

# ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

55. évfolyam 2014. 2. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat



# ENERGIA

## Energia Innovációs Szuperfórum

zöld energia    gáz reneszánsz    villanyáram



Várjuk Önt is szeretettel az  
Energia Innovációs Szuperfórumra!

Visegrád

2014. június 11-12.

További információk: [www.foenergetikus.hu](http://www.foenergetikus.hu)





# FÓKUSZBAN AZ INNOVÁCIÓ

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

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

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



Célja:

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

**Integráljuk a magyar kreativitást az európai innovációs folyamatokba!**

**Kapcsolódjon be Ön is a KIC Inno-Energy munkájába!**

További információ és jelentkezés a [klenen.org/program.php](http://klenen.org/program.php) honlapon



## Zöld Marketing Módszertani Börze

A rendezvény időpontja: 2014. június 10. 14.00-18.00

Helyszíne: A Német-Magyar Ipari és Kereskedelmi Kamara Tudásközpontja

A Virtuális Erőmű Program szervezésében megvalósuló Zöld Marketing Módszertani Börze rendezvénysorozat célja, hogy a workshopokra jellemző kötetlen formában mutassa be az energiahatékonyság növelését célzó beruházások közvetlen és közvetett előnyeit. A kötelező környezetvédelmi előírásoknak való megfelelésen vagy épp a gyors megtérülésen túl ugyanis a „zöldülés” a marketing, a PR és a HR területén is hasznot hozhat.

- Hogyan kösse össze mindezt a fenntarthatóság égisze alatt?
- Miként kommunikálja, hogy az hiteles legyen és vállalkozása pozitív megítélését is fokozza?
- Hogyan teheti vonzóvá cégét a környezettudatosságot egyre inkább szűrőként alkalmazó fiatal munkavállalók számára?

**További információ és jelentkezés:**

<http://virtualiseromu.hu/hirek/zold-marketing-modszertani-borze-2014-junius-10>

# ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

55. évfolyam 2014. 2. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

## Főszerkesztő:

Dr. Gróf Gyula

## Olvasó szerkesztő:

Dr. Bihari Péter

## Szerkesztőség vezetői:

Molnár Alexa, Szigeti Edit

## Szerkesztőbizottság:

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

## Honlap szerkesztő:

Csernyánszky Marianne

www.ete-net.hu

www.energiamedia.hu

## Kiadja: Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület

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

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

Telefax: +36 1 353 3894.

## E-mail: enga@ete-net.hu

Megjelenik kéthavonta.

Előfizetési díj egy évre: 4200 Ft  
Egy szám ára: 780 Ft

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

ISSN 0021-0757

## Tipográfia:

Búki Bt.

bukibt@t-online.hu

## Nyomdai munkák:

Innova-Print Kft.

Lapunkat rendszeresen szemlézi Magyarország legnagyobb médiafigyelője, az



»OBSERVER«  
BUDAPEST MÉDIAFIGYELŐ KFT.

## TARTALOM • CONTENTS • INHALT

### Tudomány \* Science \* Wissenschaft

Lipcsei Gábor, Bihari Péter

Komplex energetikai rendszermodellezés

2

Complex Energy System Modelling

Komplexe Energiesystemmodellierung

Lezsovits Ferenc

Szilárd biomassza tüzelésen alapuló energiatermelés

környezeti hatásai

6

Environmental effects of solid biomass firing

for energy generation

Umwelt aus wirkungen von auf fester

biomasse basierten energieerzeugung

### Megújuló energiaforrások \* Renewable Energy

Sources \* Erneuerbare Energiequellen

Gróf Gyula, Buzea Klaudia

Áttekintés Magyarország megújuló energiaforrásairól

10

Overview of Renewable Energies in Hungary

Überblick über die erneuerbaren Energiequellen in Ungarn

### Környezetvédelem \* Environment Protection \*

Umweltschutz

Sóki Rudolf

Vácrátóti botanikus kert kastélyépületének

energetikai-környezetvédelmi vizsgálat

16

Energy and Environmental Study of the Mansion

in the Vácrátóti Botanical Garden

Energie- und Umweltverträglichkeitsprüfung des Schlosses

im botanischen Garten von Vácrátó

Reményi Péter

A klimatizálás hatása a klímaváltozásra

20

The Impact of Air Conditioning on Climate Change

Auswirkungen von Klimaanlage auf die Klimaveränderung

### Klennen '14 \* Klennen '14 \* Klennen '14

Plenáris előadások

23

Klennen Plenary Session

KLENEN Plenardiskussion

Klennen kerekasztal-beszélgetés

25

Klennen Round Table Discussion

KLENEN Diskussionsrunde

### Virtuális Erőmű \* Virtual Power Plant \* Virtuelles

Kraftwerk

Kőfalusi Viktor, László Tamás

Tartályos PB gáz felhasználás teljes kiváltása

29

az ASA Gyáli telephelyén

Fully Replacing the Use of LPG Tanks

in the Gyál Plant of ASA

Umstellung von PB Gas Tank Verwendung auf dem Gelände

von ASA Gyál

### Alapismeretek \* Basic knowledge \*

Grundkenntnisse

Balikó Sándor

Primerenergia-megtakarítás hő tárolással

32

Saving Primary Energy by Heat Storage

Primärenergieeinsparung mit Wärmespeicherung

### Energiainformációk \* Energy News \*

Rundblick

Molnár László

Energiaárak és versenyképesség

34

Energy Prices and Competitiveness

Energiepreise und Wettbewerbsfähigkeit

### Földgáz \* Natural Gas \* Erdgas

Szilágyi Zsombor

Csökken a földgázfogyasztás

35

Gas Consumption on the Decline

Sinkender Erdgasverbrauch

### Hírek \* News \* Nachrichten

A Nobel-díjas ENSZ klímapanel szerint az utolsó percekben vagyunk, hogy a veszélyes éghajlatváltozást megelőzzük

37

According to the Nobel Prize Winner UN Climate Panel

We Face the Last Moments to Prevent Dangerous Climate Change

Nach Aussage des Nobelpreisträgers UNO Klimapanel sind wir in den letzten Minuten der Möglichkeit der Vorbeugung der gefährlichen Klimaveränderung

### Vitafórum \* Panel Discussion \*

Podiumsdiskussion

Vízenergia hasznosítás helyzete

38

Situation of Hydro Energy Utilization

Aktuelle Lage der Wasserenergieverwendung

### Szakkollégium \*

News from the Student Association of Energy \* Nachrichten aus dem Fachkolleg

A brit döntés háttere: az erőművi beruházások

39

és a villamos energia-ár kölcsönhatása

Background to the British Decision: Interaction of

Power Plant Projects and Electricity Prices

Hintergründe der britischen Entscheidung: Wechsel-

wirkungen der Kraftwerksinvestitionen und Ener-

giepreise

### ETE hírek \* ETE News \* ETE Nachrichten

Szeniorok Program

40

Senioren Programm

Wechseltagung

A folyóirat szerkesztésénél különös figyelmet fordítottunk a környezetvédelmi szempontokra!

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

# Komplex energetikai rendszermodellezés<sup>1</sup>

Lipcsei Gábor

energetikai mérnök hallgató MSc, lipcsei.gabor@eszk.org

Dr. Bihari Péter

okleveles gépészmérnök, bihari@energia.bme.hu

Egy ország energetikai jövőjének a tervezését igen sok tényező határozza meg. Alapvetően egy hétköznapi döntés meghozatalához is általában több szempontot kell figyelembe venni. Az ilyen hétköznapi döntéseket könnyedén meg tudjuk hozni, ha átlátjuk a helyzetet, figyelembe vesszük a tényezőket, mérlegelünk és döntünk. Egy komplexebb problémánál esetleg már felsorakoztatjuk az előnyöket és hátrányokat, hogy segítsük az átláthatóságot. Egy ország energiamix céljainak a meghatározása azonban már bonyolultabb feladat. Már léteznek különböző kutatások ahol a több szempontú modellezést energiamix scenáriók értékeléséhez használták fel, illetve olyanok is, amiben egy szempont szerint optimalizálták Magyarország energiamixét a jövőre nézve, azonban a két irányzatot még nem egyesítették. A következőkben a két módszert kívánjuk egyesíteni. A munkánk keretében egy energiamix optimalizáló rendszer felépítését írjuk le, ami figyelembe veszi a műszaki lehetőségek korlátait és az ország földrajzi adottságait. Az alapok lefektetése után bemutatjuk a modell bővíthetőségét mind horizontális, mind vertikális irányban. Vizsgáljuk a modell skálázhatóságát kisebb volumenű, régiós, kistérséges nagyságrendekben is, ezzel mintegy mankót kínálva a racionális döntéshozatalhoz. A modell célja, hogy segítségével objektív módon lehessen nyilatkozni egy ország vagy régió energiamixéről és elfogulatlanul lehessen energiastratégiát alkotni rá. A végső cél, hogy kiszervezze a szubjektivitást az energetikából.

The planning of the future of a country's energy system is determined by many factors. Basically when making an everyday decision, there are several factors taken into consideration. These casual decisions are made easily if the decision-maker has a good overview of the situation, can take the different factors into account, consider and make the decision. When encountering a more complex problem, the pros and cons can be listed in order to facilitate the transparency. However, the definition of a country's energy mix target is more complicated. There are already various studies which assess the aspects of different energy mix scenarios and others, which optimize Hungary's energy portfolio for the future in one aspect. However, the two streams haven't been joined yet. This work intends to combine the two methods. This paper describes the structure of an energy mix optimization system, which considers the limits of the technologies and the geographical features of the country. After laying down the basics, the expandability of the model is shown both in horizontal and vertical directions. Examination is made for the applicability of the use of the model for smaller, regional scale, which can be useful when planning small scale strategies. The model is designed to be able to comment on the energy mix of a country or a region and to objectively decide on the energy strategy. The ultimate goal is to outsource the subjectivity from the energy sector.

\*\*\*

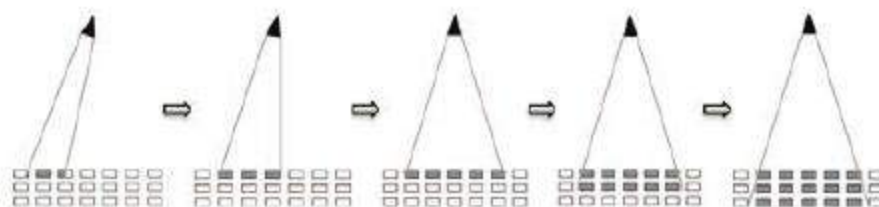
<sup>1</sup> A szerzőnek a KLENEN '14 konferencián, Kecskeméten, 2014. március 11-12-én elhangzott előadása.

## Modell felépítése és jellemzői

A modellezés eszközeit több céllal lehet használni, vagy egy modell építésére és az elkészült modellel szimulációkon keresztül különböző scenáriók felállítására, vagy szubjektív scenáriók értékelésére.

A modellépítés első lépéseként definiálni kell a modell célját és annak függvényében lehet körülhatárolni és beazonosítani az alrendszerit és funkciójukat. A modell akkor jó, ha minél egyszerűbb, tehát, csak a számunkra releváns kapcsolatokat érdemes beépíteni, nem szabad túlbojtolítani a rendszert fölöslegesen. Szimuláció esetén viszont előnyös, ha minél részletesebb eredményt tudunk kapni, a kettő nem összekeverendő. A modell építésénél kitűzött cél, hogy egy fizikailag jól körülhatárolható energetikai rendszer (pl. egy ország) forrás oldali energiamixe számolható legyen a megadott korlátozó feltételek mellett (pl. földrajzi adottságok), több szempont szerinti objektív optimalizálás során.

A feladat kellően összetett volta miatt részfeladatokra és lépésekre osztottuk az építés folyamatát. Ennek megfelelően először egy részére fókuszálunk a kérdéskörnek. Amikor sikeresen felírtuk az alapvető, még lineáris működését az alrendszernek, akkor horizontálisan bővítjük a rendszert addig, amíg el nem érjük a kívánt terjedelmét. Végül pedig a felállított alapokból kiindulva mélyítjük az egyes részrendszerek közötti kapcsolatokat és összefüggéseket, amíg a szimulációk el nem érik a kívánt pontosságot (1. ábra). Jelen munkában a modell alapjait rakjuk le, illetve bemutatjuk a bővítési módszertanát.



1. ábra. Szemlélet bővítése a modellépítés során

## A modell szerkezete

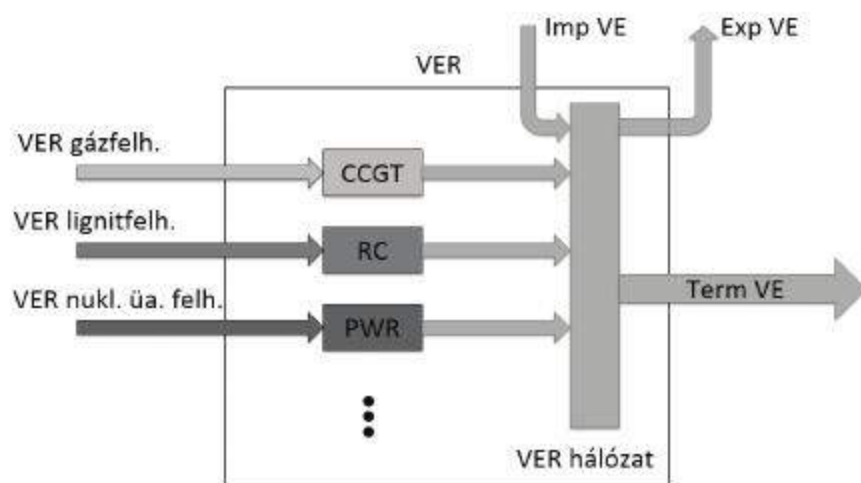
Első lépésként a villamosenergia-rendszert vesszük górcső alá. Vizsgáljuk meg a rendszerkapcsolatokat a primer energiafelhasználás és villamosenergia-termelés szempontjából. Magyarország erőműparkjából kiindulva arra az egyszerűsítésre jutottunk, hogy minden primer energiaáramhoz egy technológiai részrendszer rendelése a modellépítés első fázisban elegendő. Ennek megfelelően az 1. táblázat szerinti technológiai részrendszereket vesszük fel a táblázatban látható jellemző paraméterekkel.

1. táblázat. Technológiai alrendszerek

Technológiák	Tüzelőanyag	Hatásfok, %
Kondenzációs erőmű	Lignit	32%
Kombinált ciklusú erőmű	Földgáz	50%
Nyomottvízes atomerőmű	Nukleáris üzemanyag	33%*
Biomassza-tüzelésű erőmű	Biomassza	30%
Naperőmű	–	100%*
Szélőmű	–	100%*
Vízőmű	–	100%*
Hulladék-tüzelésű erőmű	Hulladék	30%
Import-export szaldó	–	100%

\* egyezményes hatásfokok

A 2. ábra mutatja a villamosenergia-rendszer egyszerűsített felépítését. Ami a rendszerkapcsolatok szempontjából kiemelendő, hogy az egyes technológiai részrendszerek által termelt villamos energia és az import villamos energia összegződik a VER hálózaton, innentől kezdve pedig nem követhető az előélet, azaz, hogy milyen típusú erőműben termelték.

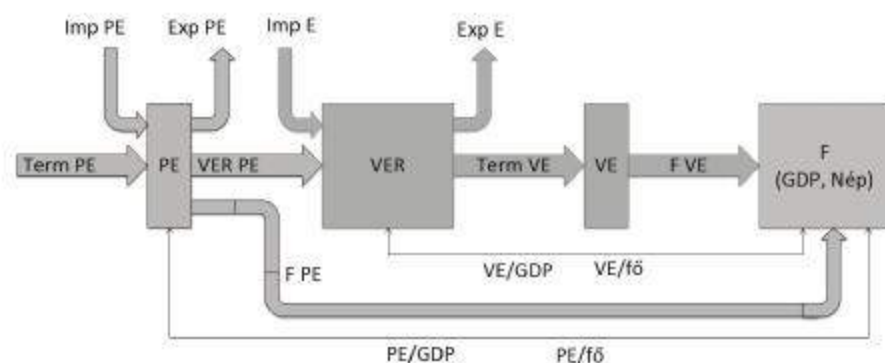


2. ábra. VER folyamatára

A szűk villamosenergia-rendszer tárgyalását követően, szükséges a tágabb környezet modellezése, aminek az áttekintő képét az 3. ábra adja. Látható, hogy következő lépésben mindkét irányban bővítjük a rendszert. Először összevonjuk a villamosenergia-alrendszerbe érkező primer energiahordozókat, amelyeket innentől kezdve az átláthatóság kedvéért egyben fogunk kezelni. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a számítások során is össze lennének vonva, csupán azt, hogy a párhuzamosan futó ágakat így könnyebb kezelni.

A VER kilépő oldalán megjelentek a fogyasztók, mint új alrendszer. A fogyasztói alrendszerbe érkezik a megtermelt villamos energia a VER-ből, illetve a primer energiahordozók nagyobbik része. Ebben a felbontásban fogyasztónak minősül minden, ami villamos energiát vagy primer energiát használ – a Magyarország-példánál maradván, gyakorlatilag minden és mindenki az országban, akinek az energiaigényét ki kell elégíteni. Az export-import természetesen megjelenik a primer- és a VER-oldalon is.

Végső soron az a cél, hogy a modell magától számolja a mennyiségeket, ehhez pedig szükség van az egyes alrendszerek közötti összefüggések feltárására. Első lépésként visszamenőleg lehetőség van arra, hogy a rendszert feltöltsük évek statisztikai adataival és ezek alapján definiáljuk az összefüggéseket az alrendszerek és mennyiségek között. Ezek az energetikai mutatók lesznek később a modell működésének alapjai.



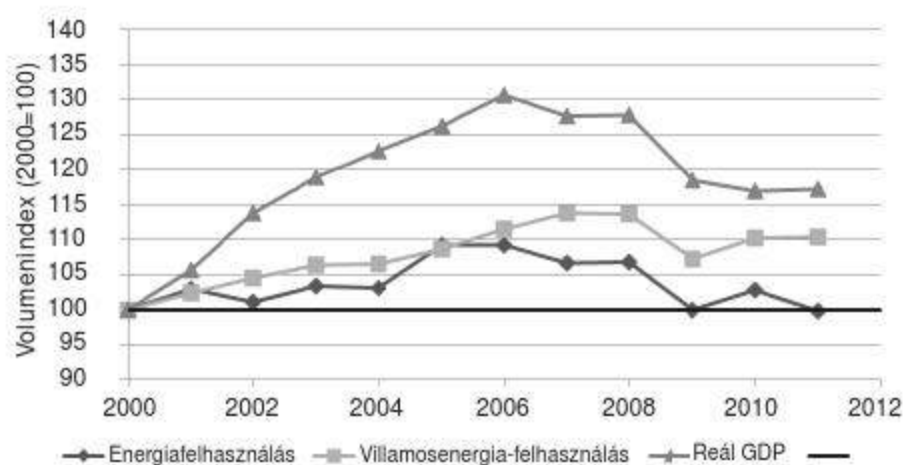
3. ábra. A modell folyamatábrája

(ahol a rövidítések: Exp: exportált, F: fogyasztók, Imp: importált, Nép: népesség, PE: primer energia, Term: termelt, VE: villamos energia, VER: villamosenergia-rendszer)

## Energetikai mutatók<sup>2</sup>

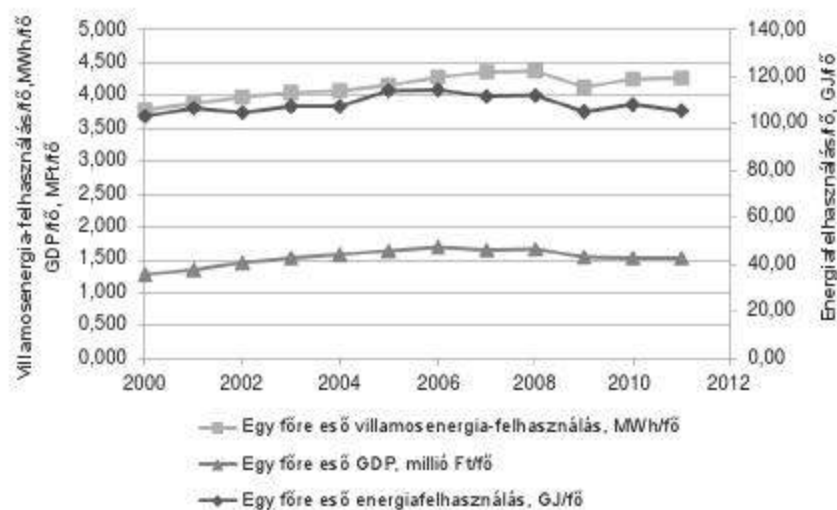
A rendszerben alapvető mennyiségi mutatóként jelenik meg a teljes primer energiafelhasználás, a villamosenergia-felhasználás, a GDP és a népesség. Magyarország adatait alapul véve vizsgáljuk ezek változását és egymáshoz való viszonyait, hogy a későbbiekben a levont tapasztalatokból fel lehessen állítani a modell számára a viszonyrendszert.

Az 1. diagram a teljes primer energiafelhasználás, villamosenergia-felhasználás és reál GDP volumenindexeit mutatja a 2000. év bázisán. A 2000-es évek tartós növekedési ütemét egyértelműen megtöri a 2008-ban kirobbant gazdasági világválság, azonban már 2007-ben is csökkent a reál GDP értéke Magyarországon. Ezt a megtorpanást és visszaesést jól láthatóan követi a primer energia- és villamosenergia-felhasználás mértéke is.



1. diagram. TPES, E és GDP volumenindexek

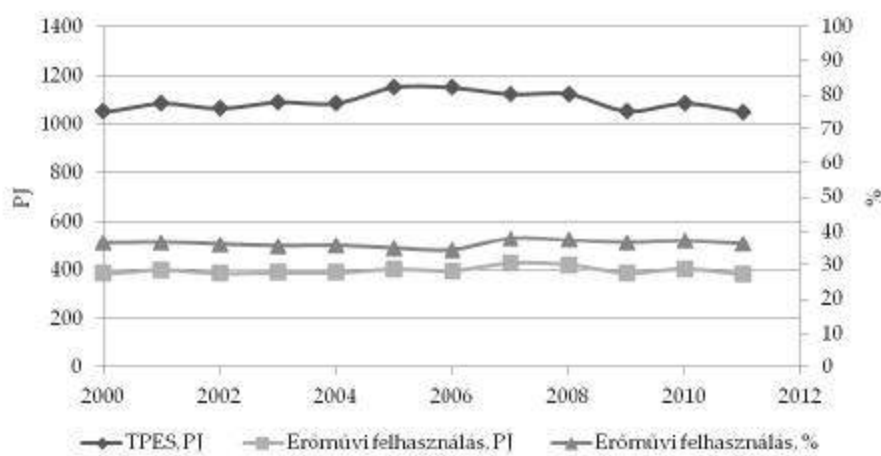
A 2. diagramon az előző mutatók vannak ábrázolva az egy főre vetített számértékekkel. A népesség ebben az időszakban közel azonos ütemben csökken, 2011-ben 10 millió fő alá esik Magyarország lakossága. Látható, hogy a fejenkénti értékeknél is hasonlóan az 1. diagramhoz jelentkeznek a tendenciák. Ebből levonhatjuk a következtetést, hogy a lakosság ilyen kismértékű változása nem befolyásolja az energetikai mutatók tendenciáit.



2. diagram. Egy főre eső nemzetgazdasági mutatók

A primerenergia- és villamosenergia-felhasználás szoros együttmozgására ad magyarázatot a 3. diagram, ahol az ország teljes primerenergia-igénye és az ebből az erőművek által igényelt primer energia mennyisége van ábrázolva, illetve ezek aránya százalékos mértékben. Az utóbbi elég stabilnak mondható, hiszen a vizsgált több mint 10 év alatt nem mozdul ki a 34-38%-os sávból. az együttmozgás biztonsággal megállapítható.

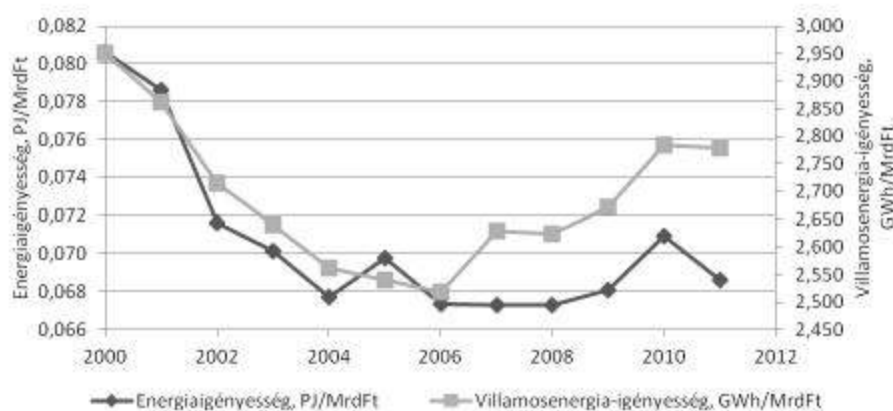
<sup>2</sup> A fejezetben felhasznált adatok a Központi Statisztikai Hivatal, az Eurostat és a Nemzetközi Energia Ügynökség publikált adataiból származnak.



3. diagram. Energifelhasználások változása

A következőkben már a korábbiakban tárgyalt mutatók egymáshoz való viszonyát vizsgáljuk. Az egyik erre használatos energetikai mutató az energiaigényesség, ami a felhasznált (villamos) energia és a GDP hányadosa. Ennek megfelelően az energiaigényesség negatív tendenciája a kedvező a gazdaság számára, hiszen ez azt jelenti, hogy ekkor kevesebb energia-befektetéssel tud több terméket előállítani. (Másik elterjedt mutató még az energetikai hatékonyság, ami az energiaigényesség reciproka. Egymással való megfeleltethetőségük miatt csak az elsőt vizsgáljuk.)

A 4. diagramon látható, hogy a 2000-es évek eleji fejlődés során a GDP növekedési üteme meghaladta mind a primer-, mind a villamosenergia-felhasználás ütemét (ahogy ez az 1. diagram görbéinek a meredeksége is mutatja), ami csökkenő energiaigényességet eredményezett. A válság hatása itt is látványos: rövid stagnálás után rohamos növekedésbe kezdett az energiaigényesség. Ez azt jelenti, hogy a gazdaság kvantitatív visszaesése mellett kvalitatív hanyatlás is bekövetkezett. Az energiaigényesség gyakorlatilag elérte a 2001-2002-es szintet a primer- és villamos-energiára vonatkoztatva is, ami majd 10 éves visszaesést jelent.



4. diagram. Energiaigényességi mutatók változása

### Modell alkalmazhatóság, forgatókönyvek

A modell jelenlegi állapotában a definiált lineáris összefüggésekkel alkalmas energiamix forgatókönyvek elemzésére a VER szempontjából. A technológiai alrendszereket kiegészítve a szén-dioxid kibocsátási értékekkel bővíthetők az elemzési szempontok. A modell alkalmas az importfüggőség értékelésére is, amely esetében az Eurostat definícióját alapul véve az importfüggőség megmutatja, hogy egy gazdaság mekkora mértékben támaszkodik importra, hogy kielégítse az energiaigényét. Ez alapján a technológiai részrendszer primerenergia-ellátásának import arányával kellene beszorozni a villamosenergia-termelését, így kapható meg az import részarány az egyes technológiai alrendszerekre. Ezt az elvet követve import szempontjából 0%-nak, azaz teljes hazai termelésnek vehető fel a lignittüzelésű erőmű által igényelt tüzelőanyag és az összes megújuló energiaforrást hasznosító technológia (a hulladékot is beleértve), 2011-es [9] adatok alapján a földgáz import részesedésének 77%, míg nukleáris fűtőanyagét

100% importnak tételezhető fel.

Az importfüggőség értékelése szempontjából fontos azt is megjelölni, hogy miből származik a függőség. Az Eurostat definíciójából ugyan adódik egy százalékos arány a függőségre, azonban az importfüggőség tárgyalásánál nem feltétlen annak kell a meghatározó tényezőnek lennie, hogy hazai termelés vagy import. Az importfüggőség fő hátránya a kiszolgáltatottság, amit nyugodt piaci körülmények között nem nagyon érzünk meg, esetleg tárgyalásoknál indulhatunk emiatt hátrányos pozícióból. A kiszolgáltatottság akkor válik érezhetővé, ha a piac ellátási oldalán valamilyen zavar keletkezik és veszélybe kerül az ellátás. Ebből a szempontból viszont jelentős különbség van például a földgáz és a nukleáris üzemanyag között, hiszen a tartalékolhatóság nagyban eltér a kettő esetében. Ebből kiindulva a piaci zavarokkal szembeni kitettségeknek kellene a meghatározónak lennie. A kérdéskör további tanulmányozása és beépítése a modellbe egy bővítési lehetőség lehet a későbbiekben.

### Kitekintés

A forgatókönyvek és az energetikai mutatók során felmerültek már a modell bővítési és finomítási lehetőségei – mint például az importfüggőség alternatív leírása –, ezek mellett nyilvánvaló kiterjesztési irány még a hőtermelési- és közlekedési alrendszer bekapcsolása a modellbe. Azonban még mielőtt ezeket elkezdhetnénk tárgyalni, verifikálni kell az összefüggéseket és mutatók viselkedését, hiszen csak akkor lehet előrejelzést készíteni egy modell segítségével, ha a jelenlegi és korábbi állapotokat jól le tudja írni.

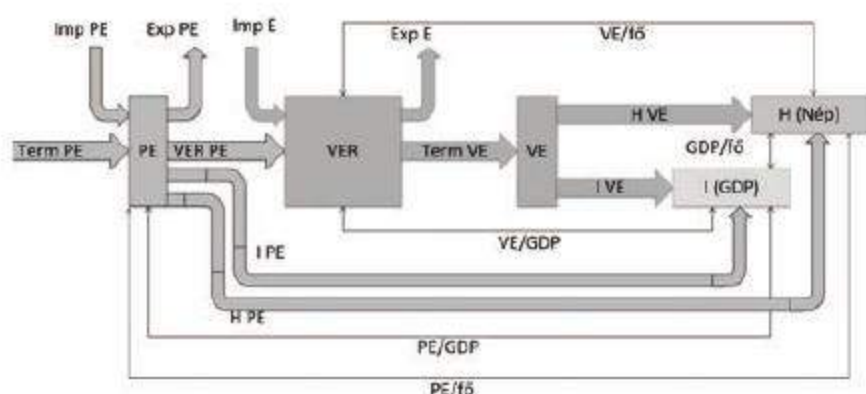
Ehhez kapcsolódóan megvizsgálhatjuk a különböző energetikai mutatókat egy másik rendszer adataival. Portugália egy jó példa erre, hiszen Magyarországhoz hasonló mérettel, népességgel és primerenergia-felhasználással rendelkezik. Azonban jobban megvizsgálva jelentős eltérések adódnak a villamosenergia-rendszerre vonatkozó mutatók esetében (4. táblázat).

4. táblázat. Jellemző adatok, HUN-POR

2011-es IEA adatok	Magyarország	Portugália
Terület, km <sup>2</sup>	93 036	92 391
Népesség, millió fő	9,97	10,65
Összenergia felhasználás, PJ	1045,03	966,31
GDP, Mrd 2005 USD	111,16	194,10
GDP PPP, Mrd 2005 USD	172,52	228,08
Beépített erőművi kapacitás, MW	9 890	20 928
Villamosenergia-felhasználás, GWh	42 626	55 272
– ebből lakossági, GWh	11 312	13 752
– ebből termelői, GWh	31 314	41 520

A 4. táblázat első három adata, mint már említettük közel azonos. A GDP-k viszont már jelentősen eltérnek, reál GDP esetén például 50 Mrd USD-vel többet termeltek 2011-ben. A beépített erőművi kapacitásuk több mint kétszer akkora, mint a miénk, ezen túlmenően a villamosenergia-felhasználásuk több mint 10 000 GWh-val nagyobb. A beépített kapacitások jelentős méretkülönbsége a portugál szél és vízerőművekből ered. A népesség közel azonos nagysága és a GDP ilyen méretű eltérése azt sugallja, hogy a fogyasztói alrendszert érdemes lehet továbbbontani.

Kézenfekvő, hogy a népesség közel azonos mérete miatt kezeljük külön a háztartások villamosenergia-fogyasztását, hiszen így a fennmaradó fogyasztás gyakorlatilag a termelő/ipari ágazatok fogyasztása, amelyek a GDP-t termelik. A háztartások pedig egyáltalán nem, vagy csak minimális mértékben termelnek GDP-t. Az így szétválasztott rendszer áttekinthető képét a 4. ábrán láthatjuk.



4. ábra. A modell bővített folyamatábrája

(ahol a rövidítések: Exp: exportált, H: háztartások, I: par, Imp: importált, Nép: népesség, PE: primer energia, Term: termelt, VE: villamos energia, VER: villamosenergia-rendszer)

A szétválasztott háztartások és termelők alrendszerrel új primer- és villamosenergia-áram jelent meg, ezekkel új energetikai mutatók felírására nyílik lehetőség. Nyilván szorosabb összefüggést fogunk találni a termelt GDP és a GDP termeléséhez felhasznált villamos energia között, mintha a GDP-t az egész ország villamosenergia-felhasználásához viszonyítanánk. Ennek megfelelően pontosabb összefüggésekkel tudjuk leírni és jellemezni a gazdaságot és annak viselkedését, fejlettségét. Hasonló módon a háztartásokra vonatkoztatva pontosabb képet kapunk, a lakosság igényeiről, a fejlettségükről és az energiatudatosságukról.

Amint ezeket mutatókat körbejárjuk annyira, hogy már tudjunk számolni velük és a mutatókból (társadalmi-, gazdasági fejlettség ismeretéből) határozzuk meg az energiaigényeket, akkor használható lesz a modell előrejelzések készítésére is, addig lineáris összefüggésszerűen tud működni. A modell bővítése a bemutatott portugál-magyar példán keresztül követhető, miszerint anomáliákat kell keresni a modellben, ha találtunk, akkor ezeket meg kell szüntetni az alrendszerek közötti viszonyok tisztázásával, alrendszerek osztásával. Ez után verifikálni kell a modellt, hogy visszaadja-e azokat az eredményeket, amiket várunk, ha igen, akkor folytathatjuk ezt a folyamatot, amíg kellő pontosságú modellt nem kapunk.

A modell könnyedén skálázható, hiszen alapvetően az anyag-, energia- és információ áramok általános érvényűek. Más környezetbe ültetve az eszközparkját kell módosítani, például kisebb térségek esetén más technológiai alrendszerek jelennek meg a decentralizált energiatermelés

révén. A modell további bővítése során szem előtt kell tartani, hogy ezek a részek könnyen „cserélhetők” legyenek, sőt a szimuláció során a modell maga tudja elvégezni az egyes technológiai alrendszerek be- és kiléptetését, ezzel kizárva a modellkészítő elfoglaltságait. A modell végső célja, hogy kiszervezze a szubjektivitást az energetikából.

#### Felhasznált irodalom

- [1] BOCCARA, N. (2004): Modeling Complex Systems. Springer, New York
- [2] BÖRCSÖK E., OSÁN J., BOZÓKI S., TÖRÖK SZ. (2011): Több szempontú döntési modell alkalmazása a hazai villamosenergia-termelési rendszer fejlesztésében Magyar Energetika, 18. 2011/3. pp. 28-32
- [3] FAZEKAS A. I. (2005): Villamosenergia-termelés technológiák összehasonlítása, A komplex összehasonlítás szempontrendszere. Magyar Atomforum Egyesület, Budapest
- [4] GÁCS I. (2012): Villamosenergia-termelés gazdasági értékelése. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, H. n.
- [5] IEA (2012): World Energy Model Documentation. I. k., H. n.
- [6] IORGULESCU, R. I. - POLIMENI, J. M. (2009): A multi-scale integrated analysis of the energy use in Romania, Bulgaria, Poland and Hungary. Energy, 34, pp. 341.-347.
- [7] KADAR, P. (2010): Multi Objective Power Mix Optimization H.n., I.k.
- [8] LIU, J. - LIN, Q.G. - HUANG, G. H. - WU, Q. - LI, H. P. (2013): Energy systems planning and GHG-emission control under uncertainty in the province of Liaoning, China – A dynamic inexact energy systems optimization model. Electrical Power and Energy Systems, 53, pp. 142.-158.
- [9] MAGYAR ENERGETIKAI ÉS KÖZMŰSZABÁLYOZÁSI HIVATAL, MAMR (2012): A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2012. évi statisztikai adatai. MKEH, H.n.
- [10] MUNASINGHE, M. - MEIER, P. (1993): Energy Policy analysis and modeling. Cambridge University Press, Cambridge
- [11] SUGÁR A. (2011): A piacsabályozás elméleti és gyakorlati aspektusai a közszolgáltató szektorokban, elsősorban az energiaszektor árszabályozása példáján - Ph. D értekezés. BCE Közgazdaságtani Doktori Iskola, Budapest
- [12] TAHIR, A. C. - BAÑARES-ALCÁNTARA, R. (2012): Knowledge representation model for the optimisation of electricity generation mixes. Applied Energy, 97, pp. 77.-83.
- [13] ZHANG, Q. - MCLELLAN, B. C. - TEZUKA, T. - ISHIHARA, K. N. (2013): An integrated model for long-term power generation planning toward future smart electricity systems. Applied Energy, 112, pp. 1424.-1437.

## Csatlakozás és képviselet Magyarország részéről az International Energy Agency FBC együttműködésében

A BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék munkatársa, Dr. Szentannai Pál a kijelölt képviselő Magyarország részéről az FBC szakterületnek ebben a nemzetközi szervezetében.

A Nemzetközi Energia Ügynökség (International Energy Agency, IEA) 1974-ben, az olajválság hatására jött létre; ma 28 ország a tagja, köztük Magyarország is. E szervezetnek alapításától fogva kiemelt célja olyan nemzetközi együttműködési struktúrák biztosítása, amelyek a kiemelkedő energetikai technológiák kutatási, fejlesztési munkáit, valamint bevezetését és elterjesztését segítik elő. E struktúrákat ma mintegy 40 működő program alkotja, amelyek közös megnevezése az IEA terminológia szerint Végrehajtási Egyezmény (Implementing Agreement, IA).

Magyarország hagyományos és nagy múltú visszatekintő általános IEA tagsága ellenére eddig egyetlen ilyen konkrét Végrehajtási Egyezmény munkájában sem vett részt. Ez a helyzet változott meg az FBC Végrehajtási Egyezményhez (IEA-FBC) való csatlakozással, amelynek dokumentumát – a Magyar Kormány kijelölése alapján – Dr. Szentannai Pál írta alá, és ennek megfelelően ő a megbízott e szervezet Végrehajtó Bizottságában (Executive Committee). Ezt az első, talán áttörést

jelentő, konkrét technológiára koncentráció bekapcsolódást egyébként az IEA központ részéről emiatt külön is üdvözölték.

(A képviselő, Dr. Szentannai Pál nemrég tért haza a Bécsi Műszaki Egyetemen az adott szakterületen végzett kutatói munkájából, hogy mindazt a BME-n folytassa. Bécsben töltött éveik adták a személyes tapasztalatot az IEA-FBC szervezetében való munka előnyeivel kapcsolatban, amelyben meghatározó szerepet töltött be Ausztria részéről.)

A szóban forgó energetikai terület megnevezése, az FBC rövidítés eredetileg a fluidágyas tüzelés (Fluidized Bed Combustion) kifejezést takarta, amely szilárd anyagok több szempontból is integráns módon környezetkímélő energetikai hasznosítási technológiája. Néhány évvel ezelőtt azonban az utolsó szót „Conversion”-re cserélték, mert a fluidizációs technikának a közvetlen tüzelésen kívül számos egyéb energetikai alkalmazása is egyre jelentősebb szerepet játszik a legújabb fejlesztésekben. Ide tartozik elsősorban az elgázosítás (Gasification), a hordozóhurkos tüzelés (Chemical Looping Combustion, CLC) és a dűsioxigénes tüzelés (Oxyfuel Combustion), de ezeken kívül számos más energetikai technológiai változat is, mint pl. a 'Ca-looping' névvel illetett széndioxid-megkötési el-

járás, vagy további, gyakran több fluid ágyat is kombináló új technológiák.

Maga a fluidágyas tüzelési technológia egyszerre új és régi: 1981-es első ipari léptékű megvalósítása óta a maximális blokkméret is, a létesítmények száma is rendületlenül növekedést mutat világszerte, ugyanakkor ennek megfelelően több évtizedes tapasztalatok állnak már mögötte. Mindezek nyomán újabb és újabb alkalmazási területek és megoldások intenzív elméleti és kísérleti kutatása történik igen nagy intenzitással, szintén világszerte. A tapasztalatok világossá tették ugyanis e tüzelési mód további (az alacsony emissziós értékek mellett) nagy előnyét, a tüzelőanyaggal szemben mutatott flexibilitását. Az FBC berendezések kiválóan alkalmasnak bizonyultak ugyanis gyenge vagy változó minőségű szilárd tüzelőanyagok hatékony energetikai hasznosítására, ami miatt ma már nemcsak a legkülönbözőbb szénfélelések, hanem számos egyéb szilárd anyag esetére alkalmazzák sikeresen. Ezen alkalmazási területek között kiemelkedő szerepet játszanak a biomasszák önálló vagy együttes tüzelési módokban, de mellettük a legkülönbözőbb hulladékból, melléktermékekből keletkezett tüzelőanyagok igen változatos csoportjai is.

További információ a Végrehajtási Egyezmény honlapján található: [www.iea-fbc.org](http://www.iea-fbc.org).

# Szilárd biomassza tüzelésen alapuló energiatermelés környezeti hatásai<sup>1</sup>

Dr. Lezsovits Ferenc PhD

okl. gépészmérnök, lezsovits@energia.bme.hu

A biomassza, mint megújuló energiaforrás felhasználása hő- és villamosenergia termelésre fejlesztendő terület, amelynek segítségével csökkenthető az energia ellátás importfüggősége, csökkenthető a globális CO<sub>2</sub> kibocsátás, illetve új piacot nyit a mezőgazdaság, illetve az erdőgazdálkodás számára, új munkahelyeket teremtve és ezen keresztül segítve a vidék fenntartható működésének megvalósítását. Továbbá a decentralizált energia termeléssel pedig csökkenthető a hálózati veszteség, továbbá javítható az ellátás biztonság. Mivel azonban a biomasszával legtöbb esetben a földgáz felhasználás kiváltása történik, a keletkező szennyező anyagok minősége és mennyisége gyökeresen változik, a lokális környezetterhelés legtöbbször megnövekszik. Előadásomban ezt a kérdéskört járom körbe és jelölöm meg az irányokat a helyi környezetterhelés minimalizálása érdekében.

Utilization of biomass as renewable energy resource for cogeneration is one of the most couraged and supported area. By means of this can be reduced the import dependance of energy supply and CO<sub>2</sub> emission can be reduced on global level. It opens new market for agriculture and forestry, with new workplaces and maintaining sustainability of villages. Furthermore by means of decentralized energy generation distributional loss can be saved and energy supply safety can be increased. But biomass replaces natural gas consumption in the most of the cases. Pollutant formation and quantity changing significantly. Local environmental impact is increasing. In my presentation this topic is discussed and necessary measures are pointed in order to minimize harmful environmental impacts.

\*\*\*

## Biomassza felhasználás előnyei és hátrányai

A biomassza az egyik legősibb energiaforrás. Felhasználásának számos előnye van amelyeket a teljesség igénye nélkül az alábbiakban foglalok össze, de nem szabad figyelmen kívül hagyni néhány járulékos következményt sem, amelyeket szintén érdemes figyelembe venni.

A felhasználás mai előnyei:

- csökkenthető az energia ellátás importfüggősége,
- csökkenthető a globális CO<sub>2</sub> kibocsátás,
- új piacot nyit a mezőgazdaság, illetve az erdőgazdálkodás számára, ezáltal új munkahelyeket teremtve és ezen keresztül segítve a vidék fenntartható működésének megvalósítását,
- a decentralizált villamosenergia termeléssel megspórolható a villamos elosztó hálózati veszteség egy része,
- javítható az ellátás biztonság.

Az érem másik oldala:

- biomasszák energiasűrűsége lényegesen kisebb, mint a fosszilis energiahordozóké,
- szállításuk csak kis távolságra gazdaságos és nagy tárolótér szükséges,
- földgáz kiváltás esetén füstgáztisztítás nélkül növekvő károsanyag emissziót és környezetterhelést eredményez eltüzelésük,
- ez főleg sűrűn lakott területeken a levegőminőség romlásához, szmog kialakulásához vezethet.

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

## Biomassza megjelenési formái és jellemző összetételeik

A szilárd biomassza megjelenési formái különbözőek lehetnek. Alapvetően három csoportba sorolhatjuk őket. Az első csoport a legrégebben, már az ősember által is használt fa különböző formákban. A második csoportot a mezőgazdasági melléktermékek, hulladékok, vagy energetikai felhasználási céllal termesztett energia növények jelentik. A harmadik csoportba pedig a háztartási hulladék biológia eredetű része tartozik. Tehát nem a teljes hulladék tekinthető megújulónak, pld. a műanyagok nem, csak a növényi vagy állati eredetű hulladékrészek. Általában a háztartási hulladékok fele-kétharmada tekinthető megújulónak.

1. Az eltüzelésre szánt fa különböző formákban érhető el. A fa általában kedvező tulajdonságokkal rendelkező tüzelőanyag kis hamu és szennyezőanyag tartalommal, magas hamuolvadási hőmérséklettel. Egyedül a nagymértékű nedvességtartalom ingadozás és ezen keresztül fűtőérték változás okozhat problémát.

- A legradicionálisabb a tűzifa, amely max. 30-40 cm-es hossza darabolva kézzel táplálható be az egyedi készülékekbe, kályhákba kandallókba, vagy a modernebb pld. elgázosító kazánokba. A tűzifa felhasználása nem automatizálható, így csak a fentebb említett háztartási méretű és teljesítményszintű berendezésekben kerülhet felhasználásra. A tűzifa nedvességtartalma jelentősen változhat a kivágás utáni ún. élő nedvestől a légszáraz állapot elérésig. A nedvességtartalom jelentős hatással van a fűtőértékre is. Hamu és egyéb szennyezők viszonylag kis mennyiségben találhatóak benne.
- A következő a fapellet, amely újabb keletű, tüzelőanyag forma. Porból préselve viszonylag egyenletes méretű és minőségű tüzelőanyag, melynek adagolása jól automatizálható. Ennek segítségével a gáz, vagy olajtüzeléshez hasonló komfort érhető el. A fapellet minőségét szabványok is rögzítik, melyekben többek között a fűtőérték, hamutartalom, nedvességtartalom stb. is rögzítve van. A fapellet ideális tüzelési szempontból, azonban a homogénizálás költségei megjelennek annak árában. Fapellet felhasználása is a kis, 100 kW alatti teljesítményű berendezésekre korlátozódik.
- A harmadik forma az ún. energetikai faapríték. Ez maximálisan 3-5 cm méretűre aprított fát jelent. Ez a 100 kW feletti teljesítményű berendezésekbe már automatikusan beadagolható. Az aprítás költsége sokkal kisebb mint a pelletgyártásé, így az apríték ára mérsékelt tud maradni.

2. A második csoport a mezőgazdasági hulladékok és energetikai ültetvények csoportja, pld. szalmák, vagy az energiafű. Ezek első ránézésre sok hasonló tulajdonságot mutatnak a fával, de van néhány lényeges különbség, ami miatt nem tüzelhetők a fákkal azonos feltételek mellett. Előnyös például, hogy induló nedvességtartalmuk sokkal kisebb mint a fáé és az is könnyebben kiszárítható. Viszont hamu és károsanyag tartalmuk (S, Cl) lényegesen magasabb. Valamint ezek a tulajdonságok sokkal kevésbé fajspecifikusak, mint a fáknál, sokkal jobban függnek a talaj minőségétől és tápanyagtartalmától amelyen termesztik őket. Továbbá a hamuolvadási hőmérsékletük is sokkal alacsonyabb mint a fáké. A kiugróan magas hamutartalmat sok esetben a növényre rakódott por adja. Ezek az anyagok bálázott, vagy pelletált (agripellet) formában érhetőek el. A bálázott anyagot közepes és nagy teljesítményű rendszerekben, míg az agripelletet háztartási méretű berendezésekben tüzelik el általában.



Amíg a fapelletek minőségét szabványok rögzítik, addig az agripelletek minőségére nincsenek érvényes előírások. Egyedül méret és betáplálhatóság tekintetében azonosak a fapellettel, a fentebb felsorolt eltérő tulajdonságai mind megvannak.

3. A harmadik csoport a háztartási hulladékoké, amelynek biológiai eredetű része miatt részben megújulónak tekinthető. Természetesen tüzelés során nem választják szét a megújulót a nem megújulótól. A hulladék tüzelésre a normál tüzeléstől eltérő, sokkal szigorúbb szabályozások vannak érvényben. Ezért e hulladékok, vagy az abból származó tüzelőanyagok (SRF/RDF) eltüzelése csak megfelelően kialakított és akkreditált hulladéktüzelő rendszerekben lehetséges. A minden feltételt kielégítő kialakítás és műszerezés miatt csak közepes, vagy nagyteljesítményű rendszerekben gazdaságos.

A felsorolt hulladékcsoporthoz fűtőérték, nedvesség, hamu és károsanyag tartományait mutatja az 1. táblázat. A táblázat összehasonlítás érdekében tartalmazza a Magyarországon szolgáltatott vezetékes földgáz jellemzőit is, amely mint fő alternatív tüzelőanyag szerepel, amelynek kiváltására építenek biomassza alapú energia szolgáltató rendszereket általában.

### Keletkező szennyezők és érvényben lévő emissziós előírások

A tüzelőanyagok eltüzelése során keletkező szennyezők általában két fő csoportba sorolhatók.

- Az egyik csoport az anyagmértől függő szennyezőké. Ezek a szennyezők a tüzelőanyag összetétel alapján számíthatók. Például a tüzelőanyag hamutartalma egyrészt a tüztér aljából mint salak eltávolítható, a másik része viszont lebegve utazik a füstgázzal, mint pernye. A megoszlás rendszerfüggő. Az elemzésben az ilyen rendszerekben szokásos 50%-50%-os megoszlási arányt vettem figyelembe. A tüzelőanyag kéntartalma legtöbbször teljes egészében oxidálódik ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ), míg a klórtartalma hidrogénnel reagálva sósavat alkot. Az emissziós értékek betartása alacsony szennyezőanyag tartalmú tüzelőanyagok eltüzelésével, vagy a füstgáz utólagos tisztításával érhető el.
- A másik csoport a tüzelés módjától, jóságától függő szennyezők csoportja. Ide tartoznak az elégetlen komponensek ( $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ , koks, korom), valamint a nitrogén-oxidok ( $\text{NO}_x$ ). Az emissziós értékek betartása megfelelő tüzelésszabályozással, vagy a füstgáz utólagos tisztításával érhető el. A károsanyag emisszió kordában tartására emissziós előírások vannak érvényben, kivéve a kisteljesítményű lakossági felhasználást, ahol a tüzelési teljesítmény nem haladja meg a 140 kW-ot.

A szilárd tüzelőanyag eltüzelésére vonatkozó magyarországi előírásokat tartalmazza a 2. táblázat. Mivel a határértékek füstgáz koncentrációra vonatkoznak, így meg kell határozni a hígítás mértékét is, ezt adja meg a vonatkoztatási maradvány oxigéntartalom a füstgázban.

A 3. táblázat a gáztüzelés esetére érvényes előírásokat tartalmazza összehasonlítás végett.

A rendelet szerinti füstgáz koncentrációra vonatkozó emissziók összehasonlítása sok esetben nehézségekbe ütközik, bonyolult átszámítási metódusokkal hozhatók közös nevezőre.

A könnyű összehasonlíthatóság érdekében hasznos energiára fajlagosítva fejeztük ki az emissziókat. Ez figyelembe veszi mind a fűtőérték, mind a kazánhatásfok különbségeket is.

1. táblázat. A vizsgált lehetséges tüzelőanyagok összetétel és fűtőérték alakulása [1] [2]

fűtőérték és összetétel	tűzifa	fa-pellet	faapríték, kéreg	lágyszárú szalma, energifű	agripellet	háztartási hulladék	földgáz
fűtőérték [MJ/kg]	12-15	16-17	10-15	11-15	13-15	5,5-13,7	42,5
nedvesség	15%-30%	5%-10%	15%-40%	6%-18%	6%-10%	6%-40%	0%
hamu	0,3%-2,1%	0,3%-0,7%	0,3%-3,8%	2,8%-17%	2,8%-10%	16%-27%	0%
S	0,01%-0,13%	0,01%-0,13%	0,01%-0,13%	0,09%-0,25%	0,09%-0,25%	0,1%-0,5%	0%
Cl	0,004%-0,03%	0,004%-0,03%	0,004%-0,03%	0,12%-2,0%	0,12%-2,0%	0,3%-1,3%	0%

2. táblázat. Szilárd tüzelésre vonatkozó emissziós előírások [3]

	kizárólag készülék előírások	23/2001. KÖM	23/2001. KÖM	10/2003. KvVM	3/2002. KÖM
teljesítmény tartomány	$Q_{\text{tüz}} < 140\text{kW}$	$140\text{kW} < Q_{\text{tüz}} < 1\text{MW}$	$1\text{MW} < Q_{\text{tüz}} < 50\text{MW}$	$50\text{MW} < Q_{\text{tüz}} < 100\text{MW}$	Hulladék Tüzelés
vonatk. $\text{O}_2$	–	11%	11%	6%	11%
Anyagmértől függő szennyezők					
szilárd anyag	–	150 mg/m <sup>3</sup>	150 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
$\text{SO}_2$	–	1000 mg/m <sup>3</sup>	1000 mg/m <sup>3</sup>	200 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
HCl	–	–	–	200 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
HF	–	–	–	30 mg/m <sup>3</sup>	1 mg/m <sup>3</sup>
Tüzeléstől függő szennyezők					
$\text{CO}$	–	1000 mg/m <sup>3</sup>	250 mg/m <sup>3</sup>	250 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
$\text{NO}_x$	–	650 mg/m <sup>3</sup>	650 mg/m <sup>3</sup>	400 mg/m <sup>3</sup>	200 mg/m <sup>3</sup>
$\text{C}_x\text{H}_y$	–	50 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>	–	10 mg/m <sup>3</sup>

3. táblázat. Gáztüzelésre vonatkozó emissziós előírások [3]

	Kizárólag készülék előírások	23/2001. KÖM	10/2003. KvVM
Teljesítmény tartomány	$Q_{\text{tüz}} < 140\text{kW}$	$140\text{kW} < Q_{\text{tüz}} < 50\text{MW}$	$50\text{MW} < Q_{\text{tüz}} < 300\text{MW}$
Vonatk. $\text{O}_2$	–	3%	3%
Anyagmértől függő szennyezők			
Szilárd anyag	–	5 mg/m <sup>3</sup>	5 mg/m <sup>3</sup>
$\text{SO}_2$	–	35 mg/m <sup>3</sup>	35 mg/m <sup>3</sup>
HCl	–	–	–
HF	–	–	–
Tüzeléstől függő szennyezők			
$\text{CO}$	–	100 mg/m <sup>3</sup>	100 mg/m <sup>3</sup>
$\text{NO}_x$	–	350 mg/m <sup>3</sup>	150 mg/m <sup>3</sup>
$\text{C}_x\text{H}_y$	–	–	–

A következő fejezetekben ismertetem a négy fő felhasználási csoportra, úgy mint lakossági, kistérségi, vagy ipari-mezőgazdasági fűtőművi, hulladéktüzelő és alaperőművi felhasználás esetére végzett elemzéseim eredményeit.

### Emisszió lakossági felhasználás esetén

A 140 kW alatti tüzelési teljesítményű felhasználók zömében a lakosság köréből kerülnek ki.

Erre a teljesítmény tartományra Magyarországon nincsenek érvényes emissziós előírások. (lásd az előző fejezetben). Ha valamilyen szabvány,

vagy előírás szerint minősített készüléket vásárolunk, az legtöbbször valamilyen emisszió szintet is garantál. Azonban nem tiltja semmilyen előírás ezen a teljesítmény szinten a minősítés nélküli, vagy régi berendezések alkalmazását. Helyszíni emisszió ellenőrzés az előírások hiányában sosem történik.

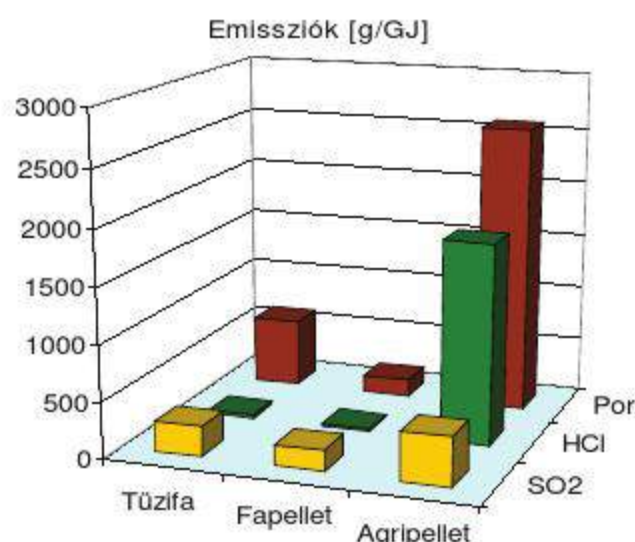
Városi és falusi kertés házas övezetben egyre többen alkalmazzák, vagy építik ki alternatívaként a gáztüzelés mellé. Itt is két fő csoportot érdemes elkülöníteni.

Az első csoportba tartoznak azok a felhasználók, akiknek már a jelenlegi gázzámláik kifizetése is gondot jelent, ezért visszaüzemeltetik a régen leállított szilárdtüzelésű kazánjukat, vagy ilyen több évtizedes technológiájú berendezést vásárolnak használtan, vagy újonnan. Ezek a berendezések semmilyen automatizáltsággal sincsenek ellátva. Minden a kazánkezelő tapasztalatára és odafigyelésére van bízva. De a legjobb odafigyelés mellett sem érhető el olyan minőségű tüzelés, mint a ma elérhető korszerű berendezésekkel. Ezekben a berendezésekben főleg az átmeneti, például felfűtési üzemállapotban jelentős mennyiségű elégetlen komponens, koks, korom, aromás szénhidrogén (PAH), valamint szén-monoxid keletkezik. Nem megfelelő odafigyelés esetén ez a helyzet hosszú ideig fennállhat, vagy akár állandósulhat. Ez általában észlelhető a kéményen távozó füst láthatóságában, valamint az aromás szénhidrogének jelenléte szaglószerünkkel is érzékelhető akár jelentős távolságból is. A tüzeléstől függő károsanyagok keletkezésére információ hiányában nem vállalkozom. De az biztosan állítható, hogy az ilyen berendezésekből távozó károsanyag emisszió többszörösen meghaladja a korszerű, minősített, automatikus szabályozással ellátott berendezéseket.

A másik csoportba a korszerű tűzifa tüzelésre kialakított elgázosítós, illetve a pellet kazánok tartoznak. Ezek már valamilyen szinten automatizáltak, és az előírások szerinti üzemeltetés és tüzelőanyag esetén a tüzelés megfelelően szabályozott és a tüzeléstől függő károsanyagok keletkezése és emissziója elfogadhatóan alacsony értéken tartható, akár megközelítve a nagyobb teljesítményre érvényes határértékeket.

Az anyagmérlegből számítható emissziókat azonban meg lehet határozni, amelyek alig függenek attól, hogy egy korszerű vagy ósdi berendezésben tüzeljük el a tüzelőanyagot. A hamutartalom megoszlására az ilyen rendszerekben szokásos 50%-50%-os megoszlási arányt vettem figyelembe. A tüzelőanyag kéntartalma teljes egészében oxidálódik, míg a klórtartalma hidrogénnel reagálva sósavat alkot. A régi kazánok hatásfok becslésére nem vállalkoztam. Az összehasonlításokban az újabb kazánokra érvényes hatásfok értékeket vettem figyelembe. Tűzifa tüzelésű kazán esetére 80%-os, míg pellet tüzelés esetére a jobb szabályozhatóság végett 85%-os hatásfokot vettem figyelembe. Ezek alapján az emissziók számíthatók. Az összehasonlíthatóság végett az emissziókat hasznos hőteljesítményre fajlagosítottam.

A számítások eredményei láthatók az 1. ábrán. Emissziós előírások hiányában a füstgázba kerülő káros anyagok mind távoznak a kéményen, rontva ezzel a környező levegő minőségét. Az 1. ábrából láthatóan jelentős különbségek adódnak a különféle tüzelőanyagok tüzelése esetén. A legkisebb emisszió pellettüzelés esetén adódik. Ez legfőképpen a pellet szabványosított minőségéből adódik. Tűzifa tüzelés esetén már kicsit rosszabb a helyzet, de nem sokkal. A legdrasztikusabb emisszió növekedés mezőgazdasági melléktermékek eltüzelése esetén tapasztalható. Ezen a helyzeten a pelletálás sem változtat, mivel az alapanyag száraz részének összetételét ez a technológia nem változtatja meg.



1. ábra. Anyagmérlegből számítható emissziók 140 kW-nál kisebb tüzelési teljesítmény esetén

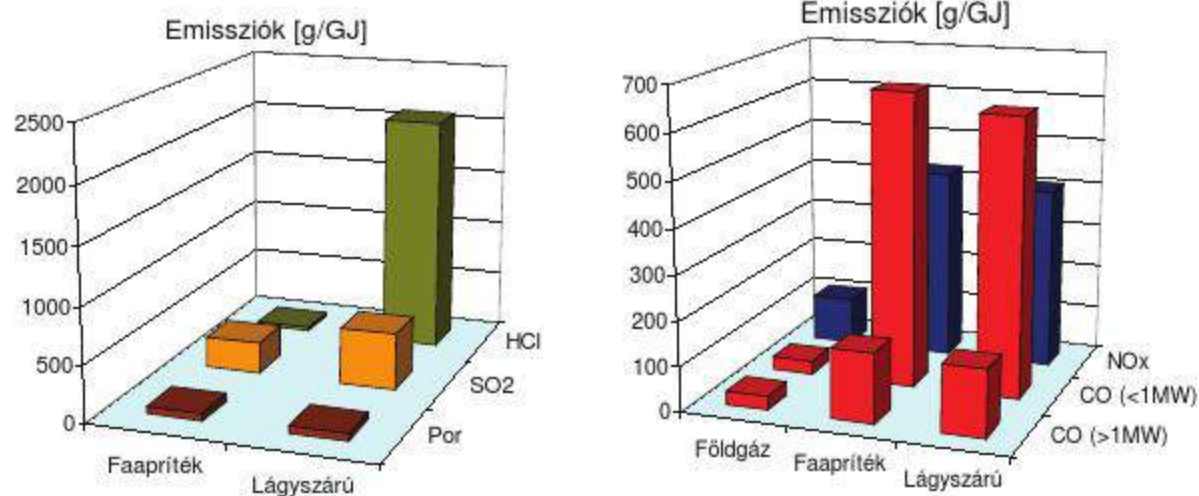
A fajlagosan magas emisszió miatt ez a tüzelés csak ritkán lakott területen nem okoz káros mértékű koncentráció dúsulást (immiszió) a környezeti levegőben. Vagyis vidéki, falusi környezetben ideális megoldás lehet. Ilyen helyen a tüzelőanyag beszerzése sem probléma, vagy helyben keletkezik, vagy kis távolságról beszerezhető.

### Emisszió kisvárosi, vagy mezőgazdasági-ipari fűtőművi felhasználás esetén

Feljebb lépve a teljesítmény szinten, a 140 kW feletti régióban az alkalmazott rendszereknek már meg kell felelniük a vonatkozó előírásoknak. A tüzelés jóságától függő emissziók, illetve a poremisszió már korlátozva van. Nincs azonban határérték meghatározva a kén (SO<sub>2</sub>) és klór (HCl) vegyületek emissziójára. Tehát ezek továbbra is a tüzelőanyaggal bevitt mennyiségtől függenek.

Tüzeléstől függő emissziók esetére határérték közeli emissziókat feltételezve összehasonlítás végezhető a gáztüzeléssel is. Por, kén, illetve klóremisszió gáztüzelésnél nem fordul elő. Ezen összehasonlítás eredményeit mutatja a 2. ábra. Az anyagmérlegtől függő emissziók esetén, a poremisszió már megfelelően alacsony, feltételezve a határérték betartását. A nem szabályozott kén- és klóremissziós komponensek esetén viszont látható a lényeges különbség a fa és mezőgazdasági hulladékok esetei között. A tüzeléstől függő emissziók esetén látható a lényeges különbség a gáztüzeléshez képest, de ez nem túlságosan sűrűn lakott terület esetén még nem okoz elfogadhatatlan környezet terhelést.

Ezekben a rendszerekben a poremissziós határértékek betartása már csak megfelelő porleválasztó beépítésével és üzemeltetésével lehetséges. Így a szmog kialakulásának sokkal kisebb a veszélye egy közepes



2. ábra. Emissziók 140 kW feletti tüzelési teljesítmény esetén

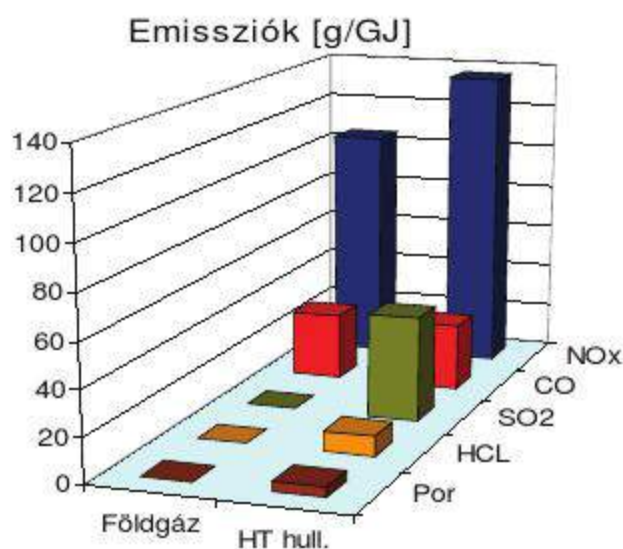
beépítettségű területen. Sűrűn lakott területeken, nagyvárosokban viszont már eleve magas a légkör szennyezőanyag terhelése a közlekedés és ipari tevékenységek miatt, ott már ez a plusz terhelés is problémát okozhat. Figyelembe kell venni a tüzelőanyag beszállításának, illetve tárolásának környezet szennyezését, terhelését is. A legoptimálisabb ezeket a rendszereket kisvárosok, mezőgazdasági, illetve ipari parkok energiaellátására kiépíteni. A fa, vagy mezőgazdasági eredetű tüzelőanyag viszonylag kis távolságról beszerezhető általában. A mezőgazdasági hulladékok esetén jelentkező fajlagosan nagyobb szennyezőanyag kibocsátás miatt inkább csak mezőgazdasági, vagy ipari területre javaslom a felhasználást, lakóövezet közelébe nem.

### Hulladékégető emissziója

Mint azt a 2. fejezetben már részleteztem, a háztartási hulladékok is többé kevésbé megújulónak tekinthetők a biológiai eredetű tartalmuk függvényében. A hulladékok keletkezése viszont garantáltan folyamatosan megújul. A hulladékok kezelése ártalmatlanítása tehát egy folyamatosan megújuló probléma. A visszaforgatható hulladékok kinyerése után a következő lépcső az égethető hulladékok elégetése. Így érhető el a legkisebb lerakásra kerülő mennyiség, továbbá ez is jó esetben teljesen meddőnek tekinthető, vagyis további emisszióval járó bomlási folyamatok már nem zajlanak benne.

A hulladékok eltüzelésére nagyon szigorú technológiai és emissziós előírások vonatkoznak jelenleg. (lásd 3. fejezet) Viszont ezen előírások betartása esetén a hulladékok eltüzelése alig okoz nagyobb környezetterhelést, mintha földgáz eltüzelésével állítottuk volna elő ugyanazt a mennyiségű hasznos energiát. Tehát a mai technológia mellett nincs alapja annak az ellenállásnak, ami a hulladéktüzelő rendszerek megvalósításával szemben tapasztalható. Összehasonlítva a hulladék lerakással, a lerakás által generált folyamatos emisszió sokkal több káros anyagot bocsát a környezetbe, mint a hulladéktüzelés. A hulladék összegyűjtése és szállítása mindenképpen terheli a környezetet. A bomlóképes hulladék lerakása még a legkorszerűbb lerakási technológia esetén is fokozott környezetterhelést okoz. Ha viszont csak az égetés utáni maradványokat, salak, pernye rakjuk le, az már meddő anyag, nem bomlik tovább.

A kialakulóban lévő rendszer szerint a hulladékok összegyűjtése helyileg kisebb hulladékgyűjtő udvarokban történik, ahol előszelektálás és válogatás után a tüzelhető hulladékokat aprítják és bálázzák. Így kialakul egy magasabb, 12-14 MJ/kg fűtőértékű hulladék bázisú tüzelőanyag (SRF, RDF), amelynek szállítása már sokkal gazdaságosabb, és ezáltal kisebb környezet terheléssel is jár. Ezeket az anyagokat beszállítva egy a jelenlegi előírásokat kielégítő égetőműbe, azok felhasználhatók. Mint az a 3. ábrán látszik, a hulladékégető művek fajlagosan alig okoznak nagyobb emissziót, mintha földgáztüzeléssel állítottuk volna elő ugyanazt a mennyiségű hasz-



3. ábra. Hulladékégető emissziói összehasonlítva a földgáztüzeléssel

nos energiát. Érdemes összehasonlítani a fajlagos értékeket az előző fejezetek értékeivel is. Ezek alapján egy korszerű hulladékégető mű akár sűrűn lakott terület közelében is elhelyezhető különösebb környezetterhelés növekedés nélkül. Összehasonlítva a korábbi lerakóba szállítási és lerakási technológiákkal, a szállítás és lerakóban történő bomlás környezetterhelése jóval meghaladta az égetésből adódó környezetterhelést.

### Alaperőművi felhasználás ismérvei

Magyarországon több helyszínen (pld. Pécs, Szakoly, Gyöngyösvisonta) történik erőművi szinten önálló biomassza tüzelés, vagy együtt tüzelés kombinálva más fosszilis tüzelőanyaggal.

Bár az emisszió minimalizálása és a szigorú határértékek betartása megfelelő telepítési helyszínnel, károsanyag leválasztási technológia alkalmazásával biztosítható, de

Mégsem javasolt!!!, mert:

- a tüzelőanyagot jelentős szállítási terheléssel, mivel a begyűjtési terület a tüzelőanyag igénnyel arányosan nő, és ez jelentős többlet környezetterhelést okoz,
- az erőmű hatásfoka korlátozott, például a halogének (Cl) okozta korrózió következtében korlátozott túlhevítési hőmérséklet miatt,
- hőhasznosítás nélküli kondenzációs üzemmódban nehezen tehető versenyképessé más alaperőművi technológiákkal összehasonlítva.

### Következtetések

Akkor ne tüzeljünk biomasszát? Dehogynem!

Csak nem mindenhol és nem minden körülmények között.

Javaslatom a „Differenciált Szelektív Ösztönzés” alkalmazása.

- Háztartási felhasználást vidéken, ritkán lakott területeken kell ösztönözni, ahol a tüzelőanyag nagy része helyileg keletkezik és a fajlagosan magasabb szennyezőanyag kibocsátás a ritka beépítés miatt nem okoz jelentős emisszió növekedést, környezetterhelést és szmogveszélyt.
- Kisvárosi és iparterületi szinten érdemes a fűtőművi felhasználás terjedését segíteni. Ilyen esetben megvalósítható a kapcsolt hő- és villamosenergia termelés is, javítva ezzel a rendszer hatékonyságát. Porleválasztó szűrő beépítésével és megfelelő tüzelőanyag választással a károsanyag emisszió megfelelő értéken tartható, amely nem okoz érzékelhető levegőminőség romlást ezeken a területeken. Ezen belül is a mezőgazdasági melléktermék tüzelést inkább csak ipari, területen, vagy mezőgazdasági üzemekre célszerű korlátozni.
- Nagyvárosi, sűrűn beépített területen az ott keletkező hulladék eltüzelése a legjobb megoldás. A szigorú hulladéktüzelésre vonatkozó előírások miatt ez alig okoz nagyobb környezet szennyezést, mint a földgáztüzelés. A keletkező hulladékok ártalmatlanításával viszont sokat tehetünk a környezetünk megóvása érdekében. A kapcsolt hő- és villamosenergia termelés ilyenkor is megvalósítható, az energia betáplálható a városi távhő és villamos hálózatba, csökkentve ezzel a fosszilis energiahordozó felhasználást.
- Végül az alaperőművi felhasználás bár környezetvédelmi szempontból jónak tűnik, az alaperőművi felhasználás ismérvei fejezetben részletezett indokok miatt még sem tűnik a legüdvözítőbb megoldásnak.

### Irodalomjegyzék

- [1] <http://www.vt.tuwien.ac.at/biobib/>
- [2] <http://www.ecn.nl/phyllis/>
- [3] <http://www.kvvm.gov.hu/>

# Áttekintés Magyarország megújuló energiaforrásairól

Dr. Gróf Gyula

okl. gépészmérnök, [grof@energia.bme.hu](mailto:grof@energia.bme.hu)

Buzea Klaudia

okl. energetikai mérnök, [buzea@energia.bme.hu](mailto:buzea@energia.bme.hu)

A cikkünk célja áttekinteni a hazai megújuló energiaforrások alkalmazásának jelenlegi helyzetét, valamint ismertetni a becsült potenciálokat és felmérni a Nemzeti Cselekvési Terv célkitűzéseinek való megfelelést. A hazai adatszolgáltatás a megújuló energiaforrások terén (főleg a potenciálok becslésénél) sokszor bizonytalan, ellentmondásos és 2012 vége óta nem is készült friss statisztika a beépített kapacitásokra, energiatermelésre vonatkozóan. A cikkben szereplő erre vonatkozó adatok a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal legfrissebb adatszolgáltatása (MEKH, 2013), az ország kötelező jelentéstétele (European Commission, 2014), illetve az ezzel összhangban lévő nemzetközi összefoglaló (EurObserv'ER, 2013) alapján készültek.

\*

Aim of our article is to review the current state of Hungary's renewable energy sector, as well as to present the estimated renewable potentials and to evaluate the targets of the National Renewable Energy Action Plan (NREAP). National data provisions concerning renewable energy sources are often uncertain, even contradictory and since the end of 2012, there are no new statistics of the installed capacity and power generation. Relevant data in this article were made by using the Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority's latest data services (MEKH, 2013), the country's mandatory reporting (European Commission, 2014) or on the basis of an international summary (EurObserv'ER, 2013).

\*\*\*

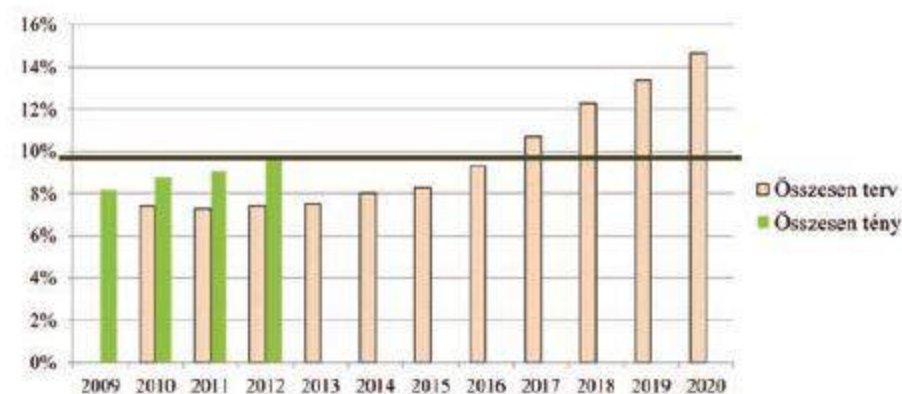
## A Nemzeti Cselekvési Terv céljai és a megújuló energiaforrások jelenlegi helyzete

A Nemzeti Cselekvési Terv a 2010-2020-as időszakra határozza meg a megújuló energiaforrások terén elérendő célokat, az 1. ábra adatai alapján azt mondhatjuk, hogy az ország ütemterve jól áll, hiszen már 2012-ben elérte a 2016-os célt, a 9,6%-os megújuló energia részarányt. Az NCsT céljai azonban az 1969/2013. (XII. 18.) Kormányhatározat értelmében felülvizsgálatra kerülnek, melynek oka a nemzetközi és gazdasági környezet változása, a megújuló támogatási rendszerek válsága, a technológiai fejlődés mértéke és annak realizálása, hogy az NCsT által javasolt energiamix sok esetben már nem reális. Az NCsT felülvizsgálat két nagy pillére a geotermikus és biomassza alapú távhőtermelés, illetve a decentralizált energiatermelés (lakossági és KKV szektor napelemes beruházásai) lesz.

1. táblázat. Villamosenergia-termelés célszámai és elért eredmények (European Commission, 2014) (NFM, 2010)

	TÉNY				TERVEZETT					
	2011		2012		2011		2012		2020	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Vízenergia	55	217	55	219	51	194	51	194	66	298
Geotermikus energia	0	0	0	0	0	0	0	0	57	410
Fotovillamos energia	4	2	12	8	2	5	6	9	63	81
Szélenergia	323	645	325	701	393	692	445	929	750	1545
Szilárd biomassza	343	1656	298	1421	360	1870	360	1870	500	2688
Biogáz	49	188	50	235	17	101	21	125	100	636

A Nemzeti Cselekvési Terv célkitűzéseit, valamint a 2011-es és 2012-es évre vonatkozó megvalósult eredményeket a villamosenergia-termelés és hőtermelés esetére az 1. táblázat és a 2. táblázat foglalja össze. Az egyes megújuló forrásokat a következő alpontok részletesen ismertetik.



1. ábra. Hazai megújuló energia helyzetkép (Hizó, 2014)

2. táblázat. Hőtermelés célszámai és elért eredmények (European Commission, 2014) (EurObserv'ER, 2013) (NFM, 2010)

	TÉNY		TERVEZETT		
	2011	2012	2011	2012	2020
	ktoe		ktoe		
Geotermikus energia	104	107	108	120	357
Napenergia	6	6	9	14	82
Szilárd biomassza	1023	1002	793	778	1225
Biogáz	12	18	24	24	56
Hőszivattyú	2	2	7	8	143

## A megújuló energiatermelés áttekintése

### Szilárd biomassza

A hazai fenntartható biomassza potenciált illetően több becslés ismert, ezeket foglalja össze a 3. táblázat. Az adatok szórásából látszik, hogy a tényleges potenciál meghatározására nincs általánosan elfogadott módszer. Ha az átlagos rendelkezésre álló biomasszát 210 PJ/év értékkel közelítjük és összevetjük Magyarország teljes energiafogyasztásával (közel 1100 PJ/év), a szilárd biomassza részesedése 25% körül lehet az energiamixben. Ez a részesedés nem áll messze a 15%-os előrejelzésektől, azonban mutatja azt is, hogy csak biomassza alapon közel sem fedezhető az ország teljes energiaigénye.

3. táblázat. Éves fenntartható biomassza potenciál (Dinya, 2010)

	éves fenntartható potenciál, PJ/év
Magyar Tudományos Akadémia	203-328
Energia Klub	58-223
Európai Környezetvédelmi Ügynökség	145,5
Vidékfejlesztési Minisztérium	260

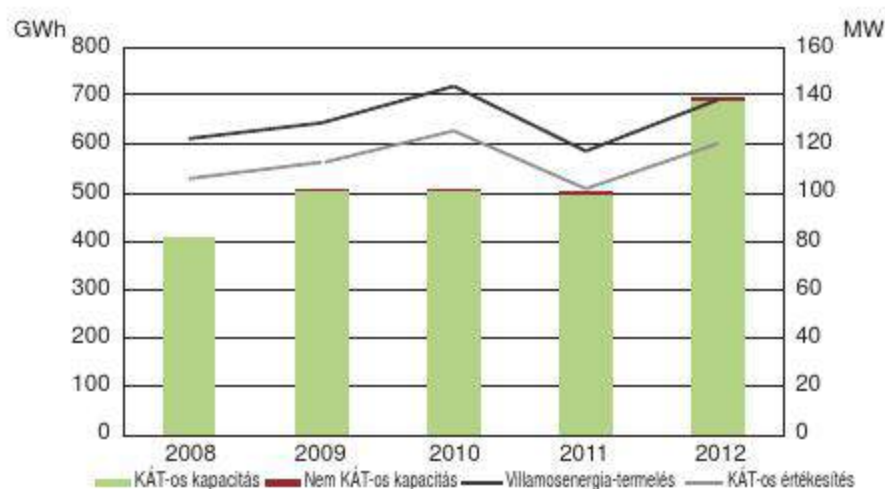
A hazai megújuló energiahasznosítás döntő hányada biomassza alapú (közel 80%), melynek meghatározó forrása (szintén közel 80%) az erdőgazdaságból származó dendromassza. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatóságának adatai alapján a magyar erdőállomány összesen 362,2 millió m<sup>3</sup>, a magyar erdők éves növedéke 13,1 millió m<sup>3</sup> faanyag, az átlagos kitermelés ennek több mint fele (2011-ben 8,1 millió m<sup>3</sup>, 2012-ben 7,7 millió m<sup>3</sup> volt).

A szilárd biomassza alkalmas nagy hőerőművi körfolyamatokban való hasznosításra, két esetet különböztetünk meg:

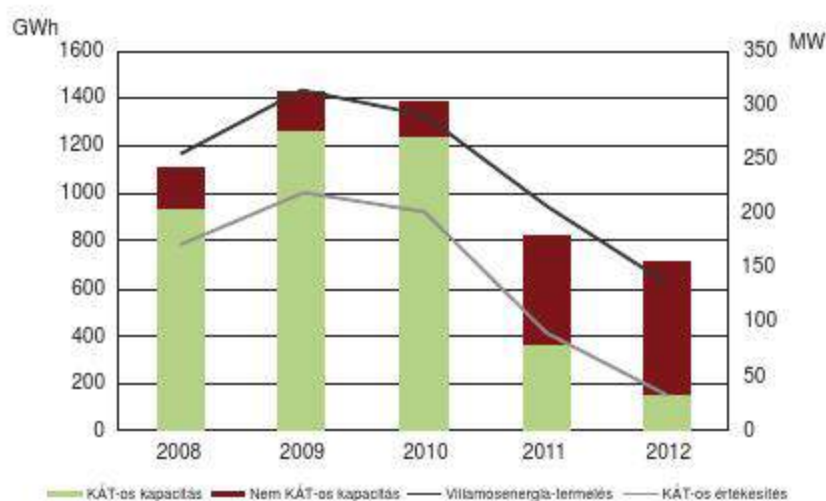
- együtt tüzelésben alkalmazható szén/lignit tüzelőanyag mellett, erre példa a Vértesi, illetve a Mátrai Erőmű,
- csak szilárd biomasszát alkalmaznak tüzelőanyagként, erre példák Ajka, Berente, Dorog, Pécs és Szakoly erőművei.

A beépített erőművi kapacitások és termelések legfontosabb adatait a 2. ábra és 3. ábra foglalja össze mindkét típusra. A vegyestüzelésű erőművekben a biomassza általában 20% át teszi ki a teljes tüzelőanyag fogyasztásnak, mezőgazdasági és erdészeti melléktermékekből, valamint válogatott kommunális hulladékból áll.

A szilárd biomassza szerepe a távhőellátásban is nő, az elmúlt években Komló városában 18 MW<sub>t</sub> (2010) és Miskolc városában 3 MW<sub>t</sub> (2012) kapacitás került beépítésre. Ezen kívül a Fővárosi Hulladékhasznosító Műben (HUHA) 2005-ös felújítása óta 420000 tonna kommunális hulladékot tüzelnek el évente, ezzel Budapest hulladékának 60%-át ártalmatlanítják. Az erőmű évi 480 000 GJ hőt termel a távhőrendszerbe, illetve 140 000 MWh villamos energiát a hálózatra.



2. ábra. Tisztán biomassza tüzelés (MEKH, 2013)



3. ábra. Szén-biomassza együtt tüzelés (MEKH, 2013)

Az erőművi villamosenergia- és hőtermelés mellett a biomassza szerepe kisméretű alkalmazásokban nem jelentős, hazánk ebben az EU-s átlag alatt van. Mivel Magyarországon a lakossági oldalon nagyjából pár száz pellet kazán került beüzemelésre 2008 óta, az ország pellet piaca az egyik legkisebb Európában. Maga a pellet gyártás is csak 2008-ban kezdődött meg, akkor is csak 5000 tonnát állítottak elő. Pozitív előrelépés volt ezen a területen a Magyar Pellet Egyesület 2008-as megalakulása, mely az ismeretterjesztést és a technológiai fejlesztést tűzte ki célul. Megalakulásuk óta a hazai pellet hasznosítás határozottan nőtt, ezt foglalja össze a 4. táblázat.

Mivel Magyarország egyik meghatározó energiaforrása lehet a mezőgazdasági biomassza (agro biomassza), ezért elengedhetetlen a pellet (agripellet) gyártásának fejlődése, valamint alkalmazása fűtési és használati melegvíz előállításra. A pelletizálható biomassza potenciál képes lenne kielégíteni az ország hőigényének 7%-át, illetve közel 250 000 háztartás HMV igényét is fedezné. A hazai pellet gyártók képesek lennének kielégíteni ezt a tüzelőanyag igényt, hiszen jelenleg az agripellet 5%-a és a fapellet 80%-a exportra kerül. Az árakat tekintve elmondható, hogy a növekvő pellet árak és a csökkenő lakossági gázár miatt az utóbbi években a pellet piac stagnált.

4. táblázat. Hazai pellet termelés (MPE, 2014)

év	éves termelés, tonna	éves termelés, tonna	üzemek száma
2006	480	3600	1
2007	2000	4600	2
2008	2700	30 900	8
2009	29 200	76 900	10
2010	32 000	96 500	11

### Bioüzemanyagok

Magyarország bioüzemanyag hasznosítás terén az EU-28 országainak középmezőnyében áll. Az éves felhasználás 164 ktoe (6866 TJ), melynek harmada bioetanol, a maradék pedig biodízel formájában kerül felhasználásra. Az etanol üzemanyagként való használata az 1927-1942-es időszakra vezethető vissza, mikor az úgynevezett Motalko (egy 1:4 arányú benzin-etanol keverék) forgalomba került. A bioüzemanyag ezután újra előtérbe került mikor 2007. július 17-én az első E85-ös üzemanyagot is árusító töltőállomás megkezdte működését. 2011-ben már 400 ilyen töltőállomás üzemelt és a hazai autópárházban is jelentős változások mentek végbe, fejlesztések kezdődtek az etanol használatra alkalmas elemek (például szivattyúk, szűrők), átalakító elektronikák terén. A piac fejlődésének a 2011-ben bevezetett jövedéki adó vetett véget, mellyel első lépésben literenként 40 Ft, később 70 Ft adóval növelték az E85 árát. A 2012-es évben véget ért az E85 korszaka, a felhasznált mennyiség lecsökkent 17%-ra, a csúcspozíció 36 millió liter volt. Az alkatrész gyártók szinte teljesen elvesztették felvásárló piacukat. 2013 január óta az E85 jövedéki adóterhe megegyezik a benzinnel.

Bioetanol Magyarországon kukoricából két telephelyen gyártanak (különböző technológiákkal). A dunaföldvári Pannónia Etanol 500 000 tonna kukoricából állít elő 190 000 tonna etanolt exportra, illetve 170 000 tonna GMO-mentes fehérjét állati takarmányozásra. A szabadegyházi Hungrana Kft. 2008 óta üzemel, évente 110 000 tonna bioetanol gyárt a GreenPower E85 üzemanyag előállításához.

A biodízel alapanyagát olajos magvú növények adják, Magyarországon három fő telephelyen gyártanak ilyet. A Középtiszai Mezőgazdasági Zrt. (Kunhegyes) 2013 óta évi 5 000 tonna, az Inter-Tram Kft. (Mátészalka) 2006 óta évi 12 000 tonna, a Rossi Biofuel Zrt. (Komárom) pedig 2007 óta évi 150 000 tonna biodízelt állít elő.

## Biogáz

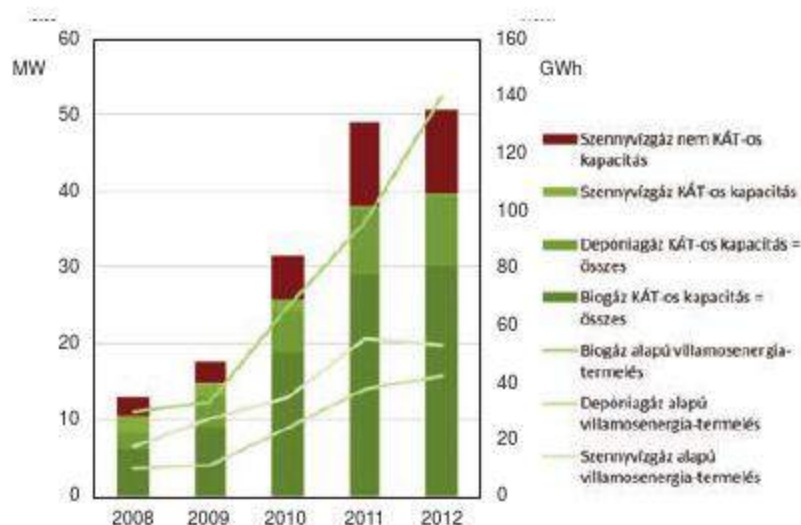
A biomassza hasznosításának másik gyakran alkalmazott módszere a biogáz előállítás fermentációval. Az így termelt (nagyreszt metánból és szén-dioxidból álló) gázkeveréket általában gázmotorokban hasznosítják, elsődlegesen villamosenergia-termelés céljából, bár a megtermelhető hő a fermentáció önfogyasztását többnyire meghaladja. A hazai biogáz termelés német technológián alapszik, annyi különbséggel, hogy itthon a nagyobb teljesítményű egységek a dominánsak, míg Németországban egy-egy farmgazdaság energiaigényeit elégítik ki ezzel a technológiával.

A hazai mezőgazdasági vállalkozók 90%-a 5 hektár alatti területtel rendelkezik, melynek fermentálható biomassza forrása nem elegendő a gazdaságos biogáz üzemek létrehozásához, ebből kifolyólag a kisméretű hasznosítás eddig nem került előtérbe. Az energiastratégiai célkitűzésekkel összhangban a nagy volumenű hasznosítás jelenleg is támogatott, a beruházási költségek 60%-a fedezhető támogatásokból. Magyarország biogáz üzemait szemlélteti a 4. ábra.



4. ábra. Biogáz üzemek Magyarországon (Energy4Farms, 2014)

A hazai biogáz potenciálnak jelenleg csak körülbelül 10%-a kerül hasznosításra, miközben az elérhető potenciál 24-28 PJ. 2020-ra a biogáz termelés megkétszereződését és a jelenlegi 2%-os villamosenergia-termelésben való részesedését 8%-ra való növekedését várják. A biogáz alapú villamosenergia-termelés beépített kapacitásait és a villamosenergia-termelést az 5. ábra szemlélteti, melyet összevetve a Nemzeti Cselekvési Terv adataival látható, hogy a fejlődés gyorsabb ütemben történik, mint ahogy 2010-ben gondolták. A hazai energiastratégia támogatja a tiszta biogáz földgáz-hálózatba táplálását és a decentralizált kis volumenű biogáz hasznosítást is.



5. ábra. Biogáz alapú villamosenergia-termelés beépített kapacitása és villamosenergia-termelés (MEKH, 2013)

## Geotermikus energia

A Kárpát-medence átlagosnál vékonyabb földkérgé miatt hazánk geotermikus adottságai nagyon kedvezőek (6. ábra), a geotermikus gradiens a

világátlagnál magasabb, ennek ellenére éves átlagban energetikai céllal csak 3,7 PJ kerül hasznosításra. A rendelkezésre álló geotermikus forrás hőmérséklete általában közvetlen hőellátásra is alkalmas, ilyen fűtési módot alkalmaznak több mint 9000 lakásban (40 településen), melynek összes beépített kapacitása 119 MW. A fűtési célú geotermikus hőhasznosítás 80%-a távhőrendszerekben történik, 20%-a egyéni fűtési rendszerekben. A hódmezővásárhelyi geotermikus távhőrendszer az ország legmodernebb ilyen rendszere 10 MW beépített kapacitással.



6. ábra. Hazánk geotermikus adottságai (Hizó, 2014)

Magyarország világviszonylatban az élmezőnyben jár a geotermikus energia mezőgazdasági hasznosítását illetően. 193 geotermikus kút segítségével fűtenek 232 hektár fólia sátrat és 67 hektár österületnyi üvegházat. Az állattenyésztésben is fontos szerepet tölt be a geotermikus energia, összesen 52 telephelyen hasznosítják keltetőkben, ponty-tavakban, karamokban és hasonló létesítményekben. A legintenzívebb felhasználás Szentes térségében történik, ahol például az Árpád Agrár Zrt. geotermikus beépített kapacitása 65 MW. A mezőgazdasági szektor éves felhasználása átlagban 6,62 PJ geotermikus energia.

A hazai geotermikus források meghatározó paramétere a jelentős oldott metán-tartalom, melynek kezelése környezetvédelmi szempontból is fontos (a VITUKI Kft. szerint több mint ezer geotermikus kútból származó víz oldott metán tartalma jelentős). A leválasztott metán hasznosítható kis kapcsolt energiatermelő egységben, ilyenek üzemelnek az ország több városában is (Hajdúszoboszló (1160 kW<sub>e</sub>), Berekfürdő (350 kW<sub>e</sub>), Hajdúböszörmény (143 kW<sub>e</sub>), Püspökladány (60 kW<sub>e</sub>), Túrkeve (60 kW<sub>e</sub>)).

Magyarországon geotermikus villamosenergia-termelésre jelenleg még nincs példa, annak ellenére, hogy rendelkezésre állnak nagy entalpiájú források. 1986 decemberében egy véletlen gőzkitörés a Fábianszabvány-4 szénhidrogén kutató fúrásán bizonyította, hogy körülbelül 4000 méteres mélységben rendelkezésre állnak magas hőmérsékletű, nagy nyomású, így nagy entalpiájú geotermikus tárolók. A gazdaságos és üzemeltetésre alkalmas alkalmazáshoz azonban még nagymértékű kutatás-fejlesztés szükséges (nagy nyomás, magas oldott anyag tartalom stb.).

Az ország geotermikus vízhasznosításának meghatározó szegmense a gyógyfürdő és wellness szektor, ebben világszinten élen járunk. A balneológiai hasznosítás éves átlagban 8,5 PJ, melyet 289 termálkút biztosít. A fürdőkben történő hasznosítás tette elterjedté a geotermikus energia többlépcsős hőmérséklet alapú, jó kihasználást eredményező alkalmazását.

## Hőszivattyúk

A hazai hőszivattyúk története régre nyúlik vissza, 70 évvel ezelőtt a Ganz dízel motorvonatok légkondicionáló rendszere már képes volt fordított üzemmódban hőszivattyúként működni. Az 1950-es évek elején Heller László professzor javasolta a magyar Parlament hőszivattyús fűtésének és hűtésének megvalósítását a Duna, mint hőforrás segítségével.

A mai hőszivattyúk alkalmazása a 2000-es években kezdődött meg itthon, elterjedése azonban eltért az európai trendektől az alacsony gázárak, a magas beruházási költségek és a kevés újépítésű épület miatt. A 2008-ban bevezetett kedvezményes B GEO tarifarendszer meglendítette a beépítések számát, 2010 végére a hőszivattyúk éves termelése elérte a 250 TJ értéket. A hazai hőszivattyús alkalmazások elmúlt éveinek trendjét az 5. táblázat foglalja össze. (A B GEO tarifarendszer külön mérőrendszer beépítésével 35%-os kedvezményt biztosít a villamos energia árából, így csökkenti az üzemeltetési költséget és megtérülés időt.)

5. táblázat. Beépített hőszivattyúk 2011-2012 (EurObserv'ER, 2013)

	2011		2012	
	db	ktoe	db	ktoe
Geotermikus hőszivattyú	1805	1	2207	1
ebből új hőszivattyú	236		293	
Aerotermikus hőszivattyú	756	1	1049	2
ebből új hőszivattyú	608		402	
Összesen	2561	2	3256	3

A Nemzeti Cselekvési Terv célkitűzései szerint 2020-ra a hőszivattyús energiatermelés el kell érje a 6 PJ/év értéket, ami a jelenlegi szint közel harmincszorosa. Ez a célkitűzés a hőszivattyús alkalmazások számát kis egységek esetén (10 kW körül) 20 000 darabra, nagyobb egységek esetén (400 kW körül) 1000 darabra növelné.

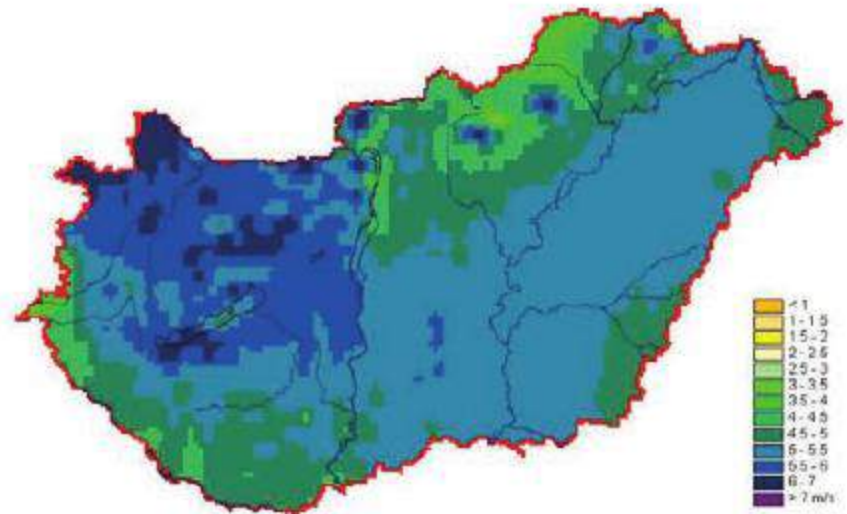
### Szélenergia

Hazánkban az első szélmalomok a 16. században jelentek meg, jelentősen azonban csak a 17. században terjedtek el. A legtöbb szélmalom 1894-ben jegyezték, ekkor 854 darab volt az országban. A gőzmalomok (a néprajvban tüzes malom), majd a villamosság elterjedésével a szélmalomok a 20. század elejére feledésbe merültek.

Az Alpok és a Kárpátok között elhelyezkedő magyar medence geológiai adottságaiból adódóan szélpotenciálja mérsékelt. Az éves szeles órák száma 1500-2000 óra között alakul, az átlagos szélesség 10 méteren 2,5-4,5 m/s közötti. Az északnyugati régió rendelkezik a legkedvezőbb adottságokkal, itt az átlagos szélesség 75 méteren 5 m/s felett van. A hazai átlagos szélességek alakulását a 7. ábra szemlélteti (75 méteren). A hazai szélenergia potenciált illetően 2002-2005 között az Országos Meteorológiai Szolgálat koordinálása alatt egy NKFP projekt keretében készült alapos felmérés (NKFP-3A/0038/2002). A projekt keretében elkészültek a hazai átlagos szélességeket ábrázoló térképek. A talajközeli szélterképet statisztikai interpolációs módszerrel 10 méteres magasságra, az úgynevezett energetikai szélterképet dinamikus leskálázással készítették el. A talajközeli szélterkép a háztartási méretű, vagyis 0,5 MW alatti szélturbinák esetén nyújt segítséget. Ezek a kisméretű erőművek, ha nem csatlakoznak a hálózatra, akkor nem kell részt vegyenek a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal tendereztetésén és engedélyeztetésén (más vonatkozó jogszabályoknak természetesen meg kell feleljenek). Az energetikai szélterképek készítéséhez az ERA 40 adatbázis 1992-2001 közötti adatait használták fel, 10 és 150 méter között 25 méterenként készültek ilyen térképek 5x5 km-es felbontással.

A hazai szélenergia potenciálban meghatározó különbségek vannak az egyes régiókat tekintve. A fajlagos szélejtélmény ( $W/m^2$ ) hazánkban ugyan nem túl magas, mégis 75 méteres magasságon az ország területének közel 43%-án gazdaságosan hasznosítható potenciálok állnak rendelkezésre. Magyarország elméleti szélenergia potenciálja 532,8 PJ.

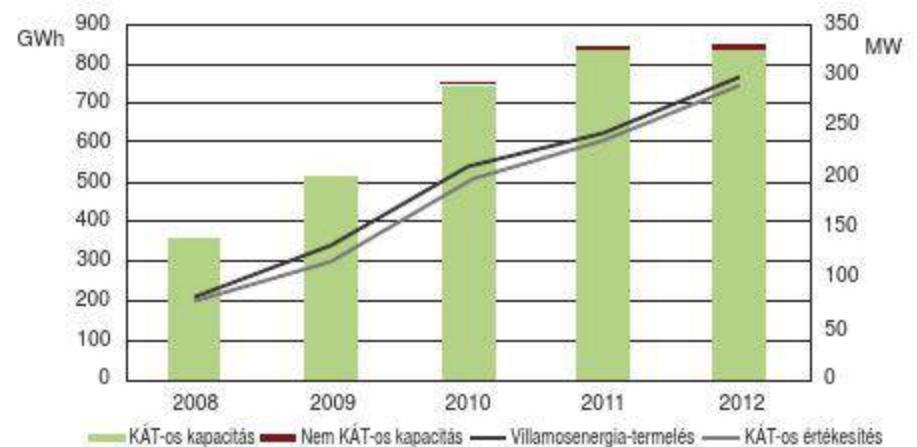
A hazai szélenergia-hasznosítás 2000-ben kezdődött meg. Az első szélturbinát Inotán, az első hálózatra kapcsolt szélturbinát pedig Kulcsón létesítették. A kulcsi szélerőmű teljesítménye 600 kW, hálózati kapcsolata 20 kV-os. A szélerőművek elterjedése a nyugat-európai régióhoz képest



7. ábra. Szélterkép 75 méteren (Wantuchné Dobi, Konkolyiné Bihari, Szentimrey, Szépszó: Szélterképek Magyarországról, 2005)

késve kezdődött meg, kisebb egységjeljesítményű (250-600 kW) szélturbinák voltak jellemzőek és a finanszírozást EU-s támogatásokkal valósították meg. 2005 óta külföldi beruházók már nagyobb egységjeljesítményű szélturbinákat kezdtek telepíteni (1,5-3 MW) és az európai trendeknek megfelelően megindult a kötelező átvételi támogatási (KÁT) rendszerbe való bekapcsolódás is.

Kezdetekben a rendszerirányító MAVIR Zrt. kezében nem volt megfelelő eszköz a szélerőművek hálózatra termelésének kezelésére. Az üzembiztonsági szempontok érdekében a 246/2005 (XI. 10.) Kormányrendeletben 4 lépcsőssé tették a szélerőmű létesítés engedélyeztetési eljárást és szabályozták a 2010-ig beépíthető kapacitást 330 MW-ra. Már 2006-ban a beépíthető kapacitás közel négyszeresére érkeztek igények (1138 MW). 2009-ben újabb 410 MW beépíthető kapacításra írtak ki pályázatot, melyre összesen 68 pályázó 1100 MW igényt jelentett be. A pályázatot a Magyar Energia Hivatal 2010. július 15-én visszavonta, ezzel az eddigi ambiciózus beruházói kedvet határozatlan ideig megakasztotta. Hazánkban 2011 óta nem telepítettek új szélerőművet. Jelenleg Magyarországon 172 szélturbinát üzemel, teljes beépített kapacitásuk 329 MW. A szélerőművek jelentős hányada az északnyugati területen található, a kedvezőbb meteorológiai és a hálózatcsatlakozási feltételek miatt.

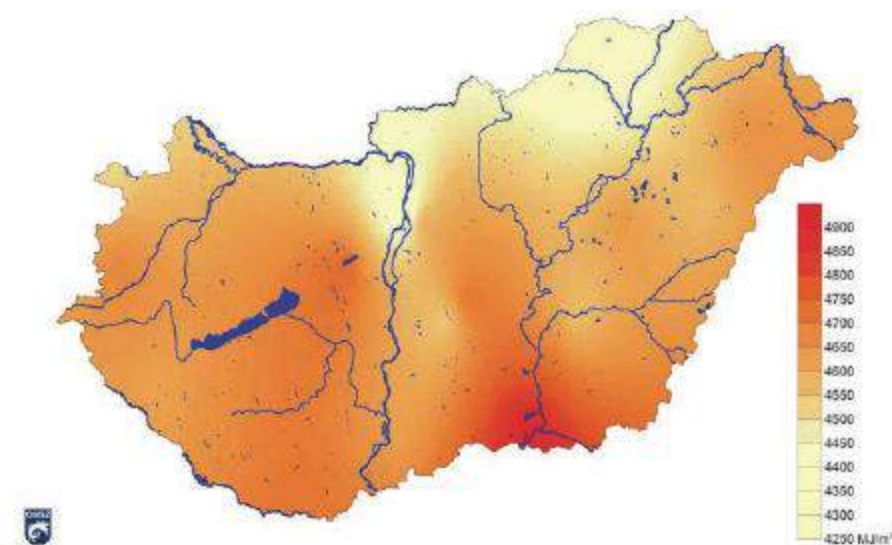


8. ábra. Szélenergia beépített kapacitása és villamosenergia-termelés (MEKH, 2013)

A hálózati üzembiztonság érdekében a kötelező átvételi rendszerhez csatlakozó erőművek termelési menetrendet kell megadjanak a rendszerirányító számára, amennyiben ettől jelentősen eltérnek ( $\pm 50\%$ ), akkor büntetést kell fizetniük. A nagy szélturbinák a hazai erőművi beépített kapacitás közel 3,2%-át adják és a teljes villamosenergia-termelés közel 1,7%-át teszik ki. A Nemzeti Cselekvési Terv célkitűzései sokak szerint elengedhetetlené teszi a szélerőművek nagyfokú beépítését is, melynek előfeltétele a technológiafejlesztés, elsősorban a villamos hálózati oldal szabályozhatóságát és üzembiztonságát illetően.

## Napenergia

Magyarország adottságai napenergia hasznosítás terén jobbak, mint a nyugat-európai országok többségében. Az évi átlagos napsütéses órák száma 1900-2200 óra körül alakul, az évi sugárzásösszeg átlagosan 1300 kWh/m<sup>2</sup> körüli, az ország napsugárzási térképét a 9. ábra szemlélteti. Energiahasznosításra az ország középső és déli területei alkalmasak a leginkább, de ezt jelentősen korlátozza a téli és nyári időszak beérkező sugárzásának különbsége.



9. ábra. A globálisugárzás (MJ/m<sup>2</sup>) átlagos évi összege Magyarországon (2000-2009) (OMSZ, 2014)

## Napkollektorok

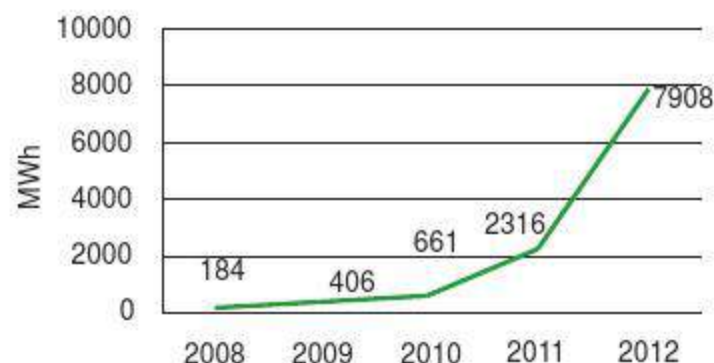
Hőenergia-hasznosítás terén a hazai viszonyok elsősorban a használati melegvíz (HMV) előállításnak kedveznek, egy megfelelően telepített, árnyékolásmentes kollektor átlagos hatásfoka 30-50%. A teljes HMV igény 60-70%-a fedezhető napenergia-hasznosítással, idényszerűen működő motelok, hotelok, kempingek esetén ez 90% is lehet. Magyarország éves átlagos napenergia alapú termelése 1500 MJ/m<sup>2</sup> (417 kWh/m<sup>2</sup>) körül, a legmelegebb öt hónap átlaga 300-350 kWh/m<sup>2</sup> között alakul. A teljes napenergia-potenciál a lefedhető területtől függ, becslések szerint hazánkban 3,2·10<sup>7</sup> m<sup>2</sup> áll rendelkezésre, mely összesen 48,8 PJ hasznosítható hőenergiát jelent.

A használati melegvíz előállításán kívül a mezőgazdasági szektor számára is meghatározó forrás lehet a napenergia alapú hőtermelés (üvegházak, szoláris szárítók, technológiai melegvíz előállítás). A mezőgazdasági szektor teljes éves energiaigénye 40 PJ, ez a hazai éves energiaigény közel 4%-a. Az üvegházak, szárítók és technológiai épületek hőigénye évente közel 4 PJ, az erre a célra hasznosítható napenergia potenciált évi 2,6 PJ-ra becsülik.

## Napelemek

Mivel a hazai megújuló támogatás nem olyan magas, ezért nem várható olyan mértékű fellendülés a napelem telepítés terén, mint Németországban és Csehországban az elmúlt években. 2008-ig a legtöbb esetben a napelemek egyéni igényeket vagy hálózati csatlakozástól távoli energiaszükségleteket elégítettek ki, például távközlési állomások, meteorológiai állomások, elektromos kerítések, vízszivattyúk, tanyák igényeit. A fotovillamos rendszerek folyamatosan csökkenő árai miatt a hálózatra csatlakoztatott rendszerek is gazdaságosabbá váltak, így 2012 végére a regisztrált beépített kapacitás elérte a 11,8 MWp teljesítményt, a tényleges beépített kapacitás ennél valószínűleg magasabb. A beépített teljesítmény 81%-a háztartási méretű alkalmazás (50 kWp alatt), 19%-a kisméretű erőmű (50-500 kWp). Becslések szerint a hazai

fotovillamos potenciál évi 1749 PJ, több mint tizenkétszer magasabb, mint az ország éves villamosenergia-igénye. A célkitűzések szerint 2020-ig 63 MWp kerül beépítésre, ehhez azonban a jelenlegi fejlődési ütem kevés (10. ábra), emellett a magyar napelem piac rendkívül érzékeny az árakra. A támogatott napelemes rendszerek iránti befektetői érdeklődés magas, erre példa a KEOP 4.10.0/C pályázat 16,5 milliárdos kerete, mely egy nap alatt betelt.



10. ábra. Napenergia alapú villamosenergia-termelés (MEKH, 2013)

## Passzív házak

A passzív házak elterjedtsége Magyarországon nagyon mérsékelt, összesen 100 ilyen épület található hazánkban, ami elenyésző az ország közel 4,4 milliós lakásállománya mellett. A jelenlegi tendenciák sem mutatják azt, hogy az alacsony energiafelhasználású épületek száma jelentősen növekedni fog a közeljövőben. A magyar kormány célkitűzései szerint 2020-ig minden új építésű középület alacsony energiafelhasználású vagy passzív ház kell legyen. A régi épületek energiahatékonyágának növelését a különböző szigetelési programok támogatásával ösztönzik, de az ország teljes épületállományának hatékonyságjavítása még további kihívást jelent a jövőben.

## Vízenergia

Magyarország egy viszonylag sík terület, számos folyó keresztezi, de a rendelkezésre álló vízenergia potenciál ennek ellenére mérsékelt. A vízenergia potenciált és kihasználtságát a 6. táblázat foglalja össze. 2013-ban a teljes beépített kapacitás közel 58 MW volt, a legújabb vízerőmű szintén ebben az évben kezdte meg működését Békésszentandrason 2 MW beépített kapacitással. A nagy- és kiserőművekre jellemző kapacitások és termelések alakulását a 11. ábra, illetve az 12. ábra mutatja be. Az országban összesen 34 vízturbinás egység található, az erőműpark átlagos életkora 40 év. A két legnagyobb vízerőmű a Kiskörei és a Tiszalöki Vízerőmű állami tulajdonú, beépített kapacitásuk 28 MW, illetve 11 MW.

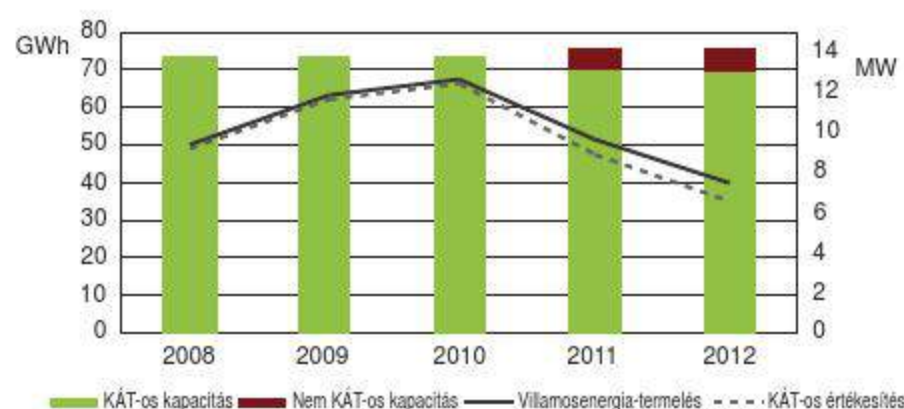
6. táblázat. Magyarország elméleti és hasznosított vízenergia potenciálja (Mayer István, 2009)

folyó	elméleti potenciál, MW	hasznosított potenciál, MW	kihasználtság
Duna	707	2	0%
Tisza	99	40	40%
Dráva	88	0	0%
egyéb	95	16	17%
<b>összesen</b>	<b>989</b>	<b>58</b>	<b>6%</b>

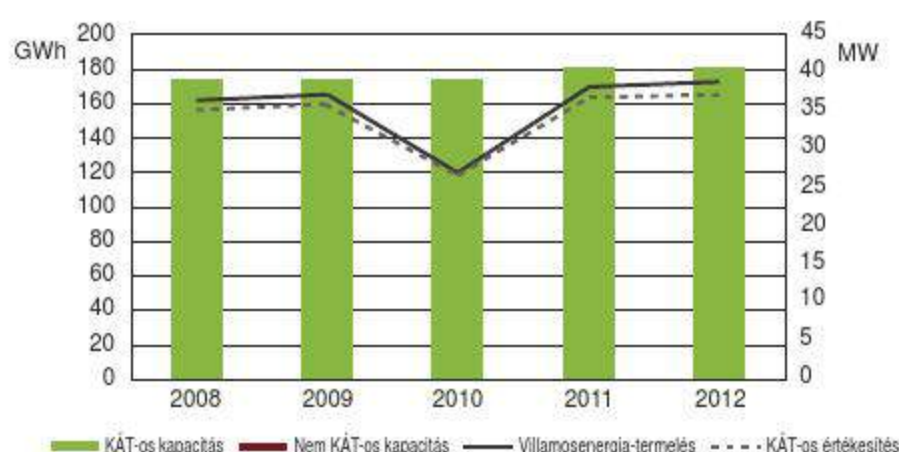
## Társadalmi vonatkozások

A megújuló energiaforrások társadalmi vonatkozását két aspektusból érdemes vizsgálni. Az egyik a háztartási méretű kiserőművek elterjedtsége és típusai hazánkban, a másik a megújuló energiahasznosítás által teremtett munkahelyek száma.





11. ábra. 5 MW alatti vízenergia beépített kapacitása és villamosenergia-termelés (MEKH, 2013)



12. ábra. 5 MW feletti vízenergia beépített kapacitása és villamosenergia-termelés (MEKH, 2013)

A háztartási méretű és a 0,5 MW beépített kapacitás alatti nem háztartási méretű kiserőművek beépített kapacitáit a 7. táblázat foglalja össze. Látható, hogy elsősorban a háztartási méretű naperőművek kapacitása nőtt meg óriási mértékben az elmúlt években.

7. táblázat. Háztartási méretű kiserőművek és 0,5 MW alatti nem háztartási méretű megújuló kiserőművek (MEKH, 2014)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Háztartási méretű kiserőművek, kW						
Napenergia	363	465	992	2883	12525	31210
Szélenergia	10	59	97	128	251	395
Vízenergia	16	0	39	39	90	64
Biogáz	0	0	50	74	1175	306
0,05 - 0,5 MW beépített kapacitás alatti kiserőművek, kW						
Napenergia	0	0	0	456	1315	3706
Szélenergia	275	275	275	275	275	275
Vízenergia	2317	2317	2317	2637	2637	2637
Biogáz	2272	2040	2536	5063	5313	6475

A különböző megújuló energiaforrásokra vonatkozó direkt és indirekt munkahelyteremtő képességeket az elmúlt évekre vonatkozóan a 8. táblázat foglalja össze. Az Európai Unióban 2012-ben összesen 1,2 millió direkt és indirekt munkahelyet teremtett a megújuló energia szektor. A nagyobb országokban jellemzően csökken a munkahelyteremtő képesség (Németország, Olaszország, Spanyolország, UK), a keleti és déli országokban azonban nő a szektor által biztosított foglalkoztatottság. Magyarországon kismértékű növekedés tapasztalható, és természetesen a biomassza hasznosítás által generált munkahelyek száma a legmagasabb.

8. táblázat. Megújuló energiaforrások munkahelyteremtő képessége (EurObserv'ER, 2013)

	2011		2012	
	Munkahelyteremtő beépített kapacitás	Munkahely	Munkahelyteremtő beépített kapacitás	Munkahely
Szélenergia	331 MW	300	331 MW	150
Fotovillamos	2,7 MWp	1000	3,7 MWp	750
Napkollektor	89 MW <sub>th</sub>	200	125,9 MW <sub>th</sub>	200
Vízenergia	15 MW	400	15 MW	400
Geotermikus	654 MW <sub>th</sub>	750	714 MW <sub>th</sub>	850
Hőszivattyú	844 új darab	100	695 új darab	50
Biogáz	60,7 ktoe	120	60,7 ktoe	130
Biüzemanyag	164126 ktoe	3520	81500 ktoe	4230
Hulladék	42 ktoe	50	55,6 ktoe	50
Szilárd biomassza	1429 ktoe	4300	1429 ktoe	4300

## Összegzés

Hazánk fejlődési üteme a vállalt célok alapján nem rossz, azonban ahogy a fenti összefoglalók is mutatják, a biomassza-hasznosítás adja a biztos bázist a megújuló energia hasznosítás terén. A jövőben bizonyos fokú átalakulás várható az energetikában, melyet a különböző zöldgazdaság fejlesztő támogatások és az energiahatékonysági tervek támogatnak. Ezekkel, vagyis a beruházási támogatásokkal, a termelési támogatásokkal és a háztartási méretű kiserőművek támogatásával is az ország decentralizált energiatermelésre való átállását fokozzák és a lakosság nagyobb szerepet kap a végenergia-felhasználás mértékének és minőségének befolyásolásával.

## Hivatkozások

- [1] Dinya, L., 2010. Biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. Magyar Tudomány, 171. kötet, pp. 912-925.
- [2] Energy4Farms, 2014. [Online] Available at: <http://energy4farms.eu/hu/biogaz-eromuvek-europaban/biogaz-uzemek-magyarorszagon/>
- [3] EurObserv'ER, 2013. The State of Renewable Energies in Europe, Párizs: Imprimerie New Goff.
- [4] European Commission, 2014. Renewable Energy 2013 Progress Reports. [Online] Available at: [http://ec.europa.eu/energy/renewables/reports/2013\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/renewables/reports/2013_en.htm)
- [5] Hízó, F., 2014. Településenergetikai fejlesztési lehetőségek az EU 2014-2020 időszakában. [Online] Available at: [http://www.e-met.hu/files/cikk3489\\_1\\_Hizo\\_Ferenc.pdf](http://www.e-met.hu/files/cikk3489_1_Hizo_Ferenc.pdf)
- [6] MEKH, 2013. Beszámoló a megújuló alapú villamosenergia-termelés, valamint a kötelező átvételi rendszer 2012. évi alakulásáról. [Online] Available at: [http://www.mekh.hu/gcpdocs/49/MEKH\\_K%C3%81T\\_besz%C3%A1mol%C3%B3\\_2012\\_honlapra.pdf](http://www.mekh.hu/gcpdocs/49/MEKH_K%C3%81T_besz%C3%A1mol%C3%B3_2012_honlapra.pdf)
- [7] MEKH, 2014. Nem engedélyköteles kiserőművek adatai 2008-2013. [Online] Available at: <http://www.mekh.hu/fenntarthato-fejlodes-2/megujulo-energiak.html>
- [8] MPE, 2014. Magyar Pellet Egyesület. [Online] Available at: [www.mapellet.hu](http://www.mapellet.hu)
- [9] NFM, 2010. Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010-2020. [Online] Available at: [http://www.kormany.hu/download/2/88/20000/NCsT\\_20110106\\_v%C3%A9gleges\\_201103.pdf](http://www.kormany.hu/download/2/88/20000/NCsT_20110106_v%C3%A9gleges_201103.pdf)
- [10] OMSZ, 2014. Magyarország napsugárzás, napfénytartam és felhőzet viszonyai. [Online] Available at: [http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/sugarzas/](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/)
- [11] Wantuchné Dobi I., Konkolyiné Bihari Z., Szentimrey T., Szépszó G.: Széltérképek Magyarországról „Szélenergia Magyarországon” 2005.01.19, Gödöllő
- [12] Mayer István: A vízenergia hasznosítás Magyarországon, [mta.hu/data/cikk/12/90/28/cikk\\_129028/89MayerViz.pdf](http://mta.hu/data/cikk/12/90/28/cikk_129028/89MayerViz.pdf)

# Vácrátóti botanikus kert kastélyépületének energetikai-környezetvédelmi vizsgálata<sup>1</sup>

Sóki Rudolf

energetikai mérnök, soki.rudolf@eszk.org

A tanulmány bemutatja a kastélyépület közelmúltban elvégzett felújítását illetve javaslatot tesz további felújításra. Az egyes szintek összehasonlítására épületenergetikai, környezetvédelmi és gazdasági elemzések készültek.

\*

The study presents the completed reconstruction of the mansion and propose further renovation. Compare these levels were made building energy, environmental and economic analysis.

\*\*\*

A Vácrátóti Botanikus Kert területén található szerényebb kastélyépület 1936-ban épült, a régi, már romos állapotban lévő eklektikus-historizáló stílusú kastély helyére. A második világháborúban az épületet az oroszok istállóknak használták, 1952-ben került a kastély, illetve a kert a Magyar Tudományos Akadémia tulajdonába, ekkor alakították ki a Botanikai Intézetet az épületben. Az arborétum életébe egy jelentős fejlődést hozott a 2007-ben meghirdetett, Norvég Finanszírozási Mechanizmusok támogatásával megvalósuló „Innovatív geotermikus és biomassza bázisú fűtőmű létesítése Vácrátóton” pályázat. A projekt során kiváltották az elavult gázkazánokat, és létrehozták a geotermikus-biomassza alapra épülő fűtési rendszert, felépítették a passzív ház látogatópontot, modernizálták az üvegházakat, illetve energiahatékonyságot növelő beruházásokat hajtottak végre az épületeken. A pályázat során a Norvég Finanszírozási Mechanizmus 3 000 000 euró vissza nem térítendő támogatást biztosított, az önrész 530 000 euró volt. Cikkemben elemzem, hogy a pályázat során létrejött intézkedések milyen hatással voltak a kastélyépületre.

## Alkalmazott elemzések

A felújítások hatását épületenergetikai szempontból a 7/2006 TNM, illetve 40/2012 BM rendeletekben leírt módszerrel vizsgáltam meg. Továbbá elvégeztem az energetikai korszerűsítés életciklus költség (más néven globális költség) elemzését és a szén-dioxid emisszió változásának vizsgálatát is.

## Globális költségelemzés

Az épületekre és épületelemekre vonatkozó globális költség kiszámításának módját az Európai Bizottság költségoptimalizált felújítási szintre vonatkozó 244/2012/EU rendelete, illetve az ehhez tartozó Iránymutatás adja meg. A rendelet szerinti definíció: „a kezdeti beruházási költségek jelenértékének összege, a fenntartási költségek összege és a csereköltések (a kezdőévre vonatkozóan), valamint adott esetben az ártalmatlanítási költségek”. A globális költségelemzés segítségével megállapítható, hogy közgazdaságilag megéri-e nagy beruházási költségű felújítást elvégezni. A rendelet szerint az elemzést 30 évre kell elvégezni. [1]

## Szén-dioxid emisszió

A szén-dioxid kibocsátás számítási módszere a 7/2006 TNM rendelet primer energia igény számítási módszeréből indul ki. A számítás lényege,

ge, hogy a képletekben „e”-vel jelölt primer energia átalakítási tényezőket, úgynevezett szén-dioxid kibocsátási faktorokkal cseréljük fel, mely megadja az egyes energiahordozókhoz tartozó fajlagos szén-dioxid kibocsátásának mértékét. A szén-dioxid kibocsátási faktorok a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiából származnak.

## A kastélyépület bemutatása, felújítás előtti állapota

A Kastélyépület 1936-ban épült, a korra jellemző technológiával, illetve építészeti elvárásainak megfelelően. Az épület L alaprajzú, részben alapincézett. A pince az épület oldalszárnya alatt található, ahol a kazánház, illetve raktárhelyiségek találhatóak. A földszinten 32 helyiség helyezkedik, melyek főként irodák, néhány botanikai laboratórium, illetve a szükséges mosdók, közlekedők. Az épületben több hasznosított szint nem található, a padlástér nincs beépítve. Az épület jellegzetességét az épületből kinyúló, ívelt, üvegfalal rendelkező tárgyaló adja, melynek az épülettől elkülönülő tetőszerkezete is van. A pince alapterülete 133,7 m<sup>2</sup>, a földszinté, amely a fűtött szintterületnek is megfelel, 624,4 m<sup>2</sup>. Az épület helyiségeinek a belmagassága 3,7 méter, a tárgyalót kivéve, itt 4,5 méteres a belmagasság, így az épület összes fűtött térfogata 2407,6 m<sup>3</sup>. Az épület azon része, mely nincs alapincézve 1,2-1,5 méter magas lábazaton áll. Az épület külső fala 45 cm vastag, tömör téglából készült fal, csak vakolva van, hőszigetelés nincs rajta. A padlástér BH100 jelű kitöltő elemes vasbeton födémről áll feltöltéssel, a padlástszinten padlástburkoló téglák, illetve a földszinten gipsz rabszövet fedő, hőszigetelés nincs rajta sehol. A pincefödém vasbeton födémről, feltöltésből és padlóburkolatból áll, az alapincézett rész felett jellemzően kőlap padlóburkolat található. A lábazaton fekvő padló aljzatbetonból, szigetelőfóliából, és padlóburkolatból áll, mely jellemzően parketta ezen az épületrészen. Az ablakok fából készültek, kapcsolt gerébtokos ablakok, melyek nem pontos illesztésűek, rosszul zárnak. Egyedül a tárgyaló kiugró üvegfala és üvegezett bejárati ajtaja van kicserélve modern, kétrétegű üvegezéssel ellátott nyílászáróra, illetve üvegfalra, ezeknek kicserélése, felújítása nem is javasolt.

Az épület fűtését a felújítás előtt két darab Komfort gázkazán Weishaupt égőkkel felszerelve biztosította, melyek egyenként maximum 150 kW hőteljesítményűek voltak, de egyszerre csak az egyik üzemelt. A fűtési rendszer felső elosztású radiátoros fűtés, tagos radiátorokkal, a radiátorok előremenő vezetéke szabályozószeleppel felszerelve, a visszatérő vezeték elzáró szeleppel. A vízszintes elosztóvezeték a fűtött téren belül halad. A rendszert 90 °C-os előremenő és 70 °C-os visszatérő vízhőmérsékletre tervezték, a szabályzás központi. Az épületen belüli használati melegvíz előállítás az egyes helyiségekben, ahol szükség van rá, egyedileg történik, villanybojlerek segítségével.

## A közelmúltban elvégzett felújítások

A 2009-2011-ig tartó beruházás során létrehozták a geotermikus energiahasznosító rendszert, termelő és visszasajtoló kúttal, melyre 60-65 °C-os hévíz jellemző, amit 800 méter mélyről hoznak a felszínre. A hévíz hasznosítása két lépésben történik lemezes hőcserélők segítségével, először az épületek fűtési céljából, mely során körülbelül

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

10-12 °C-ot hűl a hévíz, majd második lépésben a növényházak talajfűtése és vegetációs fűtése, mely során a hévíz 30 °C körülire hűl vissza a visszasajtolás előtt. Ezen kívül új kazánház is létesült, melyben helyet kapott egy 1200 kW névleges teljesítményű Viessmann Pyrotec biomassza kazán, mint kiegészítő hőtermelő, és két új, egyenként 1250 kW névleges teljesítményű Viessmann Vitoplex 300 gázkazán, mint tartalék hőtermelő. Az eredeti tervek szerint új gázkazánokat nem telepítettek volna, hanem a régi rendszerből hagytak volna meg három, összesen 1,5 MW teljesítményű gázkazánt, azonban a növényházakban lévő különleges növények nagyon érzékenyek az alacsony hőmérsékletre, ezért a növények biztonsága miatt, ha valami probléma történne, az egész Arborétum ellátható gázkazánokról is. A megtermelt melegvizet Isopus előreszigetelt távhővezetéseken keresztül juttatják el az egyes épületekig, ahol alhőközpontokat létesítettek. A kastélyépületen belül elvégezték az ablakok utólagos szigetelését. A pályázat során létesített fűtőmű által termelt hőenergiát nem csak az Arborétumon belüli épületek használják fel, hanem Vácrátót öt önkormányzati épülete is. [2]

A fűtőmű hőtermelői által lefedett energia arány esetében nagyban különbözik a tervezési állapot a tényleges használattól. Tervezéskor úgy gondolták, hogy a fűtőmű 0 °C külső hőmérsékletig teljesen geotermikus energiával üzemelhet, ez alatt fokozatosan lép be a biomassza kazán a termelésbe, így kiegészítve az ellátást. Ebben az esetben a gázkazánt nem is üzemeltették volna, csupán biztonsági tartalékként került beépítésre. A tényleges használat azonban szabályozási gondok miatt merőben eltér a tervezési állapottól. Ekkor is elmondható, hogy a fűtőmű 0 °C külső hőmérsékletig teljesen geotermikus energiával üzemel, azonban a biomassza kazán túl van méretezve és részterhelésen nem tudják megfelelően működtetni, illetve megfelelő puffertároló nincs beépítve, ezért nem használják, helyette a gázkazán üzemel kiegészítő fűtőként. Azonban nem fokozatosan lép be, mivel a geotermikus rendszer előremenő hőmérséklete nagyobb, mint a gázkazán legalacsonyabb visszatérő hőmérséklete, ezért 0 °C-nál lekapcsolják a geotermikus rendszer szivattyúit, ekkor átáll a teljes rendszer a gázkazánokra. A biomassza kazánt azért nem lehet így üzemeltetni, mert nincs kiépítve megfelelő méretű fedett faapríték tároló. A nagy különbségek miatt az energetikai számítás mindkét esetre elvégeztem, hiszen a különböző energiaforrások különböző aránya miatt a fűtés primer energia igénye és vele együtt az épület összesített energetikai jellemzője nagymértékben változik.

### Javasolt épületenergetikai felújítások

Már a Norvég Finanszírozási Mechanizmusnak beadott pályaműben is szerepelt, hogy az Arborétum egyes épületein, így a Kastélyépületen is, épületenergetikai felújításokat is el fognak végezni, azonban ezek későbbi forráshiányok miatt nem valósult meg teljes mértékben. Jelen helyzetben tehát a kastélyépület hőellátását nagyrészt megújuló energiaforrásból fedezik, azonban az épület maga rosszul szigetelt, energia-pazarló maradt. A javasolt felújításokkal a fel nem használt geotermális energia más célokra (például eladásra) is hasznosítható lenne. Kutatásom során megvizsgáltam, hogy egy saját magam által javasolt felújítás milyen hatással lenne az épületre.

A Kastélyépület műemléki védelem alatt álló épület, ezért felújítások esetében nem kötelező betartani a rendeletben leírt határértékeket, ennek következtében csak azokra az épületelemekre javaslok felújítást, ahol a műemlékvédelmi állapot nem okoz külön akadályt. Ebből az okból kifolyólag is nem javaslom a nyílászárók cseréjét, hiszen ezek műemlékvédelmi szempontból megfelelő cseréje jóval drágább lenne, mint egy átlagos nyílászáró esetében, másfelől az ablakok filtrációs veszteség szempontjából már fel lettek újítva. Ahol lehetséges a felújítás, ott az 1246/2013. (IV. 30.) Korm. határozatban leírt költségoptimalizált

energetikai követelményértékek az elérendő célok az egyes épületelemek esetében. A határozat a Nemzeti Energiastratégiában kitűzött energiahatékonysági célok, illetve a 2010/31/EU európai parlamenti és tanácsi irányelv alapján készült. A rendelet a 7/2006 TNM rendelet követelményértékeinek a szigorításait tartalmazza, melyet középületek esetében 2015-től, minden más épület esetében 2018-tól kellene alkalmazni. A javasolt felújítás a határolószervezetek hőszigeteléséből és termosztatikus szelepek beépítéséből tevődik össze. A számítások során felhasznált adatok BME Építőmérnöki Kara által üzemeltetett fenntartható.hu on-line adatbázisából, illetve a gyártók katalógusaiból származnak.

### Külső fal hőszigetelése

A Kastélyépület külső fala az épület nagy részén, ahol egyenes a fal, egyszerűen hőszigetelhető, viszont a tárgyaló ívelt fala és oszlopai esetében a hőszigetelés nehezen lenne megoldható. Mivel ez csak az összfelület 7,5 százaléka, és nagyban megdrágítaná a beruházást, ezért ez a rész szigeteletlenül marad. Ahol lehetséges a hőszigetelés, ott a hőszigetelő anyag 14 cm Austrotherm AT-H80 expandált polisztirolhab lenne, melyet ragasztóhabarcs, illetve dűbelek segítségével rögzítenének a külső falhoz. Kívülről Weber.pas 15 finomszemcsés vékonyvakolattal lenne lefedve, ezáltal a külső megjelenés nem változna. A felújításnak köszönhetően a hőszigetelt fal hőátbocsátási tényezőjét sikerül 1,22 W/m<sup>2</sup>K értékről 0,24 W/m<sup>2</sup>K értékre csökkenteni.

### Lábazat hőszigetelése

A 7/2006 TNM rendelet 3. mellékletének C/III. pontja szerint azért, hogy csökkentjük a talajon fekvő padlók vonalmenti hőátbocsátási tényezőjének értékét (növeljük a padlószervezet hővezetési ellenállását), elhelyezhető a hőszigetelés függőleges sávban, a lábazon is. A lábazon jelenleg vizuálisan nincs elkülönítve a külső faltól, ezért itt is ugyanazt a hőszigetelési módot alkalmazhatnák, mint a külső fal esetében. A lábazon az épület elülső és hátsó részén található lépcsőknél, illetve az épületrészek csatlakozásánál nehezen és drágán lenne kivitelezhető, ezért ezek a részek szigeteletlenül maradnak.

### Padlásfödém hőszigetelése

A padlásfödém hőszigetelésének fontossága már a pályázatra beadott pályaműben is szerepelt, hiszen nagy, egybefüggő hőszigeteletlen határolófelületről van szó. Azért, hogy a padlás továbbra is megtartsa raktározási funkcióját, lépésálló hőszigetelésre van szükség. A felhasznált hőszigetelő anyag 20 cm ROCKWOOL StepRock HD kőzetgyapot lenne, amelyet OSB lap fedne le, illetve Isover Vario KM Duplex belső oldali páratechnikai fóliaréteg is beépítésre kerülne.

### Pincefödém hőszigetelése

A Kastélyépület csak részben alapincézett, azonban a hőszigeteletlen vasbeton pincefödémnek köszönhetően jelentős a transzmissziós hőveszteség a pincefödémén keresztül. A pincefödém alulról kell hőszigetelni, melyre 12 cm vastag ROCKWOOL Ceilingrock, kifejezetten pincefödémek utólagos hőszigetelésére ajánlott kőzetgyapot lenne alkalmas. A rögzítés ragasztóhabarccsal, illetve dűbelek segítségével történne. A hőszigetelést ezen kívül Weber.pas 15 vékonyvakolattal kell ellátni.

### Termosztatikus szelepek beépítése

Jelenleg a radiátorok hőleadásának szabályozása egy központi szabályzó segítségével történik, amely esetében a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség jóval nagyobb, mint

abban az esetben, ha a radiátorok hőleadása külön-külön szabályozható lenne termosztatikus szelep segítségével. Ezért javaslom, hogy mind a 35 radiátor előtt található egyszerű radiátorszelepet cseréljek le Heimeier standard termosztatikus szelepre, illetve ezeket lássák el Heimeier D jelű, beépített érzékelővel rendelkező termosztátfejekkel. Ennek a termosztatikus szeleppel történő szabályozásnak 1 K az arányossági sávja, ezáltal a rendelet szerint a teljesítmény és hőigény pontatlansága miatti fajlagos veszteség 9,6 kWh/m<sup>2</sup>év értékről 1,1 kWh/m<sup>2</sup>év értékre csökken.

## Energetikai számítás eredménye

### Fajlagos hőveszteségtényező

A fajlagos hőveszteségtényező a felújítás előtt és a jelenlegi szinten azonos, hiszen az épületen nem történt ehhez kapcsolódóan felújítás. A javasolt felújítás hőszigeteléseknek köszönhetően viszont nagymértékben lecsökkent, 0,832 W/m<sup>3</sup>K-ről 0,247 W/m<sup>3</sup>K-re. A javasolt felújítás hatására a kastélyépület fajlagos hőveszteségtényezője a felújítás által teljesítené a jelenleg hatályos követelményértéket (0,369 W/m<sup>3</sup>K), sőt a 1246/2013. Kormány határozat szerinti 0,28 W/m<sup>3</sup>K követelményértéket is kielégítené.

### Fűtés éves nettó hőenergia igénye

Az utólagos ablakszigetelésnek köszönhetően a légcsereszám értékre 1,17-ről 0,8-ra csökken ezért változik a fűtés éves nettó hőenergia igénye. A jelenlegi felújítási állapotra 134 986 kWh/év, ami 11,7%-os csökkenést jelent, csak az utólagos ablakszigetelésnek köszönhetően.

Javasolt felújítási szinten a fajlagos hőveszteségtényező jelentős csökkenésének következtében a fűtés éves nettó hőigénye is nagymértékben fog csökkenni, 134 986 kWh/év-ről 53 810 kWh/év értékre, amely 60%-os csökkenést jelent a jelenlegi helyzethez képest.

### Összesített energetikai jellemző

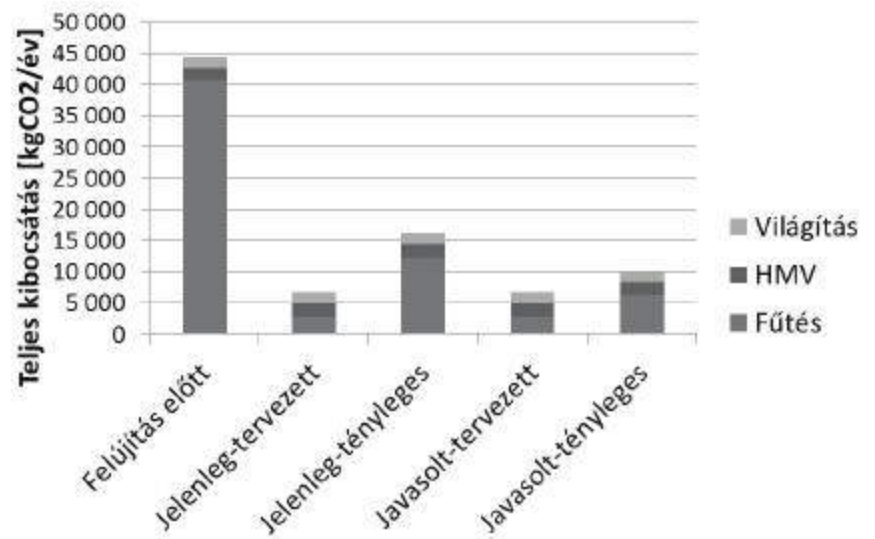
A felújítás előtt 358,87 kWh/m<sup>2</sup>év az összesített energetikai jellemző értéke, a követelményérték a kastélyépületre 188,86 kWh/m<sup>2</sup>év, tehát majdnem a duplája a rend-szerűnk éves primer energia fogyasztása.

A közelmúltban elvégzett felújítás hatására, ha a tervezett üzemi állapot állna fenn 81,01 kWh/m<sup>2</sup>év, tényleges üzemi állapotban 146,03 kWh/m<sup>2</sup>év az összesített energetikai jellemző értéke. Látszik, hogy mindkét esetben a követelményértéket teljesítik, sőt ha a tervezett üzemi állapot szerint működne a rendszer, akkor jóval túl is teljesíti. Az épület besorolása így a tervezett esetben A+, azaz „fokozottan energiatakarékos”, míg a tényleges esetben B, azaz „követelménynél jobb” besorolású. Fontos megjegyezni, hogy ez azért van, mert megújuló energiaforrást használnak a fűtési energia előállításához, azonban a kastélyépület ettől még nem lett energiahatékony, pazarlóan fogyasztja a megtermelt hőenergiát.

Mivel a javasolt felújítás nem érinti a használati melegvíz ellátását és a világítást, ezért csak a fűtés primer energia igényének változása van hatással az összesített energetikai jellemzőre. Ebből kifolyólag nem változik jelentősen, hiszen a geotermikus energia által előállított hő 0-s, a biomassza által előállított hő 0,6-os szorzóval van figyelembe véve. Az értéke tervezett üzemi állapotban 76,65 kWh/m<sup>2</sup>év, tényleges üzemi állapotban 98,32 kWh/m<sup>2</sup>év. Ezáltal mindkét üzemi állapot esetén az épület A+ kategóriába tartozna.

### A szén-dioxid emisszió számítás eredményei

Az alábbi diagram jól összefoglalja a szén-dioxid kibocsátás változását a felújítások hatására.



1. ábra. A CO<sub>2</sub> emisszió változása

A kastélyépülethez kapcsolódóan a felújítások előtt szén-dioxid kibocsátás közvetlenül a hőtermelés, közvetett módon a használati melegvíz előállítás, világítás, illetve a hőtermelés villamos segédenergia felhasználása során keletkezik. A közvetlen kibocsátás a földgáz eltüzeléséből, a közvetett kibocsátás a villamos energia előállításából ered. A felújítás előtt 44,5 tCO<sub>2</sub>/év volt a kibocsátás a kastélyépülethez kapcsolódóan.

A fűtőmű létrehozásával kiváltották a Kastélyépület pincéjében található gázkazánokat, ezáltal megszűnt a közvetlen szén-dioxid kibocsátás. Tervezett üzemi állapotban kizárólag megújuló energiaforrást használnak hőtermelésre, amely szén-dioxid semleges, ennek következtében a hőtermeléshez tartozó kibocsátás csak a villamos segédenergia felhasználásából ered ebben az esetben. Tényleges üzemi állapotban a fűtőműben geotermikus energia mellett földgáztüzelést is alkalmaznak, ám ennek mértéke is jelentősen csökkent, ezáltal az ehhez köthető kibocsátás is. A kapott értékek 6,7 tCO<sub>2</sub>/év, illetve 16,2 tCO<sub>2</sub>/év.

A javasolt felújításoknak köszönhetően a felhasznált hőmennyiség ugyan csökken, de tervezett üzemi állapot esetén nem érhető el több szén-dioxid kibocsátás csökkenés, hiszen a hőtermelésért szén-dioxid semleges energiaforrás felel. A villamos segédenergia csak kis mértékben csökken, mivel az egész hőellátó rendszert látja el, de mivel csak a névleges teljesítmények állnak rendelkezésre, így ez az érték a számolás során nem változik. Tényleges üzemi állapotban a csökkenő hőigény miatt kevesebb földgázt kell eltüzelni, ennek következtében csökken az ehhez köthető kibocsátás is. A kapott értékek 6,7 tCO<sub>2</sub>/év, illetve 10,1 tCO<sub>2</sub>/év.

### Globális költségelemzés

Először is meg kell jegyezni, hogy a Vácrátóti Botanikus Kert a villamos energiát és a földgázt nagyfogyasztóként vásárolja, a geotermikus energia után pedig bányajáradékot kell fizetnie. A földgázköltségek jelentős részét teszi ki a lekötés díja, amit minden esetben ki kell fizetni.

### Felújítás előtti globális költség

A felújítás előtti állapotban beruházási költséggel nem kell számolni, csak az üzemeltetési költség alkotják a globális költséget. Az üzemeltetési költség két részre osztható, egyfelől az energiaköltségre, másfelől a karbantartási költségre. Az energiaköltség a kiszámolt fogyasztás és az egységárak szorzatából tevődik össze. A karbantartási költségre vonatkozóan nincs adat a felújítás előtti állapotról, ezért ezt a felújítás előtt beépített kazán tulajdonságaival megegyező új

rendszer karbantartási költségeivel helyettesítem, melynek összege 80 000 Ft évente. Ezek által egy évre az összes üzemeltetési költség 5 269 200 Ft. Az üzemeltetési költségekből adódó globális költség 30 éves vizsgált időszakra így 114 283 300 Ft.

### Jelenlegi felújítási szintre vonatkozó globális költség

A jelenlegi szinten a globális költség összetevőit szét kell bontani beruházási költségre, illetve a 30 év alatt jelentkező, diszkontált üzemeltetési költségekre. A megvalósult geotermikus, biomassza és gáz alapú fűtőmű, illetve az ehhez tartozó távhő rendszer összesen 683 millió forintba került, ez a kastélyépületre a beépített hőcserélők arányában lebontva 24,8 millió forint. Az utólagos ablakszigeteléssel összesen 25,5 millió Ft volt a kastélyépületre eső összköltség.

Az energiaköltségek a fogyasztási számítások alapján külön meg vannak határozva tervezett és tényleges üzemállapotra. Ennek egy évi összege tervezett üzemállapotban 3 502 280 Ft, míg tényleges üzemállapotban 3 862 170 Ft. Az éves karbantartási, segédanyag és egyéb (pl. biztosítás) költségek a tervezési adatok szerint a gépészeti berendezések esetében a gépészeti jellegű beruházás költségeinek 3 százaléka, az építészeti beruházás esetében az új kazánház építészeti költségének 1 százaléka, ami a kastélyépületre vetítve összesen 537 515 Ft évente. Az utólagos ablakszigetelésnek karbantartási költsége nincs. Megfelelően összegezve és jelenértékre hozva az egyes költségelemeket, a globális költség értéke a jelenlegi szinten tervezett üzemállapotban 103 469 910 Ft, tényleges üzemállapotban 113 481 880 Ft.

A globális költség kiszámításánál figyelembe kell venni a csere-költségeket és a maradványértéket is. Csere-költségként az ablakszigetelés jelentkezik, hiszen 10 év az élettartama, tehát a megfelelő diszkontálással még kétszer figyelembe kell venni. Maradványértéke a kazánház építészeti munkáinak van, hiszen ennek élettartama 50 év, a vizsgált időszak viszont csak 30 év. A globális költségből le kell vonni a diszkontált, vizsgált ciklus végén jelentkező lineárisan csökkentett értéket, mely 271 360 Ft.

### Javasolt felújítási szintre vonatkozó globális költség

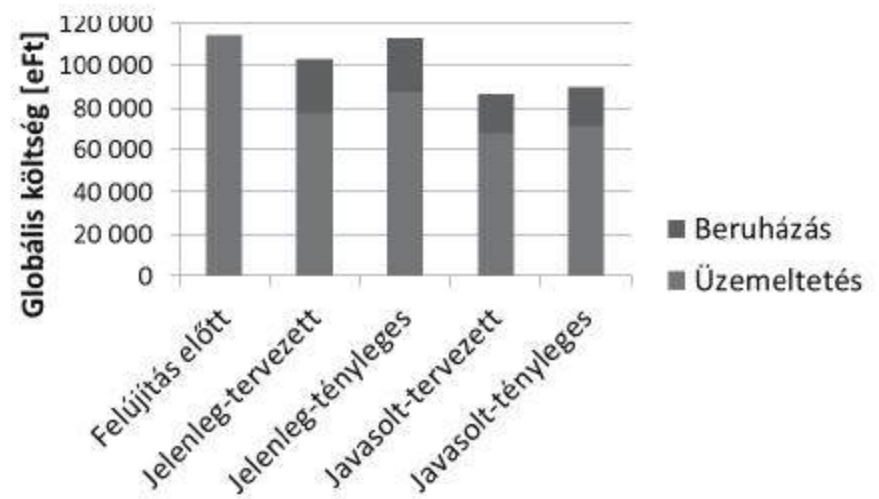
A javasolt szinten is a globális költség összetevőit szét kell bontani beruházási költségre, illetve a 30 év alatt jelentkező, diszkontált üzemeltetési költségekre. A felújítás költségei anyagdíjból és munkadíjból tevődnek össze, az árakra vonatkozó információk a BME Építőmérnöki Kara által üzemeltetett fenntarthato.hu on-line adatbázisából [15] [16], illetve a gyártók katalógusaiból származnak. Összesen 18,9 millió Ft a javasolt felújítás bruttó költsége.

Az energiaköltségek a fogyasztási számítások alapján külön meg vannak határozva tervezett és tényleges üzemállapotra. Fontos, hogy a gázlekötés díját mindkét esetben meg kell fizetni, és hiába csökkent a Kastélyépület fogyasztása, ez nem befolyásolja lényegesen az egész Arborétum hőfogyasztását, ezért a gázlekötés mértéke és díja változatlan marad. Az üzemeltetési költség egy évi összege tervezett üzemállapotban 2 870 810 Ft, míg tényleges üzemállapotban 2 976 750 Ft.

A javasolt felújításnak karbantartási költsége nincs, ezért a karbantartási költség megegyezik a jelenlegi állapot karbantartási költségével, ami a Kastélyépületre vetítve összesen 537 515 Ft évente. Csere-költségként továbbra is figyelembe vehető az ablakszigetelések cseréje. Maradványértéke a beruházásnak nincs.

Az alábbi diagram jól szemlélteti a globális költségek változását, összetételét:

Összességében a következő megállapítások tehetők: 30 éves idő-



2. ábra. A globális költségelemzés eredményei az egyes esetekre

tartamot vizsgálva az egyes beruházások költsége jóval kisebb, mint az üzemeltetésből adódó költségek. A jelenlegi felújítási szint tényleges üzemállapot mellett szinte nem hoz hasznot, a tervezett üzemállapotban viszont 11 millió forint az eltérés 30 év alatt. Ha a jelenlegi szinten a kazánházban kijavítanák a tervezési és kivitelezési hibákat, akkor 10 millió forinttal csökkenne csak a Kastélyépületre nézve a globális költség, illetve ha még ezek után elvégeznék a javasolt felújításokat is, akkor 27 millió forinttal csökkenne a globális költség összesen, ami már jelentősnek mondható. Továbbá elmondható, hogy a beruházások maradványértéke a harmincadik év diszkonttényezője miatt jelentéktelen értékű a többi költségtényezőhöz képest.

### Összegzés

Épületenergetikailag, ha csupán az energetikai kategóriák szerint vizsgáljuk a felújítások sikerességét, azt látjuk, hogy a jelenlegi felújítási szint is már több mint elegendő, hiszen azzal, hogy teljesen, vagy nagyrészt megújuló energiaforrást használnak a hőtermelésre, nagymértékben csökken az összesített energetikai jellemző, „G” (átlagost megközelítő) kategóriából lett tervezett üzemállapotban „A+” (fokozottan energiatakarékos), tényleges üzemállapotban „B” (követelménynél jobb) kategóriájú. A javasolt felújítások hatására viszont már alig csökken az összesített energetikai jellemző, azonban figyelembe kell venni, hogy a jelenlegi felújítással a kastélyépület nem lett energiahatékonyabb, ugyanúgy pazarolja a hőt, mint a jelenlegi felújítás előtt, ami véleményem szerint attól, hogy szinte végtelen mennyiségű és majdnem ingyen energia, nem szabad pazarolni. A javasolt felújítások hatására több mint 80 000 kWh/évvel csökken a kastélyépület éves fűtési hőenergia igénye, amely több családi ház éves hőigényének felel meg, ezáltal akár felmerülhet a távhőhálózat bővítésének a lehetősége.

A szén-dioxid emisszió vizsgálat is hasonló eredményt adott, a jelenlegi felújításnak köszönhetően nagymértékben csökkentek a környezetet károsító kibocsátások, azonban a javasolt felújítással már csak jóval kisebb mértékben csökkenthetők ezek az értékek.

Gazdaságilag elmondható, hogy a jelenlegi felújítási szint a nagy beruházási költsége miatt, a javasolt felújítási szint a kevés megtakarítás miatt nem tekinthető csupán gazdasági okokból jó befektetésnek. Hozzá kell tenni, hogy a jelenlegi felújítást támogatásból hajtották végre, így természetesen a Vácrátóti Botanikus Kertnek megérte a beruházás.

### Irodalom

- [1] 244/2012/EU RENDELET, Iránymutatás 244/2012/EU rendelethez
- [2] INNOVATÍV GEOTERMİKUS ÉS BIOMASSZA BÁZISÚ FŰTŐMŰ LÉTESÍTÉSE VÁCRÁTÓTON, MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY, VÁCRÁTÓT, 2008. ÁPRILIS 4.

# A klimatizálás hatása a klímaváltozásra

Reményi Péter

okl. gépészmérnök, peter.remenyi@hipo.gov.hu

**The world is warming and incomes are rising in the world's warmer regions. It is possible that the world consumption of energy for cooling could explode tenfold by 2050, giving climate change an unwelcome dose of extra momentum. The article sets out examples of alternative cooling technologies consuming less or renewable energy such as passive cooling, ground heat exchanging, evaporative cooling, evaporative cooling with solar regenerated desiccants, solar adsorption/absorption cooling and a new Hungarian invention: the „internal cooling heat pump”. In the last technology the air to be cooled itself serves as refrigerant and the heat is extracted from the air by removing of its hot moisture content. The technology results in simple air-conditioners, which consume less energy and produce hot water and clean air without additional energy consumption.**

\*\*\*

Amikor lakások energiahatékonyságáról, energiafelhasználásáról beszélünk, elsőként a fűtésre felhasznált energia jut az eszünkbe. Azonban az éghajlatváltozásnak, a családok jövedelmi helyzete javulásának és így az elektromos háztartási berendezések könnyebb elérhetőségének a következtében már egyre inkább figyelembe kell vennünk a levegő hűtésére felhasznált energiát is. A klimatizálásra fordított energia növekedése talán nem olyan szembetűnő nálunk, itt a mérsékelt égövben, mint világviszonylatban.

Jelenleg a klímaberendezések hazája az Egyesült Államok. Itt több ilyen berendezés üzemel és ezek több energiát fogyasztanak évente, mint a Föld többi országában együttvéve. De a helyzet rohamosan változik. A nagy fejlődő országok (Kína, India, Indonézia, Brazília stb.) jövedelmi viszonyainak javulásával már ott is egyre több család számára elérhetőek a légkondicionáló berendezések, és a hőmérsékleti viszonyok miatt a kihasználtságuk is jóval magasabb, mint az Egyesült Államokban. 2011-ben 13%-kal nőttek az eladások 2010-hez viszonyítva és a növekedés gyorsulása várható. Az Egyesült Államokban 1993 és 2009 között 17 év alatt 36 millió légkondicionáló egységet értékesítettek. 2010-ben már 50 millió berendezést adtak el egyetlen év alatt csak Kínában, 2012-ben pedig már 85 millió klímaberendezés talált gazdára világszerte. Ha minden ebben az ütemben halad tovább, akkor 2050-ig megtízszereződik, ha figyelembe vesszük a határfokok további javulását, akkor megnyolcszorzódik a hűtésre fordított energiafogyasztás.

Michael Sivak a Michigani Egyetem professzora az American Scientistben megjelent cikkében azt próbálta megbecsülni, hogy ha az Egyesült Államokban a klimatizálási igényeket kielégítettnek tekintjük, akkor mekkora volna az ilyen igény világszerte. Az egyes országokban a napi hűtési igényt (a hőmérsékletkülönbség °C-ban) összeadta, és ezt megszorozta a népességgel, így egy olyan viszonyszámot kapott, amely az éves hűtési energiaigényt jellemzi. Ez az érték India esetében 14-szerese, Kína esetében pedig 5-szöröse az USA értéknek. A vizsgált 169 ország összesen 45-szörösen múlja felül az USA-t.

Egy a The Economistban megjelent elemzés szerint pedig, ha lényeges változás nem következik be, akkor 2070-re éri el a Világ légkondicionálásra fordított energiafelhasználása a fűtésre fordított energiafelhasználást.

Ráadásul a klímaberendezések villanyárammal működnek, így egy hőmérsékleti csúcs alkalmával rekordnagyságú elektromos teljesítményre van szükség, amely az erőművi oldalon egyre nagyobb rendelkezésre álló teljesítményt igényel, mivel az elektromosság nem tárolható úgy el, mint például a fűtésre használt földgáz. A 2012-es nagy indiai áramkimaradásért is a klímaberendezések használatát okolták.

A hűtési technológia megújítására van tehát szükség, ha nem akarjuk, hogy a klimatizálás elterjedése újabb lökést adjon a bolygónk felmelegedésének, ami tovább növeli a hűtési igényt, egy ördögi körbe hajszolva az emberiséget.

## Passzív rendszerek

Épületek hűtésére az legkényelmesebb módszer, amikor az épület kialakítása biztosítja a kellemes klímát bármiféle energia- és karbantartási igény nélkül. Ehhez egyrészt meg kell akadályozni a nem kívánt hő bejutását az épületbe, másrészt biztosítani kell az eltávozását. Minimális követelmény, hogy a belső hőmérséklet soha ne legyen magasabb, mint a környezeti levegő hőmérséklete. Ehhez egyrészt árnyékolással vagy zöld tető alkalmazásával meg kell akadályozni, hogy az épület felületének a hőmérséklete 40 °C fölé emelkedjen, másrészt alaposan le kell szigetelni az épületet és meg kell szüntetni a hőhidakat.

A nemkívánatos hő eltávolításának a legegyszerűbb módja a szellőztetés. Ezt mindaddig meg lehet tenni, amíg a környezeti hőmérséklet alacsonyabb a kívánt belső hőmérsékletnél. Ezen kívül a hőt el lehet vonni a talajjal, amelynek a hőmérséklete az év során nem sokat változik. Ez történhet hőcsövekkel vagy talaj-hőcserélőkkel, amelyek átvezetik a belső levegőt vagy a szellőztetésre használt külső levegőt. Erre a módszerre is igaz, hogy addig használható, amíg a talajhő alatta marad a megkívánt belső hőmérsékletnek. Ezért az alkalmazása a mérsékelt égövön terjed ki csupán. A melegebb tájakon a nem kívánt hő már nem távozik el magától, valamilyen ráhatásra van szükség.

## Evaporatív hűtők

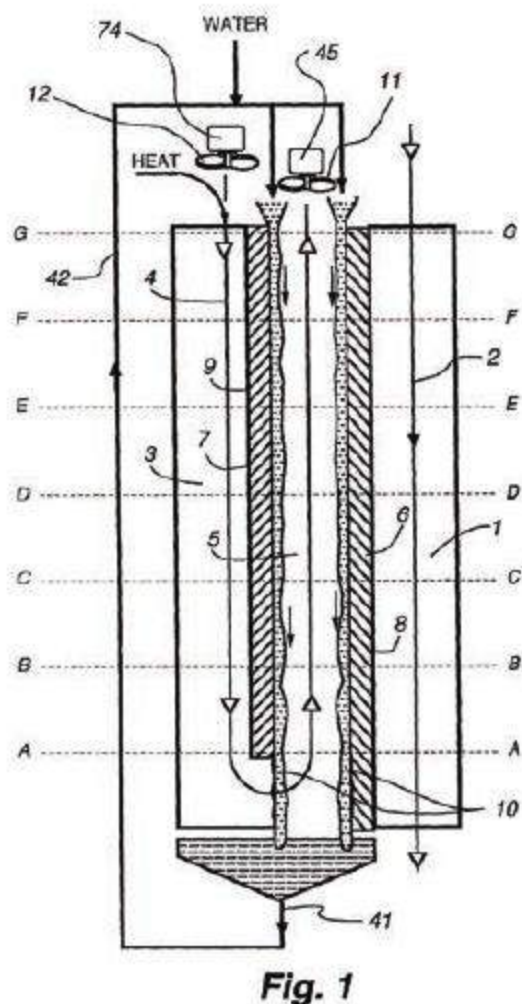
A talán legközismertebb ilyen léghűtő eljárás az evaporatív hűtés. Ennek során a levegőbe vizet porlasztanak, amely elpárolog, és a párologáshoz szükséges hőt a levegőtől vonja el. A folyamat során a levegő relatív páratartalma 70-90%-ra nő, így csökken az izzadtság párologása, amitől sajnálatos módon nyirkos lesz a bőr és a párologásból adódó hűtő hatás sem tud érvényesülni. Ezért ez a módszer csak olyan helyeken alkalmazható, ahol a levegő páratartalma elég alacsony, így ez az eljárás csak meleg és ugyanakkor száraz levegő hűtésére alkalmas és a hőmérsékletcsökkenés mértéke erősen korlátozott.

A páratartalom emelkedésére jelent megoldást ennek a módszernek az indirekt változata. Ennél a megoldásnál a környezetből beszívott levegőt nedvesítéssel hűtik, és ezzel a levegővel egy hőcserélőn keresztül hűtik a szoba levegőjét, amelyet rajta keresztül cirkuláltatnak. A hőcserélőből távozó nedves levegő még elég hűvös ahhoz, hogy például napelemek hűtésére használják, így ezzel tovább növelhető a rendszer határfoka. Meg kell jegyezni, hogy noha a szoba levegőjének abszolút páratartalma a hűtőkor nem növekszik, a hőmérsékletcsökkenés miatt a relatív páratartalom növekszik, amit tovább növel a helyiségben tartózkodók kipárolgása, így ennél a módszernél is gondoskodni kell a levegő szárításáról vagy a részleges szellőzésről.

Az említett két módszer kombinálásával – először az indirekt eljárással hűtik a levegőt, majd a direkt eljárással hűtik tovább – 50-70%-ra lehet leszorítani a relatív páratartalmat a helyi klíma függvényében.

Egy az indirekt hűtéssel elérhető hőmérséklet további csökkentésére szolgáló eljárásra tesznek javaslatot az US20020038552 közzétételi számú szabadalmi bejelentésben (a cikkben említett külföldi találmányok teljes szabadalmi leírása ábrákkal együtt megtekinthető az Espacenet szabadalmi adatbázisban a <http://worldwide.espacenet.com/> címen). Ennél a megoldásnál (1. ábra) a nedvesítésre szolgáló vízből (10) filmet képeznek a hőcserélő falán (6), így itt nem a nedvesítéssel lehűtött levegő (4) vonja el a hőt a helyiség levegőjétől (2), hanem a párologástól lehűlt víz (10), ami sokkal intenzívebb hőelvonást eredményez. Ráadásul a vizet cirkuláltatják, így több ciklusban hűti a párologás, ezért alacsonyabb hőmérsékletre képes lehűlni, mint az egyszerűen átszívott, majd utána kiengedett levegő.

Patent Application Publication Apr. 4, 2002 Sheet 1 of 27 US 2002/0038552 A1



1. ábra. Rajz az US20020038552 közzétételi számú amerikai szabadalmi leírásból

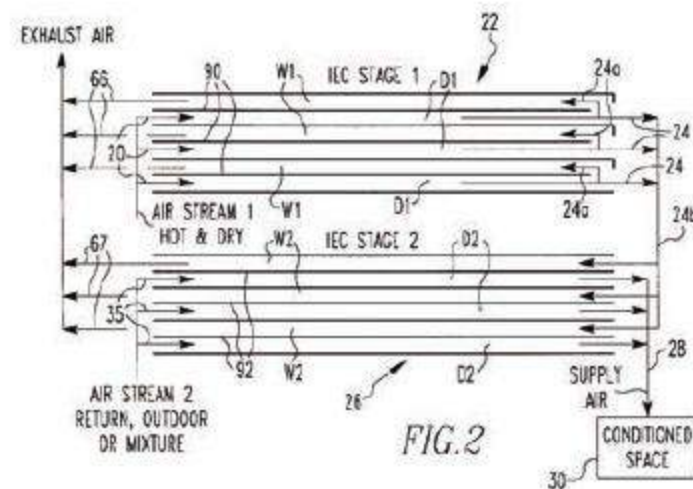
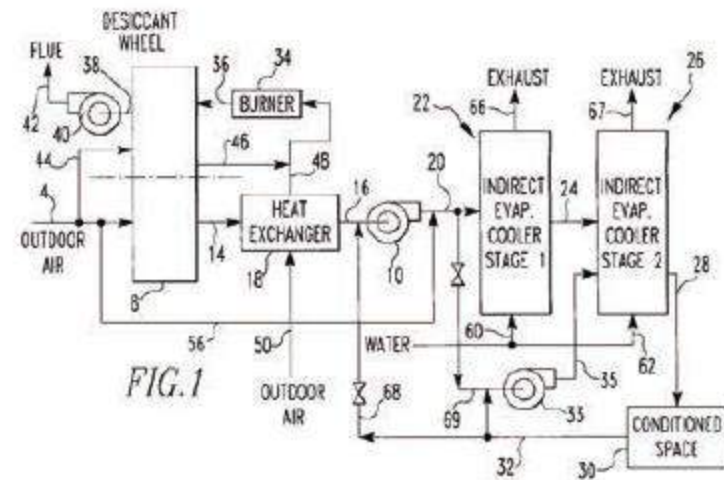
### Megújuló energiaforrások

Ott, ahol a passzív rendszerek és a párologtatás már nem elégséges a megfelelő hűtéshez, valamilyen energiaforrást is használni kell a hőelvonáshoz. A legkézenfekvőbb megoldás a megújuló energiaforrásokra alapozni. Elsőként a napenergia juthat az eszünkbe, már csak azért is, mert éppen akkor áll rendelkezésre belőle a legtöbb, amikor a legnagyobb a hűtési igény. Tekintsünk most el a napenergiából villamos áramot előállító és azzal hagyományos berendezéseket működtető módszerektől, mert ezek nem jelentenek előrelépést. Jelenleg is ilyen rendszereket használunk, csak a napelemek és a klímaberendezések nem közvetlenül kapcsolódnak egymáshoz, hanem a villamosenergia-hálózaton keresztül. Olyan módszerek lehetnek hatásosak, amelyeknél a naphő közvetlenül kerül felhasználásra.

Az egyik ilyen módszernél a hűtendő levegőt nedvszívó anyagon (szilikagélen, zeoliton, lítium-bromidon/kloridon) vezetik át, majd vizet porlasztanak a szárított levegőbe, amelyet a víz elpárologtatására fordított hőenergia hűt le, mint az evaporatív hűtésnél. A nedvszívó anyagot a napsugárzás hőjével regenerálják. A technológia működtetéséhez csak a levegőt kell cirkuláltatni és a nedvszívó anyag mozgatójáról kell gondoskodni, ami sokkal kisebb energiáfordítást igényel, mint a hagyományos hűtő körfolyamatok működtetése, de ez a feladat is ellátható napenergiával, például napkémény (feketére festett kürtő) segítségével.

Ezt a módszert és az indirekt evaporatív hűtést kombinálja az US5860284 lajstromszámú szabadalom (2. ábra). A környezetből beszívott levegőt (4) nedvszívó anyagon (8) vezetik keresztül, majd egy hőcserélőben (18) visszahűtik a környezeti levegővel (50). Erre azért van szükség, mert a nedvszívó anyagból (8) a nedvességet melegített levegővel (36) távolítják el, így az meleg marad a páraelvonáskor. A regeneráló levegőt (36) célszerű napenergiával melegíteni. A szárított és visszahűtött levegőt (16,20) ezután két indirekt hűtőben (22,26) lehűtik, és bevezetik a klimatizálandó helyiségbe (30).

U.S. Patent Jan. 19, 1999 Sheet 1 of 7 5,860,284



2. ábra. Atrak az US5860284 lajstromszamu amerikai szabadalmi leírásból

Egy másik módszernél adszorpciós vagy abszorpciós hűtőkörnyezetet működtetnek napenergiával. Ha nagyobb hőmérsékletkülönbséget kell elérni, akkor több rendszert kell sorba kapcsolni. Ez nagyon megdrágítja a kiépítést. Ráadásul az ilyen hűtők legalább 90 °C-os vizet igényelnek, viszont az olcsó, síklemezes hőcserélők csak kb. 70 °C-os vizet képesek előállítani, ezért koncentrátoros vagy vákuumsöves kollektorokat vagy pedig speciálisan erre az alkalmazásra tervezett síkkollektorokat kell alkalmazni, amelyek mindkét oldalukon

növelt hőszigeteléssel vannak ellátva. Ilyen rendszer működik például az Olimpiai Vitorlás Központban Csingdaóban.

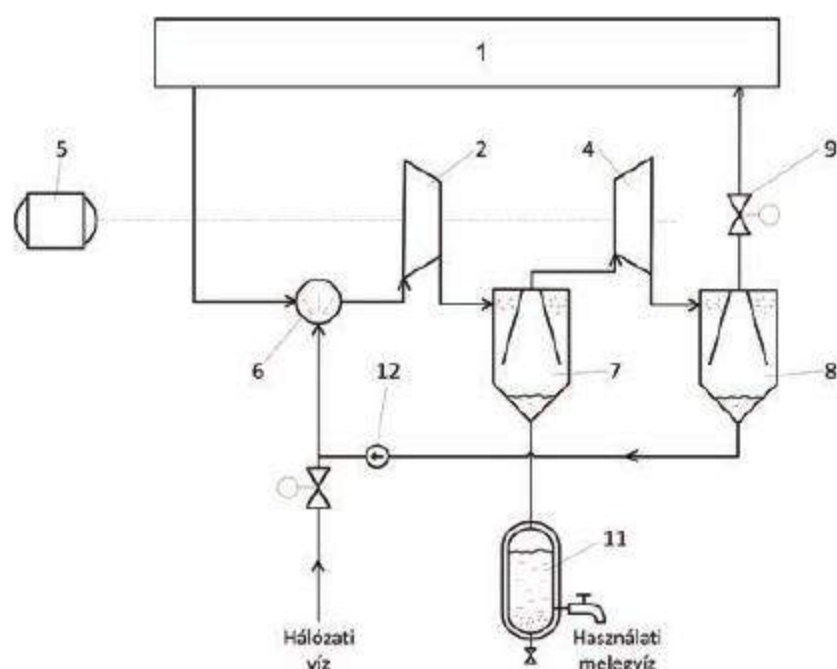
### „Belső hűtésű hőszivattyú”

Azonban a napenergia nem mindig áll rendelkezésre vagy nem olyan mértékben, ami elegendő volna ezeknek a rendszereknek a működtetéséhez. Ilyen esetben jelenleg kompresszoros hűtést alkalmazunk, amelyben a levegő hűtése egy munkaközeg hűtése útján történik, melynek a levegő a hőtartalma egy részét egy hőcserélő segítségével átadja. Az ilyen berendezésekben két hőcserélő van: az egyik a hűtendő levegő és a munkaközeg között, a másik a munkaközeg és a környezet között. A hőcserélők előállítására drága, és a megfelelő intenzitású hőcsere létrejöttéhez jelentős hőmérsékletkülönbségre van szükség. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a munkaközeg levegőoldalon a levegő megkivánt hőmérsékleténél jóval alacsonyabb hőmérsékletre kell hűteni, a kimenet oldalán pedig a környezeténél jóval magasabbra kell melegíteni, ami az indokoltnál nagyobb hűtőteljesítmény létrehozását igényli. Ez felesleges energiafelhasználást okoz és a hőcserélőn páralecsapódást illetve jegesedést idéz elő.

Problémát jelent még az is, hogy az alkalmazott hűtőközegek vagy mérgezőek, vagy gyúlékonyak, vagy pedig ártalmasak a természetre, ezért a készülékek megsemmisítése különös gondosságot igényel, és a szivárgás miatt megszökő munkaközeg veszélyes vagy károsítja a környezetet.

Ezekre a gondokra kínál megoldást a P1200519 számú új magyar találmány, amelynél maga a hűtendő levegő a munkaközeg, hogy elkerülhető legyen a környezetre ártalmas munkaközeg alkalmazása és legalább a hűtendő levegő oldali hőcserélő beépítése, a hőcserélőkkel együtt járó összes említett hátránnyal együtt (megtekinthető az e-kutatás szabadalmi adatbázisban a <http://epub.hpo.hu/e-kutatas/?lang=hu> [1] címen vagy a WO2013164653 nemzetközi közzétételi számon).

Az eljárás során (3. ábra) a hűtendő levegőt egy kompresszorral (2) víz beinjektálása mellett összenyomják úgy, hogy közben a nedves levegő hőmérséklete emelkedik, ezért a víz egy része elpárolog, de maradnak felmelegedett vízcseppek is a levegőben. Ezt a víztartalmat egy csepplévasztóval (7) eltávolítják, majd egy expanderbe vagy turbinába (4) vezetik, ahol munkát végez, segítve ezzel a kompresszor (2) működését. Eközben a levegő lehül, ezért pára kicsapódik. Ezt a kondenzvizet egy másik csepplévasztóval (8) eltávolítják, majd egy másik kompresszorral összenyomják vagy egy fojtószelepen (9) vezetik át, beállítva ezzel a kívánt hőmérsékletet és relatív páratartalmat.



3. ábra. Jellemző ábra a P1200519 számú magyar szabadalmi leírásból

Az eljárás során néhány bar nyomást kell csak létrehozni és a hőmérséklet legfeljebb 90 °C-ra emelkedik, ezért a kompresszor és a turbina hasonló kialakítású lesz, az autókban alkalmazott turbófeltöltőkhöz, azonban készülhetnek műanyagból is a nem túl magas hőmérséklet miatt. A 3D nyomtatók elterjedésével akár házilag is készíthetők ilyen berendezések.

Az expanzió utáni kondenzáció során a kondenzálódó vízmolekulák a levegőben szálló részecskéket (háztartási por, atkák, virágpór), mint kondenzációs magokat körülveszik, és így eltávolítják a levegőből. Ez a tökéletes légtisztító hatás az eljárást különösen előnyössé teszi légkondicionálókban, légtisztítóknál, porszívókban és hűtőszekrényekben való alkalmazásra.

Hűtőszekrényben való alkalmazáskor a hűtőszekrény minden alkotóeleme és a tárolt élelmiszer is melegebb vagy azonos hőmérsékletű a hűtőtérben keringő levegőnél, ezért nem lesz tapasztalható benne deresedés, így nem kell a rendszeres leolvasztásról gondoskodni.

A levegőtől elvont hő a belőle kiváló forró vízzel távozik. Ez tartalmazza a levegőből eltávolított részecskéket, de ettől még alkalmas tisztálkodásra. Az eljárással így kevesebb energiafogyasztás mellett a levegő lehűtésén és páratartalmának a beállításán túl még tökéletes légtisztító hatást is el lehet érni és melegvizet is szolgáltat. Ráadásul mindezt egyszerűbb szerkezettel érik el.

Ez a találmány olyan változást jelent a kompresszoros hűtőberendezésekhez képest, mint száz évvel ezelőtt a gőzgépek korában a belsőégésű motorok megjelenése, mert ez a megoldás is kiküszöböli a munkaközeg – ami akkoriban a víz volt – és közvetlenül a környezeti közeggel végez állapotváltozásokat, így megtakarítva energiát és a hőcseréhez szükséges berendezéseket. Ezek alapján joggal mondhatjuk, hogy egyfajta korszakváltás előtt állunk, és megtörténik végre az a forradalmi változás a hűtőtechnikában, ami a motoroknál száz évvel ezelőtt zajlott le.

Az említett példák igazolják, hogy vannak olyan műszaki megoldások, amelyek segítségével úgy lehet a klimatizálási igényeket kielégíteni, hogy közben ne döntsük romlásba a bolygónk természeti környezetét. Mert kár volna lemondani a természeti károk miatt a klimatizálás terjedéséről. Itt ugyanis nem csak arról van szó, hogy az emberek kellemesebb körülmények között élnek az életüket, hanem például kellemes hőmérsékletű helyiségben tartózkodva megnő a munka produktívása. Az említett The Economistban megjelent cikkben említenek egy az 1950-es években készült tanulmányt, amely szerint az államigazgatásban dolgozó gépirók teljesítményét a negyedével javította a klimatizálás. Egy 1957-ből származó felmérés szerint pedig az amerikai vállalatok 90%-a szerint akkoriban a hűtött levegő adta legnagyobb lökést a termelékenység növekedésének. De a klimatizálás lehetővé tette több kellemetlen klímájú terület benépesülését és gazdasági fellendülését is.

A klimatizálás a halandóságot is csökkenti azzal, hogy csökkenti a kánikula egészségkárosító hatását. A nyári hőhullámok alkalmával ugyanis köztudottan hirtelen megemelkedik a halálesetek – főleg a szív- és érrendszeri betegségekből származó halálesetek – száma. Egy dél-koreai felmérés szerint például 1 °C hőmérsékletemelkedés 6,7-16,3%-kal emelte meg a halandóságot és Spanyolországban 2003-ban a legmelegebb napokon hozzávetőlegesen negyedével nőtt a halálozás.

Ha az ismert technológiák elterjedése és fejlődése nem bukik meg finanszírozási és marketing problémák miatt, akkor az emberiség életkörülményei úgy javulhatnak tovább, hogy közben nem kell szegyenkeznünk a gyerekeink és unokáink előtt, hogy a kényelmünk érdekében tönkretettük a közös bolygónkat.



## Plenáris előadások

2014. március 11-12-e között a KLENEN'14 (Klímaváltozatosság, Energiatudatosság, Energiahatékonyság) konferenciának Kecskemét városa adott otthont. A rendezvényt **dr. Zsebik Albin**, a szervező bizottság elnöke nyitotta meg, köszöntötte a résztvevőket és bemutatta a plenáris előadás, valamint a kerekasztal-beszélgetés szereplőit.

**Horváth Attila**, helyi hőszolgáltató vállalat, a Thermostar Kecskeméti Hőszolgáltató Kft. igazgatójaként üdvözölte a jelenlévőket. Elmondta, hogy cégük immár ötödik alkalommal rendezte meg városukban az Energiatakarékossági Világnapot, ahol rajzpályázat, konferencia és futóverseny keretében ismerhette meg a lakosság az energiatakarékossággal kapcsolatos kérdéseket és megoldásokat. Kifejtette, hogy cégük érdeke az energiatudatosság mellett az, hogy a szolgáltatás a fogyasztók örömeire váljon.

**Uhrinyi Balázs** a konferenciának helyt adó szálloda tulajdonosa, a KÉSZ Holding Kft. képviselőjeként köszöntötte a résztvevőket. Uhrinyi úr részt vett a szálloda energiatudatos tervezésében, ezért büszkén mutatta be annak kiváló épületenergetikai paramétereit.

A köszöntők után az első plenáris előadó, **Hizó Ferenc**, zöldgazdaság fejlesztéséért, klímapolitikáért és kiemelt közszolgáltatásokért felelős helyettes államtitkár vette át a szót. Előadásában az energiahatékonyságról, annak tényeiről, elért eredményeiről és tévképzeteiről, többek között az alábbiakat ismertette:

A légköri üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke mára drámai méreteket öltött, ezzel párhuzamosan pedig a világ energiafogyasztása is folyamatosan növekvő tendenciát mutat. Ennek mérséklésére az Európai Unió elkészítette az ún. 20-20-20-as csomagot, mely 2020-ig a megújuló energiaforrások 20%-os részarányának elérését, az energiahatékonyság 20%-os növelését, illetve a károsanyag széndioxid kibocsátás 20%-kal történő csökkentését tűzte ki célul. Emellett még az EU energiabiztonságának, versenyképességének növelése is nagy szerepet kapott a rendeletben.

Az előírások sikeres betartásának érdekében hazánk is megalkotta az európai uniós irányelvekkel megegyező célú stratégiai dokumentumokat, ezek közül a legfontosabbak az Energiastratégia 2030 és Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve. Az Energiastratégia elsődleges célja az importfüggőség csökkentése, eszközei az energiatakarékosság, energiahatékonyság, a megújuló részarányának növelése, a beszerzési útvonalak diverzifikálása, az állam szabályozó szerepének növelése, a kapcsolódó ipar tudatos fejlesztése, az energiaszegénység-, valamint a rezsi költségeinek csökkentése. Hazánkban az üvegházhatású gázok legjelentősebb kibocsátási területe az energiaipar. Magyarország a saját kitűzött céljait tudta teljesíteni, melyben ugyanakkor a gazdasági válság hatására csökkenő energiafogyasztás is szerepet játszik. Kedvező a helyzet a megújuló részarányával is, a jelenlegi 9,6%, a 2016-os célokhoz felel meg.

Az energiatakarékosság a másik terület hazánk számára, amellyel az EU-s elvárások teljesíthetőnek tűnnek. Ehhez is számos terv készült, melynek részei az épületenergetikai program, a szénerőművek kiváltása, a gázerőművek cseréje, a villamos energia hálózati veszteségeinek csökkentése és az alacsony hatásfokú megújuló erőművek kiváltása. Ezen öt terület közül az épületenergetika az a szektor, ahol a megtakarítások több mint fele elérhető lenne, a készülő Épületenergetikai Stratégia konkrétan tartalmazza majd a különböző épületkategóriák esetében a szükséges beavatkozások, felújítások módját, lehetőségeit, a leghatékonyabb megoldások megvalósítása érdekében.

A hazai építészet szerkezetében rejlő energiahatékonyság jelentősen nőtt az építési technológia és az építőanyagok fejlődésével, az energetikai előírások folyamatos szigorodásával és az energiaköltségek folyamatos növekedésével. Az energetikai előírások is jelentős fejlődésen mentek át, míg 1966 előtt csak ajánlott értékeket lehetett találni az épületszerkezetek hőtechnikai jellemzőire vonatkozólag, addig mára már a többdimenziós hőáramok és a hőtechnikai méretezési előírások mind alapvetőnek számítanak. Hizó helyettes államtitkár úr elmondta, hogy épületeink jelenlegi helyzete rosszabb, mint az EU-s átlag, a hazai épületállomány közel 70%-a felújításra szorul. A megtakarítás két lehetséges formája az energiaigény csökkentése és az energia gazdaságosabb előállítás. A korszerűsítés leghasznosabb módja a külső szigetelés, a fűtés rendszer korszerűsítése és az energiatakarékos műszaki eszközök használata, amely akár 40-70%-os megtakarítást is eredményezhet családi házanként.

Hizó helyettes államtitkár úr a zöldgazdaság-fejlesztést elősegítő támogatási rendszerekről is szólt néhány szót. A kormány 2010 óta több mint 150

milliárd forintot fordított zöldgazdaság fejlesztésre, amelyhez még a Kötelező Átvételi Rendszer, valamint a háztartási méretű kiserőművek kompenzációja is hozzáadódik. A támogatási források jövőbeli formája többek között a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program (KEHOP) lesz, melyben megközelítőleg 300 milliárd forintnyi keretösszeg áll majd rendelkezésre, energetikai fejlesztések és programok megvalósítására. A KEHOP célterületei elsősorban a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése, az energiahatékonyság és az energiamegtakarítás növelése, valamint a villamosenergia-rendszer alkalmassá tétele a jövőben egyre nagyobb szerepet kapó megújuló energiaforrások fogadása számára.

Másodikként **Bencsik János**, a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) igazgatóhelyettese, és a Nemzeti Alkalmazkodási Központ (NAK) vezetője, országgyűlési képviselő vette át a szót, aki az energiahatékonyság Hazai Dekarbonizációs Útitervben betöltött szerepéről beszélt. A NAK az éghajlatváltozás megelőzésével és annak hatásaihoz való alkalmazkodással, továbbá Magyarország természeti-, ásványi erőforrásainak rendelkezésre állásával kapcsolatos kutatási, elemzési és kormányzati döntés-előkészítési tevékenységeket végzett az utóbbi évben. 2013-ban elkészült a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia felülvizsgálata, amely magában foglalja a Hazai Dekarbonizációs Útitervet, a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégiát és az Éghajlatváltozási Szemléletformálási Tervet. Ezekről beszélt előadónk bővebben.

Bencsik igazgató-helyettes úr kifejtette, hogy a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiára azért van szükség, mert az éghajlatváltozás olyan komplex problémakört alkot, amelyekre csak összehangolt, távlatos koncepciókkal lehet választ adni. A jövőben az előrejelzések szerint komoly éghajlati változásokra kell számítanunk, egyre gyarapodó hőhullámokkal és egyre szélsőségesebb vízjárással. A fagyos napok száma csökkenni, a száraz időszakok hossza pedig növekedni fog, ezzel együtt várható az évi középhőmérséklet 1-2,5 °C-os emelkedése is. Véleménye szerint a klímavédelem horizontális szempontjai szinte minden gazdaságfejlesztési programban meg kellene jelenjenek, így megvalósítható lenne az összehangolt alkalmazkodási fókuszú fejlesztéspolitika és a célok megvalósulásának folyamatos nyomon követése, mind az EU-s támogatások, mind az elért eredmények szempontjából.

A következő téma a Hazai Dekarbonizációs Útiterv volt. E terv célja a fennmaradás és tartamos fejlődés egy változó világban, hazánk adottságainak, lehetőségeinek és korlátainak megismerése. Hajtóereje a fenntarthatóság felé való átmenet, nem pedig a nemzetközi kötelezettségek teljesítése. Az Útitervben két forgatókönyv, az elvi minimum és az elvi maximum kibocsátási pálya került kidolgozásra, amelyekkel a lehetséges jövőbeli dekarbonizációs kimenetek határozhatók meg. Az utóbbi két és fél évtizedben az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkenése volt megfigyelhető hazánkban, ugyanis a rendszer-váltás idején a szocialista nehézipar összeomlott, valamint a fűtési energiaigény kiszolgálása, valamint a villamosenergia-termelés terén a földgáz kiváltotta a szenet. Ezzel együtt a magyar gazdaság sokszázezer munkahelyet veszített. A kibocsátás legfőbb forrásai mára az az energiatermeléshez és -felhasználáshoz köthető tevékenységek, de a mezőgazdasági és ipari folyamatok, valamint hulladékgazdálkodás területe is jelentős kibocsátó. A forgatókönyvek kimutatták, hogy a gazdaság két hajtóereje, az ipar és a mezőgazdaság nem tud jelentősen hozzájárulni a dekarbonizációhoz, ezért Bencsik igazgató-helyettes úr szerint is az épületenergetikai és a közlekedési szektorban fellelhető megtakarítási lehetőségeket kellene kihasználni. Tudatos fűtéssel és szigeteléssel jelentős dekarbonizációs potenciál érhető el, optimális esetben 2050-re akár 70%-os csökkenési szint is elérhető. Rövidebb időtávlatot tekintve 2030-ig az energiahatékonyság növelése a lehetséges út, 2050-re azonban – a fenntartható energiagazdálkodás mellett – a népességcsökkenés következtében jelentősen mérséklődni fog Magyarország szén-dioxid kibocsátása.

A Dekarbonizációs Útiterv kiterjed továbbá az egyes szektorokra és külön iparágakra vonatkozó célkitűzéseket fogalmaz meg. A villamosenergia-termelés területén rövidtávú cselekvési irányok között szerepel a Nemzeti Energiastratégia atom-, szén-, zöld forgatókönyvének megvalósítása, a megújuló energiaforrások arányának növelése szabályozási és pénzügyi eszközök biztosításával, a helyi villamosenergia-önellátás kiépítése, az erőműparkok megújítása, klímabarát megoldások ösztönzése, zöld közbeszerzési szabályozás létrehozása, valamint szemléletformálási ösztönzők bevezetése. A Paksi Atomerőmű területén a meglévő kapacitások megújítása érdekében szükséges intézkedések gyors és

hatékony megtétele, a biztonság fenntartása is fontos feladat. Középtávú terv a villamosenergia-rendszer rugalmasságának fejlesztése, szabályozhatóságának növelése, valamint az okos mérők, LED világítás és egyéb technológiai megoldások elterjedésének ösztönzése. Hosszú távon cél a klímaváltozás, mint peremfeltétel teljeskörű beépítése az energiapolitikába. Hasonló rövid-, közép-, és hosszú távú cselekvési irányok kerültek megfogalmazásra az épületenergetika, közlekedés, ipar és hulladékgyártás, a mezőgazdaság, valamint az erdők szénmegkötése, a szén-dioxid leválasztás, tárolás és hasznosítás területén is. A Dekarbonizációs Útiterv végrehajtási keretrendszeréhez ajánlások és javaslatok is születtek, ezek közül kiemelendő az a költségelemzés, amely a cselekvés és nem-cselekvés költségeit veszi figyelembe. Bencsik úr véleménye szerint ajánlatos lenne a „Szén-dioxid Leválasztás, Tárolás és Hasznosítás Nemzeti Koncepciójának” elkészítése.

Bencsik urat **Dr. Molnár László**, az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület főtárgya követte, aki előadásában az energiahatékonyság előmozdításának eszközeiről és eredményeiről beszélt, a Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) és a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (OECD) szemléletmódján keresztül.

Az utóbbi években jelentős változások történtek a világ szénhidrogén energetikájában, ugyanis a régóta aggodalommal követett drasztikus fogyás problémája mára megoldottnak látszik. Míg az 1970-es években a predikciók szerint már 2000-re egyáltalán nem maradt volna olaj és gáz a Földön, ma úgy tűnik, hogy a technológiai kutatások és megoldások eredményeképp még 250-300 évre elegendő készlet áll rendelkezésünkre. Komoly fordulat következett be az Amerikai Egyesült Államokban is, hiszen az USA a palagáz miatt már nem a világ legnagyobb importőre, hanem éppen exportőrré is válhat. Ehhez társul még az is, hogy a figyelem egyre inkább keletre összpontosul. Az adatok azt mutatják, hogy nem kell félni a fosszilis energiák gyors kimerülésétől, nem kell minden áron bevezetni a megújuló energiákat, hiszen egyelőre csak csökkentik az államok versenyképességét.

Ennél aktuálisabb kihívás azonban a globális felmelegedés, amelynek hatásai közel sem elhanyagolhatóak. Molnár úr szerint a legmegfelelőbb megoldás erre is az energiatakarékosság. Érdekességként megjegyezte, hogy az EU-ban a legfontosabb cél az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, míg az energiahatékonyságra nincs kötelező érvényű szabályzat, csupán ajánlás.

Az energiahatékonyság fejlesztésének eszközei a technológia, a tudatosság, az árak, a szabályozás és a támogatások főbb területei az épületek fűtése, hűtése, szellőztetése, a villamos készülékek takarékos használata, az energiatakarékos világítás és közlekedés. Ezek közül az energiatudatosság a legfontosabb hazánk szempontjából, hiszen a tájékoztatás, kommunikáció költsége minimális egy-egy energetikai beruházáshoz képest. Előadónk véleménye szerint tudatos energiafogyasztással, ráfordított költségek nélkül legalább 10%-os költségcsökkentés lenne elérhető.

Molnár főtárgya úr felhívta a figyelmet arra is, hogy az energiatakarékos magatartásmód mozgatórugója az energiaár, amelyet a piac vagy valamely más szakmai szervezet (pl. kormány) határoz meg. Olyan szabályzási környezetet kellene létrehozni, amelynek következtében motiváló erőként jelenik meg az energiatakarékosság. A presztízs beruházások helyett a nemzet fejlődését, a versenyképesség fokozását és a környezet védelmét elősegítő megoldásokat kellene preferálni.

A következő előadó **Hajba Attila**, a National Development Consulting szakmai igazgatója volt, aki a vállalati energiahatékonyságról beszélt a 2014-2020 közötti időszakban. Elmondta, hogy Magyarország számos adottsággal rendelkezik, ahol egyértelműen a megújuló energiák a jövő, de rövidtávon az energiahatékonysági beruházások azok, amikkel érdemes foglalkozni, mert ezeknek biztos a megtérülése. A problémát azonban az okozza, hogy a jelenlegi támogatások korlátozottan elérhetőek, a különböző szektoroknak más az energiatudatossághoz való attitűdje, ezért minden esetben szükséges lenne, szektorhoz szabott megoldásokat kell kidolgozására.

Hajba igazgató úr vállalkozásával számos megoldást dolgozott ki, amelyhez először az energiafogyasztás eloszlását vizsgálták meg. Megállapították, hogy a teljes végső energia felhasználás fele lakossági célú, a közlekedést nem tekintve a másik fél az vállalati- és közszolgáltatások, valamint az ipar és mezőgazdaság között fele-fele arányban oszlik meg.

E területek közül az előadó a vállalati szektort elemzéséről beszélt részletesebben. A vállalatokhoz szorosan kötődő beavatkozási területek legfontosabb elemei a megújuló energiaforrások gyártásának és forgalmazásának támogatása, valamint kis- és középvállalkozások esetén az energiahatékonyság és a megújuló energiák használatának elősegítése. Ezekre összesen körülbelül

1000 milliárd forintot szán az Európai Unió 2014 és 2020 között. A támogatás több területre lesz szétosztva, az egyes operatív programok különböző mértékű összegekből gazdálkodhatnak majd:

- A Környezeti és Energhatékonsági Operatív Program (KEOP) részeként a lakosság, nonprofit szervezetek, központi középületek, hálózatra termelő megújulók, távhő és a villamos energia rendszer kaphat támogatást.
- A Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program (GINOP) alá tartozik a vállalati energiahatékonyság.
- A Terület- és Településfejlesztési Operatív Program (TOP) valamint a Versenyképes Közép-Magyarország Operatív Program (VEKOP) pedig az önkormányzati tulajdonú középületek, bérlakások, városrehabilitáció és közvilágítás szektorokért felelős.

A vállalati energiahatékonyság területén korábban kevés konstrukció állt rendelkezésre, ugyanis nem készült átfogó felmérés a megtakarítási potenciálokról. A változó intézményrendszer mellett a pénzügyi korlátok is megnehezítették a támogatási pályázatok beadását. Ezen okok miatt Hajba igazgató úr szerint igényekhez igazított beavatkozás lenne szükséges.

Előreláthatólag a jövőben sokkal nagyobb szerepet fognak kapni a vissza nem térítendő támogatások, egyértelműbb lesz a lehatárolás a GINOP és a KEHOP között, és remélhetőleg normatív támogatások is szóba jöhetnek, amelyek nem pályázat útján lesznek majd igényelhetők, hanem a támogatást igénylő személyek a feltételeknek való megfelelés után automatikus fognak pénzt kapni. Hajba úr további három javaslattal állt elő a kormány számára:

1. A szolgáltató kis- és középvállalkozásoknak standard pénzügyi terméket, kedvezményes hitelt lehetne felajánlani, stabil, kiszámítható feltételekkel.
2. A termelő mikro- és kisvállalkozások esetén a támogatást technológia-korszerűsítés keretében kellene megvalósítani.
3. A közép- és nagytermelő vállalatok esetén (az ETS szektort kivéve) célzott támogatási rendszert kellene kialakítani potenciálfelmérés alapján.

Ezek után a termékfejlesztés lépései lennének szükségesek, amelyekhez az igényfelmérés (ezen belül a megtakarítási potenciál, a megtérülési idő, elérhető saját források és a motiváció), a termékfeltételek kialakítása, megfelelő közvetítőrendszer kiválasztása, képzése, valamint folyamatos finomhangolás és monitoring jelenléte elengedhetetlen fontosságú.

Utolsó plenáris előadóként **Bart István** kapott szót, a Magyar Energhatékonsági Intézet igazgatója. Bart úr az épületek energiahatékonyság növelési potenciáljával és javasolt támogatásával foglalkozott, az általuk és még másik négy szakmai civil szervezet által elkészített Hazai Hatékonság Programot mutatta be. Az Energiaklub Negajoule 2020 kutatása szerint a lakóépületekben elfogyasztott energia több mint 40%-a megtakarítható lenne, ha minden épületre hőszigetelés és új nyílászárók kerülnének, és hatékonyabb fűtési rendszerre váltanának. E potenciál döntő része (84%-a) a családi házak korszerűsítésével aknázható ki. Eddig a háztartásoknak csak kis része végzett korszerűsítést otthonában: 20%-a hőszigetelt, 25%-a cserélte korszerűre ablakát és 15-20%-a végzett fűtőkorszerűsítést. Mintegy 1 millió háztartás, azaz a lakások negyede szeretne korszerűsíteni a következő 3 évben, azonban a lakosság 87%-a nem rendelkezik megtakarítással.

Az energiahatékonysági beruházások fellendítése érdekében készült el a Hazai Hatékonság Program. A program célja, hogy az EU-s források felosztásával létrehozzon egy olyan megoldást, amely minden jó beruházáshoz ad állami segítséget, és önrész nélküli hitelt. Ez hatékonyan egészíthetné ki a rezsicsökkentési programot, amely a háztartásoknak hosszú távon is alacsonyabb energia kiadásokat jelent, továbbá amely a vállalkozások számára mind a kül- mind a belpiacok felé egyszerre nyújt versenyképességi előnyöket. A Hazai Hatékonság főbb elemei: KEHOP, a GINOP, a TOP és a VEKOP kereteiből a kormányzat döntései nyomán jusson évi 60 Mrd Ft uniós forrás az épületek energiahatékonyságára. Ez a forrás megháromszorozódna banki források bevonása révén, így évi 180 Mrd Ft állna rendelkezésre a beruházásokhoz. A beruházások a Hazai Hatékonság Alap finanszírozásán keresztül valósulnának meg, amely hosszú évekre kiszámítható modellben és ütemezéssel biztosítana forrásokat.

A program várható eredményeként évente 40 ezer lakás újulhatna meg, évente 20 Mrd Ft-tal csökkenhetne a vállalatok rezsiköltsége, 40 ezer új munkahely jöhetne létre, évi 70 Mrd Ft költségvetési többlet keletkezhetne és 2020-ra évente közel 100 Mrd Ft-nyi energiaköltséget takaríthatna meg az ország.

Lengyel Vivien  
lengyel.vivien@eszk.org

# Kerekasztal-beszélgetés – A hazai innováció ösztönzői és korlátai – a magyar kreativitás integrálása az európai innovációs folyamatokba

A klímaváltozással, energiatudatossággal, illetve energiahatékonysággal foglalkozó nemzetközi konferencia és kiállítást kerekasztal megbeszélés zárta. Ezen bevezető előadást tartott Végh László, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának (SZTNH) osztályvezetője és Monzpart Zsolt, a Magyar Innovációs Szövetség alelnöke. A megbeszélésen felkért hozzászólóként vett részt Bencso Csaba, az idén harmadszor Energiahatékony Vállalat címet nyerő Audi Motor Kft. energetikáért és környezetvédelemért felelős vezetője, aki 2014-ben megkapta az év energiamenedzsere díjat, Czinege Zoltán, az Alfaped Energiatanácsadó Kft. ügyvezetője, aki 2013. évben kapta meg az év energetikai tanácsadója díjat, valamint Fodor Zoltán, a Geowatt Kft. ügyvezetője, aki a Vaporline hőszivattyú termékével 2012. évben nyert Magyar Nagydíjat.

A Dr. Zsebik Albin által vezetett kerekasztal megbeszélés a hazai innovációról, annak ösztönzőiről és korlátairól folyt. Az innováció fontosságával kapcsolatban a levezető elnök elmondta, hogy a 2014-2020-as költségvetési időszakban jelentős hányadot fordít az Európai Unió (EU) az innovációra. Ezért is fontos megkeresni azokat a lehetőségeket, amelyekkel a magyar kreativitást integrálni tudjuk az EU innovációs folyamataiba. Az Európai Bizottság 2014-2020 közötti időszakra szóló, az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedést előmozdítani hivatott költségvetés tervezetében megfogalmazta, hogy az Unió csak akkor tölthet be jelentős szerepet a nemzetközi szinten, ha innovációs tevékenysége versenyképes. Az innováció és a kutatás terén azonban számottevő lemaradással küzd. Hasonló a helyzet Magyarországon is. Összhangban ezen kijelentésekkel a 2014-2020 közötti időszakra szóló EU költségvetés az előzőhöz képest jelentős összeggel növelte az oktatás és a szakképzés, illetve a kutatás és az innováció támogatására szánt forrásokat. Mindezt annak megalapozására, hogy a jövőben új munkahelyek létesüljenek, és jó ötleteket eladható termékévé fejlesszék.

A fenti célok és a fenntartható fejlődéshez mindnyájunknak hozzá kell járulni. Feladata van a jogalkotóknak, politikusoknak, K+F műhelyeknek, együtt kell működni a gyártóknak és az üzleti szférának.

## A hazai innováció ösztönzői és korlátai

Végh László bevezető előadásában ismertette, hogy milyen előnyös hatásai vannak a kutatás-fejlesztési tevékenységek minősítésének. Egyrészt jogbiztonságot teremt a K+F adókedvezmények igénybeviteléhez a kis- és középvállalkozások körében is, ezáltal növelheti az adókedvezményt igénybe vevők számát, másrészt hozzájárul az adóelkerülés számottevő csökkenéséhez, könnyíti a jogalkalmazó szervek – az adóhatóság – munkáját, valamint jelentősen erősíti a kutatás-fejlesztés intézményrendszerét.

A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának innovációval kapcsolatos feladatai két főbb részre oszthatók: a szellemi tulajdon-védelem eszközeivel számottevő segítséget nyújt a vállalkozások innovációs tevékenységük során született eredmények védelmének, és minősíti a kutatás-fejlesztési tevékenységet.

A Hivatal kutatás-fejlesztési tevékenységek minősítését érintő feladatköre két csoportra bontható: egyrészt a kutatás-fejlesztési tevé-

kenység előzetes minősítését jelenti, másrészt pedig a Nemzeti Adó- és Vámhivatal (NAV), más hatóságok és bíróságok kirendelésére, illetve a vállalkozások megkeresésére végzettszakértői tevékenységet.

## Előzetes minősítés

A Hivatal 2012. február elsejétől látja el a kutatás-fejlesztési projektek előminősítéssel kapcsolatos feladatkört. 2012 szeptemberében módszertani útmutató lett elfogadva széleskörű szakmai egyeztetés után, amely a különböző törvénymódosításoknak köszönhetően kialakított, új és egységes fogalomrendszerre épül. 2012 előtt ilyen átfogó útmutató nem létezett, és a Frascati kézikönyv – mint általános hivatkozott háttéranyag – használata gyakran eltérő jogértelmezéshez vezethetett.

A minősítési eljárás keretében hozott határozat felhasználható a tevékenységhez kapcsolódó adó- és járulékkedvezmények érvényesítéséhez, valamint a kutatás-fejlesztési támogatási rendszerben a támogatás iránti kérelemben megjelölt projekt kutatás-fejlesztési tartalmának igazolására. Az előzetes minősítési határozat meglétét a különböző pályázatok kiírások feltételként írhatják elő, illetve az elbírálás során többletelőnyök kapcsolódhatnak a meglétéhez.

## Szakértői tevékenység

A Hivatal a NAV, más hatóságok és bíróságok kirendelésére, illetve a vállalkozások megkeresésére is végez szakértői tevékenységet. E területen jelenleg az adóhatóság a legnagyobb megrendelő, és ezen utólagos vizsgálat keretében a NAV az ellenőrzése során az adózó tevékenységének K+F szempontból való minősítésével és a kapcsolódó költségek tevékenységhez való hozzárendelhetőségével keresheti meg az SZTNH-t. (A hivatali szakvélemény a tevékenységeknek a kutatási jelentésből és más dokumentumokból megismerhető tartalmára vonatkozik – a kutatási tevékenységhez rendelt költségek arányosságát a Hivatal nem vizsgálja). Mivel az adóellenőrzés utólagos, az SZTNH-nak a minősítés során a tevékenység elszámolásakor hatályos jogszabályokat kell alkalmaznia. Az előadó elmondása szerint ez egy nehéz feladat, hiszen korábbi projektek adóvizsgálat alá eső részeként a K+F szempontokat kell elbírálni, és a vizsgálat eredménye egy jogi és pénzügyi következményekkel járó közigazgatási határozat alapját képezheti. Az egységes gyakorlat biztosítása érdekében az adóhatósági ellenőrzési eljárás keretében csak a Hivatal rendelhető ki szakértőként. A szakértői vélemény vagy ellenvélemény más hatóság számára nem bír kötőerővel.

Tapasztalatok: A NAV nagyjából az összes vizsgált projektnek a harmada esetében kéri a hivatal szakértői közreműködését. Ezen projekteket a NAV valamilyen szempontból vitatottnak érzi, avagy témája miatt szüksége van egy szakvéleményre is a biztos döntéshez. Az SZTNH által vizsgált projektek kb. 2/3-a nem felel meg a K+F törvényi feltételeinek. Fontos hozzátenni, hogy a kapott vizsgálatok csak közel fele műszaki jellegű. Társadalomtudományi szempontok megítéléséhez külső szakértőket kérnek fel.

Az előadó hiányosságként jegyezte meg, hogy sokszor ugyanazzal a tanulmánnyal találkoznak több projekt kapcsán, illetve vannak olyan tanulmányok, amelyek csak szakirodalmi összefoglaló szintjén készültek. Vannak olyan projektek is, amelyek kizárólag laikusok számára hordoznak újdonságtartalmat, a szakterület ismerői számára nem.

Az előadó kiegészítésként hozzátette, hogy a 2013. októberi innovációs törvény módosításával jelentős szabályozásbeli változások történtek.

### A K+F adó- és járulékkedvezmények

A vállalkozások kedvezményeket vehetnek igénybe K+F tevékenységük igazolásával. Ilyen kedvezmény például a társasági adó adóalap-kedvezménye, a fejlesztési adókedvezmény, az iparüzési adókedvezmény, valamint a szociális hozzájárulási adó.

A hallgatóság az előadás második részében a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala által nyújtott hatósági és szolgáltatási tevékenységekkel ismerkedhetett meg, azzal, hogy hogyan aknázhatják ki a vállalkozások innovációs tevékenységük során a szellemi tulajdon-védelem eszközeit.

A szabadalmi kutatási szolgáltatások magukba foglalják az újdonságkutatást, a szabadalmazhatósági véleménnyel kiegészített újdonságkutatást, szabadalmazhatósági véleményt, illetve a jogérvényességi és szabadalomtisztasági kutatást.

Ezen kívül a Hivatal védjegyszolgáltatásokat is nyújt: lehetőség van expressz védjegyszűrésre, védjegyfigyelésre, valamint regionális védjegykutatást is végeznek.

Szellemi vagyon felméréséhez kapcsolódó szolgáltatások egyike a szellemivagyon-audit, amely segíthet abban, hogy a vállalkozás reális képet kapjon saját szellemi vagyonáról, amelynek jelentőségével, és gyakran a pusztán létevel sincs minden esetben tisztában. A másik szolgáltatás a szellemivagyon-értékelés, amely a szellemivagyon-audithoz hasonlóan a birtokolt szellemi vagyonelemek tudatosításában nyújt támogatást, azáltal, hogy az értékesítéshez vagy más üzleti lépésekhez köthetően tájékoztató jellegű felvilágosítást ad a szellemi vagyon pénzügyi értékéről.

A hatósági és szolgáltatási tevékenységek után a szellemi alkotások hazai és külföldi iparjogvédelmi oltalmának támogatására kiírt pályázatokról beszélt az előadó: 2012 decemberétől, 3 év szünet után indult újra az IPARJOG '12 pályázat, amelynek keretében az alábbi tevékenységeket támogatták: hazai iparjogvédelmi bejelentés, külföldi iparjogvédelmi bejelentés, a Szabadalmi Együttműködési Szerződés szerinti nemzeti eljárások megindítása, európai szabadalom hatályosítása, illetve kapcsolódó jogi, iparjogvédelmi szolgáltatások. A rendelkezésre álló forrás 200 millió Ft volt, amely a hazai oltalomszerzéssel és fenntartással kapcsolatos pályázat esetében maximum 600 000 Ft, a külföldi oltalomszerzéssel és fenntartással kapcsolatos pályázat esetében maximum 2 millió Ft volt. A pályázók körébe tartoztak magyarországi természetes személyek, székhellyel rendelkező magyar, illetve EU-s kis- és középvállalkozások magyarországi fióktelepei, költségvetési szervek illetve non-profit szervezetek. A pályázat 2013. december végén lezárult, de folytatása 2014-ben várható.

### Innovációs pályázatok (K+F+I) elbírálásához kapcsolódóan

Az innovációs pályázatok elbírálásához kapcsolódóan az alábbi célok fogalmazódtak meg a Hivatal részéről:

- meghirdetett pályázatokban, illetve a pályázati támogatások felhasználásának értékelése során előnyt élvezzen a szabadalmaztatásra is törekvő pályázó;
- K+F+I tárgyú pályázat esetében fokozott mértékben lehetőséget adni az iparjogvédelmi oltalom szerzés költségeinek elszámolására

Sok pályázat kiírásánál a gyorsított eljárás sem elegendő, nem fér bele az időbe.

Az előadó zárógondolatként megemlítette, hogy a K+F projektek előminősítése nemzetközileg is bevett gyakorlat, példák között említette az Egyesült Királyságot, Ausztriát illetve Ausztráliát.

### A Magyar Innovációs Szövetség

A következő előadást Monszpart Zsolt, a Magyar Innovációs Szövetség alelnöke tartotta. Előadását az innováció megfogalmazásával kezdte: Az innovációt Joseph Schumpeter (1911) szerint öt alapesetre lehet osztani:

- új termék előállítás
- új eljárás bevezetése
- új piac megnyitása
- új beszerzési források megtalálásra
- új szervezet létrehozása.

A meghatározás szerint ez egy igen tömör fogalom, ezért célszerű inkább, mint szemléletmódot megközelíteni az innovációt. Egy vállalatvezetőnek például igen célszerű innovatív hozzáállással rendelkeznie.

A 2006-os Oslói – EU által jóváhagyott – definíció is a fenti megfogalmazást vette alapul:

Az innováció

- új vagy jelentősen javított termék
- új vagy jelentősen javított eljárás
- új marketing módszer bevezetése
- új szervezés-szervezeti módszer bevezetése
  - az üzleti gyakorlatban,
  - munkahelyi szervezetben,
  - vagy a külső kapcsolatokban.

A Magyar Innovációs Szövetség 1990-ben alakult, több mint 300 tagintézménnyel működik. Tagintézményei közé tartoznak különböző egyetemek, kutatóintézetek, innovatív vállalkozások valamint non-profit szervezetek és szövetségek. Az Innovációs Szövetség egyedülálló Európában, hiszen máshol nincs nemzetközileg működő, csak innovációval foglalkozó szövetség.

A Szövetség legfontosabb küldetésének a kormányzati munkában való érdekképviselést és az innováció népszerűsítését a vállalkozók körében tartja. Fókuszba szeretnék állítani az innovációt többek között a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap segítségével. Az államot az innovációk támogatása során törvényi kötelezettsége értelmében a 2010-ig terjedő időszakban 55 milliárd Ft-nyi adósság terheli, amelynek valamilyen szintű kompenzálását az Innovációs Szövetség egyfajta lelkiismeret hangjaként sürgeti. A kormányzat felkérésére szakértői véleményalkotásban, az innováció-ösztönző feltételrendszer kidolgozásában, véleményezésében vesznek részt a szövetség tagjaiként a gyakorlatban innovációval foglalkozók. A 2013-20 közötti időszakra vonatkozó innovációs stratégia kidolgozása során 41 pontos szakértői véleményt készített a Szövetség. Megjegyezte azonban, hogy ezt a kormány nem vette figyelembe.

Az előadó beszámolója alapján az innováció legfontosabb oszlopa a Szövetség álláspontja szerint az oktatás – megfelelő tudású, kompetenciájú szakértők kellene az innovatív ötletekhez. Fontos megjegyezni, hogy az innováció fontos kelléke: azon túl, hogy technológiai újításokat hozhat, a piac által elismert, azaz pénzben mérhető értéke van. Az oktatás fontossága itt is megjelenik, hiszen nagyobb tudású és innovatív gondolkodás-módú piaci szereplők sikeresebben vállalkozhatnak.

Az OECD közölt egy véleményt a Magyar Innovációs Alapról, amely szerint nem egyértelmű az innováció kormányzati támogatása, azonban az Alapnak a gazdaságra gyakorolt hatása kimutatható és jelentős. Fontos a kormányzati K+F+I támogatási konstrukciók hosszútávra szóló stabil elérhetősége és a különböző finanszírozási források összehangolása. Ilyenfajta hosszú távú innovációs programokhoz (pl. gyógyszergyártás,

illetve -kutatás) stabil gazdasági környezet és kiszámítható innovációs feltételrendszer szükséges – ennek hiánya hátrányos gazdasági szempontból is.

A következőkben a Szövetség szolgáltatásaival ismerkedhettek meg a hallgatók. A Szövetség partnerközvetítéssel, illetve vállalkozások létrehozásán kívül technológiai és start-upoknak szóló jogi tanácsadással, marketinggel illetve konferenciák szervezésével is foglalkozik. Igyekeznek minél több lehetőséget biztosítani a fiataloknak különböző innovációs versenyeken. Ilyen versenyeken a fiatalok láthatják, hogy érdemes foglalkozni az ötleteikkel, a vállalatok, szponzorok felfigyelnek az innovatív gondolkodású fiatalokra. Éves szinten, 15-20 versenyen vesznek részt. 1993 óta magyar fiatalok is részt vesznek az EU Innovatív Fiatal Tudósok Versenyén, ahol összesítve az EU-tagországok között 3. helyen állnak a magyar fiatalok az összesített pontversenyben.

A Szövetség kiemelten kezeli a tudomány népszerűsítését. Célközönségük leginkább a pályaválasztás előtt álló fiatalok. Középiskolákban Tudományos Hasznos és Emberi (THE) rendezvényeket szerveznek, ahol különböző szakterületen tevékenykedő vállalkozók, tudósok, innovátorok meghatározó élménnyé teszik a pályaválasztást.

Az előadó a Szövetség szolgáltatásainak bemutatása után kitért pár példaértékű innovációra: megemlítette az Urised nevű, öntanuló vizelet-üledék-elemző szoftvert, amely kiváltja a laborasszisztensek manuális munkáját. Az innovációt megvalósító cég számára ez a találmány hatalmas pénzügyi forgalmat generál, óriási nemzetközi sikerrel együttvéve.

Ezután kitért a Magyar Államvasutaknál bevezetett ötletre is. A közelmúltban már interneten keresztül is lehet jegyet vásárolni a MÁV-Start Zrt.-nél, amely a pénzügyi előnyén túl az utazóközönség kényelmét is javítja.

A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telepénél végzett innovatív fejlesztéseknek köszönhetően a cég Környezetvédelmi Innovációs és Szervezeti Innovációs Díjon túl 2012-ben 600 millió Ft-tal kevesebbet költött villamos energiára.

A bevezető előadások után a kerekasztal megbeszélés az innovációs ötletek itthoni megvalósításának ösztönzőinek és korlátainak feltárására irányult. Dr. Zsebik Albin elkerülendő példaként hívta fel a figyelmet a közelmúltban megjelent sajtóhírré, miszerint egy magyar fiatalember mozgássérülteknek számára kifejlesztett újfajta elektromos autó gyártását itthon nem tudták megszervezni, ezért az Amerikai Egyesült Államokban kezdik gyártását és forgalmazását.

Czinege Zoltán hozzászólásában kifejtette, hogy még napjainkban is bizonytalan a K+F és az innováció fogalomrendszere, és az általánosan megkövetelt Frascati-kézikönyv sem tökéletes. Ez a bizonytalanság korábban a hosszú távú projektek fő akadálya volt, amin mára az előzetes pályázatás jelentősen javított. Számos esetben ezek az ellentmondások a kutatási anyagok elbírálásánál is problémát jelentenek. Megállapította azt is, hogy a külföldi multinacionális cégek sokkal nagyobb lehetőségekkel bírnak a K+F területén, ezért a jövőben a kisebb, de megfelelő szellemi kapacitással rendelkező vállalkozások helyzetbe hozása lenne kívánatos.

Bencsó Csaba hozzászólásában elmondta, hogy a K+F projektekbe befektetett pénzek hatékonysága személyes tapasztalata alapján viszonylag alacsony. Véleménye szerint ennek egy oka az, hogy rengeteg K+F projekt célja maga a projekt – azaz, hogy a vállalat foglalkozzon a projekttel – nem pedig a projekt gyümölcse. A másik ok lehet, hogy a pályázatokon keresztül hozzáférhető finanszírozások hosszadalmassága elveheti a projekt vezetőinek a kedvét a támogatási folyamattól. Harmadik tényezőként megemlítette, hogy a cégen belüli K+F projekteknel, a termék tulajdonosa és a terméket hasznosító nem feltétlenül ugyanaz a személy. Jogi értelemben tisztázott ez a kérdés, azonban sokaknak

elveheti a kedvét az is, hogy a profitot elérni kívánó személy, valamint az innováció vagy szabadalom tulajdonosa nem azonos, ami adott esetben nehézségekhez, az innováció rendszere elleni bizalomvesztéshez vezethet. A K+F projektek gyümölcse az, amire később a szabadalmaztatás megtörténhet, és akkor indulhat meg az a folyamat, amiért az egész projektet elindítottuk – ami céges K+F projektek esetén egyértelműen a profit növelése. A profit növelés célja az, hogy akár saját vállalkozását, akár az egész gazdaságot juttatja előnyhöz. Bencsó Csaba szintén említette az élet-, illetve piacképes innovációs ötletek kérdését is. Elmondása szerint nagyon sok életképes innováció van, viszont hiányoznak a rendszerből azok az emberek, akik segítenek az ötlet piacképességének megítélésében.

A Levegő Munkacsoport tagja, Beliczay Erzsébet az Unió forrásokkal kapcsolatban indítványozta, hogy vissza nem térítendő támogatást csak közhasznú vagy piaci alapon túl kockázatos tevékenységek (pl. műemlékvédelem, K+F+I) kaphassanak. (A piaci tevékenységekhez legyenek kedvező hitelek.) A jelenleginél jóval nagyobb források adnának igazi lökést a hazai innovációnak és általuk a gazdaságunknak. Az indokolatlan támogatásokra példaként megemlítette, hogy traktorok vásárlására leginkább azok vettek fel vissza nem térítendő támogatást, akik normál piaci körülmények között is megvették volna az eszközöket. A hozzászóló szerint egy másik probléma a támogatott beszerzésekkel az, hogy elenyésző hányaduk magyar gyártmány. A kedvezményezett tagországok kohéziójának erősítésére szánt összegek ilyen módon visszafolyanak a donor országok gazdaságába. A Lélegzet Alapítvány öko-innovációval kapcsolatos tanulmánya<sup>1</sup> szerint az innováció ösztönzésére multidiszciplináris stratégiát, kiszámítható adózási és szabályozási környezetet kellene kialakítani, megkönnyítve ezzel a termékefejlesztést és a piaci lehetőségek feltárását. Példaként említette, hogy a hazai hulladékkezelés hatékonyságát a késlekedés, az egymásnak ellentmondó vélemények, a fejlett uniós országoktól eltérő gyakorlatok fékezik. Innovatív hulladékhasznosítási technológiák piaci bevezetésének támogatásával gazdaságosabb hulladékkezelés és az itthon kifejlesztett technológiák exportja válna lehetővé. Bencsó Csaba hozzászólásában kifejtette, hogy igen fontos tényező az innováció tudatosítása. Véleménye szerint az innováció, mint fogalom magyar körülmények között először az 1980-as években lett felkapott. Az akkori gazdasági állapotok okán – miszerint az a gazdasági politika zsákutcába jutott – lett főszereplő az innovatív gondolkodás, az innováció. Az, hogy jelenleg is az innováció ilyen szintű hirdetése, transzparensen való szerepeltetése folyik, párhuzamot von az akkori, valamint a jelenlegi gazdasági környezet között. Nagyon fontosak a gazdasági környezeti tényezők, amelyek meghatározzák egy innováció hasznosságát az adott gazdasági környezetben. A jelenlegi trend sajnos az, hogy a magyar befektetők külföldre, egy stabilabb gazdasági környezetbe viszik projektjüket.

Fodor Zoltán, rövid előadásban ismertette az általuk fejlesztett innovatív, „Vaporline” geotermikus hőszivattyú családot, amelyért 2012-ben elnyerték a Magyar Termék Nagydíj kitüntető címet. Elmondása alapján, a hazai hőszivattyú-értékesítés sokáig import termékekkel történt. Ezekkel a termékekkel azonban nem lehetett az elvárt SPF (Seasonal Power Factor) mutatókat elérni, ezért a cégnél megfogalmazódott az igény egy hazai gyártású, innovatív termék iránt. Újfajta, gőzbefecskendezéses COPELAND EVI kompresszorokhoz a cég egy reverzibilis körfolyamatot dolgozott ki. A fejlesztés egy, az eddigieknél magasabb fűtővíz hőfokszint elérését tette lehetővé magas évi átlagos COP, illetve SPF érték elérése mellett. A fejlesztett hőszivattyúkkal radiátorok is üzemeltethetők 63/57 °C-os hőfoklépcsővel. Az így elérhető SPF értéke vertikális, zárt szondás hőnyerés mellett, kompenzált felhasználásnál 4,1-4,3.

<sup>1</sup> <http://www.lev.ego.hu/sites/default/files/6-innovacio-gszt2010.pdf>

Fodor Zoltán véleménye szerint az újfajta technológiák elterjedése akkor várható, ha az új berendezés egységára egyenlő vagy kevesebb, mint a hagyományos rendszeré.

Dr. Zsebik Albin a hazai innováció ösztönzőjeként tájékoztatta a résztvevőket, hogy az Európai Technológiai és Innovációs Intézet KIC InnoEnergy programja jelentős támogatásokat tud nyújtani az energiagazdálkodáshoz és a környezet védelméhez kapcsolódó innovációs ötletek termékké való fejlesztéséhez. Ha itthon nincs szellemi, vagy anyagi erőforrás a megvalósításhoz, használjuk ki a nemzetközi támogatási lehetőségeket. Fontosnak tartja, ugyanakkor azt, hogy minél nagyobb mértékben használjuk ki a hazai kapacitásokat mind a gyártmányfejlesztésben, mind a gyártásban.

A hazai innovációs ötletekkel kapcsolatban fontosnak tartotta, és megvitatásra javasolta, az innovációs ötlet védelmét. Kérdésként fogalmazta meg, milyen lépéseket kell tenni ahhoz, hogy az ötlet teljes körűen le legyen védve az európai piacra lépés előtt? Mi a teendője az ötletgazdának, mennyibe kerül és mennyi időt vesz igénybe az ötlet védelme?

A kérdésre Végh László adott választ. Megállapította, hogy szabadalmi oltalom önmagában egy ötletre nem adható, a találmánynak egy konkrét kidolgozott műszaki megoldásnak kell lennie. (A szellemi tulajdon védelmének eszköztárából egy ötlet szinten levő megoldásra az önkéntes műnyilvántartás ajánlható – illetve jövőbeli kutatás-fejlesztés alapját képező, ennek szintjét elérő „innovációs ötlet” esetén az előadásban részletesen tárgyalt előzetes minősítés lehet a megfelelő eszköz).

Ami a szabadalmakat illeti, érdemes az oltalom megszerzéséhez szabadalmi ügyvivőhöz fordulni. Nemzetközi szabadalmaztatás igénye esetén talán a nagy ügyvivő irodák rendelkeznek több tapasztalattal, mivel náluk szélesebb a rendelkezésre álló szakemberek választéka is. A hazai oltalom megszerzésében a kisebb ügyvivő irodák valamint az egyéni szabadalmi ügyvivők ugyanúgy sikerrel képesek eljárni. Mind a hazai mind a nemzetközi szabadalmaztatás tárgyalásánál már szóba került az a pályázati támogatás is, amely az IPARJOG'12 kapcsán lehetőséget biztosított a felmerülő költségek fedezésére. Mint említette, reményeik szerint ez az eszköz jövőben is rendelkezésre fog állni. Természetesen, az eljárás sikeres lefolytatása időigényes. Nemzetközi törekvések vannak az oltalomszerzés 3 év alatti megvalósíthatóságára, ez azonban számos országban még távolról sincs így.

Bencsó Csaba hozzászólásában elmondta, hogy egyéni innovációknál igen célszerű megvizsgálni a piacra lépési esélyeket, hiszen eltérő egyéni, valamint egy céges szabadalom háttérfelépítése. Céges projekteknél egyértelműen a profit-szerzés a cél, ennek megfelelően adott innovatív ötlet nyereségességének megítélése után a cég rendelkezésére áll az a háttértőke, amellyel már gyártható a termék. Véleménye szerint a piaci érdekltség hiánya korlátozza legtöbb esetben az innovációs projektek véghezvitelét. A projektek véghezvitelét egy nagyvállalati példán keresztül vezette le: A szabadalom leadása után 1-2 héten belül a kivizsgálást követően eldönthető, hogy az adott innováció megvalósítható-e. A vállalat célja egy projekttel kapcsolatban, hogy haszna, előnye legyen belőle a piaci versenytársaival szemben. Effektív nyeresége – legyen az egyéni vagy vállalati szabadalmaztatás – egy projektnek csak akkor van, ha már a piaci felhasználása is megtörtént. A szabadalom



értékesítési joga a vállalaté. A vállalatok ilyen formán egyszerűbben mérlegelhetik a lehetséges nyereségeket, így a nyereségekből egy meghatározott százalékban – megállapodástól függően – részesül a feltaláló. A feltaláló szabadalmáért először egy jelképes ötletdíjat kap, de jelentős nyereséget akkor ér el, amikor már azt az ötletet piaci állapotban valószínűsítik meg, azaz gyártani kezdik. Ha ez a lánc nincsen meg, akkor az ötletek támogatással sem fognak tudni megvalósulni. Teljesen egyéni szabadalmak benyújtásánál nagy hátrány lehet az, ha hiányzik az a fél, aki értékesíthetővé tudná alakítani az adott szabadalmat.

Dr. Zsebik Albin jó példaként említett egy a konferencián bemutatott, Miskolcon megvalósított olyan innovációs ötletet, amelynek keretében egy kazánon két átalakítást is végeztek, azonban ezzel elvesztették a gyártó által biztosított garanciát. A gyártó az átalakítások megvalósulása után belátta, hogy javult a berendezés hatékonysága, ezután átvette és bevezette ezen ötleteket. Ezzel bemutatta, hogy nagyon fontos a mérnöki kreativitás, az önálló gondolkodás, valamint az, hogy mindig olyan megoldásokat keressünk, ami a mi saját igényeinknek felel meg.

A magyar kreativitás európai innovációs folyamatokba való integrálásához fontos lenne, ha a hazai kutatóbázisok, kis- és középvállalatok, illetve az ötletgazdák minél nagyobb mértékben bekapcsolódnának az innovációs folyamatba, s a különböző pályázati lehetőségeket kihasználva, nemzetközi együttműködésben minél több hazai ötletet itthon valószínűsítanának meg. Ennek egyik módja lehet a szakmai munka, tudás- és innovációs közösségekhez történő csatlakozás, és az együttműködés keretében pályázatok készítése, majd az ötletek megvalósítása.

Ekés Dániel  
ekes.daniel@eszk.org

Jegyezze be naptárába:

**KLENEN '15, 2015. március 10-11.**

**A konferencián az érdeklődőknek lehetőséget biztosítunk az energiahatékonyság növelését segítő termékek és eszközeik, megvalósult, vagy tervezett intézkedéseik eredményeinek bemutatására.**

**További információ a [www.klenen.org](http://www.klenen.org) honlapon.**

## Tartályos PB gáz felhasználás teljes kiváltása az ASA Gyáli telephelyén<sup>1</sup>

Kőfalusi Viktor ASA Magyarország

László Tamás AEE Magyar Tagozat

Az ASA Gyáli telephelyén a hulladéklerakás során keletkező depónia-gáz hasznosítása több gázmotorban történik. A gázmotor által termelt villamos energia támogatott formában kerül értékesítésre. A gázmotorok hulladékhőjével egy speciális hőhasznosítási mód segítségével a tartályos PB gáz felhasználását sikerült teljesen megszüntetni. Így évi 160 000 kWh energia megtakarítása válik lehetségessé.<sup>1</sup>

The gas of the communal waste storage is utilized by gas engines. The produced power is realised on a subsidised way to the grid. The waste heat of the gas engines is utilized for the heating and domestic hot water production. With a special solution it was possible fully cease down the utilisation of PB gas. This leads to save 160 000 kWh energy.

\*\*\*

A kommunális hulladéklerakókban néhány évvel a lerakás megkezdése után a szerves anyagok lebomlása miatt depónia-gáz jelenik meg. A depónia-gáz jelentős mértékben tartalmaz olyan összetevőket, amelyek a szén-dioxidnál lényegesen nagyobb mértékben károsítják az ózon réteget. Ezért ma már előírás, hogy a keletkező depónia gázokat össze kell gyűjteni és le kell fáklyázni, hogy az ózon réteget lényegesen kevésbé romboló széndioxid kibocsájtásra kerüljön sor.

A depónia-gáz gázmotorokban történő hasznosítása teljes mértékben biztosítja az ózon réteg hasonló jellegű védelmét, mint a lefáklyázás és ezen felül villamos energiát és hőt is termel. Az előállított villamos energia, mint megújuló bázison előállított villamos energia támogatott módon értékesíthető, a gázmotor hulladékhője a lerakó telepén irodaház fűtésre és használati meleg víz előállítására, valamint egyéb technológiai hő előállításra felhasználható. Az A.S.A. Magyarország Kft. kommunális hulladék lerakójában, a szerves anyagok anaerob lebomlása során keletkező depónia-gáz hasznosítására, a telephelyen 4 db NRG K 500 SP típusú kombinált, hő és elektromos áram termelő depónia gáz alapon működő blokkerőmű egység került letelepítésre, két ütemben, 2009-ben és 2011-ben.

Fenti depónia gáz alapon működő blokkerőmű egységek által megtermelt villamos energia az ELMŰ Hálózati Kft. hálózatán keresztül kerül az állam által támogatott (KÁT) értékesítésre. A motorok hűtése során keletkező hulladékhőt pedig a hulladéklerakót üzemeltető ASA Magyarország tulajdonában lévő épületeinek fűtési rendszerébe beépített hőcserélőkön történő átvezetésével a telephelyen lévő épületek fűtésére, illetve meleg víz ellátására használja fel a lerakó üzemeltetője.

A blokkerőmű egység teljesítmény terjedelme motoronként 490 kW. A blokkerőmű egység szinkron generátorral rendelkezik, a hálózattal párhuzamos üzemű, 400 V feszültségű, továbbá 90/70°C-os fűtővíz körrel rendelkezik. A blokkerőmű egység légkibocsájtása a mérések szerint maximálisan megfelel a nemzetközi emissziós előírásoknak.

<sup>1</sup> A cikk a Virtuális Erőmű Program megbízásából készült.



Depónia-gáz alapon működő blokkerőmű (Gyál)

A termikus teljesítmény felhasználásának szempontjából a blokkerőmű egység két egymástól független körrel rendelkezik (szekunder és technológiai). A blokkerőmű egység maximális termikus teljesítménye a két kör összegének termikus teljesítményével egyezik meg.

- A technológiai kör – az üzemanyag keverék visszahűtését teszi lehetővé. A termikus teljesítmény ebből a körből való kinyerésének mértéke és a megfelelő hőmérséklet elérése hatást gyakorol az alapvető műszaki adatokra. A kör 35-45 °C visszatérő hőmérsékletű vízzel dolgozik – a legalacsonyabb hőmérséklet összhangban van a névleges villamos teljesítménnyel. A hőmérséklet növekedésével az elektromos teljesítmény csökken.
- A másodlagos (szekunder) kör – teszi lehetővé a blokkerőmű egység legjelentősebb termikus teljesítményének bevezetését a fűtő rendszerbe, ezáltal a hulladékhő hasznosítása ezen a körön biztosított. Szabvány kivételben ez a kör 50-70 °C visszatérő hőmérsékletű vízzel dolgozik. A megbízható és hibamentes működés érdekében szükséges, hogy a visszatérő víz maximális hőmérséklete ne lépje túl a 70 °C fokot, mert az a gázmotor leállítását idézi elő.

Arra az esetre, ha nem lehetséges a blokkerőmű egység teljes vagy részleges hőteljesítményének felhasználása, a részleges vagy teljes hőteljesítmény elvonása céljából, vészűtő egység került beépítésre. Amennyiben az üzemeltető a keletkező hulladék hőt nem az épületek fűtésére és melegvíz ellátására használná fel, akkor a blokkerőmű hőteljesítménye teljes egészében hőcserélőkön keresztül a környezetbe jutna.

Az A.S.A. Magyarország Kft. gyáli telephelyén az épületek fűtésére 2 db tartályos PB-gázzal üzemelő Remeha Gas Quinta 65 típusú gázkazánt használtunk. A blokkerőmű egység kivitelezése mellett megtörtént a fűtési rendszer korszerűsítése is. A blokkfűtőmű egység hulladék hőjének hasznosítása céljából a fűtési rendszerbe hőcserélők kerültek beépítésre.

ebből a célból 2 db 200 kW-os hőcserélőt telepítettünk, ezeken keresztül történik a gázmotor hűtőkörének hőátadása az iroda- és üzemviteli épületek fűtési rendszereiben. Így a kazánokra egy kvázi előmelegített, eredetileg is magasabb hőmérsékletű víz jut, aminek köszönhetően azok kevesebb gázt használtak fel a megfelelő hőmérsékletű víz előállítására.



Remeha Gas Quinta 65 típusú készülék

Korábbi években a tartályos PB gáz éves felhasznált mennyisége a dolgozók számától és a téli hónapok fűtési igényétől függően átlagosan 13-16 ezer kg között mozgott, ami átszámolva nagyságrendileg 160 000 kWh energiának felel meg.

1. táblázat. Propán gáz fogyasztás  
.A.S.A. Magyarország Kft. Gyál telephely (2007-2013)

Év	Megnevezés	m.e.	Összesen
2007	propán gáz mennyisége	kg	14 842
2008	propán gáz mennyisége	kg	18 067
2009	propán gáz mennyisége	kg	16 524
2010	propán gáz mennyisége	kg	15 271
2011	propán gáz mennyisége	kg	9 520
2012	propán gáz mennyisége	kg	13 866
2013	propán gáz mennyisége	kg	6 195

A lenti táblázatból jól látható, hogy a fűtési rendszer korszerűsítése következtében hogyan alakult a gázfelhasználás. 2012 évben a korábbi átlagos 13-14 ezer kg. 2013 év elején már lényegesen kevesebb gáz fogyott, de az adatokat megvizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a hőhasznosítást tovább lehet javítani, mivel elég magas hőmérsékletű (70-80 °C) hűtővíz jut el az üzemeltető tulajdonában lévő épületekig, ami nem indokolja a további kisebb arányú gázfelhasználást sem

A hatékonyabb működést a háromfázisú szivattyú inverteres szabályozásával oldottuk meg, ami megakadályozza, hogy ha a gázmotor felől alacsonyabb hőmérsékletű hűtővíz érkezik, akkor a gázkazánok fűtsék fel a gázmotor oldali kinti kört, kvázi ne fűtsenek kifelé. Az inverteres szabályozás lényege, hogy azt biztosítjuk, hogy a hőcserélő mindig a beállított 8-12 K hő lépcsővel dolgozzon. A hőlépcső változását, csökkenését, az automatika folyamatosan érzékeli, és fokozatmentes szabályzással változtatja a szivattyú fordulátát, ennek megfelelően a primerkörön beszálított fűtővíz mennyiségét. A kazánfűtés indulásánál (használati meleg víz készítés, illetve -20 °C fok alatti környezeti hőmérsékletnél) a hő lépcső

csökkenését figyelembe véve, megakadályozza a szekunder oldalon keletkező hőmennyiség kiszállítását. Ezzel a vezérlési móddal elérjük, hogy a hőcserélőn akár csak 1 K hőfoklépcsőnél is a gázmotoroknál keletkező „hulladékhővel” üzemeltessük a fűtésrendszert.

Az inverteres szabályzó beépítés óta a gázfelhasználásunk nullára csökkent!



Inverteres szabályzó (81,5 °C)

Mivel a telepített blokkerőmű egységek folyamatosan termelő létesítmények és a motorhűtés hűtővizén hőteljesítményük nagyobb, mint az épületek hőigénye ezért 100%-ban biztosított a fűtéshez, használati meleg vízhez szükséges hőteljesítmény. Ennek köszönhetően tartályos gáz felhasználására a 2013/2014 évi fűtési szezonban nem volt szükség. Ezzel hozzávetőlegesen 13 000 kg tartályos gáz, átszámolva 160 000 kWh energia megtakarítása valósul meg éves szinten.

### A projekt hozzájárulása a Virtuális Erőmű programhoz

Fentiek alapján a felújítás eredményeként **160 MWh** fűtési energia-megtakarítást sikerült elérni.

A VEP szempontjából elfogadható villamos teljesítménycsökkenés:

$$P_{VEP} = Q_{VE} \times \eta / \tau_{CS} = (160 \text{ MWh} \cdot 50\%) / 6000 \text{ h} = \mathbf{13,33 \text{ kW}}$$

ahol:

- $P_{VEP}$  – a VEP szempontjából értékelt villamos teljesítmény csökkenés,
- $Q_{VE}$  – a teljesítmény számítás alapját képező hőenergia megtakarítás,
- $\eta$  – átlagos erőműi hatásfok
- $\tau_{CS}$  – erőműi éves csúcsidei üzemóraszám

**Összegezve a Gyáli hulladéklerakó fűtőkorszerűsítési projekt 13,33 kW értékkel járult hozzá a Virtuális erőmű építéséhez.**

2. táblázat. Propán gáz fogyasztás, .A.S.A. Magyarország Kft. Gyál telephely (2012-2013)

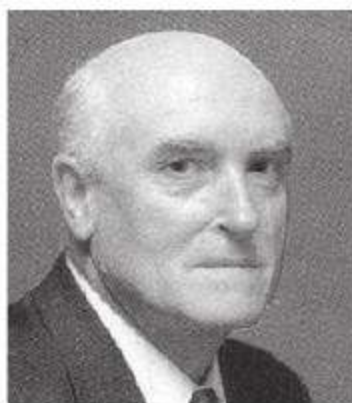
Év	Megnevezés	m.e.	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2012	propán gáz mennyisége	kg	1490	3260	1226	1320	0	0	1230	0	0	1600	1800	1940	13 866
2013	propán gáz mennyisége	kg	1710	1755	1310	1420	0	0	0	0	0	0	0	0	6195



## Reményi Károly 80 éves

**1934. március 31-én Pestszenterzsébet született a Széchenyi-díjas magyar gépész- és villamosmérnök, energetikus, egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja dr. Reményi Károly. Kutatási területe az energetika és a gyenge minőségű szén tüzeléstechnikája. Nevéhez fűződik a „hibrid-fluidizációs tüzelési rendszer” kidolgozása, valamint több magyar hőerőmű üzembehelyezésével kapcsolatos problémájának megoldása. 1970 és 1992 között a Villamosenergia-ipari Kutatóintézet (VEIKI) igazgatóhelyettese.**

1953-ban érettségizett, majd felvették a Budapesti Műszaki Egyetemre, ahol 1957-ben gépészmérnöki, majd 1962-ben villamosmérnöki oklevelet szerzett. Egyetemi tanulmányai után a Csepeli Erőműben állt munkába, de egy évvel később már az Erőmű-trösztben dolgozott műszaki munkatársi beosztásban. Tizenkét év elteltével 1970-ben tért át a tudományos tevékenységre, amikor Vajda György mellé a VEIKI igazgató-helyettesévé nevezték ki. Tudományos munkásságának jelentős része a kutatóintézethez kapcsolódik. Emellett 1990-ben egyetemi



tanári kinevezést kapott a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának Energetika Tanszékére.

1967-ben védte meg a műszaki tudományok kandidátusi, 1974-ben akadémiai doktori értekezését. Az MTA Energetikai, illetve az Áramlás- és Hőtechnikai Bizottságának lett tagja. 1987-ben választották meg a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1998-ban pedig rendes tagjává. 1988-tól annak 1995-ös megszűnéséig a Tudományos Minősítő Bizottság tagja volt. Emellett a Könyv és Folyóirat-kiadó Bizottság és a Környezettudományi Elnöki Bizottság munkájában is részt vesz. Akadémiai tisztségei mellett az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület elnökségi tagja és az Energia Világkonferencia magyar nemzeti bizottságának elnöke. Az Acta Technica szerkesztőbizottságába is bekerült.

Fő kutatási területei az energetika és a tüzeléstechnika, ezen belül a gyenge minőségű szénké. Emellett a szénkeverékek apítási és égési törvényszerűségeivel, valamint a szénhidrogén és a szénportüz stabilitásával is foglalkozik. A 2000-es évek második felétől a globális felmelegedés energetikai problémáit kutatja.

Legjelentősebb szabadalma a munkatársaival kidolgozott úgynevezett „hibrid-fluidizációs tüzelési rendszer”, amelynek jelentősége, hogy az eljárás a tüzelés stabilitásával, károsanyag-kibocsátásával, valamint a különböző tüzelőanyagok minőségváltozásával kapcsolatos problémákra megoldást ad, illetve lényegesen mérsékli a problémákat. A rendszer hozzájárult az energiatermelés jelentős szektorában a kutatás-fejlesztés hatékonyságának növeléséhez. További szabadalmi közé tartozik egy új elven működő szénőrlőmalom és egy olyan szénporégő, amely alacsony nitrogén-oxidos tüzelést biztosít.

Jelentős szerepe volt az újonnan épített erőművek (Ajakai Hőerőmű, Oroszlányi Erőmű, Dunamenti Erőmű és Bánhida) üzembehelyezése kapcsán előkerült problémák megoldásában, illetve fontos eredményeket ért el az energetikai hőcserélők fejlesztésében és az erőművi víztisztítás területén. Tizenkét szabadalmat jegyeztetett be.

Díjai, elismerései: Segner Hungaricus-díj (1975), Széchenyi-díj (1997), Akadémiai-Szabadalmi Nívódíj (2008)

Az Energiagazdálkodásban is sokat publikáló Reményi akadémikus születésének 80. évfordulója alkalmából gratulálunk, további jó erőt, egészséget kívánunk!

## XXII. Dunagáz napok

2014. április 16-17-én a visegrádi Thermal Hotelben volt a hazai gázzakma jelentős eseménye, a XXII. Dunagáz Szakmai Napok, konferencia és kiállítás. A konferencia szervezők célja a hagyományos éves iparági összejövetelek fenntartása volt, ezért a rendezvény létrehozásában a Dunagáz Zrt. mellett a Magyar Mérnöki Kamara Gáz- és Olajipari Tagozata és az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület közreműködött.

A szervezők az előző évek tapasztalatait is figyelembe véve nagy gondot fordítottak a szakmai program megszervezése során a gázipart ma foglalkoztató főbb témák teljes körű áttekintésére, a legfontosabb témák többoldalú vizsgálatára. Az előadók első sorban a gázpiac szereplőinek gondjait, terveit hozták a hallgatóság elé, bár néhány remek technikai újdonság bemutatásával az egyes fejlesztő cégek eredményei is megvitatásra kerültek.

A hivatalos programot Tajti Péter úr nyitotta meg, a gázipart ma foglalkoztató legfontosabb kér-

dések áttekintésével: megálltak a fejlesztések a földgázpiac állami szabályozása következményeként, csökken a fogyasztószám, csökken a gázfogyasztás. Ugyancsak a gázfelhasználás csökkenése további vonzatait elemezte dr. Hegedűs Miklós, a GKI Energiakutató Kft. vezetője. Kiemelte a szállító-, elosztó- és tároló-rendszerek kihasználatlanságát, a nemzetközi kapcsolatok erősítésének szükségességét.

A kétnapos rendezvény előadói foglalkoztak a gázipar új hatósági szabályozásai lehetséges hatásaival, a szabályozások hiányosságaival is. Sajnos, az elhangzottakat éppen a jogszabályok alkotói nem hallották. Így került terítékre a fogyasztói berendezések műszaki-biztonsági felülvizsgálata is, amit az elosztók, a kéményseprők kissé eltérően látnak. Érdekes előadást hallottak a résztvevők az E.ON gáz-elosztóinál bevezetett LEAN menedzsment módszerről, amivel a működési költségek csökkentése mellett a dolgozók munkahelyi közérzetét is sikerült javítani. A költségcsökkentést szolgálja a Fiorentini

cégnél kidolgozott monitor szabályozás használata, vagy a gázhálózat szakaszolásának új technikai megoldásai. A GDF SUEZ és a Fiorentini Hungary képviselői beszámoltak egy új fejlesztésű intelligens gázmérőről, amely alapja lehet egy korszerű hálózati irányítási rendszernek. Két sláger téma is napirendre került: a Miskolci Egyetem oktatói a biogáz szerepéről tartottak előadást, és két előadó is foglalkozott a szén-monoxid érzékelőkkel, különösen a lassan tömeges CO műszer meghibásodásokkal.

A rendezvényen 163 résztvevő volt, akik 10 vállalat kiállítását is megtekinthették. A rendezvény résztvevői egy sor kérdésben széles körű tájékoztatást kaphattak, módszereket ismerhettek meg, amelyeket saját munkájukban alkalmazhatnak, és mint minden hasonló rendezvényen a hivatalos program mellett sokrétű tapasztalatcserére is volt lehetőség. A visszajelzések alapján a résztvevők a konferenciát sikeresnek és színvonalasnak ítélték meg.

Szilágyi Zsombor

# Primerenergia-megtakarítás hőtárolással

Dr. Balikó Sándor, CEM

okl. gépészmérnök, baliko@t-online.hu

Önmagában a hőtárolással nem tudunk energiát megtakarítani, hiszen a tárolási veszteségek minden tárolási módnál fellépnek, a megtakarítás viszont csak rendszerbe állítva jelentkezhet.

Vegyünk egy egyszerű villany- vagy gázbojlert! A tároló fűtése egyenletesen, állandó teljesítménnyel történik, vagy leáll, ha a tároló megtelik, míg az elvétel véletlenszerű. Ha nincsen tároló, a hőforrásnak minden pillanatban a tényleges fogyasztással azonos hőteljesítményt kell leadni:  $P(\tau) = \dot{Q}(\tau)$ , a napi primerenergia-fogyasztás pedig a hőforrás energiafogyasztásával arányos:

$$E = \int_{\tau} \frac{P(\tau)}{\eta(P)} d\tau + nE_f = \int_{\tau} \frac{\dot{Q}(\tau)}{\eta(Q)} d\tau$$

ahol  $E_f$  a felfűtési veszteség,  $n$  a bekapcsolások száma és  $\eta$  a fűtőberendezés (teljesítménytől függő) hatásfoka.

Tároló esetén a hőigény a tárolási veszteségekkel növekszik, viszont a bekapcsolások száma jelentősen lecsökken, így a felfűtési veszteség – a bojlerba épített fűtőberendezés esetén – elhanyagolható:

$$E = \frac{P\tau_0}{\eta} = \frac{1}{\eta} \int \dot{Q}(\tau) d\tau + Q_v$$

ahol  $\tau_0$  a napi összes fűtési időtartam és  $Q_v$  a napi tárolási hővesztés.

Bár sok szempontból a tárolós vízmelegítő lényegesen gazdaságosabb, mint az átfolyós (pl. kisebb a teljesítményekötés), a két egyenlet gyakorlatban előforduló számértékekkel behelyettesítve alig ad különböző eredményt, ráadásul a különbség pozitív és negatív is lehet a használat jellegétől függően. Ebben az esetben tehát kijelenthetjük, hogy a tároló alkalmazása nem eredményez primerenergia-megtakarítást.

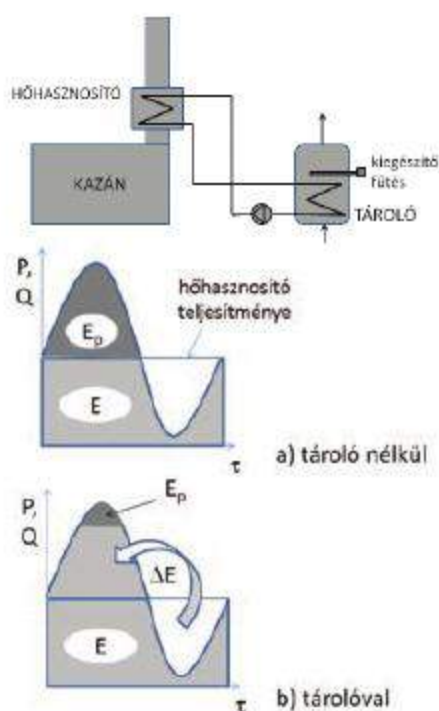
## Füstgáz hőhasznosító

Más a helyzet, ha a hőtermelés és a fogyasztás időben változó egyenlőtlenségeit tároló alkalmazása nélkül a csúcsidejűket külön forrásból kellene kielégíteni, többlet forrás esetén viszont a többlet elvész.

Vizsgáljuk az előbbi bojlert abban az esetben, ha a hőforrása egy füstgáz hőhasznosító, aminek a csúcsteljesítménye kisebb, mint a maximális,

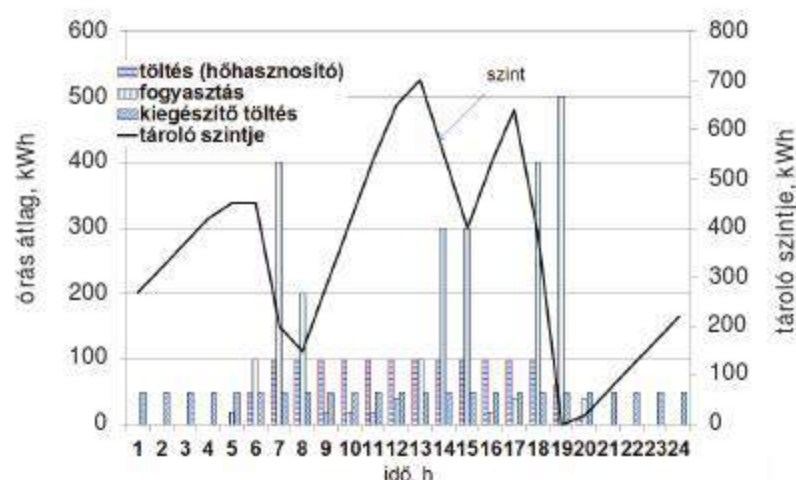
de nagyobb, mint a minimális hőigény (1. ábra).

Ha nincs tároló, a hőhasznosító csak a maximális teljesítményénél nem nagyobb teljesítményszinten tudja kielégíteni a fogyasztókat. Tároló esetén a fogyasztás völgyidőszakaiban a tároló összegyűjti a hőhasznosító többleteljesítményével termelt hőt, amit aztán hozzáad a csúcsidejűkben leadott teljesítményhez. Ezt szemlélteti az ábra jobb oldali két diagramja. A primerenergia-megtakarítás a két diagram  $E_p$  pótlandó (kiegészítő) energiájának a különbsége összegezve a vizsgált időszakra.



1. ábra. Füstgáz hőhasznosító tárolóval

A 2. ábra egy veszteségmentes tároló méretezési példáját mutatja be az előbbi hőhasznosítóval összekapcsolt esetre. A hőhasznosító 100 kW kapacitású és rövid felfutási, illetve leállási szakasz mellett napi két műszakban termel. A fogyasztás a műszakváltásokhoz igazodik. A hőhasznosító napi 1320 kWh hőtermelése nem elegendő a napi 2520 kWh hőigény kielégítésére, ezért mindenképpen  $E_p$  pótlólagos energia bevételre van szükség.



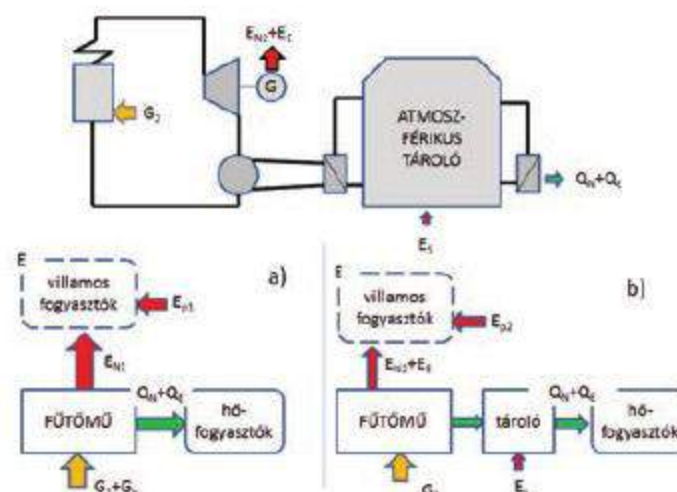
2. ábra. Tárol-méretezési példa

Ha nem használunk tárolót, akkor a legnagyobb terhelés esetén is csak 100 kW teljesítménnyel tudjuk a fogyasztót táplálni a hőhasznosítóból. Mivel vannak az üzemidő alatt is olyan fogyasztások, amelyek nem igénylik a 100 kW teljesítményt, a hőhasznosító lehetséges hőleadásából csak 880 kWh hőt tudunk kivenni, a többi hő elvész. A pótlandó energia 1640 kWh.

Megfelelő méretű (legalább 700 kWh kapacitású) tároló alkalmazásával a hőhasznosító teljes hőleadását ki tudjuk használni, így a pótlandó energia csak 1200 kWh/nap. A megtakarítás 440 kWh/nap, a tároló nélküli esethez viszonyítva 26,83%. Mivel mindkét változónál ugyanolyan kiegészítő fűtést vettünk figyelembe, a primerenergia-megtakarítás ugyanilyen arányú.

## Fűtőmű

Városi fűtőművekben gyakori, hogy a nyári időszakban az éjszakai hőfogyasztás olyan alacsony, hogy a fűtőturbinát nem tudják üzemen tartani. Emiatt az éjszakai igényeket külön kazánal szolgálják ki. Tároló beépítésével, ha az éjszakai többlet hőt a tároló töltésére használják fel, a turbina éjszaka is üzemen tartható. Erre mutat egy lehetséges sémát a 3. ábra.



3. ábra. Fűtőmű éjszakai hőtárolással

A fűtőmű körzetében  $E$  villamos energiára és a nappali és éjszakai hőigény összegére,  $Q = Q_N + Q_E$  hőre van szükség. Tároló nélküli esetben (a) blokk-diagram) a primerenergia-igény:

$$E_{pr1} = e_{ta1} G_1 + e_{tap} G_p + e_{vill} (E - E_{N1})$$

ahol  $e_{ta1}$  a gőz körfolyamat,  $e_{tap}$  pedig a póttüzelést végző kazán tüzelőanyagának primerenergia-tartalma,  $G_1$  a gőz körfolyamat,  $G_p$  a póttüzelés tüzelőanyag-fogyasztása,  $E_{N1}$  a gőz körfolyamattal termelt (esetünkben csak nappali) villamos energia. A pótlandó  $E_{p1} = E - E_{N1}$  villamos energiát a hálózatról kell pótolni, ezért azt az  $e_{vill}$  referencia szintű primerenergia-tartalommal vehetjük figyelembe. Ha üzembehelyezzük a tárolót, a szükségszerűen betartandó hőfoklépcső miatt nő a turbina kondenzációs hőmérséklete, romlik a villamosenergia-termelés hatásfoka, de az összes villamosenergia-termelés mégis nagyobb lehet, hiszen éjszakára nem áll le a turbina. Az  $E_p$  pótlás csökkenhet, aminek hatását kismértékben csökkenti a tároló  $E_s$  segédenergia-igénye. A pótlólagos kazán tüzelőanyag-fogyasztása elmarad, de a gőzkörfolyamat tüzelőanyag-fogyasztása jelentősen megnő. A tárolós rendszer összesített primerenergia-fogyasztása:

$$E_{pr2} = e_{ta1} G_2 + e_{vill} (E + E_s - E_{N2} - E_E)$$

A tárolóval elérhető primerenergia-megtakarítás:

$$\Delta E_{pr} = E_{pr1} - E_{pr2} = e_{tap} G_p + e_{vill} [E_E - (E_{N1} - E_{N2}) - E_s] - e_{ta1} (G_2 - G_1)$$

Ha ez az érték pozitív, akkor a tároló valós megtakarítást eredményez<sup>1</sup>.

Az éjszakai pótló kazán leállításából eredő megtakarítást egyszerűen tudjuk számolni az éjszakai hőigényből:

$$G_p = Q_E / \eta_k$$

ahol  $\eta_k$  a kazán átlagos hatásfoka az éjszakai teljesítménytartományban.

A tároló hőmérsékletszintjének megválasztása szabadon felvehető változó, ami viszont meghatározza a töltés hőmérsékletszintjét és ezen keresztül a kondenzátor hőmérsékletét is. Ezeknek a hőmérsékleteknek lépésenként mindegyiknek magasabbnak kell lennie a szolgáltatott melegvíz előremenő hőmérsékleténél. A hőfokrések szűkítése növeli a hőcserélők felületét és a közegáramokat, ami viszont a szivattyúzási munkát és ezen keresztül a segédenergia igényt növelheti.

A kondenzációs hőmérséklet növelése csökkenti a gőzkörfolyamat villamos hatásfokát, ezzel kisebb lesz az  $E_N$  nappali villamosenergia-termelés. A gőzkazán nappali tüzelőanyag-fogyasztása csökken, hiszen nappal csökken a hőtermelés, viszont az éjszakai fogyasztás a  $G_p$ -nél jóval nagyobb lesz, hiszen az éjszakai villamos termelést is ebből kell fedezni.

Kiszámítottuk a döntés előkészítéseknél megengedhető egyszerűsítésekkel egy olyan fűtőmű tárolójának a megtakarítását, amelyik naponta 16 órán keresztül átlagosan 20 MW, 8 órán keresztül pedig átlagosan 5 MW hőteljesítményt ad le. A fűtőturbina kezdőnyomása 40 bar, kezdőhőmérséklete 450 °C, hatásfoka 70%. A kondenzátor ellennyomása 1,2 bar, amihez 104,8 °C hőmérséklet tartozik. A kiegészítő kazán hatásfoka 90%.

Tároló nélkül a fontosabb paraméterek:

Kondenzátor, nyomás	1,2 bar
Kondenzátor hőmérséklet	104,8 °C
Turbina teljesítménye	4,68 MW
Pótkazán tüzelőanyag fogyasztása	44,44 MWh/nap
Villamosenergia-termelés	74,87 MWh/nap
Gőzkazán fogyasztása	454,87 MWh/nap

<sup>1</sup> Megjegyezzük, ha az  $e$  primerenergia-tartalom helyett a fajlagos árakat helyettesítjük, akkor az energiaköltség megtakarítást kapjuk eredményül.

Tárolóval:

Kondenzátor nyomása	bar	1,2	1,4	1,6
Kondenzátor hőmérséklete	°C	104,8	109,3	113,3
Turbina teljesítménye	MW	3,51	3,40	3,30
Villamosenergia-termelés	MWh/nap	84,22	81,58	79,26
Tüzelőanyag fogyasztás	MWh/nap	511,7	512,1	512,4
Primerenergia-megtakarítás	MWh/nap	10,98	4,04	-2,10

A megtakarítás számításánál a tüzelőanyagok primerenergia-tartalmát 1-nek, a villamos energiáét 2,5 értékre vettük fel.

A modellben nem vettük figyelembe a tároló nélküli esetben a turbina és a gőzrendszer éjszakai hőtartásából adódó veszteségeket és a pótkazán napi indítási vagy hőtartási veszteségeit, ezek elmaradása biztosan növelik a megtakarítások mértékét. Ezek figyelembe vétele nélkül is jól látható a táblázatból a turbina ellennyomásának hatása: az ellennyomás kismértékű emelkedése is jelentősen csökkenti a primerenergia-megtakarítást, sőt a megtakarítás ellenkező előjelűvé is válhat.

### Szerverszoba

Szerver helyiségekben, főleg a nyári időszakban, a berendezések által termelt hőt és a határoló felületeken beáramló hőt is el kell vonni. A hőelvonással a belső tér hőmérsékletét tartják állandó értéken. Éjszaka a belső tér hőmérséklete a megengedett érték alá hűl, ezért a légtér és a falak hőtároló hatása csökkenti az elvonandó hőmennyiséget. Napközben az elvonandó hőáram a külső hőmérséklet függvénye:

$$\dot{Q}_{el} = \dot{Q}_F + K(t_k - t_b)$$

ahol  $\dot{Q}_F$  a hőforrás, azaz a berendezések által termelt hőáram,  $t_k$  a külső,  $t_b$  a belső hőmérséklet,  $K$  pedig egy arányossági tényező, amit a határoló szerkezeteken fellépő transzmisszió és filtráció és a szellőző levegőáram határoz meg. A hőelvonást mindaddig a  $\tau_0$  időtartamig kell folytatni, amíg  $\dot{Q}_F > 0$ . Ha a hőelvonást hűtőgéppel végezzük, a napi villamosenergia-igény:

$$E_h = \int_{\tau_0} \left( \frac{\dot{Q}_F}{\varepsilon_h} + P_{kond} \right) d\tau$$

ahol  $\varepsilon_h$  a hűtőgép hűtési tényezője és  $P_{kond}$  a kondenzátor hűtéséhez szükséges (rendszerint ventilátor) teljesítmény.

Mivel az éjszakai hőmérséklet alacsonyabb, mint a megengedett belső hőmérséklet, az éjszakai levegővel feltölthetünk egy olyan hőtárolót, ami tárolja azt a hidegenergiát, ami a nappali hőelvonáshoz szükséges. Az ilyen tárolók általában fázisváltó anyagokat (PCM – phase-change material) tartalmaznak, amelyeknek az olvadási pontját valamivel a megengedett belső hőmérséklet alatti értékre állítják be. Ha ezen a fázisváltó anyagon nap közben szabályozott módon levegőt vezetnek keresztül, a szükséges hőelvonást a PCM elvégzi, miközben megolvad.

A tároló feltöltése, azaz a PCM újbóli megszilárdítása az éjszakai levegővel történik:

$$Q_t = \int_{\tau_0} \dot{Q}_F d\tau = \int_{\tau_0} W \Phi (t_i - t_k) d\tau$$

ahol  $\tau_0$  az az időtartam, amikor a külső hőmérséklet kisebb a PCM olvadáspontjánál,  $W$  a levegő hőkapacitás-árama,  $\Phi$  a tároló hatásossága és  $t_i$  a tároló hőmérséklete.

A feltöltéshez szükséges napi levegőmennyiség:

$$V = \int_{\tau_0} \frac{W}{\rho c_p} d\tau$$

ahol  $\rho$  a levegő sűrűsége,  $c_p$  pedig az izobár fajhője. A levegő mozgatásához szükséges villamos energia:

$$E_{vent} = V \Delta p / \eta_{vent}$$

ahol  $\Delta p$  a tároló hidraulikai ellenállása és  $\eta_{vent}$  a ventilátor hatásfoka.

A tárolóval elérhető primerenergia-megtakarítás:

$$\Delta E_{pr} = e_{vill} (E_h - E_{vent})$$

Ezzel arányos az energiaköltség-megtakarítás is.

# Energiaárak és versenyképesség

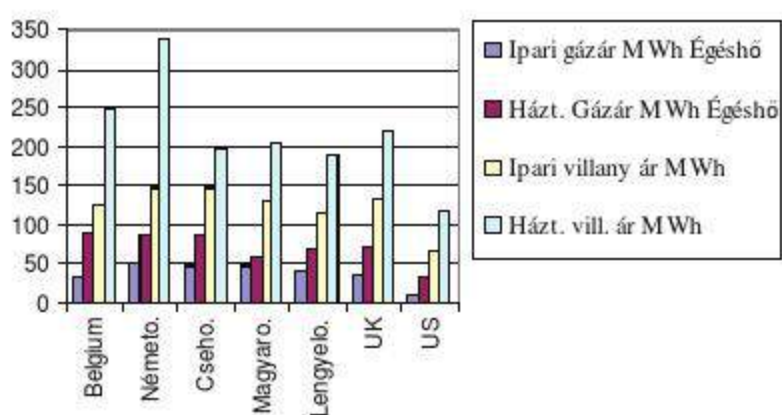
Dr. Molnár László

okl. gépészmérnök, [lmolnar@t-online.hu](mailto:lmolnar@t-online.hu)

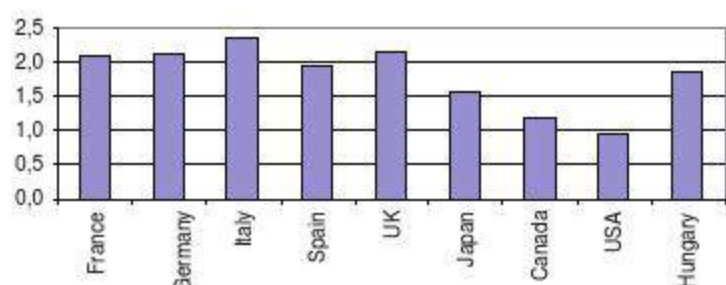
Az energiaárak országról-országra igen eltérő értékeket mutatnak. Azonban néhány alapvető tényező és trend jól látható:

- A fejlett országokban magasabbak, a fejlődő vagy szegény országokban alacsonyabbak az árak;
- A nagy mennyiségű energiát termelő országokban olcsóbb, az importáló országokban drágább az energia. Az importáló országokban a nemzeti valutának a dollárhoz viszonyított értéke is befolyásolja az árakat;
- A helyi adók, illetékek és ártámogatások stb. erősen befolyásolják az árakat;
- A helyi energiapiac fejlettsége is erősen hat, pl. Nyugat-Európában a fejlett gázpiac miatt alacsonyabbak a gázárak, mint az orosz gáztól függő Közép-Európában.
- Extra esetként tekinthetünk az USA-ra, amely a közelmúltban vált vezető olaj- és gáz-termelővé, és ahol különlegesen alacsonyak az energiaárak.

Az 1. és 2. ábrán bemutatjuk a gáz- és áram-, illetve a benzin-árakat néhány országban.



1. ábra. Gáz- és villamosenergia-árak néhány kiemelt országban, USD/MWh, 2012 (Forrás: Key World Energy Statistics 2013)



2. ábra. Benzin árak néhány kiemelt országban, USD/liter, 2012 (Forrás: IEA Monthly energy prices, March 2014)

Az 1. ábra szerint hazánkban az ipari gázárak egy szinten állnak a német és cseh árakkal, míg Belgiumban és Angliában mintegy húsz százalékkal, az USA-ban 75%-kal olcsóbbak az árak a magyar gázárnál. A hazai háztartási gázárak mintegy 30%-kal a belga, német, cseh szint alatt állnak, és 15-20%-kal kisebbek a lengyel és angol szintnél. Az amerikai háztartási gázár viszont a magyarnál is jóval olcsóbb, majdnem fele a hazai árak.

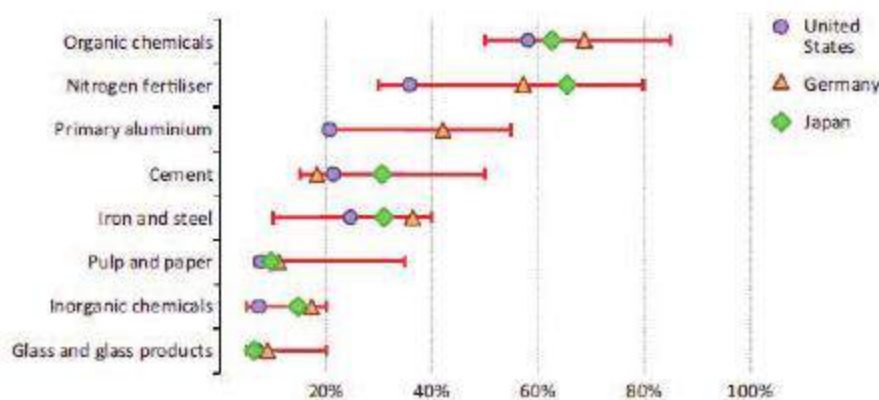
Hasonló a helyzet az áramáraknál is. A magyar ipari árak európai versenytársaink átlaga körül vannak, míg a háztartási áraink Európában az olcsóbbak közé tartoznak. Az amerikai ipari és háztartási árak egyaránt rendkívül kedvezőek, a magyar ár felénél vannak. Ki kell emelni azonban a német háztartási árat, mely 339 USD/MWh-s értékével kiugróan magas, és immár állandó viták tárgya Németországban. A megújuló energiák támogatása nyomta föl a háztartási áramárakat erre az extrém szintre, mely

sok szempontból fenntarthatatlan, és a német kormány még ez évben a zöld-energiák támogatásának csökkentését tervezi. Ez a lépés viszont a német energiastratégia, az ún. Energiewende fő célkitűzésének, a megújuló részaránya intenzív növelésének teljesítését veszélyezteti.

Benzin áraink Európában átlagosak, de az USA-ban egy liter benzin fele annyiba kerül, mint nálunk.

## Az energiaárak hatása a versenyképességre

A fejlett gazdaságokban, a gazdag országokban a GDP több mint felét a szolgáltatások termelik meg, míg az ipar hozzájárulása még Európa legiparosodottabb országában, Németországban is csak 26%. Ausztriában 22%, Franciaországban 13%, míg Csehországban 31%, Lengyelországban 25%, nálunk 27% az ipar hozzájárulása. (Régióinkban a magas százalékok a szolgáltató szektor fejlettségéből adódnak.) Az energiaárak a szolgáltatásokban, a nem-energiaintenzív iparágakban (műszer, számítástechnika, kommunikáció, elektronikai ágazatok) vagy a mezőgazdaságban nem játszanak jelentős szerepet. Fontos szerephez jutnak viszont az energia-intenzív ágazatok (petrokémia, műtrágyagyártás, acél és vasipar, cement- és üvegipar, papíripar) területén, főleg ott, ahol a termékeket hosszú szállítás után a világpiacon lehet értékesíteni. Ezekben az iparágakban az energia-költség 30-80%-a között van (lásd 3. ábra).



3. ábra. Az energia-költségek részesedése világszerte az összes költségben, ágazatonként, kiemelve az amerikai, német és japán részarányokat, 2011 (Forrás: World Energy Outlook 2013. Az egyes ágazatok: szerves vegyipar, műtrágya, primer alumínium, cement, vas és acél, papír, szervetlen vegyipar, üveggyártás.)

Több fejlődő országban azonban az energia-intenzív iparágak fontos szerepet játszanak, jelentős exportot bonyolítanak le. Ezekben az országokban nagy a csábítás, hogy az energiaárak csökkentésével javítsák exportképességüket. Felmerül a kérdés, lehet-e növelni a versenyképességet mesterségesen alacsonyan tartott energiaárakkal?

## Az ártámogatások hatása

Az energiaár-támogatások az energia-intenzív iparágak versenyképességét ugyan javítják, de nemzetgazdasági szinten negatív hatásúak, mert az egész gazdaság versenyképességét csökkentik. Az ártámogatások ugyanis piaci torzulásokhoz, az erőforrások téves befektetéséhez vezetnek – a támogatott iparágak csak látszólag nyereségesek, valójában veszteséget termelnek – és így csökkentik az egész gazdaság hatékonyságát. A támogatott energiaárak fékezik az energiahatékonysági beruházásokat, és torzítják a beruházások megtérülési idejét. Továbbá a nyomott árak többletfogyasztáshoz vezetnek, így növelik az emissziókat. Kijelenthetjük, az ártámogatások előnyösek lehetnek egy vállalat, egy ágazat részére, de összességében több kárral járnak, mint előnnyel.

# Csökken a földgázfogyasztás

Dr. Szilágyi Zsombor

gázipari szakértő, drszilagyizsombor@freemail.hu

Feladataink vannak még 2020-ig az EU 20+20+20 energetikai programja (20% CO<sub>2</sub> emisszió csökkentés, 20% primer energiahordozó felhasználás csökkentés, a megújuló energiahordozók használatának 20%-os növelése) vállalásai teljesítésében. A gazdasági válság azonban több cél teljesítésében nagyot segített.

## Csökkent az ország primerenergia felhasználása

	2008	2009	2010	2011	2012
PJ	1126,4	1055,8	1085	1053,1	999,3

A csökkenés 2013-ban is folytatódott.

## Csökken a földgáz felhasználás

	2008	2009	2010	2011	2012
	millió m <sup>3</sup>				
Egyetemes szolgáltatók	6429	5930	4522	4012	3685
Szabadpiaci kereskedők	4799	5757	7050	6287	5594
összesen	13499	11687	12000	10299	10002

Szerepet játszik a földgázigények csökkenésében a fa- és széntüzelés elterjedése, elsősorban a háztartásokban. Megjelent a fatüzelés a városi fűtőművekben és néhány ipari felhasználónál is.

A földgáz felhasználás szabadpiaci szegmensében a legjelentősebb tényező az volt, hogy a hazai földgáz tüzelésű villamos erőművek nagyrészt nem üzemeltek az olcsó villamos energia import miatt.

A földgáz felhasználásban sem 2012. volt a mélypont, a csökkenés 2013-ban is folytatódik.

## Csökken a lakásépítés

2013. év lesz várhatóan a hazai lakásépítés mélypontja, az utóbbi évtizedben. Szerepe van a lakásépítés visszaesésében az elvándorlásnak is: 2013 első hat hónapjában csak Németországban 27 ezer magyar állampolgár folyamodott letelepedési engedélyért.

	Kiadott építési engedély (db)	Épített lakás (db)	Megszűnt lakás (db)
2008	43 862	36 075	3745
2009	28 400	31 994	4140
2010	17 353	20 823	2549
2011	12 488	12 655	2752
2012	10 600	10 560	2183
2013	7000*	6500*	2000*

Adatok: KSH  
\*2013 októberi becslés

Az új lakások 95%-ban teljes gázfelhasználás (fűtés, melegvíz készítés, főzés) van.

## Nem bővült a gázellátó rendszer

	Vezetékes gázzal ellátott település (db)	Gázelosztó hálózat hossza (km)	Vezetékes gázt fogyasztó háztartás (ezer)	Egy háztartásra jutó gázfogyasztás (m <sup>3</sup> )
2008	2871	82 128	3291	1152
2009	2872	82 572	3333	1087
2010	2873	82 872	3395	1067
2011	2876	83 109	3311	934
2012	2878	83 208	3287	896

A vezetékes földgázszolgáltatásba bekapcsolt települések száma 2012-ben valójában nem nőtt, mert két olyan település jutott földgázhoz, ahol eddig vezetékes PB gáz szolgáltatás volt. Ezzel együtt a települések 91%-án volt földgáz szolgáltatás. A háztartások 75%-ban van földgáz, és ezek közül mintegy 84% használja a földgázt a lakás fűtésére is.

Az egy háztartásra jutó földgázfogyasztás csökkenését több tényező okozza:

- a takarékoság megjelent a gázfelhasználásban is,
- a lakásfűtő rendszerek cseréje magasabb hatásfokú készülékek beépítését is jelenti (konvektorok helyett lakásfűtő berendezés, kondenzációs készülékek)
- a fűtési időszak átlag hőmérséklete kis mértékben nő,
- mintegy 215 ezer lakásnál elkészült a hőszigetelés és nyílászáró csere,
- mintegy 300 ezer lakásban a gázfűtést részben fa- és széntüzelés váltotta ki,
- mintegy 50 ezer lakásban használnak napkollektort, hőszivattyút, ezzel földgázt váltanak ki,
- a gázzámla fizetési gondjai miatt sok háztartásban leállt a gázfogyasztás.

A gázzámlák késedelmes fizetése, a hátralék kismértékben javult 2013-ban, nagyrészt a rezsicsökkentés miatt.

Hátralékos fogyasztó száma (ezer)	2012. aug. 31.	2013. jún.
Háztartási	882	
nem háztartási	72	
Összesen	954	843

Forrás: NFM jelentés az Országgyűlésnek

A gázszolgáltatók megfigyelése szerint a hátralékos fogyasztók mintegy fele a szegények közül kerül ki, akik tényleg nem tudják határidőre megfizetni a gázzámlát. Őket részletfizetési megoldással tudja segíteni a gázszolgáltató. A nem fizetők másik része ki-mondottan jó körülmények között élöket jelent, akik a kikapcsolási értesítés után rohannak megfizetni a tartozást.

A gázszolgáltatók kinnlévősége is csökkent

Kinnlévőség (milliárd Ft)	2012. aug. 31.	2013. jún.
Háztartási	30,9	
Nem háztartási	31,5	
Összesen	62,4	55,2

Forrás: NFM jelentés az Országgyűlésnek

A kinnlévőség a gázszolgáltatót banki hitelre kényszeríti, aminek költségei tovább rontják a gázszolgáltatás helyzetét.

Azokat a földgázfogyasztókat, akik:

- legalább két hónapja nem fizették ki a gázzámlájukat,
- gázt loptak,
- illegális gázellátó rendszert üzemeltetnek

kikapcsolhatók.

A kikapcsolt fogyasztók száma is csökkent:

Kikapcsolt fogyasztó (ezer)	2012. aug. 31.	2013. jún.
Háztartási	76,6	
Nem háztartási	7	
Összesen	77,3	74

Forrás: NFM jelentés az Országgyűlésnek

Megfigyelések szerint a már kikapcsolt fogyasztók mintegy fele nem tud visszatérni a gázszolgáltatásba.

A gázfogyasztók fizetési készségét nagyrészt megmagyarázza a KSH vizsgálata, amelyet a 2012-es hazai állapotról készítettek: a szegénységről, a lakáskörülményekről és a lakókörnyezetről, az EU-SILC 2012. évi modulja alapján. Ezek közül csak a szegénységre és a lakás minőségére vonatkozó eredményeket mutatjuk be. (A szegénység hivatalos definíciója: szegények azok a háztartások, illetve személyek, akiknek az OECD2 ekvivalenciaskála szerint rendelkezésre álló jövedelme a mediánjövedelem 60%-a alatt van. Közelítően az átlagjövedelem 60%-a alatti keresetet jelent.)

A szegények és a nem szegények száma és aránya (2012):

Település	Nem szegény		Szegény		Összesen	
	ezer fő	%	ezer fő	%	ezer fő	%
Budapest	1580	18,7	130	9,5	1710	17,4
Megyeszékhely	1765	20,9	142	10,4	1907	19,4
Egyéb város	2497	29,5	437	31,9	2935	29,9
Község	2621	31	659	48,2	3280	33,4
Összesen	8462	100	1368	100	9831	100

Forrás: KSH

A lakás minőségét a következő tényezőkkel mérték: negatívumok:

- a lakás mennyezete beázik
- a lakás fala, padozata, alapja nedves
- a lakás nyílászárói rosszak

Negatívumok	Nem szegény		Szegény		Összesen	
	ezer fő	%	ezer fő	%	ezer fő	%
Nincs negatívum	6818	80,6	643	47	7461	75,9
1 negatívum	1091	12,9	332	24,2	1422	14,5
2 negatívum	410	4,8	237	17,3	647	6,6
3 negatívum	143	1,7	157	11,4	300	3
Összesen	8462	100	1368	100	9830	100

Forrás: KSH

Ez a statisztika igazolja azt, hogy nem minden háztartásban reális az energiatakarékossági célú felújítás, a lakás leromlott általános állapota miatt.

Csökken az áramfogyasztás is

	Összes villamos energia fogyasztás (millió kWh)	Háztartások villamos energia fogyasztása (millió kWh)	Egy háztartásra jutó vill. energia fogyasztás (kWh)
2008	35 089	11 243	2234
2009	33 273	11 285	2231
2010	33 918	11 034	2172
2011	34 252	10 873	2144
2012	34 061	10 619	2096

Forrás: MEKH

Javul a helyzet a távfűtések esetében

A távfűtéssel ellátott háztartások száma 650 ezer volt 2012 végén. A távfűtésre használt primer energia 80%-a földgáz, részben kapcsoltan termelt hő. Az egy lakásra jutó hőfelhasználás az elmúlt hat év során 15%-kal csökkent. Ezt az eredményt a panel lakások energiatakarékossági célú felújítása (hőszigetelése, nyílászáró cserék, fűtési vezetékek hőszigetelése, napkollektorok beépítése), a lakásonkénti hőfogyasztás mérése és az általános energia takarékoság hozta.

A csökkenő földgáz fogyasztásnak vannak pozitív vonzatai is:

- csökken az ország import függősége,
- csökken a földgáztüzeléssel a légkörbe kerülő fosszilis eredetű széndioxid,
- könnyen teljesülhet az EU felé vállalt primer energiahordozó felhasználás csökkentés és a CO<sub>2</sub> emisszió csökkentés,
- teljes biztonsággal el lehet látni a meglévő infrastruktúrán (tároló, szállító, elosztó rendszer) a téli gázigényeket.

Az előnyök mellett azonban a hátrányok súlyosabbaknak látszanak:

- a földgáz felhasználást részben kiváltó fa- és széntüzelés miatt a téli szélcsendes napokon a szmog már országos méretű,
- a hosszú távú földgázimport szerződésben rögzített átvételi kötelezettségünket továbbra sem teljesítjük, ennek súlyos kötbér fizetési vonzatai lehetnek,
- a föld alatti tárolók mobil kapacitása nincs kihasználva,
- nincs kihasználva az elosztó, a szállító vezetékek kapacitása sem (kivéve az Ausztriából beszállító vezeték),
- a leszorított rendszerhasználati díjak miatt az ellátó rendszer fejlesztése gyakorlatilag leállt, a karbantartást is minimalizálják,
- eltűnt a földgázpiacról az „olcsó” földgáz: a hazai termelésű gázt és az Ausztriából behozott gázt az egyetemes szolgáltatók vásárolhatják meg,
- erősen torzult a földgáz szabadpiac is: gyakorlatilag megszűnt a napi kapacitás- és földgáz piac, a földgáz tőzsde pedig igazán el sem indult az olcsó gázok eltűnése miatt,
- a gázszolgáltatók és a rendszerüzemeltetők legtöbbje veszteséges, napirenden van a cégek eladása. A cégek állami tulajdonba vétele sem oldja meg a veszteséges helyzetüket.

A földgázpiac szerencsétlen helyzetéből csak a gazdasági fellendülés hozhat tartós kilábalást.

# A Nobel-díjas ENSZ klímapanel szerint az utolsó percekben vagyunk, hogy a veszélyes éghajlatváltozást megelőzzük

**Az ENSZ Kormányközi Klímavédelmi Testülete a múlt héten nyilvánosságra hozta a 2048 oldalnyi szakmai anyagot, amiben az április 13-án Berlinben közzétett fő üzeneteket alátámasztják és részletesen kifejtik.**

A 3 kötetes jelentés<sup>1</sup> ezen 3. része rámutatott, hogy az éghajlatváltozásért felelős szennyezők kibocsátása soha nem mért szintre nőtt és tovább gyorsul, a csökkentésükre tett eddigi erőfeszítések ellenére.

Ennek ellenére a panel megállapította, hogy még meg lehet állítani a melegedést a tudósok által veszélyesnek ítélt 2 fok alatt, és ehhez sokféle technológia és egyéb mérsékléssel kapcsolatos cselekvési lehetőség áll rendelkezésre. Azonban azt is megállapították, hogy csakis radikális technológiai és társadalmi változások tudnak erre reális esélyt biztosítani. Ahhoz, hogy a 2 fokos globális összmelegedést valószínűleg ne lépjük túl, a mostanihoz képest 40-70%-kal alacsonyabb CO<sub>2</sub> kibocsátást kell elérni az évszázad közepére, valamint a végére ezeket közel nullára kell leszorítani. Ezt sokféle megoldás ötvözésével lehet csak elérni, amik között az energiahatékonyság, a megújuló energiaforrások, az életmódváltás, és intézményi változások együttesen fontos szerephez fognak jutni. Ezek jelentős költséggel járnak majd, de összességében nem fogják a gazdasági fejlődést észrevehetően befolyásolni: a 2 fokon tetőző melegedés elérése sem fogja jobban lassítani az évente 1,6 és 3% között előrejelzett éves gazdasági növekedést, mint 0,06 százalékpont.

A múlt héten nyilvánosságra hozott szakmai anyag 15 fejezete és 3 függeléké áttekinti az éghajlatváltozás mérséklésének gazdasági és etikai kereteit, a vizsgált 1200 integrált forgatókönyv tanulságait, a kibocsátáscsökkentési lehetőségeket gazdasági szektorokra bontva részletesen, valamint az ezeket előmozdító helyi, nemzeti és nemzetközi politikai és szakpolitikai intézkedési lehetőségeket.

A 15 fejezet egyike az épületekkel kapcsolatos kibocsátás-csökkentési lehetőségeket elemzi, amelyet 20 ország 23 szakértője írt, a Közép-Európai Egyetem Professzorának, Dr. Ürge-Vorsatz Diana és a brazil Oswaldo Luconnak vezetésével.

A fejezet megállapítja, hogy az épületekkel kapcsolatos energiafelhasználás jelentős mértékben járul hozzá az éghajlatváltozáshoz: a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből eredő széndioxid negyede, más üvegházgázoknak pedig kb. harmada (pl. a szálló fekete por, fluortartalmú gázok) származik innen, hiszen a világon megtermelt áram fele és az elfogyasztott energia harmada kerül az épületekben felhasználásra. Ráadásul ez a fogyasztás az évszázad közepére a két- vagy akár háromszorosára fog növekedni, ha nem teszünk komoly lépéseket. Magyarországon ezek az értékek még nagyobbak: a széndioxid-kibocsátás kb. feléért felelősek az épületek.

Ugyanakkor ebből a szektorból származik a mérséklési lehetőségek jelentős része is. „Kevés olyan terület van, ahol az energiafelhasználásnak akár 95%-át is meg lehet takarítani ugyanolyan, sőt, sokszor emeltebb szintű szolgáltatások biztosítása mellett. A múlt héten pl. meglátogattam egy olyan iskolát Aachenben, ahol egy felújítás eredményeképp egy-husadára csökkent a fűtésre használt energia, ráadásul a meleg időszakokban ennyiből a hűtésre is futja, valamint a

diákok jobban tudnak tanulni, mert a folyamatosan frissített levegőben nem fáradnak el az óra végére” – hozott példát a lehetőségekre Dr. Ürge-Vorsatz. „A megtakarítási lehetőségek nemcsak nagyok, hanem sokszor önmagukban gazdaságosak. A jelentés egészében alig akad más intézkedés, ahol már eddig is kimutatottan negatív társadalmi összköltséggel, vagyis nettó haszonnal mérsékeltek az éghajlatváltozást. Az épületekkel kapcsolatos energiahatékonyság viszont jelentős járulékos hasznokkal is jár. Eredményeképp csökken az energiaszegénység, kevesebb energiaforrást kell importálni, javul a levegőminőség és a közegészség, növekszik a termelékenység és versenyképesség, a kényelem és az ingatlanok értéke.”

A hatalmas lehetőségekkel szemben viszont jelentős az úgynevezett „belakotási kockázat” – aminek hangsúlyozására az ENSZ jelentés úttörőként több területen is nagy figyelmet szentelt. A belakotási kockázat akkor lép fel, mikor hosszú élettartamú infrastruktúrát, pl. városrészeket, közlekedési rendszereket vagy épületeket, úgy fejlesztünk vagy újítunk fel, ami évtizedekig (akár évszázadokig) magas kibocsátást eredményez, pedig jelentősen klímakímélőbb alternatívák is lettek volna. Az épületekkel kapcsolatban Európában és Amerikában ez például úgy jelentkezik, hogy minden alkalommal, amikor egy épületet úgy újítunk fel, hogy nem használjuk ki a mélyfelújításban rejlő legnagyobb lehetőségeket, évtizedekig nem lesz lehetséges vagy gazdaságos a benne maradt energiamegtakarítási lehetőségeikért visszamenni, és így sokkal többet fog az épület kibocsátani, mint amilyen lecsökkentett szint szükséges lenne a melegedés 2 fokon való maximalizálásához. A belakotási kockázat kiküszöbölése alapvetően átírhatja sok ország épületenergetikai támogatás-rendszerét: nem szabadna olyan felújításokat támogatni, amik csak 20-40% energiafogyasztáscsökkentést eredményeznek, hanem ki kell várni, amíg a mélyfelújításba bele lehet kezdeni. A fejezet azt is bebizonyítja, hogy a mélyfelújítás nem kerül fajlagosan többre, mint a hagyományos részfelújítás: eddigi többszáz ilyen felújítás költségadatai alapján az egységnyi megtakarított energia költségeinek alsó értékeiben nem találtak jelentős különbséget.

Az elemzés arra is rámutatott, hogy az eddigi talán legsikeresebb éghajlatvédelmi intézkedések is ebből a szektorból kerültek ki. Például a sokszor ösztársadalmi nyereséggel járó, világszerte sok országban bevezetett épületenergetikai és elektromos készülékek energiahatékonysági szabványai révén bizonyos országokban már stabilizálódott, vagy akár csökkenésnek is indult, az épületek energiafelhasználása, a jólét növekedése ellenére is. Viszont innen is még nagyon jelentős további intézkedésekre van szükség, hogy a jelentés által lehetségesnek mutatott és a 2 fokhoz elengedhetetlen, az épületenergiafelhasználást felező szintet elérjük.

## Kapcsolat:

Dr. Ürge-Vorsatz Diana

A Kormányközi Klímavédelmi Testület (IPCC) vezető szakértője

A Közép-Európai Egyetem

Fenntartható Energia- és Klímapolitikai Központjának igazgatója

e-mail: vorsatzd@ceu.hu

Tel: +36-30-312-2534

Az említett anyag letölthető: <http://mitigation2014.org/>

<sup>1</sup> Idén októberben jelenik meg a 3 kötet összefoglalója, az úgynevezett „szintézis jelentés”, aminek Dr. Ürge-Vorsatz szintén társszerzője.

# A vízerő-hasznosítás helyzete Magyarországon

Az Energetikai Szakkollégium Ganz Ábrahám emlékfélévének kiemelt programjaként „Mi folyik itt?” mottóval rendezte meg 2014. április 9-én a magyar, azon belül is a dunai vízerő-hasznosítás helyzetéről szóló vitafórumot.

Vendégünk volt Dr. Gutí Gábor, az MTA Duna-kutató Intézetének tudományos főmunkatársa, Dr. Mészáros Csaba, a BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének címzetes egyetemi docense, és Ujhelyi Géza, az egykori Erőmű Beruházási Vállalat műszaki vezérigazgató-helyettese. Az est moderátora, Mayer György, energetikai szakújságíró volt.

Elsőként Ujhelyi Géza ismertette az európai és magyarországi erőműpark összetételét, a megújulók helyzetét, és ezen belül a vízenergia-hasznosítás állapotát. A jövőbeli energiaigények kielégítésére az előrejelzések szerint (Paks II. megépítése mellett) 3000 MW teljesítményű erőmű építésére lenne szükség, így jogosan merül fel a gondolat, hogy miből is lenne érdemes fedezni a szükségletet. Előadónk bemutatta a villamosenergia-termelés és import lehetőségeket, illetve a hozzájuk tartozó költségeket és energiaárakat. Ujhelyi Géza vizsgálatából kiderült, hogy a vízerőművek 20 éves megtérülésüket követően, mélyen a paletta többi szereplője alatti áron képesek energiát termelni még további 60 évig. Tervezhető, stabilan termelő technológiáról beszélhetünk, mely akár a szekunder szabályozásban is részt vehet. Magyarországon a már elkezdett Nagymarosi Vízlépcső befejezése térülne meg leghamarabb, de a Dunán lejjebb tervezett Adonyi és Fajsi Vízlépcsők esetében is olcsó villamosenergia-termelőkkel számolhatunk.

Következőként Dr. Gutí Gábor a vízlépcsők ökológiai vonatkozásait mutatta be. Az előadásban fő problémaként a folyómeder hosszirányú konnektivitásának megszakítása merült fel. A műtárgy a halak vándorlását akadályozza, illetve a turbinán átjutó egyedek magas mortalitási arányát idézi elő. Egy vízlépcső megépítésekor gát jön létre a folyó folyamatos szakaszán, ami egy tározó teret hoz létre. A mederszelvény bővül, a vízáramlás lelassul, és a hordalék felhalmozódik. Ez az effektus az élővilág nagymértékű átalakulását okozza. Dr. Gutí Gábor kiemelte, hogy ezek a problémák, nehézségek enyhíthetőek, de a megoldások kidolgozásához a különböző szakterületek képviselőinek (mérnökök, ökológusok, közgazdászok, stb.) összefogására van szükség.

A fórum utolsó előadójaként Dr. Mészáros Csaba szólt. Az előadó a vízlépcsőrendszer előnyeiként sorolta fel az árvízmentesítés, a hajózhatóság, az energiatermelés és a turisztika adta potenciálokat. Az ökológiai károk enyhítésére az EU Víz Keretirányelvének előírásai nagy segítséggel vannak, amely mind a jelenlegi, mind a jövőbeli építmények előírásoknak megfelelő korrekciójával járnak. A vízlépcsők pozitív hatásaként mutatta be német és osztrák példák mellett, a tiszai szabályozás mezőgazdasági (locsolás) és természetvédelmi (Tisza-tó) területeket érintő előnyeit.

A fórum következő 20 percében az előadók reflektáltak egymás előadásaira.

Ujhelyi Géza üdvözölte Dr. Gutí Gábor utolsó gondolatát, és ő is szor-

galmazta az egyes szakmák összefogását a vízenergia hasznosításának ügyében. Ezután a hordalék kérdésre tért ki, és egy korábbi, 1983-as tanulmányra hivatkozott, melyet a VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Nonprofit Kft. készített. A dokumentum alapján a Duna medrének süllyedése már 60 éve megindult, és tart a mai napig is, tehát az nem csak a vízlépcsők hordalékmegfogó hatásának köszönhető. Hozzátette még, hogy az előadásokban nem hangzott el egy további negatív következmény, mégpedig az, hogy a vízlépcsők által a talajvízszint csökkenhet, ami kihat a part menti kutakra, sőt, a mezőgazdaságra is. Hangsúlyozta, hogy ezzel a problémával számolni kell.

Dr. Mészáros Csaba előadására hivatkozva kiemelte, hogy szerinte felülbecsült a bős-nagymarosi vízlépcső 24 éves megtérülési ideje, saját számításai szerint ugyanis már 2004-2005 környékén visszahozta az árát. A szerződés továbbá igen kedvező feltételeket biztosított, véleménye szerint tehát indokolt lett volna a beruházás kivitelezése. Az előadásával kapcsolatos állításokát nem cáfolta Dr. Gutí Gábor sem, hanem kiegészítette azzal, hogy a medermélyülés valójában már a XIX. században a folyószabályozásokkal elkezdődött. Kiemelte, hogy ez egy kezelendő kérdés, melyre átfogó műszaki megoldások egyelőre nem léteznek. Egyes helyeken különböző méretű kavicsok folyóba telepítésével igyekeznek kompenzálni a szintváltozást, valójában azonban 400 kilométeres szakaszon kellene orvosolni a problémát.

Mészáros szintén hangsúlyozta, hogy nem csak a vízlépcsőket kell okolni a medereróziós folyamatokért. Állítása szerint a fő ok, hogy az elmúlt 100 évben jóval több hordalékot kotornak ki, mint amennyi természetesen keletkezik. A Dunába a környezetéből érkező kövek, kavicsok mennyisége tehát lecsökkent, köszönhetően az építési és egyéb ipari célból történő sok 100 millió tonnás kitermelésnek. A vízlépcsőket követő hordalék - kimosódás kapcsán még megemlítette, hogy az erózió redukálása érdekében sok helyen a fenékküszöb jelent megoldást.

Végül előadóink néhány téveszmét igyekeztek eloszlatni.

Ujhelyi Géza cáfolta a bős-nagymarosi vízlépcsőt ellenzők egyik állítását, miszerint az ivóvízkészlet tönkremenne. Erre vonatkozóan egy, a Szlovák Tudományos Akadémia konferenciáján bemutatott vizsgálatra hivatkozott. Az anyag szerint 60 kútban végeztek kísérleteket a duzzasztások előtt és után, és a mért eredményeket nem befolyásolták ezek a folyamatok.

Dr. Mészáros Csaba pedig a Duna-kanyar földrengésveszélyével való riogatást utasította vissza, továbbá elmondta, hogy még ha történne is hasonló, és az ott található vízlépcső egyszerűen funkcióját vesztené, az érkező árhullám Budapesten kevesebb, mint egy méter lenne. A vízgazdálkodási szakember Dr. Mosonyi Emilt idézve hangsúlyozta, hogy a bős-nagymarosi vízlépcső a „rendszerváltás trójai falova”, és ideje lenne ezen túllépni. A politikusoknak be kellene látni, hogy a tabuként való kezelés már lejárt dolog, itt az ideje reálisan beszélni a vízlépcsők ügyéről.

A fórum második felében lehetőség nyílt az előadók számára kérdéseket feltenni, mellyel sokan éltek is a közönség soraiból.

Az eseményen bemutatott ábrák és táblázatok közül nyomtatásban most csak egyet, a különböző energiahordozóval üzemelő erőművek összehasonlító adatait bemutatót tesszük közzé. Az előadások és az elhangzott hozzászólások részletes beszámolója megtalálható a [www.eszk.org/forum](http://www.eszk.org/forum) oldalon.

Baldauf Ákos, [baldauf.ajos@eszk.org](mailto:baldauf.ajos@eszk.org)

Egri Tamás, [egri.tamas@eszk.org](mailto:egri.tamas@eszk.org)

Kalló Péter, [kallo.peter@eszk.org](mailto:kallo.peter@eszk.org)

Néhány erőmű összehasonlító adatai

Forrás: Ujhelyi, 2014. április

Erőmű típus	Teljesítmény [MW]	Csúcskihasználási arány [%]	Egyenértékű erőmű teljesítmény [MW]	Élettartam [év]	Fajlagos beruházási költség [Euro/kW]	Beruházási költség [milliárd Ft]	O&M költségek [%]	Önköltség az első 20 évre [Euro/MWh]	Hitelezési költség [Euro/MWh]	Maradék élettartam [év]
<b>Vízerőművek</b>										
Nagymaros	160	6000	160	80	3000	144	1,0	26,85	6	60
Bán	300	6000	282	80		144	2,0	26,85	6	60
Adony	150	6000	150	80	3500	158	1,0	52,82	5	60
Fajsi	145	6000	145	80	3500	152	1,0	52,82	5	60
<b>Széntgyörgyi</b>										
Székely	505	1900	505	35	1100	167	3,0	65,89	18	15
Nádas	873	1100	873	25	1400	367	1,0	97,14	11	5
<b>Ligeti</b>										
Ligeti	500	6500	500	35	1500	225	2,5	49,11	38,20	15
Gáz CCGT	400	2500	400	35	800	96	2,5	91,80	65,81	15
Paks II.	2400	8000	2400	60	5000	3600	2,5	89,40	37,30	40



# A brit döntés háttere: az erőművi beruházások és a villamosenergia-ár kölcsönhatása

2014. április 3-án került megrendezésre az Energetikai Szakkollégium Ganz Ábrahám emlékfélévényének 5. előadása, melynek megtartására Kerekes Lajost, a Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (REKK) kutató főmunkatársát kértük fel. A brit döntés alatt azt értjük, hogy a francia EDF vezette konzorcium atomerőművet építhet Angliában, mely a tervek szerint 2023-ban kezdheti meg működését. A brit kormány 92,50 £/MWh-s kötelező átvételi árat biztosít az erőműnek az indítást követő 35 évre. Ennek a döntésnek a hátteréről beszélt az előadónk.

## A brit villamosenergia-piac rövid történelme

A brit kormány 1989-ben döntött úgy, hogy a villamosenergia-szektorát erőteljesen megreformálja, ezért létrehozott egy szervezett piacot, az ún. pool-t.

A 90-es évek közepétől indult meg egy változás, az ún. „dash for gas”, amikor is új, kombinált ciklusú, gázüzemű CCGT erőműveket kezdtek el építeni Angliában. Mivel a pool nagy hátránya volt, hogy nem indukált valódi versenyhelyzetet, ezért végül 2001-ben megszüntették.

A brit döntést eredményező folyamatot egy jelentés indította el 2000-ben, mely a klímaváltozás jelenségéről, az emberi tevékenységnek arra gyakorolt hatásáról szólt. Ettől kezdve a kormány fő prioritásai közé emelte a klímavédelmet.

Ennek megfelelően a brit kormány célul tűzte ki, hogy 2050-re a villamos energiatermelés szén-dioxid emisszióját az 1990-es évek kibocsátásának az 5%-ára csökkentse le.

Ezt biztosítandó négy döntést hoztak:

- 450 g/kWh emissziós korlátot vezettek be;
- „szén-dioxid adó”-t vezettek be az effektív kvótaárak emelésére
- árgarancia
- kapacitás piac létrehozása.

## Európai kontextus

Jelenleg az Európai Unió tagállamaiban működő villamosenergia-piacok nagy része regionális piacegyesítések keretében működik. Ez azt jelenti, hogy például két szomszédos ország árajánlatai ugyanarra a tőzsdére futnak be, aminek következtében a villamosenergia-árak egyre inkább közelednek egymáshoz. A nagy energetikai vállalatok és az uniós döntéshozók együttesen határozták el, hogy az európai országok villamosenergia-piacait összedolgozzák. Ennek érdekében rendeleteket hoztak, amiket Network Code-oknak nevezünk. Ezen felül meghatározták a „három húszas” európai célkitűzést, mely azt mondja ki, hogy 2020-ra az energia-termelés 20%-át megújuló energiaforrásokból kell biztosítani, 20%-os energia megtakarítást kell elérni, továbbá az 1990-es szinthez képest 20%-kal kell csökkenteni a CO<sub>2</sub> kibocsátást.

## A villamosenergia-ár meghatározása

A Merit order görbe alapján kialakuló árat fogja megkapni az összes éppen termelő erőmű, függetlenül attól, hogy milyen árat ajánlottak be, kivéve azokat a megújulókat, melyek a piaci árat meghaladó támogatott árat kapnak. Az erőművek a változó költségeik függvényében fognak árajánlatot tenni a villamosenergia-tőzsdén. Így adódik, hogy a megújuló energiakapacitások biztosan termelni fognak, va-

lamint a nukleáris erőművek, illetve azok a szenes és lignittüzelésű erőművek is, amelyeknek alacsonyak a változó költségei.

## Nukleáris beruházók piaci kockázatai

A mai 3. generációs atomerőműveknek számos előnyük van a befektetők szempontjából. Ezek az erőművek nagyfokú biztonsági, ún. passzív védelmi rendszerekkel vannak felszerelve, illetve az éves kihasználtságuk is magas. Az urán piaci ára kevésbé fluktuál, mint például a földgáz vagy a szén ára, valamint a világ néhány urántermelő országa stabil politikai háttérrel rendelkezik. Ezen felül az üzemanyag ellátást hosszú távú szerződéssekkel is tudják biztosítani, a fűtőelemek pedig jól készletezhetőek. Továbbá mivel ez egy CO<sub>2</sub>-kibocsátás mentes technológia, nagyon jól beilleszthető a brit energia politikába.

Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a beruházót sújtó kockázatok közé tartozik a hosszú kivitelezési idő, valamint egy ilyen projekt nagyfokú koordinációt és nagyon jó kommunikációt igényel. Továbbá egy atomerőmű építése szinte minden esetben egyedi, nem beszélve új technológiák kivitelezéséről. Végül egy ilyen projekt társadalmi kockázatai sem elhanyagolhatóak.

Az előadásból megtudhattuk, hogy a brit atomerőmű relatív magas kötelező átvételi árának nem lesz nagykereskedelmi árfelhajtó szerepe, emellett a brit energiapolitikába jól illeszkedik az atomenergia, mint karbonmentes erőművi technológia. Azonban azok a költségelemek, melyek a nagykereskedelmi árakon keresztül nem térülnek meg, szinte biztosan beépülnek majd a végfogyasztói árakba.

Pintér Tamás

Az Energetikai Szakkollégium tagja

## Tehetséges hallgatók az energetikában

2014. április 17-én került megrendezésre az Energetikai Szakkollégium jóvoltából a „Tehetséges hallgatók az energetikában” című előadás-est. Ez a rendezvény, mondhatni „mini konferencia”, kifejezetten azzal a céllal jött létre, hogy az érdeklődők mélyebb betekintést nyerhessenek az Energetikai Szakkollégium tagjai által végzett széleskörű szakmai és tudományos munkába. A 15-20 perces előadásokon túl a résztvevőknek lehetősége nyílt megtekinteni a V1 épület 4. emeletének aulájában kiállított, a hallgatók tudományos munkáit bemutató posztereket, illetve kötetlen beszélgetések keretében megvitatni az egyes témák kapcsán felmerült kérdéseket az előadókkal. A program levezető elnöke az Energetikai Szakkollégium korábbi elnöke és a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karának jelenlegi adjunktusa, Dr. Hartmann Bálint volt.

A jelenlévő érdeklődők létszáma, illetve a Szakkollégisták által előadott témákhoz érkező hozzászólások és kérdések bizonyosságot adtak a szervezők számára a rendezvény létjogosultságáról, így az ESZK a jövőben is lehetőséget fog biztosítani tagjai szakmai munkájának hasonló környezetben történő bemutatására.

**Kedves Tagtársunk!**

Szíves tájékoztatásul közöljük az **Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Szenior Energetikusok Klubjának 2014. II. félévi programját.**

(A klubunk nyitott, minden érdeklődőt szívesen látunk az előadásainkon, függetlenül attól, hogy tagja-e valamely szakmai egyesületnek vagy sem.)

**IX. 18. Wiegand Győző** az ETE elnökhelyettese  
**Néhány gondolat a világ, Európa és Magyarország energetikájának fő problémáiról**  
**KLUBNAP**  
 Házigazda: Szabó Benjamin

**IX. 25. Kimpián Aladár** ny. főmérnök, a Triod Art Bt. ügyvezetője  
**Oroszország villamos energia rendszere: Szembenezés a XXI. század műszaki és gazdasági kihívásaival II.**  
 (A 2014. tavaszán megtartott előadás folytatása.)  
 Házigazda: Forgács János

**X. 2. Dr. Molnár László** az ETE főtitkára  
**Az európai energiaellátás és energiapolitika aktuális kérdései**  
 Házigazda: Bárdy László

**X. 9. Bencsik János** igazgatóhelyettes, országgyűlési képviselő  
**Nemzeti alkalmazkodási stratégia**  
 Házigazda: Bárdy László

**X. 16. Dr. Stróbl Alajos** nyugalmazott főtanácsos  
**A villamos energia ellátásunk jelene és jövője**  
 Házigazda: Elek János

**X. 30. Dr. Lichter Tamás** építészmérnök  
**A Kálvin téri református templom műemléki felújítása**  
 Házigazda: Lácza Szabó Tibor

**XI. 6. Dr. Illés Erzsébet** csillagász  
**Furcsaságok földi szemmel a Naprendszerben**  
 Házigazda: Süle János

**XI. 13. Dr. Fleischer Tamás** tudományos főmunkatárs,  
 MTA Világgazdasági kutatóintézet  
**Az uniós és hazai közlekedéspolitika (beleértve a városi közlekedés kihívásait), a fenntarthatóság felé történő elmozdulás lehetőségei**  
 Házigazda: Szabó Benjamin

**XI. 20. Dr. Schanda János** professzor emeritus  
**Látás a műszaki ember szemszögéből**  
 Házigazda: Lengyel János

**XI. 27. Dr. Zsebik Albin** az ETE elnökhelyettese  
**Az energiaveszteség feltárása**  
 Házigazda: Bárdy László

**XII. 4. Dr. Fehérvári Sándor** projektmenedzser  
**Az M-4 es metróprojekt bemutatása**  
 Házigazda: Torda Miklós

**XII. 11. Dr. Csákó Dénes** okl. olajmérnök, okl. bányaiipari gazdasági mérnök  
**Európa földgázellátásának igénye és lehetősége**  
**KLUBNAP**  
 Házigazda: Elek János

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

*Szabó Benjamin s.k.  
 a Szenior Energetikusok Klubjának elnöke*

**TÁVHŐ VÁNDORGYŰLÉS**

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Hőszolgáltatási Szakosztálya

a 27. TÁVHŐ VÁNDORGYŰLÉST

2014. szeptember 16-17. között tartja **Egerben**

A vándorgyűléseken elhangzó előadások hagyományosan a távhőszolgáltatás műszaki-technológiai kérdéseivel foglalkoznak. Ezt a gyakorlatot folytatja a soron következő őszi esemény is.

A 27. Vándorgyűlés tematikája

**„A technológia-transzfer és a Működési környezet”**

köré csoportosul és kiemelten kíván foglalkozni a **felhasználói elégedettség növelése** érdekében bevezetett **technológiai fejlesztések eredményeivel**, valamint napjaink állandó elvárásával, az innovációval.

Be kívánjuk mutatni az elmúlt időszakban elvárt és elért eredményeket, a távhőszolgáltatásban megvalósult fejlesztéseken keresztül néhány kiemelkedő projekt, mint a legjobb gyakorlatok prezentálásával.

A hőtermelés témakörében jelentős feladat annak meghatározása, hogy műszaki-gazdasági és társadalmi szinten optimális megoldás körvonalazódjon a kapcsolt energiatermelés vs. közvetlen hőtermelés relációjában. Áttekintjük a várható trendeket.

Napirenden szerepel még, hogy foglalkozzunk az energiagazdálkodás időszerű kérdéseivel, a távhő helyével és szerepével a szabályozások ismeretében, a Távhő Cselekvési Terv kidolgozására és végrehajtására tett, vagy nem tett intézkedésekkel, az innováció és tudásmenedzsment szerepével a fejlesztések és beruházások folyamataiban, valamint a további fejlesztések trendjeivel, az innovációval és technológia-menedzsmenttel is.

A Vándorgyűlésre tisztelettel meghívjuk és várjuk az érdeklődőket.  
 Gerda István, szakosztályelnök



# VAPORLINE®



## geotermikus hőszivattyú család

Új mércét állít a geotermikus hőszivattyúk terén mind a hőfokszint, mind az SPF (SCOP) tekintetében!

A legmagasabb minőséget képviselő,

**Magyar Termék Nagydíjas**  
hőszivattyú család



- Magas fűtési hőmérséklet (62/55°C)
- Magas COP és SPF érték.
- Radiátoros rendszerek működtetésére is alkalmas

**Magyar fejlesztés,  
Magyar munkahelyek!**

Elérhetőségek:

Geowatt Kft

1097 Budapest. Kén u.6

Tel.: +36 20 9671553; +36 20 967 2523

Email: [geowatt@geowatt.hu](mailto:geowatt@geowatt.hu)

Honlap: [geowatt.hu](http://geowatt.hu)

# Gyere el a múzeumba!

**A kiállítás  
korhatár nélkül,  
fényképes  
igazolvánnyal  
ingyenesen  
látogatható.**

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

Érdeklődni lehet: 75/50-74-32

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.  
7031 Paks, Pf. 71. hrsz. 8803/15  
telefon és fax: 06-75-505-000; 1/355-1332  
weboldal: [www.atomeromu.hu](http://www.atomeromu.hu)  
Facebook profil:  
[www.facebook.com/paksiatomeromu](https://www.facebook.com/paksiatomeromu)



## Atomenergetikai Múzeum



mvm paksi atomerőmű