

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

63. évfolyam 2022. 3. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

ENERGIAGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
HŐSZOLGÁLTATÁSI SZAKOSZTÁLYA
szervezésében

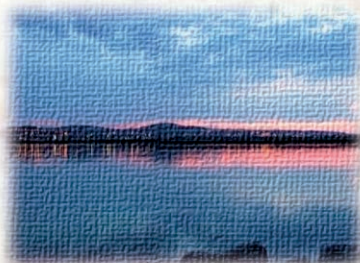
35. TÁVHŐ VÁNDORGYŰLÉS

A ZÖLD, FENNTARTHATÓ JÖVŐÉRT

„Hatékony és okos távfűtés”

GÁRDONY

2022. szeptember 13-14.



Információk:
www.clubservice.hu
clubservice@clubservice.hu

THE FLOW MUST GO ON



ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

63. évfolyam 2022. 3. szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

Főszerkesztő:

Dr. Gróf Gyula

Olvasó szerkesztő:

Dr. Groniewsky Axel

Szerkesztőség vezető:

Kaposvári Regina

Szerkesztőbizottság:

Dr. Balikó Sándor, Dr. Bihari Péter, Czinege Zoltán, Dr. Csűrök Tibor, Dr. Farkas István, Juhász Sándor, Korcsog György, Kövesdi Zsolt, Dr. Laza Tamás, Mezei Károly, Molnár Ferenc, PhD, Móczár Botond Máté, Dr. Nagy Valéria, Németh Bálint, Péter Szabó István, Romsics László, Dr. Serédiné Dr. Wopera Ágnes, Dr. Steier József, Dr. Stróbl Alajos, Szabó Benjámin István, Dr. Szilágyi Zsombor, Vancsó Tamás, Dr. Zsebik Albin

Honlap szerkesztő:

Kierblewski Marius

www.ete-net.hu

Kiadja: Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület
1091 Budapest, Üllői út 25., IV. em. 420-421.
Tel.: +36 1 353 2751,
+36 1 353 2627,
E-mail: titkarsag@ete-net.hu

Felelős kiadó:

Bakács István, az ETE elnöke

A szerkesztőség címe:

BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
D épület 208 sz.
Telefon: +36 1 463 2613.
Telefax: +36 1 353 3894.

E-mail: enga@ete-net.hu

Megjelenik kéthavonta.
Előfizetési díj egy évre: 5500 Ft
Egy szám ára: 920 Ft

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

ISSN 0021-0757

Tipográfia:

Büki Bt.
bukiandras@t-online.hu

Nyomdai munkák:

EFO Nyomda
www.efonyomda.hu

Lapunkat rendszeresen
szemléli a megújult

 **OBSERVER**

www.observer.hu

TARTALOM • CONTENTS • INHALT

Energiapolitika * Energy policy *

Energiepolitik

Horváth Péter János

Az orosz-ukrán konfliktus kapcsán felmerülő gázellátási kérdések margójára 2
On the margins of gas supply issues arising from the Russian-Ukrainian conflict
Am Rande der Gasversorgungsprobleme, die sich aus dem russisch-ukrainischen Konflikt ergeben

Nemes Csaba, Pomázi István

Energiaközösségi kezdeményezések az Európai Unióban 6
Energy community initiatives in the European Union
Initiativen der Energiegemeinschaft in der Europäischen Union

Szilágyi Zsombor

Az energiák jövője 12
The future of the energies
Die Zukunft der Energie

Szilágyi Zsombor

Orosz földgáz Európában 15
Russian natural gas in Europe
Russisches Erdgas in Europa

Épületenergetika * Building Energy *

Gebäudeenergie

Gróf Gyula

Az energiahatékonyság fejlesztés korlátozódása II. 17
Limitation of Energy Efficiency Improvements II.
Begrenzung von Energieeffizienzverbesserungen II.

Távhő * District Heat * Fernwärme

Molnár Szabolcs

A fenntartható távhőellátás II. 24
Sustainable district heating II.
Nachhaltige Fernwärme II.

Napenergia * Solar Energy * Sonnenenergie

Fejes Lilián, Molnár Szabolcs

A magyarországi napenergiatermelés éghajlati feltételei és kapcsolódó technológiai kérdései II. 28
Climate conditions and technological issues of solar power generation in Hungary II.
Klimabedingungen und damit verbundene technologische Fragen der Solarstromerzeugung in Ungarn II.

Kapcsolt energiatermelés *

Cogeneration *

Kraft-Wärme-Kopplung

Madár Viktor, Schrempf Norbert,

Betovics András, Tóth László

Hidegenergia előállítás pirolízis generátor hulladékhőjével 33
Cold energy production from waste heat from a pyrolysis generator
Kälteenergieerzeugung aus Abwärme eines Pyrolysegenerators

Energiatárolás *

Energy storage *

Energiespeicherung

Dervalics Ákos, Karakas Adrian

Gyors reagálású kisegítő kaphatnak az akkumulátorok 40
Batteries will be equipped with swift-response auxiliary energy storage
Die Batterien werden mit einem reaktionsschnellen Hilfsenergiespeicher ausgestattet sein

ETE VIII. Villamos Energia Konferencia *

ETE VIII Electric Power Conference *

ETE VIII. Elektrische Energie Konferenz

Bakács István

Az ETE VIII. Villamos Energia Konferencia elnöki bevezetője 42
Presidential Introduction of the ETE VIII Electric Power Conference
Einführung des Präsidenten in die ETE VIII Elektrische Energie

Hírek * News * Nachrichten

Az MMK Energetikai Tagozat 2022 évi díjazottjai 43
2022 MMK Energy Division Awards
Auszeichnungen der MMK Energy Division 2022

ETE közgyűlés * ETE general assembly *

ETE Mitgliederversammlung

Bakács István

Elnöki beszámoló 44
Presidential report
Bericht des Präsidenten

Beszámoló az ETE 2022 évi közgyűléséről 46
Report on the 2022 ETE General Assembly
Bericht über die ETE-Mitgliederversammlung 2022

Az orosz-ukrán konfliktus kapcsán felmerülő gázellátási kérdések margójára

Horváth Péter János
elnök, MEKH

Az Ukrajnával szembeni orosz inváziót követően felmerült mind az orosz szénhidrogén-importra vonatkozó uniós szankciók bevezetése, mind a földgázszállításoknak az orosz fél általi egyoldalú leállításának fenyegetése. Céлом áttekinti az orosz-ukrán háború energetikai vetületeit, bemutatni az Európai Unió tervezett válaszlépéseit, és értékelni a hazai földgázszektor felkészültségét egy esetleges ellátási zavarra, végül pedig mind a forrásdiverzifikációs, mind a keresletoldali eszközöket áttekintve megvizsgálni azt, hogy valóban lehetséges-e reális opcióként beszélni az orosz földgázforrások teljes kivezetéséről.

*

Following the Russian invasion of Ukraine both the possibility of sanctions by the EU on Russian hydrocarbon imports and the threat of unilateral cessation of gas flows to the EU by Russian shippers arose. The presentation gives an overview of the energy aspects of the Russian-Ukrainian war, it presents the European Union's planned responses. It assesses the Hungarian gas sector's preparedness for any possible supply disruption, and it examines through the analysis of both supply diversification and demand side measures whether the complete phase-out of natural gas of Russian origin could be considered a realistic option.

2022. február 24-én az Európai Unió első számú energia-importforrásának számító Oroszországi Föderáció hadserege megtámadta az Európai Unióval közvetlenül határos Energiaközösségi Szerződő Felet, Ukrajnát. Olyan konfliktusról van tehát szó, amelyben mindkét hadviselő fél ezer szállal kötődik az európai uniós energiaszektorhoz és kiemelten fontos szerepet tölt be a hazai energiaszektor szempontjából is. A következőkben bemutatom a konfliktus energetikai vetületeit, a földgázellátást érintő lehetséges forgatókönyveket, szankciókat és válaszlépéseket, valamint áttekintem azt, hogy mindez milyen hatással lehet a magyarországi földgázellátásra, hogy mennyire készült fel a hazai földgázszektor egy rövid távú ellátási zavar kezelésére, és hogy valóban lehet-e reális opcióként beszélni az orosz földgázforrások teljes kivezetéséről.

Európai Unió és Oroszország energetikai kapcsolatai, szankciós fenyegetés

Oroszország Európa első számú primerenergia-beszállítója (1. táblázat). Oroszország termeli meg az Európai Unióban felhasznált földgáznak több, mint negyven százalékát, a kőolajnak pedig több, mint a negyedét. Bár a 2009-es gázválság óta kiemelt hangsúlyt kapott az ellátásbiztonság az Európai Unió energiapolitikájában, és bár több kelet-közép-európai uniós tagállam első számú energetikai prioritásává tette az Oroszországtól való teljes függetlenség megteremtését, azonban a teljes Unió függetlenítése az orosz energiától 2022 februárjáig senkiben sem merült fel komoly lehetőségként. A kölcsönös gazdasági egymásrautaltság következtében

a Krím megszállását követő szankciók sem érintették érdemben az energiainportot, Oroszország pedig az elmúlt évtizedek során megbízható beszállítóként viselkedett.

1. táblázat. EU-27 földgáz és kőolaj import szerkezete (2019)

földgáz (%)		kőolaj (%)	
orosz	41,1	orosz	26,9
norvég	16,2	iraki	9,0
algériai	7,6	nigériai	7,9
katari	5,2	szaúd-arábiai	7,7

Oroszország kiemelt energetikai szerepe miatt ésszerű felvetésnek tűnne, hogy az uniós szankciók közé az energetikai szektort érintő szankciók is bekerüljenek. Habár az EU jelentős mértékben segítette Ukrajnát, azonban az energiainportért fizetett, EU-ból Oroszországban irányuló pénzügyi transferek mértéke négyszerese az Ukrajnának adott támogatásokénak. Josep Borrell, az EU külügyi főképviselője megállapította, az EU által az Ukrajnának védelmi célra adott támogatások április elejéig összesítve is mindössze az energiainportért naponta kifizetett összegekkel egyeznek meg. Mégis, tekintettel az EU és Oroszország kölcsönös gazdasági egymásrautaltságára, az energiaszektort érintő szankciók sokáig tabunak számítottak. Pusztán a szénhidrogénekre vonatkozó szankciók fenyegetése is elég volt ahhoz, hogy a háború kitörését követően rekordmagasra emelkedjenek a gáztőzsdei árak. Ez ahhoz vezetett, hogy Oroszország energiából származó bevételei 2022-ben – a jelenlegi árszintet feltételezve – várhatóan magasabbak lesznek, mint a megelőző években. Az a paradox helyzet állt elő, hogy a szankciók lebegtetése a szankcionálandó fél bevételeinek növekedéséhez vezetett. Mindehhez hozzájárult az is, hogy a háborút megelőző időszakokban a Gazprom tulajdonában levő európai földgázátároló létesítmények nem kerültek feltöltésre. Ez alacsonyan tartotta az átlagos európai tárolói készlet szintet, ezzel gázszükségességet okozva a piacon és felhajtva az árakat. Ez egyszerre vezetett a Gazprom bevételeinek a növekedéséhez, és tett költségesebbé és kockázatosabbá bármiféle potenciális európai földgázembargót. Ezért olyan szinten elképzelhetetlenek voltak az energiára vonatkozó szankciók az összes érintett fél számára, hogy még az Ukrajnán keresztüli orosz tranzitszállítások is háborítatlanok maradtak az Oroszország és Ukrajna közti fegyveres konfliktusok közepette is.

2022 márciusában az EU már határozott lépéseket tett az orosz energiától közép-távra történő függetlenedést célozva, bár ez nem jelentett ugyanakkor azonnali embargóra való törekvést. Március nyolcadikán a Bizottság kiadta REPowerEU című közleményét a megfizethetőbb, biztonságosabb és fenntarthatóbb energiáért való közös európai fellépésről. A közleményben a Bizottság bemutatótt egy hét pontból álló tervet, ami már 2022-ben csökkentené az Unió függőségét az orosz gáztól, 2030-ra pedig teljes mértékben

megszüntetné azt. A terv szerint évi 155 millárd köbméterrel csökkenne az orosz gáz iránti igény, részben alternatív forrásokkal, részben a felhasználási igények csökkentésén keresztül váltva ki azt. A Bizottság úgy látja, hogy a tervezett csökkentés kétharmada már egy éven belül megvalósítható. Az intézkedéscsomag legfontosabb eszköze az orosz gáz LNG importokkal való kiváltása, amit forrásoldalon új csővezetékes források, valamint a biometán-termelés fokozása egészít ki. Keresletoldalon különböző energiahatékonysági intézkedések, valamint különféle megújulóenergia-beruházások (ilyenek például a hőpumpák, napelemes tetők, szél- és napenergia-beruházások) segítségével csökkenthető a földgáz iránti igény. A Bizottság javaslatai nagyon ambiciózusak, megítélésünk szerint azonban túlzottan optimisták és ennek következtében felülbecsülik mind az alternatív források reálisan elérhető szintjét, mind a ténylegesen megvalósítható keresletoldali intézkedések hatásait. Mindemellett a Nyugatról Keletre, illetve Északról Délre irányuló szállítási kapacitáskorlátjai is jelentősen gátolhatják az orosz földgáz LNG-vel való kiváltását régióinkban.

Az azonnali szankciókhoz való hozzáállásban jelentős változást hozott az orosz hadsereg által elkövetett bucsai mészárlás híre. Az atrocitásokat napvilágra kerülését követő felháborodás komoly nyomást helyezett a Bizottságra. Az Európai Parlament képviselői elsőprő többséggel megszavazott határozatukban április hetedikén az orosz olaj-, szén- nukleáris tüzelőanyag és gázimport teljes és azonnali leállítását követelték. Az orosz energiaimport leállításáért folytatott lobbizásban vezető szerepet játszik az orosz energiától való függetlenséget lényegében már jelenleg is teljesen elérő Lengyelország.

Gázszállítás leállításának lehetséges forgatókönyvei

A következőkben két lehetséges forgatókönyvet vázolok fel az Európába irányuló orosz gázszállítások leállításának: vagy az EU vezet be szankciókat, vagy pedig Oroszország maga állítja le a szállításokat. Milyen érvek szólnak az egyes forgatókönyvek mellett és ellen?

Az EU által alkalmazandó szankciók átléphetetlen vörös vonalat jelentenek azon közép-európai tagállamok számára, amelyek jelentősen függenek az orosz gáztól és nem képesek annak rövid vagy akár középtávon való kiváltására. A szankciók még azon tagállamok számára is jelentős gazdasági sokkot jelentenének, amelyek képesek az orosz gáz alternatív forrásokkal való kiváltására. Az eleve magas inflációs környezetben egy ilyen lépés felerősíthető a recessziós félelmeket. Mindezek ellenére azonban jelentős nyomás helyezkedik a Bizottságra a szankciók bevezetését köve-

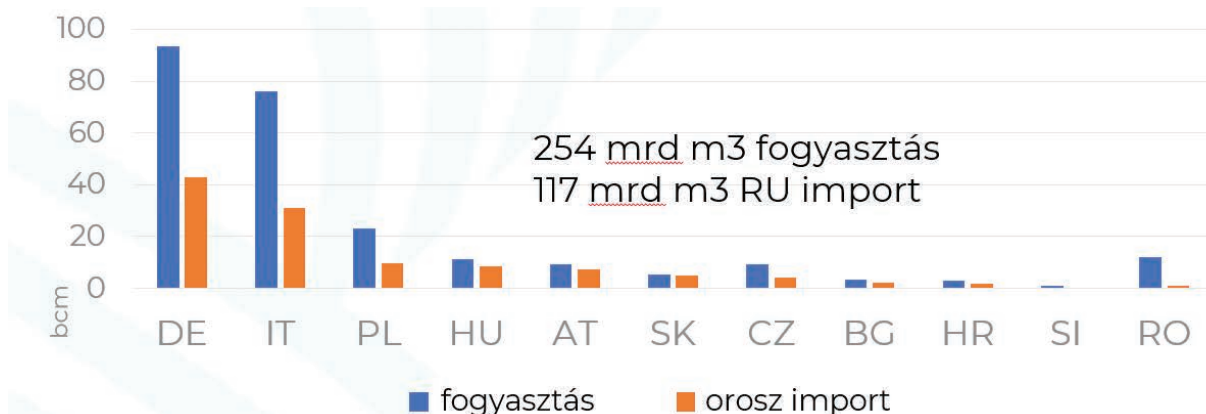
telve azon tagállamok felől, amelyek már lényegében függetlenítettek magukat az orosz gáztól.

Számos érv szól a gázszállítások Oroszország által való leállításának ellen is. Az orosz gazdaság jelentős mértékben támaszkodik az energiabevételekre, ennek a relatív súlyát az egyéb szektorokat érintő szankciók tovább erősítették. A szénhidrogének termelési szintje sem csökkenthető tetszés szerint korlátlan mértékben és ideig a mezők potenciális károsodása nélkül. Egy ilyen lépés ráadásul olyan kényszerhelyzetbe hozná az EU-t, hogy az kénytelen legyen azonnal más energiaforrásokat, beszállítókat keresni. A Gazprom európai stratégiája hosszú időn át a piaci részesedés megőrzését célozta, a politikai konfliktusok ellenére is megbízható beszállítóként viselkedve. Ennek a korszaknak vetne véget a szállítások egyoldalú leállítása. Másrészt viszont az EU jelenlegi energiapolitikai tervei az orosz energiaforrásoknak a következő évtized során megtörtendő kiszorítását, alternatív energiaforrásokkal való kiváltását célozzák – ha pedig Oroszország hitelesnek érzi az EU elkötelezettségét ezek mellett a célok mellett, akkor gondolhatja azt is, hogy mindenféleképpen ki fog szorulni erről a piacról, és a bevételmaximalizálás helyett dönthet úgy is, hogy akkor zárja el a gázcsapokat, amikor ezzel a legnagyobb kárt tudja okozni az EU-nak. Ez ugyanakkor nem jelenti automatikusan, hogy a téli időszakban történik meg, hiszen a téli ellátást részben biztosító tároló feltöltések időszaka jellemzően április és október közé esik. Ahogy Bulgária és Lengyelország példáján láthattuk, a rubel alapú fizetésre való áttérés megkövetelését Oroszország fel tudja használni ürügyként a gázszállítások leállítására, egyelőre még csak két kereskedelmileg kisebb súlyú európai államon demonstrálva az eltökéltségét.

Esetleges orosz gázellátás leállításának kezelése és várható hatásai Magyarországon

Hogyan érintené Magyarországot, ha akár uniós szankciók, akár az orosz fél döntése hatására zavar támadna a gázszállításokban? Felkészült-e Magyarország egy gázellátási krízis átvészelésére, és készen állunk-e arra, hogy elköszönjünk az orosz gáztól?

Utoljára 2009 januárjában néztünk szembe gázellátási krízissel, amit a lakossági felhasználók korlátozása nélkül sikerült átvészelnie Magyarországnak. Okulva ennek a gázválságnak a tapasztalataiból, 2009 óta Magyarország prioritásként kezelte gázforrásai diverzifikálását mind a fizikai infrastruktúrák kiépítésén, mind a nagykereskedelmi piac egészséges működésének ösztönzésén keresztül. Szlovénia kivételével kiépítésre kerültek minden szomszédos országgal a kétirányú szállításra alkalmas



1. ábra. Közép-Kelet-Európai földgázfelhasználás és orosz import

földgázszállító vezetékek. Üzembe állt a szőregi biztonsági gáz-tároló, amiben állandó biztonsági készletet tart fenn az MSZKSZ. A biztonsági készleten túl elmondható, hogy európai szinten is kiemelkedő a hazai tárolókapacitásnak a téli fogyasztáshoz viszonyított aránya. Az egyetemes szolgáltatás keretében vételező lakossági felhasználókat külön is védi az egyetemes szolgáltatóra vonatkozó tároltatási kötelezettség. Megújításra került a hosszú távú földgázszervezés, ezzel kiszámíthatóan, a piaci kereslet és kínálat ingadozásaitól függetlenül biztosítva a lakossági felhasználók ellátásához szükséges gázforrások rendelkezésre állását. Olyan új szállítási útvonal jött létre a hosszú távú szerződés keretében beszerzett földgázmennyiségek Magyarországra szállítására, amelyet nem érint közvetlenül az ukrán-orosz háború, amelynek nyomvonalai elkerüli a konfliktuszónát.

Mindemellett azonban nem feledkezhetünk meg arról, hogy az orosz eredetű földgáz még mindig kulcsfontosságú szerepet tölt be Magyarországon, ahogy a régió többi tagállamában is (1. ábra). A jelentős belföldi termeléssel rendelkező Románián és az orosz függés leépítésén tudatosan és eltökélten dolgozó Lengyelországon kívül az összes régiós tagállam számára komoly problémát okozna az orosz gázforrások tartós kiesése. Értelmszerűen azokban a tagállamokban, ahol a földgázfelhasználás alacsony, ott ez a probléma könnyebben kezelhető alternatív források bevonásával, míg azokban a tagállamokban, ahol a földgáz kulcsfontosságú szerepet tölt be a lakosság energiaellátásában, ott kritikussá válna egy ilyen szituáció. Különösen kritikus helyzetben vannak azok a tengerpart nélküli tagállamok, mint Ausztria vagy Magyarország, ahol nincs mód úszó LNG-terminálok gyors telepítésére, és a szállítási útvonalak kapacitáskorlátai miatt a más tagállamokban található LNG-terminálokhoz való hozzáférés is korlátozott.

A Magyarország területén rendelkezésre álló földalatti földgáztároló létesítmények kihasználtsága külön uniós kötelezések nélkül is jellemzően magas szokott lenni. Ez köszönhető egyrészt a biztonsági készlet jelenlétének, másrészt pedig az egyetemes szolgáltatásra vonatkozó tároltatási kötelezésnek, ami a lakossági felhasználók ellátásbiztonságának kiemelt védelmét szolgálja. Mindez segíti a lakossági felhasználók ellátását egy ellátási zavar esetén. A kereskedelmi célú tárolással kapcsolatban viszont elgondolkodtató az, hogy a tárolás megtérülését mutató téli-nyári spread értéke a 2021 során kiemelkedően alacsony mértékű volt, a nyári hónapokban pedig negatív értéket mutatott. Ez, a földgázpiacokon az elmúlt időszakban tapasztalható volatilitással együtt óvatosságra int, mivel könnyen eredményezheti a kereskedelmi célú tárolás visszaesését, ami fokozza a magyar földgázrendszer kitétséget egy ellátási zavar esetén.

A forrásdiverzifikáció szempontjából az elmúlt évek legfontosabb fejleménye a Krk-i úszó LNG terminál üzembeállítása, ami lehetőséget biztosít a magyar földgázkereskedők számára nem orosz eredetű földgázforrásokhoz is. Bár mennyiségileg korlátozott, azonban fontos szerepet tölt be a régió ellátásában. 2009 óta megvalósult a román-magyar összekötő vezeték üzembe állítása is, ami lehetővé teszi Románia felől is gázforrások betáplálását a magyar rendszerbe. Ennek a vezetéknek a valódi jelentőségét az adná meg, ha végre megkezdődne a fekete-tengeri offshore mezők termelésbe állítása. Bár középtávon jelentős szerepet fognak betölteni a megújuló gázok, azonban jelenleg mind a magyarországi biometán-termelés, mind a hidrogéntermelés elhanyagolható volumenű. A magyar-szlovén interkonnektor kiépítése megfontolás alatt van, egyelőre nem mutatkozott olyan mértékű piaci igény rá,

aminek hatására megszülethetett volna a beruházási döntés, pedig ez az összeköttetés akár az olaszországi LNG-terminálokhoz is hozzáférést engedett volna. A magyar-szerb interkonnektor kétirányú működése megkezdődött, ez hozzáférést enged a dél-kelet-európai földgázhálózatokhoz.

Bár a hazai földgáztermelés fokozatosan csökken, azonban a magas földgázárak mellett megtérülővé válhat korábban versenyképesen nem kitermelhető földgázkészletek felszínre hozatala is. Hosszan tartó magas árszint és gázszűkösség mellett gazdaságos lehet a nem-konvencionális termelés, valamint a magas inerttartalmú gázkészletek célvezetékes felhasználása is. A beruházási döntést ugyanakkor az EU dekarbonizációs törekvései nem támogatják.

A földgázforrások diverzifikációja mellett fontos szerepe van a földgázkereslet csökkentésének is. A magas energiaárak magától értetődően ösztönzik az energiahatékonysági beruházásokat. A jelenleg tapasztalt piaci gázárak mellett olyan energiahatékonysági beruházások is megtérülővé válnak, amikbe az olcsó gáz korszakában nem lett volna érdemes belevágni. Bár a lakossági szektorban a szabályozott gázárak következtében nem érződnek közvetlenül a magas energiaárak, azonban a lakossági felhasználók is megérik azok inflációs hatását. Mivel ennek következtében a lakosság által fogyasztott egyéb termékek relatív árszintje megnő, ezért – az ún. helyettesítési hatás következtében – a magas energiaárak a lakosság körében is a korábbinál nagyobb fokú energia-takarékossághoz fognak vezetni. A meggyőzésen alapuló szemléletformálási kampányok eredményessége ugyanakkor évek múlva jelentkezik. Természetesen meg lehet próbálkozni olyan közvetlen kötelezésekkel, melyet az elmúlt időszakban hallani az EU Bizottság politikusai részéről, hogy hány fokot tartsunk lakásainkban, hányszor fürdünk stb. Véleményem szerint azonban ezek a kötelező előírások a múlt tapasztalatai alapján nem szoktak sikerre vezetni, sőt lerombolhatják mindazt a munkát, amit a meggyőzésre építő szemléletformáló kampányokban hosszú évek alatt elértünk. Az előbb bemutatott lehetőségek összességében csökkenthetik a gázfogyasztást, és ezzel az orosz gáztól való függőséget. A 2. táblázat tartalmazza az orosz gáztól való függetlenedés folyamatát segítő és hátráltató tényezőket.

2. táblázat. A gáztól való függetlenedést segítő és hátráltató tényezők

Segíti (+)	Hátráltatja (-)
<ul style="list-style-type: none"> • alternatív források (RO, LNG) • hazai termelés, biometán • tároló (biztonság, rugalmasság) • fogyasztó oldali lehetőségek • energiahatékonyság 	<ul style="list-style-type: none"> • alternatív források hiánya (nincs elég LNG, szállítói vezeték kapacitás kiváltani az orosz gázszállítást) • az orosz hosszú távú szerződés rugalmatlan (TOP klauzula) • orosz gázmolekula dominanciája a régióban

Segít a függetlenedésben az alternatív források korábbinál nagyobb mértékű rendelkezésre állása, a hazai termelés jelenléte, a tároló és a biztonsági készlet, amik védelmet nyújtani a rövid távú ellátási zavarok ellen, valamint a gázigény csökkentését szolgáló intézkedések. Akadályt jelent azonban az alternatív források alacsony szintje: nem áll rendelkezésre sem LNG visszagázosító terminálból, sem nem orosz eredetű vezetékű forrásból annyi a régióban, ami ki tudná váltani az orosz gázforrásokat. A biometán és a megújuló hidrogén termelése még gyerekcipőben jár, rövid-

távon elhanyagolható a potenciális hatásuk. Az orosz hosszú távú szerződés, bár stabilitást biztosít a háztartások ellátása számára, azonban ennek az alacsony szintű rugalmasság az ára. A hosszú távú szerződések sajátossága, hogy jellemzően tartalmaznak egy minimum átvételi szintre vonatkozó kötelezettséget, egy ún. take-or-pay klauzult, amely alapján a tényleges felhasználástól függetlenül köteles a vevő kifizetni a szerződött földgázmennyiséget vagy annak egy meghatározott részét. Mindemellett régiós szinten is megkerülhetetlen geopolitikai realitás a molekulárisan orosz eredetű földgáz dominanciája.

Összefoglalás

Összefoglalva elmondható tehát, hogy Magyarország felkészült a rövid távú ellátási zavarok kezelésére, a 2009 óta kiépített új infrastruktúrák, új földgázforrások, a regionálisan magas szintű stratégiai készlet és a hazai termelés jelenléte védőhálót nyújtanak a hazai felhasználók számára a rövid távú ellátási problémák ellen. Jelentős előrehaladás történt az ellátásbiztonság terén az elmúlt évtizedben: diverzifikálódott a forrásportfólió, erősödött a magyar földgázrendszer összekapcsoltsága a környező tagállamokkal, ki-

épültek azok a kétirányú összekötő vezetékek, amiken keresztül egy lokális ellátási zavar esetén a környező tagállamok segítséget tudnak nyújtani Magyarországnak vagy Magyarország nekik. Új ellátási útvonalak épültek ki a hosszú távú szerződés gázmennyiségeinek Magyarországra hozatalára. A magyar kereskedők számára a Krk-i LNG terminálon keresztül hozzáférhetőek a globális LNG-piacok is. A magyar földgázszektor készen áll arra, hogy egy rövid távú, lokális ellátási zavart biztonságosan kezelni tudjon. Tagállami szinten jelentősen javult Magyarország ellátásbiztonsági helyzete. Mivel azonban régiós szinten egész Közép-Kelet-Európa tengerpart nélküli tagállamaira az orosz gázforrások dominanciája jellemző, ezért Magyarország sem képes kivonni magát az egész régiót érintő folyamatok hatása alól. Rövid és középtávon Magyarország számára, ahogy a hozzánk hasonló helyzetben levő tagállamok számára sem, nincs reális alternatívája az orosz eredetű földgázforrásoknak.

Szerző köszönetét fejezi ki Sándor Balázs (főosztályvezető) és Telek Balázs (nemzetközi gázipari elemző) uraknak (MEKH) a cikkhez nyújtott segítségével.

Meg kell erősíteni a magyarországi energiatermelést

Meg kell erősíteni a magyarországi energiatermelést, mert nem mindig lesz elérhető "a csövön keresztül" a gáz és az olaj – hangsúlyozta Palkovics László technológiai és ipari miniszter, aki ennek érdekében az energiaellátást erősítő, hatpontos programot hirdetett.

Palkovics László május 26-án, Zalaegerszegen a „Greentech, Zöld Energia és Fenntarthatóság Szakkiállítás, Konferencia” nyitóelőadásában hangsúlyozta: erősíteni kell az energiaszuverenitást, diverzifikálni kell az energiaellátást, növelni kell a hazai erőforrások szintjét és a megújuló energiaforrások arányát. Szükség van az energiahálózatok optimalizálására, de kiemelt szempont az energia megfizethetősége is.

A miniszter szerint "másfél évvel ezelőttig derűsnek tűnt a világ, volt energia", ma pedig az tűnik a legfontosabb kérdésnek, hogy lehet-e tankolni a benzinkúton és van-e áram a konnektorban. A kormány az új Technológiai és Ipari Minisztérium (TIM) létrehozásával azt is deklarálta, hogy nem adja fel a környezet zöldítésének célját, de válaszokat kell adni a kihívásokkal teli környezetre - jegyezte meg.

Az energetikai kihívások között említette a miniszter, hogy Magyarország nem túl gazdag energiahordozókban, ugyanakkor megjegyezte, hogy a környező országok szinte mindegyikével, minden irányból sikerült átjárhatóvá tenni az energiavezetéseket. Hozzátette, új kérdés lett az olajimport, de "az EU embargókérését nem tudjuk támogatni, mert az országot hosszú időre menedzselhetlenné tenné".

Emlékeztetett rá, hogy a villamosenergia ára 300 százalékkal emelkedett egy év alatt, amire az 1970-es években volt utóljára példa. A társadalom és az ipar is igényli a klímabarát megoldásokat, azonban például az áram tárolásához akkumulátorra van szükség, ennek előállítása ugyanakkor energia- és vízigényes.

Megemlítette, léteznek olyan innovatív technológiák, amelyekkel eddig nem foglalkoztak, mert nem tűntek fontosnak, de a megváltozott környezetben már szükség lehet rájuk. Ilyen-

nek nevezte például a makói palagázmező kitermelését vagy a lezárt zalai olajkutak újraindítását. Gondolnodni kell, hogy miként lehet évi 1,5 milliárd köbméterről 2,5 milliárdra emelni az éves gázkitermelésünket – ismertette Palkovics László.

Az energiapolitikát a klímapolitika szempontrendszere is meghatározza, ennek az ellentmondásnak a megfelelő kezelését vagy feloldását is célul tűzte ki az új minisztérium - mondta, és emlékeztetett rá, hogy a régióban Magyarország foglalta először törvénybe a károsanyag-kibocsátás csökkentését, a karbonsemlegesség elérését.

A miniszter szerint a villamosenergia-hálózat fejlesztésére mostanáig nem fordítottak kellő figyelmet, nincs tárolókapacitása sem az országnak, ma már azonban számolni lehet a hidrogénnel, mint energiatárolóval és zöld módon előállítható energiaforrással, továbbá szükség van a paksi atomerőmű üzemidejének meghosszabbítására is.

Jelezte, hogy környezetbarátá kívánják alakítani a Mátrai Erőművet, ahol 2025-ben leállítanák a lignittel működő blokkokat, de tartaléknak megtartanák. Ezzel együtt hidrogénnel működő erőművet és napelemparkot alakítanának ki. Utóbbi kapcsán megjegyezte azt is, hogy a jövőben a napelemparkok üzemeltetőinek legalább 30 százaléknyi tárolókapacitásról is gondoskodniuk kell.

Az ország energiaszuverenitásának erősítése érdekében mintegy 16 milliárd eurós beruházásra van szüksége az országnak, és ez a forrás "technikailag rendelkezésre áll", az "Európai Unióval zajlanak a tárgyalások, hogy mikor juthatunk hozzá" - jegyezte meg Palkovics László.

Kitért arra is, hogy újból foglalkozni kell a "kritikus energiahordozók és nyersanyagok" magyarországi kitermelésének lehetőségeivel. Eddig a technológia drága volt, nem lett volna versenyképes, de mára ez sok esetben megváltozott, továbbá nagyobb hangsúlyt kell fektetni a hulladékok feldolgozására, mint nyersanyag- és energiaforrásra.

Forrás: MTI

Energiaközösségi kezdeményezések az Európai Unióban

Nemes Csaba

főosztályvezető, nemescs@mekh.hu

Pomázi István

egyetemi magántanár, pomazi.istvan@gmail.com

A szerzők áttekintést adnak az energiapolgárság és energiaközösségek koncepciójának elterjedéséről és a vonatkozó kezdeményezésekről az Európai Unióban. Ezen közösségek különböző formációi hosszabb távon fontos szerepet játszanak az energiaátmenetben és átalakulásban, hozzájárulva az energiabiztonsághoz, a klíma-és megújulóenergia-politikai célok megvalósításához. Az energiademokrácia erősödése és a helyi közösségek tevékeny részvétele a teljes döntéshozatali folyamatban elősegítheti az energiarendszer decentralizációját, és dekarbonizációját, az igazságos átmenetet és a fenntartható fejlődési szempontok hatékonyabb integrációját.

*

The authors give an overview on spreading concept of energy citizenship and energy communities in the European Union. In the long term, different formations of these communities play an important role in energy transition and transformation contributing to the energy security and the implementation of climate and renewable energy policy objectives. Strengthening energy democracy and active participation of local citizens and communities in the whole cycle of decision-making process can foster energy system's decarbonisation, and decentralisation, just transition and more efficient integration of sustainable development considerations.

A kőolaj, földgáz, illetve a villamos energia, mint ún. másodlagos energiahordozó elterjedésével a XX. században a centralizált energiarendszerek fejlődése volt a meghatározó. Egyrészt koncentrált az energiahordozók kitermelése, és a villamosenergia-termelés, másrészt nagy átviteli hálózatokon keresztül jutott/jut el az energia a fogyasztókhoz. A tulajdonosi szerkezet is egyre inkább koncentrált, egyre nagyobb energetikai cégek lettek az egyeduralmúak, amelyek nem igazán engedtek teret sem az egyéni, sem a közösségi kezdeményezéseknek. Az utóbbi évtizedekben egy új energiatermelési és felhasználási forma kezd terjedni, amit összefoglaló névvel „energiaközösségeknek” neveznek. Ez a folyamat leginkább a megújuló energiák egyre bővülő hasznosításának és az infokommunikációs technológiák fejlődésének a segítségével egy decentralizált, a XXI. századot egyre jobban jellemző energiarendszer kialakulása felé vezethet.

A megújuló energiára vonatkozó Európai Unió és hazai célok

Az Európai Unió a 20%-os megújuló részarány elérését tűzte ki célul 2020-ra, ezen belül 13%-os megújulóenergia-részarány volt kötelező Magyarország számára a 2020. évi teljes bruttó energiafogyasztásban. Ezt a célt az ország teljesítette, a 2020. évre vonatkozó megújulóenergia-részarány 13,85% volt. A 2020-as megújuló célérték EU szinten is teljesült, a tényleges részarány 22,1% lett. A 2020-as megújuló energiaforrások felhasználásában a fűtésnek volt a döntő szerepe (71%), a villamosenergia-termelés hozzájárulása

17%, a közlekedésé 12% volt. A felhasznált megújuló energiaforrások típusát tekintve kiemelkedő a biomassa (68%), azon belül is a lakossági tűzifa (49%) szerepe. Az elmúlt évek jellemző tendenciája, hogy a fűtésben felhasznált megújuló energiaforrások csökkentek, a villamosenergia-termelésben felhasználtak növekedtek. A tendencia egyik oldalról főként a tűzifa földgázhoz képesti relatív drágulásával, másik oldalról a napelemek terjedésével magyarázható. 2030-ra már nincsen kötelező nemzeti vállalás, helyette EU-szinten 32%-os megújulóenergia-részarány elérése a jelenlegi hivatalos cél. Ugyanakkor a tagállamok megújuló részaránya nem csökkenhet a 2020-as kötelező arány (Magyarország esetében 13%) alá. A tagállamok saját önkéntes vállalásukkal járulnak hozzá a közös célhoz. Magyarország legalább 21%-os megújuló részarányt vállalt. Az Európai Bizottság 2021 nyarán bemutatott ún. „FIT for 55” javaslatcsomagja már EU szinten 40%-os megújuló részarányt irányoz elő 2030-ra, sőt egyes módosítások már 45%-ról szólnak. Még nem ismert, hogy a javaslatcsomag elfogadása esetén a vállalt magyar részarány mennyivel növekedne, ha „arányosan” az előző időszakhoz mérten, akkor a 21% akár 26% is lehetne.¹

Energiaátmenet és az energiaközösségek

A fent bemutatott célok, kötelezettségek, óriási kihívás elé állítják nemcsak Magyarországot, hanem az összes tagállamot. A dekarbonizációs kihívások és az egyre újabb technikai lehetőségek és új társadalmi igények miatt is, az utóbbi időben egyre gyorsabban fejlődnek a különböző energiaközösségi megközelítések és gyakorlatok, amelyek a következő években, évtizedekben fontos eszközei lehetnek a zöld energiaátmenet tagállami megoldásainak.

Egyre több tudományos és szakpolitikai vita zajlik az állampolgárok energiaátmenetekben való részvételével kapcsolatban, és az olyan fogalmak terjedése kapcsán, mint az „energiademokrácia” és az „energiapolgárság”. Ezen fogalmak szorosan összefüggenek az energetika környezetileg fenntartható irányba történő átállásával, és a megújuló energián alapuló decentralizált energiarendszerek elterjedésével, valamint az ún. helyi energiatalajdonlás növekedésével. Előbbi két fogalom párhuzamosan létezik, és néha szinonimákként is használják, de érdemes egyértelmű különbséget tenni közöttük.

Az energiapolgárság (energy citizenship, ENCI) általában a viselkedés változását és az egyének energiarendszerekben való részvételének módjait hangsúlyozza, ezáltal gyakran az egyénekre, mint a változás ügynökeire (agents of change) összpontosítanak. Ezzel szemben az energiademokrácia (energy democracy) a részvételi kormányzás új formáinak intézményesítését emeli ki, így módon a változás központi szereplőivé a közösségeket teszi [1].

¹ Az Európai Bizottság 2022. május 18-n bemutatott „REPowerEU Plan” szerint a 45% arány meghatározása során a jelenlegi szintről 2025-re 320 GW új PV kapacitás telepítést ír elő, ami a jelenlegi majdnem duplája és ez 2030-ra elérné a 600 GW-ot, és egyes épülettípusokra kötelezően fel kellene szerelni napeleket.

Az utóbbi inkább a közösségi tulajdoni struktúrák a globális energiaátmenet és a villamosenergia-rendszerek decentralizációja összefüggésében az energiával kapcsolatos vagyonelemek kollektív tulajdonlását és kezelését jelenti. A költségmegosztás révén a közösségi tulajdonlasi modellek lehetővé teszik az egyéni résztvevők számára, hogy alacsonyabb befektetések révén birtokoljanak saját eszközöket.

A közösségi tulajdonon alapuló üzleti modellek innovatív jellege a közösségi-résztvevői szerepében rejlik, amely túlmutat a megújuló energiatermelésen. Manapság a közösségi tulajdon modellek lefedik a teljes energiaértékláncot: lokalizált termelést tudnak biztosítani a villamosenergia-, hő- és energiával kapcsolatos szolgáltatásokhoz (pl. tárolás, elektromos járművek töltése, energia-kereskedelem a környező közösségekkel); lehetővé teszik a hatékony energiafelhasználást; és rugalmasságot biztosítanak a teljes villamosenergia-rendszerben [2].

A polgári kezdeményezésű decentralizációs energiaszervezetek előmozdítása előtt álló korlátokat, azaz az ún. alternatív állampolgári energiaminták fejlesztése és elterjedése előtt álló versenykorlátok eltörlését, az egyenlő versenyfeltételek megteremtése jelenthetné az energiapiaci döntésekben [3]. A „közösség” és az „energia” eleve többjelentésű és képlékeny fogalmak. Ez, és a sokféle útkeresés definíciók zavarhoz és kétértelműséghez is vezetett. Az utóbbi években lendületet kapott a közösségi energia, az energiaközösségek fogalma, és a kapcsolódó egyéb fogalmak tudományos és politikai értelmezése. Bauwens et al. kulcsszavak hálózati elemzésével több, mint 400 tudományos cikk alapján 183 meghatározását tárták fel az energiával kapcsolatos közösségi koncepcióknak. Ennek alapján azt a következtetést vonták le, hogy a fogalmak sokfélesége ellenére a közösségi energia és energiaközösség fogalmak uralják a szakirodalmat. Ezenkívül azt is megállapították, hogy elmozdulás történik „a közösség folyamatszerű” értelmezésétől, a nagyobb hangsúlyt kapó „a közösség, mint hely” értelmezésig [4].

A közösségi energia megjelenése nemcsak a fosszilis tüzelőanyagokon alapuló centralizált energiatermelés uralkodó társadalmi-technikai rendszerét állítja kihívás elé azáltal, hogy a decentralizált nap- vagy szélerenergia-termelésre összpontosít, hanem az alternatív üzleti modellek és szervezeti formák bevezetésével, mint például az energiaszövetkezetek² (energy cooperatives), egyaránt kihívás elé állítja a létező politikai és gazdasági struktúrákat. Ezek az ún. átalakulási innovációs mozgalmak (transformative innovation movements) részének tekinthetők, és hozzájárulnak a fenntarthatósági átmenetekhez azzal, hogy meg akarják változtatni vagy felváltani az uralkodó intézményeket és struktúrákat [5].

Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiarendszerekre való átállás nem támaszkodhat kizárólag a technológiai innovációra, hanem ehhez társadalmi innováció is szükséges. Az energiaátmenet összefüggésében a társadalmi innováció úgy határozható meg, mint egy olyan innováció, amely eszközeiben társadalmi, és hozzájárul az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiára való átálláshoz, a civil társadalom megerősödéséhez és a közösségek általános jóllétével kapcsolatos társadalmi célok eléréséhez [6].

A társadalmi innováció az energiaszektorban olyan innovációnak tekinthető, amely eszközeit vagy módszereit tekintve társadalmi jellegű, és döntéshozatali szempontból gyakran alulról felfelé, nem pedig felülről lefelé haladva jelenik meg. Ez elősegíti a tevékeny polgári szerepvállalást, a kapcsolatokat és együttműködések

javítását, miközben előmozdítja az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiára való átállást általában helyi vagy regionális léptékben, a helyi kulturális sajátosságok, társadalmi igények vagy célok figyelembevételével, ugyanakkor a társadalom általános jóllétére törekszik annak megvalósítása során [7].

A közösségi energetikai kezdeményezések új lehetőségeket kínálnak a polgárok számára – az energiaügyekben aktívan részvételre, és egyben elterjedtségük mértékétől függően átalakíthatják az energiarendszert. Az Európai Bizottság „Tiszta energiát minden európainak” csomagja megerősíti, hogy a termelő-fogyasztók (prosumerek) és közösségi formák kiemelkedő szerepet fognak játszani a jövő energiarendszerében. Az EU jogszabályi kerete hivatalosan elismeri és meghatározza a közösségi energia egyes típusait „megújuló energiaközösségekként” (renewable energy communities, REC) és „polgári energiaközösségekként” (citizen energy communities, CEC)³.

Támogató energiapolitikai keretek

Az EU „Tiszta Energia Csomagja” elismeri a polgárok és a megújuló energiával foglalkozó közösségeket és megalapozta a megfelelő jogszabályi kereteket. A nemzeti jogba való átültetése elengedhetetlen, de kötelező is, az energiaközösségek sikeres fejlődéséhez. A nemzeti energia- és éghajlatpolitikai terveik kidolgozásakor a tagállamoknak konkrét intézkedéseket kellett meghatározniuk a polgárok és a megújuló energia közösségek számára a felülvizsgált belső villamosenergia-piaci irányelv, valamint a megújuló energiaforrásokról szóló felülvizsgált irányelv előírásai szerint.

A közösségi energiaprojektek terjednek, az ösztönzőket biztosító megújuló energia támogatási rendszereknek és a tudatos fellépéseknek köszönhetően. Hosszú távú fenntarthatóságuk az innovatív finanszírozási és megtérülési rendszerek, intelligens technológiák, nemzeti szabályozási támogatás felé vezető életképes üzleti modellek kidolgozásától, valamint szélesebb társadalmi elfogadottságtól és az állampolgári részvétel mértékétől függ.

Általában igaz, hogy az energiaközösségekben való részvétel mindenképpen önkéntes és nyitott, tagjai vagy részvényesei lehetnek természetes személyek, KKV-k vagy helyi hatóságok (ideértve az önkormányzatokat is) [8]. Az energiaközösségek elsődleges célja nem a pénzügyi haszonszerzés, hanem hogy a polgárok tagjai/részvényesei lehessenek, valamint a helyi közösség számára környezeti, gazdasági és szociális előnyöket biztosítson. elősegítve a fenntarthatóságot. Annak érdekében, hogy a többi piaci szereplővel egyenlő feltételek mellett versenyezzenek, a piaci alapú támogatási rendszerekben, például árveréseken és pályázatokon való részvétel eljárásai egyszerűsítendőek, a helyi közösségi hasznok kritériumainak a figyelembevételével együtt [9].

Az energiaszegénység társadalmi innovációs megközelítése

Az energiaközösségek társadalmi innovációs potenciálja abban is rejlik, hogy képes a fogyasztókat jövedelmüktől és tőkéhez való hozzáférésüktől függetlenül integrálni, biztosítva, hogy a decentralizáció előnyeit azokkal is megosszák, akik nem tudnak abban részt venni.

Ezzel párhuzamosan az előbbi folyamatok erősítése mellett innovatív szociálpolitikára és szabályozási struktúrákra van szükség annak érdekében, hogy kezelni lehessen a potenciálisan regresszív hatásokat. Ezek akkor jelentkezhetnek, ha egyes társadalmi

² Ezekről később írunk.

³ Később visszatérünk a REC, CEC szerepére.

csoportokat károsíthatja az, hogy nincs lehetőségük közösségi projektekbe fektetni, miközben részt kell venniük a szakpolitikai támogatás és a hálózati díjak emelt költségű terheinek a viselésében.

Nemzetközi, EU-szintű gyakorlatok és tapasztalatok összegyűjtésével érdemes felmérni az energiaközösségekben rejlő potenciált az energiaszegénység csökkentésében is, beleértve a társadalmilag kiszolgáltatott csoportoknak az elosztott termelésben és közösségekben való részvételéhez kapcsolódó akadályok csökkentését [9].

Kétségtelen tendencia, hogy a jelenlegi energetikai átállás a megújuló energiaforrások felhasználásán keresztül történő széndioxid kibocsátás elkerülésére és mérséklésére fókuszál. Ugyanakkor egyértelmű, hogy miközben még a jelenleg is drága megújuló technológiák fejlesztése a trend, a 2019-ben elfogadott Európai Zöld Megállapodás biztosítani kívánja, hogy a zöld átmenetnek se az egyének, se pedig az egyes térségek ne legyenek a vesztesei. Az Európai Bizottság 2021. december 14-én tette közzé a tanácsi ajánlásra vonatkozó javaslatát, amelynek kidolgozására már a „Fit for 55” javaslatcsomag megjelenésekor ígéretet tettek, amelyben szintén fontos elem az ún. igazságos átmenet, amelyben leginkább azon régiók kompenzációja szerepel, ahol a dekarbonizációs fejlesztések munkahelyeket szüntetnek meg fokozva az energiaszegénységet is.

Az energiaközösségek gyakorlatának és a vonatkozó szabályoknak is úgy kell változniuk, hogy támogassák az energiaszegénység csökkentésére vonatkozó erőfeszítéseket. Az energiaszegénység kezelésével kapcsolatban egy friss összefoglaló tanulmány a következő szempontokat veti fel: vizsgálni kell az eltérő energiaigényű csoportokat (pl. idősek vagy fogyatékkal élők); a költségek és terhek elosztására vonatkozó döntésekkel kapcsolatos eljárást; a globális igazságosság kérdéseit az energiaelosztás területén; a helyreállító igazságszolgáltatás lehetőségeit a már megtörtént energetikai igazságtalanságok enyhítésére. Jelenleg még nem a gyakorlat részei azok a közösségi megoldások és társadalmi-gazdasági innovációk, amelyek válaszolhatnak az előbbi kérdésekre [10].

Energiarendszer szempontú megközelítés

Az energiaközösségek számos előnnyel járhatnak az energiarendszerekben. Támogathatják a rendszerműködést azáltal, hogy helyi rugalmassági szolgáltatásokat nyújtanak, és csökkenthetik a hagyományos hálózati kiegyenlítő mechanizmusok leterheltségét. Egyes becslések szerint 2030-ra az energetikai közösségek birtokolhatják a beépített szélenergiakapacitás 17%-át és a napenergia 21%-át. 2050-re várhatóan az EU háztartásainak csaknem fele fog megújuló energiát termelni [11]. Ezen háztartások nagyobbik része lesz/lehet majd energiaközösség tagja. Az energiaközösségek nagyrészt kapcsolatban maradnak az energiarendszerrel, még abban az esetben is, ha önálló szigetüzemre is alkalmasak lennének. Értékelve az előrejelzéseket a rendszerirányítók és a hálózati engedélyesek is egyre komolyabban veszik a közösségi energiatermelési folyamatot. Nagyon valószínű, hogy a magas szintű szabályozáson, és a működtetés rendjét adó szabályzatokon is több ponton változtatni kell. Egy ilyen szabályozási folyamatot segíthetik az ún. szabályozási tesztkörnyezet gyakorlatok. Az energetikában a 2010-es években jelent meg a szabályozási tesztkörnyezet intézménye. Kísérleti, úttörő projektek továbbfejlesztéseként, mára már jó néhány európai országban alkalmazzák országonként eltérő

kiterjedtségben. A már működő modellek alapján a szabályozási tesztkörnyezet kialakítása során számos kérdést alaposan körbe kell járni, hogy a kialakított jogi környezet valóban segíteni tudja az innovációt. A szabályozási tesztkörnyezet létjogosultsága a legtöbb esetben az, hogy a hatályos jogi környezetben valamilyen okból nem valósítható meg teljesen a projektötlet. Így a leggyakoribb elvárás a piac részéről, hogy meghatározott szabályok alkalmazása alól eltérést, kivételt biztosítsanak [12]. A szabályozási tesztkörnyezet, azaz a „regulatory sandbox”⁴ a pénzügyi piacok gyakorlatából került át az energiaszektorba, hogy a gyorsan változó műszaki környezetben olyan eszköz lehessen a szabályozók kezében, amelynek segítségével lépést tarthatnak a változásokkal úgy, hogy közben támogatják az innovációt is.

Az energiaközösségek és az energiapolgárság

Bár az energiaközösségek erős innovációs potenciállal rendelkeznek, az energetikai átmenetbe való hozzájárulásukat még nem ismerik teljes mértékben EU-szerte sem. További kutatásra, fejlesztésre van szükség az energiaközösségi potenciál helyi, regionális és tagállami szintű tisztázásához, számszerűsítéséhez, valamint gazdasági, környezeti és társadalmi hatásai elemzéséhez.

Az állampolgári energiaközösségek tagsági struktúrájuk, irányítási követelményeik és céljuk miatt (a cél a tagok vagy a helyi közösség számára nyújtott szolgáltatások/előnyök – nem a nyereség) – új típusú entitást alkotnak. Hasonlóképpen a fent említett REC-k is egy új típusú entitást alkotnak, amely megkülönböztethető a többi piaci szereplőtől többek között méretük és tulajdonosi szerkezetük alapján. Mind a CEC-k, mind a REC-ek elsődleges célja, hogy pénzügyi haszon helyett környezeti, gazdasági vagy társadalmi közösségi előnyöket biztosítsanak tagjainak vagy a helyi területeknek, ahol működnek. Mindkét definíció hangsúlyozza a részvételt és a hatékony ellenőrzést a polgárok, a helyi hatóságok és azon kisebb vállalkozások részéről, amelyek elsődleges gazdasági tevékenysége nem az energiaszektor.

A CEC és a REC definíciók közötti különbségek szintén segítenek megmagyarázni a két definíció közötti általános kapcsolatot: nevezetesen, hogy a REC-k általában a CEC részhalmazának vagy altípusának tekinthetők [13]. „Az energiapolgárság a polgári szerepvállalás azon formáit jelenti, amelyek egy fenntarthatóbb és demokratikusabb energiarendszer kialakításához kapcsolódnak. Az energiapolgárság a megnyilvánuló formái mellett számos látnens formát is magában foglal: ez egy olyan ideál, amely különböző mértékben megélhető és megvalósítható, a különböző keretfeltételek és felhatalmazási állapotok szerint” [14].

Sokaknak még szakmai körökben is új fogalomnak tűnik, de már több, mint negyven éve ismert az előbbieken már említett „prosumer” fogalma, amit Alvin Toffler⁵ vezetett be „The Third Wave” című 1980-ban megjelent könyvében, aki szerint a fogyasztó az ipari korszak jelensége. Toffler azt állította, ahogy a társadalom a posztindusztriális korszak felé halad, a tisztán fogyasztók száma csökken. Később ezeket váltják fel a termelő-fogyasztók, akik saját maguk számára állítanak elő árukat és szolgáltatásokat [15]. Ugyanakkor tisztában kell lenni azzal, hogy nem alábecsü-

⁴ A „sandbox” mint megoldás az informatika találmánya, egy olyan elkülönített tesztkörnyezetet jelent, amelyben az éles rendszerek módosításának veszélye nélkül lehet az új megoldásokat kipróbálni. A szabályozással kapcsolatos sandbox-megoldásokat alkalmazzák a pénzügyi, telekommunikációs és orvosi szektorban is

⁵ Toffler, Alvin (1980), The Third Wave, William Morrow. Magyarul megjelent: A harmadik hullám. Typotext, 2001.

lendők azon szereplők, amelyek gátolják a termelő-fogyasztást. A fenyegetett érdekcsoportok (lobbik) a jogszabályok bebetonozásával akadályozzák, hogy az emberek maguk állítsanak elő bizonyos árukat és szolgáltatásokat [16].

Campos-Marin-Gonzalez 46 európai prosumer kezdeményezés áttekintése alapján megállapítják, hogy a közösen fellépő prosumerek (termelő-fogyasztók) befolyásolhatják az energetikai átmenet pályáit, és erős változást előidézőjeként léphetnek fel egy decentralizáltabb, demokratikusabb, inkluzívabb, igazságosabb és fenntarthatóbb energiamodell felé irányuló szerkezetváltásban. Az aktív „energetikai polgárok” közösen létrehozhatnak egy új, társadalmilag értékes energiamodellt, amelynek célja az energiapiac gyökeres megváltoztatása, etikusabb gazdasági és pénzügyi rendszerre törekedve, olyan új termelési és fogyasztási kultúrát hozva létre, amelynek középpontjában az emberek szükségleteire való reagálás áll a gazdasági és környezeti fenntarthatóság biztosítása mellett [17].

PED, PEN, ZED, ZEN és társaik

Egy 2021-ben végzett összefoglaló kutatás szerint az EU 2018-ban elindított „Pozitív energetikai körzetek és városrészek a fenntartható városfejlesztésért” a Stratégiai Energiatechnológiai (SET) Terv 3.2 „Intelligens városok és közösségek” akció keretében program gyorsította fel nemcsak az energiaközösségi fogalmak tisztázását, de konkrét fejlesztési projekteket is eredményezett. A program célja a tervezés, fejlesztés támogatása és 100 pozitív energiakörzet (PED) létrehozása 2025-ig.

Brozovsky et al. az ún. klímabarát közösséget (Climate Friendly Neighbourhood, CFN) gyűjtőfogalomként használták, hogy a különböző elnevezésű, de hasonló célzatú, és eszközű programok, és projektek egy fogalmi ernyő alatt elférjenek. Az egy évvel ezelőtt befejezett összegzés során az ún. zéró kibocsátású közösség (Zero Emission Neighbourhood, ZEN) volt a leggyakrabban használt CFN fogalom, ezt követték a pozitív energiakörzetek (Positive Energy Districts, PED) vagy pozitív energia közösség (Positive Energy Neighbourhoods, PEN), valamint az alacsony szén-dioxid-kibocsátású körzetek (Low Carbon Districts, LCD) és a nulla kibocsátású energiakörzetek (Zero Emission Districts, ZED), de találtak ún. nettó nulla energiaközösséget (Net Zero Energy Neighbourhood, NZEN) és nettó zéró energiakörzetet (Net Zero Energy District, NZED). Az előbbieken felül, találtak még három tucat az előbbiekhöz hasonló üzenetű, de eltérő elnevezésű projektet [18].

A PED az Urban Europe meghatározása szerint: „A pozitív energiakörzetek energiahatékony és energiarugalmas olyan városi területek vagy összefüggő épületek csoportjai, amelyeknek nettó nulla üvegházhatásúgáz-kibocsátásuk van, aktívan kezelik az éves helyi vagy regionális megújuló energiából származó többletermelést. A PED-ek működése megköveteli a különböző rendszerek és infrastruktúrák integrációját, valamint az épületek, a felhasználók és a regionális energia-, mobilitási és IKT rendszerek közötti interakciót, miközben mindenki számára biztosítják az energiaellátást és a jó életet a társadalmi, gazdasági és környezeti fenntarthatósággal összhangban” [19]. A pozitív energiakörzetek lehetnek majd azon tesztelési területek, ahol az energiaátmenet, az átalakulás összekapcsolt társadalmi, technológiai és irányítási innováción keresztül valósul meg [20]. Egyre több tapasztalat van. A közelmúltban nulla energia körzetekről (ZED) vagy pozitív energiakörzetekről (PED) részletes elemzést tett közzé az Európai Bizottság Közös Kutatási Központja [21].

A PED-konceptió fessegeti a jelenlegi európai építési szabályozásokat is, céljaiban, eszközeiben ezeken túlmutatónak tűnik, határozott strukturális, társadalmi, gazdasági és technológiai változásokat hozhat el. Vannak ún. „világítótorony” (minta) projektek (pl. Groningen, Hollandia és Oulu, Finnország), illetve vannak ún. követő projektek (pl. Bassano del Grappa, Olaszország; Kadiköy, Törökország; León, Spanyolország; Lublin, Lengyelország; Trenčsén, Szlovákia és Vidin, Bulgária) [21].

Egy portugál példa a pozitív energiakörzet kialakítására

A Pozitív Energiakörzet (PED) koncepciója kulcsfontosságú a városok számára az energiarendszer szénszemlegesség felé történő átalakításában. A PED-ekkel kapcsolatos tanulmányok és a gyakorlati tapasztalatok többsége új építésű körzeteken alapulnak, ahol az innovatív megoldások tervezése és integrálása költség-hatékonyabb és kevésbé bonyolult. Az Európai Unió 2050-ig tartó szén-dioxid-semleges ambíciójának elérése érdekében azonban elengedhetetlen a már lakott városrészek átalakítása, beleértve a történelmi városrészeket is, amelyek közös kihívásokat jelentenek az európai városokban, mint például a leromlott állapotú lakások, alacsony jövedelmű családok és a hatalmas turisztikai áramlások miatti dzsentifikációs folyamatok.

Gouveia, JP et al. tanulmányukban azt mutatják be, hogy a PED-modell miként nyújthat lehetőséget a történelmi városrészek számára kibocsátásuk csökkentése és az energiaszegénység mérséklése érdekében. Lisszabon Alfama nevű történelmi negyedét esettanulmányként használják fel a háztartási energia megújítási intézkedések és a napelemes termelés potenciáljának bemutatására [22]. Az épületek korszerűsítése miatti éves energiaszükséglet csökkenés 84%, illetve 19%-os a térfűtés és hűtés esetében, míg a PV-technológiák integrálása a tetőkre és ablakokra 60 GWh/év energiát is termelhetnek. A kerületi léptékben a PED koncepció e két összetevője 60 millió euró és 81 millió euró közötti beruházást igényelhet a háztetők PV-technológiáitól függően, amely különösen érzékeny szempont történelmi kerületekben.

Ellentétben más, az energiaszegénység leküzdésére szolgáló mechanizmusokkal, mint például a szociális tarifák, olyan strukturális intézkedések elfogadása, mint az épületek energiahatékonyágának korszerűsítése és a megújuló energiaforrások integrációja hozzájárul az energiaszegénység problémájának tartamos megoldásához, amely télen és nyáron egyaránt jelentős mértékű. A szükséges beruházások olyan innovatív pénzügyi rendszert követelnek meg, amely nemcsak az épületek tulajdonosait, hanem a bérlőket is támogatja, mivel ezek az energiaszegénység által leginkább kiszolgáltatottak közé tartoznak. Ugyanakkor ennek a beruházásnak a társadalmi hasznai az egészségügyi rendszerre, a levegőminőségre, az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességre, a munka termelékenységére és a társadalmi integrációra felbecsülhetetlen értékű lenne.

Energiaszövetkezetek

Az előbbieken említett PED, ZED stb. energiaközösségi alakulatok természetes működési formája lehet az energiaszövetkezet. A Nemzetközi Szövetkezeti Szövetség (International Cooperative Alliance, ICA) szerint a szövetkezet „személyek autonóm egyesülete, akik önként egyesülnek, hogy közös tulajdonú és demokratikusan ellenőrzött vállalkozáson keresztül elégtételt ki közös gazdasági, társadalmi és kulturális szükségleteiket és törekvéseiket” [23].

A REScoop EU a polgári energiaszövetkezetek európai szövetsége, amely 2022. elején 1900 szövetkezetet tömörített, és több mint 1,25 millió polgárt képviselt [24].

Tekintettel a helyi megújuló energiaszövetkezetek (Local Renewable Energy Cooperatives, LREC) figyelemreméltó sikerére, érdemes nyomon követni, hogy ezen szövetkezetek irányítása milyen szerepet játszik az energiaátállás elősegítésében. A hollandiai Limburg tartományban készült felmérés és mélyreható, félig strukturált interjúk alapján Wagemans et al. az LREC-ek öt különböző szerepkörét határozták meg az energiaátállás elősegítésében. Ezek a jelzett szerepek a következők: a nyilvánosság mozgósítása; közvetítés a kormány és a polgárok között; kontextus-specifikus tudás és szakértelem biztosítása; elfogadott változtatás kezdeményezése; és a fenntarthatóság integrációjának felajánlása [25].

Egy másik felmérésben vizsgált országok (Ausztria, Dánia, Egyesült Királyság és Németország) esetében Wierling, A. et al. statisztikai adatbázisok elemzésével igazolták az energiaszövetkezetek fontosságát a megújuló energiarendszerekre való átállásban. Egyik fontos megállapításuk, hogy az energiaszövetkezetek számának történelmi alakulása egybeesik az egyes országokban a támogatási rendszerek alakulásával. Ebből egyértelműen lehet következtetni arra, hogy az energiaszövetkezetek sikeres alapításának és működésének egyik legfontosabb tényezője a pénzügyi támogatási konstrukciók stabilitása. Különösen a garantált átvételi tarifák bizonyultak a leghatékonyabbnak. A támogatási rendszerek megszüntetése minden vizsgált országban jelentős visszaesést (vagy legalábbis lassulást) okozott az új energiaszövetkezetek alapításában. A statisztikai adatok azt mutatják, milyen drasztikusak ezek a fejlemények. A csúcsidezőszakban több mint 900 energiaszövetkezetet számláló Dánia időközben elvesztette az energiaszövetkezetek 88%-át [26].

Az energiaszövetkezetek fontos szereplői a megújuló energia előállításának és terjesztésének közösségi energia összefüggésben. Helyi beágyazottságuk és a megújuló energia közös tulajdonlása elősegíti az egyének részvételét az energiaátmenetben. Ez a részvétel gyakran előnyös gazdasági és politikai következményekkel jár a szövetkezeti tagok és az önkormányzatok számára, és ezáltal fokozhatja a megújuló energia elfogadottságát.

Schmid et al. arra mutattak rá, hogy a svájci és német energiaszövetkezetek erősen összefonódnak a helyi önkormányzati szereplőkkel. Az, hogy az energiaszövetkezetek milyen szerepet töltenek be az energiairányítási megállapodásokban, szélesebb politikai keretfeltételektől függenek, például a közvetlen demokratikus intézmények meglététől [27]. A következő évtized döntő lesz azzal a kérdéssel kapcsolatban, hogy a közösségi energia egy új és befolyásos gazdasági-társadalmi-technológiai konfigurációvá fog-e fejlődni, és hogy más társadalmi érdekeltelk elkezdnek-e olyan tanulási folyamatot, amely újraelosztást eredményezhet szerepekről és felelősségekről. Ennek ellenére vannak technológiai és társadalmi kihívások, ilyen például az energiatárolás integrálása a jelenlegi javarészt centralizált energiarendszerbe, amely társadalmi-technikai innovációt igényel.

Mivel a megújuló energiaforrások a hagyományos rezsimek szereplői számára is nagy üzletté váltak, ez további kihívásokat jelent a helyi közösségek számára. Az energiaátmenet nem csak a technológiai átmenetokről szól, hanem egy olyan új gazdaság felé való átállásról is, amely igazságosabb, befogadóbb, demokratikusabb és fenntarthatóbb. Az aktív polgárok és közösségek megjelenése

mellett olyan új kihívások is vannak, mint a klímaváltozással és az energiaátállással szembeni populista ellenállás [28].

Konklúzió

A dekarbonizációs kihívások és az egyre újabb technikai lehetőségek és új társadalmi igények miatt is, az utóbbi időben egyre gyorsabban fejlődnek a különböző energiaközösségi megközelítések és gyakorlatok, amelyek a következő években, évtizedekben egyik fontos eszközei lehetnek a zöld energiaátmenet tagállami megoldásainak. A közösségi energia nemcsak a fosszilis tüzelőanyagokon alapuló centralizált energiatermelés domináns társadalmi-technikai rendszerét állítja kihívás elé azáltal, hogy a decentralizált nap- vagy szélenergia-termelésre összpontosít, hanem az alternatív üzleti modellek és szervezeti formák bevezetésével, mint például az energiaszövetkezetek, egyaránt kihívást jelent a létező politikai és gazdasági struktúrák számára.

A közösségi energetikai kezdeményezések új lehetőségeket kínálnak a polgárok számára az energiaügyekben való tevékeny részvételre, és egyben elterjedtségük mértékétől függően átalakíthatják az energiarendszert.

Az energiaközösségek elsődleges célja nem a pénzügyi haszonszerzés, hanem hogy a polgárok tagjai/résztvényesei lehessenek, valamint a helyi közösség számára környezeti, gazdasági és szociális előnyöket biztosítson.

Az energiaközösségek gyakorlatának és a vonatkozó szabályoknak is úgy kell változniuk, hogy támogassák az energiaszegénység csökkentésére vonatkozó erőfeszítéseket.

A sokszínű, de hasonló megoldásokat követő energiakörzetek, mint pl. pozitív energiakörzetek vagy a nulla kibocsátású körzetek és társai lehetnek majd azon tesztelési területek, ahol az energiaátmenet, az átalakulás összekapcsolt társadalmi, technológiai és irányítási innováción keresztül valósul meg.

PED, ZED és hasonló energiaközösségi alakulatok természetes működési formája lehet az energiaszövetkezet, amely olyan személyek autonóm szerveződése, akik önként egyesülnek, hogy közös tulajdonú és demokratikusan ellenőrzött vállalkozáson keresztül elégítsék ki közös gazdasági, társadalmi és kulturális szükségleteiket és törekvéseiket.

Zárszó

A magyar szabályozás is megteremtette az energiaközösségek létrejöttének kereteit. Az elmúlt években tucatnyi kísérleti kezdeményezés indult el állami támogatás felhasználásával, hogy kitapossa az utat és megszüntesse az akadályokat a hazai energiaközösségek fejlődése előtt. Ez nem egy-két éves folyamat, de az évtized végére már színesebb, és önállóbb lehet hazánk energetikai rendszere előbbiek sikere nyomán.

Irodalom

- [1] Wahlund, M.-Palm, J. (2022): The role of energy democracy and energy citizenship for participatory energy transitions: A comprehensive review. *Energy Research & Social Science* 87 (2022), 102482, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102482>
- [2] IRENA (2020): Innovation landscape brief: Community-ownership models. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
- [3] McGovern, G.-Klenke, T. (2018): A Process Approach to Mainstreaming Civic Energy. *Energies* 11(11):2914 DOI:10.3390/en11112914
- [4] Bauwens, T. et al. (2022): Conceptualizing community in energy systems: A systematic review of 183 definitions. *Renew-*

- able and Sustainable Energy Reviews 156(March 2022):111999 DOI:10.1016/j.rser.2021.111999
- [5] Avelino, F. et al. (2019): How Transformative Innovation Movements Contribute to Transitions. https://www.socialinnovationatlas.net/fileadmin/PDF/volume-2/01_SI-Landscape_Global_Trends/01_15_How-Transformative-Innovation-Movements_Avelino-Monticelli-Wittmayer.pdf
- [6] Hoppe, T.- de Vries, G. (2018): Social Innovation and the Energy Transition. Sustainability 2019, 11, 141. <https://doi.org/10.3390/su11010141>
- [7] Mikkonen, I., Gynther, L., Matschoss, K., Koukoufakis, G., Murauskaitė-Bull, I. and Uihlein, (2020): A., Social innovations for the energy transition, EUR 30446 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-25283-2 (online), doi:10.2760/555111 (online), JRC122289.
- [8] Horváth, P.J., (2021). A közösségi energiatermelés szerepe a jövő energiarendszereiben. Kultúratudományi Szemle,3(3), 26–43. <https://doi.org/10.15170/KSZ.2021.03.03.02>
- [9] Joint Research Center (2020): Energy communities: an overview of energy and social innovation https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC119433/energy_communities_report_final.pdf
- [10] Adam X.Hearn; Annika SohrePaulBurger, (2021): Innovative but unjust? Analysing the opportunities and justice issues within positive energy districts in Europe. Energy Research & Social Science Volume 78, August 2021, 102127. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629621002206>
- [11] Kampman, B et al. (2016): The potential of energy citizens in the European Union. Delft https://www.foeeurope.org/sites/default/files/renewable_energy/2016/ce-delft-the-potential-of-energy-citizens-eu.pdf.
- [12] Pék, Z. (2022). Szabályozási tesztkörnyezet az energetikában: innováció és szabályozás. Közgazdasági Szemle LXIX. évf. május, 625-642.
- [13] Roberts, J.-Frieden-d’Herbemont (2019): Energy Community Definitions. <https://www.compile-project.eu/downloads/>
- [14] EnergyPROSPECTS (2021): Conceptual framework energy citizenship Technical Report • November 2021 p.64. Project: EnergyPROSPECTS (PROactive Strategies and Policies for Energy Citizenship Transformation) https://www.researchgate.net/publication/356260339_Conceptual_framework_energy_citizenship
- [15] Toffler, Alvin (1980): The Third Wave, William Morrow. Magyarul megjelent: A harmadik hullám. Typotext, 2001.
- [16] Philip Kotler (1986): The Prosumer Movement: a New Challenge For Marketers, in NA - Advances in Consumer Research Volume 13, eds. Richard J. Lutz, Provo, UT: Association for Consumer Research, Pages: 510-513.
- [17] Campos, I.- Marín-Gonzalez, E. (2020): People in transitions: Energy citizenship, prosumerism and social movements in Europe. Energy Research & Social Science 69:101718 DOI:10.1016/j.erss.2020.101718
- [18] Brozovsky, J Gustavsen, A.; Gaitani, N. (2021): Zero emission neighbourhoods and positive energy districts – Astate-of-the-art review Sustainable Cities and Society 72 (2021) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721002973>
- [19] Urban Europe (2018): Positive Energy Districts (PED) (<https://jpi-urbaneurope.eu/ped/>)
- [20] Olivadese, R. et al. (2020): Towards Energy Citizenship for a Just and Inclusive Transition: Lessons Learned on Collaborative Approach of Positive Energy Districts from the EU Horizon2020 Smart Cities and Communities Projects. Proceedings 2020, 65(1), 20; <https://doi.org/10.3390/proceedings2020065020>
- [21] Shnapp, S., Paci, D. and Bertoldi, P.,(2020): Enabling Positive Energy Districts across Europe: energy efficiency couples renewable energy, EUR 30325 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-21043-6, doi:10.2760/452028, JRC121405.
- [22] Gouveia JP, Seixas J, Palma P, Duarte H, Luz H and Cavadini GB (2021): Positive Energy District: A Model for Historic Districts to Address Energy Poverty. Front. Sustain. Cities 3:648473. doi: 10.3389/frsc.2021.648473
- [23] <https://www.ica.coop/>
- [24] <https://www.rescoop.eu/>
- [25] Wagemans, D.-Scholl, C.-Vasseur, V. (2019): Facilitating the Energy Transition—The Governance Role of Local Renewable Energy Cooperatives. Energies 2019, 12(21), 4171; <https://doi.org/10.3390/en12214171>
- [26] Wierling, A. et al. (2018): Statistical Evidence on the Role of Energy Cooperatives for the Energy Transition in European Countries. Sustainability 2018, 10, 3339; doi:10.3390/su10093339
- [27] Schmid, B. et al. (2020): Energy Cooperatives and Municipalities in Local Energy Governance Arrangements in Switzerland and Germany. Journal of Environment & Development 2020, Vol. 29(1) 123–146. DOI: 10.1177/1070496519886013
- [28] Koirala, B. P.- van Oost, E. C. J.- van der Waal, E. C.- van der Windt, H. J. (2021): New Pathways for Community Energy and Storage. Reprinted from: Energies 2021, 14, 286, doi:10.3390/en14020286

Környezetvédelmi világnap

Magyarország hangsúlyt fektet arra, hogy környezetünk védelmét összehangolja a gazdasági növekedéssel és az emberek biztonságával, jólétével - mondta el Raisz Anikó környezetügyért és körforgásos gazdálkodásért felelős államtitkár a „Stockholm+50: egy egészséges bolygó mindenki boldogulására – a mi felelőségünk, a mi lehetőségünk” címmel megrendezett ENSZ konferencián június 3-án. Az államtitkár emlékeztetett, hogy Magyarország a GDP 1,3%-át költi környezetvédelmi célokra. Kiemelte: hazánk azon kevés országok egyike, amely az elmúlt évek gazdasági növekedése mellett csökkentette az üvegházhatású gázok kibocsátását, emellett elsők között tiltotta be az egyszer használatos műanyagokat. A generációkon átívelő programokat érintően hangsúlyozta, hogy az elmúlt 50 évben 30%-kal nőttek az erdővel borított területek Magyarországon, két éve pedig elindult a minden újszülött után 10 fa elültetését célzó kormányzati program és a gyerekek, diákok környezettudatosságra nevelése pedig már az óvodákban megkezdődik.

A kormány célja, hogy 2030-ra a magyar áramtermelés 90 százaléka szén-dioxid-mentes legyen és az ország a Nemzeti Tisztá Fejlesztési Stratégia alapján 2050-re a teljes klímamemlékezetet is elérje, anélkül, hogy a gazdasági növekedés vagy a jólét veszélybe kerülne. 2000 óta úgy nőtt a bruttó hazai termék, hogy közben csökkent a szén-dioxid-kibocsátás, 2010 óta pedig egységnyi GDP előállítására 24%-kal kevesebb üvegházhatású gáz kibocsátása mellett képes a magyar gazdaság. Emellett a kormány a környezetünk megtisztítását is kiemelten kezeli. A Tisztítsuk meg az Országot! projektben 13 milliárd forintot fordít arra, hogy erdőink, folyóink, vasúti és közúti létesítményeink, valamint közterületeink tisztábbak és az évtizedek óta, jogtalanul lerakott szeméttől mentesek legyenek.

Az első, az emberi környezetről szóló ENSZ konferencia 1972. június 5-16. között zajlott, elismerte a környezetvédelem szükségességét, és elindította a multilaterális környezetvédelmi együttműködés fejlődését, beleértve az ENSZ Környezetvédelmi programjának (UNEP) létrehozását is. Az 50 évvel ezelőtti tanácskozás kezdőnapját környezetvédelmi világnappá nyilvánították, amely minden évben a környezet védelmének fontos és megoldandó problémáira, a környezetszennyezés következményeire hívja fel a figyelmet, valamint elősegíti a közös gondolkodást és cselekvést.

Forrás: MTI

Az energiák jövője

Szilágyi Zsombor

mérnök; drszilagyzsombor@freemail.hu

A cikk a British Petrol 2022-es „Energy Outlook” alapján ismerteti az energiaforrások jövőben várható szerepét, a fosszilis energiaforrások mennyiségének prognosztizált változását. Bemutatja a nap és szél kapacitások bővülésének ütemét, beruházási költségeit és a jövőbeli szén-dioxid kibocsátásra vonatkozó prognózisokat.

*

Based on the British Petrol 2022 "Energy Outlook", the article describes the future role of energy sources and the projected change in the amount of fossil fuels. It describes the rate of expansion of solar and wind capacities, its investment costs, and projections for future CO₂ emissions.

Az energia prognózis készítés

A világ energia felhasználását sok tényező határozza meg. Ezek a tényezők országonként eltérő mértékben hatnak. Az energia igények 2030-ig várhatóan minden országban nőni fognak, mert:

- növekszik a Föld népessége, a 2015. évi 7,4 milliárdról 2050-ig akár 9,8 milliárdra is;
- a növekvő számú lakosság számára új lakások épülnek, több élelmiszer szükséges, többet közlekednek, több fogyasztási cikket igényelnek, a szabad időben többet utaznak;
- gyorsan terjed a villamos energia felhasználása, az eddigi el látatlan térségekben is;
- hosszabb távon nő minden országban a GDP;
- az extrém nyári időjárás miatt nő a hűtési energia igény.

Ugyanakkor az energia igényeket csökkentő változásokra is lehet számítani:

- még akár húsz évig is nő a Föld átlag hőmérséklete, csökken a fűtési energia igény;
- a koronavírus járvány csökkenti az energiafelhasználást a home office-al és az online oktatással;
- nem várható az energiaforrások árának nagymértékű zuhanása, a keresetek jelentős részét kell az energiákra költeni;
- az építési technológia (legalább a Világ fejlettebb felében) kisebb hőigényű épületeket hoz létre;
- az ipari termelési folyamatok korszerűsítése részben az energia igények csökkentését célozza;
- a közlekedésben egyre hatékonyabb járművek jelennek meg;
- egyre több állam támogatja az energiafelhasználás csökkentését célzó beruházásokat;
- a lakosok energia iránti tudatossága, takarékosága nő.

Az energia igényekkel kapcsolatos kutatásokkal több közismert kutatásintézet is foglalkozik. Az egyes kutatásintézetek prognózisai között lényeges eltérések lehetnek, mert:

- még a múltbeli adatok között is lehet különbség;
- az egyes energetikai fogalmak tartalma nem pontosan azonos;
- a használt mértékegységek átszámítása is eredményezhet kisebb eltérést;
- a kutatásintézet jövőt illető álláspontját befolyásolhatja az intézet országának energia politikája;

- a fosszilis energiaforrások készletek becslésében nagyságrendi különbségek lehetnek, különösen a nem konvencionális szénhidrogén készleteknél;
- a kutatók különbözőképp értékelik a földtani energiaforrások készleteket, az energia hasznosítás technológiájának fejlődését;
- az energiapiacra meghatározó szerepet betöltő államok energetikai stratégiája is változhat;
- a klímavédelmi programok teljesítését a kutatók is elhúzódozó, változó hatékonyságú feladatsornak tartják;
- nehéz becslést adni a világban gyakran kirobbanó fegyveres konfliktusok hatásáról.

A kutatóintézetek kellő óvatosságból általában több prognózis változatot dolgoznak ki. A kutatók vállalják, hogy a jövőképek tényezői gyakran változnak, ezért általában két évente új előjelzést készítenek.

A világ energia fogyasztásának hosszú távú becslése a figyelembe vett kutató szervezeteknél lényeges eltéréseket mutat (1. táblázat). A 2030-ig készített prognózisokban az összes energia igény minden intézetnél nő. Ma a 2040 utáni évekre készített becslések kevés alappal rendelkeznek.

A további elemzéseknél figyelembe vett kutatóintézetek részben állami intézmények, részben gazdasági érdekcsoportokhoz kapcsolódnak.

1. táblázat. A világ energia fogyasztása a 2020. évi prognózisok szerint (10⁹ toe)

	2018	2020	2030	2040	2050	2100
US.EIA		10,7	11,2	10,6	11,1	17,1
ERIRAS *		14,36	15,223	15,904		
BP	13,865	14,304	16,095	17,886		
Shell**		10,554	11,782	12,518	13,009	
OPEC	13,261	13,609	15,256	16,588		
IEA ***			15,900	17,600		
végső felhasználás: *energy transition változat, **ocean változat, ***new policies változat						

A legújabb energia prognózisok készítői figyelembe veszik a következő eseményeket:

- a világ 194 állama elhatározta, hogy a légkörbe kerülő szén-dioxid mennyiségét korlátozni kell. Ehhez a programhoz az energia takarékoságán kívül még a fosszilis energiaforrások használatának csökkentése is tartozik;
- még nem jutottunk a koronavírus járvány végére, a járvány kezelése sok pénzt és humán energiát von el más területekről, így a légkör védelemétől is;
- az ukrán-orosz háború első sorban Európa országait érinti, pénzt von el, és az eddigi mindennapi élet átalakítását vonja magával egy sor országban.

Az egyes energiaforrások jövőbeli karrierjét a kutatók többféleképp látják. Általában a fosszilis energiaforrások szerepének lassú csökkenésével és a megújuló terjedésével számolnak. A nukleáris és a vízenergia szerepét az energiaellátásban alig növekvő mértékben

künek látják. Minden szakértő egyetért azzal, hogy a többi megújuló energiahordozó súlya nőni fog az energia mérlegekben.

A British Petrol energetikai jövőképe

A BP kutatóintézete 2022. márciusban adta közre az új energia prognózisát [1], számításba véve a világ gazdaságát 2021-22-ben lényegesen befolyásoló eseményeket: konfliktusok több országban, ukrán-orosz háború, koronavírus járvány, a 2021-ben elindult energia árrobbanás tényezőit. A 2050-ig előre tekintő prognózist három változatban készítették, alapvetően a légkörvédelmi intézkedések intenzitása szerint (2. táblázat):

- accelerated változat: a klímavédelmi célok elérésére gyorsított intézkedések történnek;
- net zero változat: minden gazdasági intézkedés a légkör védelmi célok teljesítését szolgálja;
- new momentum változat: hívhatjuk „ölbe tett kéz” változatnak is, kevés erőfeszítést teszünk a légkör védelem érdekében.

2. táblázat. Az energia végfelhasználás várható értékeit a BP három változatban mutatja be (EJ)

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
accelerated	480	500	500	480	460	450	420
net zero	480	495	465	435	405	385	351
new momentum	480	505	525	530	535	530	542

A tovább adatok, prognózisok közül az „accelerated” változatokat tekintjük át, mint a jelenlegi körülmények között legvalószínűbb jövőt.

A fosszilis energiák szerepe

A világ primer energia felhasználásában a kőolaj szerepe 31%, a szén 27%, a földgáz pedig 24% körüli. A három fosszilis energiahordozó felhasználásának csökkentése, kiváltása a légkör védelem legfontosabb feladata. Az orosz-ukrán háború egyik következménye lehet az EU által elhatározott orosz kőolaj- és földgáz export mielőbbi leállítás. Ezt a programot rövid időn belül nehéz lesz teljesíteni, első sorban az európai kőolaj és földgáz beszerzések átszervezésének nehézségei miatt. Azt is tudhatjuk, hogy Oroszországnak vannak támogató országai, amelyek segíteni tudják a két szénhidrogén exportjának átvállalását.

A világ kőolaj készletei – különösen a még meg sem becsülhető nem hagyományos készleteket – még hosszú időn keresztül biztosítani tudja a jelenlegi 100 millió hordó/nap igény fedezetét. A kőolaj egyéb célú felhasználása: kenőanyagok, műanyag gyártás alapanyaga a várhatóan csökkenő kőolaj felhasználást érdemben nem befolyásolja. A BP a kőolaj jövőjét a világban a 3. táblázat szerint prognosztizálja.

3. táblázat. Jövőbeli napi kőolaj igény BP szerint

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Napi kőolaj igény millió hordó/nap	98	95	85	72	58	47

A kőolaj felhasználás látványos csökkenését a közlekedés átalakulásával magyarázza a BP, a személy- és teherjárművek villamos hajtása rohamosan fog elterjedni a 4. táblázat mutatja a prognózist.

4. táblázat. Villamos hajtás a futott kilométerekből

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
e-kilométerek aránya, %	8	11	21	41	55	67

A BP szerint az OPEC szerepe a világ kőolaj ellátásában a jelenlegi 35%-ról 2030-ig kismértékben csökken, de 2030-ra 38%-ra, 2050-re pedig 45%-ra nőhet. Ennek azért van jelentősége, mert az OPEC országok csoportja szinte kizárólag piaci érdekek, és nem politikai, katonai célok alapján határozza meg a kitermelés mennyiségét, és ezzel a kőolaj árat. Oroszország 2022. év előtt formálisan csatlakozott az OPEC kőolaj piaci stratégiájához, de a háborúval ez a magatartás eltűnt.

2020-ban a Föld országainak szén felhasználása 151 EJ volt. A legnagyobb szénfogyasztók: Kína (82 EJ), India (17 EJ), USA (9 EJ) és Oroszország (3 EJ).

A legnagyobb szén termelők pedig: Kína (81 EJ), Indonézia (14 EJ), Ausztrália (12 EJ). A 2021. évi energia árrobbanást nagyrészt az idézte elő, hogy Kínában a katasztrofális tájfunok egy sor külféjtést elárasztottak, és szén/energia hiány alakult ki. Kína magához rántotta a tengereken úszó LNG szállítmányokat és ezzel földgáz hiányt váltott ki az egész világon, főleg Európában.

A BP a szén jövőjét egyértelmű csökkenéssel határozza meg: míg 2020-ban a szén adta a világ primer energia felhasználásának 27%-t, addig ez az arány 2030-ban 16%, 2040-ben 10%, 2050-ben 4% lehet. Mivel a szén termelése és exportja mintegy tucatnyi ország gazdaságának alapját képezi, ezek az országok lépéseket fognak tenni a szén szerepének mesterséges csökkentése ellen.

A földgáz jövőbeli szerepét a BP hasonlónak látja, mint a kőolajét, az „accelerated” prognózis szerinti változásokat mutatja az 5. táblázat. Ez a meglátás azért indokolt, mert a légkör szén-dioxid tartalmának csökkentésére indított akciók tényleges eredményéhez a földgáz felhasználás visszaszorítására van szükség. Bár a nem hagyományos földgáz készletek kutatásában és kitermelésében az USA-ban elért eredmények lassan megjelennek a világ más térségeiben is, és a Föld metánhidrát készletei is ma még végtelennek tűnnek, az USA is csatlakozik a szénhidrogének használatának csökkentéséhez. A világ földgáz termelésében Közép-Kelet országai, Oroszország és az USA maradnak a meghatározók.

Oroszország a légkör védelmi programokban gyakorlatilag nem vesz részt. Az orosz gazdaságnak létfontosságú a kőolaj és a földgáz minél nagyobb exportja. Most ez a gazdaságpolitika a háborúval erősen megváltozhat.

5. táblázat. A világ földgáz felhasználása a BP prognózis szerint

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Éves földgáz felhasználás milliárd m ³	4100	4080	4000	3700	3000	2614

2030-2050 között az erőművi, az ipari és az épületek földgáz felhasználásának csökkenését közel azonos mértékűnek becsüli a BP, szektoronként kb. 600 milliárd m³-t.

A cseppfolyós földgáz (LNG) 2035-ig gyorsan növekvő mennyiséggel jelenik meg a földgáz jövőképében (6. táblázat). Az LNG egy sor olyan országot kapcsol be a földgáz kereskedelembe, amelyek saját felhasználásukat lényegesen meghaladó kitermeléssel rendelkeznek, és tengerpartjuk is van. Az LNG ára az előállítás, tárolás és szállítás költségei miatt magasabb, mint a vezetéken szállított gázé. Ugyanakkor nincs gyakorlati akadály annak, hogy a Föld másik oldalán termelt földgázt mondjuk Európában használjuk fel.

6. táblázat. Az LNG felhasználásának BP által becsült éves mennyisége

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Éves LNG felhasználás milliárd m ³	610	790	790	750	600	550

A nukleáris energia szerepe

A nukleáris energiahordozó a világ primer energia felhasználásában mintegy 4%-ot tesz ki. 28 országban működik nukleáris erőmű, a termelt energia 23 EJ. A legnagyobb nukleáris erőmű kapacitással rendelkező országok: USA 7 EJ, Franciaország 3 EJ, Kína 3 EJ, Oroszország 2 EJ. 2050-ig a világ nukleáris energia felhasználásában kismértékű növekedés várható, 2050-ben 40 EJ termelés lehetséges.

Európában a németek 2030-ig be akarják zárni a működő nukleáris erőműveket. Ehhez hozzá is kezdtek, és megállapították, hogy egy atomerőmű eltakarítása többbe kerül, mint egy új erőmű építése. Most, a háború időszakában, amikor bizonytalanság van a földgáz import körül, a németek halasztják az atomerőművek bezárását. A franciák épp ellentétes állásponton vannak: a nukleáris energiatermelés a francia energia piac pótolhatatlan része. Újabb atomerőmű építések vannak napirenden, a régi erőművek pedig felújításra kerülnek. Magyarországon az atomerőmű élettartama 2030-ig lejárat, a felújítás mellett új blokkok építése is terítéken van.

A megújuló energiahordozók a jövő

A megújuló energiahordozók közül a szél- és a napenergia hasznosítás területén jósló lényeges előrelépést a BP. A szél és nap együttes kapacitás növekedést a 7. táblázat mutatja. Becslést ad a BP a szél- és a napenergia hasznosító berendezések létesítési költségeire is, a 2019. évi árszint százalékában, ezt a 8. táblázat mutatja.

7. táblázat. Szél és nap kapacitások együttes növekedése

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Szél és nap kapacitás GW	3000	5000	7400	11 500	15 000	18 500

8. táblázat. A szél és nap kapacitás építések költségeinek változása

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Forrás	%, 2019. árszint=100%					
Szél	-16..+20	-19..+22	-23..+28	-26..+30	-25..+30	-22..+30
Nap	-36..+42	-43..+50	-40..+65	-35..+70	-40..+72	-42..+75

A modern bioenergiákhoz sorolja a BP a biometánt, a bioüzemanyagokat, a modern biomasszát (a kereskedelmi forgalomba kerülő szilárd bioanyagokat, a biomasszából előállított gázokat), és a hagyományos biomasszát.

A bioenergiák 2019. évi 74 EJ szintje 2050-re 384 EJ-ra nőhet. A legnagyobb mértékű bioenergia felhasználás az ipar területén várható.

A másodlagos energiahordozók jövője

A legjelentősebb másodlagos energiahordozónk a villamos energia. A 2020. évi 20%-os részesedése a végső energiafelhasználásban rohamosan nőni fog a BP prognózisa szerint: 2025-re 22%, 2030-ra 24%, 2040-re 31%, és 2050-re 43% lehet. 2050-ben a villamos áram termelésben a földgáz 2500 TWh, a szén 2000 TWh, a szél- és napenergia 3800 TWh szerepet kaphat. A teljes villamos energia szükséglet 58000 TWh szintet érhet el.

Külön elemzi a BP a hidrogén szerepét a jövőben. Ma a hidrogén az élelmiszeriparban és a vegyiparban kap szerepet: napjainkban összesen mintegy 66 Mt mennyiségben. 2050-re a BP már 287 Mt felhasználást becsül, főleg a közlekedésben betöltött egyre nagyobb szerepe miatt.

A szén-dioxid kibocsátás alakulása

A szén-dioxid kibocsátás prognózisát az IEA szerint a 9. táblázat és az energetikai szén-dioxid kibocsátás prognózist az OPEC szerint a 10. táblázat mutatja.

9. táblázat. Szén-dioxid kibocsátás IEA szerint

	2020	2030	2040	2050
Régió	billió tonna (10 ¹² , Tt)			
Kína	8,1	7,4	6,9	6,8
India	1,8	2,4	3,5	4,6
USA	1,4	1,3	1,2	1,2
OECD nem Európa	1,0	0,9	0,9	0,9
OECD Európa	1,0	0,9	0,8	0,8

10. táblázat. Szén-dioxid kibocsátás OPEC szerint

	2018	2020	2025	2030	2035	2040
Forrás	milliárd tonna (10 ⁹ , Gt)					
szén	14,8	14,9	15,0	15,1	15,0	14,9
olaj	12,0	12,3	12,9	13,3	13,6	13,7
földgáz	6,9	7,1	7,7	8,4	9,0	9,6
összesen	33,8	34,3	35,6	36,7	37,6	38,2

A két emisszió prognózis nem azonos: az IEA előjelzését a pozitív jövőbeli szándék alapozza meg, az OPEC jövőképe viszont közelebb áll a valósághoz. A BP a 2019. évi 39,8 Gt kibocsátást 2050-re 9,9 Gt szintre látja csökkenthetőnek.

Nehéz évtizedek előtt állunk, a környezetvédelem érdekében az energiafelhasználást reformálni kellene. Minden energia igény csökkentés vagy energiahordozó váltás nagyon sok pénzbe kerül, és ezt a pénzt a világ legtöbb országában csak kis részben tudják előteremteni. Nem büszkélkedhetünk azzal, hogy mi, itt Európában sokat foglalkozunk a klímavédelemmel, és teszünk is ennek érdekében, mert a súlyos és veszélyes légköri jelenségek ekkor is sújtják Európát. Az egész világot kellene mozgósítani saját jövőnk érdekében.

Forrás:

[1] BP Energy Outlook 2022 edition

Villamosenergia-hálózat fejlesztés

A kormány 103 milliárd forinttal támogatja a villamosenergia-hálózat fejlesztését - jelentette be Steiner Attila, a Technológiai és Ipari Minisztérium (TIM) energia- és klímapolitikáért felelős államtitkára június 14-én, Kerepesen.

A program révén 2000 megawattnyival több, megújuló forrásból származó energiát tud majd fogadni az elektromos ellátórendszer - mondta az államtitkár.

Steiner Attila az állami tulajdonú Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. projektindító sajtótájékoztatóján közölte, hogy Magyarország több mint 3000 megawattnyi napelemes kapacitással rendelkezik.

A napelemek kapacitása öt év alatt megtízszereződött, 2021-ben a megtermelt villamosenergia 26 százaléka megújuló energiaforrásból származott - tette hozzá.

Az államtitkár kitért arra, hogy az Európai Bizottság az elmúlt héten 23 milliárd forintot támogatást utalt át Magyarország számára szintén hálózati fejlesztésekre, alapvetően tárolókapacitások létesítésére. Hozzátette, hogy a kormány további forrásokkal kiegészíti az összeget, így 500 megawatt villamosenergia-tároló kapacitás fejlesztése valósulhat meg.

Forrás: MTI

Orosz földgáz Európában

Szilágyi Zsombor

mérnök; drszilagyzsombor@freemail.hu

Oroszország gazdaságának legfontosabb szektora a kőolaj és a földgáz termelése, exportja. A koronavírus járvány 2021-ben a világ energia felhasználásának csökkenését indította el. Az orosz-ukrán háború elindította az orosz szénhidrogén export elleni lépéseket is, a két hatás mára újabb lépésekre kényszeríti Oroszországot.

*

The most important sector of Russian economy is the production and export of oil and natural gas. In 2021 the Coronavirus outbreak started the decrease of the world's energy consumption. The war between Russia and Ukraine mitigated steps against Russian hydrocarbon export. Today the two effects force Russia to take new steps.

A kőolaj export 2020-ban 260 millió tonna volt, ebből Európába 138 millió tonna jutott, Kínába 83 millió tonna. 2021-ben 230 millió tonna olaj export 110 milliárd dollár bevételt hozott Oroszországnak. Az orosz export mennyiségben benne van a volt szovjetköztársaságoktól átvett mintegy 90 millió tonna kőolaj is. A kőolaj majdnem 90%-a hajón utazik, ami azt is jelenti, hogy a hajó kikötéséig többször is gazdát cserélhet a szállítmány: nehezen követhető a kőolaj eredete.

Magyarország kőolaj szükségletének kb. 65%-a csővezetéken érkezik Oroszországból (Ukrajnán keresztül), jelenleg a háborús események ezt a szállítást még nem érintették. Az orosz kőolajszállítást rövid időn belül nem lehet más forrásra lecserélni. A kőolaj csere következménye lesz a finomítók technológiájának átalakítása is, a megváltozó kőolaj jellemzők miatt.

A földgáz exportja hasonlóan fontos Oroszországnak: 2020-ban az orosz csővezetékes földgáz export 197 milliárd m³ volt, a világ vezetőkes földgáz külkereskedelme 755 milliárd m³ körül van. Az orosz földgáz legnagyobb vásárlói Németország (56 milliárd m³), Olaszország (20), Törökország (16). Az orosz földgáz eljutott Nagy Britanniába is, és Franciaországba is. Csővezetékes szállítással Kína is vásárolt évi 4 milliárd m³-t. Az orosz vezetőkes gázexport 2020-ban ~217 milliárd EUR, 2021-ben ~293 milliárd EUR volt, ami a GDP mintegy 7%-t jelentette. Az átlagos orosz export ár 2019-ben 201 USD/ezer m³ volt, 2020-ban 143, 2021. 3. negyedévében 313,4 USD/ezer m³ volt. Az egyes országok lényegesen eltérő áron vásárolták a gázt, nagyrészt a politikai szimpátia eltérése miatt is.

Oroszország a földgáz exportjához Kazahsztántól évente mintegy 7 milliárd m³ gázt vett át, Türkmenisztántól 4 milliárdot, Üzbegisztántól 1 milliárdot.

Orosz közreműködéssel és meghatározó tulajdoni hányaddal épültek meg a jelentős orosz-európai földgáz vezetékek: például az Északi Áramlat 1., Jamal, Török Áramlat. Magyarország is 2021 őszéig az Ukrajnán át kiépített vezetéken keresztül kapta az orosz gázt.

Oroszország aktív a cseppfolyós földgáz (LNG) exportjában is: 2021-ben mintegy 50 milliárd m³-t tett ki ez az export.

2020-ban a világ vezetőkes földgáz külkereskedelmében fontos szerepe volt még Norvégiának 107 milliárd m³-el, az USA-nak (76), Kanadának (68), Türkmenisztánnak (32), Algériának (26), Katarnak (22).

Európa földgáz ellátásában a csővezetékes import ~215 milliárd m³, az LNG forgalom 115 milliárd m³-t tesz ki. Az európai országok saját földgáz termelése nem jelentős, kivétel Norvégia és Hollandia. Oroszország mellett még Algéria jelentős vezetőkes gázszállító Európába.

Az oroszok a kétoldalú földgáz szállítási szerződések mellett aktív szereplői (voltak) az európai tőzsdei földgáz kereskedelemnek is. A Gazprom leány vállalatjai szinte minden európai országban részt vettek a napi, heti, havi tőzsdei üzletelésben. Több országban működtettek földgáz tárolót a kereskedés kiegészítéseként. A tőzsdéken kialakult árakban, ha nem is meghatározó, de jelentős szerepet vittek.

2020-ban a világ energia felhasználása csökkent, főleg a koronavírus járvány miatt. Európa energia ellátásában nem látszott semmilyen zavar, viszonylag alacsony földgáz tárolói készletekkel indultunk az ősznek. Az LNG ellátás zavartalanul látszott, és a holland, valamint a norvég földgáz export csökkenése sem keltett zavart. Az orosz szállítmányok zavartalanul érkeztek, és az oroszok földgáz tőzsdei aktivitása sem zavart senkit sem.

Az Európai Unió 2020-ban úgy foglalt állást, hogy jó lenne csökkenteni az orosz energiahordozóktól függést. A döntés egyik következménye volt az Északi Áramlat 2. vezeték üzembehelyezésének akadályozása. Az EU úgy tartotta, hogy ennek a vezetéknek a tulajdonosi összetételében az oroszok kb. 51%-os részesedése túl magas, és át kell rendezni a tulajdonosi kört, addig a vezeték megindítását nem engedélyezik. A vezeték ma is szállításra kész, de az elvárt tulajdonosi átrendezés egyeztetése az orosz-ukrán háború elindulásával lekerült a tárgyalások napirendjéről.

Az MVM 2021. szeptemberben kötött új, hosszú távú földgáz import szerződést a Gazprommal, évi 4,5 milliárd m³ földgáz szállítására. A szállítás október 1-én meg is indult, és napjainkig zavartalan.

Oroszország katonai aktivitása nem volt ismeretlen az orosz-ukrán háború előtt sem: Afganisztánban 1979-1988 között, Csecsenföldön 1994-1996 és 1999-2009 között, Szíriában 2015-2018 között sokat hallhattunk az oroszok ténykedéseiről. Ezek a katonai akciók nagyrészt függetlenek voltak az ENSZ által is elfogadott rendezési programoktól. Oroszország 2014-ben indított háborút a Krím félsziget elfoglalására, amivel együtt járt a két dél-kelet ukrainai „köztársaság” Oroszországhoz csatolása is. Napjainkban a Moldova és Ukrajna közötti „Dnyeszter Menti Köztársaság” orosz ellenőrzés alá vétele van napirenden.

Az orosz-ukrán háború 2022. februári indítása a világ legtöbb országában kiváltott egy ukránokat támogató, oroszokat elutasító állásfoglalást, ami elég hamar átlépett gazdasági majd katonai segítség nyújtásba Ukrajna felé. A menekült hullám igazolja az oroszok szándékát Ukrajna területén. Van néhány ország, amelyik nem kifogásolja az orosz agressziót.

A NATO is elindított egy Ukrajnát segítő akciót: egyre nagyobb mennyiségben szállít fegyvereket Ukrajnának. Ez a lépés az oroszokat újabb és újabb retorziókra készíti.

A háború egy sor politikai és gazdasági döntést váltott ki az EU-ban. Az oroszok elég hamar kijelentették, hogy a hosszú távú földgáz kereskedelmi szerződéseikben rögzített szállításokat garantálják, de az oroszok kivonulnak az európai földgáz tőzsdék forgalmából. A szerződéses feltételekből a földgázért fizetés devizáját is hamar megváltoztatták az oroszok: rubelben fizetést akarnak minden európai vevőjükre kényszeríteni. Ennek célja a rubel értékének/árfolyamának megőrzése lenne. Ezt a követelményt Lengyelország és Bulgária hamar visszautasította, és 2022. április végén az oroszok le is állították a földgáz szállítást ebbe a két országba. Ez az orosz szerződészegés felgyorsította az EU-ban az orosz energiahordozóktól való függőség csökkentésének, felszámolásának akcióját.

Az EU szinte minden bizottsága vizsgálja az oroszokkal eddig fenntartott kapcsolatokat átrendezését, az oroszoknak adott előnyök visszavonását. A nyomásgyakorlás egyik biztos módja lehet az oroszoktól importált áruk mennyiségének lecsökkentése, vagy a közeljövőben nullázása. A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) 2022 márciusban ismertette javaslatát az orosz gázimport kiváltására:

- ne kössenek az európai országok új gázszállítási szerződést a Gazprommal;
- gyorsan csökkentsük az orosz gáz felhasználást: évente legalább 30 milliárd m³-el;
- időben gondoskodjunk a földgáz tárolók feltöltéséről;
- a szél- és napenergia hasznosítási programokat gyorsítsuk;
- a bioenergia és nukleáris energia használatát vigyük maximális szintre;
- adjunk támogatást a földgáz tüzelésről átálláshoz.

Az EU máris indított néhány intézkedést: a föld alatti tárolókat 2022-ben legalább 80% szintre, 2023-ban pedig 90% szintre töltjük fel. Az USA is segít az orosz gáz kiváltásban: 2023-ban 15 milliárd m³ többlet földgázt (LNG) szállít Európába, és 2030-ig a beszállítást 50 milliárd m³-ig növeli. Algéria, és az arab országok is igyekeznek több gázt szállítani Európába. 2025-re a földgáz import teljes kiváltása lenne a cél energia takarékossgal, az energiafelhasználás hatékonysága emelésével, a megújuló energiahordozók fokozottabb használatával. A cél markáns, de nem minden országban vannak meg az adottságok a célok teljesítésére.

Németország elég nagy magabiztossággal jelentette be, hogy 2025-re teljes mértékben ki tudja váltani az orosz földgáz felhasználását. Ehhez elhalasztja a szén- és nukleáris erőművei közeljövőre tervezett bezárását.

Magyarország adottságai, lehetőségei:

- A hazai földgáz termelés lényeges emelésére nincsen lehetőség, a készleteink szintje és a kitermelés költségei miatt.
- A tőzsdei kereskedelemre jogosultak 2022. május elején 110 Euro/MWh áron tudnak földgázt vásárolni a harmadik negyedévi teljesítésre. Ebben az évben nem várható a tőzsdei árak csökkenése. Célszerű több ügyletet is lekötöni a következő hónapokra.
- Lényeges föld alatti tároló kapacitásunk van, a kapacitás egy része még exportálható is.
- A földgáz külkereskedelem minden szomszédos országgal intenzív, kivéve Szlovéniát.

- A Krk-i (Horvátország) LNG terminálon lekötött kapacitásokat érdemes maradéktalanul igénybe venni.
- Románia jelentős földgáz készletekkel rendelkezik a Fekete-tengeren, de a kitermelés és szállítás feltételei 2027. év előtt nem várható, hogy elkészüljenek.
- A hazai villamosenergia-termelés energiahordozói: földgáz 9500 GWh, napenergia 3800 GWh, szélenergia 650 GWh. A napenergia hasznosítás növekedése magával vonja a földgáz tüzelésű erőművek terhelésének növekedését.
- Az MVM kapacitás bővítési terve 2030-ig:

földgáz	499 MW
biomassza	33
napenergia	4800
nukleáris	2524
- Eddig sem tettünk sokat a biomassza energetikai célú hasznosításának növelésére, most pedig a háború anyagi következményei miatt ezek a programok ismét halasztásra kerülhetnek.
- Továbbra is érthetetlen a szélenergia létesítésének rendelti korlátozása.
- Paks II. megépítése az ország biztonságos energia ellátása szempontjából nagyon fontos feladat. Az erőmű építésére és hitelezésére oroszokkal kötött szerződések teljesülése a háború előre haladtával bizonytalanra válhat.
- A megújuló energia potenciáljaink közül kiemelkedő a napenergia (kb. 1900 PJ évente), a biomassza (300), a szélenergia (500). Ezek közül csak a napenergia hasznosítás kap érdemi állami támogatást.
- Az évi 8-9 milliárd m³-es hazai földgáz fogyasztás gyors csökkentésére nincs lehetőség, az energiahordozó csere, a felhasználás hatékonyságának emelése a beruházásainak pénz igénye miatt. A Magyarország ellen indított jogállamisági mechanizmus lezárásáig nem várható lényeges EU támogatás a földgáz kiváltási beruházásainkhoz.
- A szén-dioxid kvóta szabályozás felfüggesztése megkönnyítené a legjelentősebb energia felhasználó cégek energiahordozó választását.
- A Mátrai Erőműben a lignit tüzelés megszüntetése halasztható a földgáz importunk stabilizálásáig.
- Szerencsés lenne a hazai és a szomszéd országokban működő földgáz tőzsdéken a rövid távú szállítási ajánlatokat hazai teljesítésre gyűjteni.
- A „rezsicsökkentett” felhasználói kör földgáz fogyasztása az ország gázigényének 40%-a körül van. Az ártámogatás éves összege mintegy 1300 milliárd Ft. Az „olcsó” földgáz (és a villamos energia, meg a távfűtés is) energiapazarlásra ad lehetőséget. A lakossági energia fogyasztás ártámogatása szűkebb körben és alacsonyabb szinten segítené az energiafelhasználás csökkentését.

Az energiahatékonyság fejlesztés korlátozódása II.¹

Gróf Gyula

c. egyetemi tanár, grof.gyula@ek-cer.hu

Az elavult épületállomány energiafogyasztásának csökkentésére szolgáló energetikai hatékonyságnövelő beruházási programok sokszor a tervezettnél mérsékeltebb hatást érnek el, ami összetett folyamatok eredménye. A téves prognózist a felújítás előtti fogyasztás túlbecslése és a felújítást követő többlet energiafelhasználás, illetve a két hatás együttes megjelenése okozhatja. A rebound és prebound a gazdaság egészére kiterjedhet, ugyanis a felhasználóknál az energiahatékonyság növekedése miatt keletkező átcsoportosítható forrás más területen helyettesítő vagy kiegészítő fogyasztás vásárlására fordítható. A gazdaság egészének új egyensúlya így megnövekedett energiafogyasztást eredményezhet. A magyarországi lakásszektor energiahatékonysági fejlesztési programoknál akár ~45-50%-os közvetlen, enyhén emelkedő tendenciájú, és 30%-os közvetett, enyhén csökkenő tendenciájú, rebound mértékekre is lehet számítani.

*

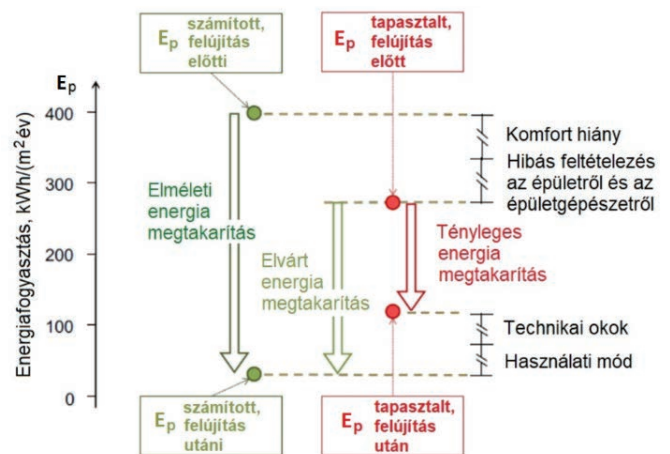
Resulting in complex processes, the energy efficiency investment programs to reduce the energy consumption of outdated building stock often have a more moderate impact than planned. The erroneous prognosis may be caused by an overestimation of pre-renovation consumption (prebound) and excess energy consumption after renovation (rebound), as well as the combined appearance of these two effects. Rebound and prebound can cover the economy, as users can use the transferable resources generated by increased energy efficiency to purchase replacement or additional consumption in other areas. A new balance of the economy could thus lead to increased energy consumption. In the case of energy efficiency development programs in the Hungarian housing sector, direct rebound rates of up to ~45-50% can be expected, with a slight upward trend and an indirect 30%, with a slightly decreasing trend.

Az energiamegtakarítási rés

A cikk első része tárgyalta a lakásszektorban megjelenő rebound (felújítást követő túlfogyasztás) és pre-bound (komforthiány) hatásokat, amelyek önmagukban is fontos jelenségek és hozzájárulnak a tervezett és megvalósult energiamegtakarítás különbségéhez. Ez a fejezet az ún. *energiamegtakarítási rés* (energy saving gap) kialakulásáról szól. Az energiamegtakarítási rés az elméleti megtakarításnál kisebb, a ténylegesen megvalósuló rész. A csökkenést különféle korlátozó jelenségek okozzák. A cikk címe is erre utal, hogy mely jelenségek eredménye a korlátozódás. Egyrészt a közvetlen és közvetett rebound és a prebound hatás együttese, másrészt a felújítás megtervezésekor és a kivitelezésben elkövetett hibák járulnak még hozzá a hatékonysági rés további szűküléséhez. Az alkalmazott metodika, megváltoztatott fogalomrendszerrel nyilván más szektorra is kiterjeszhető.

Az energiamegtakarítási rés jelenségéről akkor beszélhetünk, amikor egy (épület) energiahatékonyság növelését célzó beruházás

nyomán az előre számított és a valóban elért energiamegtakarítás jelentősen eltér egymástól. Mégpedig azt a fontos esetet tekintve, amikor a valóságban kevesebb energia kerül megtakarításra. Ez tulajdonképpen, mint látni fogjuk, a páros rebound – pre-bound hatáshoz képest, komplexebb jelenség. Az 1. ábra részletesen szemlélteti az energiamegtakarítási rés megjelenését és főbb komponenseit.



1. ábra. Az energiamegtakarítási rés és főbb komponensei [1]

A felújítási program megtervezésében, különösen annak gazdasági vonatkozásaira vonatkozóan problémát jelent, hogy előzetesen az épületről összegyűjtött energetikai jellemzők alapján még nem lehet különválasztani a lakók viselkedésének és a technikai problémáknak a szerepét. A lakók viselkedése lényegesen eltérhet az elvárttól, és nagyon különbözhetnek is egymástól, továbbá meg is változhat a helyzetük a felújítások alatt vagy után (pl. gyermekszületés). Míg az épületek/lakások fizikai jellemzői teljesítik az energetikai célokat, esetenként a lakók hatása olyan jelentős lehet, hogy az energetikai célokat egyáltalán nem lehet elérni [1].

Az energiamegtakarítási rés számos problémát, félreértéseket generálhat több területen is. Például az energiahatékonysági felújításokat végző cégek, vállalkozók számára nehézségeket okozhat, ha nem valósul meg az ígért energiafelhasználás csökkenés. Háztulajdonosok, bérbeadók és lakásszövetségek is rosszul járhatnak, hiszen egy beruházás elkezdése előtt felméri a megtérülési időt, amely függ az elért megtakarításoktól. Ha viszont az kisebb az elvártnál, akkor magasabb költségekkel, hosszabb megtérülési idővel kell szembenézni és ez megmutatkozhat a kiadásokban (pl. bérleti díjak emelkedése, ha bérlakásokról van szó vagy gondot okozhat a hiteltörlesztőrészlet kifizetésénél a havi megtakarítás hiánya stb.). A többlet költségek, azaz a tervezetthez képest hosszabb megtérülés, kisebb energia megtakarítás stb. éppen a lakhatási költségekkel küzdők számára jelenthet nagyobb kihívást.

A politikai döntéshozók szerepét nehéz túlértékelni amikor az energiahatékonyság országos szintű javításáról van szó. Tisztában kell lenniük az energiamegtakarítások pontos meghatározásának jelentőségével, de leginkább azzal a ténnyel, hogy az

¹ A cikk a szerző KLENEN 2022 konferencia előadásának bővített anyaga - 2. rész

energiamegtakarítás becslésének valós, mért adatokon kell alapulnia, azért, hogy jobban közelítse majd a valóság a kitűzött célokat és így ne vegyék el a pontatlanságokból adódó eltérések az érintett szereplők kedvét a további, energiahatékonyság növelést célzó intézkedésektől. A felhasznált irodalmak tanulmányozása során nagy számban találkozni a valós mérések fontosságának kiemelésével. Mindenki egyetért abban, hogy csak így érhető el a kitűzött célok. Ebben a kontextusban tehát az adatgyűjtést és az adatokhoz való hozzáférést fontosságát hangsúlyozottan kell minden érintett szereplőnek kezelnie. Nyilván van magyarázat, de felmerül a kérdés, hogy a szolgáltatóknál lényegében minden fogyasztási adat rendelkezésre áll, mégis miért nem, vagy alig hozzáférhetőek ezek tudományos kutatási célokra.

Rebound mértéke az EU országokban

A rebound hatás kutatásának egyik lényeges célja a minél pontosabb mennyiségi leírás, a másik, hogy feltárjuk keletkezésének mechanizmusát és módszertant adjunk a mérséklésre. Az energiafogyasztással, megtakarítással és a felújítással kapcsolatos társadalmi folyamatok vizsgálata és a jelenségek mechanizmusainak megértése ebben a kontextusban alapvető. A további fejezetekben a mennyiségi leírásról lesz szó. A keletkezés hatásmechanizmusainak és a mérséklést célzó lehetőségek bemutatása jelen cikk terjedelmét többszörösen meghaladná, érdeklődők figyelmébe ajánlható az MNB-BME együttműködés keretében készült tanulmányaink [2], [3].

A rebound mennyiségi leírása komplex feladat és az egységes módszertan hiányának következtében elég eltérő értékekről számolnak be a szakirodalmi források. Három eltérő megközelítés eredményei alapján Európai Unió országainak lakás szektoraira jellemző rebound értékeket mutatja be a következő rész. Az összehasonlításból levonható következtetéseknél figyelembe kell venni, hogy az egyes számadatok ugyan azonos alapokról induló, de mégis csak különböző módszer alapján kerültek kiszámításra. A vizsgált időtartomány és az adatok forrásaként alkalmazott adatbázisok sem teljesen azonosak. Az egyes szerzők által alkalmazott módszertan részletes tárgyalásától úgy ítéljük meg, hogy terjedelmi korlátok és a tartalom követhetősége miatt eltekinthetünk. Az eredményeket az összesítő 1. táblázat tartalmazza, így egy-egy országra vonatkozó, de különböző szerzők eredményei egymással összehasonlíthatók. Az első rész részletesen bemutatta, hogy az indirekt rebound hatás és a direkt rebound hatás nem függetlenek egymástól. Gonzales [4] munkájában azt írja, hogy bizonyos indirekt rebound hatások a direkt rebound hatások *részt képezik*, azoktól függenek és nem is különíthetők el. Az 1. táblázat első négy oszlopa tartalmazza az Európai Unió 27 országában a lakásszektorra vonatkozó (épületenergetikai hatékonyság növelő beruházásokat követő) direkt és indirekt rebound együttes értékeit. A szerző módszertana röviden a következő. Az értékek meghatározása egyrészt az épületek energetikai folyamatainak szimulációja alapján, másrészt régiós környezeti input-output adatok elemzésével történt. A kettő összekapcsolásával ad a szerző becslést az épületek felújítását követő rebound hatásra. Az elemzés a 2007-es gazdasági struktúrára alapszik (2008-as válság előtt). A háztartásokra az ún. „arányos újra felhasználási modell” alkalmazza, ami azt jelenti, hogy a többletbevétel ugyanabban a struktúrában kerül elköltésre, mint az eredeti jövedelem. (Ez feltételezi, hogy az összesített fogyasztói magatartás hasonló a vizsgált országokban. A jövedelem rugalmassági adatok ismerete nélkül egyébként más modell nehezen kivitelezhető.) A közvetlen rebound számítása helyett, két árugalmasság értéket (lényegében

direkt rebound értéket (Rd) vett fel a szerző (Rd=30% és Rd=50%). A modell számítások a közvetett rebound meghatározását eredményezték. A modell kialakítása és a felhasznált adatok a háztartások energiafelhasználására, illetve a háztartások közvetlen és közvetett rebound hatásaira összpontosított [4].

Gonzales az egyes országok értékei alapján összegzett hatásként kiszámította a teljes európai rebound hatást is [4]. Ehhez a 2007-es évi GDP értékeket használta fel az egyes gazdaságok súlyozására. Az Európai Unió első 27 országára a direkt és indirekt együttes rebound hatásra súlyozott átlagként 73,6 %-ot adott meg, ha a direkt rebound 30%-os, míg 50%-os feltételezett közvetlen rebound esetében az összesített érték 81,2 %. A számított értékek alapján azt lehet mondani, hogy ilyen mértékű rebound hatás gyakorlatilag ellensúlyozza az EU-27 országainak együttes energiahatékonysági intézkedéseitől elvárt energiamegtakarítást. Másképpen fogalmazva, az előírások szerinti beruházások ellenére a magas eredő rebound következtében az uniós szintű energiamegtakarítás nem valósul meg, ha az együttes rebound számítása helytálló.

Alapvetően két csoportra oszthatók az országok, ezek pedig a direkt és indirekt rebound együttes hatás 100%-os értékét meghaladó és nem meghaladó országok csoportja. A 100%-os értéket meghaladó országok: Ciprus, Lengyelország, Belgium, Bulgária, Litvánia, Svédország, Dánia és Finnország. A 100%-nál alacsonyabb direkt és indirekt rebound hatású országok pedig: Magyarország, Csehország, Észtország, Olaszország, Németország, Spanyolország, Görögország, Szlovákia, Lettország, Hollandia, Ausztria, Románia, Luxembourg, Egyesült Királyság, valamint az 50%-os érték alattiak: Portugália, Szlovénia, Írország, Franciaország és Málta. A 100%-ot meghaladó országok esetén a feltételezett alacsonyabb (30%) direkt rebound hatás magasabb direkt és indirekt összeget mutat, míg 100% alatt ennek ellenkezője látszik. Tehát a gazdaság átcsoportosítási – felhasználási szokásaitól és strukturális jellemzőitől függően akár jobb és rosszabb is lehet, ha a háztartások energiahatékonyságának javulása esetén magas a direkt rebound hatás.

Ez összefügg azzal a ténnyel, hogy az alacsony direkt rebound hatás több monetáris megtakarítást eredményez a háztartásokban, ezért nagyobb az esély a magas indirekt rebound hatásra. Megfigyelhető azonban, hogy amikor a direkt és indirekt rebound alacsonyabb, mint 100%, a direkt hatás érvényesül az indirekt hatással szemben, és ha a direkt és indirekt rebound 100%-nál nagyobb, akkor az indirekt hatás érvényesül a direkt felett. Lássunk példát mindkét esetre:

(1) *100%-nál alacsonyabb a direkt és indirekt együttes rebound hatás.* Ebben az esetben a direkt hatás érvényesül az indirekt felett: például Ausztriának a közvetlen 30%-nál az együttes értéke 52,12%, azaz (30%+22,12%), és 65,80%, ha a direkt 50% (50%+15,8%). Tehát Ausztriában magasabb direkt hatást feltéve, az indirekt rebound alacsonyabb;

(2) *100%-nál magasabb direkt és indirekt rebound hatás.* Ebben az esetben, tekintettel arra, hogy a megtakarítás felhasználási forgatókönyv nagyon magas indirekt reboundhoz vezet, az indirekt hatás érvényesül a direkt felett: például Bulgáriának az összesített értéke 190,1%, ha a direkt rebound hatás 30% (30%+160,1%) és 164,4%, ha a direkt hatás 50% (50%+114,4%).

Érdekes látni, hogy ha elemezzük a direkt és indirekt rebound hatás átlagát az EU országcsoportjaiként, figyelembe véve az EU-ba való belépés sorrendjét, akkor a következő átlagokat találjuk: EU-12: 73%; EU-15: 78%; EU15-25: 150%. Tehát megkülönböztethetjük az első tizenöt országot, amelyek először léptek be az Európai Unióba

1. táblázat. Az EU országainak együttes, közvetett és közvetlen rebound értékei (%)

Forrás publikáció éve	Gonzalez 2017.				Balezantis at al. 2021.		Galvin 2014.
	Együttes		Közvetett		Együttes		Közvetlen
Ország	Rd=30	Rd=50	Rd=30	Rd=50	Re1	Re2	Rd
Austria	52,1	65,8	22,1	15,8	48,9	44,1	26,7
Belgium	191,3	165,2	161,3	115,2	-38,3	-40,3	2,6
Bulgaria	190,1	164,4	160,1	114,4	289,4	282,9	97,2
Cyprus	1704	1246	1674	1196	-	-	-
Czech Rep.	85,1	89,4	55,1	39,4	144,6	136,4	68,2
Germany	72,3	80,2	42,3	30,2	15,1	7,9	21,6
Denmark	126,6	119	96,6	69	31,2	28,8	114
Estonia	74,4	81,7	44,4	31,7	79,7	74,3	85,1
Spain	64,6	74,7	34,6	24,7	80,5	83,6	-71,3
Finland	103,3	102,4	73,3	52,4	-14,3	5,7	208,6
France	40,7	57,6	10,7	7,6	12,3	6,5	4,4
Greece	61,3	72,4	31,3	22,4	31,7	32,1	-46
Hungary	87,8	91,3	57,8	41,3	81,8	76,4	551,7/59
Ireland	43,2	59,4	13,2	9,4	-4,8	-11,3	29,8
Italy	74,2	81,5	44,2	31,5	158,3	164,7	57,1
Lithuania	142,3	130,2	112,3	80,2	52,1	50	379,5
Luxembourg	50,4	64,6	20,4	14,6	-165,6	-160,3	8,2
Latvia	60,1	71,5	30,1	21,5	41,5	38,3	103,3
Malta	32,3	51,7	2,3	1,7	-	-	239,5
Netherlands	53,4	66,7	23,4	16,7	7,4	4,3	33,3
Poland	300,2	243	270,2	193	69,7	73,1	77,6
Portugal	49	63,5	19	13,5	-4	-6,1	38,1
Romania	52	65,7	22	15,7	99,7	85,8	46,2
Sweden	136,7	126,2	106,7	76,2	24,9	20,7	1
Slovenia	46,5	61,8	16,5	11,8	124,1	115,8	-89,1
Slovak Rep.	60,7	71,9	30,7	21,9	-	-	-100,4
UK	49,4	63,9	19,4	13,9	17,6	9	35,4/48

(EU-12 és EU-15), alacsonyabb direkt és indirekt rebound hatással, és azokat a csoportokat, amelyek magukba foglalják a többi országot (EU15-25 és EU15-27) magasabb rebound hatásokkal [4].

A 1. táblázat 5. és 6. oszlopa Balezantis és munkatársai által számított értékeket mutatják [5] és ezek is a háztartások energiafelhasználásának együttes rebound értékei. (Ciprus és Málta adatai nem kerültek kiszámításra.) Vegyük észre, hogy ezekben az oszlopokban negatív értékek is megjelennek. Ebben a tanulmányban a szerzők a rebound hatáshoz, annak erősségét jellemző, szinteket rendelnek, amit az 2. táblázat mutat. Az alkalmazott módszertanra itt nem térek ki, mert a Magyarországra vonatkozó fejezetben azt részletesen ismertetem, mivel a magyarországi adatokat újra számoltam, illetve kiterjesztettem 2018-ig, az [5] tanulmányban ugyanis csak 2012-ig terjed az időhorizont.

2. táblázat. Rebound hatás mértékeinek jellemzése

Rebound együttható	Típus
$Re > 1$	„Backfire”
$Re = 1$	Teljes rebound
$0 < Re < 1$	Részleges rebound
$Re = 0$	Zéró rebound
$Re < 0$	„Super-conservation”

Az 2. táblázatban az Re az együttes reboundra utal. Balezantis és munkatársai az energiahatékonyság változására vonatkozó energiaigény rugalmasságából (ϵ) határozták meg a rebound együtthatót ($Re=1+\epsilon \cdot E$) [5]. Ha a rebound együttható egynél nagyobb érték, akkor az úgynevezett „backfire” jelenség következik be, amelynek során az adott ország egy energiahatékonysági intézkedés végrehajtása után növekedést tapasztal az energiafogyasztásban. A „teljes rebound” esetén azt mondhatjuk, hogy olyan, mintha a felújítás meg sem történt volna, hiszen ugyanannyi a fogyasztás mértéke, mint korábban. „Részleges reboundnál” tapasztalunk csökkenést, de nem annyit, mint amennyit elvárhatnánk. „Zéró rebound” akkor következik be, amikor pontosan annnyival csökken az energiamegtakarítás, mint azt terveztük. A „super-conservation” állapot esetén pedig a rebound együttható negatív, azaz nagyobb a megtakarított energiamennyiség, mint az előre jelzett érték. [5] tanulmányban az R1 érték időtartam korrekció nélkül, az R2 pedig egy időtartomány korrekcióval nyert eredmény.

A harmadik tanulmány Galvin Ray munkája [6]. Ebben is az EU tagországok háztartásainak rebound értékére vonatkoznak a számítások, de csak a direkt rebound került meghatározásra. Az energiahatékonyság és a háztartások energiafelhasználásának adatai alapján regressziós együtthatókból került kiszámításra egy adott

időszakra vonatkozó rebound érték. A nyert eredményeket az 1. táblázat 7. oszlopa tartalmazza. Annak ellenére, hogy a szerző igen elismert szakember, a Magyarországra vonatkozó 500%-os háztartási energiafelhasználásra vonatkozó direkt rebound értékben kételkedtem, így azt újra számoltam a cikkben megadott módon, de az IEA adatbázisából nyert adatokkal. Ellenőrzésként az Egyesült Királyság (UK) adatokkal is elvégeztem ugyanazokat a lépéseket. Azt gondolom, hogy a jelen számítási eredmény állhat közelebb a valósághoz, mert az UK adaton kismértékű korrekció keletkezett, de Magyarország háztartási energiára vonatkozó közvetlen rebound értéke ~59%-ra mérséklődött. Ezt az értéket jelen cikk szerzője összhangban lévőnek tekinti más szerzők eredményeivel. (A számítás részletei a magyarországi rebound mértékéről szóló rész ismerteti.)

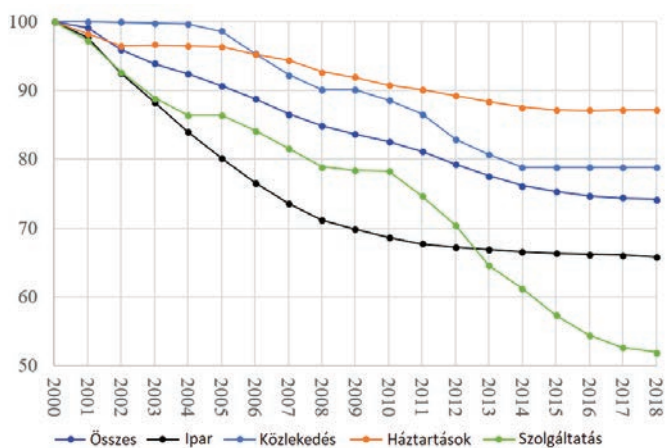
Az olvasók nyilván érzékelik az egyes módon számított rebound értékek akár jelentős eltérését. Mivel nincsen egy egységes számítási módszer, ezért nehéz megítélni, hogy melyik tanulmány adatai fedik legjobban a valóságot, másrészt nem teljesen azonos a vizsgált időtartomány, ami indokolhat akár jelentős eltéréseket is. Fontos lenne egy egységes módszertant és azonos adatbázist alkalmazni legalább az EU szintjén, hiszen ez segíthetne könnyebben beazonosítani azokat az országokat, amelyeknél nagyobb hangsúlyt kell fektetni a rebound elkerülésére, ezáltal az egész Európai Unió könnyebben érhetné el az energiamegtakarítási célokat.

A háztartások energiafogyasztásához köthető rebound Magyarországon

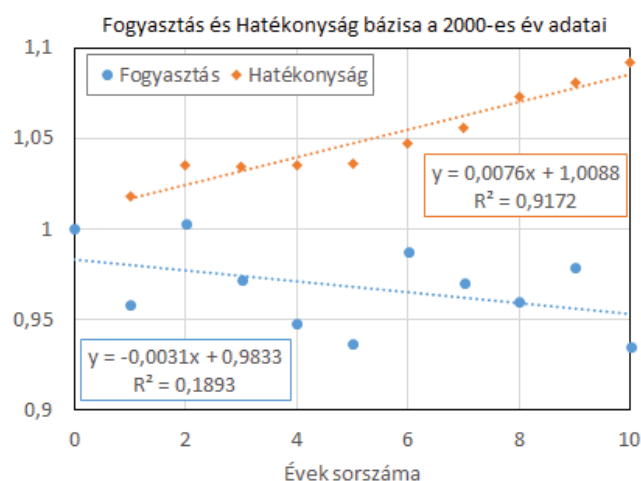
Az első alfejezet az EU országokra vonatkozó kétféle számítási módszer szerint a magyar háztartások összesített és közvetlen rebound értékeinek újrászámolt illetve kiterjesztett időtartományra számított rebound értékeket mutatja be. A második alfejezet pedig Szép Tekla számításainak megismétlésével nyert aktualizált eredményeket tartalmazza.

A magyar háztartások rebound mértéke [6] módszer szerint újra számítva

Galvin (2014) [6] számítási módszerének lényege, hogy az adott szektor (pl. háztartás) időszori energiahatékonysági és energiafelhasználási adatainak lineáris regressziós együtthatóiból ad becslést a szektort jellemző direkt reboundra. A módszer hazai adatokon való alkalmazásához szükséges adatokat az Odyssee adatbázisból [7] és az „IEA country profile Hungary” adatbázisból nyertük ki [8], az eredményt a 2. ábra és a 3. ábra mutatja.



2. ábra. Technikai energia hatékonysági index változása 2000-től [7]



3. ábra. 2000-2010 évek normalizált hatékonysági, fogyasztási és a regressziók

Az energiafogyasztási adatokat a fűtési napok értékek figyelembevételével módosítottuk, ahogy ilyen korrekció a [6]-ben is történt.

A számítási összefüggés a direkt rebound számítására:

$$RBD_d = \left[1 + \frac{\ln(1+Rcon)}{\ln(1+Reff)} \right] \cdot 100\% \quad (1)$$

ahol $Rcon$ a fogyasztás regressziós egyenes együtthatója, az $Reff$ pedig a hatékonyságra vonatkozó.

A diagram számaival az eredmény: $RBD_d = 59\%$

3. táblázat. Háztartási energia rebound hatása

év	Direkt rebound, %
2010	59
2012	94
2014	50
2016	49
2018	58

A 3. táblázat eredményeit úgy kaptuk, hogy a hatékonysági és fogyasztási adatokra kettő éves lépésekben a regressziós egyenesek adatait meghatároztuk és a direkt rebound értékeket kiszámítottuk.

A magyar háztartások együttes rebound értékének újrászámítása [5] módszer szerint

Balezantis és társai (2021) egy több komponensű modellt javasolnak [5] munkájukban az együttes rebound hatás becslésére az energia elaszticitási együtthatón keresztül. A modell leíró egyenlete a következő:

$$\ln(Q_{i,t}) = \beta_o + \beta_Y \ln(Y_{i,t}) + \beta_P \ln(P_{i,t}) + \beta_{POP} \ln(POP_{i,t}) + \beta_{AHS} \ln(AHS_{i,t}) +$$

$$\beta_{HDD} \ln(HDD_{i,t}) + \beta_{CDD} \ln(CDD_{i,t}) + \beta_{SDH} \ln(SDH_{i,t}) + \varepsilon_E \ln(E_{i,t}) + \mu_i + \theta_i + u_{i,t}$$

ahol

Y a rendelkezésre álló reáljövedelem (EUR)

P az energia valós ára (EUR)

POP az átlagos népesség (fő),

AHS a háztartások átlagos mérete (fő),

HDD a fűtési napok szám,

CDD a hűtési napok szám,

SDH a családi házakban lakók aránya (%)

E az energiahatékonysági index=100 az értéke 2000-ben

ε_E az elaszticitás, ahonnan $RBD=1+\varepsilon_E$

A (2) egyenlet az alapmodell, ez országspecifikus lesz abban az esetben, ha az adott ország elaszticitását az adott ország E hatékonysági indexe és az országra jellemző többi adat behelyettesítésével számítjuk. Az elaszticitást kifejezve a (2) egyenletből és jelölve, hogy Magyarországról van szó a nyert összefüggés:

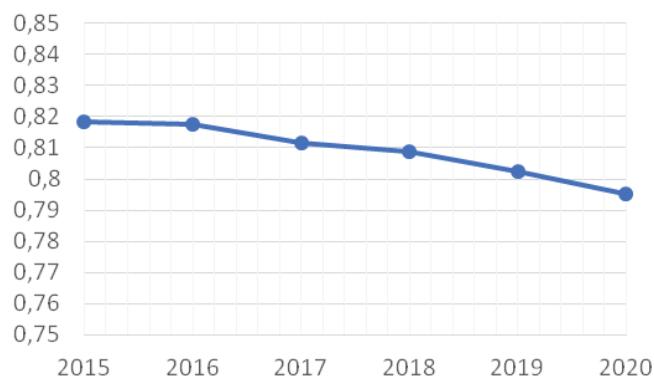
$$\varepsilon_{E_{HU}} = \frac{\ln(Q) - \sum_i^n \beta_i \ln(X_i) - \mu - \theta - u}{\ln(E_{HU})} \quad (3)$$

ahol az X_i és β_i a (2) alatt felsorolt tagok röviden írva.

A számításokhoz szükséges adatokról (4. táblázat):

1. Vannak egyértelműen meghatározott forrású adatok (EUstat, KSH).
2. Az energia valós ára problémás. Vagy a fogyasztási mix alapján átlagolunk (gáz + villany + távhő + tűzifa + PB) vagy egyszerűen az összes háztartási energiára fordított kiadás és a háztartások energiafelhasználás hányadosát vesszük. (Ezt a módszert alkalmaztuk.) További probléma, milyen árfolyamon számoljunk (Ft -> EUR?).
3. „Családi házakban lakók számát” a modellhez az ún. „Urbanizációs fokból” számították, 100-U%. (Ezt vettük át).
4. Az μ idő-invariáns ország jellemző, q t időfüggő egységes jellemző és a pd ország jellemző „dummy” változókat összevontuk és az ismert, 2015-re vonatkozó Magyarországra vonatkozó, [5]-ban számított rebound számadatból identifikáltuk az értékeket és a továbbiakban állandónak vettük. Így csak a többi adat évről-évre változásának hatása jelenik meg a számításainkban. Minden egyéb olyan hatás, amit a modell létrehozói ezekbe a változókkal írtak le, így vettük figyelembe, azaz a szerzők idősor hatástól független eredményeivel hasonlítható össze a mi számításunk eredménye. Meglátásunk szerint a „dummy” változók egyik fontos szerepe, hogy az országok közötti adat különbségeket kompenzálják. (Pl. átlagos népesség, jövedelmek nagyságrendi különbségei.)

A 4. ábra adatait az időintervallumra vonatkozó korrekciós tényező figyelmen kívül hagyásával nyertük. Ezt a hosszabb időszak egybe-számolása esetén használták a modell alkotói. Azzal indokoljuk az



4. ábra. Háztartási energiafogyasztás összesített rebound hatása [5] alapján

elhagyását, hogy minden évre vonatkoznak a számítások és nem vettünk figyelembe több évre elhúzódó trendeket. Megjegyezzük, hogy a háztartási energia árváltozását pusztán a Ft-EUR árfolyam változás okozza az adott időszakban. A nyert eredmények meglátásunk szerint megfelelően tükrözik a Magyarországi háztartási energiára vonatkozó rebound hatást. A korábbi eredmények [9] ugyan kisebb értékekről szólnak, de az azóta eltelt időszakban bekövetkezett változások, elsősorban a háztartási energiaárak rögzítése alapvető változásokat hozott a háztartások elkölthető jövedelmének alakulásában és 2013 – 2017 között elméletileg 598,5 milliárd Ft megtakarítás keletkezhetett [10], ami véleményem szerint a hazai rebound elég magas szintjéhez is hozzájárul, erre utal a 3. táblázat.

A magyar háztartások fűtési és HMW célú energiafelhasználás rebound értéke

A nemzetközi szakfolyóiratok cikkeinek táblázatain túl, a magyar rebound adatok kapcsán referencia munkáknak Sebestyénné Szép Tekla publikációi számítanak. Az Energiagazdálkodásban 2013-ban megjelent tanulmányból [9] származik a 5. táblázat. Ez annyiban bővebb a külföldi munkáknál, hogy jövedelemtől függő eredményeket tartalmaz és az egyes, különböző célokra használt energiával kapcsolatos reboundot mutatja. Szép Tekla azt találta, hogy a nyugateurópai publikációk a magyar fűtési reboundot túl, a

4. táblázat. Magyarországra vonatkozó adatok a Balezantis és társai modell számításához

Változók megnevezése	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Háztartások végső energia-felhasználása, GWh, Q	69305,6	71582,47	73192,93	67639,6	66027,8	66027,8 (*)
B6N Net disposable income, Y, millió EUR	17,84	18,74	20,18	22,28	24,45	25,67
Energia ára EUR/MWh, P	59,6	56,9	56,1	60,5	61	61,5
Népesség, millió fő, POP	9,84	9,81	9,79	9,78	9,77	9,76
Háztartás átlagos méret (fő), AHS	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Fűtési napfok szám, HDD	2598,04	2707,02	2742,93	2468,7	2381,22	2546,56
Hűtési napfokszám, CDD	199,47	63,55	143,47	125,31	149,79	70,48
Urbanizálódási fok %	31	30,9	31,8	32,8	32,8	32
Családi házakban lakók %, SDH=100-Urb.fok	69	69,1	68,2	67,2	67,2	68
Energia hatékonysági index 2000 = 100, E	124,7	125,3	125,6	125,8	126	126 (*)

(*) a vonatkozó 2020-as adatokat a 2019-es adattal azonosnak vettük.

5. táblázat. A visszapattanó hatás nagysága Magyarországon [9]

A visszapattanó hatás mértéke Magyarországon 2008-ban			
	Teljes minta	Legalsó jövedelem-csoport (1. kvintilis)	Legfelső jövedelem-csoport (5. kvintilis)
Fűtés	2,6%	7,9%	0%
Villamosenergia-felhasználás	32,6%	29,8%	34,9%
A visszapattanó hatás mértéke Magyarországon 1990 és 2009 között			
	Fűtés	Vízfelmelegítés	Teljes energiafelhasználás
Magyarország	4%	2,2%	11,1%

villamosenergia fogyasztáshoz kapcsolódót pedig alul becsülik. (Ez azóta sem változott valószínű.)

Szép Tekla által levont következtetések: „Az energiahatékonysági intézkedéseknek eddig csak pozitív hatásai voltak ismertek, így az ilyen jellegű beruházások által generált adóbevételek, a külkereskedelmi mérlegre, illetve a foglalkoztatásra gyakorolt pozitív hatás, az importfüggőség és az energiaszegénység csökkenése. Ugyanakkor számításaimmal bizonyítást nyert, hogy a rebound hatás Magyarországon is megfigyelhető, létező jelenség. Tehát kimondható, hogy az energiahatékonyság növelése (illetve az ehhez kapcsolódó technológiai újítások) önmagában nem képes megoldást kínálni az energiafogyasztás visszafogására. Természetesen nem igaz az, hogy minden energiahatékonyság javítására irányuló fejlesztés szükségszerűen megnövelné az energiafelhasználást, hiszen az több tényező együttes fennállásának következménye. A rebound hatás mérése, illetve figyelembevétele nélkülözhetetlen a konzekvens energetikai döntések meghozatalához.” Ez a megállapítás ma is igaz és maximálisan egyet kell értenünk.

Szép Tekla által alkalmazott OLS modell (Ordinary Least Squares) azaz a klasszikus legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva Tihanyi Kata [11] szakdolgozatában megismételte a [12] tanulmány számításait, majd azokat kiterjesztette 2000-2019 tartományra, az eredményeket a 6. táblázat mutatja.

6. táblázat. A fűtési, HMW és teljes magyar rebound értékek [11]

Időszak	2000-2019	
	gretl*	Excel
Fűtési rebound, %	22,8	22,59
Vízmelegítési rebound, %	-6	-6,59
Teljes energiafelhasználás rebound, %	17,57	23,58

* GPL (szabad forgalmazású) ökonometriai program csomag

Gyakorlati illusztráció

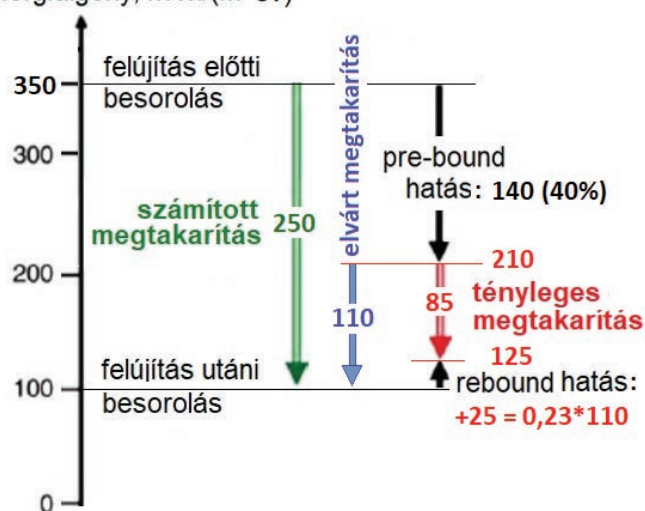
Mivel nagyon sok táblázat és diagram szerepel a cikkben, egyszerű gyakorlati példa következzen az elmondottak jobb megértéséhez. Legyen egy átlagos családi ház, a felújítás előtti műszaki állapot szerint a névleges fűtési primer energiafogyasztása 350 kWh/(m²év). A magyar családi házakra megállapított adaptációs görbe szerint (I. rész, 6. ábra) a prebound (komforthiány) értéke ~40%. Tehát a ténylegesen fűtésre fordított érték: $350 \cdot 0,6 = 210$ kWh/(m²év). A felújítás célzott eredménye 100 kWh/(m²év). A rebound hatására Tihanyi Kata [11] számításai alapján 23%-ot alkalmazva,

a rebound miatti többlet fűtési energia $(210-100) \cdot 0,23 = 25$ kWh/(m²év) lesz.

Az elméleti megtakarítás, azaz a névleges igény és a célérték különbsége: $350-100=250$ kWh/(m²év). Az elvárt megtakarítás a tényleges fogyasztás és a célérték különbsége lesz: $210-100=110$ kWh/(m²év). A ténylegesen elért megtakarítás a rebound okozta többletfogyasztással $210-(100+25)=85$ kWh/(m²év). Tehát a legrosszabb forgatókönyv esetében az elméleti megtakarításnak akár csak ~34%-a valósulhat meg, az elvárt megtakarításnak pedig a 77%-a.

Az eredményeket az 5. ábra szemlélteti.

Fajlagos fűtési energiaigény, kWh/(m²év)



5. ábra. A példaszámítás eredményei

Ha a felújítás célja 50 kWh/(m²év), az elméleti megtakarítás 300 kWh/(m²év) és az elvárt megtakarítás 160 kWh/(m²év) lesz. A tényleges elért megtakarítás 123 kWh/(m²év), ez az elméleti megtakarítás 41%-a. Ha a zero energiafelhasználás a felújítási cél, ezekkel a rebound és prebound értékekkel az elméleti megtakarítás 46%-a érhető el.

Tehát a jobb energia mutatót célzó felújításnál az ugyanolyan mértékű korlátozó hatások szerepe kisebb lesz. Annyit még érdemes megjegyezni, hogy a fenti értékek nem tartalmazzák a felújítás előtti hibás műszaki felmérés és az esetleges hibás kivitelezés miatti eredmény csökkenést. Ezek mértékének megállapítására is célszerű lenne adatokat gyűjteni és kutatásokat indítani.

Összefoglalás

Az energiahatékonysági fejlesztéseknél tapasztalt eredményelmaradás egyik fő okozója lehet a különböző mértékű prebound, direkt és indirekt rebound hatás. A jelenségek régóta ismertek, azonban a tömeges energiahatékonysági projekteknek az előzetes tervekhez képest tapasztalt mérsékelt eredményei számos kutatás fókuszába állították az olyan területeken, mint a közlekedési vagy lakóépületi energiafelhasználás.

A több évtizede tartó (ugyan változó intenzitású) vizsgálatok és kutatások ellenére a rebound és prebound mértékének meghatározására nem alakult ki egységes, mindenki által követett módszer. A probléma oka, hogy míg mikroszinten a számítás és a számí-

tásokhoz szükséges adatok megállapítása viszonylag egyszerűen elvégezhető, addig a makrószintű folyamatok komplexitása miatt a rebound és prebound mértékének megállapítása ezzel arányosan válik bonyolulttá és kevésbé egyértelművé a megfelelő módszer kiválasztása és alkalmazása.

A jelenségek komplexitásának fő oka, hogy az emberek helyzetektől függő viselkedésének meghatározására van alapvetően szükség. Tehát nem csak a viselkedési séma, de az energiafelhasználás műszaki és gazdasági körülményei, illetve valamennyi komponens kölcsönhatása hozza létre az energiahatékonyság fejlesztés korlátozódását. Ennek következtében az elmaradó energiamegtakarítás jelentősége az egyre ambiciózusabb nemzeti és EU programok miatt megnövekedett. Az energiahatékonyságot javító programokkal foglalkozóknak, függetlenül attól, hogy a döntéshozatali folyamat mely részében érintettek, foglalkozniuk kell a korlátozó hatásokkal, hogy olyan eredményeket tervezzenek el amelyek meg is valósulnak a valóságban.

Felhasznált források

- [1] D. Cali, T. Osterhage, R. Streblov and D. Müller, "Energy performance gap in refurbished German dwellings: Lesson learned from a field test," *Energy and buildings*, vol. 127, pp. 1146-1158, 2016.
- [2] Gróf Gy. és Tihanyi K., „Az energiahatékonyság javítás korlátozó hatásai” Tanulmány, MNB-BME, Budapest, 2021.
- [3] J. Freire-González, "Evidence of direct and indirect rebound effect in households in EU-27 countries," *Energy Policy*, vol. 102, pp. 270-276, 2017.
- [4] T. Balezentis, M. Butkus, D. Streimikiene and Z. Shen, "Exploring the limits for increasing energy efficiency in the residential sector of the European Union: Insights from the rebound effect," *Energy Policy*, vol. 149, 2021.
- [5] R. Galvin, "Estimating broad-brush rebound effects for household energy consumption in the EU28 countries and Norway," *Energy Policy*, vol. 73, pp. 323-332, 2014.
- [6] Odyssee, "https://www.indicators.odyssee-mure.eu/energy-efficiency-database.html," 2021.
- [7] IEA, "https://www.iea.org/countries/hungary," 2021.
- [8] Szép T., „Energiafelhasználás és energiahatékonyság,” *Energiagazdálkodás*, 54(4), 2013, 2-5 old.
- [9] T. Szép and C. Weiner, "The Hungarian utility cost reduction programme," *Centre for Economic and Regional Studies - Institute of World Economics*, Budapest, 2020.
- [10] Tihanyi K., „Az épületenergetikai hatékonyságot növelő beruházások eredményét korlátozó hatások” Szakdolgozat, BME, Budapest, 2021.
- [11] Szép T., „Energiahatékonyság: áldás vagy átok?,” *Terület Statisztika* 53(1), 2013. 54-68 old.

Elhunyt Horváth J. Ferenc (1943-2022)

Horváth J. Ferenc okleveles villamosmérnök 1943. február 27-én született Somlójenőn. A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar, Erősáramú Szakán végzett 1968-ban. Közel húsz éven át az Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyeletnél (korábban Országos Villamosenergia Felügyelet) dolgozott, mint előadó, főelőadó, osztályvezető, főosztályvezető-helyettes. 1985-től hat éven át az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium (korábban Ipari Minisztérium) főosztályvezetője. A Magyar Energia Hivatal (MEH) alapító tagja, 1994-től a Hivatal energiaszolgáltatási igazgatója, mb. főigazgatója, majd 2002-től elnökhelyettese, 2003. októberétől 2009. szeptember 1-jéig pedig elnöke.

Jelentős szerepet vállalt a villamosenergia- és a földgázpiac nyitásának előkészítésében és a piaci működés megvalósításában. Aktívan részt vett az EU 96/92/EC sz. és 2003/54/EC sz. "régi és új" direktívája (a villamos energia

belső piacának közös szabályai), valamint az EU 98/30/EC sz. és 2003/55/EC sz. "régi és új" direktívája (a belső földgázpiac egyetemes szabályozása) hazai adaptációjában.

Több mint ötven



szakcikket publikált a hazai folyóiratokban, intézeti kiadványokban, a szakmai konferenciákon közel száz előadást tartott. Az elmúlt évtizedekben több szakmai folyóirat szerkesztő bizottságának tagja, és számos energetikai statisztikai kiadvány főszerkesztője.

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület (ETE) elnökségének és Műszaki Tudományos Tanácsának, tagja, az ETE MEH helyi csoportjának elnöke, a Magyar Elektrotechnikai Egyesület és a Magyar Energetikai Társaság, továbbá a Gazdálkodási és Tudományos Társaságok Szövetségének tagja volt. 1999-től rendszeresen meghívottja volt a MTA Energetikai Tudományos Bizottságának.

A negyven éves szakmai pályafutása alatt számos állami és szakmai kitüntetésben – többek között Eötvös Díj (2002), Szabó Imre Díj (2008), Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztje (2004) és Középkeresztje (2009) – részesült.

Horváth J. Ferenc fontosnak tartotta az együttműködést a társadalmi szervezetekkel. Kiemelt figyelmet fordított az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületre és a Magyar Elektrotechnikai Egyesületre, mint az energetika különböző szakterületeit összefogó szervezetekre. Rendszeresen részt vett az Egyesületek által szervezett szakmai fórumokon, szóban vagy írásban tájékoztatást adott az aktuális energiapolitikai témákról, a Hivatal tevékenységéről.

A Hivatal vezetőjeként példamutatóan kereste a lehetőséget a szakmai konzultációra, meghallgatta és figyelembe vette az Egyesületek testületeinek és tagjainak javaslatait az energiapolitika alakításában, a jogszabályok kidolgozásában.

Emlékét megőrizzük, nyugodjon békében!

A fenntartható távhőellátás rendszerszemléletben II.¹

Molnár Szabolcs

MVM Zrt, Budapest, vezérigazgató-helyettesi tanácsadó, molnar.szabolcs@mvm.hu

A fenntartható fejlődés lassan elcsépelet fogalomvá vált a közbeszédben. Mindenki beszél róla, de hogy mit is takar pontosan azt kevesen ismerik. Munkám fő témája a városok energiaellátásának rendszerszintű elemzése, kifejezetten a távhőellátás hazai és nemzetközi trendjeinek figyelembevételével. A városok levegőtisztaságának kérdése napjaink kiemelt témája. Azonban tisztában kell legyünk azzal a ténnyel is, hogy a fogyasztók megfelelő mennyiségű és minőségű (hő)energiát igényelnek, melyet ki kell elégítsünk. Tehát a forrásmegfelelőség talán hangsúlyosabb kérdésköre a mai energiastratégiai kérdéseknek, mint bármikor is volt. A fogyasztók távhőellátással történő ellátása alapvető bázisa kell legyen a városok energiaellátásának, mert különben a környezetvédelmi és a fenntarthatósági célkitűzéseinket nem tudjuk kielégíteni. Írásomban elemzem a távhőszolgáltatás termelő oldali lehetőségeit, kiemelve azt, hogy milyen tüzelőanyag bázisokon valósítható meg a valódi zöld távhőprogram.

*

Sustainable development has slowly become a trite concept in public discourse. Everyone talks about it, but what it means is precisely what few people know. The main topic of my work is the systemic analysis of the energy supply of cities, considering the domestic and international trends in district heating supply. The issue of air quality in cities is an important topic today. However, we must also be aware that consumers require the right amount and quality of (heat) energy to be satisfied. Therefore, resource compliance is perhaps a more pronounced issue in today's energy strategy than it has ever been. Supplying consumers with district heating must be an essential basis for energy supply to cities; otherwise, we could not meet our environmental and sustainability objectives. In my paper, I analyze the production side possibilities of district heating services, highlighting the fuel bases at which an actual green district heating program can be implemented.

A cikk első része a 2020. évi 1-2. számban jelent me. Ennek fejezetei a következők:

A kezdetek

A távhőpiac napjainkban

Valódi zöld távhőprogram

Hulladék, mint energiahordozó

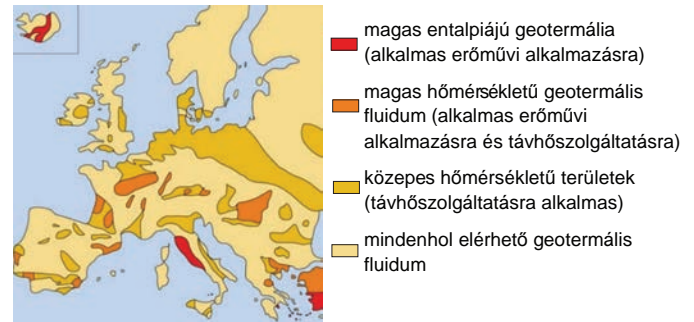
Biomassza

Geotermikus energia

A geotermikus energia termelése a hévizek energiatartalmának hasznosításán alapul. A geotermikus energia alkalmazására Magyarországon a természeti adottságok adnak lehetőséget, sőt alkalmazása mellett jelentős érvrendszer sorolható fel. Első helyen kell megemlítenünk a geotermális gradiens¹ hazai kedvező értékét. A Föld átlagában a geotermális gradiens 3,3 °C/100 méter, míg hazánkban ennek hozzávetőleg a másfélszerese 4-5 °C/100 méter.

¹ A geotermális gradiens a 100 méterenkénti hőmérséklet emelkedést jelenti a földkéregben.

Ennek az a magyarázata, hogy a Magyarországot magában foglaló Pannon-medencében a földkéreg vékonyabb a világátlagnál. A tudósok számításai szerint mindössze 24-26 km vastag, ami kb. 10 km-rel vékonyabb a szomszéd területekhez képest. Ezért a Föld forró magmája a felszínhez közelebb van, valamint az, hogy jó hőszigetelő üledékek (agyagok, homokok) töltik ki. Ennél fogva a mért hőáramértékek is nagyok, kb. 90 mW/m², ami az európai átlagérték másfélszerese.



1. ábra. Egyszerű áttekintés az európai geotermikus potenciálról [6]

További előnyként értékeljük, hogy a rezervoárok egyrészt megfelelő hőmérsékletűek, másrészt a felszínhez viszonylag közeliek.

A hévízkutak száma hazánkban közel 1700, azonban ezek 40%-a, mintegy 600 kút balneológiai célú. Ezen kutak hőkapacitásának vizsgálata azért nem minden esetben célszerű, mert fürdőink nagy része energetikai célra csak igen kis mértékben, vagy egyáltalán nem hasznosítja a termásvíz hőtartalmát [7].

Hazai körülmények elsősorban közvetlen hőtermelési célra éri meg kihasználni a geotermikus energiát. Távolati célként kell kitűzük a geotermális fejlesztéseivel kapcsolatban, hogy az energiahatékonysági szempontból kedvezőbb kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés, illetve az egyre nagyobb számban megjelenő geotermikus távhőrendszerek kiszolgálása legyen megvalósítható.

A jelenlegi hazai geotermális távhőtermelő listáját az alábbi táblázatban foglaltuk össze (4. táblázat).

1. táblázat. Magyarországi geotermális távhőtermelők listája

Város	Rendszer hőteljesítmény, [MW]	Város	Rendszer hőteljesítmény, [MW]
Miskolc	60,3	Szentlőrinc	4,6
Győr	50	Csongrád	3,7
Szentés	13,7	Szigetvár	3,6
Hódmezővásárhely	12,8	Szarvas	2,9
Makó	5,8	Vasvár	1,6
Cserkeszőlő	4,8	Nagyatád	0,5
		Összesen	164,3
Készülő beruházások			
Szeged	kb. 20-25	Budapest	20

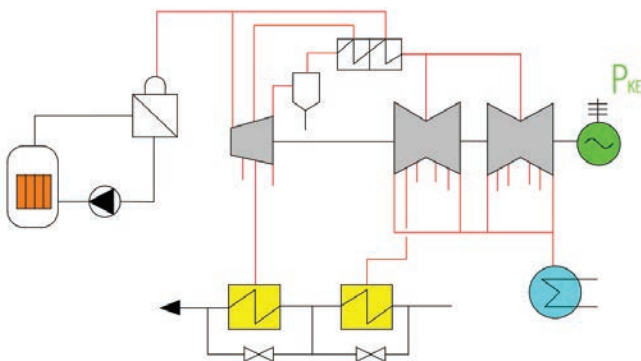
Jelen írásunkban nem az egyes energia termelési változatok bemutatására helyeztük a hangsúlyt, hanem a geotermikus energia távhőszolgáltatásban történő fejlesztési lehetőségeire hívnánk fel a figyelmet. Kiemelnénk a rendszerszemléletű gondolkodás szükségességét, és azt, hogy az energetika egyes szakági részterületeinek komplex értékelése, és az így kialakított innovációs stratégiai irány határozza meg a fenntarthatóságot, a geotermikus távhőrendszerek jövőjét illetően is.

A geotermália jövőjét meghatározóan szót kell ejtenünk a hőmérsékletszintek problémájáról. A 80 °C kútfelhőmérséklet feletti hőhordozóval a meglévő, hagyományosan méretezett épületfűtéseket lehet csak működtetni, míg a 80 °C alatti hőhordozó a kishőmérsékletű fűtési rendszerek üzemeltetését teszi lehetővé. Mind az új építésű ingatlanoknál, mind az épületfelújításoknál az épületek energetikai kérdései meghatározzák az alkalmazható fűtési mód szereket, így a geotermália alkalmazhatóságát is. A növelt felületű konvekciós hőleadók, a padló-, fal-, mennyezetfűtések kialakítása, pedig az alacsonyabb hőmérsékletű hőhordozó használhatóságát teszi lehetővé, mely kedvez a geotermikus rendszereknek.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a geotermikus energia szempontjából a természeti adottságaink kedvezőek, és nemcsak a jelenben, de e távolabbi jövőben is adottak a hatékony geotermikus-energiatermelés feltételei. A hazai tárolók nemcsak megfelelő hőmérsékletűek, és a felszínhez viszonylag közeliek, hanem a bennünk tárolt energiakapacitás is megfelelően nagy mennyiségű.

Nukleáris hőkiadás

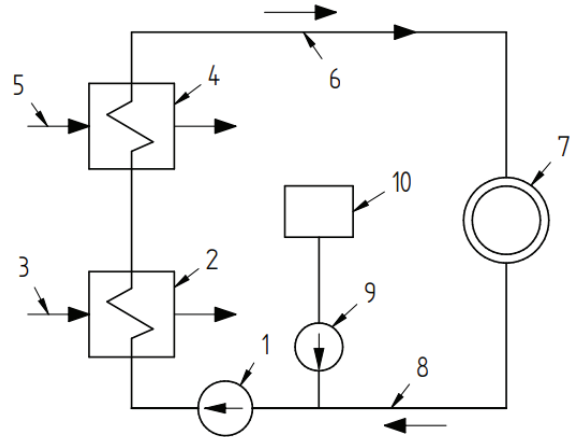
Az elsődlegesen villamosenergia-termelésre létesített gőzközegű atomerőművek is adhatnak ki hőt. Az elsősorban villamosenergia-termelésre létesített nukleáris létesítményekkel a méreteihez mérten viszonylag kis hőigény kiadása egyszerűen megoldható. A nagyteljesítményű gőzturbina nagy gőzárama a középnyomású ház ikeráramú megosztását teszi lehetővé, a két fokozatú hőkiadás pedig aszimmetrikus kialakítását indokolja. Az aszimmetrikus ikeráramú kialakítás kondenzációs és fűtőüzemben, illetve a tápvíz- és fűtővízmelegítésben egyaránt optimális felmelegítési arányokat biztosít (4. ábra).



2. ábra. Többfokozatú részleges hőkiadás kondenzációs erőműből [9]

Nézzük kicsit mélyebben. Tekintsük át az atomerőművek hőkiadási rendszerét. A fogyasztói forróvíz-szolgáltatást az atomerőmű lakótelepének, épületeinek és helyiségeinek fűtésére, a szellőzőberendezések kalorifereinek ellátására, használati melegvíz-ellátásra stb. használjuk. Az erőműben a primer kör helyiségeket a nyomószellőzés levegőjének felmelegítésével fűtjük.

Egy példát láthatunk az atomerőművi hőszolgáltatás kapcsolására az alábbi ábrán (5. ábra).



3. ábra. Atomerőművi hőszolgáltatás kapcsolása [10]

1. forróvíz-keringtető szivattyú, 2. alapfűtési hőcserélő, 3. csapolt gőz,
4. csúcshőcserélő, 5. redukált gőz, 6. előremenő forróvíz-vezeték, 7. hőfogyasztó, 8. visszatérő forróvíz-vezeték,
9. pótviszszivattyú, 10. pótvíz-előkészítő berendezés

A fűtési keringetőszivattyú a forró vizet az erőművet a fogyasztóval az előremenő meleg és a visszatérő hideg vezetékággal összekötő zárt körben keringeti. Ha a levegő hőmérséklete alacsony, a keringetett vizet pótlólag felmelegítjük egy csúcshőcserélőben, ami a távfűtési hőcserélő fűtőgőzénél nagyobb nyomású redukált frissgőzzel vagy elvételi gőzzel fűtött. A keringetett víz veszteségeinek pótlásáról pótvíz-előkészítő berendezés és pótviszszivattyú gondoskodik.

Az előremenő meleg és a visszatérő hideg vezetékágak és a hozzájuk tartozó segédberendezések alkotják a távfűtési hálózatot, melyek alapvetően három fő hőszolgáltatási funkciót tudnak kielégíteni:

- 1) távhőszolgáltatás,
- 2) szellőzőberendezések kalorifereinek hőigénye,
- 3) használati melegvíz-szolgáltatás.

A hőközpont maximális teljesítménye a

$$\dot{Q}_{h,k}^{max} = (\dot{Q}_f^{max} + \dot{Q}_{SZ}^{max} + \dot{Q}_{HMV}^{max}) \frac{1}{\eta_h} \quad (1.)$$

egyenlettel számolható, ahol:

- η_h – a távfűtési hálózat hatásfoka,
- \dot{Q}_f^{max} – fűtési terhelés maximuma,
- \dot{Q}_{SZ}^{max} – szellőzéshez szükséges maximális hőterhelés,
- \dot{Q}_{HMV}^{max} – használati melegvíz-szolgáltatás maximális hőigénye.

A nukleáris kogenerációnál számításba lehet venni a nagytávolságú, nukleáris bázisú hőtermelést is. A „nagytávolságú” szónak – hazai, magyarországi viszonylatban – a Paksi Atomerőmű vonatkozásában érthetjük meg a jelentését. Jelenleg a Paksi Atomerőmű is a „háziüzemű” hőellátásán kívül, Paks városának szolgáltatott hőenergiát. Nagytávolságú hőkiadás értelmezésében déli irányban Szekszárd, északi irányba Dunaújváros, Érd, Százhalombatta esetleg még Budapest is műszakilag megvalósítható lehetne. Sőt, ha a mérnöki gondolataink határát kiterjesztjük, akkor a Duna másik oldalán található Kalocsa városa is ellátható lehetne atomerőművi

energiaátalakításból származó hőenergiával. Ehhez azonban a Duna másik oldalára is át kell juttatni megfelelő vezetékrendszeren a hőt.

Az atomerőművi energiaátalakításnak – és az abból kiadott hőenergiának – és a nagy távolságú hőellátásnak számos előnye adódik. Nagyon fontos, hogy hosszú távon (legalább 60 évre) megbízhatóan rendelkezésre álló hőtermelő. Előny, hogy jelentős alacsony hőmérsékletű (pl. mezőgazdasági) potenciál a leendő visszatérő ági távvezeték mentén (2. kép). Nagyon jelentős hőforrás arányt képviselnek a hazai távhőrendszerben a szénhidrogén bázisú erőművek. A nukleáris hőkiadás során jelentős földgáz és széndioxid kiváltás lenne megvalósítható a távhőszolgáltató rendszerekben. Gőzturbináknál növekedne az elvétel mennyisége, így kevesebb gőz tömegáram jutna a kondenzátorokra. Ezen oknál fogva csökkenne az élővízbe vezetett (kondenzációs) hő, tehát csökkenne a Duna hőterhelése. A nukleáris kogeneráció további előnyeként lehet azt is számításba venni, hogy javulhat az atomenergia társadalmi elfogadottsága, hiszen a lakosság számára egy nukleáris erőmű biztosítana hőenergiát.



1. kép. Fűtőmatracos növényházi fűtési rendszer [5]

2. táblázat. Valódi zöld távhőszolgáltatást kielégítő tüzelőanyagok összehasonlítása

	hulladék	biomassza	geotermália	nukleáris
tüzelőanyag típusa	települési szilárd hulladék, RDF/SRF másodtüzelőanyag	első-, másod-, harmadlagos biomassza	földhő	urán, nukleáris fűtőanyag
teljesítmény tartomány	15-50 MW	0,3 – 5 MW 10 – 50 MW (kapcsolt energiakiadás esetén (CHP))	0 – 15 MW kutanként	akár 100 MW nagyságú, a gőz elvétel maximális lehetőségétől függ
hőmérséklet tartomány	80 – 140 °C	80 – 140 °C	80 – 85 °C	80 – 140 °C
rendelkezésre állás	~90%	90-98%	enyhe szezonálitási	>90%

Gyakorló mérnökként az a tapasztalatom, hogy a realitások talaján mozogva érzük el mindig a kitűzött célokat, vagyis minden igényt kielégítő technológia nem létezik. Így az atomerőművi kapcsolt hőkiadásnak is vannak hátrányai is, melyekkel fontos tisztában lennünk. A nagytávolságú hőkiadás megvalósításával távvezetékpar létesítése szükséges, melynek komoly beruházási költsége van. A nagy távolságú hőenergia szállítása többlet hőveszteséget jelentene. Szükséges lenne többlet keringtetési villamos energia felhasználás az erőműben, illetve további szivattyúállomások (serkentési és visszaemelési) kialakítására lenne szükség. A turbina megcsapolásokon növekedne a gőzelvétel, így a turbina lapátokon munkát végző gőz tömegárama csökkenne. Így az erőmű kiadott villamos teljesítménye csökkenne.

Konklúziók, avagy egy dolog állandó: a változás

Sokan szokták azt mondani, hogy az utóbbi időben jelentős változások zajlanak le a világban. A hőszolgáltatással kapcsolatos változások mindig is jellemezték az energiagazdálkodást, de valóban az utóbbi időszakban a változások sebessége felgyorsult.

A változás régen is tapasztalható volt az energiaellátásunkban. Valószínűsíthetően Kaifeng (Pekingtől 500 km-re délre) volt az első nagyváros a világon, amely a fűtési energiaigények kielégítését szén tüzelőanyagból fedezte. Az addig használt fa tüzelőanyagot felváltotta a szén, amely váltás a 11. század végén következett be. A tüzelőanyag váltás felhasználását az indokolta, hogy akkor a kínai városnak közel egymillió lakosa volt és koncentráltan kellett nagy energiaigényt kielégíteni.

A változások felgyorsulásához az ipari forradalmak jelentősen hozzájárultak, melyeket energetikusként energetikai forradalomnak titulálók. Az 1700-as évek végén kezdődő átfogó társadalmi, gazdasági és technológiai folyamatokat a széntüzelésű gőzgép feltalálása indította útjára. A gőzgép pedig nem más, mint egy hőerőgép, mely a különböző gyártási folyamatok gépesítéséhez nagy mértékben hozzájárult.

Ez időtájr tehető a napjainkban is tartó folyamatos agglomerálódási (koncentrációs) folyamatok kezdete. A városokba tartó beköltözés szakadatlanul tart, melyek hajtóereje elsősorban a gazdasági jólétre való törekvés. Napjainkra globális centrumok, nagyvárosok és nagyvárosi térségek alakultak ki. Ezzel együtt az energiaigények is koncentráálódtak. Az urbanizált térségeket el kell látni energiával. A hőszolgáltatás kérdése tehát mindig is kulcskérdését jelentette az energiagazdálkodási kérdéseknek, de ez napjainkra a fenntartható fejlődés igényének erősödésével még jobban kidomborodott. Szakmai véleményem szerint a távhőszolgáltatás iránti igény erős növekedésnek fog indulni a jövőben. A városok hőigényének – fűtési és használati melegvízszolgáltatási igényé-

nek – kielégítésében a távfűtésnek és távhűtésnek, annak előnyös tulajdonságai miatt jelentős szerepet kell szánjunk.

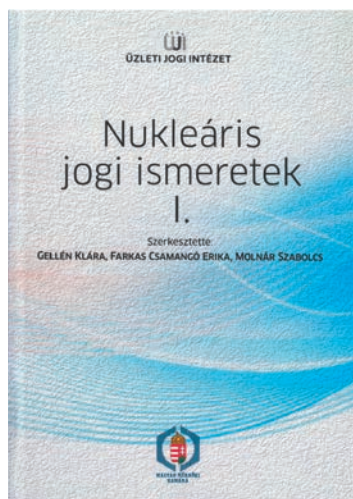
Jelen írásomban összefoglaltam azokat az iparági trendeket melyek meghatározzák a fő fejlődési irányvonalát nemcsak a távhőszolgáltatásnak, hanem az energetikának is. Publikációmban arra kerestem elsősorban a választ, hogy mely tüzelőanyag bázison és milyen feltételekkel valósítható meg a valódi zöld távhőprogram. Összefoglaló eredményeimet az alábbi táblázatban közlöm (5. táblázat).

Tehát a lehetőségek adottak. Ahhoz, hogy a fenntartható távhőellátást biztosítsuk élnünk kell a kínálózó adottságokkal és a rendelkezésünkre álló technológiai lehetőségekkel.

Felhasznált források

- [1] Olessák – Szabó (1984): Energia hulladékból, Műszaki Könyvkiadó, Budapest ISBN 963 10 5526 4
- [2] Molnár Szabolcs (2018). Pécsi régióba telepíthető hulladékégető erőmű légszennyezési viszonyai – szakdolgozat, PTE – MIK – Környezetmérnöki tanszék
- [3] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/851 Irányelve a hulladékokról szóló 2008/98/EK irányelv módosításáról (2018. május 30.)
- [4] Láng István (1985): A biomassza komplex hasznosításának lehetőségei, Mezőgazdasági kiadó, Budapest ISBN 963 232 2150
- [5] 'Sigmund György: Szekszárd távfűtése Paksról, MKET XX. konferencia
- [6] Upgrading the performance of district heating networks (ISBN 978-3-936338-49-2)
- [7] Tóth A.: Magyarország geotermikus felmérése 2016. Budapest: Magyar Energetikai és Köszmő-szabályozási Hivatal
- [8] <https://www.iea.org/reports/district-heating>, (letöltés dátuma: 2022. január 7)
- [9] Büki Gergely: Energetika, egyetemi tankönyv, ISBN 963 420 533 X
- [10] T. H. Margulova: Atomerőművek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, ISBN 963 101 874 4

Megjelent a Nukleáris jogi ismeretek című kétkötetes szakkönyv

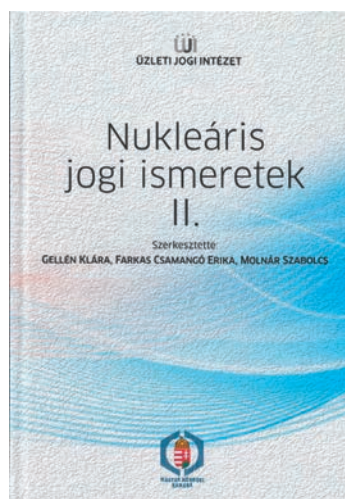


Az energetika napjainkban társadalmi üggyé vált. Kormányok, nemzetközi szervezetek hoznak irányelveket, tesznek ajánlásokat és emellett tudósok, szakemberek fejtik ki nézeteiket és közlik véleményeiket az energetikai kérdések egy-egy oldalát vagy pedig teljes komplex kérdéskörét illetően. Az energetika összetett témakörében az érdeklődő közönség – legyen szó hallgatóról, szakma-

gyakorló mérnökről, jogi szakemberről vagy csak egyszerűen tudásra vágyó kollégáról – nehezen igazodik el, mert a megfontolt intézkedések, helyes felvetések gyakran keverednek vágyakkal és nem a realizmus talaján mozgó mérnöki, természettudományos alapokon nyugvó megoldásokkal.

A tudomány és technika haladása révén, az energetika fejlődése nemcsak, hogy felgyorsult, de az energetikát érintő tudományterületek rendkívül kiszélesedtek. Nemtúlzás azt kijelenteni, hogy az energetika az egyik legkomplexebb diszciplína. Napjaink egyik legfontosabb feladata az energetika kérdéseinek részletes felderítése, az összefüggések, kapcsolatok helyes megállapítása.

A megjelent kötetekkel bizonyítani kívántuk azt, amit én 14 éves korom óta, az erőműgépész szakirányú középiskolai tanulmányaim megkezdése óta csak sejtek: az energetika interdiszciplináris tudomány! Egy energetikusnak egy kicsit mindenhez kell érteni. A természettudományi alapismeretek alapos elsajátítása ma már nem elég. Az idegen nyelv biztos alkalmazása, a gazdasági ismeretek, az energetikai beruházásokat érintő társadalmi összefüggések megismerése és megértése egy energetikus tudásának pillére kell legyen.



Nincs ez másképp a jogi ismeretekkel sem.

Mindennapi munkám során erőműfejlesztéssel foglalkozok. Az elmúlt évek során megtapasztaltam, hogy ez engedélyezési eljárások útvesztőiben csak a megfelelő jogi ismeretek birtokában tudok ki igazodni.

A most megjelent két kötetes szakkönyv közvetlenül hasznosítható alapismereteket kíván nyújtani mindazoknak, akik nukleáris területen dolgoznak, vagy tevékenységük rendszeresen kapcsolódik a gazdasági, hatósági és jogalkalmazói területeihez, mely nem csak a jogászok, hanem a műszaki szakemberek részéről is érdeklődésre tarthat számot. A nukleáris jog témakörében több jogágon átívelő, speciális belső jogi és nemzetközi szabályok vannak, kifejezetten a nukleáris jogi területre jellemző, nemzetközi standardokon, uniós és egyéb nemzetközi kötelezettségeken alapuló, gyorsan változó ismeretanyaggal. Ez az ismeretanyag kiterjed: műszaki szakismeretekre (atomfizikai és energetikai ismeretek, sugárvédelmi ismeretek, környezetpolitikai ismeretek), ágazati jogi szakismeretekre (polgári jogi ismeretek, közigazgatási jogi ismeretek), illetve speciális nukleáris jogi szakismereti témakörökre. Így a könyv alapismereteket nyújt például az atomenergia hasznosításával összefüggő jogi kérdésekről, az atomenergia előállításával, forgalmazásával, a nukleáris létesítmények építésével, üzembe helyezésével és működtetésével, a radioaktív hulladékok tárolásával, vagy egy atomerőművi beruházás megvalósításával kapcsolatos tevékenységekről is.

Molnár Szabolcs

A magyarországi napenergiatermelés éghajlati feltételei és kapcsolódó technológiai kérdései II.¹

Fejes Lilian*, Molnár Szabolcs**

*ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, Budapest,

**MVM Zrt, Budapest, vezérigazgató-helyettesi tanácsadó, molnar.szabolcs@mvm.hu

A napenergiatermelés Magyarországon eddig soha nem látott felfutó szakaszba lépett, köszönhetően a magyar klímapolitikai vállalásoknak, valamint a megújuló energiatermelés támogatásának. A napelemek, naperóművek időjárásfüggő villamosenergia termelők, így az üzembiztos, megbízható és folyamatos energiaszolgáltatás kérdésköre még fontosabb, mint más energiatermelésnél és esetükben nem lehet elvonatkoztatni a meteorológiai és klimatológiai jellemzők és események éghajlatváltozás miatt növekvő kockázataitól. Célunk azoknak az éghajlati hatásoknak, valamint a hatásviselő rendszerelemeknek a feltárása, amelyek a napelemparkokra a klímaváltozással összefüggésben kockázatot jelenthetnek. E jelenségek és műszaki adottságok ismeretében a napelemparkok létesítésénél, üzemeltetésénél és az egyes védelmi funkciók kialakításánál figyelembe lehet venni a kockázatokat, az erőteljesebb felkészülés és éghajlati alkalmazkodás érdekében.

*

Solar power generation in Hungary has entered an unprecedented phase, thanks to Hungarian climate policy commitments and renewable energy production incentives. The solar panels and solar power plants are weather-dependent electricity generators. So, the issue of foolproof, reliable, and continuous energy supply is even more critical than in other energy productions, and meteorological and climatological characteristics cannot be abstracted in their case and the increasing risks of events due to climate change. We aim to identify the climate impacts and impact-bearing components that may pose a risk to solar PV parks in the context of climate change. In light of these phenomena and technical conditions, risks can be considered in the establishment, operation, and development of solar PV parks to prepare more vigorously and adapt to the climate.

A cikk első része az 2020. év 1-2. számban jelent meg, ennek főbb fejezetei a következők:

A napenergia kutatás története

A napelem parkok éghajlati tényezőkre érzékeny rendszerlemei

A PV modul meghibásodásainak meghatározása

A napelemek meghibásodási forgatókönyvei

Időjárási eseményekhez köthető napelem sérülések

Mechanikai és egyéb környezeti hatások okozta meghibásodások

A dendritszerű¹ repedésminták nagy mechanikai terhelésből vagy a mechanikai ütközésből bekövetkező sérülésekből következnek. A dendritszerű repedésminták külső mechanikai terhelésből bekövetkező sérülése két nagy csoportból adódhat. Az egyik a szállítás közbeni hibás csomagolásból adódó sérülések, a PV-modul leejtése, a PV-modul szállítás során bekövetkező rongálódása. A másik nagy

csoport az erős hőterhelés okozta sérülések. Ezt a repedésminta úgy jelzi, hogy a repedés a laminálási folyamat után következett be. Vagyis ezek a hibák nem a gyártás során keletkeztek, mert a dendritszerű repedésmintákkal nem lehet a gyártási folyamatban tovább munkálni a modulokat. A hőterhelés okozhat ilyen jellegű sérüléseket. Azonban ehhez hosszú ideig tartó, nagymértékű hőterhelésnek kell bekövetkeznie. Jelenleg még ritka az ilyen tönkremenetel, mert a természet sokszor elvégzi helyettünk a munkát, és elolvad a hó, még az előtt, mielőtt a károsodás bekövetkezik. Azonban nagyfokú, tartós mechanikai terhelésnél ez a probléma előfordulhat.

A külső környezeti hatás, a már megindult degradációs folyamat gyorsítását is okozhatja. Kezdeti delaminálódás során az EVA-ban a vízpára jelenléte olyan nagy mennyiségű fluxust eredményezhet, hogy a hátsó záró réteg nem megfelelő tapadását okozhatja, és buborékok képződhetnek a cellák felületén. Magas páratartalom idején, különösen ha harmat keletkezik a modulon, vízcseppek képződhetnek a buborékokban. A folyékony víz magas feszültséggel kombinálva, jelentős és visszafordíthatatlan kárt okozhat a cella alkatrészeiben. Ez a fajta degradáció gyors és egy modul tönkremenetelét okozhatja.

Vizuális vizsgálattal – szemrevételezéssel - beazonosítható hibák a „csiganyomok” okozta elváltozások, melyek onnan kapták a nevüket, hogy a modulokon ezüstösen csillogó vonalakat láthatunk, melyek a csigák nyomvonalához hasonlítanak (2. kép). A gyártást követő maradó feszültségekhez hasonlóan a csiganyomok kezdeti hibának számítanak, melyek általában a PV modulok telepítését követő első évben jelentkeznek. A csiganyomok megjelenése erősen függ az évszaktól és a környezeti hatásoktól. Nyári melegben és forró égővi éghajlaton a csiganyomok gyorsabban megjelennek, melyek megjelenését befolyásoló környezeti hatások nem egyedileg fennálló hatások. Vagyis nem kizárólag a magas hőmérséklet, illetve a hőmérséklet emelkedése okozza a csiganyomok megjelenését, hanem különböző környezeti hatások kombinációja. Az



2. kép. A csiganyomok tipikusan az ezüst paszta elszíneződésének a hibája

¹ Növekedés hatására elágazó.

UV-sugárzás és a hőmérséklet kombinációja fontos szerepet játszik csiganyomok megjelenésének terminusában.

A szoláris modulok elektrokémiai lebomlásában is fontos szerepet játszanak a környezeti hatások. A világon minden áramlás potenciálkülönbség hatására jön létre. Két pont között akkor van potenciálkülönbség, ha csak az elektromos térrel szembeni munkavégzés árán juttatható töltés egyikből a másikba. PV modulok esetében ez úgy zajlik le, hogy az ionok az előző üvegből a rétegen keresztül migrálnak a cellafelület fényvisszaverő bevonatába. A vándorlás hajtóereje a szivárgási áram, melynek értéke – több tulajdonság mellett - függ a légkör páratartalmától, a modul hőmérsékletétől is.

Nem közvetlenül időjárás függő hatás, de külső környezeti körülmény a részleges árnyékoló hatás okozta felületi hőmérséklet csökkenés a modulon. Akár ha csak egy kis része a modulnak árnyékba kerül, akkor annak hatása van az egész modul teljesítményére is. A leárnyékoló cella polaritást válthat, ami hatására az adott részterület nagymértékben felhevülhet. Lokális árnyékoló hatást okozhat a szomszédos területekről származó fák árnyékoló hatása, akár egy madárpiszkos eredményezte lokális árnyékolás, de akár egy, a közelben található kémény is előidézhet károsító árnyékoló hatást.

A PV modulok speciálisnak nevezhető meghibásodása a feszültség okozta degradáció, mely jelenség elnevezését az angol terminológiából vettünk át: Potential Induced Degradation (PID) elnevezést használjuk.

A PID-et számos környezeti, klimatikus tényező befolyásolja, melyeket az alábbi felsorolásban foglaljuk össze:

A. A hőmérséklet befolyásolja:

- a. Felületi vezetőképességet,
- b. szivárgási áram értékét,
- c. az ion mobilitást,
- d. a kémiai reakcióképességet.

B. A páratartalom, eső és páralecsapódás befolyásolja:

- a. A felület és az üveghordozó tömeg vezetőképességét,
- b. a szivárgási áram értékét.

C. A napsugárzás és annak eloszlása befolyásolja:

- a. Az energiahozamot, vagyis a modul teljesítményét.

D. Az aeroszol összetétele. Az aeroszol gáznemű közeg és benne finoman diszpergált (eloszlott) szilárd vagy cseppfolyós részecskék együttes rendszere. Ennek a rendszernek az összetétele befolyásolja:

- a. A felületi vezetőképességet,
- b. szivárgási áram értékét.

További az éghajlati, környezeti elemek megváltozásához közvetetten kapcsolódó meghibásodási lehetőség, mely a tartószerkezet integritásához kapcsolható, az a csapadékos időszak utáni talaj integritási problémákhoz köthető. A villámárvizek okozta vízmosságok kimozdítják a tartószerkezetet, ha az nem megfelelően lett megtervezve. A tartószerkezet állékonyságának csökkenését eredményezi, ha a külső környezeti terhelő hatás kombinálva, más hatásokkal együtt jelentkezik. Ilyen kombinált környezeti hatás a csapadékos időszakot követő nagymértékű szél terhelő hatása.

A jégeső és a szél terhelő hatása

Az előző szakaszban összefoglaltuk a legfontosabb mikro- és makro környezeti hatásokat, melyek a naperőmű infrastruktúrában károkat idézhetnek elő. A környezeti terhelő hatások közül külön említjük a jégeső és a szél terhelő hatását (3. kép).

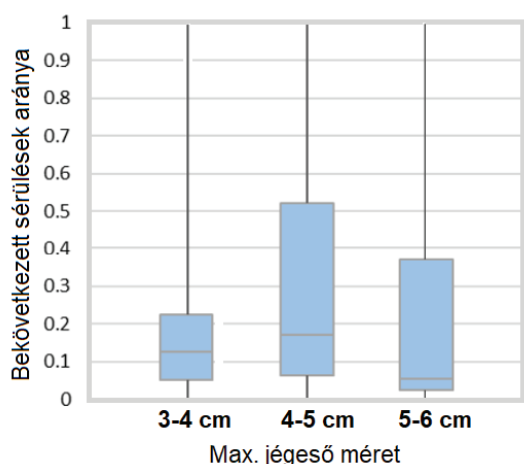
Ennek oka, hogy a hétköznapi szóbeszédben, ha a PV rendszerek időjárás károsításáról beszélünk, akkor elsősorban a jégesők és a szél által okozott hatások kerülnek említésre. Valóban jellegzetes meghibásodásokról van szó. Egyrészt a szélsőséges időjárási eseményekhez köthető pusztító hatások jellemzően időben nagyon rövid idő alatt bekövetkező károsító hatások. Vagyis ahogy a publikációnk elején fogalmaztunk a „*tönkremenetelhez vezető okok bekövetkezési ideje zérushoz tart*”. Ezen felül olyan pusztító hatásokról beszélhetünk amelyek a telepített napelem rendszerek egészét érinti. Például egy esetlegesen bekövetkező jégeső az egész parkot eléri, nagyon ritka az olyan eset, hogy csak a park egy bizonyos részét érinti.



3. kép. A 2017-es Maria hurrikánban megsérült Puerto Rico-i napelem park és jégeső okozta károsodások Sidney (Ausztrália) városában

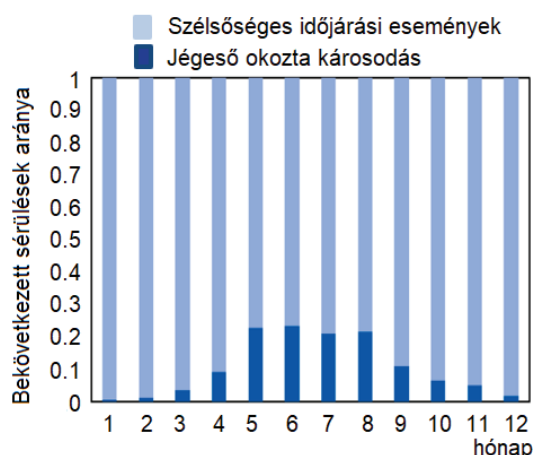
Munkánk során számos megállapítást tettünk mind a jégesők okozta károsító hatásokkal kapcsolatban, mind pedig a szél károsító hatásával kapcsolatban. Azt mindenképpen rögzítenünk kell, hogy ezidáig Magyarországon még nem történt olyan katasztrofikus esemény, mely a tárgyat két időjárási eseményhez köthető.

A jégeső pusztító mechanizmusában mindenképp ki kell emelni a jég méretét és alakját. Kutatásunk során feltártuk T. Tuele és társai tanulmánya alapján, hogy a jégeső okozta napelem sérülések aránya nem a legnagyobb méretű jégdaraboknál következik be (8. ábra). A bekövetkezett jégeső során a lehullott jégdarabokat három csoportba osztottuk: 3-4 cm, 4-5 cm és 5-6 cm átmérőjű jégzemekre. Arra a megállapításra jutottunk, hogy a bekövetkező károsodások a legnagyobb arányban a 4-5 cm-es jégdaraboknál voltak tapasztalhatóak. Ennek magyarázata az, hogy a kisebb méretű jégesők bekövetkezési gyakorisága lényegesen nagyobb, vagyis ritkábban hullik 5-6 centiméter átmérőjű jég, mint 4-5 centiméteres.



8. ábra. A jégeső okozta károsodások a maximális jégméret függvényében²

Vizsgálatra került azt is, hogy a jégesők bekövetkezése köthető-e valamilyen időszakhoz. A vizsgálat érdekes, és mondhatni várt eredményt hozott. Ha az összes szélsőséges időjárási esemény bekövetkezését nézzük, akkor a jégeső okozta károsodások aránya a májusi és a nyári hónapokra jellemző leginkább (9. ábra).



9. ábra. A jégesőkhöz köthető bekövetkezett napelem sérülések időbeli eloszlása³

Az elemző munkánk során számos bekövetkezett káreseményt, és azok körülményeit megvizsgáltuk. Sem a jégeső, sem pedig az extrém szél által okozott káreseményeknél nem állapíthatunk meg olyan jellegű pontos határértéket, amely azt adja meg, hogy pontosan milyen átmérőjű jégeső méretnél, és milyen intenzitású jégesőnél következik be károsodás. Egyrészt a károsodás mértéke is nehezen definiálható. Vannak ugyanis vizuálisan beazonosítható károsodások és vannak olyan – szintén a mikro repedésekhez hasonló – sérülések, amelyek csak különböző vizsgálatokkal (termográfia stb.) mutathatók ki, illetve amelyek a bekövetkezett jégeső károsodása után rögtön nem is jelentenek teljesítménycsökkenést a paneleken. Gyakran előfordulnak olyan jégeső okozta mikrorepedések, amelyek tovább repedése csak a tavaszi felmelegedéskor következik be. Ekkor válik vizuálisan beazonosítható hibává, illetve sérüléssé. Ráadásul a hibát okozó események kom-

binálva is felléphetnek. Ugyanis egy kezdeti delaminálódású panel könnyebben sérül meg külső mechanikai hatások által.

Tehát pontosan nehéz definiálni a jégeső okozta hibát is. Az előbbieken kívül a jégeső károsító hatása nagyon sok tényezőtől függ a jég méretén túl. Például a jégdarabok becsapódási szöge is erősen befolyásolja a sérülések mértékét. Előfordultak olyan beazonosított jégeső okozta károsodások, hogy – elsősorban összetett tetőformákra telepített háztartási méretű kiserőműveknél –, hogy ugyanazon jégeső a különböző tájolású paneleken eltérő mértékű kárt okozott.

A szélsőséges mértékű szelek károsító hatása – a jégesőhöz hasonlóan – is összetett károsító folyamatot eredményez. A szél pusztítása során sok esetben nem is önmagában a szél energiája okozza a károsodást. Vagyis nem feltétlenül a szél ereje mozgatja ki a paneleket a rögzítésből, okozva ezzel károsodást, hanem a szél hatására a szálló törmelék – és egyéb a szél által felkapott tárgyak mechanikai ütközése – okoz sérülést. A Beaufort-skála alapján a 8-as kategóriába – élénk viharos szél, vihar – tartozó szél esetén a szélesebesség értéke 61 km/h-nál magasabb. A szárazföldön ekkor a szél a fákról ágakat tör le, a nagyobb fák törzsei is erősen hajladoznak. A kialakuló szél hatására a homok, apróbb törmelékek, nagyobb átmérőjű por részecskék koncentrációja jelentősen megnövekszik, kifejezetten az alsóbb légrétegekben.

Amennyiben a szél pusztításának a hatását szeretnénk méretezni, akkor alapvető kérdés, hogy milyen magasságba szerelik a paneleket. Az elemző munkánk során megvizsgáltunk bekövetke-



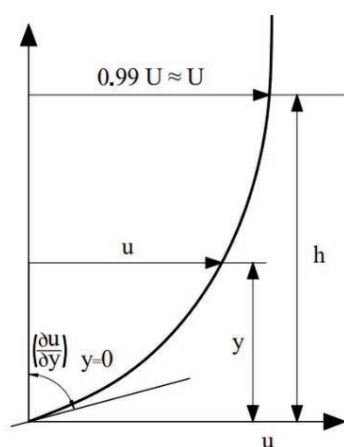
4. kép. A Harvay-i hurrikán (2017, Puerto Rico) a földre telepített PV parkot (Humacao) teljesen megsemmisített, ugyanakkor egy üzem tetejére szerelt PV modulok túléltek a hurrikánt

² Az ábra forrása [9].

³ Az ábra forrása [9].

zett káreseményeket, és 2017-ben a Puerto Rico-t sújtó Harvey hurrikán pusztítása során ugyanazon telephelyen eltérő rombolást tapasztaltunk a különböző magasságokban szerelt napelemek esetén. A föld felszínére telepített panelek gyakorlatilag teljes mértékben megsemmisültek, míg az épületek tején elhelyezett panelek túléltek a pusztítást. Ennek kifejezett oka az volt, hogy a gravitációs erő hatására a föld felszínhez közelebb nagyobb koncentrációban voltak a szálló tárgyak, így az ott végzett pusztítás nagyobb mértékű volt (4. kép).

A modulok elhelyezésének magassági kérdésére a szél sebességprofilja (is) ad magyarázatot (10. ábra). Látható, hogy a határréteg nagysága a felülettől δ távolságra megnövekszik. A szél sebessége is nagyobb lesz a δ növekedésével, mert a magasabban fekvő rétegeknél a föld felszíni sűrűlődségének hatása kisebb. (h magasságban a helyi szabad áramlás a teljes sebesség 99%-a – vagyis a veszteség mértéke minimális.)



10. ábra. A szélesebbesség profilja a magasság függvényében

Nagyon fontos, a megfelelő időszakos karbantartás kérdése is. A nem megfelelően meghúzott modulok a szél hatására kipattanhatnak a rögzítő bilincsből. Ez a hiba elsősorban télen következhet be, a hőtágulás miatt. Az alacsony külső hőmérséklet hatására a zsugorodások miatt a szél terhelő hatása miatt télen tud kimozdulni a panel a nem megfelelő rögzítésből.

A szél hatása által okozott napelem sérüléseknél is, a károsodás időbeli lefolyását szintén a már korábban említett két csoportba oszthatjuk. A szélsőséges méretű szelek hatására rövid idő alatt bekövetkezhetnek a sérülések, illetve a degradálódási csoportba sorolhatók azon hibák, amelyek a szél hosszan, tartósan fennálló hatása okoz. Az előbbi csoportba tartozó példa a hurrikán által okozott sérülések, míg a második csoportba tartozik az olyan terhelő hatás, amikor a szél folyamatosan mozgatja a paneleket és a rögzítés nem megfelelő – például lazulnak a leszorító bilincsek – akkor a panel kimozdulhat a helyéről.

Az előbbi kép alapján megérthetjük a kombinált károsodási hatásokat (5. kép). A jobb oldali képen láthatunk egy rögzítő sánt, amelynél hiányzik a zárókupak, és a rögzítő bilincs ráadásul rozsdásodott. A hiányzó kupak miatt csapadék, folyékony halmazállapotú közeg juthat a sínbe. A téli hónapokban a bent maradó víz megfagyhat és (szét)feszítheti a rögzítősínt, ami a nem megfelelően stabil rögzítéshez vezethet. Amennyiben a fagyás hatására a sín geometriája megváltozik, a tavaszi felmelegedés során a sín keresztmetszete a hőtágulás hatására megnövekszik, a bilincs leszorító ereje csökken. A szél terhelő hatására a panelek könnyebben



5. kép. A hibás rögzítésből kiinduló szél által okozott károsodás

kimozdulhatnak a rögzítésből, hozzájárulva ezzel a sérüléshez és a meghibásodáshoz.

Van-e még munkánk?

Munkánkat semmiképpen sem tekintjük befejezetnek. Számos olyan környezeti hatás vizsgálata még vár ránk, amelyek fontos eredményt adhatnak, mind a tervezőknek, mind az üzemeltetőknek, mind a karbantartóknak. Az alábbi vizsgálati területeket készítettük elő a kutatómunkánk folytatásához.

- Érdekes eredményeket mutató tudományos terület a savas esők hatásainak vizsgálata. Ezidáig nem a leginkább kutatott területe volt a napelem sérüléseknek, úgy is fogalmazhatnánk, hogy kevés ismeretanyag áll a rendelkezésünkre. Ennek egyik oka, hogy mindmáig nem azonosítottak be olyan jelentős mértékű károsodási eseményt, amely savas eső okozta degradációra volt visszavezethető.
- Bizonyos ipari létesítmények környezetében emelkedett ammónia koncentrációval kell számoljunk. Mezőgazdasági létesítmények környezetében az ammónia imissziója megemelkedhet. Állattenyésztő létesítmények környezetében a megemelkedett ammónia koncentráció terhelő környezeti hatásként jelentkezik a PV moduloknál.
- Hasonló környezeti – légköri – károsító hatás, hogy az üvegfelület vezetőképessége csökken az esőzések, a szennyező anyagok - például sós köd, magasabb só tartalmú pára a tenger – közelében. Ez a környezeti, külső terhelő hatás hazánkban nem jellemző, de nemzetközi környezetben a tervezés során ezt figyelembe kell venni.
- Szintén a tervezést segítő, a munkánk során összegyűjtött szélsőséges időjárási események közép-és hosszútávú megváltozásának vizsgálata. A múltbeli klimatológiai adatok vizsgálata mellett a jövőben várható hatások elemzésére és kiértékelésére is kiemelt figyelmet fordítva azonosíthatók klímaváltozás következtében bekövetkező változások.

Összefoglalás – konklúzió

A kutatómunkánk módszertana szerint összegyűjtöttük és beazonosítottuk mindazon napelem sérüléseket, amelyek közvetve vagy közvetlenül időjárási események során következtek be. A munkánkat nehezítette, hogy a napelem modulok sérülései sok esetben nem pusztán egyetlen külső hatás következményeként következtek be. Eerre kitűnő példa a viharos szelek okozta sérülések.

A beazonosított károsodási események alapján megállapíthatjuk, hogy napjainkig hazánkban időjárási hatásból bekövetkezett katarisztikus napelempark sérülés még nem volt, amikor akár a telepített modulok 50%-a megsérült volna. Magyarországon ezidáig egyedi sérülések okozta meghibásodások és tönkremenetek kerültek beazonosításra. Ezek közül is kiemelkedik, amikor gondatlanságból a zöldfelület karbantartása során bekövetkezett sérülések okozták a napelemek tönkremenetelét. Külföldön már több helyen találtunk olyan napelem park sérüléseket, amely esetekben a park jelentős része megsemmisült a károsító hatás következtében. Ez a külső hatás lehetett egy hurrikán, vagy akár egy pusztító jégeső is. Az időjárási hatások azért veszélyesek a napelem parkokra nézve, mert az egész parkot veszélyeztetik, károsító hatásnak a park teljes területe ki van téve.

A napelem parkok kellő gondosságu tervezésével a jövőnek építkezünk. Hazánkban a telepített napenergiát átalakító rendszerek gazdasági megtérülése 25 év minimális üzem után következik be. A már elkészült és üzemelő parkokat utólagos beruházással felkészíteni egy időjárási eseménynek való megfelelésre, szinte lehetetlen. Ha és amennyiben műszakilag még meg is lehetne valósítani, olyan mértékű pótlólagos beruházási költséget kéne befektetni, ami a parkok megtérülését jelentősen lerontaná.

A kutatásunk kiemelt célja volt, hogy a napelem modulok valamennyi meghibásodására felhívja a figyelmet, természetesen kiemelve az időjárási hatások okozta meghibásodásokat. A naperőművi rendszerek megtérülését jelentősen befolyásolja, hogy az üzemeltetés során megfelelő karbantartási tevékenységeket is végezzenek a parkok üzemeltetői. Nagyon fontosnak tartjuk, hogy a PV modulok hibáinak elemzése, és a sérülésekhez vezető okok feltárása fontos téma a PV kutatás területén. A meghibásodási mechanizmusok jelenlegi áttekintése azt mutatja, hogy néhány fontos PV-modul meghibásodásának eredete és a teljesítménycsökkenés kapcsolata még nem világos, illetve a tudományos közösség elakadt abban a kérdésben, hogy miként lehet tesztelni egy adott hibát és biztonságosabbá tenni a szoláris rendszerek üzemeltetését.

Összefoglalva kijelenthetjük, hogy munkánk jelenlegi szakaszát – és jelen publikációt – egyfajta „leltárnak” tekintjük annak érdekében, hogy számot vessünk arról, hogy hol is tartunk. Kutatásainkat semmiképpen sem tartjuk lezártnak és befejezetnek. Folytatjuk a munkánk annak érdekében, hogy fenntartható fejlődést segítsük a szoláris energiát átalakító rendszerek tervezése, gyártása, üzemeltetése és karbantartása során.

Felhasznált források

- [1] <https://nvsolar.hu/a-napelemek-mukodese/> és <https://easykit.hu/napelem-energiahatekonysag-felsofokon/> (letöltés dátuma: 2021. 06.26.)
- [2] D. C. Jordan and S. R. Kurtz, Photovoltaic Degradation Rates - an Analytical Review, Prog. Photovolt: Res. Appl. 21 (12–29) (2011) doi: 10.1002/pip.1182
- [3] K. Bothe, J. Schmidt, Electronically activated boron-oxygen-related recombination centers in crystalline silicon, Journal of Applied Physics 99 (2006), p. 013701

- [4] A. Shah, W. Beyer, Thin-film Silicon Solar Cells. Shah A (ed.), EPFL Press, 2010, pp. 30-35
- [5] L. Fanni, A. Virtuani, D. Chianese, A detailed analysis of gains and losses of a fully-integrated flat roof amorphous silicon photovoltaic plant, Solar Energy 85 (2011), pp. 2360–2373
A. Skoczek, A. Virtuani, T. Cebecauer, D. Chianese, Energy yield prediction of amorphous silicon PV modules using full time data series of irradiance and temperature for different geographical locations, Proc. 26th EUPVSEC (WIP, Hamburg, Germany, 2011), pp. 3248–3252
- [6] D. DeGraaff, R. Lacerda, Z. Campeau, Degradation Mechanisms in Si Module Technologies Observed in the Field; Their Analysis and Statistics, Presentation at PV Module Reliability Workshop, NREL, Denver, Golden, USA, (2011)
- [7] K. Schulze, M. Groh, M. Nieß, C. Vodermayr, G. Wotruba and G. Becker, Untersuchung von Alterungseffekten bei monokristallinen PV-Modulen mit mehr als 15 Betriebsjahren durch Elektrolumineszenz- und Leistungsmessung, Proceedings of 28. Symposium Photovoltaische Solarenergie, (OTTI, Staffelstein, Germany, 2012)
- [8] Meteorológiai Adattár, OMSZ; <https://odp.met.hu/> (letöltés dátuma: 2021. 08.27.)
- [9] T. Teule, Appeldoorn, M., Bosma, P., Sprenger, L., Koks, E., & de Moel, H. The vulnerability of solar panels to hail., (2019)

Klímacélok gyorsabban megvalósulhatnak

A 2030-ra kitűzött magyar klímacélokat akár már 2024-ben, a 2050-es törekvéseket pedig az évtized végére valóra válthatjuk – mondta Palkovics László technológiai és ipari miniszter a Eötvös Loránd Tudományegyetemen rendezett workshopon, 2022. június 30-án, Budapesten. A szakmai találkozó célja annak felmérése volt, hogy a felsőoktatási intézménynél összpontosuló tudás, különösen a meteorológiai, klimatológiai és energiaföldrajzi képességek hogyan hasznosulhatnak még hatékonyabban a stratégiai tervezésben.

A 2050-re kitűzött teljes klímasegítség eléréséhez elengedhetetlenek az olyan fejlesztések, mint a Mátrai Erőmű zöld jövőképe megvalósítása, amely a legjelentősebb magyar klímavédelmi és egyben kiemelt régiófejlesztési projekt. Fokozott figyelmet érdemel a megújuló energiaforrások további térnyerésének ösztönzése, az épületek energiahatékonyságának, fűtési rendszereinek korszerűsítése is. Az eredetileg 2030-ra tervezett 6000 megawatt naperőmű kapacitás várhatóan már két éven belül rendelkezésre áll, a következő évtized elejére az előzőleg vállalt teljesítmény több mint duplája is elérhető lehet.

A miniszter a megbeszélésen leszögezte, a klímapolitikai célok eléréséhez elengedhetetlen a nukleáris energia alkalmazása is. A tárca már érdemben foglalkozik a paksi atomerőmű további üzemidő-hosszabbításának lehetőségével, amely a létesítmény hatásfokának növelésével, új energiatárolási megoldások bevezetésével kapcsolódhatna össze.

A szén-dioxid-kibocsátás radikális csökkentésének egyik alappillére az üvegházhatású emisszió ötödéért felelős közlekedés zöldítése. A Klíma- és Természetvédelmi Akcióterv keretében elindított Zöld Busz Program a leginkább szennyező buszok mielőbbi kivonásával együtt a városi életminőség javítását is szolgálja. A zöld rendszámú autók közül mostanra több mint 50 ezer fut a hazai utakon, nagyobbik hányaduk tisztán elektromos. A tárcavezető fontos eredménynek nevezte, hogy a napokban megszületett uniós döntés szerint új autók esetében a belsőégésű motorokat nem kell 2035-ben kivézetni, mert a karbonsemlegesség elve alternatív üzemanyaggal működő belső égésű motorokkal is teljesíthető.

Forrás: MTI

Hidegenergia előállítása pirolízis generátor (CHP) hulladék hőjével

Madár Viktor

gépészmérnök, madar.viktor@pyrowatt.hu

Betovics András

PhD hallgató, andras.betovics@gmail.com

Schrempf Norbert

gépészmérnök, schrempf.norbert.attila@uni-mate.hu

Tóth László

gépészmérnök, laszlotothdr@t-online.hu

A cikk a biomasszák pirolízálásából nyert energia egy speciális felhasználását mutatja be. A különféle hulladékok és mezőgazdaságból származó fő és melléktermékek pirolízálására számos kutatás irányul mert az ún. körkörös gazdálkodás megvalósításához is hozzájárulhat. A kapcsolt hő és villamosenergiatermelés előnye mellett a biomasszák felhasználásával közben-ső termékként a talajjavításhoz előnyös stabil ún. bioszén is előállítható. A kapcsolt energiatermelés termodinamikai potenciáljának kihasználáshoz a folyamatból nyerhető hő lehető legnagyobb részét hasznosítani kell. A pirolízis alapú rendszerek jól alkalmazhatók a decentralizált energiatermelésre és a hőenergia pedig a helyszínen többféle célra is felhasználható, például, hidegenergia termelhető.

*

The article describes a particular use of the energy obtained during the pyrolysis of biomass. The pyrolysis of various wastes, agriculture's main and by-products, is the subject of much research, and it can also contribute to the implementation of the circular economy. In addition to the advantages of combined heat and electricity generation, the biomass pyrolysis results in stable biochar as an intermediate product for application to soil fertilization. To harness the thermodynamic potential of co-generation, as much of the heat that can be obtained from the process must be used. Pyrolysis-based systems are well suited for decentralized energy production, and thermal energy can be used on-site for various purposes, such as cold energy.

Jelen cikkben a biomasszák pirolízálása során nyert energia egy speciális felhasználást kívánjuk bemutatni, amely kevésbé- kitar-gyalt és ismert a felhasználói körökben. A különféle hulladékok és mezőgazdaságból származó fő és melléktermékek pirolízálásával több kutatóintézet és vállalkozás is foglalkozik, mint energiacélú hasznosítással, tekintve, hogy ezzel egyes vonatkozásokban megvalósulhat az ún. körkörös gazdálkodás is. A folyamattal hőt és villamosenergiát állítunk elő, de a biomasszáknál közben-ső termékként mezőgazdasági talajok stutuális javításához igen előnyös stabil ún. bioszén is előállítható. A PYROWATT Kft, és a CSÓMONTAGE Kft több éve foglalkozik a különféle méretű pirolízis generátorok fejlesztésével, tervezésével és gyártásával. Már rendelkezésre állnak 5, –30, –50 és 100 kW teljesítményű gáz-generátoros kísérőművek. Több szerző és elemző rámutatott arra, hogy e generátorokat gazdaságosan akkor használhatjuk, ha a nyert villamos és hőenergia teljes egészében felhasználásra kerül. Magyarországon számos fás és cellulózban gazdag fő és mellék-termék is rendelkezésre áll, amelyek kedvező szén- és energiatar-talommal rendelkeznek. Ennek révén e megoldás jól alkalmazható a decentralizált energiatermelésre is, hiszen a villamosenergia-

átadására törvényi lehetőségek vannak, a hőenergia pedig a helyszínen többféle célra is felhasználható.

Olyan rendszerről kívánunk szólni, amely a magasabb hőfokú rekuperált hulladék hőenergiát úgy használja fel, hogy „hideg” energiát termel, amelynek segítségével gyümölcsök, zöldségek és más élelmiszerek tartósan tárolhatók. Végül is e rendszerek a hűtőházakhoz szükséges hideg energiaellátását képesek biztosítani a működésük hulladék hőjével.

A fűtőanyagokkal szembeni elvárások

A tervezett berendezéshez működtetéséhez a mezőgazdaságban keletkező különféle biomasszák alkalmasak (1. ábra), de pl. a jelen üzemeltető az elhasználdott vasúti talpfákat is alapanyagként kívánja hasznosítani.

A megfelelő működéshez fontos tényezők:

- az anyagok aprózottságának mértéke (2. ábra),
- a nedvességtartalom és
- az energiatar-talom, de
- egyes esetekben meghatározó lehet az ásványi anyagok mennyisége is.



1. ábra. Fás szárú anyagok aprítékai és tömörítvényei pelletek)



2. ábra. Lágyszárú anyag, pl. a szalma pellet

1. táblázat. Faapríték méret szerinti besorolása (ÖNORM M7133 szerint)

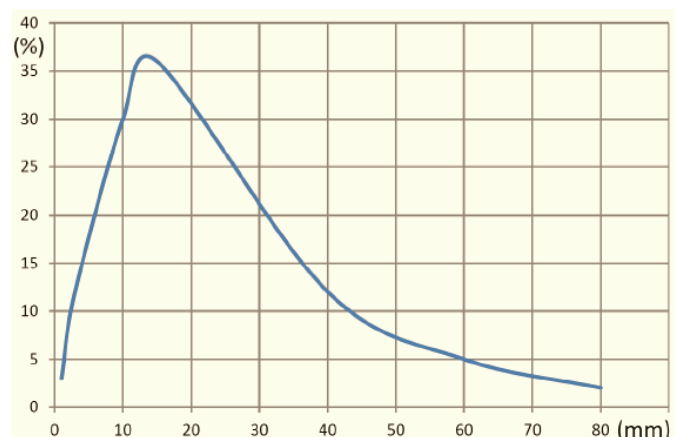
Apríték	Megengedett méretek				Megengedett maximum értékek	
	max. 4%	max. 20%	60-100%	max. 20%	Keresztmetszet cm ²	Hosszúság cm
Osztály	Apríték méret mm					
G30	<1,0	1-2,8	2,8-16	>16,0	3	8,5
G50	<1,0	1-5,6	5,6-31,5	>31,5	5	12
G100*	<1,0	1-11,2	11,2-63	>63,5	10	25

*A pirolízis rendszerhez nem ajánlott

2. táblázat. A vizsgált anyag jellemző értéke

Megnevezés	Elemi összetétel					Nedvesség tartalom	Fűtőérték (Szár. a.) MJ/kg
	N	C	S	H	Cl		
	%						
Keményfa*	0,10	42,83	0,07	6,29	0,00	12,73	16,86

Megjegyzés: Saját vizsgálatok alapján



Méret tartományok (mm)	<1	1-3	3-10	10-15	15-40	40-60	>80
Keményfa apríték (%)	3	12	30	36	12	5	2

3. ábra. A felhasznált keményfa aprítékra jellemző eloszlás (G50)

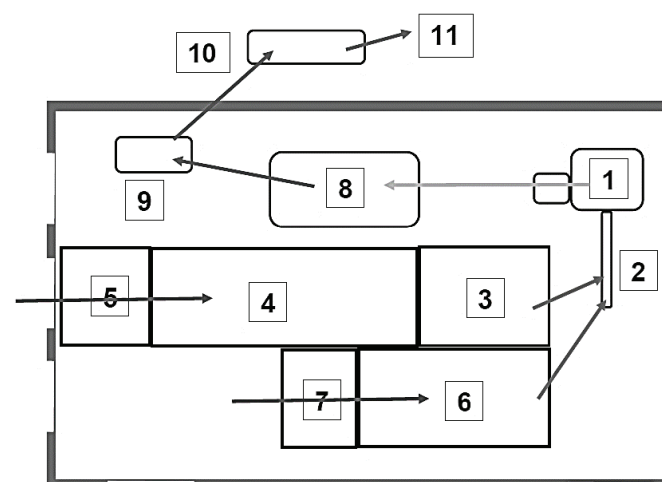
Az anyagokat a beszállítás után, a pirolízis előtt 18-20%-os nedvességtartalomra kell a szárítani. Erre alkalmasak a berendezések is, hiszen a szárításhoz, a hőlebontás során, az exoterm folyamatokban keletkező hő rendelkezésre áll. De a gázmotor működésénél keletkező hulladékhő is kiválóan alkalmas és olcsó megoldást jelent. Nyilván gazdaságosabb, ha alacsony nedvesség tartalmú alapanyaghoz jutunk és plusz energiát legfeljebb a megfelelő méretűre való darabolási igény jelenthet.

Ha lágyszárú növények felhasználását határozzuk el, akkor legcélszerűbb az anyagokat pellettálni, hiszen tömörített formában hatékonyabb a pirolízálás és a berendezés üzemeltetése is problémamentesebb.

A létrehozott berendezés

A komplett berendezés önálló üzemcsarnokba helyezhető (4. ábra), amely tartalmazza a berendezés előtárolásához, szárításához és (szükség szerint) a darabolásához szükséges egységeket is. A tároló és szárító egységekről az anyag közvetlenül a berendezésbe továbbítható. A betáplálást a gázmotorba pneumatikusan

működtetett zsilip végzi. E zsilip vezérlése fontos, mivel a lebontáshoz meghatározott mértékűre oxigénszegény környezetre van szükség.



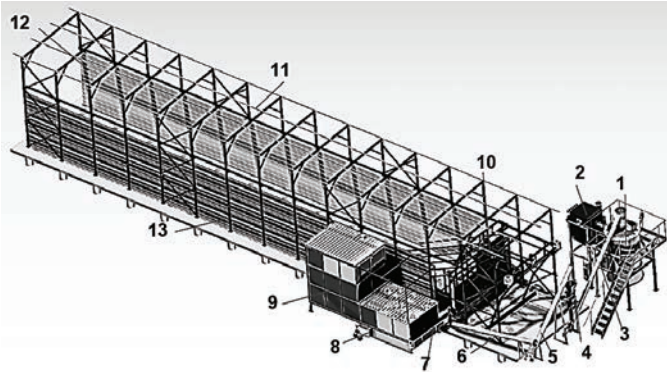
4. ábra. A komplex létesítmény vázlatos elrendezése az épületben és a csatlakozás a hűtőberendezéshez

1. fagáz generátor
2. a generátor behordó csigája a zsilippel
3. apríték szárító
4. apríték előtároló
5. bejárati rendező
6. a helyben készített apríték szárító-tároló
7. daraboló és aprító (előtte a tároló üzemtérrel)
8. gázmotor és villamos generátor
9. abszorpciós hűtő
10. külső léghűtő az abszorberhez
11. hideg energia (folyadék) a hűtőházhoz

A generátor az úgynevezett fix ágyas (nyugvó ágyas) típusokhoz tartozik, mely önmagában egyszerű szerkezetet képvisel a különféle (ismert) csigás vagy fluid ágyas kivitelekhez képest (6. ábra).

A berendezésbe érkező anyag először a szárító térbe jut, amelynek az alsó részén begyullad és magasabb hőmérsékleten izzani kezd. Ezt és a következő égési teret oxidációs zónának is hívjuk, ahol az optimális mértékű levegő hozzá adagolása révén gázok és szén keletkezik.

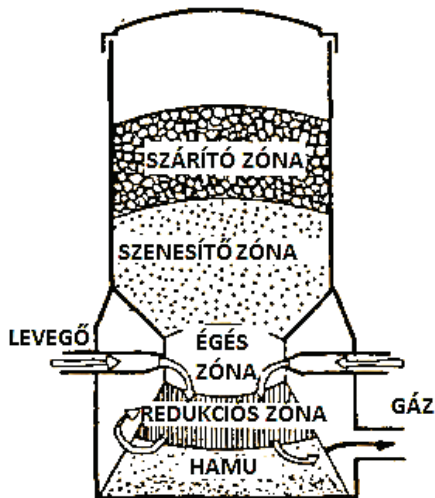
E réteg alsó részén, illetve a következő térben van a redukációs zóna, ahol a gázmotor szempontjából káros kátrány lebomlik (éghető gázokra).



5. ábra. A gáz előállító rendszer elrendezési rajza

- | | |
|---|--|
| 1. gázgenerátor | 7. keresztirányú csigás összehordó |
| 2. termékgáz elvezetése, gázszűrő | 8. kalorifer |
| 3. csigás felhordó a generátorhoz | 9. apríték tároló |
| 4. zsilipes adagoló | 10. tároló szárító végegysége |
| 5. csigás felhordó az adagolóhoz | 11. nagyméretű tároló |
| 6. csigás kihordó, az adagoló felhordóhoz | 12. behajtás a nagyméretű tárolóba |
| | 13. a tároló padozata és kaparóláncos behordó szerkezete |

Megfelelő hőmérséklettel és levegő aránnyal a kátrány teljesen megszüntethető. Általában a maradék anyagban 25-35%-a szén és 1-2% az ásványi anyagokat tartalmaz a hamu.



6. ábra. A nyugvó ágyas gázgenerátor elvi sémája

- Szárítási zóna (60- 180 °C)
- Pirolízis (szenesítő) zóna (200- 500 °C)
- Égési zóna (8000- 1000 °C)
- Redukciós zóna (600-700 °C) és a gáz elvezetése
- Hamu gyűjtő (elszállító egység).

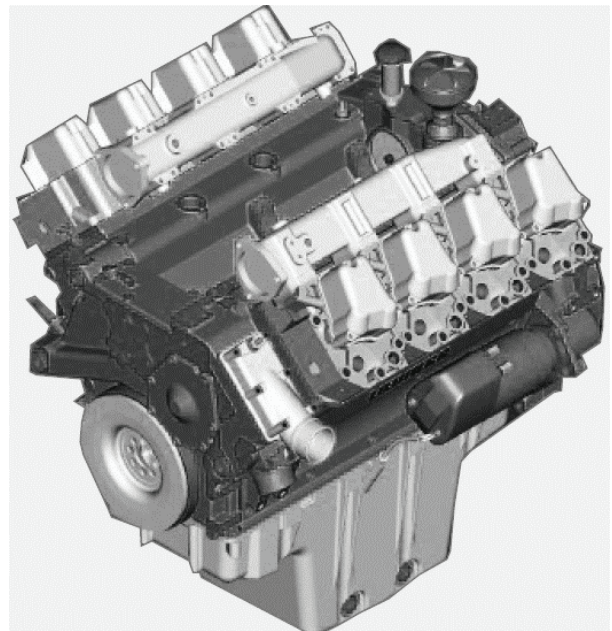
A redukciós zóna alsó rácsos részén lévő kaparó szerkezet segíti hamu és por maradványok leválasztását (az esetleg megolvadó maradék csomós összetapadását is meggátolja), de a gáz is ezen a felületen és a perforált oldalfalán távozik el a rendszerből. A gáz a por leválasztóhoz, majd a csököteges hőcserélőhöz jut és innen érkezik a motor keverő egységéhez.

Tehát a motorhoz megfelelő minőségű por- és kátránymentes gáz érkezik, de a motorba már a gyulladásnak és égésnek megfelelő aránya levegő bekeverésével jut.

A szűrőberendezés kerámia anyagú, amely kiváló szűrési tulajdonsággal rendelkezik, nagy az élettartama és ellenirányul levegő be-táplálással (vezérelve) könnyen tisztítható.

A motor (7. ábra) kipufogóján át távozó hőmennyiség csököteges hőcserélőt fűt, amelynek az ellenoldalán a motor kimeneti hűtővíze áramlik és tovább melegevde a lemezes hőcserélőhöz jut. Ott a hőjét leadva kerül vissza a motor hűtőterébe. E hőcserélő másik oldalán lévő ki- és bemeneti osztókon ~90 °C-os folyadék táplálja hővel az abszorpció hűtő elpárologtatóját és szükség szerint a szárítóhoz csatolt kalorifereket is. A motor bemenő levegőjét egy, ugyancsak csököteges, de kétrészes hőcserélő egyik része melegíti fel a másik oldalon áramló forró gázzal. A hőcserélő másik részén a gáz tovább hűl, mégpedig a lemezes hőcserélő osztójánál a visszatérő ági folyadékkal, ami aztán az osztó kimeneti részébe torkollik. Ezekkel a termékgáz hőenergia tartalma is felhasználásra kerül.

A szikragyújtású gázmotor szinkron fordulatszámom hajtja a villamos generátort (7. ábra), amely az energiát a közeli transzformátoron át villamos hálózatba táplálja.



7. ábra. A szikragyújtású 8 hengeres gázmotor és a csatlakozó villamos generátor

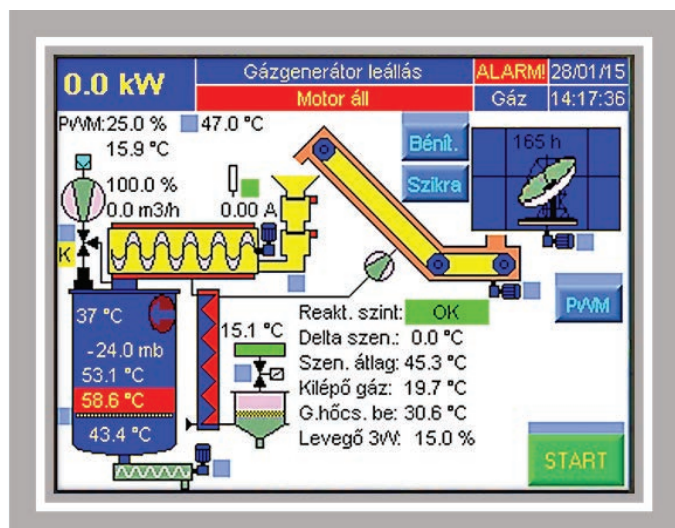
Végül is a rendszer „hulladék” hőenergiája (az összes betáplált 55-60%-a) a hűtéshez felhasználható, de az igényeknek és az éppen felmerülő helyzeteknek megfelelően, a magasabb nedvesség tartalmú tüzelőanyag szárítására, közüzemi célokra és a lakossági hőenergia ellátást is szolgálhatja.

E berendezés abszorberének hűtéséhez külső, levegő bázisú hűtő szolgál. A hűtő oldat szivattyújának és a léghűtő ventilátorának hajtásához használt energia az egészhez viszonyítva nem bír jelentőséggel.

A rendszer összességében komplikált összeállításnak tekinthető és a működés is nagy pontosságot igényel, ezért a teljes komplexum működése automatizált.

A V1040 OPLC egy beépített operátorpanellel rendelkező programozható logikai kontrollor. Az operátorpanel 10,4"-os színes érintőképernyőjén vannak funkcióbillentyűk és virtuális alfanumerikus billentyűzet. A virtuális billentyűzet automatikusan felugrik, ha azt az alkalmazás igényli, pl. adatok bevételhez.

Végül is a kontrol és a vezérlés három rendszerből tevődik össze. Az első egység a pirolízis berendezést felügyeli és vezérel. Idetartoznak az előszárító, az alapanyag beadagoló, a légbevezető, a hamukaparó működtetése és a hőmérsékleti zónák figyelésén (8. ábra).



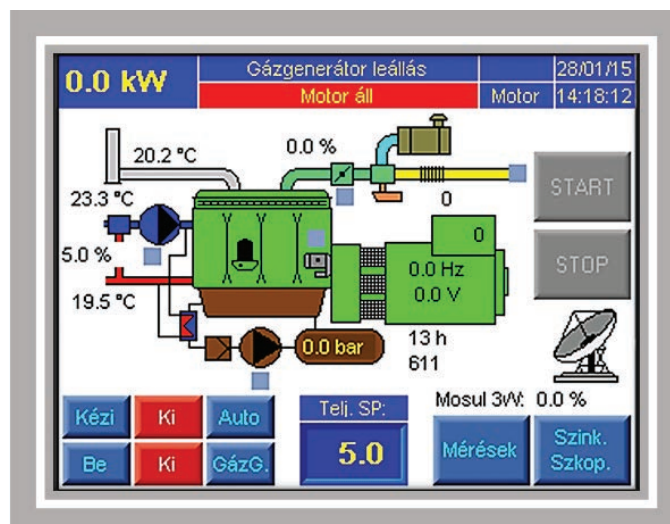
8. ábra. A gázgenerátor működésének, üzemi paramétereinek ellenőrzésére és vezérlésére szolgáló felület

Ez figyelni a gázgenerátor működési paramétereit, kezelő szerveit, és nyomon követhető a folyamattal kapcsolatos összes hőmérséklet, valamint nyomásérték stb.

A második egység a motor működését (9. ábra) és a villamos generátorral való együttműködést figyel. Szabályozza a gáz és a levegő keverési arányát, hogy a motor a legjobb hatásfokkal működjön.

Ez a képernyő, amely a gázmotoros generátor működését és üzemi paramétereit mutatja, és a beavatkozási lehetőség felületeit (érintő gombok)

- Amíg a gázgenerátor paramétereit nem megfelelőek a motor nem indítható.
- Indítás után megadható a kívánt teljesítményt.
- A szükséges kezelőszervek, amelyekkel beállítható a motor üzemmódja.
- Folyamatosan ellenőrizhető a motor fordulata, olajnyomása, és a hűtőközeg hőmérséklete.



9. ábra. Gázmotor és villamos generátor működési jellemzők

A harmadik rendszer a két említett egység adat és működési bázisára alapul, de meghatározóan a villamos hálózattal működik együtt, a bázis alapot a hálózat szolgáltatja. Végül is a rendszer a hálózat szigorú igényei szerint működik, annak rendeli alá a komplexum működését. A vezérlő által észlelt működési hiányosság esetén a hálózati táplálást megszünteti, és a gázt a külső térben elhelyezett fákjázó elégeti. Ennek révén a pirolízis generátort nem kell leállítani és újraindítani.

A berendezéssel végzett vizsgálat néhány jellemző adata

100 kW_{max} villamos teljesítményre tervezett berendezés

- 20,0 % nedvességtartalmú keményfa apríték
- 13,0 MJ/kg fűtőérték

3. táblázat. A használt anyag

Tüzelő anyag	Anyagáram, kg/h
Nedves fa	124
Nedvesség a levegőből	20
Levegő tömegárama	239

4. táblázat. Gáz összetétele

Gázösszetétel	Nedves bázison, %
CO	14,3
CO ₂	11,6
CH ₄	1,8
H ₂	18,5

5. táblázat. Energetikai jellemzők

Jellemzők	Energia, kW	Hőenergia, %
Hőenergia (bemenő)	477	100
Energia a faszénben (maradó)	17,8	3,7
Hővesztesség	18	3,8

6. táblázat. Hőfokok és egyéb jellemzők

A kapcsolatos jellemzők	Vizes bázison
Tüzelő anyag nedvesség tartalom, %	20
Tüzelő anyag kezdeti hőfoka, °C	25
A külső és bevitt levegő hőfoka, °C	25
Meleg gáz hőfoka, °C	600
Gázosítási hőfok, °C	850
A gáz energia tartalma, MJ/Nm ³	5,1
Hideg gáz hatásfoka, %	70,1
Hamu, %	1,9

A CHP teljesítmény jellemzői:

- $\eta_e = 0,23-0,26$ mellett: 108-121 kW_e
- Hasznosítható hőteljesítmény: 350-365 kW
- 1,0 kWh villamos energia ~0,97- 1,1 kg fa aprítékból állítható elő.

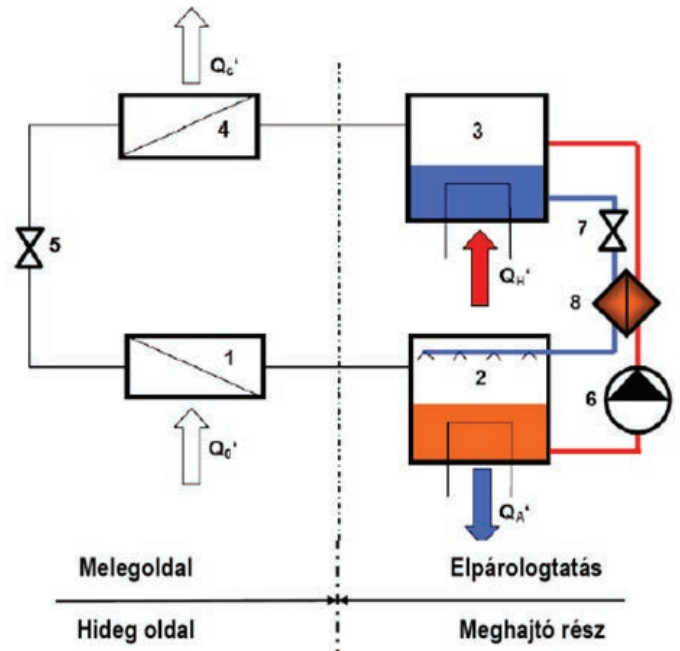
A fában bevitt, de nem hasznosított energia a szárítást, a tüzelőanyag előmelegítését szolgálta, és ide sorolható a rendszeremlék által a környezetnek átadott hő. Ezek: főként a hőátadással, és a kipufogó gázzal $\Sigma \sim 850$ MJ.

Jelen rendszerrel a hasznosítható hőteljesítményt hűtőházhoz hideg energia előállítására is hasznosítják. Gyakorlatilag az abszorpciós hűtőberendezés bemeneti (meghajtó) energiaigényét szolgáltatja.

Az abszorpciós hűtési rendszer

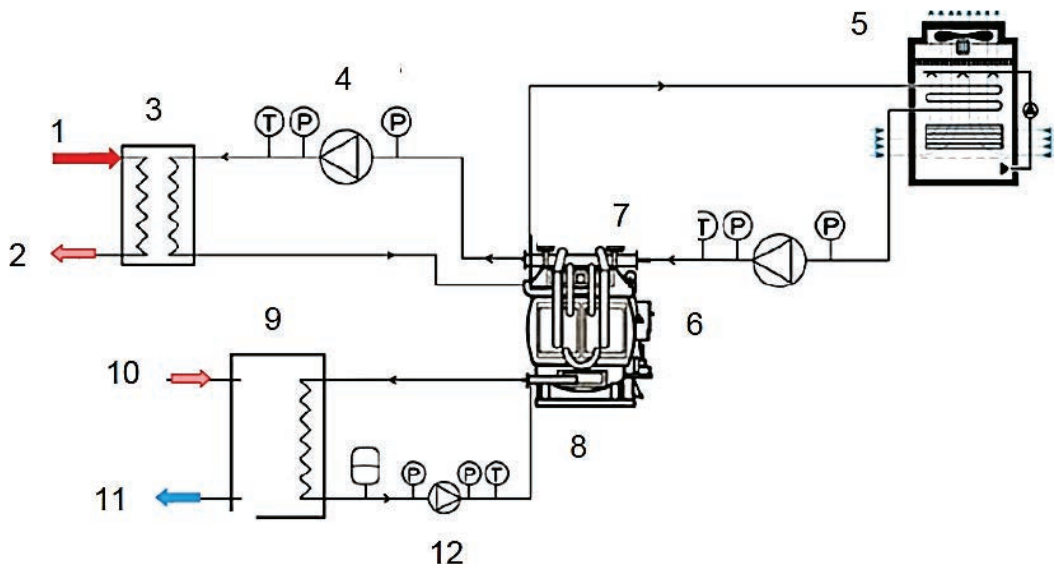
Az előzőekben ismertetett CHP rendszer vezérlése a kapcsolódik a működésétől fizikailag független hűtőberendezéshez, mégpedig annak a szekunder oldali, hideg energiaigényt figyeli és az igényei szerint avatkozik be (10. ábra). Amennyiben sem meleg, sem hideg energiára nincs szükség, a hőenergia a levegős hűtőkön keresztül a légtérbe távozik.

Az abszorpciós hűtőgépeknél (11. ábra) a kompresszor helyett egy abszorpciós-deszorpciós körfolyamatban a munkaközeg alacsony nyomáson elnyeli a hőhordozó közeg gőzét, az oldat nyomását szivattyúval növeli a felső nyomásszintre, majd a felső nyomásszinten kigőzölögte az oldatból a hőhordozó közeget. Tehát az abszorpciós gépeknél is megtalálhatók: az elpárolgató, a kondenzátor és az expanziós szelep. A mechanikus kompresszort viszont az termo-kompresszor (abszorber + kiűző) helyettesíti (11. ábra).



11. ábra. Az abszorpciós hűtőgép elvi felépítése

Az ábra jelei: 1 – elpárolgató, 2 – abszorber, 3 – kiűző, 4 – kondenzátor, 5 – expanziós szelep, 6 – szivattyú, 7 – fojtó, 8 – hőcserélő



10. ábra. Hidegenergia előállítása és rendszere

- | | |
|--|--|
| 1. bejövő hőenergia az osztóhoz gázmotortól és gázgenerátortól | 7. hőszivattyú elpárolgatóból kiinduló hidegenergiakör |
| 2. osztó visszatérő ága | 8. hideg energia kör az elpárolgatóból |
| 3. lemezes hőcserélő | 9. hűtőházi lemezes hőcserélő |
| 4. fűtőkör elemei | 10. hűtőház visszatérő ág |
| 5. külső léghűtő az abszorber hűtéséhez | 11. hűtőház előre menő ág |
| 6. abszorpciós hőszivattyú | 12. hűtőkör bemeneti szerelvényei |

A generátorból (kiűző) a külső (fűtő) hő hatására az abszorber gőz a kondenzátorba kerül, ahol külső hideg energia hatására cseppfolyóssá válik, majd a fojtón átjutva az elpárolog, amikor a hűtőkörben érkező meleg anyagtól hőt von el és cseppfolyósodik. Az abszorberbe érve a generátorból visszakérülő szegény oldatot feldúsítja és azt az abszorber szivattyúja a generátorba visszapumpálja. A gyakorlatban a közbelső hőcserélő a hatásfok javítását szolgálja azáltal, hogy a hidegebb feldúsított közeget előmelegíti, tehát kevesebb energia kell az ismételt kiűzéshez.

A rendszer energia egyensúlya:

$$Q'_o + Q'_H + P_P = Q'_C + Q'_A + Q'_V \quad (1)$$

Ahol:

- Q'_o = hidegenergia teljesítmény (hűtési teljesítmény)
- P_P = szivattyú meghajtó teljesítménye
- Q'_A = meleg energia (abszorber teljesítmény)
- Q'_H = kiűzési hőteljesítmény (fűtés)
- Q'_C = kondenzációs teljesítmény (hőfelvétel)
- Q'_V = veszteségek

A hideg energia teljesítménye

$$Q'_o = \varepsilon_h (Q'_H + P_P) \quad (2)$$

Ahol a COP: $\varepsilon_h = 0,85-1,2$.

A jelen esetben a felhasználható hőteljesítménnyel számolva, ami: 350 kW, az abszorpciós gép hidegenergia teljesítménye ~ 340-355kW-ra adódik (ennek validálása még teljes részletességgel nem történt meg).

A megvalósított rendszerben a két részből áll (12. ábra)



12. ábra. Hűtőberendezés (A) és a csatlakozó külsőtéri léghűtő (B) az abszorber hűtéséhez

A hűtőegység:

A hűtőegység típusa: 16JLH007. Gyártó: Carrier CLK Corporation. A hideg teljesítmény a kimeneten: 131 kW. A táp melegvíz: 90 °C, a tömegárama: 7,5 m³/h. A visszatérő víz hőfoka 70 °C. A hűtőközeg LiBr: 55% vizes hígítással. A belső szivattyúk teljesítménye összesen: 2,1 kW.

A hideg oldal: bemenő 12 °C, kimenő 6 °C, tömegáram 21,1 m³/h.

A külső léghűtő.

Gyártó: Baltimore Aircoil. Típus VTL-E082-K. Hajtómotor: 7,5 kW, a légszállítása 10,6 m³/s.

Költségkalkuláció hűtve tarolásra

(az egyszerűsítés miatt csak az általában szükséges, 8 hónapos hűtési időre végeztük)

- a) A 120 kW-os rendszer a 8 hónap (5500 üzemóra) alatt 660000,0 kWh villamos energiát termel, amellyel a saját energia igényét látja el az üzeme más területein. Így a jelenlegi 67,0Ft/kWh ár mellett 44,2 Milliő költséget takarít meg.
- b) A fenti üzemidő alatt 124 kg/h minőségi fahulladék (20 Ft/kg) felhasználása esetén 13,0 Milliő Ft kiadása jelentkezik.
- c) A telepített 131 kW teljesítmény igényű abszorpciós hűtő működtetési hőigénye 720500 kWh a 8 hónapos időtartamban, ami hulladék hő, tehát nem jelent kiadást. Ha villamos energiát venne és a hűtő 1,2 SPF-el dolgozna, 58,0 Milliő Ft megtakarít ér el (67Ft/kWh villamos energiaár esetén). Jó közelítéssel egy tonna gyümölcs tárolásának az energia igénye ~100kWh (a 8 hónapos időtartamban). Ezzel a rendszerrel ~6 °C-on 7200 tonnát lehet tárolni.
- d) A rendszer működéséből fakadóan még további ~70 kW hulladékhő áll rendelkezésre, amelyet felhasználva, vagy értékesítve 4,6 Milliő forint hasznot jelent (3,2 Ft/MJ ár esetén).
- e) A rendszer beruházási költség a 160 Milliő Ft.
- f) Ezekkel az értékekkel, egyszerű megtérüléssel számolva: **3,3 év alatt megtérül** a beruházás, vagyis a negyedik évben már hasznot termel.

(Kedvezőtlenebb lenne, ha a létesítményben a hűtést villamos hajtású hőszivattyúval oldanák meg, amihez (2,0- 2,5 SPF esetén) ~360MWh hálózati villamos energiára lenne szükség (beszámítva, levonva az egység saját villamos fogyasztását), ami ~ 24,1 Milliő Ft kiadást jelenten (nem számítva a rendszer amortizációját).

Összefoglalás

A tanulmányunkban egy elsődleges, illetve hulladék biomasszák felhasználó villamos- és hőenergiát előállító, környezetbarát rendszert mutattunk be. A nagy energia és cellulóz tartalmú biomasszák a rendszerhez jól használhatóak, de a felhasználásuk előtt előkészítést igényelnek. Az anyagok aprózottságának és víztartalmának a rendszer kedvező működéséhez megfelelőnek kell lennie.

A fejlesztett pirolizáló (hőbontó) berendezés esetében 0,9-1,15kg, (15-20% nedvességet tartalmazó) fa szükséges 1,0 kWh villamos energia előállításához. A működés során (a villamos energiánál több) 1,1-1,3-szor nagyobb mennyiségű hőenergia is termelődik, amely teljes egészében felhasználható (rekuperálható). E hőenergia a pirolízis során keletkezett gáz (felhasználás előtti) hűtéséből és a gázmotoros villamos generátor által keletkező hulladék hőből származik. Teljes egészében felhasználható ipari célokra, vagy lakossági fűtési hő, vagy használati melegvíz előállításra stb.

Jelen kutatásban hideg energia előállítására használatuk, mégpedig abszorpciós hűtőberendezés meghajtására, amely pl. gyümölcs tároláshoz a hideg energia igényét biztosítja.

A gazdasági kalkuláció azt mutatja, hogy a jelenlegi villamosenergia és tüzelési fa árakat figyelembe véve a rendszer alkalmazása kifejezetten gazdaságos, sőt profit termelésére is alkalmas. Még inkább előnyös, ha a működés környezetében hulladéknak számító biomassza áll rendelkezésre, netán a megsemmisítésért még fizetni is kellene. A rendszer környezetbarát, része az ún. körkörös gazdálkodásnak, de környezettechnikai előnyei is jelentősek. A keletkezett magas ásványi anyag tartalmú hamut és maradék bioszenet a talajba visszajuttatva, annak termőképességét, víztároló képességét növeli. A biomassza természetes fermentációjához képest a metán kibocsátás mérséklődik és ezzel hozzájárul a mezőgazdaságban termelődő metán, mint erős az üvegházi gáz mérsékléséhez, végül is a környezeti szennyezés csökkentéséhez.

Köszönet: A GINOP-2.1.2-8-1-4-16 számú „Komplex energetikai rendszer fejlesztése, mintegy 95% hatékonyságú, kör-cirkulációs decentralizált energiatermelés megvalósítása céljából” c. kutatás-fejlesztési témának, amelynek feldolgozása tartalmi segítséget adott.

Irodalomjegyzék

- [1] Dhaundiyal, A., Bercesi, G., Atsu, D., and Toth, L.(2021): Development of a small-scale reactor for upgraded biofuel pellet, Renewable Energy, 170, pp.1197–1214. DOI:10.1016/j.renene.2021.02.057 (IF:7.387)
- [2] Di Blasi: 2004 Modeling wood gasification in a countercurrent fixed-bed reactor, AIChE J, 50, pp. 2306-2319
- [3] Downie A, Crosky A, Munroe P.: (2009) Physical properties of biochar. In 'Biochar for environmental management: Science and technology, Sterling, VA, USA. 13-32pp.
- [4] F. Guo, Y. Dong, L. Dong, C. Guo.: 2014 Effect of design and operating parameters on the gasification process of biomass in a downdraft fixed bed: an experimental study, Int J Hydrogen Energy, 39, pp. 5625-5633
- [5] Kocsis T.: 2018 bioszén és bioeffektor kombinációk hatása homoktalajok biológiai tulajdonságaira, Doktori értekezés, Szent István Egyetem. 110 p.
- [6] Madár V., Tóth L.: 2012 Fagázsgenerátor üzemű bio-kiserőmű és öntözőberendezés, Mezőgazdasági Technika, ISSN 0026 1890. 52. évf. Nr.09, pp. 3-8
- [7] N. S. Barman, S. Ghosh : 2012 Gasification of biomass in a fixed bed downdraft gasifier – A realistic model including tar, Elsevier, Bioresource Technology 107. sz., pp. 505-511.
- [8] Tóth L.: 2012 Alternatív energiaellátási rendszerek az agrárgazdaságban, Szaktudás Kiadó, Budapest, ISBN 978-615-5224-22-5. 320 p.
- [9] Tóth L.: 2021 Az állattartás és a klímaváltozás összefüggései, Mezőgazdasági Technika, 2021. június. 2-6 Pp

35. TÁVHŐ VÁNDORGYŰLÉS

Az **Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Hőszolgáltatási Szakosztálya** az idén is megszervezi a hagyományos, őszi két napos Vándorgyűlését.

A Vándorgyűlés tervezett időpontja: **2022. szeptember 13-14.** helyszíne: **Gárdonyi, Vital Hotel Nautis******

A rendezvény mottója: **A zöld, fenntartható jövőért**
címe: **Hatékony és okos távfűtés**

A Vándorgyűlés programjába tervezett főbb témaköröket két szekcióban szándékozunk bemutatni:

A „**Hatékony távhő**” blokkban az Ötödik generációs távfűtési és -hűtési hálózat jellemzőit, megvalósításának kritériumait és a lehetőségeket, a geotermia és a napenergia hasznosítás fejlesztési irányait és eredményeit, a mikro-gázturbinás hőhasznosítás lehetőségét, a talajszondás rendszerek, valamint az alacsony hőmérsékletű felhasználói rendszerek sajátosságait,

Az „**Okos települések – Okos távhő**” blokkban Optimalizált, igény-vezérelt önszabályozó energetikai rendszereket, a távadatgyűjtés, térinformatikai nyilvántartó-, felügyeleti-, szimulációs rendszereket, rendszerfigyelő

okosmegoldásokat, a szolgáltatás színvonalát emelő és üzemvitelt támogató szoftverrendszereket.

A programban olyan előadók, gyakorlati szakemberek mutatják be a témakörhöz kapcsolódó előadásait, akik kiváló felkészültséggel rendelkeznek, ezért a résztvevők a programok végeztével, az előadások tartalmának megismerésével további ismereteket szerezhetnek a mindennapi feladataik magasszintű ellátásához.

Az első napot záró blokkban tervezzük a Hőszolgáltatási Szakosztály által díjazott diplomaterv bemutatását is.

Az eseményekről tájékozódhatnak az Egyesület honlapján: ete-net.hu/Foldal/35.Tavho_Vandorgyules/dokumentum/letoltese/Weboldal

A rendezvényre ez alkalommal is tisztelettel meghívjuk az érdeklődőket.

A rendezvény szervezői nevében

Gerda István
elnök, ETE Hőszolgáltatási Szakosztály

2022. június

Gyors reagálású kiegészítőt kaphatnak az akkumulátorok

Dervalics Ákos

country manager, akos.dervalics@innoenergy.com

Karakas Adrian

business development manager, adrian.karakas@innoenergy.com

A villamos energia igényekhez igazodó tárolása és a tárolt energia hatékony visszanyerése alapvető technológia az e-mobilitásban vagy az időjárásfüggő megújuló energiák további térnyerésében egyaránt. A szuperkapacitások speciális szerepet töltenek be az energiatárolásban azáltal, hogy rövid idő alatt tölthetők és kisüthetők. A cikk a Skeleton Technologies szuperkapacitás technológiájának Magyarországon való elérhetőségéről ad hírt.

*

Electricity storage according to needs and efficiently recovering stored energy are essential technologies for both e-mobility and the further expansion of weather-dependent renewable energies. Supercapacitors play a unique role in energy storage by being able to charge and discharge in a short time. The article reports on Skeleton Technologies' super capacitor technology availability in Hungary.

Legrövidebb út a megújuló energia felhasználásához a villamos energia tárolása, gyors leadása és felvétele. Ezek iránti igények folyamatos növekedése miatt napjainkban egyre nagyobb hangsúly helyeződik az ultrakapacitások¹ alkalmazására, amelyek az akkumulátorokkal együtt használva az energiatárolás zászlóshajóivá válhatnak a jövőben. A kétféle technológiának egyaránt megvan a maga felhasználási területe, de tulajdonképpen egymást kiegészítő megoldásokról van szó, amelyek számos hálózati, autóiipari vagy közlekedési technológiát tesznek közösen elérhetővé: köszönhetően annak, hogy az akkumulátorok hosszú távon biztosítják az energiát, az ultrakapacitások pedig gondoskodnak a magas csúcsteljesítményről és a gyors reagálásról.

Ultrakapacitások vagy akkumulátorok?

Adódik a kérdés, hogy kell-e egyáltalán választani közülük? A válasz az, hogy mindkettő kell és másra jók igazán. A fő különbség köztük leginkább az energiatárolás módszerében rejlik: az akkumulátor vegyi úton, az ultrakondenzátor pedig töltések formájában képes tárolni az energiát.

Az ultrakondenzátor tehát a gyors energia betárolási képességéről ismert. Elsősorban a magas energiasűrűség (16 Wh/l) jellemzi őket, mindezek mellett az ultrakondenzátorok képesek rövid időn belül áramot biztosítani. (ideális esetben ez néhány ms-től 10 másodpercen belüli intervallumban történik).

Fontos jellemzőjük az is, hogy gyorsan tölthetők, illetve kisüthetők (kevesebb, mint egy perc), aminek megfelelően az élettartamuk több mint egy millió töltési/kisütési ciklust ölel fel, és miután

nagyon alacsony belső ellenállással rendelkeznek (néhány tized milliΩ), közel 100%-os hatásfokkal működnek, de ez csak egymást követő töltés kisütés esetében értelmezhető. Nem utolsó szempont az sem a velük való tervezés során, hogy lényegesen könnyebbek, mint az akkumulátorok és jól tűrik az extrém hőmérsékleteket.

Teljesítő képessége még -40 fokon is megközelíti a normál hőmérsékleti tartományban jellemző paramétereket, miközben nem tartalmaz káros vegyszereket vagy mérgező fémeket, így nem tűzveszélyes és nem is robban fel. Ugyanakkor az sem titok, hogy hajlamos az önkisülésre, ezért használaton kívül képes lemerülni.

Az ultrakondenzátorokkal ellentétben az akkumulátorok lassú energiatárolóknak minősülnek, és jóval alacsonyabb energiasűrűség jellemzi őket, mint az ultrakondenzátorokat. Ennek köszönhetően pedig hosszabb ideig képesek működni, akár órákon, napokon, éveken át. Lassan tölthetők és süthetők ki, ami általában többórás folyamat, de az időigénye összefügg az akkumulátor méretével, típusával is. Az alkalmazott gyorsöltési technológiák ennek köszönhetően lerövidítik az akkumulátorok élettartamát. A felhasználási esetek többségében nem lehet panasz, mert az 2000-5000 töltési/kisütési ciklus között mozog, amely a karbantartás módjától és az akkumulátor típusától függően némileg még magasabb is lehet.

Hátulütői ennek a technológiának, hogy körülbelül 70-80%-os hatásfokkal működnek, érzékenyek a túltöltésre és a 0%-os töltöttségi szintre, illetve gyengén teljesítenek nagyon hideg vagy forró környezetben. Azt sem válik előnyükre, hogy mérgező, környezetre káros vegyszereket tartalmaznak és tűzveszélyesek, mivel az egyes akkumulátorok szélsőséges körülmények között, vagy fizikai sérülés következtében felrobbanhatnak. Ugyanakkor kétségkívül a javukra írandó, hogy az akkumulátorok kevésbé hajlandóak az önkisülésre.

Kijelenthetjük tehát, hogy az akkumulátoroknak és az ultrakapacitásoknak egyaránt megvan a maguk felhasználási területe, és tulajdonképpen egymást kiegészítő technológiákról van szó, amelyek számos hálózati, autóiipari és közlekedési megoldást tesznek közösen elérhetővé. Köszönhetően annak, hogy az akkumulátorok biztosítják az energiát hosszú távon, az ultrakondenzátorok pedig gondoskodnak a magas csúcsteljesítményről és a gyors reagálásról.

Első a szabályozás

Az energiatárolási innovációk piacát, mint sok más piachoz hasonlóan a jogi szabályozói környezet erőteljesen befolyásolja. Globális szinten zajlik a verseny ebben a szegmensben, és Európa szempontjából sok minden azon múlik, hogy kontinens képes-e időben, kellő gyorsasággal meghozni a legfontosabb döntéseket az akkumulátoriparra vonatkozóan: például, hogy ne csak tiszta energiát tároljunk, de maga az energia tárolók előállításának is tiszta megújuló energiaforrásból valósuljon meg.

¹ Szakmai körökben az ultrakapacitor, szuperkapacitor, az ultrakapacitás, a szuperkondenzátor, az ultrakondenzátor elnevezéseket egymás szinonimájaként használják és az eltérő nyelvterületeken egyik, vagy a másik prioritást élvezhet.

Jelenleg az EIT InnoEnergy² támogatását maguk mellett tudva számos európai energetikai innovatív vállalat dolgozik azon, hogy az új, uniós akkumulátortörvény³ kapcsán mielőbb az egész iparágat megnyugtató konszenzusra jussanak a törvényalkotókkal. Az egyeztetések kiemelt témái közé az akkumulátorok karbonlábnomának csökkentését célzó szabályozás; továbbá a környezetvédelmet és az emberi jogokat érintő visszaéléseket kimutató, az akkumulátor ipari értéklánc teljes hosszában megvalósuló kötelező ellenőrzés bevezetése; valamint az akkumulátorok teljesítményére és tartósságára vonatkozó követelményrendszer életbe léptetését érintik. Nem szabad ugyanis egyik oldalon sem elfelejteni azt, hogy a jogi keretek meghatározásának esetleges késedelme attól fosztaná meg a fiatal európai akkumulátoripart, hogy az lépéselőnybe kerüljön azokkal a nagyobb múltra visszatekintő, más kontinenseken működő iparági szereplőkkel szemben, amelyek számos kihívással küzdenek a fenntarthatóság, vagy a társadalmi felelősségvállalás terén.

Az energiatárolás új technológiája már a kezünkben van

Miközben a szabályozási, jogi tekintetben számos restanciája van Európának, addig az energiatárolási innovációk diktálják az iramot. Mind az ultrakondenzátorok, mind az akkumulátorok területén folyamatosan érkeznek az új fejlesztések, technológiai megoldások. Ennek köszönhetően például a Magyarországra idén érkező észt innovatív vállalat, az ultrakondenzátoros tárolók fejlesztésével és gyártásával foglalkozó Skeleton Technologies⁴ a közelmúltban új grafén szuperkondenzátorokat és modulokat vezetett be a piacra. A szuperkondenzátor-cellák és modulok hatalmas ugrást jelentenek az energiasűrűség terén, amelyek lehetővé teszik a nagy energiaigényű alkalmazásokban való használatát, berendezések élettartamának növelését és biztosítják a szünetmentes üzemeltetésüket.

A SkelCap SCX5000 cella, a hálózati és ipari alkalmazási területekre fejlesztett SkelMod 162V 92F modul és a SkelMod 54V 277F modul mostani bevezetéssel, az optimális teljesítmény/ár arány révén elsősorban az akkumulátorpiac nagy teljesítményű szegmensébe tartozó alkalmazások járnak jól. Az új termékek különösen

hasznosnak bizonyulhatnak a lítium-ion akkumulátorokkal és üzemanyagcellákkal való hibridizáció területén, mert hosszabb akkumulátor használati időt tesznek lehetővé, ami praktikus lehet a megújuló, hálózati, ipari és közlekedési alkalmazások szempontjából.

A teljesítménymutatók komoly előre lépésről tanúskodnak. Az SCX5000 3,0 V-os cella energiasűrűsége például 16 Wh/l, ami 72%-os növekedést jelent az azonos formájú SkelCap SCA3200 cellához képest. A cella alacsony ellenállása kisebb feszültségkiesést és teljesítményvesztést eredményez. A szuperkondenzátorok energiasűrűségét illetően, az iparág kialakulása óta nem volt tapasztalható hasonló ugrás, különös tekintettel arra, hogy az elmúlt 20 évben az energiasűrűségi paraméterek mindvégig 10Wh/l alatt maradtak.

Magyarország a rajtvonalon

Kontinensünkön 2025-ig hozzávetőleg 800 000 dolgozó betanítására, továbbképzésére vagy átképzésére lesz szükség annak érdekében, hogy Európa megőrizhesse vezető pozícióját az e-mobilitási piacon. Ebben a folyamatban Magyarországra is kiemelt szerep vár, miután a tavaly elfogadott Nemzeti Akkumulátor Iparági Stratégia egyik fő célkitűzése is az, hogy hazánk 2030-ig európai akkumulátor-értéklánc egyik központjává válhasson. Annak érdekében, hogy tartós eredményt érjünk el szükség van hazai akkumulátor ipari értéklánc és olyan nemzetközileg sikeres vállalatok integrációjára is, mint a magyar piacra is belépő Skeleton Technologies. Ennek köszönhetően pedig hazánkban is elérhetővé válnak a szünetmentes üzemeltetés legmodernebb megoldásai és ezzel az energiatárolás, energiabiztonság terén is hatalmas technológiai ugrást könyvelhetnek el a magas teljesítményigényű berendezéseket alkalmazó iparágakban működő vállalatok, intézmények és más felhasználók.

„A Skeleton Technologies magyarországi piacra lépését az EIT InnoEnergy társ-finanszírozásában működő Green Brother biztosítja”.



² Az EIT InnoEnergy a fenntartható energetika innovációs központjaként az energiaátállítás elkötelezett támogatója, biztosítva a zöld megállapodás és az európai dekarbonizációs célkitűzések eléréséhez szükséges technológiákat, valamint készségeket.

Köszönhetően széles portfóliójának, az EIT InnoEnergy 2020-ban a világ egyik legaktívabb fenntartható energetikai beruházója volt, külön érdekltséggel a klimatechnológia és megújulóenergia-technológia területén. Nemcsak az energiatárolás, hanem a közlekedés, a mobilitás, a megújuló energiaforrások, továbbá a fenntartható épületek és városok fejlesztésére is gondot fordít - építve a több mint 500 partnert és 27 részvényest számláló, megbízható ökoszisztémájának előnyeire. A portfóliójába tartozó 300 vállalata révén pedig 2030-ig 72,8 milliárd eurós bevételre tehet szert, és évente 1,1 giga tonna kibocsátást takaríthat meg, szén-dioxid-egyenértékre átszámítva.

Az EIT InnoEnergy egyben három stratégiai fontosságú európai kezdeményezés hajtómotorjának is számít, így az Európai Akkumulátorszövetségnek (European Battery Alliance, EBA), az Európai Zöld Hidrogén Támogató Központnak (European Green Hydrogen Acceleration Centre, EGHAC) és az Európai Szolár Kezdeményezésnek (European Solar Initiative, ESI).

A 2010-ben alapított és az Európai Innovációs és Technológiai Intézet (EIT) támogatásával működő EIT InnoEnergy Európa szerke, valamint az Egyesült Államokban, Bostonban is rendelkezik irodákkal.

www.innoenergy.com

³ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI\(2021\)689337_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI(2021)689337_EN.pdf)

⁴ A több mint 200 millió EUR befektetéssel növekvő Skeleton Technologies egy 2009-ben alapított német-észt vállalkozás, amely az ultrakondenzátoros tárolók (jelentős kapacitású energiatárolók) fejlesztésével és gyártásával foglalkozik. Korábban elnyerte a legjobb startupnak járó díjat az Ecosummit London Awards-on. A termékeiket alkalmazzák az autópárhalm, a légi közlekedésben és az űrhajózásban is. <https://www.skeletontech.com/>

Az ammónia, mint potenciális energiahordozó

Növekszik az ammónia, mint energiahordozó iránt az érdeklődés. Ez magában foglalja a zöld ammóniát, mint CO₂-mentes üzemanyagot az óceánjáró hajók számára, az erőművi felhasználást, vagy hidrogén hordozóként való alkalmazást. Az ammónia könnyen cseppfolyósítható és 50% -kal több hidrogén van egy ammóniatartályban, mintha folyékony hidrogén lenne abban.

A globális ammóniatermelés ma a teljes végső energiafogyasztás mintegy 2%-át (8,6 EJ) teszi ki. Az ammóniát szinte kizárólag fosszilis tüzelőanyagokból állítják elő. Az ammónia nagy részét földgáz bázison termelik, de Kínában szén bázisú gyártás van és a világ termelésének mintegy egyharmadát teszi ez ki. Ököltszabályként elmondható, a fajlagos energiafelhasználás 1 tonna ammónia előállításához a gázgőz-metánreformálási folyamatban ~28 GJ/t, míg egy széngázosítási folyamatban ~42 GJ/t.

A "zöld" ammónia mai ára 720 USD/t a jó nap- és szélerenergia-erőforrásokkal rendelkező helyeken. Ez a költség már a mai ammónia piaci – 1 000 USD/t felett – ára alatt van, és az elkövetkező években várhatóan a felére csökken, mivel a zöld hidrogén ára a prognózisok szerint 2050-re tovább csökken, elérve a 310 USD/t és 610 USD/t közötti tartományt.

Forrás: energypost.eu

Az ETE VIII. Villamos Energia Konferencia elnöki bevezetője

Bakács István, ETE elnök

Kecskemét, 2022. május 11.

Legutóbbi – hetedik – Villamos Energia Konferenciánkat 2018 novemberében tartottuk. Azóta – a járvány miatt – nem rendeztünk ilyen eseményt, így hosszú idő telt el, mialatt számos esemény következett be az energetikában, az európai villamos energia piacon: történtek és történnek rendkívül sajnálatos dolgok, ugyanakkor sok szakmai kérdésben nem történt érdemi változás:

- Talán (?) túl vagyunk egy világjárványon;
- Háromnegyed éve benne vagyunk egy energiaár válságban;
- Három hónapja háború zajlik a szomszédunkban s ez az európai és különösen a hazai energiabiztonságot is érinti.

Ugyanakkor ebben az időszakban az európai energiapolitikát és a szabályozást érintően nem történtek változások, sőt csak megerősödött a klímaváltozás megakadályozására hivatott, az energetikát nagymértékben érintő intézkedések, stratégiák sokasága. (Sajnos a mértékadó politikai irányzatok, a média kritika nélkül fogadja el azt a tudományosan kellően nem megalapozott állítást, miszerint a klímaváltozást egyedül az emberi tevékenység okozza, és azt az ÜHG kibocsátások radikális csökkentése révén vissza lehetne fordítani. A megújuló energiaforrások használata mindenképpen pozitív iránynak tekinthető, amennyiben arra ésszerű mértékben kerül sor. A minden határon túli hajszolásuk azonban erősen megkérdőjelezhető és a mai gyakorlat a villamos energiarendszerek felépítésének logikáját tagadja. A megújulókat egyoldalú térnyerésének iránya, illetve a villamos energia rendszerek ezen arányú időjárásfüggő kapacitások befogadására való alkalmassá tétele – amely utóbbiról egyelőre még csak beszélnek – óriási erőforrásokat von el azon területektől, amelyek lehetővé tennék a klímaváltozás káros hatásainak kivédésére és kezelésére irányuló erőfeszítéseket.)

Régóta ismert állítás, hogy az energiapolitika hármasságát, az ellátásbiztonságot, a gazdaságosságot és a fenntarthatóságot egyszerre kell szem előtt és egyensúlyban tartani. Úgy tűnik, hogy a mostani energiapolitikák, elsősorban az EU részéről ezt semmibe veszik. Bármelyik szempont elhanyagolása vagy egyoldalú kiemelés nem vezethet jó eredményre. Ráadásul, úgy tűnik, hogy egyesek

a megújulók minden áron való elterjesztésében a bölcsek követét vélik megtalálni.

Ezen energiapolitikáknak természetesen a villamosenergia-ipar – pontosabban az iparági cégek és tulajdonosaiak hasznélvezőivé is válnak, legalábbis ezt tapasztalhatjuk az iparági nyilatkozatok látván – hiszen a cél a szinte teljes gazdaság és az élet minden területének villamosítását jelenti, s ahol ez nem valósítható meg, többnyire a hidrogénben, pontosabban az elektrolízis révén előállított zöld hidrogénben keresik a megoldást.

Másik probléma, hogy az európai döntéshozók gyakran nem látják a különbségeket az egyes országok között: ezek lehetnek földrajziak (akár éghajlat, akár tengerpart megléte) akár geológiaiak (saját energiaforrások rendelkezésre állása, ideértve a vízerőenergia lehetőségeket) vagy akár társadalmi-történelmi (pl. hagyományok - pl. szénbányászat társadalmi-szociális szerepe, vagy az atomenergia elfogadottsága).

Az eltelt években azonban nem történt érdemi változás a fenti aggodalmak figyelembevételére. Az EU megy tovább a maga útján egyre magasabb célokkal „helyesbítve” a korábbiakat.

Előző konferenciánk idején még a tiszta energia csomag szerepelt a napirenden, azóta ennek adaptációja lényegében befejeződött.

Az új Európai Bizottság 2019 végén meghirdette a Zöld Megállapodást, majd 2021 nyarán a „Fit for 55” csomagot és azt az Európai Klímatörvény követte.

A tavaly nyáron a COVID után energiaár válság köszönt a világra, különösen Európára, amelyet elsősorban a gázárak váratlan növekedése, majd a kvótaárak emelkedése vitt át a villamos energia árakba, kritikus helyzetet teremtve, elsősorban a fogyasztóknál. Az Bizottság kiadott egy „Eszköztár” című dokumentumot, amelyben a több piacot és a még több megújulót, mint megoldást ajánlotta ugyanakkor felkérte az ACER-t (Európai energia Szabályozók Testülete), hogy vizsgálják meg a piaci modellt is.

Időközben kitört az orosz-ukrán háború az eddigi ismert következményekkel, erre a Repower EU volt a válasz az előbbihez hasonló tartalommal és szemlélettel, ráadásul a tervezett szankciók még kritikusabbá tehetik az energia ellátásbiztonságot Európában (természetesen jelentős földrajzi különbségekkel az egyes országok között).

Az EU piaci modellel kapcsolatos felkérésre az ACER válasza április második felében készült el, s bár 13 pontban javasolnak kiegészítő intézkedéseket, lényegében a mostani piaci modellt alkalmasnak tartják a következő 10-15 évre. Pedig: ez az egytagú áramdíjas piaci modell nem tudott erőmű beruházásokat ösztönözni (a megújulókat nem a piaci modell hozta létre) Európában csak marginálisan épültek új, nem megújuló bázisú szabályozható- és alap-erőművek az elmúlt évtizedben és ebben a piaci modellben jött létre a mostani ár válság is, amely mögött mértékadó vélemények szerint nagyrészt spekuláció áll.

Egyes országok nyomására a Bizottság tavaly Szilveszterkor kiadta a Taxonómia szabályozási rendelet kiegészítésének tervezetét, amely a földgáz és a nukleáris energia feltételes „beengedéséről” (megengedéséről) szól, de a feltételek ugyancsak ellentmondásosak (a gyakorlatban nehezen valósíthatók meg).



Nagyjából tehát itt tartunk Európa szerte és a hazai villamos energia működésének tágabb keretrendszerét is ez határozza meg.

Ma már nálunk is 3000 MW-ot meghaladja az időjárástól függő erőművek (túlnyomóan naperőművek) BT-je. Gönyű óta (2010) azonban új kapacitásértékeléssel bíró, szabályozható erőmű nem épült, a rendszer egyensúlyban tartása egyre nagyobb nehézséget okoz a MAVIR-nak.

Az ellátásbiztonságunk másik kritikus dimenzióját az import nagysága jelenti. Ez nálunk hagyomány és majdnem 1/3 -ad rész közeli értéket képvisel. Mivel a szomszédos országok hagyományos erőműveit is le fogják állítani, ezen import forrása már középtávon is megkérdőjeleződik, ami még hangsúlyosabbá teszi az erőműépítés szükségességét. (Általában a szomszédos országokhoz hasonló időjárás tapasztalható nálunk, ezért a túlépített megújuló ott sem állnak rendelkezésre akkor, amikor arra szükségünk lenne, ugyanakkor a felesleget mi egyre nehezebben tudjuk majd exportálni.)

Karbonmentes hosszútávú ellátásbiztonságunk alapeleme Paks II. A háború nyomán azonban ennek megépülése több ok miatt is megkérdőjeleződik. Szerencsés esetben csak további 1-2 éves késést szenved, azonban, amennyiben technológiát/szállítót kell váltani, a legjobb esetben is a 30-as évek végére épülhetnek fel új blokkok. Mindez csak hangsúlyosabbá teheti az általuk már a Nemzeti Energiastratégia szakmai vitája során (2019-ben) felvetett ügyet, Paks I. további élettartam-meghosszabbítását, még ha esetleg ez nem mind a négy reaktorbloknál valósítható meg alapos vizsgálatok alapján. Azóta már tudjuk, hogy Csehország és Finnország esetén a 60 éves élettartam célul tűzése a VVER-440 blokkoknál nem sci-fi.

Konferenciánkon a villamosenergia ipar közelebbi és távolabbi jövőjével szeretnénk foglalkozni, arról vitatkozni a meghívott jeles szakértők és a közönség bevonásával. A hazai erőműépítés jövő lehetőségeiről és perspektíváiról, a kereskedelem előtt álló kihívásokról és egy új területről az energiatárolásról, ami még ugyan gyerekcipőben jár, de a dekarbonizált energetika központi elemévé kell váljon, s amivel Egyesületünkben a pandémia alatt kezdtünk foglalkozni.

A második napon a hálózatok, a rendszerirányítás, kérdéseit járjuk körül, hiszen ezek képezik a másik szűk keresztmetszetet.

Pozitív fejleménynek tartom a legutóbbi szabályozási módosítást és a hálózati engedélyesek minapi nyilatkozatát a szabad hálózati kapacitásokról. Félreértés ne essék, ezt nem kell önmagában jó hírnék tekinteni, mégis azért üdvözlöm, mert a szakmaiság és a józan ész diadalának tartom. Azt is helyeslem, hogy – bár egyelőre csekély arányban – de a legutóbb kihirdetett METÁR tenderben tárolási kötelezettséget is előírtak.

Végül a szakmai értéklánc végén a fogyasztók szerepelnek,ők azok, akikért végső soron az iparágban mindannyian dolgozunk. A forradalom ide is behatolt, az okos megoldások, a háztartási naperőművek – sajnos nálunk többnyire tárolók nélkül – az elektromos autózás már mindennapjaink részévé válik. Persze közelebről nézve ez sem kevés kihívást jelent. Holnapi utolsó szekciónkban ezekkel a kérdésekkel foglalkozunk.

Mindenkinek jó konferenciát, tartalmas vitákat és nem utolsósorban hasznos beszélgetéseket kívánok, hiszen a pandémia alatt ugyancsak kiéheztünk erre!

Az MMK Energetikai Tagozat 2022 évi díjazottjai

A Magyar Mérnöki Kamara Energetikai Tagozatának 2022. május 5-én tartott küldöttgyűlésén Molnár Szabolcs a Tagozat Elnökhelyettese, Wagner Ernő MMK Elnök úr jelenlétében átadta az Energetikai tagozat szakmai díjait.

Ronkay Ferenc díjban részesült:

Metzing József a hazai energetika „nagy öregjeinek” egyike, a távhőszolgáltatás közismert és elismert szakembere. Negyven évet töltött el az energetikai szakmában, ennek közel a felét közvetlenül a távhőszakmában. A 1978-ban BME-n matematikus mérnök szakos gépészmérnöki diplomát, majd 1982-ben energetikai szakmérnöki diplomát szerzett. 1978-2000. között az Energiagazdálkodási Rt.-nél előbb tervező, tudományos munkatárs, később főmunkatárs, majd az Energiastratégiai osztály fősztályvezető-helyettese. A FŐTÁV Zrt.-nél 2000-től főmunkatársként, majd osztályvezetőként, 2010. óta pedig vezető tanácsadóként dolgozik, a Társaság számos kiemelten fontos projektje valósult meg munkássága eredményeként. Folyamatosan jelen van a szakmai közéletben előadásaival, publikációival.

Gombos Ervin okleveles gépészmérnök, szakokleveles közgazdász és építési szakokleveles mérnök. A Dunaújvárosi Főiskolán, a Nehézipari Műszaki Egyetem gépészmérnöki karán, az SZTE-n és az ELTE-n végzett tanulmányainak eredményeként kapta diplomáit. A Magyar Mérnöki Kamara tagja alapítása óta, képviseli a MMK-t az Igazságügyi Szakértői Kamarában, a Teljesítésigazolási Szakértői Szervezetben. A Világbank szakértője, tanácsadója a közmű-és energiaellátás területén is. 1994-től a MOL Rt. Algyői telephelyét, majd a Kutatás Termelési Divízió energetikai

és üzemviteli főmérnökségét irányította. 2002-től részt vett a hazai energetikai auditok honosításában, kapcsolt energiatermelő létesítmények fejlesztésében, szakértői vizsgálatában.

Tizer Gergely 1982-ben született, diplomáját a BMF Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán szerezte, majd kis- közép és nagyfeszültségű villamos összeköttetések tervezésével kezdett foglalkozni. Úttörő tevékenységet végzett az MSZ EN 50341-1:2013 szabvány magyarországi bevezetésével kapcsolatban, majd szakértőként vett részt az MSZ EN 50341-2:2019 szabvány kidolgozásában. Később a BUDAPEST I. és II. 132 kV-os oszlopcsalád megalakításában projektvezetőként tevékenykedett.

Büki Gergely díjat kapott

Zanatyné Uitz Zsuzsanna, a Kaposvári Vagyonkezelő Zrt. távfűtési műszaki vezetője. Munkája nyomán valósultak meg a kaposvári önkormányzat távhőellátó rendszerének energiaracionalizálási és szolgáltatási hatékonyság növelési beruházásai. Jelentős szerepet vállalt a város Smart City programjában (intézményi energiahatékonysági korszerűsítések, biogáz előállítás és közlekedési célú hasznosítása, okos épületfelügyeleti rendszerek, 15 MW-os biomassa fűtőmű és a geotermikus energiahasznosítás vizsgálata). Munkája mellett jelentős szakmai-társadalmi tevékenységet folytat a magyar energetika fejlődése érdekében. Hosszú évek óta aktív tagja az MMK Energetikai Tagozat elnökségének, illetve a MatáSzSz szervezetének.

A díjazottak munkásságához gratulálunk és további feladataikhoz jó egészséget kívánunk!

ELNÖKI BESZÁMOLÓ

az ETE 2021. évi tevékenységéről, gazdálkodásáról

Bakács István, elnök

Tisztelt Küldöttközgyűlés!

Azt hiszem mindannyiunk örömeire szolgál, hogy két év írásban lefolytatott Küldöttközgyűlése után végre személyesen találkozhatunk!

Elnöki beszámolómban foglalom össze és értékelem Egyesületünk elmúlt évi tevékenységét, gazdálkodásának eredményeit és ez évi terveinket. Ugyanakkor mivel 2022-ben tisztújító közgyűlést tartunk, néhány szóban az eltelt öt esztendő ETÉ-s ügyeiről is említést teszek.

Sajnos mindannyiunk mindennapi életét, munkáját jelentősen megnehezítette 2021-ben is a koronavírus járvány és ez jelentősen kihatott Egyesületünk életére. Egyesületünk, a többi civil szervezethez hasonlóan a találkozásokra, szakmai-emberi tapasztalatszerésre, hírek információk átadására épül. Bár ma már számos elektronikus lehetőség áll rendelkezésünkre a virtuális kapcsolattartás elősegítésére, ezek hatékonysága, „személyes” jellege nem tudja pótolni a valódi élő kapcsolatok lehetőségeit. Talán már reménykedhetünk abban, hogy 2022 őszére nem térünk vissza a lezárások korába...

2021-ben, csak úgy, mint a megelőző évben az egyesületi munkát is jelentősen korlátozta a járvány. Egyesületi programjaink, munkatervünk a közösségi szakmai tájékoztatásra, a vitára, a tapasztalatszerésre, közös programokra, szakmai kirándulásokra épül. Ezek jelentős részét a járványügyi korlátozások, illetve saját magunk, munkatársaink, tagtársaink egészségének védelme ellehetetlenítette. Ugyanakkor – ha nem is teljes mértékben – néhány rendezvényt sikeresen megtartottunk személyes részvétellel, vagy hibrid formában. Mindenesetre külön köszönet jár azon szervezeti egységeinknek, amelyek – vállalva a sikertelenség kockázatát – kihasználták a járvány lefolyásának „ablakait” – mertek kisebb vagy nagyobb rendezvényeket tartani.

Egyesületünk vezetősége, szakosztályaink és területi szerveink ilyen feltételek mellett igyekeztek tavaly az Alapszabályunkban meghatározott feladataikat ellátni, illetve a munkatervünkben szereplő programokat megszervezni.

Egyesületünk múlt évi Küldöttközgyűlése írásos határozottalal valószínűleg meg és ott olyan döntést hoztunk, hogy a tavaly esedékes egyesületi tisztújítást egy évvel, azaz idénre elhalasztjuk. Tettük ezt azért, mert úgy gondoltuk, hogy egy nagyobb „mélységű”, átfogó tisztújításnak jött el az ideje, s ezt írásban, vagy a virtuális térben nehéz lett volna hatékonyan elvégezni, mivel egy tisztújítás előkészítése sok egyeztetést, meg- és rábeszélést igényel.

Tavaly a szokásunktól eltérően nem az év indításakor, hanem ősszel tartottuk meg – 1 év kihagyás után – hagyományos elnöktitkári értekezletünket. A megbeszélés fő fókusza a tisztújítás, illetve az ETE megújulása volt. Előzőleg Egyesületünk elnöksége úgy döntött, hogy egy (elektronikus) írásos közvéleménykutatást tart a tagság körében az Egyesületről annak munkájáról, életéről és a változtatások szükségességéről és irányáról. Bár a vártnál jóval kisebb arányban érkeztek válaszok, azok irányultsága, jellege módot adott

néhány következtetésre, amelyből a változtatások szükséges iránya kirajzolódik.

A tavalyi munkatervben szerepeltetett rendezvények közül elmaradt az ETE tervezett nagykonferenciája, azt ez év februárjára ütemeztük át a járványhelyzet bizonytalansága miatt, de azt is el kellett halasztani, így idén májusban, közgyűlésünket megelőzően tartottuk meg (VIII. ETE Villamos Energia Konferencia). Szerencsére – és a szervező szakosztályoknak hála – sikerült megrendezni a KLENEN'21 konferenciát (kétszeri halasztása után szeptemberben) és a hagyományos szeptemberi Távhő Vándorgyűlést. Az MVM Csoport szervezésében, az ETE Gázszakosztály aktív részvételével tavaly októberben megtartották az 51. Nemzetközi Gázkonferenciát. A MET vezetésével ősszel támogatásunkkal szintén hibrid módon került megrendezésre a kárpát medencei energetikusokat összefogó hagyományos Magyar Energia Konferencia.

Szervezeti egységeink működését is jelentősen korlátozták a lezárások, több tervezett rendezvény elmaradt, a Szenior Klub rendszeres rendezvényeit is szüneteltettük – bár 2021. őszén újra indítottuk, de végül a rendezvényeket kénytelenek voltunk újra bekezesíteni – idős tagjaink egészségvédelme érdekében. Szakmai üzemlátogatásokra, kirándulásokra természetesen nem került sor. Több szakosztályunk ugyanakkor – ha korlátozott mértékben is – jól tudott működni. A korábban említett Távhő-, az Energiahatékonysági és a Gázszakosztály mellett a közelmúltban létrehozott Megújuló Energia és Energiatárolási szakosztály is szervezett – virtuális -rendezvényt, ugyanakkor több szakosztályunk és területi szervezetünk nem tudott érdemi tevékenységet felmutatni, illetve csak virtuális események követésére volt módjuk.

Szakmai folyóiratunk az ENERGIAGAZDÁLKODÁS számai ter szerint megjelentek, a járványhelyzet a kiadást nem befolyásolta azonban az infláció hatása a költségeinkben megjelent.

Egyesületünk gazdálkodása – bár 1,385 millió Ft veszteséget mutat – összességében eredményesnek tekinthető. A bevételi oldalon az egyéni tagdíjbevétel utóbbi években tapasztalt lassú csökkenése megállt. A veszteséget döntően a betervezett nagykonferencia ez évre halasztása, illetve egyes költségeknél a tavaly már „beindult” infláció okozta, továbbá azon informatikai kiadások, amelyeket a virtuális rendezvények, ülések technikai feltételének megteremtése érdekében tettünk meg.

A járványügyi helyzetben a társegyesületekkel, illetve a felsőoktatási- és kutatóintézetekkel folytatott együttműködésünk is visszafogott volt az elmúlt évben, de több szakosztályunk, illetve területi szervezetünk sikeresen együttműködött a helyi szervezetekkel, egyetemekkel, illetve a mérnökkamara helyi szervezeteivel.

A tisztújítás kapcsán, illetve a korábban említett kérdőíves felmérés alapján Egyesületünk helyzetéről a következő főbb megállapításokat tehetjük, amelyek egyben feladatul szolgálnak az új egyesületi vezetés számára, hogy – most már talán a járvány végleges lecsengését követően újult erővel, friss energiával láthassanak hozzá az egyesületi munka megújításának.

- Egyesületünk jelenleg 18 szervezeti egységgel – területi szervezettel, illetve szakosztállyal – rendelkezik az ország egész területére kiterjedően. Taglétszámunk 785 fő.
- Egyesületünk anyagi helyzete stabilnak tekinthető. Az elmúlt 2 évtizedben a „technikai zéró” eredményt tűztük ki célul, azaz a nonprofit jellegű működést. Visszatekintve általában a +/-1,5 millió Ft -os eredmény-sávban zártuk a gazdasági éveket, az esetek döntő többségében a pozitív tartományban. Ugyanakkor az Egyesületünk jelentős vagyonnal rendelkezik pénzügyi befektetések révén, ami a biztonságos működést legalább középtávon garantálni képes.
- Egyesületünk image-e elég jónak mondható a szakma, az iparági vállalatok a szakemberek és az energetikai kormányzat szereplői körében. Néhány területi szervezetünk esetében ez helyi szinten külön is figyelemre méltó. Ezt akkor is elmondhatjuk, ha hazánkban a szakmai civil szervezetek társadalmi megítélése, kormányzati megbecsültsége nagyon ellentmondásos. Belső teljesítményünk – a szervezeti aktivitás csökkenésével – azonban valószínűleg alacsonyabb, mint amit a külső szemlélők gondolnak rólunk
- Egyesületünk tagsága és vezetése előregedett, a tagság és az elnökség átlagos életkora magas, nem voltunk sikeresek a fiatal szakemberek bevonása terén. Vezetőségünk körében – akár az Egyesületi vezetés, akár a szakosztályok és területi szervezetek esetében – ma már kevesen vannak aktív iparági vezetők. Nem vagyunk sikeresek az egyetemi ifjúság bevonása terén, pedig ma már elmondhatjuk, hogy van társadalmi érdeklődés az energetikát érintő kérdések iránt. Egyesületünk egyik fő alapítója volt az Energetikai Szakkolégiumnak, amely évekig quasi Egyesületünk ifjúsági szakosztályaként működött, de teljes jogi leválásukat követően az utóbbi évtizedben nem sikerült Egyesületünkbe vonzani az egyetemi ifjúságot. Ez alól talán a Távhő Szakosztályunk jelent üdítő kivételt. Ezt Egyesületünk, illetve szervezeteink új vezetésének kiemelkedő feladatává kell tenni.
- Egyesültünk a szélesebb közvélemény előtt nem ismert, rendezvényeinkről állásfoglalásainkról – bár több éve ilyet nem tettünk közzé – a médiából nem értesülnek. Ennek egyik oka, hogy nem folytatunk politikai tevékenységet, ezt a jövőre nézve is érdemes betartatnunk. Szakmai rendezvényeink – bár szakmailag elismertek, sikeresek – főképp csak szűkebb kört vonzanak. Nyitni kellene a szélesebb szakmai és nemcsak szakmai közvélemény felé, a média, ezen belül a szociális média irányába.
- Szakmai téren az új, nem hagyományos energetikai tevékenységeket végzőket nagyobb arányban kellene bevonni Egyesületünk munkájába. Egyesületünk tevékenységével, ennek megfelelően szervezeti struktúrájával igyekeztünk alkalmazkodni az aktuális energetikai kihívások irányának megfelelően, ezt a jövőben is folyamatosan figyelembe kell vennünk.
- Sajnálatos módon a tagság előregedésével párhuzamosan a szervezeti aktivitásunk csökkent. Ez t a folyamatot a pandémia az utóbbi 2 évben egyértelműen felgyorsította. Mindemellett az a tapasztalatunk, hogy sikerünk döntően egyes elhivatott vezetőkön múlik, még a nehéz pandémiás időszakokban is vannak olyan szervezeti egységeink, amelyek példásan tudtak, tudnak működni. Minden változtatásnál, tisztújítás esetén erre különösen érdemes odafigyelnünk.

A 2022. év célkitűzéseit a Küldöttközgyűlésre előterjesztett munkaprogramunk tartalmazza. Ez program az eltelt 2 év helyzete alapján a korábbi éveknél szerényebb és szervezeti egységeink sem jeleztek ambiciózus terveket. Ugyanakkor az élet nem áll meg, a szakma fejlődik, változik, a technikai fejlődés és a szakmai tevékenységet szabályozó jogi keretek változása a járványhelyzetben is folyamatos, az energetika „forradalma” változatlan tempóban halad. Nem engedhetjük meg tehát, hogy az ETE „leálljon”. Az új ETE vezetőségnek van rá lehetősége, hogy a munkaprogramot még az év második fele tekintetében kibővítsé. Megítélésem szerint a tisztújítás alkalmával nem sikerült minden szakosztályunkat, illetve területi szervezeteinket „revitalizálni”. Az új vezetőségnek érdemes lesz erre is odafigyelni.

Idei rendezvényprogramunkban kiemelten szerepel a már megvalósult KLENEN '22 konferencia, és a VIII. Villamos Energia Konferencia. Programunk tartalmazza a szeptemberi Távhő Vándorgyűlést és a fő szervezők szintén szeptemberre datálják az 52. Nemzetközi Gázkonferencia megtartását. Az új vezetésnek javasolom, hogy az ősszel tartsák meg az Elnök-titkári értekezletet, amelyen a vezetés új programját meg lehet hirdetni, illetve egyeztetni a szervezeti egységek vezetőivel.

Gazdasági tervünk ez évre is az utóbbi években megszokott módon tartalmazza előirányzott bevételeinket és kiadásainkat.

Szeretnék az elmúlt évben, a nehéz helyzetben való sikeres helytállásukért külön köszönetet mondani Wiegand Győző elnökhelyettesnek az Egyesület ügyvezetésében kifejtett áldozatos munkájáért. Köszönet illeti Kaposvári Reginát is a Titkárságon végzett munkájáért.

Végül a magam részéről, leköszönő elnökként szeretném hálát kifejezni a 21 éven át belém helyezett bizalomért és szeretném a megköszönni azt a sokrétű segítséget, amelyet a feladat elvégzéséhez a tagságtól és a vezetéstől kaptam. Bízom abban, hogy a ma megválasztandó új ETE vezetés képes lesz Egyesületünket egy újabb sikeres időszakba vezetni.

Budapest, 2022. május

Bakács István s.k.

elnök

Új klímavédelmi törvények

Az Európai Unió tagországai 2022. június 29-én elfogadták a betervezett klímavédelmi törvényeket: 2035-re betiltják a fosszilis üzemanyaggal hajtott új gépjárművek forgalmazását, és létrehoznak egy több milliárd eurós alapot arra, hogy abból támogatni tudják a szegényebb állampolgárokat a károsanyag-kibocsátás miatt kivetendő adók megfizetésében.

Több mint 16 órás vita végén az EU 27 környezetvédelmi minisztere öt törvényt fogadott el egy klímavédelmi csomag részeként, melyek lehetővé teszik majd, hogy az EU – a világ legjelentősebb kibocsátója az üvegház gázokból – 2030-ra 55 százalékkal csökkenteni tudja a kibocsátást az 1990-es szinthez képest.

A szén-dioxid-kibocsátás megadóztatása csak 2027-ben, egy évvel később kezdődik, a tervekhez képest és a szegényebb állampolgárok adótámogatására létrejön egy 59 milliárd eurós alap a 2027–2032 közötti időszakban.

Június elején fogadta el az Európai Parlament a Bizottság javaslatát, hogy 2035-től gyakorlatilag betiltják az új benzines és dízelautók eladását az Európai Unióban. A hajnalig tartó megbeszéléseken a szakminiszterek döntöttek az öt törvény részleteiről, a most elfogadott javaslatok visszakérülnék az Európai Parlament elé, amely – vélhetően komoly viták után – fogadja el véglegesen a törvényekre.

Az ETE 2022-évi tisztújító küldöttközgyűlése

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület május 25-én tartotta az MVM Zrt. Székház Jedlik teremében. A megjelenteket Bakács István elnök üdvözölte és javaslatára a Küldöttközgyűlés levezető elnöknek Korcsog Györgyöt, a Szavazatszámoló Bizottság elnökének Ignáczy Elek, tagjainak Szarvas Krisztiánt és Nyúzó Zoltánt, jegyzőkönyvvezetőnek Wiegand Győzöt, jegyzőkönyv hitelesítőnek Lukácsi Pétert és Zsebik Albint megválasztotta. Ezután hangzott el Horváth Viktor, TIM főosztályvezető „Hidrogénstratégia” című előadása. Az előadás utáni szünetet követően Bakács István ETE elnök szóban összefoglalta és néhány kiegészítő megjegyzést fűzött a küldötteknek előzetesen megküldött beszámolóhoz. Az elnöki kiegészítést követően Kissné Hegyi Ilona szóbeli kiegészítése hangzott el a küldötteknek előzetesen megküldött jelentéshez. Ezt követően a küldöttközgyűlés az 2021-évi Elnöki Beszám

olót és az Ellenőrző Bizottság jelentését elfogadta.

A szavazás után a 2022-évi munkaterv került megvitatásra és azt a közgyűlés Bakács István elnök előterjesztésével egyezően elfogadta. Ezt követően az ETE elnökség döntése nyomán Kovács Zsolt, a Segner János András díjat és Bakács István, a Kerényi A. Ödön díjat vette át.

A küldöttgyűlés ezután meghallgatta Bakács István jelölőbizottsági elnök javaslatát az ETE új tisztségviselőire. A küldöttgyűlésen új jelöltre nem érkezett javaslat, így a szavazólap lezárását követően került sor a vezetőség megválasztására, ennek eredményeként a következő három évben az ETE új tisztségviselői a következő személyek lesznek:

ETE tiszteletbeli elnöke:

Wiegand Győző

ETE elnöke:

Dr. Kiss Csaba, az MVM Energetika Zrt. termelési műszaki vezérigazgató helyettese

ETE főtitkára:

Molnár Szabolcs, az MVM Energetika Zrt. vezérigazgató-helyettesi tanácsadó

Elnökhelyettesek:

Csallóközi Zoltán, Dr. Stróbl Alajos, Dr. Zsebik Albin

Elnökség tagjai:

Gerda István, Dr. Gróf Gyula, Dr. Imre Attila, Molnár Ferenc, Orosz Zoltán, Szarvas Krisztián, Szauter Ákos, Tompa Ferenc

Ellenőrző bizottság elnöke:

Dr. Tóth Tamás

Ellenőrző bizottság tagjai:

Kissné Hegyi Ilona, Dr. Nagy Zoltán



Kovács Zsolt átveszi a Segner János András díjat



Bakács István átveszi a Kerényi A. Ödön díjat

Összefogás a magyar energetikáért

Meggyőződésünk, hogy az energetikai alapvetően határozta meg a világ kialakulását, és határozza meg a világ „dolgait” a mai napig. Bocsássák meg nekünk a kissé talán elfogult bevezető gondolatokat. Azonban, ha jól belegondolunk és a történelemben visszatekinünk, akkor megállapíthatjuk, hogy az energia valamilyen formában történő alkalmazása egyidős az emberiség megjelenésével. Amikor az ember használatba vonta a tüzet, a tüzelőanyagok fűtésre és főzésre történő felhasználása révén kezdetét vette az „energia használata” az emberiség javára.

Ismét bocsánatot kell kérjünk, de véleményünk szerint sokan tévesen nevezik a XVIII. században lezajlott átfogó társadalmi, gazdasági és technológiai változást ipari forradalomnak. Energeti-

kusként energetikai forradalomnak tituláljuk az akkori eseményeket. Hiszen a gőzgép – mely egy kalorikus hőerőgép – feltalálásával a textilüzemekben elindult gépesítéssel forradalmi változások kezdődtek világ iparában.

Hosszú idő telt el azóta. Mára elismert tény, hogy az energia életünk egyik döntő tényezője. Az emberiség egyre fokozódó mértékben használ fel energiát mechanikai munkavégzésre, ipari célokra, világításra, fűtésre és már hűtésre is. A mai civilizációk fejlődésének egyik igen jellemző vonása az energia felhasználásának különböző mutatói. Az egyes országok lakosságának életszíntje és az egy főre eső energiafogyasztás között kimutatható összefüggés áll fenn, a termelékenység szoros függvénye

a megtermelt érték előállításához szükséges fajlagos kWh-érték. Az ipar hallatlanul gyors fejlődése, a háztartások és a mezőgazdaság gépesítése, a közlekedés rohamos fejlődése, a hírközlés gyors elterjedése állandóan és újra, meg újra új energiafogyasztókat jelentenek. Az igények kielégítése pedig alapvető feladata az energetikának.

Az energetikának a szűk értelemben véve műszaki témákon túl, a környezetvédelmi és gazdasági-társadalmi kérdésekre is választ kell tudnia adni. Ebben az összetett feladatrendszerben szükség van olyan felelősségteljes társadalmi szervezetekre, mint az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület (ETE).

Az ETE 1949-es alapítása óta nagyon sok minden változott. Ma már nem fogyasztók vannak, hanem ügyfelek, napjainkban az energiaellátás biztonsága, a környezetvédelmi kérdések, a klímastabilitás szükségessége komoly kihívásokkal állítja szembe a szakembereket.

Nagyon fontosnak tartjuk kiemelni, hogy a fent felsorolt nehézségeket ne problémának, hanem megoldandó feladatnak tekintjük. Ez azonban nem megy összefogás nélkül. Nyitottak kell legyünk meghallgatni egymás gondolatait, ötleteit és véleményét. Sőt! Nem szabad csak és kizárólag a mérnöki tudásban gondolkodjunk. Figyelembe kell vegyük és meg kell hallgassuk azon szakemberek véleményét is, akik eredeti szakmájuk szerint nem mérnökök, azonban szakmai munkásságuk során az energetika kérdéseivel foglalkoznak. Az ő tudásuk, tapasztalatuk is gazdagítani fog minket. Ahogy az energetika is egyre komplexebb tudományág, úgy az ETE-nek is egyre komplexebbé kell válnia. Lépést kell tartanunk a fejlődéssel, hogy mi is a fejlődés útjára tudjunk lépni.

A fentiek miatt nagyon fontosnak tartjuk a párbeszédet. Csak együttműködve fogunk tudni hatékonyan tevékenykedni. A céljainkat határozottan ki kell tűzzük magunk elé. Részt szeretnénk venni az országos és a helyi energetikai feladatok megoldásában egyaránt. Célunk, hogy a megyei szervezetek munkáját segítsük, a kollégákat aktivitásra ösztönözzük.

Az összefogás eredményeképpen a magyar energetikát érintő kérdések megoldásában részt kívánunk venni. A döntéshozókat szakmai támogatással kívánjuk segíteni. A társadalmi egyeztetésekben részt kívánunk venni, illetve az ország parafálási eljárásaihoz szakértői támogatást szeretnénk nyújtani. Fontosnak tartjuk, hogy nekünk is „haladni kell a korrallal”. A fiatalításunk elősegítése érdekében a közösségi média felületein, a kor szellemiségének megfelelően – posztokban, podcastokban, blogokban – meg kell jelenjünk. A fiatal generációt be kell kapcsoljuk az egyesületünk tevékenységébe. Szakdolgozat és diplomamunka témákat, nyári gyakorlati helyeket szeretnénk biztosítani a jövő energetikusainak. Ehhez egy információs platformot szeretnénk létrehozni, ahol összegyűjtjük és megosztjuk az információkat.

A munkánkhoz azonban segítséget is kérünk. Kérjük a tagtársainkat, kollégáinkat és mindenkit, aki a magyar energetika haladásáért tenni kíván, hogy tanácsaikkal, véleményeikkel, ötleteikkel segítsék munkánkat. Az ETE több, mint 70 éves működése során olyan örökséget hagyott ránk, mellyel felelősséggel kell bánnunk. A megkezdett utat folytatva, alkalmazkodva az új trendekhez szeretnénk dolgozni a magyar energetikáért.

Dr. Kiss Csaba
elnök

Molnár Szabolcs
főtitkár

Dr. Kiss Csaba, ETE elnöke, az MVM ZRt. termelési vezérigazgató helyettese



A szakmai pályafutását a borsodi hőerőműben kezdte. Az MBA diplomáját a londoni Buckinghamshire Chilterns University College-ban szerezte International Finance területen 2006-ban.

Műszaki tudományok doktora lett, Ph.D. diplomáját a bécsi University of Technology egyetem Termodinamikai tanszékén szerezte 2011-ben.

Több mint 30 évnyi nemzetközi és hazai tapasztalattal rendelkezik a villamosenergia iparban. Erőművek üzemeltetésében és fejlesztésében nagy gyakorlatra tett szert. 1999 óta ügyvezető igazgatója volt különböző típusú erőműveknek, többek között: az AES Borsodi Hőerőmű széntüzelésű, az AES Tiszapalkonya szén/biomassza tüzelésű magyarországi erőműveknek, de Olaszországban is vezette az AES Ottana olajtüzelésű erőművét.

Energiatermelési igazgatója volt az E.ON Hungaria Zrt. magyarországi erőműveinek. GE Energy Zrt. ügyvezető igazgatója valamint a Paks II. Zrt. vezérigazgató tanácsadói feladatát is ellátta.

1996 és 1999 között, mint projekt fejlesztési igazgató dolgozott biomassza, CFB szén és a CCGT gáz erőművek fejlesztésén az USA-ban, Braziliában, Magyarországon és egyéb európai AES projektekben.

Az ETE újonnan megválasztott elnöke feladatának érzi, hogy a magyar energetika haladása érdekében társadalmi szerepet is vállaljon. Célkitűzése, hogy összefogva, egymás tudását kiegészítve haladjunk az energetikai fenntartható fejlődés útján és támogassuk az energiaipar stratégia céljainak megvalósítását.

Molnár Szabolcs, ETE főtitkára, vezérigazgató-helyettesi tanácsadó



13 éves koromban döntöttem el, hogy energetikus leszek. Sokan hallották már tőlem azt a gondolatot, hogy „mi van a konnektor mögött?”. Kamasz koromban ez a kérdés – egyfajta motivációként – határozta meg a pályaválasztásomat és a szakmai karrieremet is. Az érdekelt, hogy hogyan lesz a „konnektorban áram”. Hogyan tudjuk átalakítani úgy az

energiahordozókban kötött energiát, hogy az az egyes fogyasztóknak villamos energiát szolgáltatson.

A Paksi Atomerőmű mellett felnőve, Pakson az Energetikai Szakképzési Intézet, erőműgépész szakán kezdtem meg nemcsak középiskolai tanulmányaimat, hanem az egész életemet befolyásoló kapcsolatokat az energetikával. Ekkor szerettem meg a hőtant, mely „szerelem” a mai napig tart. Energetikai mérnökként meggyőződésem, hogy szinte minden energetikai műszaki kérdés legmélyebb háttérében ott húzódnak a hőtani, hőfizikai kérdések. Tanulmányaim és munkahelyi tapasztalataim során a hulladékok energetikai hasznosítása az egyik fő szakterületemmé vált.

Véleményem szerint napjainkban az energetikát nem lehet fogalmi határok közé szorítani. Középiskolás koromban még magam is úgy gondoltam, hogy az energetika az a hő- és villamosenergia előállításának a tudománya. Azonban ma már biztos vagyok benne, hogy ez nem így van. Az energetika átalakult, megváltozott. Az egyik legsokoldalúbb tudományággá vált. Számos szakterület ismereteire épülő, komplex diszciplína. Egy szakmájában helytálló energetikai szakember ismérve, hogy széleskörű, sokoldalú és alapos szakmai ismeretekkel rendelkezik. Talán mondhatjuk, hogy egy jó energetikusnak manapság polihisztornak kell lennie.

Megítélésem szerint egy jó energetikust az tesz jó mérnökké, ami egy gyógyítót jó orvossá: a meggyőződés. A meggyőződés, hogy valami nagyszerűt tudunk tenni, valamint az, hogy szükség van ránk. Mi az erőművekért, az energetikai rendszerekért vagyunk felelősek, szükség van a mi tudásunkra és büszkék lehetünk, hogy mi a műszaki, energetikai kérdések megoldásában tudunk segíteni.

A fenti gondolatok tükrében az ETE főtitkárként célom, hogy az elődjeimtől kapott örökség birtokában, a megkezdett úton tovább haladva, új gondolatokkal kiegészülve a magyar energetika haladásáért dolgozzak. Egyedül ma már nem megy. Ahogy írtam is korábban, az energetika sok tudományra épülő, összetett tudományág. Közösen, összefogva tudunk a magyar energetikáért tenni.

Dr. Tóth Tamás, ETE ellenőrző bizottság elnöke, energetikai szakértő



Nagy megtiszteltetés számomra, hogy az ETE Ellenőrző Bizottságának elnökének választottak. Kapcsolatom az egyesülettel nem újkeletű, már gyermekkoromban előszeretettel nézegettem az Energiagazdálkodás folyóirat ábráit, képeit és hallgattam édesapám magyarázó szavait, aki gépészmérnök és maga is az ETE tagja. Emlékszem,

amikor magával vitt az ETE helyi csoportjának rendezvényeire vagy helyi szakember találkozókra. Bár akkoriban keveset értettem belőle, mégis nagy élmény volt hallgatni őket, látni azt az elhivatottságot és szaktudást, amivel érveltek, vitáztak egymással egy-egy energetikai témában, pezsgett az élet.

Bár későbbi utam nem a mérnöki hivatás felé vitt, mégis vizsgaláltam az energetikához. A Corvinus Egyetemen szereztem közgazdász diplomát, ahol az utolsó két évben Varró László, akkori energiahivatali főosztályvezető hatására a megújuló energia hasznosítás témakörébe mélyedtem el. Egyetemi házidolgozataimban sikerült akkoriban sok kurrens, megújuló témát megismernem és feldolgoznom, majd diplomamunkámat is a zöldáram termelés támogatási rendszereiről írtam.

Az egyetem után az energiahivatalban a közgazdasági osztályon helyezkedtem el, ahol én lettem az első dedikáltan megújuló és fenntarthatósági kérdésekkel foglalkozó elemző. Később osztályvezetőként, főosztályvezetőként, majd általános elnökhelyettesként dolgoztam a hazai energiaszabályozás előmozdításán.

Saját bőrömön megtapasztaltam, mit jelent egy folyamatosan átalakuló, stratégiai szektor szabályozásába és napi életébe belecsöppenni. Pályám elején történt a piaci liberalizáció és a hosszú

távú szerződések felmondása, ennek hatására az egész energiapiac átalakult. Ebbe az új keretrendszerbe kellett beilleszteni a zöld erőműveket, melyek akkoriban támogatás nélkül nemigen létesültek. A kötelező átvételi rendszerrel indultunk, majd a METÁR-ral folytattuk. Bár sok vita övezte a támogatások szabályozási kérdéseit, a megújuló szektor sikeresen fejlődött, a jövő kihívásai pedig nem a támogatási, hanem hálózati oldalon, a zölderőművek rendszerintegrációjával összefüggésben folytatódnak. A klímavédelem másik célterületéről, az energiahatékonyságról és ennek szabályozási kérdéseiről először keveset beszéltünk, majd e kérdések is rendkívül fontossá váltak az elmúlt évek során, ahol a szakmával együttműködve azt gondolom sikerült lefektetnünk egy tudatosabb energiahasználat alapjait. Az energiahatékonysági kötelezettségi rendszer fejlesztése bár további kihívásokat tartogat, nagy lehetőségeket is rejt, főleg az energiafüggettségünk csökkentése tekintetében. A szemléletformálás pedig egy olyan terület, ahol azt gondolom mindannyiunknak még sokat kell tennünk szűkebb környezetünkön belül is.

Ezen kihívások kezelése során az elmúlt években rendkívül sok támogatást kaptam a szakmabeli kollégáktól, különösen az ETE szervezete részéről. Mindig büszkén meséltem az államigazgatás berkeiben, hogy amikor az energetikusi hálózat ötletével előálltunk egy workshopon, az egyik ETE-s kolléga felállt és azt mondta, nem kell kitalálni, mert a rendszerváltás előtt működött hasonló. Nem kell feltalálni a spanyolviaszt, elég a kollégák kollektív tudásbázisát aktivizálni, munkájuk és tapasztalatuk azt gondolom egyesületünk fő erőssége.

Az ellenőrző bizottság elnökeként kollégáimmal mindenkit szeretnék biztosítani együttműködésünkről, célunk nemcsak az egyesület szabályszerű működésének biztosítása, hanem szeretnénk proaktívan segíteni az elnökség által megálmodott célok megvalósítását. Az elnök úr és főtitkár úr által felvázolt célok magasra teszik a mércét, de hiszünk bennük, ezért mi is maximálisan azon leszünk, hogy a célok eléréséhez szükséges anyagi forrásokat felkutassuk, legyen szó akár pályázati, akár támogatói forrásokról, valamint ötleteinkkel, javaslatainkkal segítsük megtalálni az ETE útját az energiaátmenet kihívásai közepette. Hiszem, hogy munkánk eredményeként unokáink ugyanolyan örömmel és érdeklődéssel fogják nézegetni tabletjükön az akkori ENGA ábráit, képeit, mint ahogy mi is tettük gyerekként.

Az európai akkumulátorgyártás lehetősége

Európának azonnali lehetősége van arra, hogy robusztus akkumulátor- és elektromosjármű-értékláncot építsen ki. Ez támogatná az elektromos járművek elterjedésének exponenciális növekedését, amely a becslések szerint 2030-ra 30 millió járműre bővíülhet. Ezeknek az elektromos járműveknek lítium-ion akkumulátorokra lesz szükségük. Az energiatárolás az elkövetkező évtizedekben az energiaágazat egyik legfontosabb növekedési területe lesz, és nem csak az e-mobilitásban.

Döntő fontosságú, hogy Európának van egy jelentős előnye, amely lehetővé teszi számára, hogy gyorsan és fenntartható módon növelje az akkumulátor termelést. Egy hatalmas lítiumlelőhely fekszik a Rajna-völgyben Németország, Franciaország és Svájc között. Ez a medence nemcsak elegendő lítiumot tartalmaz ahhoz, hogy évtizedekig elláthassa Európa autóiipari piacát, hanem sokkal fenntarthatóbb módszerekkel termelhető ki, mint a legtöbb meglévő lítiumlelőhely. A világ jelenlegi lítiumellátásának nagy része Dél-Amerikából származik, ahol a kitermelési folyamat jelentős nyomást gyakorol a vízellátásra, egyes esetekben a helyi ökoszisztémákat is pusztítja. A Rajna-völgyben található lítiumlerakódások teljesen szén-dioxid-mentes eljárással bányászhatók.

Forrás: energypost.eu

**Kiszámíthatóság,
rugalmasság, biztonság**

**Biztosítsa
energiaköltségeit és
javítsa fenntarthatóságát!**

**Napelem rendszerek PPA
konstrukcióval.**

centrica
Business Solutions

centricabusinesssolutions.hu

**Az almérési törvénynek megfelelő
villamos mérési megoldások**





68. VÁNDORGYŰLÉS KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

DEBRECEN 2022. SZEPTEMBER 21-23.

ADATBÓL ENERGIA!

KIVÁLTHATÓ-E A HÁLÓZATBŐVÍTÉS OKOS MEGOLDÁSOKKAL?

A VÁNDORGYŰLÉS A HAZAI VILLAMOS ENERGETIKAI SEKTORNAK **LEGMEGHATÁROZÓBB RENDEZVÉNYE**. TÖBB ÉVTIZEDE, A KÜLÖNBÖZŐ HAZAI HELYSZÍNEKEN ÉVENKÉNT MEGRENDEZETT ESEMÉNY, AMELYNEK NÉPSZERŰSÉGÉT AZ EGYRE NÖVEKVŐ RÉSZTVEVŐI LÉTSZÁM JELLEMEZI, MELY MÁRA MÁR ELÉRTE A KÖZEL **900 FŐT**.

Az elmúlt év eseményei és a **Tiszta Energia Csomag implementációja látványos hatással lesz az energetikai értéklánc teljes egészére**. Még jobban előtérbe kerülnek a karbonsemleges villamosenergia-termelő technológiák, valamint a hozzájuk tartozó okos hálózati elemek és energiatároló berendezések. **Az új technológiák mellett növekedett az igény a modern diagnosztikai módszerekre és adatalapú megoldásokra is**. Az elmúlt években ugrásszerűen szaporodtak az elektrotechnika területén a kutatás-fejlesztési projektek, amelyek az infrastruktúra modernizációját és az új technológiák implementálását tűzték ki célul.

A kérdések adottak, tudnak-e a villamosenergia ipar szereplői elég gyorsan reagálni a felmerülő igényekre és változásokra? Hol húzódik a határ, amit átlépve már a digitális, adatalapú újítások veszik át a vezető szerepet a fizikai rendszerek és az infrastruktúra fizikai fejlesztésétől? Kiváltható-e a hálózatbővítés okos megoldásokkal? Ezekre és többi hasonlóan fontos kérdésre keres választ a **Magyar Elektrotechnikai Egyesület** által **68. alkalommal** megrendezésre kerülő **Vándorgyűlés, Konferencia és Kiállítás**, melynek főtámogatója idén az **OPUSZ TITÁSZ Zrt.**

A VÁNDORGYŰLÉS KIVÁLÓ ALKALMAT AD AZ IPARÁGI SZEREPLŐK KÖZÖTTI KÖTETLEN ESZMECSERÉKRE, KONZULTÁCIÓKRA IS!



BŐVEBB INFORMÁCIÓK



VANDORGYULES.MEE.HU



**MAGYAR
ELEKTROTECHNIKAI
EGYESÜLET**

1075 Budapest,
Madách Imre út 5. III. emelet
vandorgyules@mee.hu
www.mee.hu

