőművek erkölcsi elavulásával kapcsolatos fejtegetéssel, még ha a közgazdasági szakma így is tekinti, nem tudok egyetérteni. A kiserőműveket nem az energetikai szakma, hanem a gazdasági érdekvisezők terjesztették el, és azok is tették tönkre. Számos kórház, egyéb önkormányzati intézmény engedett a nyomásnak, és megengedte, hogy vállalkozó cégek ingyen, vagy minimális hozzájárulással gázmotoros rendszereket telepítsenek az 5-10 éves üzemeltetés ellenében. Ezek a vállalkozók meg is termelték a maguk hasznát. Nehéz elhinni, hogy ők nem tudták, hogy az a támogatási rendszer nem maradhat fenn sokáig. De hát a veszteség már nem őket érinti... Hát én ezt nem tudom erkölcsi elavulásnak tekinteni. Tágabb értelemben sem tudom technikai berendezésekre értelmezni az erkölcsi elavulás fogalmát. Ha egy berendezésnél ugyanarra a funkcióra van jobb hatásfokú, kisebb (primer) energia-fogyasztású, kevésbé környezetszennyező berendezés, akkor a korábbi fizikailag avult el, nem erkölcsileg. De munkám során találkoztam olyan technológiákkal, ahol gőzgéppel (nyomásejtő turbinával) kisebb primerenergia-fogyasztást, és kisebb üzemeltetési költséget (!) érthetünk volna el, mint a villamos meghajtású kompresszorokkal. Akkor miért elavult a gőzgép?

Nem szaporítom a szót, de (mint már többször kettőnk vitájában is) én mégiscsak az energiagazdálkodási modell célfüggvénye, azaz a primerenergia-fogyasztás minimalizálása mellett teszem le a voksot és a gazdaságosságot csak korlátozó feltételnek tekintem. Ettől persze a buborékok megmaradnak, de – ha alapos szakmai felkészültséggel eléggé sokan és eléggé hitelesek vagyunk – talán kevesebben esnek a buborékok csapdájába.

Baráti üdvözléssel: Sándor

Dr. Dezső György válasza

Kedves Sanyi! Köszönöm a megtisztelő hozzászólásodat. Valóban nem értünk egyet. Röstellem, de triviális dolgokkal kell kezdenem. Az élet, és a mérnöki gondolkodás nem tantárgyakból, az energiagazdálkodás pe-

dig nem a „primerenergia-felhasználás minimalizálásából” áll. A mérnök feladata ennél sokkal összetettebb, ő – a feladat jellegétől függően –, a minden létszerű feladatban meglévő előnyök és hátrányok gondos mérlegelésével az optimális, vagy versenyképes megoldást keresi. E munkája során nélkülözhetetlenek a közgazdaságtan és (alap)foglalmi, így a technikai elavuláson (és színvonalon) a gép, berendezés, rendszer stb. már meg nem engedett fizikai, kémiai stb. elváltozásait értjük, míg az erkölcsi avulás egyaránt bekövetkezhet a gazdasági, környezetvédelmi feltételek változása, vagy a műszaki fejlődés, vagy ezek kombinációja miatt. Az erkölcsi avulást úgy is szoktuk mondani, hogy az adott megoldás nem felel meg a technika állásának. Hasonlóképpen más paradigmában gondolkodunk a többi kérdésben is. Te az érdekeket okolod, én pedig az érdektelenségtől félek, merthogy a társadalomban – ezt mondjuk az ókori görögök óta tudjuk –, az érdek mozgatja az egyéneket és csoportokat. Így hát nem az érdek, hanem annak minősége a döntő. Az érdekeltségek egy jelentős részét a politika határozza meg, és ha rossz érdekeltségeket teremt, akkor az politikai hiba.

Ami pedig a kiserőműveket illeti, azok villamos hatásfoka meghaladta a hazai rendszer átlagát, kapcsolt termelést hoztak a korábbi kazános hőtermelés helyett, értelmet adtak a pusztán centralizált hőtermelésnek. A baj, hogy szélesebb körű alkalmazása nagy késéssel érkezett hozzánk (a technológia életciklusának csak az utolsó harmadát csíptük el), a támogatás kezdetben túlméretezték (első politikai hiba), majd ezt azzal tetézték, hogy teljesen megvonták (második politikai hiba). Hibás az ezzel kapcsolatos helyzetértékelés is, mert az önkormányzatok nem „nyomásra”, hanem azért engedték a kiserőművek telepítését, mert a termelt hő ára töredéke volt a korábbi direkt tüzelésből származóénak. (A jelenlegi távhő szabályozás szerint a kiserőművek zömében állnak, a hőtermelés ismét kazánokban történik, a magyar energetika legnagyobb dicsőségére, és hála a központi árszabályozásnak, így is veszteségesen.) Ellentétben azzal, amit írtál, ha a kiserőmű tulajdonosok vállalkozók voltak, akkor most a kár is az övék, meg a hitelező bankoké, ha pedig az önkormányzatok, akkor a korábbi teljes hasznót is ők realizálták. Nagyobb baj, hogy nálunk a politika se érti a piacgazdálkodás alapjait, vagy a tanácsadói pocskók, így hát a holnap bizonytalanságát maga tetézi, mint Bolond Istók: „*én uram isten! Csak rajta, hadd lám: mire megyünk ketten!*”.

Üdvözlő: György

Energiahatékony axiális átömlésű ventilátor-járókerek tervezése¹

Vad János PhD

okl. gépészmérnök, vad@ara.bme.hu

Axiális átömlésű ventilátorok előírás szerinti hatásfokának elérése többek között a járókerék-lapátózás aerodinamikai tervezési módszereinek továbbfejlesztését szorgalmazza. A szerző vázolja az új irányelveket és előtervezési módszert, amelyeket a lapátcirkuláció sugár menti eloszlásának és a lapátnyilazásnak az összehangolására dolgozott ki, az összhatalás javítása érdekében.

*

Achieving the efficiency prescribed for axial flow fans promotes, among others, the further development of aerodynamic design methods of rotor blading. The author outlines the new guidelines and preliminary design method elaborated by him for improvement of total efficiency, by harmonizing the spanwise distributions of blade circulation and blade sweep.

Berendezéseink energia-hatékonyságának korábbi „kívánalmát” mostanra szigorú számszerű elvárások váltották fel [1]. Az Európai Közösség 2009/125/EK Irányelvének [2] témája az energiával kapcsolatos termékek környezetbarát tervezése. A [2] irányelv ventilátorokra vonatkozó végrehajtásáról a 2011 áprilisában hatályba lépett 327/2011/EU Rendelet [3] intézkedik. A rendelet előírásokat tartalmaz különféle ventilátorok hatásfokára vonatkozóan. E termékkörre vonatkozóan 2013 januárjától csak olyan ventilátorok forgalmazhatók és állíthatók üzembe, amelyek hatásfoka legalább akkora, mint a [3] Rendelet szerinti célérték, a legjobb hatásfokú üzemiállapotban. 2015 januárjától az előírt hatásfok-célértékek tovább szigorodnak. Jelen dolgozat tárgyat axiális átömlésű ventilátor-járókerek képezik, a tervezési munkapontban. A felhasználói légtechnikai igény [3] Rendelet szerinti – kellően jó hatásfokon történő – kielégítése többek között a ventilátor-járókerek gondos aerodinamikai tervezését, a lapáttervezési módszerek továbbfejlesztését szorgalmazza. Dolgozatom az energia-hatékony járókerek tervezéséhez adott hozzájárulásomat foglalja össze.

A korszerű numerikus áramlástani (Computational Fluid Dynamics, CFD) és mérés-technikai eszközökkel segített ventilátor-tervezési módszereket (pl. [4]) egy új tervezési motívummal egészítettem ki: a *lapátcirkuláció sugár menti eloszlásának és a lapátnyilazásnak* az összehangolásával. Az e témában végzett kutatásról és a legfontosabb vonatkozó közleményeimről ad összefoglalót az [5] dolgozat. A klasszikus lapáttervezésben sugár mentén állandó lapátcirkulációt [4] írunk elő. Ezzel szemben a *növekvő cirkulációra tervezés* [4] során a lapátcirkuláció – és ennek megfelelően az ideális össznyomás-növekedés – a sugár mentén növekszik, célszerűen megválasztott eloszlás szerint. A növekvő cirkulációra tervezés számos előnyéből [5] e helyütt csak egyet hozok példaként. A nagyobb sugarakon lévő lapátmetszetek fokozott kiterheltségének köszönhetően a növekvő cirkulációra tervezés révén fokozott fajlagos teljesítményű járókerék hozható létre: előírt nyomásnövekedés-térfogatáram értékpáros mérsékelt gépmérettel és/vagy mérsékelt fordulatszámon is megvalósítható.

A sugár menti koordinátát a lapátcsúcs sugarával osztva nyerjük az R dimenziótlan sugarat. A tervezett ideális össznyomás-növekedést a lapátcsúcs kerületi sebességével számított dinamikus nyomással dimenziótlantítva, a ψ lokális össznyomás-számot kapjuk, amely a sugár

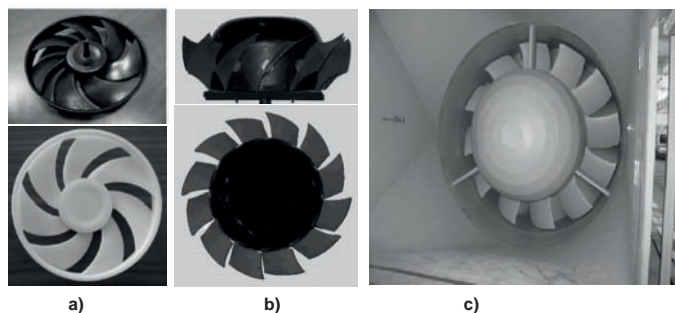
függvénye: $\psi(R)$. A lapátcirkuláció sugár menti változékonyságának jellemzésére, $d\psi/dR$ sugár menti átlagaként, bevezetem a G dimenziótlan *cirkuláció-gradienst*. $\psi(R)$ és $G > 0$ a növekvő cirkulációra tervezés jellemző adatai. A lapát-felfűzési vonal a hengerfelületekre illeszkedő lapátmetszetek súlypontját összekötő vonal. Míg az egyenes lapát sugár irányú egyenes felfűzési vonallal készül, lapátnyilazás során a kiindulási egyenes lapát metszeteit a húrjukkal párhuzamosan eltoljuk. *Előrenyilazás* esetén egy adott sugáron lévő lapátmetszet a rááramlással szemben előrébb helyezkedik el, mint a kisebb sugáron lévő szomszédos lapátmetszet. Az előrenyilazás, egyéb előnyök mellett [5], lehetőséget nyújt az össznyomás-veszteség mérséklésére, a hatásfok javítására, a háromdimenziós (3D) lapátcsatorna-áramlás befolyásolása révén.

A λ *lapátnyilazási szög* e dolgozatban a lapát-felfűzési vonal és a radiális irány által bezárt szög. A növekvő cirkulációra tervezést és az előrenyilazást gyakran együttesen alkalmazzuk, a vonatkozó előnyök kombinációja érdekében. Erre az 1. ábra mutat néhány példát saját tervezői gyakorlatomból. E járókerek tervezésénél felhasználtam a cikkben vázolt eredményeket. Az ábrán szereplő ventilátorok rendeltetése és lapátcsúcs-átmérője: a) Villamos motor-hűtő ventilátorok; Ø110 mm, Ø124 mm. b) Fokozott fajlagos teljesítményű ventilátor, ipari légtechnikai célokra; Ø630 mm. c) Szélcsatorna-ventilátor, Ø2000 mm.

A lapátózás-tervezési módszerek továbbfejlesztésében kulcsszerepet játszik a 3D lapátcsatorna-áramlás megismerése, célszerű befolyásolási módszereinek felkutatása. A sugár mentén növekvő tervezési lapátcirkuláció hatására a lapátokról örvények úsznak le. Ennek megfelelően a lapátcsatornában radiális irányú áramlás is létrejön. A lapátnyilazás módosítja a radiális közegmozgást. Elmondható tehát, hogy a növekvő cirkulációra tervezés és az előrenyilazás egyaránt befolyásolják a 3D lapátcsatorna-áramlást [5]. Azonban a növekvő cirkulációra tervezés és a lapátnyilazás 3D hatásait a szakirodalom egymástól függetlenül tárgyalja. A lapátnyilazásnak tulajdonítható jelenségek attól a tényőtől függetlenül kerülnek bemutatásra, hogy a lapátózást sugár mentén változó cirkulációra tervezték (pl. [4] [6-8]). Igen szűk szakirodalom tesz csak említést a növekvő cirkulációra tervezés és az előrenyilazás *kombinált* hatásairól, kvalitatív megállapításokra szorítkozva [9-10].

Az alábbi célokat tűztem ki:

- A növekvő cirkulációra tervezésre, az előrenyilazásra, és ezek kombinációjára vonatkozó kvalitatív ismeretek bővítése,



1. ábra. Növekvő cirkulációra tervezett, előrenyilazott lapátózású járókerek [5]

¹ A szerzőnek a KLENEN '12 konferencián, Mátraházán, 2012. március 8-9-én elhangzott előadása.

- Ezek alapján: új tervezési irányelvek kidolgozása, a cirkuláció sugár menti eloszlásának és az előrenyilazásnak célirányos összehangolása révén, az összhatásfok javítása érdekében.

A vonatkozó több éves kutatás fő eredményeit e helyütt vázlatosan ismertetem. További információval és referenciákkal szolgál az [5] dolgozat. A továbbiakban a szívott oldali határréteggel foglalkozom, ugyanis az össznyomás-veszteség túlnyomó része ehhez kötődik.

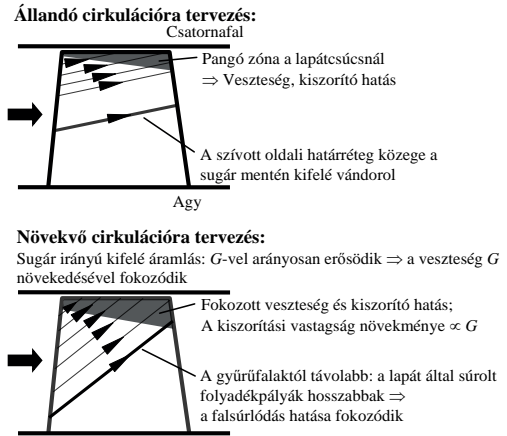
Szemelvények az új eredményekből

A 2. ábrán bemutatott egyenes lapátok vázlatai mutatják, hogy a szívott oldali határrétegben a közeg radiális irányban kifelé mozog, és a lapátcsúcs közelében felgyülemlik, állandó cirkulációra tervezés esetén is. A lapátcsúcs közelében kialakuló pangó zóna fokozza a helyi veszteséget, és a csatornafali határréteg kiszorító hatását. A szakirodalom a szívott oldali határrétegben a radiális közegmozgást a „kicentrifugálódás” intuitív modelljével magyarázza (pl. [11]). Túlmutatva ezen az intuitív modellen, részletes analitikus modellel dolgoztam ki a radiális áramlás leírására. A modell alkalmazásával, mérési és CFD adatok felhasználásával, a következő megállapításokat tettem egyenes lapátokra vonatkozóan. A megállapításokat a 2. ábra alsó részén szemléltetem. A növekvő cirkulációra tervezés hatására a lapátról örvények úsznak le. Ennek megfelelően a szívott lapátoldalon G -vel közel arányosan fokozódik a radiális irányú kiáramlás. Következésképpen a lapátcsúcs-közeli pangó zóna növekszik. Ez G -vel növekvő helyi veszteségre, és G -vel közel arányosan fokozódó kiszorítási vastagságra vezet. A 2. ábrán a gyűrűfalaktól távolabbi áramlást csak egyetlen folyadékpályával illusztrálok, amely a szívott oldalon középsugáron, a lapáthúr közepénél halad át (vastag vonal). Megállapítottam, hogy a növekvő cirkulációra tervezés hatására – a G -vel közel arányosan fokozódó radiális áramlás közbejöttével – az egyenes lapát által súrolt folyadékpályák a szívott oldalon meghosszabbodnak (lásd ábra). Ez a falsúrlódás hatásának fokozódását és így a helyi veszteség növekedését eredményezheti.

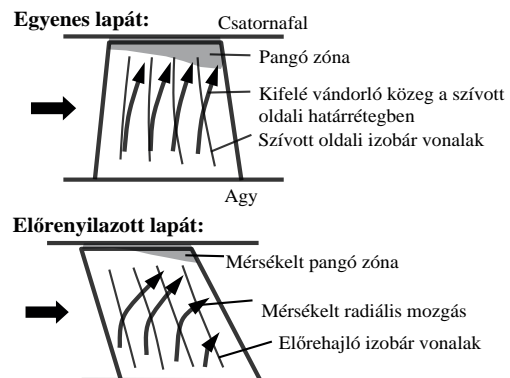
A növekvő cirkulációra tervezés tehát mind a lapátcsúcs közelében, mind a gyűrűfalaktól távolabbi pótlólagos veszteségforrást eredményez, egyenes lapátok esetén. A többletveszteség G növekedésével várhatóan fokozódik. Az előrenyilazás jótékony – radiális kiáramlást mérséklő – hatását a szakirodalom a 3. ábrán bemutatott, intuitív, szavakban megfogalmazott modellel indokolja (pl. [11]). Eszerint az előrenyilazás folytán a szívott oldali határréteg lassuló zónájában az izobár vonalak – követve a lapát-felfúzési vonal irányát – előrehajlanak, miáltal pótlólagos radiális nyomásgradiens jelenik meg, gátolva a radiális kiáramlást.

Meghaladva a fenti intuitív modellt, az általam kidolgozott analitikus modell célzott alkalmazásával mutattam ki az előrenyilazás kedvező hatását. Mérési és CFD adatokra támaszkodva valószínűsítettem, hogy az előrenyilazás összhatásfokot javító hatása a növekvő cirkulációra tervezett lapátok esetén fokozottan kiaknázható, az állandó cirkulációra méretezett gépekhez képest. Ugyanis a G növelésével egyébként fokozódó pótlólagos veszteségek (2. ábra) megfelelő előrenyilazással hatékonyan csökkenthetők, ahogyan azt a 4. ábra szemlélteti. Az előrenyilazásnak köszönhetően a veszteség csökkenthető a lapátcsúcs közelében is – a pangó zóna visszaszorításával, a radiális kiáramlás mérséklése révén –, és a gyűrűfalaktól távolabbi is, a lapát által súrolt folyadékpályák lerövidítésével és így a falsúrlódás hatásának mérséklésével.

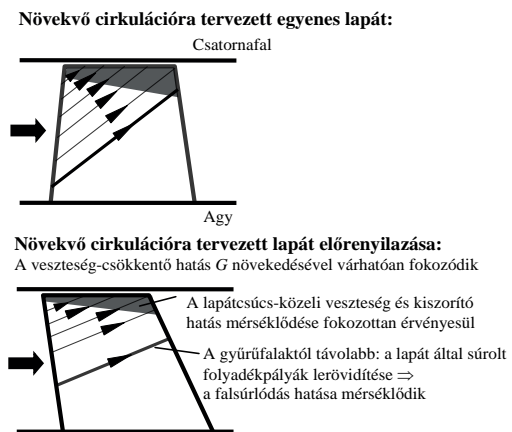
Igényként merült fel a ψ (R) és λ (R) eloszlások aerodinamikailag kedvező összehangolása. Kidolgoztam egy új lapát-előtervezési módszert, amely a klasszikus, kvázi-kétdimenziós – a radiális sebességkomponens elhanyagolásán alapuló – előtervezési módszert kiegészíti egy kvázi-háromdimenziós szemlélettel, a szívott oldali áramvonalakra illeszkedő kúpos áramfelületek közelítő feltételezésével. Az előtervezési módszerben a hagyományos lapátrács-mérési adatok felhasználhatók. Az új előtervezési



2. ábra. Állandó és növekvő cirkulációra tervezett egyenes lapátok: a szívott oldali jelenségek összehasonlítása



3. ábra. A radiális közegmozgás mérséklése a szívott oldali határrétegben, előrenyilazás alkalmazásával. Az intuitív modell szemléltetése

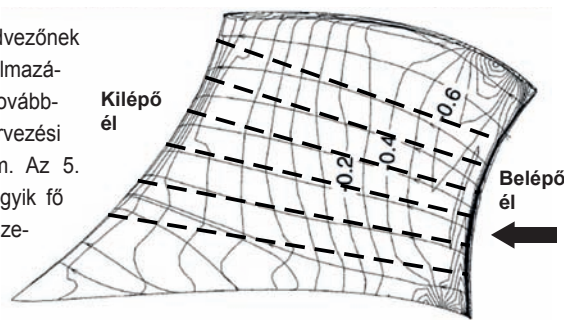


4. ábra. Növekvő cirkulációra tervezett egyenes és előrenyilazott lapátok: a szívott oldali jelenségek összehasonlítása

eljárás révén a gyűrűfalaktól távolabbi tartományban a lapátsúrlódási veszteség mérsékelhető. Ugyanis a szívott oldali folyadékpályák hosszúságát – és ez által a falsúrlódás hatását – megfelelő mértékű előrenyilazással kézben tarthatjuk, és így a lapátsúrlódási veszteség minimalizálására törekedhetünk, előírt ideális össznyomás-növekedés mellett.

A szakirodalomban uralkodó nézet (pl. [4, 10-11]) szerint a lapátnyilazási szög az előtervezés *bemenő adata*, vagyis a tervező által *előírt* jellemző. Ezzel szemben az új módszer az előrenyilazási szög sugár menti eloszlását *kimenő adatként* szolgáltatja, vagyis a lapát-felfúzési vonal aerodinamikailag kedvezőnek ítélt alakja a javasolt előtervezés *eredménye*.

Az előtervezés során meghatározott, kedvezőnek ítélt lapátalakat CFD szisztematikus alkalmazása révén pontosítjuk, aerodinamikailag továbbfejlesztjük és véglegesítjük. Az új előtervezési módszert a [12] dolgozatban publikáltam. Az 5. ábrán illusztrálom a tervezési módszer egyik fő vonását. Az ábra a [9][12] cikkekben szereplő előrenyilazott lapát szívott oldalát mutatja. A belépő éltől a kilépő élig húzódó vékony folytonos vonalak a CFD szimuláció által szolgáltatott folyadékpályákat ábrázolják. A vastag szaggatott vonalak pedig az ezekre illesztett kúpos áramfelületeket szemléltetik, amelyeket az általam javasolt előtervezési módszerben feltételeztem. A vékony folytonos kontúrvonalak a CFD szimulációból adódó statikus nyomástényező eloszlását mutatják, tájékoztatásul [9].



5. ábra. Előrenyilazott lapát: a CFD szimuláció eredménye (folytonos vonalak), és az előtervezésben feltételezett kúpos áramfelületek vetületei (szaggatott vonalak), a szívott oldalon

az összhatásfok százalékos nagyságrendű romlása is bekövetkezhet ($\Delta\eta < 0$ értékek).

A dolgozatban dokumentált munka az OTKA K 83807 Projektbe illeszkedik. A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” című projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TÁMOP-4.2.1/B-09/11/KMR-2010-0002 programja támogatja.

Gyakorlati hasznosíthatóság

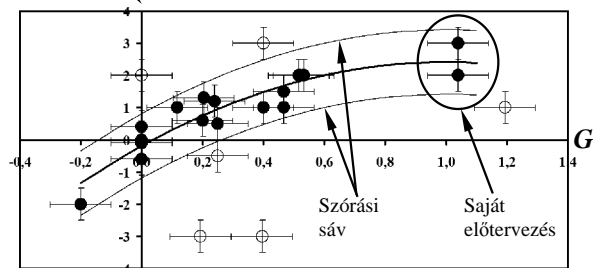
Ahogy azt a 4. ábrához kapcsolódóan már említettem, az itt összefoglalt eredmények alapján korábbi dolgozataimban (pl. [5][12]) valószínűsítettem, hogy az előrenyilazás összhatásfokot javító hatása a növekvő cirkulációra tervezett lapátoszak esetén fokozottan kiaknázható, az állandó cirkulációra méretezett gépekhez képest. Ennek számszerű alátámasztására közlöm, e cikkben elsőként, az alábbi eredményeket.

Független szakirodalmi esettanulmányok adatait dolgoztam fel (források: pl. az [5] [12] cikkekben). Az esettanulmányokra jellemző, tervezési munkapontra vonatkozó G [-] adatokat származtattam. Kigyűjtöttem, hogy előrenyilazás révén az adott esettanulmány mekkora $\Delta\eta$ [%] összhatásfok-változásról számol be. Az összetartozó G ; $\Delta\eta$ értékpárokat és azok kiértékelését első közelítésben a 6. ábra diagramjában mutatom be. A szakirodalmi források pontos megadását, a részletesebb kiértékelést, az adatokra vonatkozó gondos statisztikai analízist a [13] cikk fogja bemutatni.

A 6. ábrán megfigyelhető az adatpontok jelentős szórása. Ennek okai, hogy a $\Delta\eta$ összhatásfok-változást az előrenyilazáson kívül számos más tényező is befolyásolja, továbbá hogy az adott esettanulmány nem feltétlenül az elérhető legnagyobb hatásfok-javulást adó előrenyilazási esetet dolgozza fel. Mindenesetre az adatpontok határozott trendet követnek. A vonatkozó, másodfokú polinom szerinti trendvonalat vastag folytonos vonal jelzi, a trendvonal körüli $\Delta\eta = \pm 1\%$ szélességű szórási sávot vékony vonalak szemléltetik. Figyelembe véve a G és $\Delta\eta$ adatok becslési bizonytalanságát (hibasávokkal jelölve) megállapítható, hogy az adatpontok mintegy háromnegyede – fekete szimbólumok – a szórási sávon belül követik a trendet. Az ábrán feltüntettem a [12] cikkben javasolt módszer szerinti „saját előtervezés” adatait is. Az ábrából levonható következtetések, és ezeken keresztül az eredmények összefoglalása:

- A trend szerint növekvő G értékekhez növekvő $\Delta\eta$ összhatásfok-javulás tartozik a trendvonalal jellemzett adattartományon. Ez a megfigyelés alátámasztja, hogy a cikkben vázolt tervezési irányelvek és előtervezési módszer révén valóban annál nagyobb az előrenyilazásnak köszönhető hatásfok-javulás ($\Delta\eta > 0$), minél markánsabb a változó cirkulációra tervezés (növekvő G értékek).
- A lapátcirkuláció sugár menti növekedésének és az előrenyilazásnak az összehangolásával százalékos nagyságrendű összhatásfok-javulás érhető el. A „saját előtervezés” esettanulmánya [9] [12] 2-3% javulásról számol be. Ilyen mértékű javulás érdemben hozzájárulhat a [3] Rendeletben előírt hatásfok-követelmények teljesítéséhez.
- Az ábra figyelmeztet arra, hogy a sugár menti lapátcirkuláció-eloszlás és a nyilazási szög eloszlásának összehangolása híján nemhogy elmaradhat az előrenyilazástól várt hatásfok-javulás, de

$\Delta\eta$: Összhatásfok-változás előrenyilazás hatására [%]



6. ábra. Szakirodalmi adatok: az előrenyilazásnak tulajdonítható összhatásfok-változás trendje a cirkuláció-gradiens függvényében

Irodalom

- [1] de Wit, G.: EU Policies on Energy Efficiency and the Impact on Fan Manufacturers, Keynote Lecture, Fan2012, International Conference on Fan Noise, Technology and Numerical Methods, 2012 április, Senlis, Franciaország.
- [2] Az Európai Parlamentnek és az Európai Unió Tanácsának 2009/125/EK Irányelve az energiával kapcsolatos termékek környezetbarát tervezésére vonatkozó követelmények megállapítási kereteinek létrehozásáról. 2009. október 21.
- [3] Az Európai Bizottság 327/2011/EU Rendelete a 2009/125/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek a 125 W és 500 kW közötti bemeneti elektromos teljesítményű motorral hajtott ventilátorok környezetbarát tervezésére vonatkozó követelmények tekintetében történő végrehajtásáról. 2011. március 30.
- [4] Carolus, T.: Ventilatoren, Teubner Verlag, Wiesbaden, 2003.
- [5] Vad, J.: Forward Blade Sweep Applied to Low-Speed Axial Fan Rotors of Controlled Vortex Design: an Overview. ASME Paper GT2012-70103.
- [6] Li, Y., Quang, H., Du, Z.-H.: Optimization Design and Experimental Study of Low-Pressure Axial Fan with Forward-Skewed Blades, Int J Rotating Machinery, Article ID 85275, 10 pages, doi: 10.1155/2007/85275, 2007.
- [7] Govardhan, M., Krishna Kumar, O. G., Sitaran, N.: Computational Study of the Effect of Sweep on the Performance and Flow Field in an Axial Flow Compressor Rotor, Proceedings IMechE, Part A - J Power Energy, 2007, 221, pp. 315-329.
- [8] Sarraf, C., Nouri, H., Ravelet, F., Bakir, F.: Experimental Study of Blade Thickness Effects on the Overall and Local Performances of a Controlled Vortex Designed Axial-Flow Fan, Experimental Thermal and Fluid Science, 2011, 35, pp. 684-693.
- [9] Corsini, A., Rispoli, F.: Using Sweep to Extend the Stall-Free Operational Range in Axial Fan Rotors, Proceedings IMechE, Part A - J Power Energy, 2004, 218, pp. 129-139.
- [10] Cros, S., Carboneau, X.: Computational Study of the Aerodynamic Impact of Stall Margin Improvements in a High Tip Speed Fan, Proceedings 8th European Conference on Turbomachinery Fluid Dynamics and Thermodynamics, 2009 március, Graz, Austria, pp. 401-410.
- [11] Ramakrishna, P. V., Govardhan, M.: On Loading Corrections and Loss Distributions in Low-Speed Forward Swept Axial Compressor Rotors, Proceedings IMechE, Part A - J Power Energy, 2011, 225, pp. 120-130.
- [12] Vad, J.: Incorporation of Forward Blade Sweep in Preliminary Controlled Vortex Design of Axial Flow Rotors, Proceedings IMechE, Part A - J Power Energy, 2012, Paper No. JPE1375R1 (elfogadva)
- [13] Vad, J., Halász, G.: Efficiency Gain Due to Incorporation of Forward Blade Sweep in Controlled Vortex Design of Axial Flow Rotors, Proceedings IMechE, Part A - J Power Energy, 2012 (előkészületben)

Gázturbina hatásfoknövelési eljárása bioetanol segítségével

Józsa Viktor

egyetemi hallgató, jozsa.viktor.m@gmail.com

Primer energiahordozótól való függésünk csökkentésének érdekében egyre szélesebb körben jelennek meg a megújuló tüzelőanyagok. A gázturbinák üzemvitelére jelentős hatást gyakorol a környezet. Nyáron a magasabb hőmérséklet miatt romlik a termikus hatásfok és csökken a teljesítmény. A szakirodalomban több hűtési eljárás is ismert a belépő levegő hűtésére, például víz beporlasztása, mechanikai és adszorpciós hűtés. A mi megoldásunk a problémára újszerű: bioetanol porlasztunk a légáramba, amely elpárolog, így hűti azt. Méréssel vizsgáltuk az etanolgőz hatását az égésre és az emisszióra.

*

To reduce our dependence on primer energy resources, renewable fuels are appearing in an increasing number of fields. Environment has a major effect on the operating conditions of a gas turbine. Thermal efficiency and power loss occurs, due to higher ambient temperature in summers. There are certain methods to reduce gas turbine inlet temperature, e.g. water evaporation, adsorption and mechanical cooling. Ours is the following: inject bioethanol into the inlet air, which will evaporate, so it reduces inlet temperature. Emission and efficiency measurements were taken to evaluate this method.

A szesziparban a különböző italok előállításának melléktermékeként keletkeznek elő-, illetve utópárlatok, melyek veszélyes hulladéknak minősülnek. Így ezek megsemmisítése kötelező a gyár számára, ráadásul igen költséges. A párlatok alkoholtartalma és összetétele széles tartományban változik, egyes esetekben az elegy igen alacsony fűtőértékkel is bírhat. [3] Ezek energetikai hasznosítása több szempontból is javasolt. Egyrészt megújuló energiaforrást alkalmazunk, amely a világon mindenhol támogatott, másrészt az iparnak nem kell kifizetnie a megsemmisítés költségeit. Ha saját területén hasznosítja ezeket a veszélyes elegyeket, akkor a cég energiaszükséglete is csökken.

A Carnot-körfolyamat kapcsán ismert, hogy a hőbevezetés, illetve hőelvezetés átlaghőmérséklete meghatározza a hőerőgépből maximálisan kinyerhető hatásfokot. Ebben az esetben a belépő légáram hőmérsékletét csökkentjük, így a hőelvezetés átlaghőmérséklete csökken, a hatásfoktól javulást várunk.

Száraz, sivatagi területeken a víz légáramba porlasztása már rég-ről ismert, viszonylag olcsó eljárás a beszívott levegő hőmérsékletének csökkentésére. Azonban Európában a nem ritkán 70-80%-os páratartalom miatt ez az eljárás nem gazdaságos. Egyéb hűtőrendszerekkel (pl. adszorpciós hűtés, mechanikai hűtés) közvetve tudjuk a belépő levegőt hűteni, azonban ezek relatíve nagy költséggel járnak. [1] A belépő légáramba porlasztott alkohol a parciális gőznyomás miatt közel 100%-os páratartalom esetén is el tud párologni, így ez az eljárás univerzális, mérsékelt és ettől melegebb éghajlati öveken

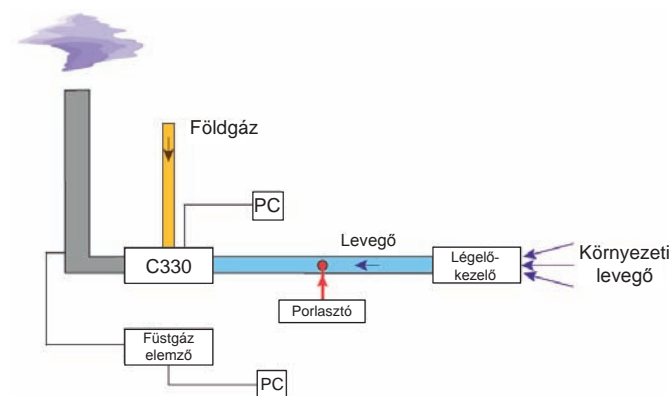
egyaránt alkalmazható és a szükséges berendezések kiépítésének költségvonzata is relatíve alacsony.

A mérőrendszer

A méréseket a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszéken végeztük a földgázüzemű Capstone C330 mikro-gázturbinában. A mérés célja a különböző, szimulált léghőmérsékletek esetén a beporlasztott etanol hatására kialakuló hatásfok növekedés és az emisszió mérése volt. A vizsgálat tárgyát képező Capstone C330 mikro-gázturbina maximális villamos teljesítménye 30 kW (a mérések során 20 kW teljesítményre állítottuk be), névleges termikus hatásfoka $26\pm 2\%$ a rekuperátor miatt. A keletkező füstgázt egy hőcserélőn keresztülvetve meleg vizet is elő tud állítani, így kapcsolt energiatermelésre is alkalmazható.

A környezeti levegőt egy légelőkészítő segítségével állítottuk be a kívánt hőmérsékletre. A kompresszor előtti léghőmérsékletet mértük a gázturbina belső mérőrendszerével.

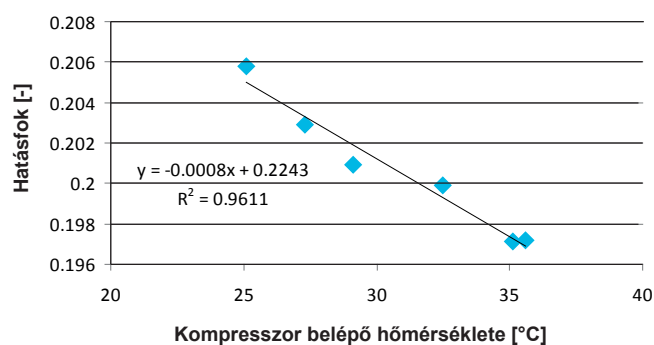
Az etanol egy személygépkocsi motorjában is használatos porlasztó segítségével juttattuk a légáramba. A vezérlését (kitöltéséi tényező változtatása) egy jelgenerátor valósította meg. A szállításról egy hidraulikus tápegység gondoskodott. A gázturbina és a Horiba gyártmányú füstgázelemző adatait egy-egy PC segítségével rögzítettük.



1. ábra. A mérőrendszer felépítése

Mérési eredmények

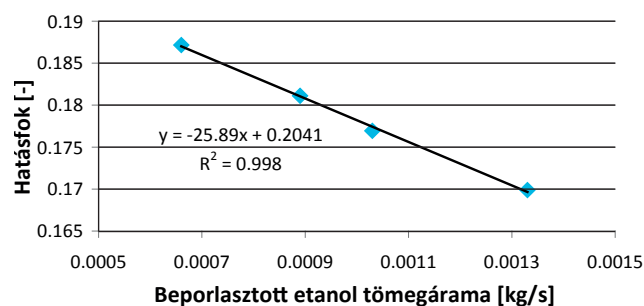
Először megvizsgáltuk, hogy a belépő hőmérséklet változása milyen mértékben csökkenti a hatásfokot. A légelőkészítő segítségével különböző mértékben, de minden esetben melegítettük a belépő levegőt. A levegő hőmérsékletét a gázturbina saját mérőrendszerével mértük, így a C330 előtti hőátadási folyamatok nem befolyásolták a mérést. Az így kapott eredményeket az 2. ábra foglalja össze.



2. ábra. A belépési hőmérséklet változásának hatása a hatásfokra

Amint látható, drasztikus változás nem lép fel, azonban tudjuk, hogy energetikában a kis többleteknek is jelentő anyagi vonzatuk van éves szinten, így minden lehetőséget meg kell ragadni a hatásfok növelésének érdekében.

A következőkben a légelőkészítőn egy adott hőmérsékletet beállítva végeztünk méréseket a hatásfokra, különböző beporlasztott etanol tömegáramoknál. Biztonsági okokból a gyulladási határkoncentráció 10%-ig növeltük az alkohol tömegáramát. A hűtőhatást a vártan megfelelően sikerült kimutatni, azonban ha a földgázzal bevitt hőhöz hozzáadjuk az etanollal bevitt hőt, a hatásfok a 3. ábrán látható módon alakul.

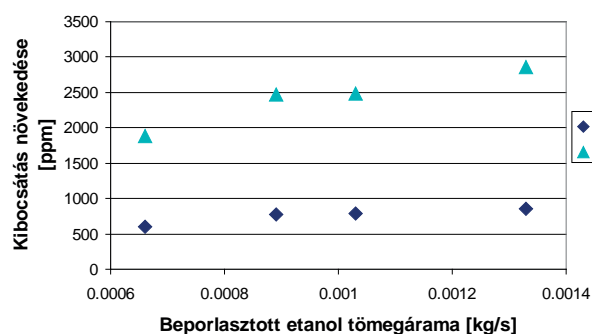


3. ábra. A hatásfok változása etanol befecskendezése esetén

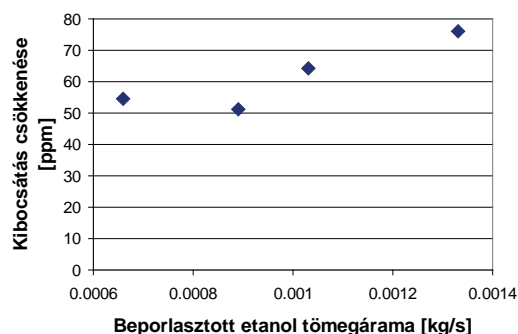
A jelentős hatásfokcsökkenést csak az el nem égett etanol okozhatja. Mivel a mikro-gázturbina 10-es légfesleg mellett üzemelt, ezért a levegőbe kevert alkoholgőz nem tudott maradéktalanul elégni. Energia-termelési szempontból tehát kifizetődőbb, ha inkább elégetjük a rendelkezésre álló etanolt az égőtérben. A mérés hosszú időt vett igénybe, ezért a környezeti változásokat úgy küszöböltük ki a beporlasztásos és a beporlasztás nélküli (eredeti üzemi beállítások mellett) esetek összehasonlíthatósága miatt, hogy egy mérést beporlasztással végeztünk el, majd

4. ábra. A füstgázelemzés eredménye

UHC és CO kibocsátás növekedése



NOx kibocsátás csökkenése



miután kiürült a rendszerből az etanol, mértünk egy beporlasztás nélküli esetet is, tehát váltakozva vettük fel a mérési pontokat egymás után.

Az emissziós értékeket vizsgálva megbizonyosodhattunk arról, hogy a beporlasztott etanol nem volt képes maradéktalanul elégni. Így a füstgáz UHC és CO tartalma oly mértékben növekedett, hogy az érvényes magyar szabványban szereplő határértékeket többszörösen is túlléptük. A CO₂ koncentrációt a kísérlet nem befolyásolta. Viszont az etanol már kis beporlasztási tömegáram esetén is kedvezően hatott a NO_x kibocsátásra, minden esetben megfelezte az etanol beporlasztása nélkül mért értékeket. Tehát etanol felhasználásának a tárgyalt módja a túl nagy károsanyag kibocsátás miatt nem használható, mivel a beporlasztott alkohol nagy része nem égett el és így távozott a rendszerből. A minimális kibocsátást és ezzel együtt jó hatásfokú hasznosítást érhetünk el, ha közvetlenül az égőtérbe juttatjuk.

Következtetések

Az etanol belépő légáramba való porlasztásával hűthető a belépő levegő hőmérséklete, így a termikus hatásfok növekszik. A közel 10-es légfesleg és a 850 °C-os turbinára engedhető füstgáz hőmérséklet miatt nem tudott 100%-ban elégni az etanol, így a károsanyag kibocsátás igen jelentős mértékben megugrott, a hatályos szabvány szempontjából elfogadhatatlanul magas szennyezést okozva. Azonban fontos megjegyezni, hogy a NO_x koncentráció minden esetben csökkenést mutatott. A kísérletet érdemes lenne megismételni egy kisebb légfesleg mellett üzemelő gázturbinában is a kibocsátás elemzésének céljából. Egy erőművekben használatos gázturbina 3-as légfesleggel és 1400 °C-os turbinára érkező füstgáz hőmérséklettel rendelkezik. Így az etanol várhatóan nagyobb hányadban, akár teljesen is el tudna égni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Sztankó Krisztiánnak az elméleti és gyakorlati támogatást, valamint a Jendrassik György hőtechnikai laboratórium munkatársainak a segítséget a kísérleti berendezések összeállításában.

Irodalom

- [1] M. P. Boyce. Gas Turbine Engineering Handbook Second Edition. Texas: Gulf Publishing Company 1995.
- [2] A. H. Lefebvre, D. R. Ballal. Gas Turbine Combustion Third Edition. CRC Press 2010.
- [3] Sztankó K., Kun-Balog A. Alcohol based fuel utilization in micro gas turbine. Heat engines and environmental protection. Balatonfüred, Hungary 2011. Budapest: pp. 159-164. ISBN 978-963-313-029-2

A termelékenység függése a külső levegő hőmérsékletétől¹

dr. Balikó Sándor

okl. gépészmérnök, baliko@t-online.hu

Gunkl Gábor

energetikai mérnök, gunkl@jomuti.hu

dr. Zsebik Albin, CEM

okl. gépészmérnök, zsebik@energia.bme.hu

Kutató-fejlesztő tevékenység keretében vizsgáltuk egy vákuumkemence hűtési periódusának függését a környezeti levegő hőmérsékletétől, illetve ezen belül a levegő hőmérsékletének hatását a termelékenységre. A vizsgálat során elkészítettük a kemence kétkörös hűtésnek matematikai modelljét, amit helyszíni mérésekkel identifikáltunk (validáltunk). Ugyanakkor a telephely fűtés korszerűsítésével összekapcsolva megvizsgáltuk azt is, hogyan lehet a kemencétől elvont hőt, további más hulladékhő-forrásokkal együtt integrálni a fűtési rendszerbe.

A cikkben bemutatásra kerül

- az elemzés módja és eredménye
- a hulladékhő hasznosításának és a hőszivattyú kapcsolásának javasolt módja,
- a hőhasznosítással elérhető energiamegtakarítás.

*

During a research and development project (work) we examined the dependence of a vacuum furnace's cooling period from the external air temperature, and respectively the influence of the air temperature on the productivity. In the course of the inspection we prepared the mathematical model of the two-loop furnace cooling, and we identified (validated) it with on-the-spot measurements. Connecting with the modernization of the site's heating system we also examined the possibilities to integrate the waste heat of the furnaces and other technologies into the heating system.

The article will cover

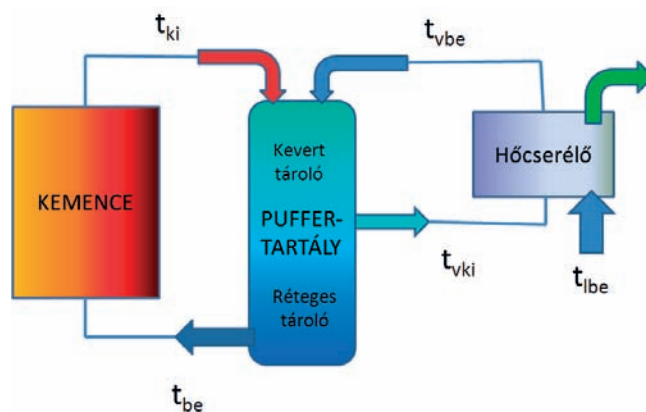
- the method and results of the assay,
- the suggested connection of the waste heat recovery and the heat pumps,
- the achievable energy savings with the heat recovery.

A vizsgált vákuum kemencékben a betét gyors lehűtése egy zárt körben cirkuláló, többszörösen összetett vizes rendszerben történik, amelyben a végső hőelvonást a környezeti levegővel léghűtők biztosítják. Nyáron a kemence betét 60 °C-os véghőmérséklete és a környezeti levegő 30-35 °C-os hőmérséklete között túlságosan kicsi a különbség, így a hűtés időtartama elhúzódik. Ezért megvizsgáltuk egyrészt, hogy milyen hatással van a levegő hőmérséklete a termelékenységre, másrészt azt, hogy milyen mértékben növelhető a termelékenység, ha a hűtés alsó hőmérséklet-szintjét hűtőgéppel (hőszivattyúval) lejjebb visszük. A hűtési rendszer modellezésével megállapítottuk, hogy a hűtési hőmérsékletszint nyári csökkentése csak kismértékben javítja a termelékenységet éves viszonylatban, viszont, ha a hőt hőszivattyúval vonjuk el, jelentős földgáz megtakarítást érhetünk el a fűtési időszakban a telephely kazánjainak részleges kiváltásával. Nyáron a hőszivattyú egy alacsonyabb nyomásviszony mellett, lényegesen nagyobb hűtési tényezővel hűtőgépként üzemelhet. A kemencék nyári hűtését egy

így kiépített rendszerben a hűtőgépek kondenzátorával közös nedves hűtőtorony biztosíthatja, ami a jelenleginél intenzívebb hőelvonást jelent.

A kemence hűtésének matematikai modellje

A kemence hűtési rendszerének elvi sémáját az 1. ábra mutatja. A kemence automatikusan kapcsol hűtési szakaszra, ekkor a fűtés (hőntartás) megszűnik és indul az intenzív hűtést biztosító hűtővíz szivattyú, ami a puffertartályból veszi el a vizet. A felmelegedett víz visszakerül a puffertartályba.



1. ábra. Hőkezelő kemence hűtési rendszere

A puffertartály vizét egy közvetítőközeges hőcserélő rendszer hűti vissza. A hőcserélő-rendszeren átfolyó vízáram lényegesen kisebb, mint a kemence hűtővíz árama. A puffertartály miatt a rendszer instacioner viselkedése nem írható le a hagyományos stacioner modellekkel.

A kemence modellje

A modell a véges differenciákra osztás elvén alapul. Egy adott τ időpillanatban a kemence töltetének hőmérséklete t_k , a hűtővíz t hőmérséklete pedig a dimenzió nélküli helykoordináta² függvénye (2. ábra).

Egy $\Delta\tau$ idő elteltével az áramló közeg hőmérséklete megnő, miközben el is mozdul:

$$t(x+\Delta x, \tau+\Delta\tau) = t(x, \tau) + \Phi [tk(\tau) - t(x, \tau)]$$

ahol

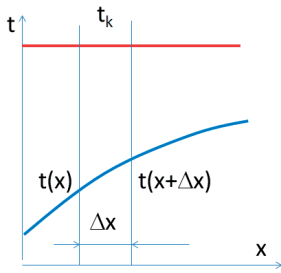
$$\Phi = 1 - e^{-\frac{kF\Delta x}{W}}$$

A képletben k a hőátviteli tényező, W a hűtőközeg hőkapacitás-árama és F a hőátadó felület.

Mivel a hőátvitel itt nagyrészt sugárzással történik, a hőátviteli tényező jelentősen függ a t_k hőmérséklettől, a modellünkben azonban ezt elhanyagoltuk és csak az átlagértékkel számoltunk.

¹ Gunkl Gábornak a KLENEN'12 konferencián, Mátraházán, 2012. március 8-9-én elhangzott előadása.

² a dimenzió nélküli helykoordináta a hőátadó felület futókoordinátája [0,1] tartományra transzformálva, azaz $x=f/F$



2. ábra. A kemence hőmérsékletviszonyai egy τ időpillanatban

A Δx és a $\Delta \tau$ értékek nem függetlenek egymástól, közöttük a hűtőközeg áramlási sebessége teremt kapcsolatot:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta \tau} = \frac{\dot{V}}{V}$$

ahol V a hűtőközeg térfogatarama és V a kemence vízterének térfogata.

Puffertartály

A puffertartályt először tökéletesen keveredő tartályként modelleztük, de így a valóságostól nagyon eltérő értékeket kaptunk: a kemencébe belépő hűtővíz hőmérsékletének azonnali emelkedése miatt a kilépő hűtővíz elérte a forráspontot. Rá kellett jönnünk, hogy a puffernak nem hanyagolható el a késleltető hatása. Ezért a puffertartályt két részre osztottuk, V_1 térfogatú tökéletesen keveredő tartályra, ami a szekunder hűtőkör kilépési pontjára vezet, és egy V_2 térfogatú alsó zónára, amit tökéletesen réteges tárolóként modelleztünk (3. ábra).

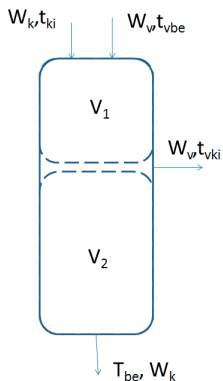
A tökéletesen kevert felső tartályban a hőmérséklet időbeli változását a

$$V_1 \rho c \frac{dt_{vki}}{d\tau} = W_k(t_{be} - t_{vki}) - W_v(t_{vki} - t_{vbe})$$

Az alsó rész számításához itt is be kell vezetni a térfogatsebesség fogalmát:

$$v = \frac{\dot{V}_k}{V_2} = \frac{W_k}{\rho c V_2}$$

és ezzel a tartályt $\Delta V = v \Delta \tau$ elemekre bontjuk.



3. ábra. A puffertartály modellje

Az első elem átlagos hőmérséklete a $\tau + \Delta \tau$ időpontban t_{vki} , és ezzel minden elem hőmérséklete egyvel lejjebb csúszik:

$$t(\tau + \Delta \tau) = t_{i-1}(\tau)$$

A puffertartályból a kemence felé kilépő hőmérséklet az utolsó elem hőmérsékletével azonos.

A szekunder hűtőkör modellje

A közvetítőközegetes hőcserélő elvi sémáját a 4. ábra mutatja. A puffertartályból

elvett vizet egy HCS hőcserélő hűti le zárt körben áramoltatott glikolos vízzel, míg a glikolos vízből a hőt az LH léghűtővel vonjuk el.

A hőkapacitás-áramok arányától függetlenül a két hőcserélő hatásosságát itt a hűtendő közeg hőmérsékletváltozására értelmezzük:

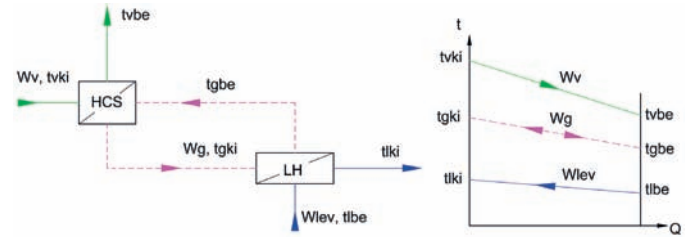
$$\Phi_{HCS} = \frac{t_{vki} - t_{vbe}}{t_{vki} - t_{gbe}} \quad \text{és}$$

$$\Phi_{LH} = \frac{t_{gki} - t_{gbe}}{t_{gki} - t_{lbe}}$$

Ekkor levezethető a közvetítőközegetes hőcsere eredő hatásossága:

$$\Psi = \frac{t_{vki} - t_{vbe}}{t_{vki} - t_{lbe}} = \frac{1}{\frac{1}{\Phi_{HCS}} + \frac{W_v}{W_g} \left(\frac{1}{\Phi_{LH}} - 1 \right)}$$

A két hőcserélő Φ_{HCS} és Φ_{LH} hatásosságát mérésekkel állapítottuk meg.



4. ábra. A közvetítőközegetes hőcserélő elvi sémája

A hőcserélőre nem készítettünk dinamikus modellt, mert azon viszonylag gyorsan átfut a hűtővíz, de a vezetékek miatt egy késleltetési tagot vezettünk be:

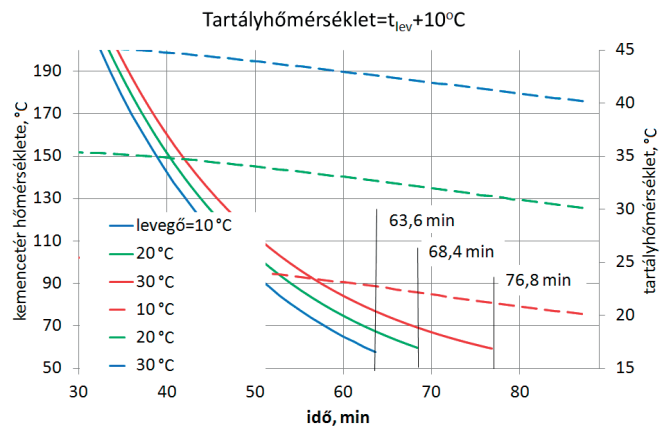
$$t_{vbe}(\tau) = t_{vki}(\tau - \tau_k) - \Psi [t_{vki}(\tau - \tau_k) - t_{lbe}(\tau - \tau_k)]$$

A modell alkalmazása

A modell segítségével – a kitűzött kutatási célunknak megfelelően – vizsgáltuk, hogy a hűtőlevegő hőmérsékletének csökkentése hogyan befolyásolja a lehűlés idejét és ezen keresztül a termelékenységet. Ha a változás jelentős, akkor tovább lehet vizsgálni, hogy gazdaságos-e a nyári időszakban a levegős hűtés helyett gépi hűtést alkalmazni.

Az 5. ábra adatai mutatják, hogy a szóba jöhető tartományokban a hűtési idő legfeljebb 20%-ban csökkenthető. Ugyanakkor a teljes kemenceprogramnak csupán 1/12-1/24-ed része a teljes hűtési szakasz időtartama, így belátható, hogy a termelékenység növekedés alig érzékelhető.

Az eredményt a mérések is igazolják.



5. ábra. A kemence lehűlési görbéjének változása a hűtőlevegő hőmérsékletének függvényében

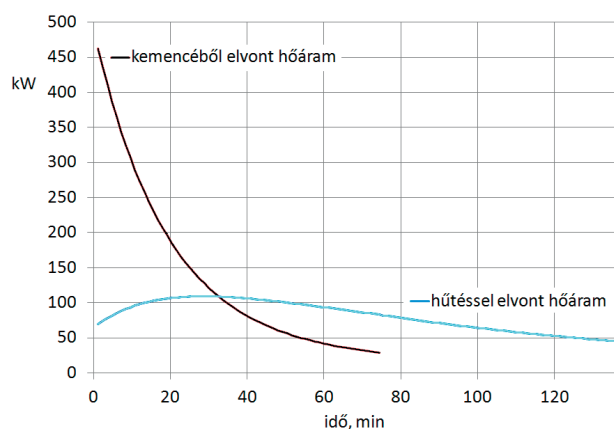
Ugyanakkor felmerült az igény arra, hogy az elvont hőt hőszivattyú alkalmazásával a telephely fűtési rendszerében hasznosítsuk.

A modell lehetőséget nyújtott arra, hogy meghatározzuk a hasznosítható hő mennyiségét és időbeli lefutását.

A kinyerhető hő

A matematikai modell alapján számíthatóvá vált a hűtési szakasz várható hőteljesítmény-lefutása mind primer (kemencekörüli) mind szekunder (puffer és léghűtő közötti) oldalon. A számítási eredményeket egy átlagos töltetűre a 6. ábra mutatja.

Mivel a töltetek tömege állandóan változó érték, a kapott teljesítményértékek nem minden esetre igazak, kizárólag a lefutási jelleget tekinthetjük azonosnak. Mivel rendelkezésre álltak hőmérséklet-regisztrátumok, illetve



6. ábra. Kemencetechnológia hőteljesítmény-lefutások

térfogatáram-értékek az egyes üzemi állapotokra, a kapott lefutásokat össze tudtuk vetni a mérési eredményekkel, a görbét kiintegrálva pedig a töltet tömegére vonatkozóan is kaphattunk információkat. A mérési adatok alapján a hőteljesítmény-lefutás számítása a következő összefüggéssel történt.

$$Q(\tau) = c_{p,víz} \cdot (t_{előre}(\tau) - t_{vissza}(\tau)) \cdot V_{üzemállapot} \cdot \rho_{víz}$$

A számítás folytonossága érdekében – mivel térfogatáram-regisztrátumunk nem volt – a konkrét üzemi állapotokban mért átlagos értékekből egy pszeudo-függvényt készítettünk, aminek értéke a kemence-alapjeltől függött, így modelleztük a hűtési körök irányítástechnikáját. A primer körű térfogatáram-program (a szekunder körű ennek analógiájára készült).

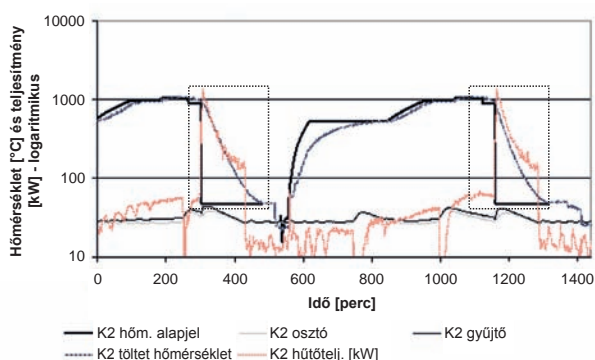
A töltetből (és a kemence felhevült szerkezeti anyagaiból) kinyerhető hő:

$$Q_{töltet} = \int_{\tau_{hűtés, kezdet}}^{\tau_{hűtés, vég}} \dot{Q}_{hűtőkör}(\tau) d\tau$$

ebből pedig a modellel összevetve közelíthetővé vált a hűtendő tömeg, amennyiben az összes felhevített anyag átlagos fajhőjét közelítettük (acélal számolva: 0,47 kJ/(kg K)):

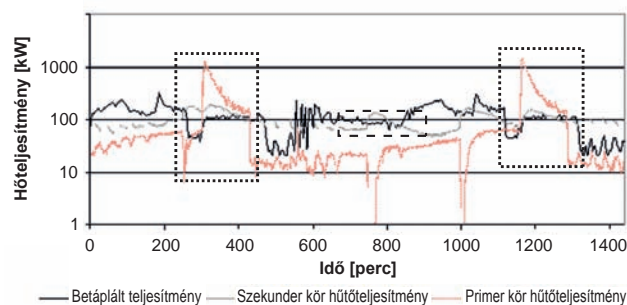
$$m_{töltet} = \frac{Q_{töltet}}{c_{p,töltet} \cdot (t(\tau_{hűtés, kezdet}) - t(\tau_{hűtés, vég}))}$$

A 7-8. ábrák a mérések alapján számított hőteljesítmény-lefutásokat szemléltetik egy adott kemencére és hőkezelési programra, erre az esetre ~6500 kg hőtároló tömeget kaptunk eredményül.



7. ábra. Egy kemence hőkezelő programja és primer hűtőkör teljesítmény-lefutása

Az ábrán (pontvonalas téglalapokkal) jelölt hűtési szakaszok teljesítmény-lefutásai jól látható módon, jellegre azonosak a modellel végzett számítások eredményével. A diagramok bizonyítják, hogy hulladékhő-



8. ábra. Ugyanazon kemence teljesítményfelvétele, primer és szekunder hűtőteljesítmény-lefutása

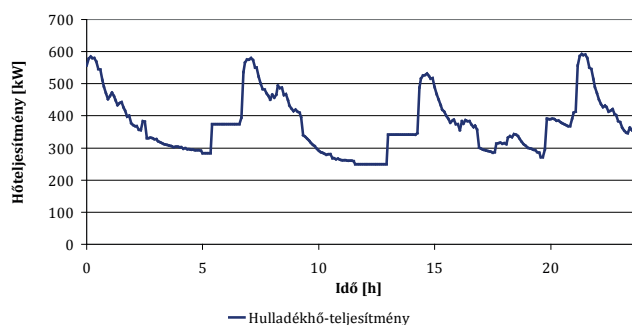
hasznosítás esetén (a technológiai korlátokon kívül) teljesítmény-ingadozás szempontjából mindenképpen a szekunder körből kell kinyerni a technológiai hőt. A számított, primer és szekunder hűtőkör elvont energiát ellenőrzésképp összevetettük a telephelyen minden kemence esetében külön mért villamosenergia-felhasználással, így megbizonyosodhattunk az adatok helyességéről.

A hasznosítható energia becsléséhez szükségünk volt a kemencék átlagos napi, szekunder oldali teljesítmény-lefutására, ezt a villamosenergia-felvételből következtetett hőkezelési program és a 8. ábrán szaggatott vonalalappal kiemelt szekunder hűtési profillal, manuálisan közelítettük, mivel hőmérséklet-mérési adataink csak egy hónap erejéig állt rendelkezésünkre és ezt nem tartottuk kellően reprezentatívnak.

A szaggatott vonallal jelölt profil egy másik, ugyanezen hűtési rendszerre dolgozó kemence szekunder hűtési szakaszát ábrázolja. Mivel ekkor az eredetileg vizsgált kemencén nem futott hűtési program és csak két kemence dolgozik ugyanarra a hűtési rendszerre, ezt a szakaszt kizárólagos alapon zavarmentesnek tekintettük.

A villamosenergia-felhasználás alapján október 15-től december 30-ig meghatároztuk a telephelyen található 5 kemencére az átlagos, napi, szekunder oldali hűtőteljesítmény-lefutást, ezt a 9. ábra szemlélteti. Az ábrázolt teljesítmény-lefutás már figyelembe veszi a hűtési ciklusok egyidejűségét is, ezért megfelelő kiindulási alap a hőhasznosító rendszer méretezéséhez is.

A becsült, napi teljesítménycsúcs 600 kW-ra, míg a minimum 180 kW-ra adódott. A szekunder oldali átlagteljesítmény a számítások alapján 374 kW, a napi hulladékhő-mennyiség 32,3 GJ.



9. ábra. A telephely hőkezelő kemencéinek hűtőteljesítmény-lefutása

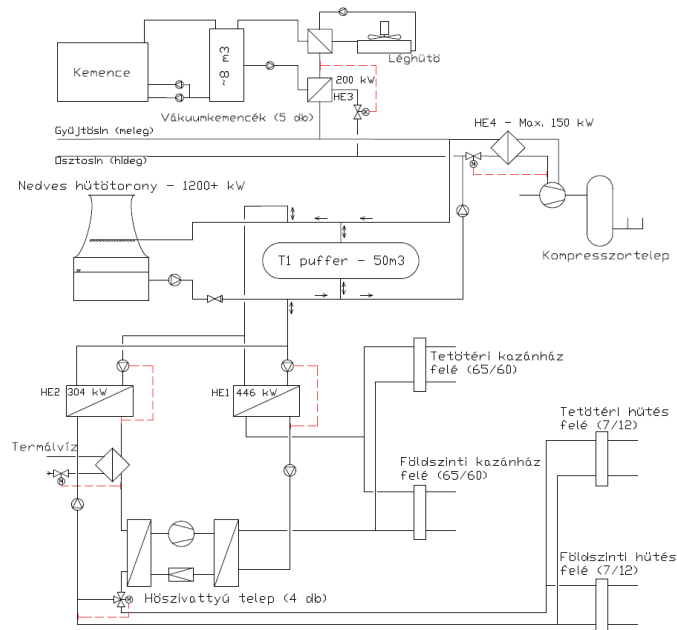
A hőhasznosítás

Kapcsolás és energiaáramok

A hőhasznosítás módjának elemzéséhez szükség volt a fogyasztói oldal vizsgálatára is. Mivel a vizsgált épületre nem készült energiaaudit, a kapott gázfogyasztási adatok és az épület kiviteli tervein szereplő értékek alapján

készítettük el a fűtési és hűtési igény elemzését, tartamdiagramját, és segítségével határoztuk meg a hőhasznosításra a fogadókészséget.

Mivel az épületben fűtési időszak alatt részben a szerverterem hűtése, részben az irodaépület kialakítása miatt egyszerre jelentkezik fűtési és hűtési igény, úgynevezett hidrobanks rendszer kialakítását javasoltuk. Ennek lényege, hogy a hűtés során elvont hőt a hőszivattyúk segítségével visszajuttatják a fűtési rendszerbe, szemben az eddigi megoldással, ahol a gáz alapú fűtéssel bevitt energia egy részét a folyadék-levegő hűtőgépekkel a környezetbe disszipálták. A kialakítandó rendszerre tett javaslatunkat a 10. ábrán látható kapcsolási séma szemlélteti.



10. ábra. Javasolt hulladékhő-hasznosító rendszer kapcsolása

A javasolt rendszer egy hulladékhő-gyűjtősin segítségével az üzem hűtési igénylő technológiáitól elvonja a hőt, majd a termelés és fogyasztás különbségeinek kiegyenlítésére egy központi pufferbe tárolja azt. Téli üzemből a hőszivattyúk ebből a pufferből vonják el a szükséges, hidrobanks rendszer igényein felüli hőt. A gyártótechnológiák felesleges hőjét a nedves hűtőtorny vonja el. Nyári üzemből a hőszivattyúk folyadék-folyadék hűtőként, magas COP-vel hűtési kapacitást váltanak ki az alacsonyabb COP értékű folyadék-levegő hűtőtől, ekkor a hűtőtorny a kondenzátor oldali hőt és a gyártótechnológiák hőjét együtt kell, hogy elvonja.

A rendszer méretezését fűtés oldalról közelítettük meg, azonban figyelembe vettük a berendezések kihasználtságát, így nem a csúcsigényeket, hanem egy alacsonyabb teljesítményszintet vettünk alapul. A teljesítmény lépésközi értéket a kiviteli tervek készítőjével konzultálva határoztuk meg a kiválasztott hőszivattyúk figyelembevételével. A puffer méretét a rendszer bővíthetősége szempontjából arra az esetre méreteztük, amikor a hulladékhő-termelés megegyezik a fogyasztással. Efelett mindenképpen póttüzelés szükséges, alatta pedig a választott tároló biztosan kielégíti az igényeket.

Egyszerűsített gazdasági elemzés

Megállapítottuk, hogy az éves várható hőigény ~7152 GJ. Egy évben a hőszivattyús rendszer ~5968 GJ/év földgáz alapon termelt hőt és ~5058 GJ hűtési energiát tud kiváltani. Az üzemeltetőtől kapott adatok alapján a földgázt 4 Ft/MJ (136 Ft/m³) míg a villamos energiát 9,42 Ft/MJ (113 EUR/MWh) áron vásárolják. A fajlagos költségeket 95%-os kázan-

hatásfokkal, $SPF_{f,1}=3,5$ folyadék-levegő, $SPF_{f,HSZ}=3,1$ fűtési hőszivattyú (az érték a nagy hőmérséklet-különbség miatt ilyen alacsony) és $SPF_{f,1}=5$ folyadék-folyadék közegű berendezések becsült munkaszámokkal rendre:

$$C_{fűtés, gáz}=4211 \text{ Ft/GJ}; C_{hűtés, folyadék-levegő}=2692 \text{ Ft/GJ};$$

$$C_{fűtés, hőszivattyú}=3039 \text{ Ft/GJ}; C_{hűtés, folyadék-folyadék}=1884 \text{ Ft/GJ};$$

A megtakarítás a fűtési időben 6 994 496 Ft/év, nyáron 4 086 864 Ft/év, mindösszesen ~11 MFt/év.

A megengedhető beruházási költség

A fentiekben meghatározásra került, hogy a hőhasznosítással elérhető éves megtakarítás ~11 MFt/év. A [1]-ben ismertetett módszerrel meghatározzuk, mennyi lehet a kisebb üzemeltetési költséget eredményező hőhasznosító rendszer beruházási költsége különböző gazdasági élettartam és elvárt kamatláb esetén. $n = 6$ év gazdasági élettartam, illetve megkívánt megtérülési idő és $i=10\%$ átlagos éves kamatláb feltételezésével az állandó sorozat, jelenérték tényezője

$$USPW = \frac{((1+i)^n - 1)}{i(1+i)^n} = 4,355$$

Az egyenletes ütemezésben jelentkező, azonos pénzüsszegek jelen időpontra vonatkozó értéke, azaz a megváltoztatott rendszer beruházásának az elvárásokat teljesítő lehetséges költségnövekménye:

$$\Delta P_{6 \text{ év}, 10\%} = A \cdot USPW = 11 \text{ MFt/év} \cdot 4,355 \approx 48 \text{ MFt}$$

Tekintettel arra, hogy a hűtési (és fűtési) rendszer fizikai élettartama jelentős mértékben meghaladja a 6 évnek feltételezett gazdasági élettartamot, a 10, 15 és 20 év figyelembevételével is célszerűnek tartottuk meghatározni a beruházási költség megengedhető növekményét;

$$\Delta P_{10 \text{ év}, 10\%} \approx 68 \text{ MFt}, \Delta P_{15 \text{ év}, 10\%} \approx 84 \text{ MFt}, \Delta P_{20 \text{ év}, 10\%} \approx \text{MFt}.$$

Ha a 10%-os kamatláb helyett 5%-os kamatlábat feltételezünk, a megengedhető beruházási költség az alábbiak szerint változik:

$$\Delta P_{10 \text{ év}, 5\%} \approx 86 \text{ MFt}, \Delta P_{15 \text{ év}, 5\%} \approx 115 \text{ MFt}, \Delta P_{20 \text{ év}, 5\%} \approx 138 \text{ MFt}.$$

A beruházás hozzájárulása a virtuális erőműhöz [2]

A beruházás várhatóan 2404 GJ/év földgázmegtakarítást, ezzel ~136 t/év kibocsátás-csökkentést eredményez. Ezzel a virtuális erőmű építéséhez a hozzájárulás ~55,6 kW.

Összefoglalás

A termelés hatékonyságának növelését, az ipari hulladékhő hasznosítását mind gazdasági, mind környezetvédelmi megfontolások indokolják. Ezért természetes az a kérdés, miként lehet a termelés során keletkező hulladékhőt, az energia felhasználás csökkentésével összekapcsolva, a termelékenység fejlesztésére hasznosítani.

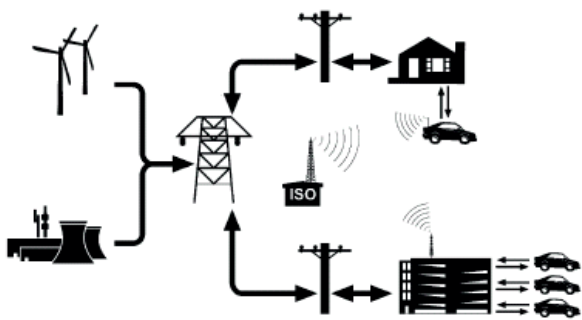
Megállapítottuk, hogy a mesterséges hűtéssel csökkenthető a hűtés időtartama, és ez által növelhető a termelékenység, de a nyári időszakra, – amikor nincs szükség hőre –, a jelenlegi árak figyelembevételével nem érdemes a hűtés időtartamát ily módon csökkenteni. Munkaszervezéssel ugyanis a teljes ciklus időtartama kisebb költségráfordítással csökkenthető.

Megállapítottuk ugyanakkor azt is, hogy fűtési és technológiai melegvíz igény esetén a rendszerbe akkor érdemes hőszivattyút telepíteni, és a hűtés által elvont hő hőmérséklet szintjének megemelésével hasznosíthatóvá tenni, ha a rendszer beruházási költsége alacsonyabb a különböző gazdasági mutatókhoz fentiekben meghatározott értékeknél.

A vizsgált esetben javaslatot ismertetünk a hűtés és a fűtés összekapcsolására, a rendszerelemek méretezési paramétereire.

Irodalom

- [1] Zsebik A., Uhrinyi B.: Hatékonyságnövelő intézkedések megengedhető többletköltsége. Energiagazdálkodás, 53. évf. 2012. 2. sz. 14-17. old.
- [2] Zsebik A.: Hozzájárulás a virtuális erőmű építéséhez. Energiagazdálkodás, 53. évf. 2012. 3. sz. 29. old.

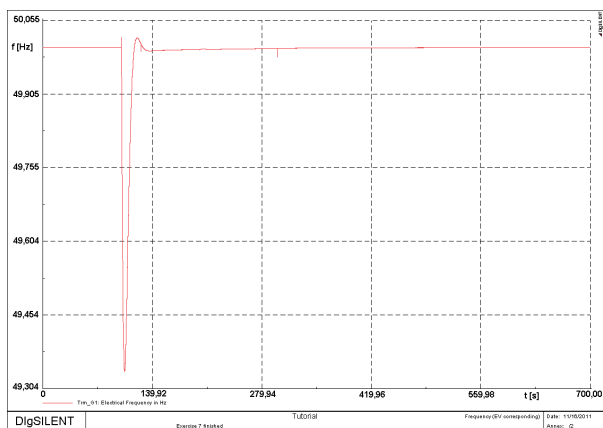


3. ábra. Az intelligens töltés sémája [4]

Az intelligens szabályozás során gyakorlatilag a „mindenki mindenkivel kommunikál” elv valósul meg, ezért ez a fajta szabályozás kétirányú, kiterjedt kommunikációs kapcsolatok kiépítését igényli [3]. A kommunikációs protokollok szabványosítása nemzetközi szinten már megkezdődött, az okos fogyasztásmérők elterjedésével az autók szabályozott töltésének megvalósításához szükséges technika a DSO-k rendelkezésére fog állni.

Aggregált villamos autó teljesítmény szabályozási célra történő felhasználása

A következőkben demonstrálni szeretnénk a villamos autók által képviselt szabályozási képesség felhasználásának egyik módját a szekunder szabályozás segítségével. A bemutatott példa a BME Villamos Energetika Tanszékén rendelkezésre álló DigSILENT Power Factory (www.digsilent.de) nevű hálózatszimulációs programmal készült. A szimuláció elvégzéséhez támaszkodtunk az [5] szakirodalomra és a [6]-ban ismertetett modellekre. A szimuláció során egy KÖF hálózatrész válik le a nagyfeszültségű hálózatról úgy, hogy a szigetben elegendő erőművi teljesítmény áll rendelkezésre a szekunder szabályozás sikeres véghezviteléhez. A kétirányú energiaáramlásra alkalmas villamos autók segítségével azonban a szigetüzemi körülmények között szükséges frekvenciaszabályozást könnyebb megvalósítani. A példában a valósághoz képest jelentősebb változásokat tételeztünk fel, mert így a vizsgált technológia hatásait jobban meg lehet figyelni.

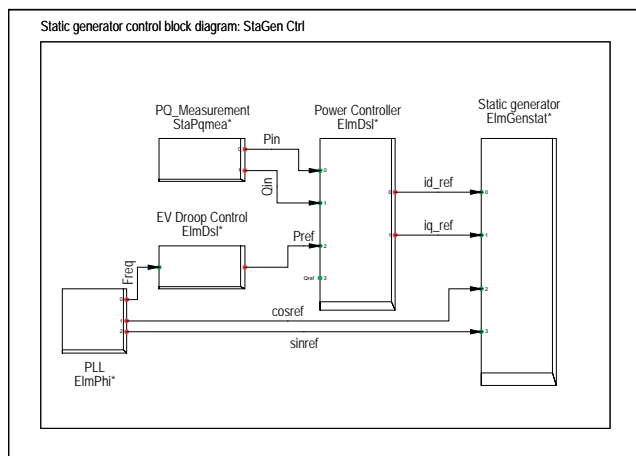


4. ábra. A szigetben mért frekvencia a szigetüzem kialakulását követően, villamos autók nélkül [4]

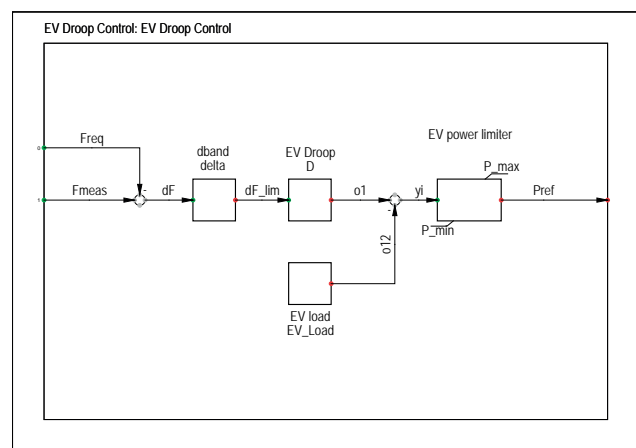
A 4. ábrán látható, hogy a korábban egybefüggő hálózatról levált szigetben a szétválást követően a frekvencia lecsökken, de a szigetben visszatáplálásra képes villamos autók nélkül is elegendő

tartalék áll rendelkezésre ahhoz, hogy szekunder szabályozással a frekvencia a névleges értékére visszaállítható legyen.

A villamos autók visszatáplálásos üzemmódjának leképezésére a DigSILENT Power Factory-ban az [5] és [6] felhasználásával megépített és paraméterezett szabályozási struktúrát definiáltuk és használtuk fel. A struktúra az 5. ábrán látható. A töltésszabályozó működése a következő: a rendszer méri egy adott gyűjtősínen a frekvencia aktuális értékét és ezt összehasonlíttja a frekvencia névleges értékével (ezt végzi a PLL blokk). A két jelből egy frekvenciakülönbség-jelét állít elő, majd ezt egy szabályozó bemenetére adja (ez az EV Droop Control nevű blokk), amely a 6. ábrán látható:



5. ábra. Villamos autók töltő-szabályozási struktúrája



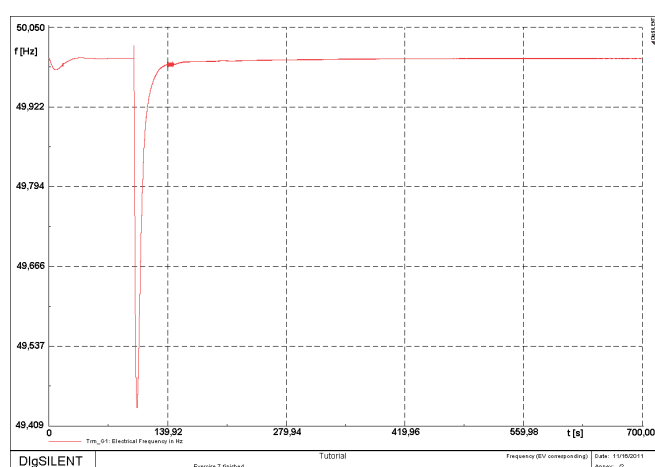
6. ábra. A teljesítmény-referenciajel előállítását végző szabályozási blokk

A szabályozó a frekvenciajelből teljesítmény-referenciajelet állít elő a következő módon: mivel a valóságban a frekvencia értéke sosem állandó, ezért folyamatosan van frekvenciakülönbség-jel. Nem érdemes tehát ezt a különbségi jelet közvetlenül felhasználni, mert az folyamatos szabályozó-működést eredményezne, már a legkisebb frekvenciaváltozás esetén is. Emiatt egy holtávót határoztunk meg, így csak az ettől nagyobb frekvenciakülönbség-jelek esetén működik a szabályozó. A kapott jeleket ezután vezetjük rá egy, a frekvencia-teljesítmény konverziót végrehajtó egységre (EV Droop). Az átalakítás után kapott teljesítmény-különbségi jelhez hozzáadjuk a villamos autók töltési teljesítményét (mivel a töltés negatív „betáplál” teljesítményt jelent, ezért a bloksémában negatív előjellel kell az összeadást elvégezni), s végül egy limitálón keresztül megkapjuk a teljesítmény-referenciajelet. A limitálással modellezzük azt a tény, hogy a villamos autók töltési teljesítménye nem lehet nagyobb, mint a megadott P_max és P_min értékek.

hogy a villamos autók nem képesek akármekkora teljesítményt visszatáplálni, egyrészt az akkumulátorok véges kapacitása miatt, másrészt azért, mert a töltőrendszert inverter üzemmódban is meg kell óvni a túlterhelődéstől.

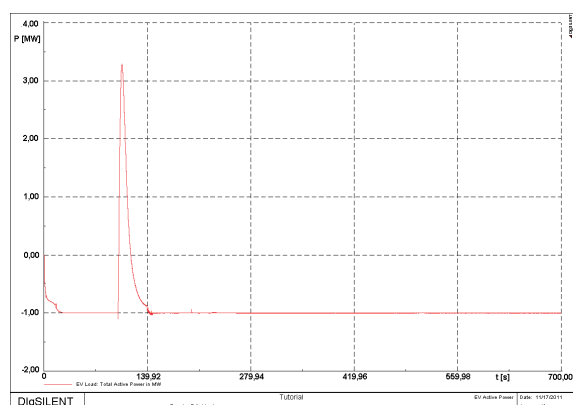
A kapott teljesítmény-referencia jelet ezután egy teljesítmény-átalakítóra vezetjük, amely a *DigSILENT Power Factory*-ban a villamos autót jelképező generátor szabályozási áramjelévé alakítja a teljesítmény-értékeket. Meg kell jegyeznünk, hogy mérési eredmények [7] alapján és szakirodalmi adatokra támaszkodva a villamos autók töltésekor szükséges meddőteljesítmény-felvétel és így a visszatáplálásakor keletkező meddőteljesítményt első közelítésként akár el is hanyagolhatjuk.

Az 5. ábrán látható és az előbbieken bemutatott töltésszabályozó felhasználásával a szimulációt újra futtattuk. A 7. ábrán láthatjuk azt az esetet, amikor a hálózatra villamos autók is csatlakoznak és részt vesznek a frekvenciaszabályozásban:



7. ábra. A szigetben mért frekvencia a szigetüzem kialakulását követően, villamos autók jelenléte esetén

Az aggregált villamos autók frekvencia-szabályozásban betöltött szerepét a villamos autók jelenléte nélküli esethez képest a 7. és az 8. ábrán bemutatott diagramok alapján lehet megérteni:



8. ábra. A villamos autók teljesítményváltozása a szigetüzem kialakulását követően

A 7. ábrán látható, hogy villamos autók jelenléte és a szabályozásban való részvétele esetén a frekvenciaváltozás kisebb mértékű, valamint a névleges frekvencia értéke is hamarabb és oszcilláció

nélkül tér vissza a kezdeti értékére. A 8. ábrán jól megfigyelhető az aggregált villamos autók viselkedése és szerepe a szabályozásban: a frekvencia csökkenésekor az akkumulátorok feltöltését végző autók (ezt jelenti a negatív teljesítményérték) elkezdnek visszatáplálni, vagyis termelőegységként viselkednek. A példa demonstrációs jellege miatt az autók a reálisnál nagyobb teljesítményt táplálnak vissza, limitet sem állítottunk be és a töltésszabályozójuk érzékenysége is nagyobb a megvalósíthatóénál.

Összefoglalás

A számítógépi szimulációval nyert eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az aggregált villamos autó kapacitása képes segítséget nyújtani a frekvenciaszabályozásban, ezért az ilyen jellemzőkkel bíró autók elterjedése esetén érdemes lesz a technológiában rejlő lehetőségeket kiaknázni. Természetesen azt nem várhatjuk, hogy az aggregált villamos autókkal erőművi szabályozásokat ki lehessen váltani: ehhez túlságosan rövid ideig és kis mértékben áll rendelkezésre az aggregált teljesítmény, de a rendkívül gyorsan reagálni képes szabályozók kedvező hatását mindenképpen érdemes lesz felhasználni.

Köszönetnyilvánítás

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002- Fenntartható Energetika kiemelt kutatási terület FE-P6-T2 alprogramja támogatja.

Irodalom

- [1] *W. Kempton, J. Tomić* – Vehicle to grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large scale renewable energy, *Journal of Power Sources* 144 (2005), pp. 280-294.
- [2] *S. Vazquez, S. M. Lukic, E. Galvan, L. G. Franquelo, J. M. Carrasco* – Energy storage systems for transport and grid applications *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 57., no. 12, December 2010, pp. 3881-3895.
- [3] *C. Guille, G. Gross* – A conceptual framework for the vehicle-to-grid (V2G) implementation *Energy Policy* 37 (2009), pp. 4379-4390.
- [4] *K. Clement-Nyns, E. Haesen, J. Driesen* – The impact of charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 25., no. 1., February 2010, pp. 371-380.
- [5] *Jayakrishnan R. Pillai* – Electric vehicle based battery storages for large scale wind power integration in Denmark, *Dissertation, The Faculty of Engineering, Science and Medicine, Aalborg University*, December, 2010, Available: vbn.aau.dk/files/47311324/jayakrishnan_radhakrishna_pillai.pdf
- [6] *Farkas Cs.*: Az e-mobilitás várható hatása a villamos energia elosztó és átviteli hálózaton *Diplomaterv, BME Villamos Energetika Tanszék*, December, 2011. Letölthető lesz (bejelentkezés után): <https://diplomater.vik.bme.hu/Students/Farkas-Csaba>
- [7] *Dán A.* – Villamos autók akkumulátor töltésének hálózati visszahatás csökkentése *Tanulmány, Innotech Műegyetemi Innovációs Egyesület*, 2010. november

Megújuló forrásokból előállított villamos energia támogatása

Eörsi-Tóta Gábor

okl. gépészmérnök, gabor.eorsi@erbe.hu

Hazánk Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervében ambiciózus számokat tűzött ki maga elé. A megújuló energiaforrásból előállított energia bruttó végső energiafogyasztásban képviselt részaránya 2020-ban el kellene érje a 14,65%-ot. Abban egyetértés van, hogy a célszámok eléréséhez támogatásra van szükség, és a támogatásoknak a társadalmi hasznosságot is tükrözniük kell. A megújuló energiaforrásokból származó villamosenergia-termelés jelenleg a „KÁT rendszeren” keresztül támogatott. A cikk a KÁT rendszerből fakadó következményeket igyekszik feltárni.

*

Hungary sets ambitious aims in its Renewable Energy Using Action Plan. The ratio of energy generated from renewable energy sources in gross final energy consumption in 2020 should be 14.65%. There is consensus that the achievement of these targets state subsidy is required and that the subsidy should reflect the social utility. The production of electricity from renewable energy sources currently is supported by the so-called "KÁT system". The presentation explores the consequences arising out of the "KÁT system" and in view of the experience gained with KÁT, recommends to introduce a subsidy scheme which is based on competitive bidding.

A korszerű villamos energiatermeléssel szemben három követelményt szokás emlegetni:

- Versenyképesség
- Ellátásbiztonság
- Társadalmi hasznosság

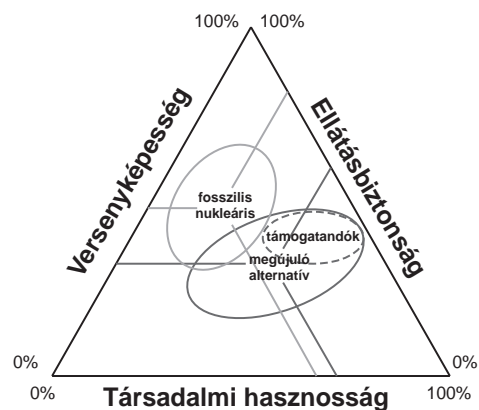
Versenyképesség: jóval többet jelent a tisztán HUF/kWh-ban kifejezett árnál. A versenyképes megoldással előállított villamos energia az igények szerint áll rendelkezésre, szabályozható, tarja a frekvenciát és alacsony a meddő része. A versenyképesség, tehát mennyiségi és minőségi követelményeknek való megfelelést jelent.

Ellátásbiztonság: jóval több, mint magának az energiaforrásnak a rendelkezésre állása. Ehhez a követelményhez lehet sorolni a tartalékképzésből fakadó egység teljesítmény megválasztását és a decentralizáltság kérdését.

Társadalmi hasznosság: jóval több, mint az energiaforrás környezetbarát – az adott ország természeti lehetőségeihez alkalmazkodva – volta. Ehhez követelményhez lehet sorolni a foglalkoztatás kérdését is, ami korunk egyik legnagyobb kihívása. Továbbá a technológiai fejlődés kérdése, az új megoldások, fejlesztések ösztönzése, esetlegesen export termékek megjelenése is ide sorolható.

A bonyolult követelmény rendszerben hivatott rendet tenni a jogi szabályozás, a támogatás. Az egyensúly megtalálása szinte lehetetlen feladat, hiszen felgyorsult világunkban a makrogazdasági peremfeltételek napról-napra, sőt pillanatról-pillanatra változnak. A megújuló energiaforrások támogatásának célját, tehát a villamos energiatermeléssel szemben támasztott követelményekből kell meghatározni. Általánosságban elmondható, hogy ellátásbiztonság és versenyképesség tekintetében a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia alulmarad fosszilis és nukleáris energiaforrásokból előállított villamos energiával szemben. A versenyhátrány egyrésztől a jellemzően magasabb fajlagos beruházási költségből ered, de a nap és a szél esetében közvetlen a tartalékképzés, a biomassa ese-

tében közvetlenül a tüzelőanyag és a bérköltségek magas üzemeltetési és karbantartási költségeket eredményeznek, vagyis várhatóan középtávon sem fog változni a megújuló energiaforrások megítélése e két követelmény tekintetében. A megújuló energiaforrások felhasználásának akkor van első-sorban létjogosultságuk, ha társadalmi hasznot eredményeznek. Vagyis az idő túlhaladta azt az elgondolást, hogy a villamos energián keresztül nyújtott támogatásnak egyszerűen árhátrányt kell kiküszöbölnie addig, amíg a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia versenyképes lesz a fosszilis energiaforrásokból és a nukleáris energiából előállított villamos energiával szemben. Ennél bonyolultabb a kérdés.



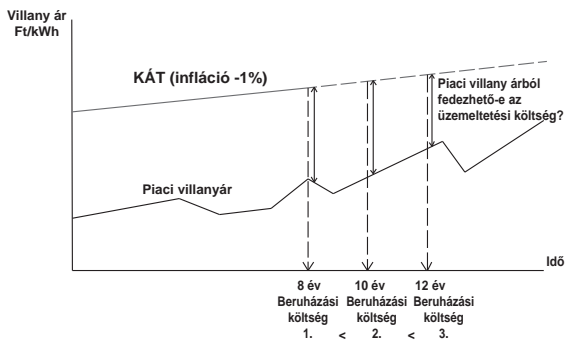
1. ábra. Villamosenergia-termelés követelmény rendszere háromszög diagrammban

Önmagában a bevezetőben leírt 14,65%-os arány nem lehet egy mindennek feletti célszám. A cél elérése társadalmi haszonnal kell járjon, lehetőleg növekednie kell az ellátásbiztonságnak (mindenesetre ne csökkenjen) és mindezt versenyképesen kell elérni. Ez azt jelenti, hogy a támogatást az energiaforrás és teljesítmény nagyság függvényében differenciáltan kell megállapítani a lehető legnagyobb társadalmi haszon (szén-dioxid kibocsátás csökkenés és foglalkoztatottság növelés) elérése érdekében.

A támogatással szemben van még egy követelmény; beruházási kedvet kell növelnie. „Konzervatív sebességgel liberalizáló” világunkban nehezen képzelhető el, hogy az állam valósítsa meg az összes megújuló beruházást, különös tekintettel a forrás hiányra. A piaci befektetők legfőbb elvárása a támogatásokkal szemben, hogy a kockázatokat csökkentse, kiszámíthatóságot eredményezzen egészen addig, míg a beruházásból származó villamos energia a szabadpiacon is versenyképes lesz.

A jelenlegi KÁT rendszerben a támogatott „villany ár” infláció -1%-kal évről-évre növekszik, miközben a piaci villanyár a makrogazdasági hatásokból kifolyólag változik, jellemzően nő. A támogatás időtartamát a Magyar Energia Hivatal állapítja meg a szakma tapasztalatai és a beruházó által benyújtott üzleti terv alapján. Az időtartam megállapításának alapelve, hogy a beruházás a támogatás végéig „megtérüljön”, vagyis a támogatottsági körből való kikerülés után (6-12 év) a piacon elérhető villany árból kell fedezni a már tisztán üzemeltetési és karbantartási költségeket. Mivel a megújuló energiaforrások általánosságban nem versenyképesek és várhatóan 6-12 év múlva sem lesznek azok, így a támogatottsági körből való kikerülés után a drágán felépített berendezéseket esetleg a műszaki élet-

tartamuk előtt kell leállítani, vagy működésüket szüneteltetni, mert a termelt villamos energia még önköltségi áron sem lesz eladható.



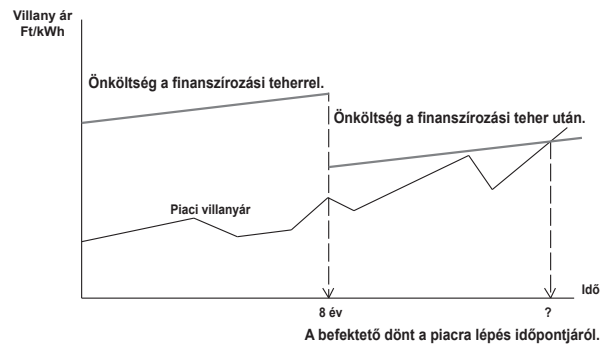
2. ábra. A KÁT rendszer problémája a „megtérülési idő” után

A jelenlegi KÁT rendszer alapelve a következőket eredményezi:

- A beruházó nem érdekelt a beruházási költség csökkentésében, mert minél magasabb a beruházási költség, annál lassabban térül meg a beruházás, annál tovább marad a védett rendszerben.
- A beruházó nem érdekelt a támogatási időszak alatt az üzemeltetési költségek csökkentésében ugyanezen okok miatt.
- Csak az a beruházó fog fejlesztéshez, aki bizik benne, hogy a KÁT rendszer támogatása után a piaci villanyárból származó bevételei fedezni fogják az üzemeltetési költségeit. Jellemzően a humán erőforrást nem igénylő technológiák sorolhatók ide, vagyis az esetlegesen megvalósuló beruházások nem járulnak hozzá a munkahelyteremtéshez.
- A beruházó kockázata(i) a KÁT rendszerből való „kiesés” után, a jövőben jelentkeznek. Továbbá a védett és a piaci rendszer között az átmenet nem fokozatos, vagyis a beruházó a jelentkező kockázatok kezelésére nehézkesen, vagy egyáltalán nem tud felkészülni.
- Hitel gyakorlatilag a KÁT rendszerben való maradás időtartamával megegyező futamidővel áll rendelkezésre.

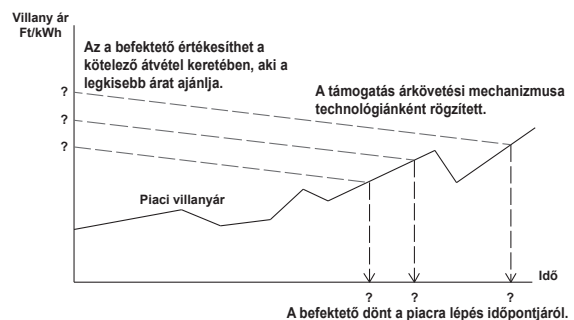
Összegezve: a jelenlegi KÁT rendszer tulajdonképpen csak a kivitelezők és a finanszírozó bankok nyereség elvárásait biztosítja. A KÁT valójában a lakosság által az üzemeltetési időszak alatt fizetett beruházási támogatás. Így, a támogatás ellenére, a befektetők a „megújulós” beruházások kockázatát többnyire magasra értékelik, és ennek függvényében határozzák meg a befektetett eszközökre az elvárt megtérülési mutatóikat. Mivel a kockázat magas, ezért magas az elvárás is, ami tovább rontja a „megújulós” projektek helyzetét, növeli a beruházók és projekt tulajdonosok által elvárt villamos energia átvételi árat. Mindezek eredménye, hogy az elmúlt időszakban kevés zöldmezős, megújuló energiaforrásokra alapozó projekt indult és a „megújulós” projekt gazdák az alacsony átvételi tarifán fanyalognak. Pedig talán egyszerűen csak hosszú távú kiszámíthatóságot kellene megteremtteni. Kormányzati hírek szerint a megújuló energiaforrásokra vonatkozó új szabályzás jövő év január 1-től várható. Talán addigra egy eredményesebb rendszer születhet, ami a rendelkezésre álló szerény forrásokat is hatékonyan tudja felhasználni. A megújuló energiaforrásokat felhasználó beruházások létesítési és üzemeltetési költségei – a projektek előkészítése során – jól becsülhetők. A villamos energia kötelező átvételének kiterjesztése – egészen addig az időpontig, amíg a piaci villany árból származó bevétel meg nem haladja a működtetéshez szükséges bevételeket – gyakorlatilag a kockázatokat minimalizálja. Várhatóan ez a támogatási forma azt eredményezi, hogy a beruházó és a finanszírozó bankok a beruházással szemben támasztott elvárása csökken, hiszen kockázatot elsősorban az üzemeltetés jósága, az üzemeltető szakemberek felkészültsége (esetleg az időjárás bizonytalansága) jelent, ezek a feltételek (az idő-

járás kivételével) pedig jól kezelhetők. Az eddig ismert tervezetekben ez a megoldás „barna KÁT” fantáziánévvel ismert.



3. ábra. Kockázat minimalizálása

A megoldás nagy előnye, hogy a megvalósított, megépített berendezések egészen műszaki élettartamuk végéig üzemben maradhatnak (működésük gazdaságossága biztosított), ezáltal hozzájárulva a megújuló energiaforrások felhasználása terén kitűzött tervekhez. A megoldás hátránya, hogy nincs olyan tényező, ami közvetlenül a legkisebb költségre való törekedést eredményezné. A tervezett támogatási struktúrában a kötelező átvételi villany árat egy központ állapítja meg a beruházóktól bekért adatok alapján. A beruházók ebben a támogatási struktúrában nem kényszerítettek az önköltségeik csökkentésére. A költségek csökkentésének egyik módja a versenyhelyzet teremtése. A pályázatás nem ördögtől való dolog, bár az elmúlt időszak eseményei hozzájárultak a pályázatás negatív megítéléséhez. Javasolt azonban elgondolkodni egy olyan rendszeren, ahol a legalacsonyabb átvételi árat igénylő pályázó válik hosszútávon (esetleg folyamatosan csökkenő ár mellett) jogosulttá a kötelező átvételi rendszer keretén belül való értékesítésre. A legalacsonyabb átvételi árat az a beruházó, vagy projekt tudja ajánlani, amelyik a legjobb peremfeltételekkel (telepítési környezet, kapcsolt energia termelés feltételei, alacsony üzemeltetési költségek, alacsony finanszírozási költségek stb.) valósul meg. A pályázatot a technológiák és teljesítmény nagyságok függvényében akár 10-12 kategóriában is ki lehetne írni, majd a társadalom teherbíró képességének és a megújulóknak rendszerbe integrálhatóságának függvényében 2-3 évente megismételni egészen addig, míg a célszámokat el nem érjük, vagy amíg megújulóknak valóban versenyképessé válnak a fosszilis és nukleáris energiaforrásokkal szemben.



4. ábra. Versenyhelyzet teremtése a megújulós projektek között

A fentebbi támogatási struktúra alapfeltétele, hogy a hitelezők, a bankok elfogadják a hosszú távú megtérülést. Áttörést jelenthet a már sokat emlegetett „zöld bank” létrehozása, ahonnan a támogatás elnyerése esetén fix feltételekkel állhat finanszírozási forrás rendelkezésre. Az árminimumra törekedő támogatási rendszer talán valóban korszerű, az ellátásbiztonságot növelő és társadalmi hasznot eredményező, megújuló energiaforrásokon alapuló villamosenergia-termelést eredményezhet.

Ültessünk erőművet

avagy, a jelen problémáinak feloldási lehetőségei a megújuló energiaforrásokra épülő energetikában?

Kövesdi Zsolt

okl. gépészmérnök, zs.kovesdi@gmail.com

A jelenlegi hazai feltételek nem kedvezőek a megújuló energiaforrásokra alapozó befektetéseknek. A EU felé vállalt kötelezettségeink teljesítési megkérőjeleződnek. A klasszikus erőművi befektetések határainak kiterjesztésével növelhető a tüzelőanyag ellátás biztonsága, valamint újabb termékek csatlósával talán növelhető a profittermelő képesség. Ezen bővítés önmagában számos kihívást jelent a különböző iparágak összefonódása által. A kihívásoknak új beruházási modellekkel, és erős mérnöki munkával lehet megfelelni.

*

The current business environment DOES not PROVIDE favorable conditions for renewable energy investments in Hungary. Our promises to EU are queried by the current circumstances. The security of fuel supply can be increased by the extending the boundaries of the traditional power plant investments over and above attaching new products may increase the profit-making ability. This expansion in itself poses many challenges by the merger of sectors. New investment models and strong engineering work is able to meet this challenges in the power sector.

Amikor megpróbáltam összegezni magamban a már régóta kavargó gondolatokat, nagyapám szavai jutottak eszembe a pohár tej, és a tehen esetét megidézve egy hajdan volt családi pourparlel kapcsán. Tényleg, miért is kellene egy tehenet megvenni ahhoz, hogy igyunk egy pohár tejet? – Miért is kell kapcsolt vállalkozásokat, széles együttműködéseket létrehozni egy beruházónak, ha megújuló energiaforrásra kíván erőművet létesíteni? – tettem fel újfent a kérdést kicsit átfogalmazva.

Sajnálatosan a jelenség alapját és eredményét nem kell különösebben magyarázni, láttatni, hisz tény, hogy az elmúlt időszakban alig létesültek – messze elmaradva az EU-s vállalásainkat megalapozó időarányos prognosztizáltaktól – erőművek megújuló energiaforrásra alapozottan, illetve amelyek épültek, gondokkal küzdenek, egyértelműsítve, hogy komoly problémák vannak. A kitűzött számok, a megújuló forrásokon alapuló belső arányok, százalékok bemondása gyermekkorom számháborúit idézték, ui. már nem csak születésük, hanem a való is hitelteleníti azokat. A megújuló forrásokra alapuló energetika amúgy is megkövetelné az iparágak szoros együttműködését, amelyet sokan (magam is), sokszor hangsúlyoztak, viszont ezen KGST „illatú” baráti együttműködés láthatóan kevésnek bizonyul. Az egyes iparágak finanszírozóinak, befektetőinek gazdasági alapokon nyugvó közvetlen összekapcsolása látszik szükségesnek. Ez mennyire egészséges? – nem kívánom megítélni, de eszközt kell találni a beruházások újraéledésére, mert leül(t) a rendszer, elfelejtünk erőművet „csinálni”.

A problémák egyszerűsített felvetése

Azt érzékeljük, hogy ott van pezsgő beruházások sora, ahol a befektetők profitábilis üzleti modelleket tudnak kialakítani a megtérülést biztosító technológiák vásárlása által, minimálisan a megtérülési

időszakra. Érdemes elemezni ezt az összegző megállapítást annak érdekében, hogy a problémát is ily egyszerűnek lássuk (a gondolat kedvéért persze).

1. Modellalkotás: világos, egyértelmű pályák, szabályrendszerek mentén, közel azonos lehetőségek, a piaci értelemben vett kiszámíthatóság léte szükséges. Ennek kialakítója leginkább a jogszabályi környezet, a gazdasági feltételrendszer összessége, vagyis leginkább az állam és az általa teremtett rendszer. Itt meg is állnék, mert nem politikai kiáltványt van szándékomban írni, vagy például az átvételi árak elégtelenségéről, vagy a támogatási rendszer hiányáról, szükségességéről értekezni. Mindenki maga hozzáteheti hangosan, vagy csendben, vérmérséklete szerint.

Azt azonban felidézném, hogy a profit termelési képesség egészséges folyamatokban igényekre alapozódik. (Azt persze nem tekintem igénynek, hogy az apparátusnak egy újabb számsort kell bemondani, mint potenciált, mint tervszámot a megfelelő rubrikát kitöltve az EU-s gépezetben.)

2. Befektetők: Érdemes külön is elemezni a szakmai és a pénzügyi befektetőket.

A „klasszikus” energetikában a szakmai befektetők leginkább nemzetközi nagyvállalatok, akikre fokozottan igaz a beruházások belső, így egyben nemzetközi versenyztetése. Ráadásul, méretüknél (befektetési érték) fogva nehezen – összefogva, illetve fő vonaluktól elkülönítetten – kezelik a megújuló alapokon nyugvó beruházási lehetőségeket. Talán már megszerzett és biztosnak vélt piaci pozíciójuk okán is kisebb érdeklődéssel, fogékonysággal rendelkeznek. A pénzügyi befektetők lényegükből eredően tradicionálisan jól kezelik a szükséges összevonás által értéknövelt befektetéseket, azonban ezen csoport fokozottabb érzékenységet mutat az előző 1. pontban említett kockázatokra, feltételekre.

3. Megtérülést biztosító technológiák: Legyenek ismert, azaz referenciával, de legalább a bankok számára is elfogadható előzménnyel rendelkező technológiák. Ide értendő az a mérnöki teljesítmény, mely tervezte, technológizálta, létrehozta a folyamatot és annak berendezéseit.

4. Legyen tere a vásárlásnak: Legyen piac, de nem közgazdaságtani értelmében, hanem a tér, a kommunikáció tere értelmében. A piacon ugyanis alapvető, hogy az emberek értsék egymást, tudják mit és miért akarnak. Ezen alapok megfogalmazásához mérnökök, tervezők, beruházást előkészítők, röviden szakmához értők (pl. mérnökirodák) szükségesek a kapcsolódó iparágak ismeretével.

A megoldáskeresés

A jelen környezet adta feltételek között a felvetett problémakörök összekapcsolása által – így gazdasági szükségszerűség mentén létrejövő –, iparágakat összekapcsoló „közös” vállalkozások egyfajta megoldást jelenthetnek. Szerte Európában azt hallani, hogy nem a tőkehiány a gond. Pénz az lenne, sőt, túl sok is van – mondják –, a bizalom viszont hiányzik (és ismét igyekezzünk elfelejteni az 1. pontot). Ha ott vagyok, ha részese vagyok – mondhatják a szereplők

– akkor biztosíthatom a magam pozícióit. Létrejöhetnek azon vállal-
kodási egységek, melyek létükkel, belső szerkezetükkel erősíthetik a
tagokat, az egyes szereplőket, magukban hordozva a 2-4. problémák
kezelésének lehetőségét.

Melyek azok az elemek, melyek felvetik az egységes kezelés
lehetőségét, illetve szükségességét a „szoros együttműködésen” túl-
menően:

- kockázatkezelés,
- az igényeken alapuló jövedelmezőség,
- befektetői hajlandóság,
- technológia,

A megújuló energiaforrásra alapozott energetika egyik alap kér-
dése, hogy miként lehet csökkenteni a természettől (időjárás, szezo-
nális, szélsőségek) való közvetlen függőséget. A megújuló, időröl-
időre rendelkezésre álló, vagy éppen folyamatosan képződő, így akár
folyamatosan felhasználható tüzelőanyag bázis önmagában felveti a
tüzelőanyag „termelés”, és a hasznosítás szoros együttműködését.
Látható, hogy például a folyamatos biomassza ellátás mekkora gon-
dot jelent az egyes művek számára, illetve hogy milyen mértékben
képes felborítani egy mű remélt gazdaságos üzemét. Pedig, a hazai
nagyobb teljesítményeket jelentő „égetéses gyakorlat” az e tekintet-
ben kevésbé érzékeny fa és faapríték hasznosításra épül, nem pe-
dig a közvetlen természet biomasszára, legyen az mezőgazdasági
melléktermék, vagy éppen célnövény. A kockázatkezelés egyik ele-
me tehát, a tüzelőanyag termelés és hasznosítás összevont keze-
lése. A mezőgazdasági kapcsolat felemlítésével maradjunk is ezen
kapcsolati rendszer kibővítésénél. Különös tekintettel arra, hogy már
egy erőművi beruházás sem képes (ezen kis teljesítményszinten
bizonyosan nem) egy termékre alapozottan rentábilisan működni.
A zsinórtermelés mellett már a villamosenergia-piacon is a legkülönfé-
lébb (időszakos és szabályzási) termékeket kell értékesíteni. További
természetes termék a hő, illetve mesterséges termék lehet a CO₂,
valamint a termékdíjas „üzemanyagok” fogadása, vagy az ártalmatlanítás
révén leszámítható tételek. További termékek csatolhatók
azonban a vállalkozáshoz, ha annak határait módosítjuk. Jól ismertek
a mezőgazdaság szezonálisának problémái, az alul finanszírozottság,
illetve az értékesítés nehézségei. Ezen rendszerben – gondolja
ezt, remélten helyesen egy gépész – tehát hiányzik egy puffer. Adódik
a mezőgazdasági termények terméké válásának lehetősége, kény-
szere. Ez olyan feldolgozó iparágakat jelenthet, melyek energiafo-
gyasztása jelentősebb, ill. fogyasztási csúcsai simítottabbak. (Csak a
példa kedvéért: szárítók, hűtőházak, termény feldolgozók, főzőházak
stb.) Ez a lehetőség a hőhasznosítás oldaláról nézve is üdvöztető,
a rendszerhatásfokot, kihasználási óraszámot emelő tényező. Az ösz-
szefonódás forrást biztosíthat a mezőgazdaság számára is, munkale-
hetőséget teremthet, a feldolgozás révén mérsékelheti a szezonális
hatásait, a hozzáadott érték révén növeli az árat és az értékesít-
hetőség esélyét, biztosítja a szállíthatóságot. Az eddigi megújuló ener-
giaforrás potenciál felméréseket, mint számmisztikát érdemes lenne
tehát kiegészíteni az igényfelmérésekkel, amelyek persze már felté-
teleznék a statisztikai értékek gyűjtésén túlmenő valóság feltárását is.

Az előzőekben sikerült elmosni egy energetikai vállalkozás hatá-
rait. Most vizsgáljuk meg a befektetői kört is a már említett 2-3. pon-
tok fényében. A szakmai befektetőket érdemes jobban átgondolni,
elemezni, mert ezen kör alapvetően hat a pénzügyi befektetőkre.
A bizalmi válság kezelésének esélyét hordozza magában, hogy olyan
befektetői centrum jöjjön létre egy adott lehetőség körül, mely képes
biztosítékokat adni egymásnak és a pénzügyi befektetőknél. A koc-
kázatkezelés és megosztás, a vállalkozási határok áthelyezésével lét-

rejvő szélesebb termék paletta, a növekedő beruházási érték, mind
növelik a finanszírozók komfortérzetét, az pedig közvetlen százalé-
kokban szokott formát ölteni.

A bizalomépítés további lehetősége – a klasszikus energetikából
már ismert módon – a főtechnológia szállítójának részvétele a befek-
tetői centrumban. A főtechnológia szállító részéről teljesen egyértel-
mű, hogy piaci lehetőséghez jut ezáltal, míg a centrum további tagjai
ismét „bizalmat vásárolnak”. A bankok a kockázatkezelés eszköze-
ként általában kerülnek, ill. jelentősen felárazzák a kísérleti – értsd: szá-
mukra kevésbé ismeret –, referencia nélküli megoldásokat.

„Bizalmat vásárolnak”, hisz vélhetően verseny nélküli pozíció által
kerülhet be egy-egy ilyen főtechnológia szállító a centrumba. Több
dolgot is felvet ez a lehetőség, de mindenképpen jelenti a beruhá-
zás-előkészítések módosítását. Módosítandó, hisz át kell gondolni a
versenyzetetések rendszerét, át kell helyezni a súlypontokat, sokkal
inkább csomagszerkezetes megoldásokban kell gondolkodni az ellátó
és kisegítő technológiák vonatkozásában.

A főtechnológia szállítójának és/vagy birtokosának beszállását
érdemes tovább vizsgálni a már megidézett (4) piactér vonatkozásá-
ban. A befektetői centrum szakmai összetettsége felerősíti az erős
mérnök szükségességét. Már nem csak, mint a beruházás klasszikus
előkészítője, lebonyolítója kell, hogy részt vegyen, hanem az össze-
tett technológia okán – már a know-how kifejlesztésénél szerepet vál-
lalva –, mint katalizátor kell, hogy részt és felelősséget vállaljon.

Csomagszerkezet, versenyzetetés, beruházás előkészítés és ke-
zelés, befektetői szakmai centrum..., és egyre nő a hiányérzet (ismét
nem feszegetve az 1-es pontban lezárt szelencét). Ugyanis a hazai
helyzet és feltételrendszer egyre erősebb problémája, sőt lassan már
oka is a mérnök (szakértő) és a vállalkozó hiánya. Be kell vallani,
elfelejtünk, illetve meg sem tanulunk itthon megújuló energiaforrás-
ra alapozott komolyabb erőművet építeni. A feladatok hiánya okán,
sajnálatos módon a mérnök, mint szűrő is gyengül a rendszerben.
A tiszteletreméltó megbízókat azzal is meg kellene becsülni, hogy a
jelentős investíciókat megelőzendő, már az elején felelősen el kell
mondani a véleményt, az esetleges kritikát, illetve segíteni a jobbító
tételek kidolgozásában. Igaz, ez az első időszakban nem szolgálja a
megélhetést, hisz csökkenő bevételt is eredményezhet egy-egy még
küzdő mérnökirodának.

A szakmaiság, mint problémakör felvetésénél ki is kell terjeszteni
a kört, hiszen a beruházási centrumok szakmai sokszínűségének
tükröződnie kell a finanszírozóknál is. Belegondolva, hogy egy-egy
egyszerűbb biomassza beruházás előkészítésénél a banki előkészít-
és idejének mértékegysége – a mérőszámot mindenki a maga gya-
korlatából írja elé – az év, akkor világossá válik, hogy a finanszírozói
oldalnak is követnie kell a megújuló energetika beruházási formáit és
tartalmi változásait.

Azt, hogy a felvetettek mennyire „egészségesek”, hogy egy-egy
beruházási centrumnak hol vannak a határai – azt általánosságban
megítélni nem lehet, hisz ez egyedileg vizsgálandó és lehatárolandó.
Az azonban bizonyos, hogy egy beruházási forma, egy beruházási
tartalom mindig a környezet feltételeire születő válasz. Ha a kérdések,
feltételek egyre zagyvábbak, akkor egy ideig a válaszolni akaró udva-
riasan próbálja követni a kérdezőt, majd csend. A válasznak tehát már
önmagában is örülni kell, mert az még párbeszédet feltételez, vagyis
akkor még vannak szereplők, van még „piactér”.

A jelen kihívásai úgy tűnik, olyan összetett beruházási centrumo-
kat kellene, hogy kovácsoljanak melyek valós igényeken nyugodva
összekapcsolnának tevékenységeket, iparágakat. Ültessünk hát erő-
műveket!

Lévai András szabadalmi

Végh László

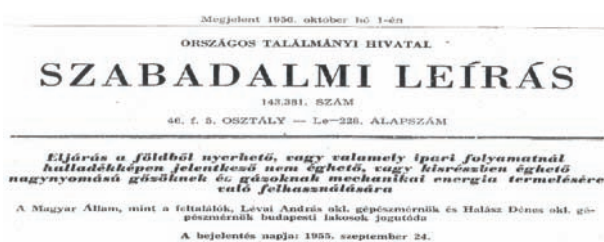
jogi szakokleveles mérnök, laszlo.vegh@hipo.gov.hu

Lévai András mindhárom szabadalmi bejelentése az ötvenes évekből származik. A legkorábbi 1951. november 24-én jelentette be Halász Dénes gépészmérnökkel közösen, címe: *Üzemeltetés szén-savturbínás erőművekhez*. A megoldás problémakörét a következőkkel írják le a feltalálók: A szén-savturbínák a földből rendszerint a környezet hőfokán kiáramló nagy nyomású gáz potenciális energiáját használják fel munka előállítására. A potenciális energia kihasználásánál szükséges adiabatikus expanzió hőfokcsökkenéssel jár, ami figyelemmel a szén-sav aránylag nagy dermedési hőfokára, a szén-savturbina üzemére mértékadó befolyást gyakorol. A szén-sav természetes állapotában vizet, illetőleg vízgőzt tartalmaz és így a szén-savnak mély hőfokra való lehűtése folytán a vízből hó keletkezik, amely a csővezetékben és a turbinalapátokban jegesedést idézhet elő. A találmány ezt a káros hatást kívánja megszüntetni azáltal, hogy a szén-savat a turbínába való beömlés előtt nedvszívó anyagon való áthajtással víztelenítik.



A találmány HU144250 lajstromszámon kapott szabadalmi oltalmat, 1958. szeptember 15-én. A két dátum közé esik a szabadalmi rendszer át- és részbeni visszaalakításának, néha inkább csak a működésében történő akadályozásának tűnő időszaka, sőt 1956 ősze is. A további szabadalmi bejelentések kapcsán, egy rövid összehasonlításban látni fogjuk, hogy milyen formában keletkezhetek fennakadások akkoriban az engedélyező hatóság (akkori nevén Országos Találmányi Hivatal – OTH) működésében, okozva ezzel egyes esetekben hosszabb elbírálási időket.

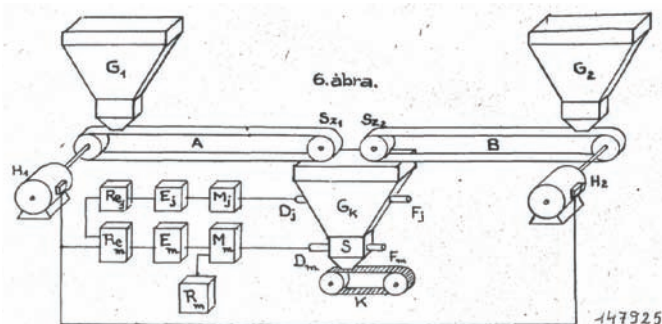
A második szabadalmi bejelentés 1955. szeptember 24-én született, címe: *Eljárás a földből nyerhető, vagy valamely ipari folyamatnál hulladékképpen jelentkező nem éghető, vagy kis részben éghető nagy nyomású gőzöknek és gázoknak mechanikai energia termelésére való felhasználására*. A feltalálótárs az első bejelentéssel azonosan Halász Dénes gépészmérnök. Ezt a találmányukat a következőképpen írják le a feltalálók: Olaj, szén és hasonló célú kutatásoknál gyakran előfordul, hogy nagymennyiségű gőz-, vagy gázleletré bukkannak, amely magas nyomáson tör elő, de éghető alkatrészeket nem, vagy csak kis mennyiségben tartalmaz és így ipari célra alkalmatlan. Jelen találmányt képező eljárás és berendezés módot ad arra, hogy ilyen nem éghető vagy kis részben éghető nagy nyomású gőzöket vagy gázokat kis mennyiségű segéd-tüzelőanyag és a légkör melegének felhasználása mellett, a villamos energia termelésénél megszokott nagy méretekben mechanikai energia termelésére hasznosítsuk.



A találmány HU143381 lajstromszámon kapott szabadalmi oltalmat, és már 1956. október 1-jén megadott szabadalomként nyilvánosságra került a

megoldás. Ez a lényegében egyéves időtartam átfutási időként, amely még – nemzetközi bejelentésre is gondolva – a már akkor is évtizedek óta létező uniós elsőbbség igénybevételének lehetőségét biztosítja, a gyakorlatban a kutatásra szánt idő rendkívüli lerövidülését mutatja. Szubjektív szempontok mellett alighanem egy másik tényező is szerepet játszhatott itt. Erről tanúskodik szabadalmi dokumentum fejléce: a Magyar Állam a feltalálók jogutódja. Ebben az időben ugyanis a magántulajdon tiltása-korlátozása körében a szabadalmak rövid ideig egyáltalán nem, majd pedig az Magyar Államra, mint jogutódra automatikusan átszállva kerülhettek csak megadásra. A rendelkezés meghozása előtti bejelentések feltehetően bizonytalan helyzetbe kerültek, ezért az 1951-es bejelentés később került megadásra, mint egy évvel később bejelentett: az 1955-ös bejelentés ugyanis automatikusan az Államé lett. Egyébként az első bejelentés fejlécén az is érzékelhető, hogy 1958-ra láthatóan visszavonták a szabadalmak államosításának is nevezhető rendelkezést, és ott már a feltalálók a szabadalmi oltalom jogutódjai. Természetesen, az iménti eszmefuttatásban sok a hipotetikus elem, ezek tisztázása a korabeli jogszabályváltozások alapos feltérképezésével volna csak lehetséges.

A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának adatbázisa alapján Lévai András harmadik szabadalma az 1958. december 1-én bejelentett, *Eljárás és berendezés anyag összetételének, illetve valamilyen értékének, vagy különböző anyagok keverési arányának meghatározására és az előírt értéken tartására* című találmány. Feltalálótársa Bisztray-Balku Sándor gépészmérnök, és a bejelentés már 1960. december 30-án szabadalmi oltalmat kapott, HU 147925-as lajstromszámon. Ez a két éves átfutási idő a mai vizsgálati rendszerünk mellett általában hibátlanul benyújtott és a kutatás során minden szabadalmazhatósági feltétel próbáját (újtonság, feltalálói tevékenység, ipari alkalmazhatóság) azonnal sikeresen kiálló bejelentések esetén jellemző.



Végül, röviden visszatérve a bejelentés szakmai tartalmára, a feltalálók magyarázata szerint a HU147925 szabadalom szerinti megoldás lehetővé tette a korabeli hőerőműveknél a szállítóberendezéssel továbbított szénfésülés változó fűtőértékének folyamatos mérését, továbbá a szállított szénmennyiség valóságos hőtartalmának megállapítását, illetve az eltüzelésre kerülő szén fűtőértékének egyszerű meghatározását.

Lévai András feltalálóléként a nemzetközi szabadalmi adatbázisokban nem szerepel.

Forrás:

<http://www.matud.iif.hu/03sze/023.html>
Magyar Tudomány, 2003/9 1203. o.
Megemlékezés – Lévai András (1908-2003)
http://www.sztnh.gov.hu/szabadalom/szab_kutat.html
SZTNH – Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala – Szabadalmi adatbázis

Fordulatszám szabályozás

Dr. Kullmann László

okl. gépészmérnök, kullmann.laszlo@hds.bme.hu

Turbogépek (örvényszivattyúk, ventilátorok, kompresszorok) szabályozásának – vezérlésének – egyik legegyszerűbb módja a járókerék fordulatszámának megváltoztatása. A gép folyadék szállítása egyenlő a járókerék jellemző felületének és a kilépő sebesség e felületre merőleges komponensének szorzatával. Mivel az összes sebességkomponens kifejezhető a járókerék kerületi sebességének arányában, így a *térfogatáram arányos* a kerületi sebességgel, adott gép esetén tehát a *járókerék fordulatszámával*. A turbogépek fajlagos munkája arányos a kerületi sebesség és az abszolút folyadéksebesség kerület irányú komponense szorzatának járókerékbéli megváltozásával. Így a *járókerék fajlagos munkája arányos* a kerületi sebesség négyzetével, adott gép esetén a *fordulatszám négyzetével*.

A gép hasznos, illetve bevezetett teljesítménye a térfogatáram és a fajlagos munka szorzatával arányos, azaz a *teljesítményfelvétel arányos a fordulatszám köbével*. Összefoglalva:

$$Q \sim n; \quad H \sim \Delta p_0 \sim \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) \sim n^2; \quad P \sim n^3 \quad (1)$$

Ezek az úgynevezett **affinitás** szabályai. Itt Q jelöli a térfogatáramot, H , Δp_0 , p_2/p_1 a szállítómagasságot, össznyomás növekedést, nyomásviszonyt, P a teljesítményfelvételt és n a fordulatszámot.

A fenti arányosságok alapján például szivattyúk esetén n_1 , illetve n_2 fordulatszámokon történő járatás esetén a $H(Q)$ jelleggörbék összetartozó pontjainak abszcisszái és ordinátái között fennáll a $Q_1/Q_2 = n_1/n_2$, valamint a $H_1/H_2 = (n_1/n_2)^2$ kapcsolat, de ebből az is következik, hogy az **összetartozó** – affin – **pontokra** igaz, hogy $H_1/H_2 = (Q_1/Q_2)^2$, azaz e pontok egy a meredekségű, a koordinátarendszer origóján átmenő másodfokú,

$$H = a \cdot Q^2 \quad (2)$$

egyenletű **affin parabolán fekszenek**.

Ventilátorok esetén természetesen H helyett Δp_0 irrandó. Kompresszorok esetén

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{p_1 + \Delta p}{p_1} = 1 + \frac{\Delta p}{p_1}$$

és továbbra is igaz, hogy $\Delta p \approx n^2$.

Turbogépek szabályozásának számos módja van. Az ezek közötti választást befolyásolja azok beruházási költsége, gazdaságossága (hatásfoka, fajlagos energiafelhasználása), helyigénye és az, hogy a térfogatáramot csökkenteni vagy növelni kell-e. Egy vezérlés *hatásfoka* az a viszony, hogy *mekkora lenne a szükséges teljesítmény* az új térfogatáramot adó üzemben, ha beavatkozás nélkül ez az új térfogatáram valósulna meg a kapcsolódó elemek megfelelő párosításával, illetve mekkora a *tényleges teljesítmény* felvétel. A hatásfok e két teljesítmény *hányadosa*.

A *fajlagos energiafelhasználás* szintén egy viszony. A megvalósítandó térfogatáram van finansziális kapcsolatban az üzem céljával, ha az eladható termék valamilyen folyadék, vagy ha a termék létrehozásához valamilyen folyadékmennyiség áramoltatása szükséges.

A b pénz bevétel ilyenkor arányos a Q térfogatárammal. A k költség pedig arányos az ehhez szükséges P_0 áramlástechnikai gép teljesítménnyel (vagy az azt hajtó motor teljesítmény igényével).

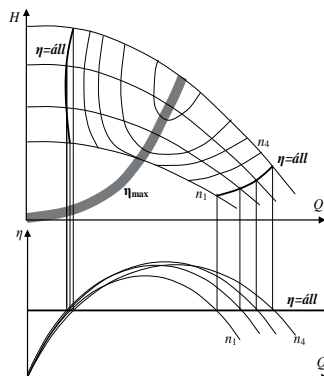
Az f fajlagos energiafelhasználás definíciója:

$$\frac{k}{b} \sim f = \frac{P_0}{Q} \quad (3)$$

Fordulatszám változtatáskor változik mind az áramlástechnikai gép, mind a hajtómotor hatásfoka. Utóbbit külön vizsgáljuk egy következő lap számunkban.

Fordulatszám változtatásos vezérlés esetén az üzemeltető jogos igénye, hogy a jelleggörbék közül azonnal lássa, melyik üzemiállapotban mekkora az áramlástechnikai gép hatásfoka.

Az ilyen fordulatszám-paraméteres jelleggörbe csoportba berajzolhatóak az azonos hatásfokokat összekötő $\eta = \text{állandó}$ vonalak, melyek a térképek szintvonalaira emlékeztetnek és kagylógörbe a nevük. Ha az n fordulatszám értéke rendre $n_1 < n_2 < n_3 < n_4$, akkor az alábbi kagylódiagram szerkeszthető. A vonalkázott sáv jelöli az adott fordulatszám elérhető maximális hatásfok helyét. Ez a sáv közel

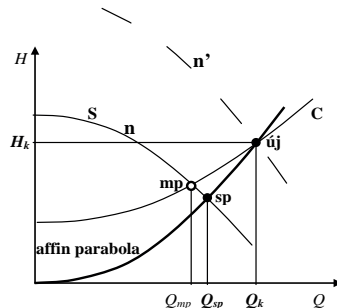


1. ábra. Kagylódiagram szerkesztése

fekszik egy origón átmenő másodfokú parabolához.

Fordulatszám változtatás esetén az (1) arányosságok csak a (2) képlet szerinti affin parabolák pontjai között érvényesek. A Q_k térfogatáramot biztosító új fordulatszám meghatározását az alábbi ábra alapján végzett gyors számolás segíti, itt berajoltuk az új, kívánt munkapontot áthaladó affin parabolát.

Az n fordulatszámú gép jelleggörbéje az S görbe, ez a csővezeték C jelleggörbéjével az **mpo** munkapontot adja Q_{mp} térfogatárammal, amely nem elegendő. A kívánt térfogatáram Q_k . Mekkora fordulatszámot kell ehhez például frekvenciaváltóval beállítani?



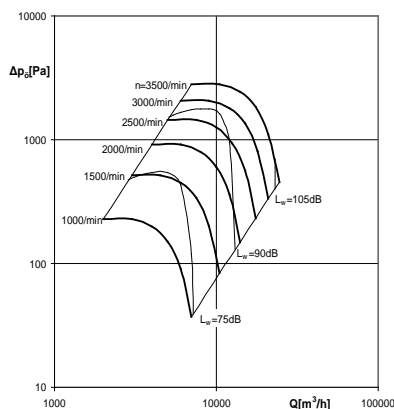
2. ábra. Vezérlés fordulatszám változtatással

Használjuk az affinitást. Ismert a kívánt **új** munkapont helye a C jelleggörbén, Rajzoljunk ezen át egy **affin parabolát**, ezt megtehetjük, mert annak egyetlen ismeretlenét, a meredekségét egy pontja meghatározza. Az affin parabola az S jelleggörbét az **•sp** segédpontban metszi el, melynek

abszcisszája Q_{sp} . Most már felírhatjuk az affinitás (1) képletét: $n'/n = Q_k/Q_{sp}$, ahonnan $n' = n \cdot Q_k/Q_{sp}$.

A fordulatszám változtatásos vezérlés fajlagos energiafogyasztása a jelleggörbék alapján meghatározható. Figyelembe kell venni a villamosmotor hatásfokának megváltozását is. A gazdaságosság másik mérőszáma a hatásfok. Az 1. ábrán megrajzolt η_{max} sávban vagy ahhoz közel haladó csővezeték jelleggörbe esetén fordulatszám változtatásos vezérlés során a hatásfokok a lehető legjobb értékeket érik el. Ilyen csővezeték jelleggörbével rendelkeznek a keringető szivattyús rendszerek és a ventilátoros szelölőzetű rendszerek.

A (2) egyenletű affin parabola alakja kétszer logaritmikusan léptékű diagramban egy 2 meredekségű egyenes: $\log H = \log a + 2 \cdot \log Q$. Ventilátorok jellemző üzemi tartománya tehát kétszer logaritmikusan koordinátarendszerben a 3. ábra szerinti. A $\Delta p_0(Q)$ jelleggörbék paramétere az n fordulatszám, melynek növelésével a jelleggörbék önmagukkal párhuzamosan tolnak



3. ábra. Ventilátor jelleggörbéinek szokásos ábrázolási módja

Miután áttekintettük a fordulatszám változtatással történő vezérlés-szabályozás áramlástechnikai alapjait, összefoglaljuk, hogy *milyen módon valósítható meg a fordulatszám változtatás.*

Egyenáramú villamos motorral hajtott áramlástechnikai gépek esetén tirisztoros hajtásszabályozókat használnak a korábbi Ward-Leonard hajtás helyett. Váltóáramú aszinkronmotorok esetén a motorral egybeépített vagy külön egységként hozzákapcsolt frekvenciaváltók terjedtek el. A ventilátorok teljesítmény igénye a gázok kis sűrűsége miatt viszonylag kicsi, ezért a közel állandó fordulatszámú aszinkronmotor és a ventilátor közé különféle áttételű ékszíjtárcsa párokat helyeznek el. Kompresszorok névleges fordulatszáma általában igen nagy, akár több tízezer fordulat percenként. Ilyenkor speciális villamos hajtás jöhet szóba vagy a kompresszornak gázturbinával történő hajtása. A gázturbina fordulatszáma pedig vagy a gáz tömegáramának változtatásával vagy esetenként vezetőlápát (fűvóka) állítással történik.

A fordulatszám változtatás számos további műszaki és áramlástechnikai kérdést vet fel.

Az összes áramlástechnikai gép fajtának és a kapcsolódó csővezetéki szerelvényeknek meghatározott sajátfrekvenciája van. Ez gyakran kisebb, mint a tengely fordulatszámának megfelelő frekvencia. Bekapcsoláskor igen gyorsan halad át a gyorsuló tengely pillanatnyi fordulatszáma ezen a frekvencián, így akkor ez nem okoz rezonanciát. A fordulatszám változtatás esetén viszont hosszú időn keresztül járathatjuk a gépet a **rezonanciafrekvencia** közelében, ami végzetes lehet, erre tekintettel kell lenni.

Szivattyúk esetén a **kavitáció** veszélye akkor kerülhet el, ha a berendezésben rendelkezésre álló $NPSH_a$ érték nagyobb, mint a szivattyú által igényelt $NPSH_r$, ami a Q térfogatáram függvénye. A gyártó ezt az $NPSH_r(Q)$ jelleggörbét csak a névleges n fordulatszámon adja meg. Kérdés, hogyan számítható át a megváltoztatott n' fordulatszáma az $NPSH_r$, azaz mekkora lesz $NPSH_r'$? Saját mérési tapasztalataink is igazolják azt, ami a szakirodalomban is megtalálható: $NPSH_r'/NPSH_r = (n'/n)^2$; $Q'/Q = n'/n$, azaz itt is érvényes az affinitás.

Amint az 1. ábrán látható, a hatásfok kagylógörbék közel haladnak a (2) egyenletű affin parabolákhoz, de kisebb fordulatszámok esetén az elérhető hatásfok maximum csökken. A **hatásfok maximum** átszámítási módja közelítőleg

$$\frac{1-\eta_1}{1-\eta_2} = 1-\lambda + \lambda \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^5, \text{ illetve } \frac{1-\eta_1}{1-\eta_2} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^m \quad (4)$$

ahol n_1, n_2 a névleges és a módosított fordulatszám η_1, η_2 a hatásfok maximum ezeken a fordulatszámokon és λ egy konstans, melynek értéke 0,5÷0,7 között változik a különböző kísérleti mérések alapján, illetőleg az m kitevő 0,1÷0,25 között változik.

Ventilátorok **hangteljesítmény** kisugárzása vagy a ventilátor közelében mérhető hangintenzitás szint erősen függ a ventilátor járókerék fordulatszámától. A hazai gyakorlatban elfogadott becslés szerint:

$$L_p = A + 10 \lg \left[\frac{Q \cdot \Delta p_0}{Q_0 \cdot \Delta p_{00}} \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \right] + B \lg \left(\frac{u_k}{a} \right) \quad (5)$$

Itt $Q_0=1 \text{ m}^3/\text{s}$, $\Delta p_{00} = 1 \text{ Pa}$, η a ventilátor hatásfoka a tervezési pontban, a szögletes zárójelben tehát a ventilátor teljesítmény veszteségei állnak. A 0-ás indexű mennyiségekre azért van szükség, hogy egyértelmű legyen, milyen mértékegységben kell a térfogatáramot és az össznyomás növekedést helyettesíteni. A járókerék kerületi sebessége u_k , a hangsebesség a gépet körülvevő levegőben a . Az A és B szám-konstansokat az alábbi táblázatban adjuk meg:

Típus	A	B
Radiális hátrahajló lapátozású	82,5	15,3
Radiális előrehajló lapátozású	85,2	15,5
Axiális utóterelővel	90,4	15,6
Axiális utóterelő nélkül	96,6	31,6

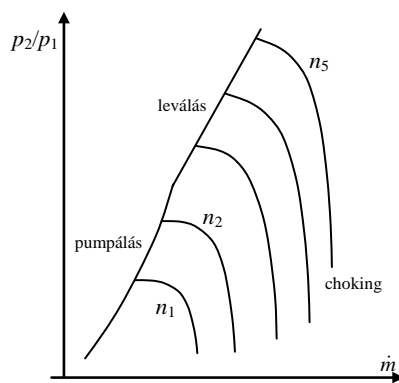
Mivel az (5) képlet második tagjában az (1) arányosságok szerint $Q \cdot \Delta p_0 \sim n^3$, a harmadik tagban pedig a kerületi sebesség $u_k \sim n$ azt kapjuk, hogy

$$L_p = A + 10 \lg(n^3) + B \lg(n) = A + 10 \lg \left(n^{3+\frac{B}{10}} \right),$$

azaz a hangteljesítmény a fordulatszám 4,5 ÷ 6-odik hatványa szerint nő. Ez jól látható a 3. ábrán, a fordulatszám 3,5-szeresre növelése több, mint 30dB-el növeli a hangteljesítményszintet.

Kompresszorok esetén két jellegzetes tömegáram korlát között lehetséges csak az üzem. Kis tömegáramoknál a kompresszor lapátok belépő éle közelében leválások keletkeznek, illetve a labilis jelleggörbe ág miatt periodikus üzem, ún. pumpálás jön létre. Sokfokozatú axiál-kompresszorokban kis fordulatszámok esetén az első fokozatban történik a leválás, míg nagy fordulatszámok esetén az utolsó fokozatokban. A **pumpálási határ** kis fordulatszámok esetén tovább csökkenti az üzemi tartományt. Emiatt az üzemi tartomány kis tömegáramú (baloldali) határvonalában jellegzetes törés van. Nagy tömegáramok esetén pedig a lapátcsatorna legszűkebb keresztmetszetében a közeg nagy áramlási sebessége miatt elérhetjük a helyi hangsebességet, ami fölé nem gyorsul a gáz, ezt hívják choking állapotnak. A choking állapothoz tartozó \dot{m}_{ch} tömegáram határ azonban nő a fordulatszám növelésével, igaz, hogy:

$$\frac{\dot{m}_{ch}}{A \rho_0 a_0} = \left(\frac{2 + (\kappa - 1) u^2 / a_0^2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa+1}{2(\kappa-1)}}$$



4. ábra. Többfokozatú axiálkompresszor működési tartománya

itt baloldalon a dimenziótlan tömegáram értéke áll, jobb oldalon κ a gáz fajhőviszonya, a_0 a nyugvó beszívott gázban a hangsebesség és $u = D\pi n$ a járókerék kerületi sebessége a lapátcsatorna tetszőleges helyén, ami tehát a tengely fordulatszámával arányos. Levegő esetén $u/a_0=0,5$ esetén például a fordulatszám kétszeresre növelése közel 30%-kal növeli a choking tömegáramot.

Fordulatszám változtatásos szivattyúüzem frekvencia tartományának és a szivattyú hatásfokának becslése

Dr. Kullmann László

okl. gépészmérnök, kullmann.laszlo@hds.bme.hu

Egy egyfokozatú radiális örvényszivattyú jelleggörbéje a névleges $n=1470/\text{min}$ fordulatszámon közelítőleg $H [\text{m}]=30-2000Q [\text{m}^3/\text{s}]^2$.

A kapcsolódó csővezeték jelleggörbéje $H_c=18+1500Q^2$.

A munkapontban a térfogatáram

$$Q = \sqrt{\frac{30-18}{2000+1500}} = 0,0586 \text{ m}^3/\text{s},$$

a szállítómagasság ekkor $H=30-2000 \cdot 0,0586^2=23,14 \text{ m}$. Feltevé, hogy az adott csővezetékhez helyesen van megválasztva a szivattyú, ez a szivattyú optimális üzemi pontja. Ekkor a jellemző fordulatszám

$$n_q = \frac{n \cdot Q^{0,5}}{H^{0,75}} = 33,7,$$

ami széles járókerekes centrifugál szivattyúkra jellemző érték.

A fordulatszám szabályozással el kívánjuk érni, hogy a térfogatáram az adott csővezetéken a $0,03 \div 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ intervallumban változzék (ld. az 1. ábra vastagon rajzolt H_c csővezeték jelleggörbe szakaszát). Kérdés, hogy a fordulatszámnak ehhez milyen határok között kell változnia.

$$Q_{\min}=0,03 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ ekkor } H_c(Q_{\min})=18+1500 \cdot Q_{\min}^2=19,35 \text{ m},$$

$$Q_{\max}=0,08 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ ekkor } H_c(Q_{\max})=18+1500 \cdot Q_{\max}^2=27,6 \text{ m},$$

A két affin parabola átmegy ezeken a pontokon, így a megfelelő meredekségek:

$$\alpha_{\min} = \frac{H_c(Q_{\min})}{Q_{\min}^2} = \frac{19,35}{0,03^2} = 21500, \text{ illetve } \alpha_{\max} = \frac{27,6}{0,08^2} = 4313.$$

Az α_{\min} meredekségű affin parabola és a szivattyú jelleggörbe metszéspontja:

$$H_{\min} = 21500 Q_{s\min}^2 = 30 - 2000 Q_{s\min}^2 \rightarrow Q_{s\min} = \sqrt{\frac{30}{23500}} = 0,0357 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Hasonlóan az α_{\max} meredekségű affin parabola által adódó metszéspont:

$$H_{\max} = 4313 Q_{s\max}^2 = 30 - 2000 Q_{s\max}^2 \rightarrow Q_{s\max} = \sqrt{\frac{30}{6313}} = 0,0689 \text{ m}^3/\text{s}.$$

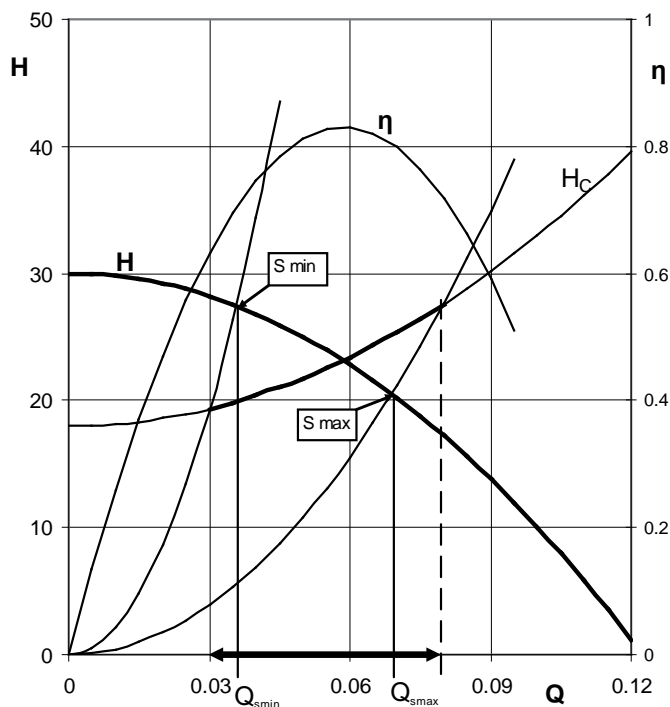
Ezekre az eredeti fordulatszámú jelleggörbéken fekvő segédpontokra és a meghatározandó új fordulatszámhoz tartozó kívánt szélső munkapontokra alkalmazható az affinitás szabálya, mely szerint:

$$n_{\min} = n \frac{Q_{\min}}{Q_{s\min}} = 1470 \frac{0,03}{0,0357} = 1235/\text{min};$$

$$n_{\max} = n \frac{Q_{\max}}{Q_{s\max}} = 1470 \frac{0,08}{0,0689} = 1707/\text{min}.$$

Frekvenciaváltós fordulatszám szabályozás esetén a frekvenciaváltónak lehetővé kell tennie, hogy a fordulatszám az $1235/\text{min} \div 1707/\text{min}$ intervallumban változtatható legyen. Ehhez a 30 Hz -es hálózati frekvenciát a $25 \div 35 \text{ Hz}$ tartományban kell változtathatóvá tenni.

A példabeli szivattyú hatásfoka jól közelíthető az $\eta=28,33Q-241,7Q^2$ polinommal. Az eredeti munkapontban a hatásfok $\eta=28,33 \cdot 0,0586 - 241,7 \cdot 0,0586^2=0,83$. Az ábrán látható, hogy az eredeti munkapont valóban a szivattyú optimális üzemi pontja. Ez a maximális hatásfok a fordulatszám változtatás miatt kis mértékben



1. ábra. Motor fordulatszám tartomány meghatározása, amely az abszcissa tengelyen jelölt intervallumbeli térfogatáramot valósít meg az adott H_c csővezetéken keresztül.

csökken az η_{\min} fordulatszámú üzem esetén. Az elméleti részben leírt (4) képlet szerinti hatásfok becslés λ paraméterét válasszuk $\lambda=0,6$ -re, ekkor

$$\frac{1-\eta}{1-\eta_{\min}} = 1 - \lambda + \lambda \left(\frac{n_{\min}}{n} \right)^{0,2} = 1 - 0,6 + 0,6 \left(\frac{1235}{1470} \right)^{0,2} = 0,979,$$

és innen a csökkentett fordulatszámhoz tartozó optimális hatásfok $\eta_{\min}=0,826$, ami csupán $0,4\%$ hatásfokromlás.

A szivattyú szükséges $NPSH_r$ értékének növekedését okozza a fordulatszám növelése, ami gondot okozhat, hiszen a meglévő berendezésben rendelkezésre álló $NPSH_a$ érték nem változik és a kavitáció mentes üzem feltétele, hogy kellő biztonsággal $NPSH_r < NPSH_a$ legyen.

Mivel közelítőleg érvényes az affinitás az $NPSH_r$ -re, igaz, hogy

$$NPSH_{r,\max} = \left(\frac{n_{\max}}{n} \right)^2 \cdot NPSH_r = \left(\frac{1707}{1470} \right)^2 \cdot NPSH_r = 1,35 \cdot NPSH_r,$$

Azaz a szükséges $NPSH_r$ 35% -os növekedését okozza a fordulatszám megnövelése, ami jelentős, hiszen az e példában szereplő típusú jól megtervezett szivattyú várható $NPSH_r$ igénye közelítőleg $3,2 \text{ m}$, ami $1,35 \cdot 3,2 = 4,3 \text{ m}$ -re nő a fordulatszám növelés révén.

A munkaerőpiac és az oktatás összhangja

„Az hogy itt vagy,
Hogy van élet és egyéniség,
Hogy zajlik a nagy színjáték
Es te is hozzájárulsz egy sort.
Hogy te is hozzájárulsz egy sort...”
(Walt Whitman)¹

Dr. Dezső György

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

Meghívást kaptam, hogy egyetemi oktatóknak, az általuk fentebb megadott címhez kapcsolódóan beszéljek tapasztalataimról. A meghívók nemes szándéka nyilvánvaló: az energetikus mérnökképzést közelíteni a való élet, a piac elvárásaihoz. Bár előadásommal nagy sikert nem arattam, a téma vitathatatlan fontossága és folyamatos aktualitása miatt, most vázlatosan le is írom gondolataimat.

Nos, hogy milyen (energetikus) mérnökképzés volna ideális, Arisztotelész valószínűleg azt a választ adná, hogy boldog (értsd: sikeres) mérnököket kell képezni. Ha a válasz nem is ad konkrét javaslatokat az oktatás számára, azért Arisztotelész elég okos ember volt ahhoz, hogy érdemes legyen ezt a valószínű választ emlékezetünkbe vésni. Áttételesen talán én sem teszek mást, mint az ő alapigazságát próbálom aprópénzre váltani, azt vizsgálni, hogy a piac milyen tudást, képességeket jutalmaz. Könnyebb volna a feladat, ha ismernénk a piac elvárásait, de adott feladatunk azzal van súlyosbitva, és ebben némileg hasonlatos is a tervező mérnök munkájához, hogy itt nem egy pillanatnyi, hanem egy jövőbeli igényt kellene számításba vennünk és kielégítenünk. Miután a jövőt csak több-kevesebb bizonytalansággal a múlt és jelen tapasztalásaiból tudjuk kivetíteni, fontos volna látni, tudni, hogy a társadalom merre, milyen cél és ideák felé tart. A mai magyar társadalomról ezt meg se tudom fogalmazni, de nem tévedünk nagyot, amikor elmaradottságunk egyetlen előnyéből indulunk ki, az előtünk járóktól, és annak tapasztalataiból próbálunk tanulni.

Tervező mérnökként, nem vagyok a képzés, oktatás, vagyis a mérnökgyar szakembere. Ezért én elsősorban a piaci „vevő”, azaz a munkaadó, és/vagy a volt szellemi társkereső nézőpontjából közelítek a témához, és arról beszélek, hogy véleményem szerint mit kell tudnia a mérnöknek, milyen attitűddel kell rendelkeznie, hogy esélye legyen egy tisztességes piacon sikerrel helyállni.

Kezdő diplomások a német munkaerőpiacon

Elsőként nézzünk egy nyugat-európai példát. Az ismert német CAPITAL című gazdasági folyóirat 12 kérdést intézett a 250 legnagyobb német céghez arra vonatkozóan, hogy milyen kiválasztási elveket követnek kezdő diplomások felvétele során. Átugorva az olyan közhelyeket, mint a német gazdaság jelentőségének méltatása, vagy a magyar gazdasághoz, sőt a magyar gazdaságtörténethez való meghatározó kapcsolódása stb., ami miatt egyébként önmagában is érdemes a konklúzióra odafigyelni, előljáróban a következőkre szeretném felhívni a figyelmet. Kutatások azt bizonyítják, hogy a jó értelemben vett, „megfelelő embert a megfelelő helyre” elv következetes alkalmazása mind munkaadói, mind nemzetgazdasági szinten látványos eredményeket hoz. Tudjuk, hogy egy új munkahely, egy új munkatárs beilleszkedése mindkét érintett fél számára kockázatot jelent: vajon bevállik-e, vajon egymásra találnak-e, és így tovább. A várható munkahelyi teljesítmények azonban bizonyos módszerekkel valamennyire előre jelezhetők, és ezzel az említett kockázat mérsékelhető. A kutatási eredmények azt igazolják, hogy a különböző módszerek és a későbbi tényleges teljesítmények között jelentősen különböző korrelációk vannak. Így pl. az életkor alapján történő kiválasztás esetében -0,01, grafológia 0,02, érdeklődési körök 0,10, a képzésben eltöltött idő 0,10, a munkatapasztalat 0,18, a referenciák ellenőrzése 0,26, a strukturálatlan interjú 0,38, a strukturált interjú 0,51, az intelligencia teszt 0,51 és a próbamunka 0,54 korrelációs együtthatót mutat a későbbiekben tapasztalt tényleges munkateljesítményekkel². Amerikai

kutatások egészen megdöbbentő vállalati és nemzetgazdasági hatékonyságjavulási lehetőségeket igazoltak a korszerű munkaadói kiválasztási módszerek eredményeképpen, ami egyébként egybevág napi tapasztalatainkkal, legfeljebb a mértéke meglepő. A részben vagy egészen kézzel írt, az életkort, az érdeklődési köröket, a képzettséget, munkatapasztalatot és referenciákat előnyben részesítő pályázatok, amelyek manapság még a hazai vállalatainknál dominálnak, igen gyenge korrelációt mutatnak az elvárt eredménnyel, és akkor még a hatékonyságromboló mikszáthi, mórnczi világ zavartalan hazai tovább élését nem is említettem. Visszatérve a németországi körkérdésre: ha a válaszokat egy mondatban kellene összefoglalni, akkor az úgy hangzana, hogy a diplomások jelentkezőkkel szembeni elvárás:

40% szaktudás és 60% egyéb képesség.

A 60%-ra hívom fel a figyelmet, aminek esetleges hiánya vagy elégtelen volta miatt sokszor a 40% sem érvényesül vagy hasznosul. Sokkoló, de mint tudjuk, nem előzmények nélküli megállapítás³.

A következőkben fussuk át röviden a 12 kérdésre adott válaszokat és megoszlásukat, amelyek esetenként jelentősen eltérnek a korábbi szemlélettől, és tükrözik a rohanó világunk teljesítmény- és eredményorientáltságát. Elől az egy-két szavas „kérdés”, majd a válaszok egy-két mondatos értékelése, és ezt követően pedig a táblázat. A táblázatban nemcsak a gépész- és villamosmérnököket szerepeltettem, hanem meghagytam a többi friss diplomást, mert a más szakterületekkel való összehasonlítás is informatív lehet.

1. Gyakorlati tapasztalatok. A német munkaadók véleménye az, hogy az egyes szemeszterek közötti szünet elsősorban arra való, hogy a hallgatók – lehetőség szerint képzettségüknek, szakirányuknak megfelelő területen – munkát vállaljanak, tapasztalatokat szerezzenek a munka világából. Tapasztalatokat gyűjteni, ez az a pont a pályázók életrajzában, amelyre a munkaadók a legnagyobb hangsúlyt helyezik. Értékelik a munkaadók azt a megoldást is, ha a szóban forgó gyakorlatot a pályázó nem náluk, hanem más cégeknél szerezte, mert úgy gondolják, ezzel tágabb látókörű munkatársra tesznek szert, aki fiatal kora ellenére más cégkultúrákat és viselkedési módokat is megismert.

2. Külföldi szemeszter. Különösen az üzemgazdászok és közgazdászok esetében minden harmadik munkaadó nagyon fontosnak tartja, hogy a hallgató legalább egy szemesztert külföldön is hallgasson. Úgy gondolják, ezzel tágul a hallgató látóköre, megismer más egyetemeket, országokat, népeket, kultúrákat. Gépészmérnökök és villamosmérnökök esetén a személyzeti főnökök több mint fele elvárja a nemzetközi tapasztalatokat.

3. Tanulmányi idő. A személyzeti főnökök úgy gondolják, hogy aki felsőfokú tanulmányait szabályos idő alatt, vagy annál rövidebben nem végzi el, az várhatóan a munkában is lassú, kevésbé terhelhető lesz.

4. Tanszéki tevékenység. Néhány évtizeddel ezelőtt még bizonyos tekintélyt jelentett, ha a hallgató az egyetem elvégzése után munkatársként, tanársegédként stb., egy egyetemi tanszéken vállalt munkát. Mára a helyzet alapvetően megváltozott, és a személyzeti főnökök többsége ezt negatívan ítéli meg. Azt tartják, hogy nemcsak a praxis, de még egy doktori disszertáció számára is szerencsésebb, ha az nem tanszéki, hanem gyakorlati szakmai munkán alapszik. Maga a pontozás mutatja, hogy az egyetemi munkát egyetlen egy szakterületen sem értékelik nagyon fontosnak, fordítva, kifejezetten kevésbé pozitívan értékelhető jellemzőként kezelték.

¹ Amerikai költő (1819-1892). A versrészlet utalás N. H. Kleinbaum: Holt Költők Társasága (Lazi Könyvkiadó, 2008.), ill. az 1989-ben készült, azonos nevű híres filmre, ami az Egyesült Államok középiskoláiban tananyag. Az XX. század ötvenes éveiben játszódó történetben a tanár a hivatalos tananyaggal szembe menve arra biztatja diákjait, hogy nyitott szemmel járjanak a világban, és bátran legyenek részesei annak alakításában.

² I. J. Deary: Az intelligencia, Oxford University Press/Magyar Világ Kiadó, 2003.

³ A leggyakrabban a francia Guillet mérnök professzort idézik (pl. Pattantyús-Ábrahám Géza, Bársony János), aki egy 1944-ben megjelent tankönyve bevezetőjében azt írta: „Jó vezető mérnök csak az lehet, akinek lelki és szellemi képességei a következő arány szerint oszlanak meg: 50% erkölcsi erő, 25% általános műveltség, és 25% szaktudás.”

	Fontosság	Üzemgazdász	Közgazdász	Jogász	Gépész- mérnök	Villamos mérnök	Gazdasági mérnök	Gazdasági informatikus
1. szempont Gyakorlati tapasztalat	nagyon fontos fontos nem fontos	81 19 0	73 27 0	62 25 13	63 37 0	60 40 0	76 24 0	72 28 0
2. szempont Külföldi szemeszter	nagyon fontos fontos nem fontos	37 40 23	33 37 30	0 62 38	11 42 47	10 45 45	22 48 30	16 36 48
3. szempont Tanulmányi idő	nagyon fontos fontos nem fontos	12 70 18	23 60 17	25 50 25	5 68 27	5 70 25	6 73 21	4 80 16
4. szempont Tanszéki tevékenység	nagyon fontos fontos nem fontos	0 7 93	0 20 80	0 0 100	0 26 74	0 25 75	0 18 82	0 20 80
5. szempont Tanulási készség	nagyon fontos fontos nem fontos	81 19 0	80 20 0	73 27 0	84 16 0	80 20 0	76 24 0	68 32 0
6. szempont Képesség a csapatmunkára	nagyon fontos fontos nem fontos	77 23 0	77 20 3	73 21 6	74 26 0	80 20 0	70 24 6	64 28 8
7. szempont Elkötelezettsé g	nagyon fontos fontos nem fontos	23 63 14	30 57 13	21 60 19	21 47 32	15 40 45	18 64 18	12 68 20
8. szempont Diploma- munka	nagyon fontos fontos nem fontos	16 42 42	27 37 36	– – –	21 58 21	20 60 20	24 52 24	28 52 20
9. szempont Idegennyelv- ismeret	nagyon fontos fontos nem fontos	23 37 40	23 43 34	21 30 49	16 26 58	10 25 65	18 36 46	20 20 60
10. szempont Az egyetem tekintélye	nagyon fontos fontos nem fontos	5 51 44	7 57 36	6 52 42	5 32 63	5 30 65	3 46 51	4 52 44
11. szempont Jó tanulmányi eredmény	nagyon fontos fontos nem fontos	5 26 69	7 33 60	18 64 18	0 32 68	0 35 65	0 30 70	0 28 72
12. szempont Doktori cím	nagyon fontos fontos nem fontos	2 5 93	7 10 83	0 12 88	0 5 95	0 5 95	0 9 91	0 8 92

5. Tanulási készség. Az egyetem elvégzése nem jelenti a tanulás befejezését, és ebben minden munkaadó egyetért. A technológiai, a piaci helyzetek gyorsan változnak, és ehhez kapcsolódóan új elméletek, megközelítések, számítási módszerek, elvárások és előírások jelennek meg. Ezért a munkaadók a diplomás pályázóktól az új iránti nyitottságot, a naprakész tudás iránti elkötelezettséget várják el, és ez nem azonos a munkaadók által szervezett rendszeres tréningekkel, hanem a pályázótól kifejezetten a személyes erőfeszítést kívánják meg.

6. Képesség a csapatmunkára. A diplomás tevékenység napjainkban alapvetően csapatmunka. Egy-egy mérnöki létesítmény megtervezése is tucatnyi szakember együttműködését kívánja meg, de együtt kell működni a kollégákkal, a megbízóval, a hatóságokkal, a szállítókkal, a kivitelezőkkel stb., ezért a munkaadók a csapatmunkára való képességet már az első beszélgetés során hangsúlyosan vizsgálják. A legjobb esélyei azoknak a pályázóknak vannak, akik vitáképesek, de mások gondolatait nem rögtön bombázzák szét, hanem kritikájuk tárgyyszerű marad, de legfőképpen maguk is jól viselik a bírálatot, és a kritikai hangvétel ellenére is érzik a közös munka felelősségét, és persze siker esetén a közös alkotás örömeit⁴.

⁴ Érdekes kapcsolat van a kreativitás, mint elsősorban személyes képesség, és a csapatmunka között. A kiemelkedő hazai kreativitásnak hagyományosan nagy jelentőséget tulajdonítanak, nagyobbat, mint amit valós eredményeink indokolnának. Ebben szerepet kap, hogy a Nyugattól való lemaradásunk ledolgozása, provincializmusunk levétközése, az autoriter helyett a demokratikus vezetési, szervezési mód átvétele nehéz, fáradtságos, kitartást igénylő feladat volna, ezért kényelmesebbnek tűnik néhány jelentősebb alkotásra, vagy alkotóra hivatkozni. Ez a módszer viszonylag kis befektetéssel javítja az önképünket, ezért ma is megfigyelhetjük pl. a tömegkommunikáció híreibe, a politikai kommunikációban. Ennek bizonyára van pozitív hozadéka, egy szinten túl azonban valóságtorzító hatása miatt többet árt, mint használ. (Lásd még MTA Filozófiai Kutató Intézet recepció és kreativitás kutatását. Palló G. szerkesztésében: Teremtő befogadás. Összefüggések, tanulságok című kötet, Áron Kiadó, 2004.) Széteső társadalmunkban valószínűleg helyesebb, ésszerűbb arányt kellene találnunk a fejlesztendő csapatmunka, a közösségi intelligencia és a túlhangsúlyozott egyéni kreativitás között, anélkül, hogy ez utóbbi valós tartamáról és fontosságáról lemondanánk.

7. Elhivatottság. A munkaadók szerint a legfontosabb kérdés, hogy a pályázó később, mint szakterületének specialistája, vagy irányítója, képes lesz-e más embereket irányítani és motiválni.

8. Diplomamunka. A munkaadók szívesen látják, ha a pályázó diplomamunkáját az illető cég által megadott, vagy ahhoz szorosan kapcsolódó témában készítette. Ez részben bemutatja, hogy a pályázó azokat a kérdéseket, amelyekkel az egyetemen nem is találkozott, de a gazdaság, vagy éppen a cég számára fontosak, miképpen tudja kezelni. Ha a diplomamunka kifejezetten arról a cégnél készül, ahol a pályázó elhelyezkedni szeretne, akkor ez a munkaadó döntésében azt a könnyebbséget is jelenti, hogy a pályázó együtt dolgozott a cég munkatársaival, kölcsönösen megismerték egymást, segít annak a nem könnyű kérdésnek az eldöntésében, hogy a beilleszkedés és együttműködés gyümölcsöző lesz-e.

9. Idegennyelv-ismeret. A „nemzetköziség” egyszerűen alapkövetelmény. A munkaadók – háromból kettő – alapfeltételként egy idegen nyelv tárgyalóképesség ismeretét, és egy további nyelv legalább megértését tartják minimumnak. A mérnökök és informatikusok számára – ez a táblázatból nem érzékelhető – az angol nyelv nagyon jó ismeretét tartják fontosnak. (Ne felejtjük, hogy itt németről van szó.)

10. Az egyetem tekintélye. Az egyes felsőoktatási intézmények, szakirányok, sőt tanszékek között is jelentős színvonalbeli különbségek vannak. Ezt a munkaadók személyzeti vezetői naprakészen ismerik, ezért különbséget tesznek a jelentkezők között abban a tekintetben is, hogy melyik egyetemen végeztek. Az egyetemek minősítése során, nagyon leegyszerűsítve, három szempontot vesznek figyelembe: az oktató személyzet képességeit, a hallgatók összetételét és színvonalát, és az infrastruktúrát.

11. Jó tanulmányi eredmény. A jó jegyek (a jogászok kivételével) már ré-

gen elvesztették a fontosságukat. A vizsgákon csak az elméletet kérdezik vissza, és a vizsgáztatók, ha a hallgatótól visszahallják saját előadásukat, vagy jegyzetüket, akkor igen nagyvonalúan osztják a jegyeket. Mivel az egyetemek szavahihetősége a minősítés tekintetében már régen megingott, a pályázónak magának kell szakmai elkötelezettségét, képességét bizonyítania. (Gondoljunk pl. a nyelvvizsgára, aminek automatikus elfogadása helyett mindenütt meghallgatják a jelöltet.)

12. Doktori cím. A mai rohanó világban a praxis a legfontosabb, így aki a doktori cím megszerzésére több évet elpazarol, az később számos szakmai ügyben megkésett újoncként jelenik meg a munkaerő piacon. Talán a pályafutás későbbi fázisában, amikor a vezetői ranglistán való előrelépésről van szó, akkor némi előnyt jelenthet a tudományos fokozat. Mindenekelőtt azonban csak azoknak ajánlható, akik a szakmai munkát később fel szeretnék cserélni az oktatással, vagy a tudományos munkával, de a sikeres szakmai pályához nem szükséges.

A bemutatott felmérés voltaképpen arra kereste a választ, hogy mely kritériumok fontosak a jó értelemben vett szakmai karrier szempontjából, a piaccgazdaságban pedig nyilvánvaló, hogy a karrier – ehelyütt kényszerűen leegyszerűsítve –, a képességek és tudás piac általi visszaigazolása. A felmérés, amelynek tapasztalatai a német egyetemi és főiskolai hallgatók számára mélyreható következményekkel jártak, hiszen azt mutatja, hogy a munkaadók korábbiaknál nagyobb hangsúlyt fektetnek az effektív mérnöki alkotó munkára, annak gazdasági és társadalmi hasznosságára. Erre egészen nyilvánvalóan a globális verseny szorítja őket⁵, és ők a mérnöképzésben így reagálnak a kor új kihívásaira. Számításba kellett venniük, hogy a szakmai életben a semmiféle gyakorlati hasznót nem hozó olyan elméleti tanulmányok, amelyeknek érvényessége gyakran egyébként is csak éveket él meg, drámai módon elveszítettek jelentőségükből az eredményorientált mérnöki munkában. A biztosabb, időállóbb és jobban elsajátított alaptudás, és több gyakorlati tudás megszerzése irányába látszik az életképes megoldás.

A hazai munkaerőpiac elvárásairól

A következőkben nézzük a nem könnyű hazai helyzetet. Az egyik nehézség, hogy a mérnökség, de akár az energetikai mérnöktársadalom is nagyon struktúrált. Lassan negyed századdal a rendszerváltozás után talán indokolt volna, ha pl. a kamara végezne/végeztetne egy felmérést a hazai mérnöktársadalomról. Tapasztalataim alapján elsősorban a tervező mérnökkel kapcsolatos véleményemet fogalmazom meg, de még ez a kör is erősen differenciált.

E helyütt célravezetőbbnek tűnik azonban, ha példaként egy életszerű feladatból indulunk ki. Jelentkezik egy megbízónál egy mérnöki munkát igénylő feladat, amit a megbízó vagy közvetlenül kiad, vagy megpályáztatja. A mérnöknek, hogy esélye legyen a feladat elnyerésére, elérhetővé és ismertté kell tennie magát, referenciákkal kell rendelkeznie, és mint vállalkozónak meg kell alapoznia valamilyen módon a potenciális megrendelők bizalmát, versenyképes ajánlatot kell kidolgoznia, esetleg pályázni kell. A pályázathoz fel kell mérnie, hogyan, mennyiért, mekkora ráfordítással tudja a feladatot megoldani, milyen további szaktervezőket kell bevonnia, azok milyen áron, határidővel és kockázattal teljesítenek. Mondhatni, egy külön művészet, játékelméleti bravúr egy nyerőesélyes ajánlat, vagy pályázat összeállítása. Fel kell mérni a kockázatokat, biztosításokat kell kötni, jogilag is meg kell felelni, és a mérnök oldaláról is jogi nyilatkozatokat és kikötéseket kell tennie. Át kell tekinteni a várható költségeket, annak finanszírozási lehetőségeit, esetleg hitel kell igénybe venni, amíg a honorárium kifizetésre nem kerül. Ha a mérnök mindezeket sikeresen teljesítette, és mondjuk tízből egyszer el is nyerte a munkát, akkor kezdődhet az effektív tervezési

⁵ Aki ismerte például a 30...50 évvel ezelőtti német és angolszász országok szakirodalmát, az emlékezhet arra, hogy egy adott témában pl. az előbbi 15 oldalas levezetése helyett pl. az amerikaiban egy diagram szerepelt. A nyelvtől függetlenül is, egyszerű rápillantással is meg lehetett mondani, hogy milyen kiadású a szakkönyv. Tessék ma megnézni egy német szakkönyvet, hogy mennyit változott, és mennyire kezd hasonlítani pl. az amerikai kiadásokhoz.

munka, ami természetesen csak egy töredékében áll az egyetemen tanult mérnöki alapeladatokból, hiszen szerződnie, folyamatosan irányítania, szerveznie, ellenőriznie, tárgyalnia kell a megbízóval, a társtervezőkkel, a kivitelezőkkel, a szakhatóságokkal, bankokkal. Vitatkoznia és érvelnie kell, szállítói ajánlatokat kell bekérnie, a szóba jöhető műszaki megoldásokat és szállítói ajánlatokat kell értékelnie, mérlegelnie kell a szóba jöhető szerkezeti anyagokat, technológiákat, minőséget, megbízhatóságot, referenciákat, árakat és hozamokat, kezelnie kell a kockázatokat, figyelnie kell az iparjogvédelmi kérdésekre, stb., össze kell tudni hasonlítani a különböző komplex műszaki megoldásokat, meg kell találni az optimális megoldást, gondolnia kell saját munkájának, és a projekt megvalósításának minőségbiztosítására, a megvalósítás organizációjára. Magának a tervezési munkának is vannak szabályai, normái (miként az orvosi, vagy jogi eljárásoknak), azzal a különbséggel, hogy ezek sehol nincsenek leírva, és sehol nem oktatják. Mindeközben a mérnök maga is vállalkozó, így gazdálkodnia kell, ismerni ennek naponta változó szabályait, mindemellett ellent kell állnia a különböző emberi gyarlóságoknak, és kísértéseknek, amik nemcsak morálisan vállalhatatlanok, de nagy valószínűséggel magát a projektet is kizozdítanák az optimális megoldásból. Manapság a szerződéses kapcsolatok során keletkező viták tekintélyes része perbe torkollik, így a jogokról is illene valamennyit tudni, és így tovább. A leírtak természetesen csak igen vázlatosan mutatják a tervező mérnöki mindennapok komplexitását. Mondhatni, hogy itt nem egy szokványos, hanem egy igen sokszögletű sakktablán kell játszani, és lehetőleg nyerni, miközben az összes többi szereplő is lépeget, és nyerni szeretne. Talán e töredékes leírás is mutatja, hogy bizony mindehhez nem látszik elégségesnek annak ismerete, hogy mondjuk a huszárral L-alakban lehet lépni. Ha a mérnöképzés nem foglalkozik mindezen ismeretek legalább vázlatos bemutatásával, a normakövetés megalapozásával, hogy érthetőbb legyen: legalább a mérnöki „tízparancsolat” bemutatásával, akkor az a kérdés merül fel, hogy vajon a mérnök ezeket az ismereteket hol, és milyen egyéni és társadalmi áldozatok, kudarcok árán szerzi meg. Tudom, hogy mindez, különösen a felsőoktatásban dolgozó oktatók számára sokkoló. Ők szeretnék a steril műszaki tudomány keretei között maradni, azt művelni, kutatni, fejleszteni, publikálni, oktatni. Csak hát ez messze nem fedi le a tényleges feladatot. Vagyis más úton és logikával, de visszajutottunk a fentebb ismertetett német 40/60%-hoz.

A továbbiakban még néhány kósza gondolatot fogalmazok meg, ami talán mérlegelésre alkalmas.

- Mivel az intellektus szempontjából sok minden már eldőlt, mielőtt a hallgató az egyetemre bekerül, természetesen fontos volna a színvonalasabb előképzés, a bajok ugyanis már ott kezdődnek. A jobb válogatás érdekében a jobb egyetemi marketing, a nagyobb hírverés, a jelentkezők szofisztikáltabb válogatása valamit segíthet (a cikk elején említett tesztelés és valós teljesítmény közötti gyenge vagy erős korreláció természetesen ebben a kiválasztásban is működik). Sokan felhorkannak, de látni kell, hogy Magyarországon a felsőoktatás korábbi évtizedek zárt világában sem volt jobb, legfeljebb – mint sok minden mást –, az emlékeket az idő megszüpíti⁶. Időközben azonban kinyílt a világ, egyre többen végeznek részben, vagy egészében külföldi egyetemeken. Éles a nemzetközi verseny az egyetemi oktatásban is, és persze verseny van a jó mérnökökért is. Ha ebben a

⁶ Néhány éve az MTA Filozófiai Kutatóintézete kutatást végzett a magyar Nobel-díjasokról. Néhány sor a tanulmányból: „Wigner Jenő fizikai Nobel-díja, nem Eötvös fizikai munkásságával függ össze, Hevesy György kémiai Nobel-díja nem Than vagy Buchbök tudására épült. Tudományos iskoláik a határon kívülre estek. Polányi Mihály Németországban lett fizikai kémikus, Teller Ede ugyanitt tanulta meg a kvantumelméletet, Neumann János a matematika axiomatikus vizsgálatát, Szent-Györgyi Albert Cambridge-ben a korszerű biokémiát. Sikereik magyarországi komponense az esetek többségében szakterületükön kívül keresendő: az iskolán kívüli oktatásban (pl. tanulmányi versenyek), családi inspirációkban, intellektuális körökben (például Galilei Kör), irodalomban (Ady, Madách), a politizáló, világmegváltó légkörben, filozófólo hajlamban és hasonlókban.” (Lásd még MTA Filozófiai Kutató Intézet recepció és kreativitás kutatását. Palló G. szerkesztésében: A honi Kopernikus-recepciótól a magyar Nobel-díjakig című kötet, Áron Kiadó, 2004.) (Ugyanezt erősítik meg a kiterjedt amerikai kutatások is.) Oláh György egy nyilatkozatában azt mondta: „Annak ellenére lettem Nobel-díjas, hogy tanulmányaimat itthon végeztem.”

versenyben lemaradunk, akkor a legjobbjaink elhagyják az országot, miékként ez a folyamat jelenleg is zajlik. A rendszerváltozás előtti évtizedekben egy-egy hazai fiatal mérnök jellemző életútja az volt, hogy bekerült egy nagyobb intézménybe, ahol hónapokon, nem ritkán éveken keresztül a vállalat egyes részlegeit járta végig, majd kikötött valamelyiknél. Ez voltaképpen egy rejtett posztgraduális képzés volt. Manapság ezt nagyon kevés vállalkozás tudja megengedni magának, és azonnal bevetendő mérnökökre tartanak igényt, arról nem is beszélve, hogy mérnökök ezrei dolgoznak különböző vállalkozási formákban egyedül, vagy legfeljebb ketten-hárman összedolgozva. Mind a kezdők, mind a már szakmagyakorlók hihetetlen erőfeszítéssel, energiárfordítással tudnak így-úgy a felszínen maradni. A dolog egyszerűen rendszerszinten nincs megoldva. Míg egyes engedélyhez kötött szakmagyakorlók esetében (pl. az orvosoknál, ügyvédekéknél) ez legalább konstrukciójában elvileg megoldott, a mérnökök esetében ez teljesen hiányzik. Logikusan elsősorban a kamarának kellene ebben az ügyben cselekednie, de a kamara érzéketlen ezekre a problémákra.

- Foglalkozni kellene a gondolkodással magával, végül is a mérnök mindezek előtt a „fejével” dolgozik (pl., hogy mi a racionális gondolkodás, és mik a korlátai, mi a hallgatólagos vagy tacit tudás, mi az altruizmus, mi az érzelmek/érzések és a racionális gondolkodás kapcsolata, mit kell érteni kreativitáson stb. Pedig az egyetem többek között ezeknek a képességeknek az előhívására és szisztematikusan fejlesztésére volna alkalmas⁷. A mérnök mindennapi munkája során számos érzelmi motiváció is jelen van, ilyen pl. a szakmaszeretet, a problémamegoldás intellektuális öröme, a munkája fontosságának érzése, a becsvágy, a bizalom, stb. Ezek is a szerzett tulajdonságok részei, vagyis az ember az érzéseket/érzelmekeket is tanulja. (Az persze nagy kérdés, hogyan adja át valaki a hallgatóknak az alkotás örömet, ha soha életében nem alkotott mérnöki létesítményt.)
- A mérnöki munka folyamatosan változik. Változik a tudomány, változik az elmélet, változik a technika, változnak a társadalom igényei, változnak a feladatok. (Ahogy Bay Zoltán mondta: „A tudományban nincsenek elraktározott ismeretek, hanem élő, folyton változó, alakuló, fejlődő ismeretek vannak.”) Mindezzel lépést tartani, az oktató személyzettől is, és a praktizáló mérnököktől is nagyon nagy erőfeszítést kíván meg. Véleményem szerint ezt a problémát csak az egyetemek és az ipar jelenleginél erősebb, nyitottabb együttműködésével lehet megoldani. Emellett a mérnöki gyakorlatban innovációban kell gondolkodni, nem pedig „számítan példákat” megoldani, ezért ezt már az oktatásnak is tükrözni kellene⁸. Összetett esettanulmányokon keresztül lehetne a tanulókat a valósághoz közelebb vinni, mert az a tapasztalat, hogy valós feladatok esetén a kezdő mérnökök nehezen tudják a tanulókat mozgósítani, miközben a döntési szempontok nagyobbik feléről tanulmányaik során még csak nem is hallottak.
- Fontos volna mérnököknek, az energetikusoknak különösen, társadalomtudományi ismereteket is oktatni, elsősorban közgazdaságtant, mindenekelőtt a modern piacelmélet alapjait, a versenyhelyzetet és annak szabályait, logikáját, az ún. „jó” és „rossz” kapitalizmust és ismérveit, hiszen a mérnökök ilyen gazdaságban fogják tevékenységüket kifejteni. A piacgazdaságban a megbízó, vagy befektető többnyire azt akarja elérni, hogy 1 Ft-ból 1 Ft 20 fillér legyen. (Ahogy Richter Gedeon mondta: „A gyógyszer nem bevenni, hanem eladni kell.”) Ennek a folyamatnak, vagy ennek a „színda-

rabnak” a mérnök, és a mérnöki munka egyik fontos szereplője, de többnyire nem főszereplője. Ezt a szerepet is meg kell tanulni, ill. meg kell tanítani, hogy a tervező ebben a bizalmi helyzetben azonosulni tudjon az alapvető feladattal, céllal, mert így lehet valaki a „megbízó mérnöke”, anélkül természetesen, hogy a fontos jogi és erkölcsi követelményeket fel kellene adnia. A mérnökség továbbá nemcsak hivatás, hanem megélhetési forrás is. Ha a cél sikeres mérnököt képezni, akkor ezen a téren is kell valami használható tudást (önmenedzselés, öngondoskodás stb.) a hallgatóknak adni.

- A műszaki tudományokat, a mérnöki eljárás szabályait, stb. dinamikájában kellene tanítani, hogy azok ne váljanak dogmává, hogy a hallgatók megérezzék, itt egy számukra is „felülről” nyitott világról van szó. Most itt tartunk, de ahogy Whitman írja: „... te is hozzáírhatasz egy sort...”. Ez talán még többlet inspirációt is adhat a hallgatóknak. Már az én generációm életében is számos olyan mérnöki eljárás, számítás ismert, amely legalább háromszor alapvetően megváltozott a 35...40 év alatt, és a tempó eszeveszetten gyorsul. Fontos volna továbbá legalább áttekinteni a XX. és XXI. század tudományfilozófiáját⁹, mert e nélkül nehezen képzelhető el, hogy az éppen tanult műszaki tudományos ismereteket helyi értéken lehetne kezelni¹⁰. A mérnök az emberi társadalom számára dolgozik, hogyan lehetne ebből az „embertudományokat” kihagyni? Ráadásul az alkalmatlan technokrácia¹¹ helyett egy toleránsabb szemlélettel ajándékozna meg a jövő mérnökeit.
- Nyakunkon a Wikinómia¹², az elektronikus gazdaság és elektronikus társadalom, ami számottevően más munkakultúrát is jelent. Az új generációt tudatosan erre kellene felkészíteni, és természetesen a web 2.0 bizonyosan nem a „végállomás”. Az egyetemi munka sok tekintetben kínálja is erre a lehetőséget, hogy ezen a területen meghaladja a jelenlegi hazai gyakorlatot, hiszen a személyi feltételek és az eszközök is adottak, csak megfelelő szemlélet szükséges, hogy a jelenleginél progresszívebben éljenek a lehetőséggel. Vegyük elő a fantáziánkat: induljunk el a hyper egyetem felé: az egyes jegyzetek Wikipédia technikával készülnek, a különböző jogosultsági szinteken az oktató és hallgatók mellett bekapcsolódnak a regisztrált szakemberek, szakcégek. Várható eredmény: a technika állásának megfelelő, naprakész tananyag, kialakul egy tudástár, a szakma bekapcsolódik az oktatásba, a hallgatók bekapcsolódhatnak a kutatás-fejlesztésbe, kialakul az egyéni kreativitás és a csapatmunka egy jobb kombinációja stb.

Összefoglalás

A magyar mérnökség, benne a mérnökképzés is, számos nehézség közepe él mindennapjait, mégis az a véleményem, hogy még mindig több van a kezünkben lévő lapokban, mint amit lejátszunk belőle. Progresszív szemlélet, nyitottság a sikeresebb országok megoldásai felé, még a jelenlegi peremfeltételek mellett is több eredményre vezetne. Ráadásul az energetika az egyik legtehetősebb szakma, amelyik érdekelt a színvonalas oktatásban, és ezért áldozni is hajlandó. Meg kellene próbálni, aligha van ennél fontosabb, szebb és izgalmasabb feladat, a kockázat pedig kisebb, mintha nem történik semmi.

⁹ Pl. Karl Popper, Thomas Kuhn, Lakatos Imre, Paul Feyerabend stb.

¹⁰ Azt gondolom, hogy egy színvonalas rendszerező elv talán segít annak a hibának, szülőköröségnek a mérséklésében is, aminek nap mint nap tanúi és kárát elszenvedő alanyai vagyunk. Az a mérnök, aki a teljes latin és görög ABC felhasználásával pl. kizárólag a hatásfokokkal és áramszámokkal foglalkozik, és ezekből von le a jövőre vonatkozó világmegváltó következtetéseket, az olyan, mint az az autóvezető, aki csak a sebességmérőt, és a fajlagos fogyasztást figyeli, de nem érdekli, hogy kocsija milyen, jó vagy rossz irányba halad-e. Paradox módon a legjobb adatokat, a kis fogyasztást és nagy sebességet éppen a szakadékokban fogja majd elérni.

¹¹ Itt a technokráciát, mint filozófiai paradigmát értem, miszerint a társadalom olyan mint egy nagy gép, amit hasonló módon és technikával lehet kezelni, úgy mint egy műszaki problémát. (Dezső Gy.: A mérnökségről másképp, Mérnök Újság 2004. június, ill. Magyar Energetika 2004/3.)

¹² Utalás D. Tapscott és A. D. Williams: Wikinómia, Hogyan változtat meg mindent a tömeges együttműködés (HVG Kiadó, 2007.) című könyvére

⁷ Mint közismert, az oktatásban két meghatározó nagy irányzat van. Az egyik a klasszikusnak mondható, a társadalmi folyamatokat újratermelő, a másik az új minőséget megcélzó oktatás. Mind a társadalmi előzményeink és perifériális helyzetünk miatt, mind a technika és tudomány szédületes fejlődése következtében, véleményem szerint a mérnökképzésben (is) mindenképpen a második megoldás ígérhet csak esélyt. Ebben az új minőséget létrehozó stratégiában nem lehet megmaradni a hozott kulturális adottságoknál, hanem az alkotószándékot, a problémamegoldó képességeket, stb. jelentősen tovább kellene fejleszteni.

⁸ Ezt hívtam „paprikás krumpli effektusnak”. A klasszikus rendszer szerint a probléma kezelésére létrejön egy paprika, és egy krumpli tanszék. De ki tud itt végül is paprikás krumplit főzni, és főképpen ki tudja a paprikás krumpli főzést a hallgatóknak megtanítani?

Szabó Benjamin 80 éves

Szerkesztő bizottságunk tagjaként az Energiagazdálkodás 2011. évi 1. számában mutattuk be Szabó Benjámint, az ETE Szenior Energetikus Klubjának vezetőjét, aki 1932. augusztus 20-án született Mezőberényben, a törökdúlás után elnéptelenedett, majd az 1700-as években háromajkú nemzetiséggel betelepített, 1989-ben városi rangot kapott alföldi nagyközségben.

Születésnapja alkalmából rendhagyó módon, az unokája számára tollba mondott, a békés együttélésre példát mutató vallomásának a szemlélet rovatunkban való közzétételével gratulálunk. A fiatalokat sokszor felülmúló aktivitásához, jó erő, egészséget kívánunk.

„Kezdem azzal, hogy Schupkégel nagyapám, aki néhány hónappal születésem előtt meghalt az elmondások szerint egy németiségére és paraszti gazdálkodására büszke, úgy mondták a családban „rátarti” ember volt. Hat felnőtt gyermekük volt, akik 1901 és 1912 között születtek. A három lány mind magyar iparos fiúhoz ment férjhez. A három fiú közül egy vett el német gazda lányt a másik kettő magyar lányt választott feleségül. Az, hogy a gyerekek elsősorban szerelemből választottak társat az számomra, megélve egyértelmű, de úgy tudom, hogy az etnikai közösséghez még jobban ragaszkodó szülők az idők szavát megértve ezeket a házasságokat nem különösebben elleneztek. A német ajkú nagymamám 5 éves koromig, ha velem volt magyarul beszélt a gyerekeivel sokszor váltott németre, szerintem, csak azért mert neki így könnyebb volt. Édesanyámat sosem hallottam, hogy a testvéreivel németül beszélt volna. 7 éves koromig a nagyon bensőséges és a kornak megfelelő családi „modern” gondolkodás vett körül. Ehhez az is hozzájárult, hogy a Schupkégel családban 3 leány unoka után én voltam az első fiú.

Az Édesapám, akit szülei korai halála miatt nagyszülei neveltek, lakatos segéd volt és még házassága előtt több évig dolgozott Budapesten, a magyar rész központja közelében rendelkezett egy örökölt házrészszel, én itt születtem második gyermekként a „magyar óvoda és iskola” szomszédságában. **Édesanyám három fiú testvére tanyákon gazdálkodtak.** Az otthoni békés környezet és a gyakran látogatott tanyavilág emlékeimben csodaként él.

Aztán bekövetkezett a tragédia, édesanyám egy gyermekkorában szerzett betegségben meghalt. A gyermekeihez ragaszkodó édesapámnak az akkori idők lehetőségei mellett egy választása volt, hogy rövid idő elteltével újra megnősült. Egy Mezőberényi „tót”szlovák nemzetiségű lányt vett feleségül, így kerültem 18 éves koromig a harmadik berényi etnikummal is szoros kapcsolatban. 13 éves koromtól ott is laktunk a múlt század elején épült, kimondott szlovák típusú házban, amelyet úgy hívnak, hogy „ulicskás ház”. Az ulicska az a kis folyosó, amely a kerítés és a ház vége között van.

Ez az öt év Mezőberényben, amikor már félig tudatosan építkezik az ember a megélt élményekből a jövőre nézve számomra kiemelkedő fontosságú, egész életemre talán éppen a Mezőberényi sokszínűség miatt. A polgári iskola 3. és 4. osztályát itt jártam és az osztálytársaim az akkor már nagyon feloldódott berényi etnikumokhoz tartoztak, sőt volt egy negyedik csoport. A szomszédos 7 km-re lévő községben Köröstarcsán nem volt polgári iskola és vagy hatan onnan jártak az osztályunkba. Ez egy tiszta magyar református község volt és azért említem őket külön,



mert mai gondolkodással nem volt meg bennük az a tolerancia a más nemzetiségű kultúrák tekintetében. Ők az osztályon belül jobban elkülönültek.

Én nagyon jól éreztem magam ebben a közösségben és sok társam családjánál megfordulva szívtam magamba a nemzetiségi eltérő és közös magatartásokat. Számomra viszont a mezőberényi élet igazi megismerése 1946-tól 1950-ig tartott. Amikor is egy mezőberényi kisiparosnál villanyszerelő szakmát tanultam, majd később, mint segéd is itt dolgoztam. Mint villanyszerelő nagyon sok házban, más szakmák műhelyeiben dolgoztam. Bár olvastam, meg másoktól a családban is halottam, hogy a különböző etnikumokhoz tartozó emberek gondol-

kodása életmódja természetesen differenciálva miben tér el. Ezt akkor én konkrétan megtapasztaltam.

Mindenekelőtt három fontos általános megállapítást szeretnék rögzíteni:

- Ebben az időben már alapvetően csak az idős 50-70 éves korosztály beszélt egymás között a saját anyanyelvén. Teljesen általános volta magyar nyelv használata. Az idősöknek talán nemzeti büszkeségből jól esett, ha a saját nyelvükön köszöntöttük. Én magam talán három olyan idős néni ismeretem, aki nagyon törve beszélt a magyart.
- Mezőberény gazdasági és kulturális fejlődésére nagyon pozitívan hatott, hogy a különböző mértékű vagyonosodás mellett, nagy birtokok nem alakultak ki, akkori más településektől eltérően pl. kevés volt a „nincstelen család”. Ezen belül vitathatatlan, hogy különösen a XIX. században a XX. század elején a mezőberényi lakosok vagyonszerzésben versenyeztek egymással etnikai csoportokon belül is.
- A legfontosabb, amit általánosságban, el kell mondani, hogy minden korábbi különállási törekvés, és egy állandó rivalizálás mellett, amióta tudatosan gondolkodom egész a mai napig könyvekből, újságokból, ünnepeken, a múzeumokban, a honlapjukon az emberekkel történt beszélgetésnél mindig éreztem és érzem ma is azt a büszkeséget, hogy ezt a várost mi a sok tájról más gondolkozásból jött emberek, „őseink” kemény munkával hoztuk létre. A mindennapi nehézségek mellett boldogan éljük benne napjainkat. Nem beszélve arról, hogy a város szülőiteiből híres orvosok, tudósok vezető állami tisztég viselők, művészek, mint pl. Orlai Petrcs Soma országos szinten öregbítették a város hírnevét.

A továbbiakban megpróbálom a saját átélt tapasztalatom alapján jellemezni az egyes etnikumok általános életvitelét.

Kezdem a németekkel:

- Már az a tény, hogy az általam ismert mezőberényi lakosok ősei valahonnan egy jobb élet reményében ide települtek, vállalva a kezdeti nehézségeket, a bizonytalanságot, azt jelenti, hogy a betelepültek eleve vállalkozó szellemű dolgos emberek voltak. Különösen igaz ez a németekre, akik nagyon messziről jöttek egy ismeretlen országba.
- Valószínű, hogy az itteni kezdeti elhelyezkedési feltételek minden nemzetiség számára közel egyformák voltak, erről én magam is

meggyőződtem, mert jól ismertem a községhez tartozó szinte teljes tanyavilágot is.

- Az 1900-as évekre a legvagyonosabb családok zömében németek voltak, náluk a vagyonszerzés volt az alapvető cél még családon belül is versenyeztek, hogy kinek van a legtöbb földje, állat állománya, vagy éppen nagyobb háza. Én is ismertem egy idős német nagygazdát, akinek a cséplőgépénél édesapám sokáig gépész volt és munkabírásban, akaratban példaképe is volt, aki maga még 50 éves korában is napi 16 órát dolgozott, napi 10-15 km-t tett meg gyalog. Ő pl. egyszer ilyet mondott a családjának: „Itt van közelben egy jó áron eladó föld, még akkor is megvesszük, ha egy évig levelesen, só nélkül kell élni.” Idős korában is, pl. amikor elvágta a kezét, és amikor már, minden féle gyógyszereket lehetett kapni, Ő bement a konyhába és jól megsózta a sebet, meg se szisszent és a seb nem fertőződött el.
- A vagyon gyarapodásáért maguk is dolgoztak, a gyerekeiket már nagyon fiatalon kemény munkára nevelték, és a náluk csak az a munkás maradhatott meg, akik átvették a saját tempójukat.
- A gazdaságuk fejlesztése érdekében, hamar felismerték a gépesítés fontosságát, de a mindenkor és mindenütt használható lovat még az 1940-es években is nagyon fontosnak tartották.
- Az étkezés választékában az volt számukra fontos, hogy a munkához minden időben erőt adjon. Télen januárban disznóvágáskor pl. megtöltötték kolbásszal a disznó gyomrát, amelynek vastag bőre volt, hogy megfűstölve még szeptemberben is erőt adó hús táplálék legyen. Én két tipikus német ételt jegyeztem meg és máig is szeretek ez a savanyú húsmártás meg a gőzgaluska,
- Fontos volt számukra a tisztaság, mert az egészséges munkaképességnek ez az alapja. Német székér előtt nem lehetett ápolatlan lovat látni, amikor német családhoz mentünk villanyt szerelni és piszkot csináltunk azt fel kellett takarítanunk, ha azt akartuk, hogy máskor is minket hívjanak.
- A barátság náluk elsősorban a szakma ismertén és a munkabíráson alapult, az ilyen munkaerőt, meg is becsülték.

Bebizonyítani nem tudom, de valamilyen mértékben a magunk életét (magamét és a családomét, beleértve unokáimat is), azoknak a vállalkozó ősöknek tulajdonítom, akik az életükben **többet akartak az átlagnál** és valahonnan, a Rajna mellől elindultak az ismeretlenbe egy „gazdagabb” élet reményében.

Én a XX. század közepén egy nagyon jól fizetett szakemberként édesapám és a környezetem lebeszélése ellenére 20 éves koromban a polgári iskola végzettséggel nem elégedtem meg és tovább tanultam. Mérnöki diplomát szereztem.

Később a feleségemmel családot alapítva az élet által felkínált lehetőségek közül mindig a nehezebb, de rizikóval járó feladatokat választottuk. Így vehettem részt, mint vezető 15 éven keresztül a huszadik század legnagyobb hazai ipari létesítményének a Paksi Atomerőmű sikeres megépítésében.

A szlovákok:

- legalább olyan dolgozó emberek voltak, mint a németek, talán még dolgozóbbak, de náluk a vagyonszerzés nem volt olyan elsődleges.
- Az én ismeretem szerint, mivel köztük is éltem a konyhaművészetük kiváló és nagyon széles körű volt. A máig fent maradt mondás szerint, a más nemzetiségű asszonyok tőlük tanultak jó és tartósan eltartható kenyeret sütni. Mint villanyszerelő, ha véletlenül akkor mentünk egy házhoz, amikor kenyeret sütöttek, mindig azt sajnáltuk, hogy nem volt több gyomrunk. Ott volt káposztás, brinzás, tejfőlés lángos, friss lekváros kalács.

- Barátságos vendégszerető családok, voltak, számukra nagyon fontos volt pl. a jó szomszédság, az esték együtt töltése. Pl. ha valaki disznót vágott télen arra számíthatott, hogy este bohócosan megjelennek a közeli szomszédok, hogy meglekintsék az eredményt.
- Náluk az asszonyok szerepe nem a szigorú gazdasszony volt, hanem a család számára mindent biztosító, de egy kicsit háttérbe húzó gondos anya volt.

A magyarok:

- Az én véleményem szerint nem voltak sosem féltékenyek a náluk többségben és talán jobb módban élő másik két nemzetiségre. Sokkal kevesebb volt közöttük a tisztán mezőgazdaságból élő gazdálkodó. Az én családomban visszamenőleg a dédnagyapámig „kétlaki” életet éltek. Iparosok voltak, fa esztergályos, szabó, édesapám lakatos. Elsősorban ebből éttek, de fontos volt számukra egy kis föld, kert, egy kis állattartás, hogy a legfontosabb élelem a család számára megteremjen.
- Az én időmben, a legtöbb családban valaki, vagy az iparban, a vasútnál, postánál, a kereskedelemben dolgozott. Éppen ezért a társadalmi nyitottságuk szerintem szélesebb volt, mint a másik két etnikumnak. Talán ebből a közösségből mentek legkorábban dolgozni más közeli városokba. Napi bejárással, ebben még az is közrejátszhatott, hogy ők laktak legközelebb a vasút állomáshoz.
- A környezetemben élő magyar családoknál a gyerekekbe nem nevelték be a versenyzés szellemét, hanem egy több lábbon álló biztonságos családias megélhetés elérése volt a fő szempont. Pl. Édesapám nagyon körültekintően fontolgatta, hogy a 14 évesen a polgári iskola elvégzése után milyen szakmát válasszak, amelyikre az akkori megítélés szerint hosszú távon is szükség lesz.
- A református vallás is nyitottabb volt, kevesebb volt a szertartás és azok is emberközeliek voltak senkit nem ítélték el azért, ha csak a nagy ünnepeken ment templomba. A különböző összejöveteleken, pl. „Vasárnapi iskola” a tiszteletes azt tartotta fontosnak, hogy ott jól érezzük magunkat.
- A baráti, szomszéd kapcsolatok ebben a közösségben is fontosak voltak.

Nem lenne teljes a mezőberényi német nemzetiségűek élet körülményeinek ismertetése, ha nem beszélnék a II. világháború alatt és után történetéről. Természetesen a negyvenes évek első felében Mezőberényben is voltak nyomai a német „felsőbbrendűség” kinyilvánításának, de ez ismereteim szerint nem volt kirívó. Néhányan a front előtt elhagyták Mezőberényt a német és magyar csapatokkal együtt és később sem tértek vissza. Fontos azonban elmondanom, hogy a fasizmus megjelenéséért és tetteikért Mezőberényben is olyan békés munkásembereket büntettek meg, akiknek semmi része nem volt a politikában. A bűnük csupán annyi volt, hogy német nevük volt, ezért a negyvenes évek második felében sokan magyarosították a nevüket, pl. a feleségem Nun Magdolnának született, később Nemes Magdolna lett.

1945 januárjában, számunkra ismeretlen alapon történő kijelöléssel több, mint 500 embert vittek a Szovjetunióba munkára, ahonnan a szerencsések 1947-ben tértek haza. Nekem két nagybátyámat és a későbbi apósomat sorolták ebbe a csoportba. Közben 1946-ban sok családot bevagonírozva kitelepítettek Németországba. El kell mondanom a feleségem apai nagymamájának a sorsát, aki a mezőberényi németek közül a szegények közé tartozott, egy egyszerű házuk volt, nem gazdálkodtak. A férje meghalt, a hat felnőtt házaspárja közül 1945-ben hármat elvittek munkaszolgálatra, öt a felnőtt, de nőtlen fiával, egy évvel később kitelepítették Németországba. Stuttgart környékére, és 1956-ban úgy halt meg, hogy 10 éven át nem láthatta a gyerekeit és az unokáit.”

Energiamegtakarítás világítási rendszerben

Bíró Sándor¹ CEM

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

Projekt helyszín

Az Audi Hungaria Motor Kft. üzemében közel 400 000 m²-en mintegy 8000 fő dolgozik. A magas minőségű gyártás fontos feltétele az emberi beavatkozás-igényes munkaterületek megfelelő megvilágítása is. Ezt a területet vette nagytitok alá a gyár e területért felelős menedzsermentje, aminek során a motor összeszerelő gyártócsarnok világítása vált korszerűbbé és energiatakarékosabbá.¹

A megoldandó feladat

A magas karbantartási költséget igénylő, műszakilag már nem a legkorszerűbb világítási rendszer állagmegőrző karbantartása helyett annak teljes felújítása. Az új világítási rendszer kiválasztásának alapkritériuma volt a munkaterületek szükséges megvilágítási szintjének biztosítása mellett a munkavédelmi- és egyéb ergonómiai követelmények (színvisszaadás/színhőmérséklet, vibráció minimalizálása) további javítása, a berendezések élettartamának növelése, a karbantartási igények és az üzemeltetési költségek csökkentése.

A választott megoldás – fényforrások cseréje

Előzetes kalkuláció, termékválasztás és annak ellenőrző mérései alapján került az elképzelés véglegesítésre, melynek keretében a korábbi és már cserére is esedékes fémhalogén lámpatestekkel működő csarnokvilágítást és azok hálózatát elektronikus előtéttel szerelt fénycsöves világítótestekre cserélték korszerű szabályzástechnikával kiegészítve. A projekt megvalósításával elért teljesítményigény csökkenés részint a magasabb hatékonyságú világítótestek beépítése, másrészt az új lámpatestek szerelési magasságának csökkentése által következett be. A beépített, a csarnokba bejutó természetes megvilágítást is figyelő PLC-s szabályzórendszer, a működési idő előprogramozásának lehetősége és az állandó megvilágítást nem igénylő területekre telepített jelenlét érzékelők pedig arról gondoskodnak, hogy a rendszer a lehető legtakarékosabb lehessen.

Az elvégzett fejlesztés: A G10 CR ZKG üzemszámológép csarnoképületek átépített világítási rendszere

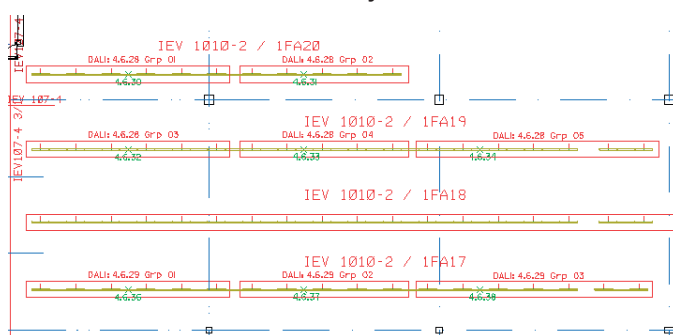
Az elért eredmények

A fejlesztés következtében a Virtuális Erőmű Program keretében villamos energiában csúcspontokra vonatkoztatva **34,95 kW** teljesítmény és 298,6 MWh/év energia megtakarítás vehető figyelembe. A szükséges átalakítások költségeinek megtérülési ideje: 0,86 év. További, de nehezebben számszerűsíthető előny, hogy a korábbi magas hőmérsékleten üzemelő fényforrások helyett az új világítási rendszer max. 35 °C hőmérsékleten üzemel, így jelentősen csökken a csarnok fűtéséhez és hűtéséhez szükséges hő- és villamos energia, 90%-kal csökkent a világítás meddő teljesítmény termelése, valamint kb. 70%-kal csökkennek a rendszer éves karbantartásának költségei is és javultak a villamos hálózat paraméterei (felharmonikus tartalom, ki/be kapcsolási áramlökések).

¹ A Virtuális Erőmű Program Nonprofit Kft. megbízásából.



A lecserélt fényforrások



A fényforrások elhelyezése a csarnokban



Az új fényforrások

Hogyan tovább?

A G10-es csarnokban végzett korszerűsítés tapasztalatai alapján az üzem több területén is elvégezhető hasonló átalakítás. A fűtési és hűtési energiaellátó rendszerben a világításkorszerűsítés következtében bekövetkező változások kimérése tovább növelhetné a Virtuális Erőműhöz való hozzájárulást.

Tanulságok és tapasztalatok

A műszaki berendezések állandó továbbfejlesztéseinek eredményeként a valamikor legkorszerűbben kialakított rendszerek életében bekövetkező természetes avulás következtében is elkövetkezik az az időpont, ahol a további állagfenntartás helyett célszerűvé válik azok cseréje, vagy felújítása. A felvázolt projekt jól mutatja, hogy egy jól megválasztott fejlesztési cél végrehajtásával milyen sokirányú előnyt lehet elérni és hosszabb távra biztosítani.

Gondolatok az EU gazdasági-energetikai jövőjéről

Dr. Molnár László

okl. gépészmérnök, lmolnar@t-online.hu

Tizenkettedik éve írom az Energiagazdaság Energiainformációk rovatát, mint a rovat felelőse. Most jutottam el a 70. rovat megírásához, és úgy gondoltam, hogy ezúttal kilépek a rovat szokásos keretei közül, és nagyobb látószöggel tekintek egy fontos kérdésre, az EU jelenére-jövőjére.

Az Európai Gazdasági Közösség, illetve az EU a múltban nagy eredményeket ért el, békét-együttműködést teremtett az ezer éve háborúzó németek, franciák és angolok között. Megtanította az európai polgároknak a szolidaritás és a határokon átnyúló gazdasági kooperáció fogalmát. Nemes célokat tűzött ki az emberi jogoktól a szociális piacgazdaságig. Emellett megszervezte Nyugat-Európa háború utáni újjáépítését, és a 60-as évekre virágzó gazdaságokat és jólétet teremtett.

A 70-es években a kibontakozó globalizáció kezdte megmutatni farkasfogait. Az USA mellett új, veszélyes riválisok, pl. Japán, Dél-Korea tűntek fel a vilá piacon, de a német-francia-olasz export-gépezet akkor még zavartalanul működött. Az EU vezetői két főirányt jelöltek ki: az EU folyamatos bővítését illetve az integráció fokozását. A kezdetben hat, nagyjából egyenlő fejlettségű országból álló „mag” egyre bővült, a fejlett Ausztria, Dánia és Svédország mellé felvételt nyert a jóval kevésbé versenyképes Spanyolország, Portugália, Írország – majd a feltételeket csak trükkökkel teljesítő Görögország is. A 15 tagállam együttműködése kezdetben nagyjából zavartalan volt. A fokozódó integrációt, a nemzeti szuverenitásról való részleges lemondás döccenőit a bőséges német pénz olajozta.

A rendszerváltozás és a német egyesítés után az EU vezetése már egyre inkább politikai célokat tűzött ki. 1999-ben bevezették az eurót, mely – a négy szabadsággal: az áru, a munkaerő, a tőke és a szolgáltatások határokon keresztül szabad áramlásával – még jobban kihangsúlyozta az egyes országok eltérő fejlettségét, versenyképességét. Az eredeti elképzelés szerint az euró bevezetése közelíteni fogja egymáshoz az eltérő fejlettségű országokat, azonban épp fordítva történt: konvergencia helyett az euró-zónába politikai okokból felvett különféle gazdasági teljesítményű országok bajba sodorták az eurót. Az euró-zónából kimaradt az Egyesült Királyság, Dánia és Svédország, de a zóna-tagok közül erős nosztalgia él a németekben, osztrákokban, hollandokban is a korábbi nemzeti pénz iránt. Az EU az elmúlt negyed században lassan, de folyamatosan leszakadt a világgazdaság többi centrumához – USA, Távol-Kelet, Kína, India stb. – képest. Az euró-zóna elhibázott, nem átgondolt kialakítása csak növelte a gondokat. Az EU vezetése ekkor úgy gondolta, mivel politikai, gazdasági és katonai téren nem képes versenyezni a legfejlettebb, illetve a leggyorsabban fejlődő országokkal, ezért keres egy népszerű és olcsó közös ügyet, melyben világelső lehet: ekkor vált az EU-ban egyes számú prioritássá a környezetvédelem, az energiatakarékosság, a CO₂ emissziók csökkentése.

Az EU gazdaság-politikájának ellentmondásai itt mutatkoztak meg igazán. Az EU először fölvezetett egy nagy víziót, 15 majd 27 ország közös piacát, ahol megszűnnek a határok, érvényesül a 4 szabadság elve, mindenki versenyez mindenkivel. Az áruk, a szolgáltatások szabad áramlása miatt – mert nincsenek védővámok, egyéb adminiszt-

ratív gátak – és mert közös mérőeszköz van, az Euró, ténylegesen kialakul egy szabad verseny, ahol mindenki a legolcsóbb, a legjobb árut vásárolja. Ezután azonban az EU a piacot torzító, gyakran ár-emelő hatású, egyes termelőket preferáló (pl. szélenergia), másokat diszkrimináló (pl. szén) törvényeket vezetett be, komolytalanná téve a szabad versenyt.

Az EU is észlelte, hogy baj van, ezért kitzúzték, hogy az EU legyen a világ legversenyképesebb régiója. 2010-ben mély hallgatás övezte a tényt, hogy a vállalatok egyáltalán nem teljesült, sőt a leszakadás üteme gyorsult.

2004-ben folytatódott a bővítés, ekkor 8 volt „szocialista” állam és két földközi-tengeri szigetállam nyert felvételt. Már ekkor érezni lehetett az EU vezetés nyilvánvaló gyöngéit: a lassúságot, a tehetetlenséget, a döntésképtelenséget. De az igazi gyengeség a 2008-2009-es pénzügyi-gazdasági válság idején mutatkozott meg. A válság a világgazdaság régiói közül az EU-t érintette a legsúlyosabban, és itt megy a kilábalás is a legnehezebben. Kiderült, hogy a korábbi fejlődés és jólét főképp hitelekre épült, és a szociális piacgazdaság egy szép, de fenntarthatatlan álom. A tagállamok eladósodottsága gyorsan nőtt, 2010-re átlagban meghaladta a GDP-re vetített 80%-ot, de egyes országokban, Görögországban, Írországban jóval 100% fölé került. Egyúttal az is nyilvánvalóvá vált, hogy a gazdag, versenyképes államok – Németország, Ausztria, Hollandia, Dánia, Svédország stb. – egyre gazdagabbak lesznek a kevésbé versenyképes EU tagállamok rovására. Németország, Hollandia évi 200 milliárd eurót meghaladó export többletet ér el a szegényebb, illetve versenyképtelenebb tagállamok rovására, melyek hitelek felvételével fedezik negatív külkereskedelmi mérlegüket. Vagyis konvergencia, felzárkózás helyett a szegényebb államok eladósodtak. Magyarország a csatlakozáskor, 2004-ben az EU GDP/ffő átlag 62%-án állt, ott áll most is, de jóval inkább eladósodva, sokkal magasabb munkanélküliséggel..

Sajnos az EU konvergenciát elősegítő programjai sem vezettek sok eredményre, sokkal inkább a helyi politikai érdekeket szolgálták, nem egyszer korrupt módon. Sokfelé értelmetlen presztízs beruházások létesültek, melyekről utóbb kiderült, hogy veszteségesek, és a helyi közösség nem képes őket fenntartani.

A görög válság mélyülése során vált ismertté, hogy az euró-zóna pénzügyi ellenőrzési szabályai szinte teljesen kidolgozatlanok, nincsenek rendszeres és alapos külső (pl. Eurostat és IFM) ellenőrzések. Az EU-ból vagy az euró-zónából való kilépés-kizárás szabályai zavarosak, nincs két jogász, aki egyformán értelmezné őket. A Bizottság és a Tanács politikai okból ragaszkodik Görögország megmentéséhez, öntik a pénzt a lukas hordóba, pedig úgy tűnik, Görögországot csak azzal lehetne megmenteni, ha megkapná az önálló fiskális politika lehetőségét, az új drachmát, és ezáltal növelni tudná versenyképességét. Enélkül Görögország évről-évre nagy negatív export-import szaldót fog produkálni, és tovább zuhan az adósságok kútjába. Az EU pedig évente megmenetheti a görögöket. Görögország eddig kapott kb. 130 milliárd euró támogatást, mialatt Magyarország féléve küzd egy tized-akkora hitelért. Közben eddig stabilnak hitt országok is meginognak, a kis Írország és Portugália még nem túl nagy falat, de a 40 milliós Spanyolország és a

még nagyobb Olaszország megmentése már ezer milliárdokat igényelne, ennyi pénzt pedig messze nem áll rendelkezésre.

A válság-menedzselés német módja, a kőkemény fiskális politika hosszabb távon valószínűleg megoldást jelent, de a megszorítások fékezik a gazdasági fejlődést, és az újirányításra hajtó politikuskok félnek az évekig tartó stagnálástól. Az alighogy megfogalmazott fiskális paktum máris megrepedni látszik: az új francia elnök, Hollande máris puhítja a megszorításokat, pénzt akar pumpálni a gazdaságba, közös euró kötvények kibocsátását követeli az EKB-tól. Igaz, ezt Amerika is megtette, Obama elnök már 2000 milliárd dollár nagyságrendben működtette a pénznymódat. A közös kötvény ideájának a németek keményen ellenállnak, jó okkal, hisz' a közös kötvény azt jelentené, hogy Németország fizeti ki a rosszul teljesítő országok finanszírozásának egy részét. A „pumpáljunk pénzt a gazdaságba a növekedés érdekében” jelszó népszerű a szavazók, a lobbisták és a (populista) politikuskok körében, főképp, ha más ország pénzéről van szó. De nincs ember ma az EU-ban, aki tudná, hogyan lehet fenntartható módon elősegíteni a növekedést. Az elmúlt két évtized is a növekedés „kék madarának” üldözésével telt el, de a madarat nem sikerült megfogni.

Az EU-ban a görög válság kirobbanása óta egymást hibáztatják az északi és a déli államok. Régi, közhelyes gondolatok válnak ismét népszerűvé az északiak sajtójában – de politikusaik körében is – a lusta és korrupt mediterrán emberekről, az ún. „strand” országok lakóiról. A déli országok lakói pedig az északiakat vádolják kizsákmányolással. A már említett gazdag északi államok (németek, skandinávok) ma is jól állnak, a probléma az euróból, az euró-zónából fakad. De eddig egyetlen EU politikus sem mondta ki, nem volt helyes ilyen módon létrehozni a szabályozatlan euró-zónát, sőt, monumentális hiba volt egy karámba terelni a világ legversenyképesebb országait (Németország, Hollandia, UK, a skandináv országok) a versenyképességi listán az ötvenedik körüli vagy még alacsonyabb helyezesű, 30%-kal kisebb versenyképességű államokkal. Nem lett volna szabad arra számítani, hogy szegény és dúsgazdag országok (pl. a GDP/fő Bulgáriában 6,300 \$/fő, Luxembourgonban 104,400 \$/fő) képesek lesznek zavartalanul együttműködni. Világos, hogy a mostani megoldási terv, azaz hogy csináljunk a dél-európaiakból takarékos, precíz, pontos adófizető németeket – és a válság máris meg van oldva –, nem járható út. Mára ott tartunk, hogy az EU vezetése szétesett, vége a német-francia tandemnek, az egyre gyakoribb politikai csúcstalálkozók eredmények nélkül záródnak. Senki sem vállalja az igazság kimondását, senki sem akar az euró-zóna szétverőjeként bevonulni a történelembe – lehet, hogy elég lenne egy-két országot kizárni – és így folytatódik a tehetetlenkedés. Pedig már egyetlen ország kizárása is felelősebb politizálásra kényszerítené a politikuskokat. Megértetné a politikuskokkal: a magad hibájáért neked kell viselni a felelősséget.

A válságból kivezető utat Európa még keresi. A tagállamok egymást hibáztatják, a hibákat nem ismerik be, folytatnak számos a tévutat – pl. bővítés, Ukrajna és Törökország felvétele –, nincs megoldási koncepció.

Európa energetikai jövője

A mostani gazdasági válságból való kilábalás egyik megoldási javaslata a zöld gazdaság megteremtése, mely e nézetrendszer képviselői szerint egyszerre teremt munkahelyeket, gazdasági fellendülést, óv a klímaváltozás káros hatásaitól és a fosszilis energiahordozók közeli kimerülésének következményeitől.

Az EU erős környezetvédelmi elkötelezettségét direktívákban, kötelező célkitűzésekben rögzítette. Ezek közül is kiemelkedik a 2020-ra kitűzött 3×20%-os célkitűzés, mely a megújuló energiák részarányának

növelését, míg az energiafogyasztás és a CO₂ kibocsátás csökkentését fogalmazza meg. De említhetjük a 2050-ig terjedő dekarbonizációs tervet, mely a villamosenergia-mix-ből szinte teljesen kizárná a szenet, földgázt, olajat (95-100%-os dekarbonizációs szintet írnak elő).

Más fejlett országokban, sőt a fejlődők egy részében is kiemelt szerepet kap a környezetvédelem, de nincsenek hasonló típusú kötelező célkitűzések, sokkal inkább a hatékony energiafelhasználással, a levegő, a talaj és a vizek tisztaságával foglalkoznak a CO₂ kibocsátás helyett.

Az EU környezetvédelmi mozgalmának vezetője Németország, mely példát mutat a hatékonyság növelésében és a megújuló energiák fejlesztésében. Sőt a rendkívül ambiciózus dekarbonizációs tervet is a németek kezdeményezték. Emellett atomerőműveik leállítását is elhatározták, új atomerőmű építése pedig szóba sem jöhet. A németek úgy gondolják, a következő néhány évtizedben túljutunk az „olaj- és gázcsúcson”, e két vezető energiahordozó termelése hanyatlani kezd, míg árak kiszámíthatatlan magasságokba fog emelkedni. Ezt már – talán ők egyedül a világon – felkészülve fogják várni szélturbinákkal, napelem- és biogáz-telepekkel, bio-üzemanyagokkal és a megújuló technológiák egyéb csodáival.

Vagyis 2050-re, mire elfogy az olaj és a gáz, Németország nyerő helyzetbe kerül versenytársaival szemben. Vagy mégsem? Ezt nézzük meg a következőkben. Tisztában vagyunk vele, hogy erre a kérdésre ötven-száz év múlva lehet pontos választ adni, de a jövő vizsgálata semmiképpen sem felesleges.

A német koncepció ugyan kissé következtelen, mert egyidejűleg jelentős gáz-infrastruktúra fejlesztések is folynak Németországban, pl. az 55 milliárd m³/év szállító-kapacitású Északi Áramlat most készült el, és több ezer MW új szénerőmű is tervezés-kivitelezés alatt áll, de ettől most tekintsünk el.

Mialatt Európa a megújuló energiákat fejleszti, a világ legnagyobb szén- és második legnagyobb földgáz készleteivel rendelkező USA gyors ütemben fejleszti nem-konvencionális olaj- és gáz-termelését, és a következő évtizedekben jelentős mértékben függetlenné válik a földgáz-importtól, és olaj-importja is csökken. A legnagyobb energiafogyasztók közé tartozó, leggyorsabb energiaigény növekedést felmutató Kína és India is a szenet, a földgázt és az olajat favorizálja, mint ahogy a fejlett és a fejlődő országok döntő többsége is.

Energetikai jövőjét a megújulóakra építő Európának a következőkkel kell szembenézni a megújuló energiák jellemzői vonatkozásában:

- Nagy részük nem illeszkedik a fogyasztó oldali igényekhez (pl. szél, nap, víz, hullám);
- Használhatóságuk, rugalmasságuk, rendelkezésre állásuk, kapacitás értékük kisebb, mint a kiszámíthatóan, üzembiztosan és az igényekhez igazodóan működő fosszilis és nukleáris bázisú villamosenergia-, illetve hőtermelés;
- Rendelkezésre állásuk, teljesítményük az év során kiszámíthatatlanul ingadozik (pl. a szél évente csak 15-20%-ban áll rendelkezésre, a vízerőmű termelése szárazság idején visszaesik);
- A kiszámíthatatlan megújuló energiák mögé hatalmas tartalékkapacitásokat kell létesíteni az ellátás biztonsága érdekében;
- Beruházási és üzemeltetési költségeik magasabbak a fosszilis energiáknál, állami beruházási és üzemeltetési támogatást igényelnek (pl. emelt árú kötelező átvétel);
- Bevezetésük emeli a szekunder energiahordozók (áram, hő, üzemanyag) árát (pl. Paks kiváltása zöld energiával 18 Ft-tal emelné meg a kWh villany árát);
- A bioüzemanyagok fejlesztésének hatására az ENSZ szerint negyven országban élelmiszerhiány lépett fel, illetve nagyarányú dzsungelirtást lehetett tapasztalni.

- A szélturbinák tömeges elterjedése hatalmas hálózatfejlesztést is igényel, és a rendszerszabályozás egyre nehezebb feladatot jelent;
- Csökken az energiaellátás biztonsága.

Ha a fenti kilenc érvet elfogadjuk, akkor egyértelmű, hogy a döntő többségében a megújuló energiákra épülő energiaellátás a beruházás, a hálózatfejlesztés szempontjából drága, az üzemeltetés szempontjából ugyancsak drága és még megbízhatatlan is lesz.

A drága és megbízhatatlan energiaellátás nyilvánvalóan versenyhátrányt jelent amerikai, kínai stb. versenytársainkkal szemben a globális piacon.

A most folyó válság azt is megmutatta, hogy ilyen válságos időkben – a megszorítások és a pénzszűke miatt – az új megújuló beruházások szinte mindenütt visszaesnek (ezt az IEA tanulmányai is igazolják), sőt jó néhány országban a meglévő, üzemelő megújuló energia egységek támogatását elvonják, így a működtető kénytelen leállítani őket. Hazánkban is hasonlókat lehet tapasztalni, pl. a KÁT leépítésével, vagy az épületenergetikai programok szűkítésével kapcsolatban. A zöldenergia fejlesztésére csak a gazdaságok gyorsan fejlődő időszakában van mód. Kérdéses, hogy a mostani válság további mélyülésével meddig lesz az EU a jövőben is a környezetvédelem élharcosa, vagy másképp fogalmazva, meddig marad az EU vezetése a környezetvédelmi politika és lobby fogja. Nagy valószínűséggel az EU – a Föld lakosságának 7%-a – tartósan nem mehet szembe az USA és Kína által vezetett többi ország nem kötelező célokra épülő klímapolitikájával.

Ugyanakkor a legfrissebb kutatási eredmények szerint a nem-konvencionális olaj- és gázkészletek háromszor-ötször nagyobbak a hagyományos készleteknél. Kitermelésük nyilván komoly kihívásokat je-

lent, számos technológiai és környezetvédelmi kérdést meg kell oldani. Várhatóan a mainál (sokkal) magasabb árszinten, de lesz olaj és gáz a következő 100-150 esetleg 200 évben is. És lesz szén is, talán még tovább is. Tehát a megújulókra való magas részarányú áttérés egyik fő érve, a fosszilis készletek kimerülése megdőlni látszik.

Vagyis lehet, hogy a német energiapolitika a jövő tekintetében komoly kockázatokat hordoz, és nagy nyereség helyett valami más fog történni. Továbbá több tucat válságban lévő ország példája bizonyítja, a magas állami támogatás-igényű zöld gazdaság nem jelent kivezető utat a válságból.

Végezetül álljon itt egy általános észrevétel: Amíg Kína, az USA és a többi nagy ország (India, Brazília, Dél-Afrika, Oroszország stb.) nem tesz szinte semmit sem a klímaváltozás elleni harcban, nem vesznek részt egy a világ minden országára kiterjedő egységes programban, addig a „Föld védelme” Magyarország esetén nem tekinthető gazdaságilag értékelhető eredménynek. Ez így egy olyan üzlet, ahol mi fizetjük a számlát, de a haszon másnál jelentkezik. Nincs értelme a megújuló célok túlteljesítésének sem, mert:

1. Magyarország nem képes érdemben befolyásolni a klímaváltozást;
2. Magyarországnak nincsenek komparatív előnyei a zöld energiák terén, a zöld gazdaság állami támogatást igényel, és összességében nemzetgazdasági szinten nem hoz hasznot.

A hazánkra vonatkozó fenti gondolatok érvényesek az egész EU-ra is. Reméljük, hogy ez a nagy múltú politikai-gazdasági közösség megtalálja a kivezető utat pillanatnyi nehéz helyzetéből, és újra elfoglalja azt a helyet a világban, melyet megérdemel.

Dr. Molnár László 70 éves

Dr. Molnár László, Egyesületünk főtthkára, folyóiratunk „Energiainformációk” rovatának vezetője 1942. július 7-én született Budapesten. 1993 és 2011 között Ő képviselte Magyarországot az ENSZ Európai Gazdasági Bizottságában (EGB, angolul: UNECE), mely Európa, Közép-Ázsia és Észak-Amerika 56 államát foglalja magába. Az EGB székhelye Genf (Svájc), ahol az ENSZ legnagyobb, a New Yorkinál is nagyobb központja található. Az EGB egyik fő területe az energetika, ezen belül is az energia-biztonság, a fenntartható energia, a földgáz, a szén, a nem konvencionális készletek, az energiahatékonyság és még számos más terület. A szakmai irányítást az EGB Energia Igazgatósága mellett a tagállamok képviselőiből választott „Fenntartható Energia Bizottság” (FEB) látja el. A FEB tagjait az EGB Energia Igazgatósága javaslatára a tagállamok képviselőiből választják meg.

Molnár László munkájának elismeréseképpen 2001-2004 és 2007-2011 között a FEB alelnöke, 2005-2006 között a FEB elnöke feladatát látta el, mely utóbbihoz nemcsak a genfi szakemberek javaslata, hanem a magyar Külügyminisztérium és Gazdasági Minisztérium hozzájárulása is kellett, melyet a genfi magyar ENSZ misszió juttatott el az ENSZ EGB-hez. Molnár Lászlót az ülésen jelenlévő 240 delegátus választotta meg elnöknek.

Molnár László megbízatása 2011 végével megszűnt. Ebből az alkalmából az ENSZ főtthkár helyettese, Jan Kubis úr aláírásával az ENSZ EGB az alábbi oklevelet készítette.



Kísérő levelében az alábbiakat írták:

„Az Ön részvétele tevékenységünkben felbecsülhetetlen, az Ön gondolatai és tapasztalata fontos hozzájárulást jelentettek abban, hogy az ENSZ EGB régióban biztonságos és megfizethető legyen az energiaellátás.”

Dr. Molnár László közelgő 70. születésnapja alkalmából majd két évtizedes ENSZ-beli munkáját méltató oklevél közzétételével gratulálunk, további tevékenységéhez jó erőt és egészséget kívánunk.

Gyárlátogatás!

Szabó Benjamin

a Szenior Energetikusok Klub elnöke

Május 10-én a Szenior Energetikusok Klub jelentős részvétellel és a cég támogatásával, meglátogatta az Országos Villamostávvezeték ZRT. új vállalászási területét, Kiskunfélegyházán az Erőművi Gépgyártási Üzemet.

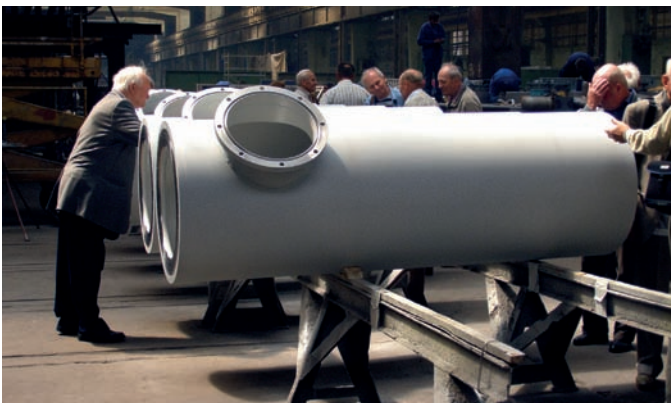
A látottak mindannyiunk számára nagy élményt jelentettek. Jó volt látni, hogy ebben a valamikor országos viszonylatban gyár óriásnak számított, jól felszerelt és évtizedes szakember háttérrel rendelkező gyár részlegben ismét megindult a termelés. Jelenleg többek között a Paksi Atomerőmű részére technológiai kondenzátor hőcserélőket, német megrendelésre nagyfeszültségű burkolatokat valamint osztrák és finn megrendelésre biomassza tüzelésű és hő hasznosító (HRSG) kazánokat gyártanak.



A Paksi Atomerőmű részére készülő technológiai kondenzátor nyomáspróbára való felkészítés előtt.



Az osztrák Bertsch GmbH részére készülő biomassza tüzelésű kazán fala előgyártás alatt.



A német Siemens AG Berlin részére sorozatban gyártott nagyfeszültségű burkolat elemek.

A Jelenlegi energia stratégia 2050-ig, elsősorban a kiöregedő erőművek pótlására figyelemmel, 8-9 ezer MW teljesítménynövelést irányoz elő az országban. Ebből 2000 MW atomerőmű. Ezt is figyelembe véve ez a gyár az OVIT ZRT. vállalkozásában Az addigi munkák referenciáival egy kedvező hazai beszállítási részarányt tudna elérni, kihasználva a meglévő gépi és szakember hátteret.

A Szenior Energetikusok Klubjának 2012. II. félévi programja

- IX. 13. **Wiegand Győző** ETE elnökhelyettes
A Nemzeti Energiastratégia végrehajtásával összefüggő gondolatok
(Házigazda: Szabó Benjamin)
K l u b n a p
- IX. 20. **Kimpíán Aladár** nyugalmazott szakértő, OVIT Zrt.
Nagyfeszültségű egyenáramú átviteli alállomás berendezései (NSZEA)
(Házigazda: Kerényi A. Ödön)
- IX. 27. **Dr. Acsády László** az MTA doktora, tudományos tanácsadó, az MTA KOKI Thalmus Kutatócsoportjának vezetője
Elektromos jelek az agyban
(Házigazda: Kostyál László)
- X. 4. **Katona Zoltán** E.ON ügyvezető igazgató
A Gönyői Erőmű beruházási és üzemeltetési tapasztalatai
(Házigazda: Szabó Benjamin)
- X. 11. **Üzemlátogatás a SIEMENS turbinaalkatrészeket gyártó telephelyén**
Budapest XV. ker. Késmárk u. 24/28. (volt ERŐKAR, megközelítés: az Őrs vezér térről és Bosnyák térről induló 277-es jelzésű autóbusszal)
Jelentkezés az ETE titkárságon a 353-26-27 telefonszámon október 4-ig
(Házigazda: Bárdy László)
- X. 18. **Reményi Károly** akadémikus
Energetika és környezet
(Házigazda: Iring Rezső)
- X. 25. **Dr. Vojuczki Péter** ügyvezető igazgató, Világkongresszust Szervező Nemzetközi Bizottság tagja
Az energetikai fejlesztés kockázatai Magyarországon
(Házigazda: Bárdy László)
- XI. 08. **Dr. Fodor Béla** okl. bányamérnök, geológus, bányászati szakértő, földtani szakértő
Magyarország ásványi nyersanyagai, termelés
(Házigazda: Szabó Benjamin)
- XI. 15. **Bertalan Zsolt** MAVIR vezérigazgató
A villamos energia piacok összekapcsolása
(Házigazda: Kerényi A. Ödön)
- XI. 22. **Dr. Almár Iván** csillagász
Tevékenységünk a világűrben: eredmények és tervek
(Házigazda: Elek János)
- XI. 29. **Komlós Ferenc** ny. minisztériumi főtanácsos
Városok hőszivattyús fűtése
(Házigazda: Bárdy László)
- XII. 6. **Dr. Stróbl Alajos** nyugalmazott főtanácsos
Az erőmű rendszer tervezési kockázatai
(Házigazda: Elek János)
- XII. 13. **Süli János** villamosmérnök
30 éve üzemel az ország első atomerőműve
(Házigazda: Szabó Benjamin)
K l u b n a p

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

Kerényi A. Ödön Rubindiplomás

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hagyománya, hogy a több évtizede végzett mérnököknek jubileumi oklevelet adományoz. 2012. május 25-én Kerényi A. Ödön az MVM Zrt. jogelődjének, az MVM Trösztnek több évtizeden keresztül vezérigazgató-helyettese, Egysületünk megalakulásától követő időszakról aktív tagja és több tisztséget betöltő tisztségviselője, a Szenior Energetikusok Klubjának fáradhatatlan szervezője részesült abban a megtiszteltetésben, hogy 70 éves mérnöki tevékenysége elismeréseképpen Rubindiplomát kapott. A Rubindiploma átadását követően egy rövid visszatekintésben emlékezett 70 éves szakmai múltjáról, amelyet az alábbiakban teszünk közzé. A Rubindiplomához gratulálunk. A hazai energetikáért aggódó, jobbtó javaslatainak fáradhatatlan kidolgozásához és továbbításához jó erőt, egészséget kívánunk.

Epilógus: Szóbeli köszönet

Tisztelt Dékán Úr! Tisztelt Vendégek! Hölgyeim és Uraim! Kedves kollégák! 1. Mint volt bencés diák, elsőnek a Jó Istennek mondok köszönetet, hogy 93 éves koromban, ha fél szemmel és sántán is, de itt lehetek ezen a meghatározó ünnepségen. Hálával tartozom szüleimnek, akiktől génjeimet örököltem és azért, hogy szegény család létünkre gondoskodtak tanítatásomról.

Köszönöm a Budapesti Bencés Reál gimnázium tanárainak a vallásos nevelést, a magas szintű általános műveltséget adó oktatást és a hazaszeretet elmélyítését. Különös köszönettel adózom a Műegyetem neves professzorainak, akik a villamos-gépészmérnöki tudományok alapjaira tanítottak meg, amire a gyakorlatban biztosan tudtam támaszkodni.

Ki kell emelnem néhány, pályámat meghatározó professzorom nevét:

Dr. Pogány Béla, a mérnöki munka alapját képező fizika tudósa.

Dr. Verebely László, aki a villamos művek tantárggyal tette vonzóvá a villamosenergia-ipart.

Az iparágból is emlékezniem kell néhány, példaképemnek tekintett kollégára és barátára:

Dr. Vajta Miklós, az alaphálózat fejlesztésének mestere

Dr. Ronkay Ferenc, a VER működési törvényeinek tudósa

Dr. Hajdú Elemér, a hőerőművek üzemvitelének tanára

Emlékezem egy igazi, jó barátomra, Dr. Csikós Bélára, az OVIT műszaki vezérigazgatójára, aki egymagában dolgozta ki a 220, 400, 750 kV-os távvezetékek feszültség alatti munkái technológiáját és szabadalma nemzetközi siker lett.

2. Életem összeforrt a magyar villamosenergia-ipar történetével és fejlődésével.



A diplomát Dr. Péczeli Gábor rektor adja át
(Foto: PHILIP János)

93 évemből 7 telt el vegyes gépészmérnöki munkával, ami jó alap volt a villamosenergia-iparágban további 63 évi, sikeres működéshez. A villamosenergia-rendszer (VER) 20 éves gyakorlati fejlesztéséért, 1973-ban kaptam meg az Állami Díj egyéni, ezüst fokozata Kormánykitüntetését. Legbüszkébb azonban a VER on-line, számítógépes irányításának 1978. évi üzembe helyezésére vagyok, ami első volt a KGST országokban és sok nyugati VER-t is megelőzött. A Hitachi rendszeren tanult, kiváló magyar szakember gárdának köszönhető, hogy a MAVIR az EU illetékes szervezetében (ENTSO-E) ma is az elsők közé tartozik.

3. Iparági tapasztalataimat A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-IPAR TÖRTÉNETE 1888-2005 című könyvem tartalmazza.

Amikor 1984-ben, 43 évi aktív szolgálat után nyugdíjba mentem, a VER és azon belül az MVMT rendezett állapotban volt. Kormány szinten egyeztetett, kész távlati terveink voltak.

A Paksi Atomerőmű bővítéséhez le volt kötve két, szovjet 1000 MW-os reaktor. Készen volt az 1200 MW-os Prédikálószeréki Szivattyús Energia Tározó (SZET) beruházási programja.

Terveink reális voltát igazolja, hogy jelenleg is ez a VER fejlesztési koncepciója!

Nyugdíjasként írtam meg a villamosenergia-ipar centenáriumi filmjének szöveggönyvét, ami CD lemezre áttéve szerves melléklete lett a könyvemnek.

4. Az 1990. évi, politikai rendszerváltás mind az MVM Tröszt, mind személyes életemben alapvető változásokat hozott.

Fájdalmas emlékem maradt, hogy pártonkívüliségem és eredményes munkám ellenére négy évre megszüntették nyugdíjas megbízásomat.

Az iparági változások közül a következőket minősítettem tragikus tévedésnek:

- Az MVM Tröszt felbontását önálló társaságokká,
- Az MVMT fele vagyonának „privatizálását”, ami külföldi kézbe juttatta stratégiai iparágunk három legnagyobb erőművét és hat áramszolgáltató vállalatát.

Helyesnek tartom az MVM Zrt. vezetésének azon törekvését, hogy a holdingot tovább bővítse és próbálja meg a privatizált iparági társaságokat folyamatosan visszavásárolni!

5. A rendszerváltás legnagyobb energetikai tévedése azonban a Bős-Nagymaros Vízelépcső beruházás egyoldalú, magyar leállítása volt.

A hágai Nemzetközi Bíróság az 1977. évi szerződést érvényesnek mondta ki, de az ítélet végrehajtását a magyar kormányok – politikai háttérüktől függetlenül – ismeretlen indokból, megtagadták. Hiába harcolok közel 25 éve az ügy rendezéséért. A Reális Zöldek Klub honlapján könyvtárnyi dokumentum tükrözi erőfeszítéseimet a Nagymarosi Vízerőmű újraépítéséért folytatott küzdelemben.

Befejezéseként, ismételtelen megköszönöm a Rubindiploma ünnepélyes átadását, ami valószínűleg életem utolsó, nyilvános aktusa lesz. A magas elismerés birtokában, arra kérem tisztelt villamosmérnök kollégáimat, hogy támogassák az utolsó, szakmai kívánságomnak tekinthető javaslatomat:

A Nagymarosi Vízerőmű újraépítése a kezdő lépés a Duna magyar szakasza komplex hasznosításának és az Európa Unió Duna Stratégia ésszerű megvalósításának, ezért kérjük, hogy a Kormány illessze be az ország gazdasági tervébe.

Budapest, 2012.05.22.

Köszönöm szíves figyelmüket!

Kerényi A. Ödön

Rubindiplomás villamos-gépészmérnök, kerenyia1@t-online.hu

Tisztelt Olvasók!

A Hőgazdálkodási Tudományos Egyesület, az Energia-gazdálkodási Tudományos Egyesület közvetlen jogelődje 1949. január 20-án alakult. Ekkor választották meg az Egyesület egyik társelnökének dr. Lévai Andrászt. A társelnöki tisztséget szakfolyóiratunk 2011. 1. számában bemutatott Fonó Alberttel és a következő számban bemutatni tervezett Lőrinc Imrével töltötte be.

Lévai András 1908. december 22-én Oravicán született. 1918-tól a Temesvári Kegyesitanítórendi Főgim-



náziumban tanult. 1926-tól 4 szemesztert a Grazi Műszaki főiskolán, majd 5 szemesztert a Bécsi Műszaki főiskolán végzett. Itt kapott gépészmérnöki oklevelet. Diplomájának megszerzése után visszatért

Erdélybe. Első munkahelye a Titan Nadrag-Calan Rt. Nándorhegyi vasműve volt, ahol az energetikai feladatokon túlmenően a közeli 2500 m-es déli Kárpátokban levő Reteyzát hegyeiből eredő Bisztra folyón adódó lehetőségek kihasználásával, a vasmű saját ellátására épülő vízerőmű építésének irányítását is rábírták. 1940. december 16-án a Weiss Manfréd acél és fém-műveknél kezdett dolgozni, ahol kezdeményezésére a gyár kisnyomású erőművét, egy Magyarországon akkor még teljesen ismeretlen 100 bar nyomású, előkapcsolt erőművel bővítették. Az erőmű és a villamosenergia-rendszer fejlesztését több poszton irányította, ő szervezte meg az erőművek háború utáni helyreállítását és az együttműködő erőműrendszer létrehozását. 1950-ben megalapította az Erőmű Tervező Irodát, amelynek több mint egy évtizeden keresztül volt vezérigazgatója. 1962-67 között nehézipari miniszterhelyettesként irányította a hazai erőművek tervezését, a villamosenergia-rendszer fejlesztését és nemzetközi összeköttetésének kiépítését. Irányítása alatt épültek a szénerőműveink, elindítója volt a hazai atomenergia-programnak, ő készítette elő a Paksi Atomerőmű építésére vonatkozó magyar-szovjet államközi szerződést. Sokat foglalkozott az energetika távlati tervezésével, a kimerülő energiakészletek energiatakarékos hasznosításával, és a megújuló energiák várható szerepével. Előbb meghívott előadónaként oktatott a Műegyetemen, majd 1953-ban megalapította a Hőerőművek Tanszékét, amelyet 25 éven át vezetett. Egyetemi oktatóként kialakította a hőerőművek, az atomtechnika és a köréjük csoportosuló tárgyak egyetemi oktatásának programját. 1968-72-ben a BME tudományos rektorhelyettese. Publikációi közül kiemelendők az erőműves szakma alapkönyveivé vált Hőerőművek I. és a szerkesztésében megjelent „Hőerőművek II. könyvek. 1962-től az MTA tagja. Számos kitüntetésé közül a Kossuth díjra és a Széchenyi díjra volt a legbüszkébb. Életének 95. évében, 2003. április 23-án hunyt el Budapesten.

A bemutatkozást és szerepvállalást most dr. Molnár Lászlóval, Egyesületünk főtákarával kezdjük, dr. Stróbl Alajos elnökhelyettesssel folytatjuk. Őket követi a bemutatkozók sorában dr. Kapros Tibor a Miskolci

Szervezet elnöke és dr. Vavrik Antal az ETE ERBE Csoportja alapító elnöke. Mindketten tagjai az Ügyvezető Bizottságnak.



dr. Molnár László

Bemutkozás: „Gépészmérnöki diplomát a BME-n szereztem. A KÖZTI-ben, az Országos Kőolaj és Gázipari Trósztnél, és az Építéstudományi Intézetnél dolgoztam.

1993-tól 3 évig az Állami Energiafelügyelet (ÁEEF) energetikai igazgatója, majd 5 évig az Energia Információs Ügynökség ügyvezető igazgatója voltam. Ezután újabb öt évig az Energia Központ ügyvezető igazgatója és egyben az EU Strukturális Alapok KIOP és KEOP Közreműködő Szervezet vezetője voltam. 2007. augusztusától az EnerKonz Tanácsadó Bt ügyvezetője vagyok. Hazánkat képviseltem a Nemzetközi Energia Ügynökségben (IEA) és az ENSZ-ben. Az ENSZ EGB (Európa, Észak-Amerika és a volt Szovjetunió államai, 56 ország) Fenntartható Energia Bizottsága alelnökének, majd 2004-ben elnökének választottak. Nyelvtudásom: angol, német, francia nyelvvizsga. 2007-ben megkaptam a Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztje kitüntetését.”

Szerepvállalás: „Az ETE közgyűlése 2008-ban a főtákarai teendőket bízta rám. Az ezzel járó feladatokat igyekszem a jövőben is lelkiismeretesen ellátni, hogy az Egyesület céljainak megvalósítását a változó társadalmi és gazdasági feltételek keretében is szolgáljni tudjam.”



dr. Stróbl Alajos

Bemutkozás: „Gépészmérnökként vörös diplomával végeztem a Budapesti Műszaki Egyetemen ötven éve, majd erőműves energetikus szak-

mérnöki diplomát szereztem, végül egyetemi doktori címet „Hőfeszültségek hőerőművekben” témában írt értekezésemért kaptam. Három évtizeden át az ERŐTERV-ben dolgoztam, de közben öt évet töltöttem Németországban – szintén erőműveket tervezve (az első üzemel, a második nem). 1991 elején az MVMT-hez, majd 2002-ben a MAVIR-hoz kerültem. Nyugdíjazásom óta szintén az ERŐTERV alkalmazásában állok. Hat éven át a Pécsi Erőmű Rt. Igazgatóságának elnöke voltam, betekintetem a bányászatra is. Általában erőművekkel foglalkozom, és hosszú távra szóló előrejelzéseket, terveket készítek, de érdekel az energetika szinte minden ága.”

Szerepvállalás: „Az ETE tagja vagyok több mint negyven éve, néhány éve elnökhelyettesi rangban. A főszerepem a szakma szakmaiságának emelése, kibontva a politika karjai közül. Több mint egy évtized óta főleg szakmai előadásokkal – évente 25-30 színes, animált ábrás szelvényes körben terjesztett prezentációval – segítem a fiatalok fejlődését és az idősek tájékoztatását. A legnagyobb mai feladatomban tekintem az ismeretek terjesztését.”



dr. Kapros Tibor

Bemutkozás: „1967-ben szereztem vegyipari gépészmérnöki diplomát a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. Első

– egyben jelenlegi – munkahelyem a TÜKI volt, ahol kezdetben tudományos segédmunkatársként kezdtem, majd különböző posztokat betöltve 2008-ban műszaki és tudományos igazgatóként vonultam nyugdíjba. Jelenleg részmunkaidős szakértőként tevékenységem a tüzelési és hőátadási folyamatok hatékonyságának fokozásával, a légköri emisszió csökkentésével kapcsolatos alkalmazott kutatási feladatok elvégzésére és tanulmányok készítésére irányul. 1980-ban kandidátusi fokozatot szereztem. Kezdetben megbízási szerződések formájában, 1993-tól mellékfoglalkozásban egyetemi docensként vettem részt a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi (korábban Kohómérnöki) kar oktatási feladatainak ellátásában. A 2000-2009 közötti időszakban az Egyetemnek a TÜKI-ben működtetett Energiahasznosítási Kihelyezett Tanszékét vezettem.”

Szerepvállalás: „A Miskolci Szervezet elnökeként a terület szakmai rendezvényeinek szervezését tekinttem legfontosabb feladatomban (Ipari Szemináriumok). 1992 óta az Ügyvezető bizottságban tevékenységem a nemzetközi kapcsolatok bővítésére, K+F feladatok kidolgozásában való részvétel fokozására irányult. Az Egyetemen végzett tevékenységem keretében a szakterület pályakezdőinek figyelmét igyekszem ráirányítani a szakmai szervezet munkájára és az aktív részvételre.”



Vavrik Antal

Bemutkozás: „Gépészmérnöki diplomát 1972-ben kaptam Moszkvában, amelyet a Budapesti Műszaki Egyetem honosított.

Külkereskedelmi és atomerőmű beruházási szakmai továbbképzéseken vettem részt itthon, majd Németország, USA és Japán különböző intézményeiben. Üzleti MBA oklevelet szereztem és PhD fokozatot értem el. Szakmai pályafutásomat a Hűtőgépgyár kalorikus fejlesztési osztályán kezdtem, az energetikához közelebb a Transelektroban, majd az Erőmű Beruházási Vállalatnál kerültem. Az ERBE-ben 1980-tól a Paksi Atomerőmű Beruházás import feladatait végeztem osztályvezetőként, később 18 éven keresztül a cég vezetője voltam. Az MVM ERBE Zrt. vezérigazgatójaként mentem nyugdíjba 2010-ben. Aktív pályafutásom alatt lényegében minden hazai erőmű építésén és rekonstrukción dolgoztam. Jelenleg szakértői munkákat végeznek saját vállalkozásban.”














Szerepvállalás: „Az ETE tagságának bővítését, tevékenységének ismertté tételét tekintem legfontosabb feladatomban, elsősorban a fiatalok, az utánpótlás körében. Kiemelten segítettem és segítem a fiatal szakemberek ismereteinek, hivatás tudatának elmélyítését hazai és nemzetközi együttműködések kialakításával és fejlesztésével.”



PÖYRY ERŐTERV ZRT.
1094 Budapest, Angyal u. 1-3.
Tel.: 455-3600, Fax: 218-5585
E-mail: eroterv@poyry.com
Internet: www.poyry.hu

***Európai mérnöki kultúra,
több évtizedes tapasztalat az energetikában,
versenyképes szolgáltatások***

Főbb szolgáltatásaink:

-  Döntés-előkészítési tanulmányok
-  Megvalósíthatósági tanulmányok
-  Környezeti hatástanulmányok
-  Engedélyeztetési eljárások
-  Tenderdokumentációk
-  Állapotfelmérések
-  Organizációs tervek
-  Feladattervek, feladatmeghatározások, rendszertervek
-  Műszaki-, kiviteli tervdokumentációk, felhasználói szoftverfejlesztések
-  Megvalósulási tervdokumentációk
-  Vevő- vagy Szállító mérnöke pozícióban teljes körű mérnökszolgálat
-  Szakértői tevékenységek
-  Építés-, szerelés-, tervezői művezetés





Megbízható partner az energetikában

