

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

65. évfolyam 2024/1-2 szám

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

Jegyezze elő: 2025. március 5-6.

KLENEN'25

KLÍMAVÁLTOZÁS ENERGIATUDATOSSÁG ENERGIAHATÉKONYSÁG XX. KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

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

Az energiahatékonysági kötelezettségi rendszer működtetésének tapasztalatai – az elszámolható energiamegtakarítás meghatározása, hitelesítése és forgalmazása

JELENTKEZÉSI HATÁRIDŐK:

Előadás tartására:

2024. október 15.

Kiállításra és termékbemutatóra:

2025. január 15.

A konferenciára:

2025. január 31.

További információ és jelentkezés:

www.klenen.eu és klenen@congress.hu



aeecenter.org



ete-net.hu



eszk.org



mekh.hu



bpmk.hu



bkik.hu



mee.hu



zerocarbonhub.hu

Médiapartnereink:

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

innotéka



Készült Magyarország Kormánya megbízásából.

Közös ügyünk a zöldenergia



Mondja el véleményét Ön is!

zoldenergia.kormany.hu



ENERGIAGAZDÁLKODÁS

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata

65. évfolyam 2024. 1-2

A magyar energiagazdaság problémáit tárgyaló tudományos és gyakorlati folyóirat

Főszerkesztő:

Dr. Gróf Gyula

Olvasó szerkesztő:

Dr. Groniewsky Axel

Szerkesztőség vezető:

Kaposvári Regina

Szerkesztőbizottság:

Czinege Zoltán, Dr. Csedő Zoltán,
Dr. Csűrök Tibor, Czibolya László,
Dr. Farkas István, Horváth Péter János,
Dr. Imre Attila, Ignácz Elek,
Korcsog György, Dr. Laza Tamás,
Molnár Csaba, Dr. Nagy Valéria,
Németh Bálint, Péter Szabó István,
Dr. Serédiné Dr. Wopera Ágnes,
Dr. Stróbl Alajos, Székely László,
Dr. Szilágyi Zsombor, Dr. Tóth 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:

Dr. Kiss Csaba, az ETE elnöke

A szerkesztőség címe:

BME Energetikai Gépek és
Rendszerek Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

D épület 208 sz.

Telefon: +36 1 463 2613.

Telefax: +36 1 353 3894.

E-mail: eng@ete-net.hu

Megjelenik kéthavonta.

Előfizetési díj egy évre: 7500 Ft

Egy szám ára: 1250 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

TARTALOM • CONTENTS • INHALT

Tartalom

Content

Inhalt

Hidrogén * Hydrogen *

Wassersaft

Zavarko Máté

Európai energetikai nagyvállalatok ESG

jelentéseinek elemzése a hidrogén-

gazdaság-fejlesztés szempontjából

Analysis of ESG reports of large European

energy companies from the perspective of

hydrogen economy development

Analyse der ESG-Berichte großer

europäischer Energieunternehmen aus

der Perspektive der Entwicklung der

Wasserstoffwirtschaft

Energiapiac * Energy market *

Energiemarkt

Szilágyi Zsombor

A földgáz ára

The price of natural gas

Der Preis für Erdgas

Szilágyi Zsombor

Az LNG a jövő energiahordozója

LNG is the energy carrier of the future

LNG ist der Energieträger der Zukunft

Nukleáris energia * Nuclear energy *

Kernenergie

Wiegand Győző

Az atomenergetika jövője

The future of nuclear energy

Die Zukunft der Kernenergie

Energia Tárolás * Energy Storage *

Energie Lagerung

Csemány Dávid

- 1 Magas hőmérsékletű nátrium-kén
akkumulátor koncentrált paraméterű
modellezése 18

Lumped parameter modeling of
high-temperature sodium-sulfur battery
Modellierung von hochtemperatur-
Natrium-Schwefel Batterie
mit konzentrierten Parametern

- 3 Energia Politika * Energy Policy *
Energiepolitik

Kaderják Péter, Szolnoki Pálma
Lengyel Balázs

Az első közzétételi eljárás tapasztaltai

– Hogyan alakultak a csatlakozási

lehetőségek a napos, a hibrid és

a tárolói projektek számára 24

Evaluating the results of the new

connection procedure –

How connection possibilities evolved

for PV, hybrid and storage projects

- 10 Evaluierung der Ergebnisse des neuen

Anschlussverfahrens - Wie sich die

Anschlussmöglichkeiten für PV-,

Hybrid und Speicherprojekte entwickelt

haben

EKR * EEO * EEV

Új elemekkel bővült az

energihatékonyság-javító intézkedések

elszámolását segítő EKR-katalógus 33

New elements have been added

to the EEO's catalogue to help account

for energy efficiency improvement

measures

Der EEV-Katalog wurde um neue

Elemente erweitert, um Maßnahmen zur

Verbesserung der Energieeffizienz

zu berücksichtigen

Lapunkat rendszeresen
szemléli a megújult



www.observer.hu

A folyóirat szerkesztésénél különös figyelmet fordítottunk
a környezetvédelmi szempontokra!

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

KLENEN 2. szekció *	<i>energy management system</i>		KLENEN 7.1. szekció *	
KLENEN 2. section *	<i>Die NB-IoT-Zähler und das Liveview-Energiemanagementsystem</i>		KLENEN 7.1. section *	
KLENEN 2. sektion	<i>Baracska Attila</i>		KLENEN 7.1. sektion	
Kiss László	A különböző anomáliák felderítése az energia menedzsment rendszerekben és mesterséges intelligencia segítségével	47	Urbán Kristóf, Tóth Máté, Csapó Dániel, Szűcs Marcell	
Energiakereskedő, mint kötelezett lehetőségei az EKR rendszerben és az energiahatékonysági piacon	35		Megéri akkumulátort telepíteni napelemes rendszerhez?	61
<i>Possibilities of a retail energy sales company as a legally obligated party in the Energy efficiency obligation scheme and the energy efficiency market</i>			<i>Is it worth installing a battery for a photovoltaic system?</i>	
<i>Die Möglichkeiten der Energiehändler als Verpflichteter in dem Energieeffizienzverpflichtungssystem und auf dem Energieeffizienzmarkt</i>			<i>Lohnt es sich, eine Batterie für eine Photovoltaikanlage zu installieren?</i>	
	KLENEN 6.1. szekció *		Kiss Mátyás	
	KLENEN 6.1. section *		Szigetelés projektek elszámolása EKR-ben. 2023-as tapasztalatok, elvárások, buktatók	64
	KLENEN 6.1. sektion		<i>Accounting for insulation projects in the EEO's - 2023 experiences, expectations, pitfalls</i>	
Varga Zoltán	Dian Csenge, Zentai Zsófia, Talamon Attila		<i>Abrechnung von Dämmstoffprojekten im EEV's - 2023 Erfahrungen, Erwartungen, Fallstricke</i>	
Felújítási útleveél szerepe a társasházi energiahatékonysági beruházásoknál	38			
<i>The role of renovation passports in energy efficiency investments in condominiums</i>				
<i>Die Rolle des Renovierungspasses bei Investitionen in Energieeffizienz in Eigentumswohnungen</i>				
	KLENEN 6.2. szekció *		KLENEN 7.3. szekció *	
	KLENEN 6.2. section *		KLENEN 7.3. section *	
	KLENEN 6.2. sektion		KLENEN 7.3. sektion	
Szilágyi Zsombor	Szabó József		Leveles Péter, Szűcs Botond	
A budapesti energia tőzsdék szerepe az energia piacon	41		Hőtárolási és szállítási technológiák ipari megvalósíthatóságának vizsgálata	66
<i>The role of the Budapest Energy Exchanges in the energy market</i>			<i>Inspection of heat storage and transportation technologies concerning industrial heat supply</i>	
<i>Die Rolle der Budapester Energiebörsen auf dem Energiemarkt</i>			<i>Inspektion von Wärmespeicher- und Transporttechnologien zur industriellen Wärmeversorgung</i>	
	Ciceu Dániel			
	ISO 12241:2022 alapú szerelvény hőveszteség számítási metodika ismertetése és az ASTM C680 közti eltérések bemutatása	57		
	<i>Explanation of ISO 12241:2022-based method for calculating assembly heat loss and differences between ASTM C680</i>		Hírek * News * Nachrichten	
	<i>Erläuterung der auf ISO 12241:2022 basierenden Methode zur Berechnung des Wärmeverlusts der Baugruppe und der Unterschiede zwischen ASTM C68</i>		Vokony István	
			Elstartolt az eddigi legnagyobb energetikai digitalizációs EU projekt	69
			Energetikai szakkollégium – Energetikai tanulmányi verseny beszámoló	71
KLENEN 5.1. szekció *				
KLENEN 5.1. section *				
KLENEN 5.1. sektion				
Fekete Balázs, Gnám Bence				
NB-IoT fogyasztásmérők és Liveview energiamenedzsment rendszer	44			
<i>The NB-IoT meters and the Liveview</i>				

Az ENERGIAGAZDÁLKODÁS a KLENEN konferencia sorozat médiapartnereként a konferenciákon elhangzott és a szerzők által cikk formájában megírt cikkeket hagyományosan megjelenteti. Ebben az évben 24 cikk született, ezeket terjedelmi okok miatt több részletben adjuk közre ebben a számban és a továbbiakban.

Európai energetikai nagyvállalatok ESG jelentéseinek elemzése a hidrogéngazdaság-fejlesztés szempontjából

Zavarkó Máté

adjunktus, Budapesti Corvinus Egyetem, üzletfejlesztési igazgató, Power-to-Gas Hungary Kft. mate.zavarko@uni-corvinus.hu

A hidrogéngazdaság fejlesztése nemcsak az európai energia-szektor átalakulását meghatározó stratégiai irány, de az energetikai vállalatok fenntarthatósági törekvéseihez is közvetlenül kapcsolódik. Ezzel szemben viszont a szektor-specifikus szakirodalom eddig inkább a hidrogéngazdaság műszaki-gazdasági és innovációs vetületeit vizsgálta, míg a környezeti, társadalmi és társaságirányítási (ESG) szempontok még kevesebb figyelmet kaptak. Ez kutatás a legnagyobb európai energetikai nagyvállalatok ESG jelentéseit vizsgálja az azokban fellelhető hidrogéntekológiai és hidrogéngazdasági törekvések szempontjából, kiemelt figyelemmel a közép-európai régió más régiókkal történő összehasonlítására. Az eredmények alapján a hidrogéntekológiai fejlesztésekbe való befektetés és a zöld hidrogén termelése mellett – nagyvállalati szinten – hasonló prioritás a hagyományos energiatermelés hatékonyabb tétele is, ami felhívja a figyelmet a felfedezés (változás, innováció) és a kiaknázás (stabilitás) kiegyensúlyozására. A regionális összehasonlítás alapján a közép-európai központú vállalatok további fenntarthatósági változásokat kezdeményezhetnek a hidrogéngazdaság érdekében, például a hidrogén társadalmi elfogadottságának növelésével, dedikált karbonmenedzsment rendszer bevezetésével vagy a környezeti ügyek társaságirányítási szintre történő emelésével.

*

Hydrogen economy development is not only a strategic direction for the transformation of the European energy sector but is also directly linked to the sustainability ambitions of energy companies. Nevertheless, the sector-specific literature has so far focused mainly on the techno-economic and innovation aspects of the hydrogen economy, while environmental, social and governance (ESG) aspects have got less attention. This research analyses the ESG reports of the largest European energy companies in terms of their hydrogen technology and hydrogen economy ambitions, with a particular focus on comparing the Central European region with other regions. The results show that, besides investing in hydrogen technology development and green hydrogen production, increasing the efficiency of the traditional energy production is similarly important, which calls attention to balance exploration (change, innovation) and exploitation (stability). Based on the regional comparison, Central European companies could initiate further sustainability-oriented changes for the hydrogen economy, for example by increasing the social acceptance of hydrogen, introducing a dedicated carbon management system, or controlling environmental issues at corporate governance level.

A hidrogéngazdaság fejlesztése olyan stratégiai irány, amely közvetlenül érinti az energiaszektor – például az Európai Unió REPowerEU terve 10 millió tonna zöld hidrogén termelését tűzte ki célul 2030-ra [1]. Következésképp az energetikai kutatások is aktí-

van foglalkoznak a zöld hidrogén előállításának különféle módjaival [2], felhasználásának innovatív módszereivel [3, 4, 5, 6] és a jövő energiarendszereinek struktúráival is, kiemelt figyelemmel például a rugalmasságra, az alacsony széndioxid-kibocsátásra és a multi-energia-hálózatokra [7, 8]. A fenntarthatósági szempontokat tekintve a szakirodalom rámutat, hogy (1) környezeti szempontból a (zöld) hidrogén termelése és hasznosítása jelentős előrelépést jelent a dekarbonizáció során és javítja az energiabiztonságot; (2) gazdasági szempontból is fontos a fosszilis energiainporttól való függőség csökkentése és a hidrogéntekológiai beruházások új munkahe-lyeket teremthetnek [9]; (3) míg társadalmi szempontból kiemelhető a decentralizált energiatermelés társadalmi egyenlőséget elősegítő jellege és a zéró kibocsátás pozitív hatása az egészségre [10]. Természetesen ezen előnyök realizálásához még jelentős kihívásokat kell leküzdeni, ilyenek például a hidrogén betáplálásának korlátjai a földgázhálózatba és az új hidrogéninfrastruktúra fejlesztésének jelentős költségei [11], az új technológiák magas implementációs költsége [9], illetve a legígéretesebb megoldások azonosítása egy olyan komplex szempontrendszerben, amely figyelembe veszi a gazdasági hatást, a kereskedelmi potenciált, az elérhető kapacitások méretét, a technológiai spin-off lehetőségeit és a fejlesztési költségeket is [12].

E kihívások kezelését tekintve a szakirodalom nagy hangsúlyt fektet a műszaki-gazdasági kérdések megválaszolására (pl. kapcsolódás a hálózatokhoz [13], új elektrolízis-technológiák [14], vagy zöld hidrogénre épülő további energiakonverziós lépések [15, 16, 17]) és a megfelelő szabályozói keretek kialakítására (pl. hosszú távú technológiai stratégia [12], infrastruktúra-fejlesztés [10], pénzügyi ösztönzők [9]). Kevesebb figyelem jut azonban arra, hogy mit tesznek és mit tehetnek az energetikai nagyvállalatok – mint a zöld átmenet kulcsfontosságú szereplői – a hidrogéngazdaság fejlesztése érdekében. Azok a tanulmányok, amelyek vállalati perspektívából közelítették eddig a témát, sokszor az innovációt és a tudásmenedzsmentet érintették, amelyek elméleti szempontból is összekapcsolódnak [18, 19, 20]. Például a friss kutatások gyakran említik a kutatás-fejlesztés kihívásait [21], a tudáshálózatokat [22], a tudásmenedzsment rendszereket [23] és az innovációs együttműködések [24]. Egy másik elméleti perspektívaként értelmezhető a fenntarthatósági változások vezetése [25, 26, 27], amely például magába foglalhatja új üzleti modellek kialakítását [28] és a vállalati társadalmi felelősségvállalás erősítését is. Ezutóbbival kapcsolatban a szervezeti agilitás és proaktivitás [29], illetve a környezeti, társadalmi és társaságirányítási, azaz ESG (Environmental, Social, and Governance) szempontok [30] kerültek a friss kutatások fókuszába. Jelen kutatás célja, hogy e perspektívához illeszkedően lépjen egyetel tovább, és ESG jelentések alapján vizsgálja az energetikai nagyvállalatok hidrogéngazdasági törekvéseit. E megközelítés relevanciája, hogy az ESG szempontok figyelembevétele a globális energiaszektor vállalatai esetében is a fenntartható fejlődés fő eszközei közé tartozik [31, 32], illetve az európai országok nagyvállalati gyakorlatai és az elméleti lehetőségek összehasonlítása alapján to-

vábbi szabályozói és vállalatvezetői javaslatok fogalmazhatók meg. A kutatás a következő kérdésekre keresi a választ:

1. Milyen hidrogéngazdasághoz kapcsolódó tevékenységeket említenek a legnagyobb európai energetikai vállalatok / vállalatcsoportok a legfrissebb elérhető ESG jelentéseikben?
2. Mennyiben hasonlítanak vagy térnek el a legnagyobb európai vállalatok és a közép-európai központú vállalatok / vállalatcsoportok az említett tevékenységek tekintetében?

Amint arra az első kutatási kérdés is utal, a kutatás dokumentumelemzésre épül. A tanulmány következő fejezete részletezi módszertant, a harmadik részben az eredmények bemutatására kerül sor. A negyedik részben az eredmények értelmezése olvasható elsősorban a fenntarthatósági változásvezetés szempontjából, erre építve pedig az utolsó részben következtetések, korlátok és a további kutatási irányok fogalmazhatók meg.

Anyag és módszer

A mintaválasztás során egyrészt a legnagyobb európai energetikai nagyvállalatok vagy vállalatcsoportok (a továbbiakban: vállalatok) voltak relevánsak, a bevezetésben említett európai hidrogéngazdasági törekvésekkel összhangban. Másrészt, a kutatás erősebb gyakorlati, regionális kontribúciója érdekében néhány olyan vállalata-

tot is kerestünk, amelyek központja valamelyik V4 országban van. A vállalatok listázásához az S&P Global adatbázisa volt használható, iparági és regionális szűrést alkalmazva. A rangsorolás az adatbázisban az eszközérték, bevételek, nyereség és a befektetett tőke megtérülése (ROIC) alapján történt, a 2022-es adatok alapján [33]. Mindösszesen 28 vállalat került be a mintába, ebből 7 központja valamelyik V4 országban van. Mivel a mintába nem került be szlovákiai központú vállalat, a továbbiakban V4 országok helyett közép-európai országokként hivatkozunk a magyarországi, csehországi és lengyelországi központú vállalatok régiójára. A vállalatok alapadatait az 1. táblázat mutatja.

Minden vállalat esetében olyan jelentéseket kerestünk az elmúlt három évből, amelyek nagy mennyiségben tartalmaztak nem-pénzügyi információt. E dokumentumok jellemző elnevezései közé tartozik például az „ESG Jelentés”, a „Fenntarthatósági Jelentés” vagy az „Integrált Éves Jelentés”. A dokumentumelemzés a hidrogéntechnológiához és hidrogéngazdaság-fejlesztéshez kapcsolódó specifikus tevékenységekre fókuszált, a szakirodalom által azonosított lehetséges elemek szerint [30] (2. táblázat). A dokumentumokban a fókuszpontok említését vagy ezekre történő konkrét utalást kerestünk, a tevékenységek meglétét eldöntendő kérdésként kezelve (van/nincs). Mivel 2023-as adatokról, információkról szóló jelen-

1. táblázat. Mintaválasztás és a vállalati rangsor az S&P Global 2022-es adatai alapján (saját szerkesztés [33] alapján)

Vállalat neve	S&P iparág-meghatározása	Ország	#	Eszközérték	Bevételek	Nyereség	ROIC
Lukoil	Integrált olaj- és gázipar	RU	3	\$123467 mil	\$166700 mil	\$13911 mil	15%
Gazprom	Integrált olaj- és gázipar	RU	5	\$486463 mil	\$184198 mil	\$37455 mil	9%
TotalEnergies	Integrált olaj- és gázipar	FR	6	\$293458 mil	\$184634 mil	\$184634 mil	9%
Equinor	Integrált olaj- és gázipar	NO	7	\$147120 mil	\$90273 mil	\$8563 mil	11%
Shell	Integrált olaj- és gázipar	UK	9	\$404379 mil	\$261504 mil	\$20101 mil	8%
E.ON	Többféle közműszolgáltatás	DE	15	\$124892 mil	\$81467 mil	\$4892 mil	9%
Surgutneftegas	Integrált olaj- és gázipar	RU	16	\$105678 mil	\$19083 mil	\$12430 mil	13%
Eni	Integrált olaj- és gázipar	IT	18	\$143670 mil	\$80993 mil	\$5971 mil	7%
BP	Integrált olaj- és gázipar	UK	20	\$287272 mil	\$156786 mil	\$7563 mil	5%
Tatneft	Olaj- és gázfeltárás és kitermelés	RU	28	\$27020 mil	\$22759 mil	\$3569 mil	20%
EDF	Villamosenergia-ipar	FR	29	\$376438 mil	\$88081 mil	\$4763 mil	3%
ENGIE	Többféle közműszolgáltatás	FR	30	\$234991 mil	\$60346 mil	\$3609 mil	4%
Repsol	Integrált olaj- és gázipar	ES	33	\$58665 mil	\$46438 mil	\$2544 mil	6%
ORLEN	Olaj- és gázfinomítás és marketing	PL	37	\$23592 mil	\$29026 mil	\$2458 mil	15%
OMV	Integrált olaj- és gázipar	AT	39	\$56104 mil	\$37079 mil	\$2183 mil	6%
Iberdrola	Villamosenergia-ipar	ES	40	\$147828 mil	\$40790 mil	\$3926 mil	4%
Enel	Villamosenergia-ipar	IT	42	\$215810 mil	\$87709 mil	\$3326 mil	3%
SSE	Villamosenergia-ipar	UK	48	\$31206 mil	\$10427 mil	\$3087 mil	14%
Transneft	Olaj- és gáztárolás és -szállítás	RU	54	\$59918 mil	\$17310 mil	\$2396 mil	5%
National Grid	Többféle közműszolgáltatás	UK	56	\$114908 mil	\$22348 mil	\$2643 mil	3%
Neste Oyj	Olaj- és gázfinomítás és marketing	FI	63	\$12949 mil	\$14215 mil	\$1847 mil	20%
PGNIG	Integrált olaj- és gázipar	PL	64	\$22448 mil	\$15462 mil	\$1329 mil	10%
MOL	Integrált olaj- és gázipar	HU	65	\$16854 mil	\$15466 mil	\$1365 mil	13%
PGE	Villamosenergia-ipar	PL	102	\$19661 mil	\$11653 mil	\$878 mil	7%
CEZ	Villamosenergia-ipar	CZ	140	\$49854 mil	\$9483 mil	\$413 mil	3%
LOTOS	Olaj- és gázfinomítás és marketing	PL	156	\$5738 mil	\$7320 mil	\$710 mil	18%
ENEA	Villamosenergia-ipar	PL	197	\$7653 mil	\$4684 mil	\$371 mil	7%
MVM	Integrált energetika	HU	#	\$23093 mil	\$21290 mil	\$304 mil	4%

2. táblázat. A dokumentumelemzés fókuszpontjai (saját szerkesztés [30] alapján)

Kategória	S&P iparág-meghatározása	Megjegyzés, leírás
Hidrogéntekológiai és hidrogéngazdasági tevékenységek	Önálló hidrogénstratégia kidolgozása	Ide tartozhat egy hidrogénalapú vízió, misszió vagy stratégiai terv is.
	Befektetés hidrogéntekológiai fejlesztésekbe	Például kutatás-fejlesztés és innovációs projektek
	Zöld / megújuló hidrogén termelése	Megújuló villamos energiából elektrolízis által előállított, zéró széndioxid-kibocsátású hidrogéntermelés
	Kék / karbonsemleges hidrogén termelése	Hagyományos úton, de széndioxid-leválasztással és -tárolással vagy -hasznosítással (CCUS) kiegészített hidrogéntermelés
	Hidrogén társadalmi elfogadottságának növelése	Társadalmi edukációs program, együttműködés nonprofit szakmai szervezetekkel, állami szervekkel, egyetemekkel, önkormányzatokkal hidrogéngazdasági témában
Kontextuális fenntarthatósági tevékenységek	Fosszilis energiatermelés hatékonyabbá tétele	A hagyományos energetikai rendszer modernizálása a dekarbonizációhoz való hozzájárulás érdekében
	Fókuszált karbonmenedzsment rendszer működése	A környezeti menedzsment – általában ISO szabványok szerint – általában már alapvetőnek számít, a továbblépést egy széndioxid-kibocsátásra specializált rendszer jelentené
	Fenntarthatósági vagy környezetvédelmi bizottság vagy tanács működése	Társaságirányítási szint. A társadalmi felelősségvállalás (CSR) nem tehető egyenlővé a fenntarthatósággal, sem a környezetvédelemmel, hiszen a CSR csak a fenntarthatóság társadalmi dimenzióját fedi le.
	Fenntarthatósági / környezetvédelmi részleg / munkacsoport működése	Munkaszervezeti szint. Operatív tevékenységek irányítása és megvalósítása

tesek még nem állnak rendelkezésre, ezért az adatelemzés csak az iparági és regionális trendek feltárására szolgál, nem pedig az aktuális és konkrét vállalati gyakorlatok összehasonlítására.

Az adatok elemzésének fő szempontja a fókuszpontok relevanciája volt összességében és egymáshoz viszonyítva, illetve a közép-európai régió vállalati gyakorlatainak összehasonlítása más európai régiók vállalati gyakorlataival. Az eredmények értelmezésének szempontjai közé tartozott azon területek azonosítása is, amelyek fenntarthatósági változások vezetését tehetik szükségessé a közép-európai régió vállalatai esetében. Absztrakt értelemben ilyenek lehetnek például stratégiai változások, strukturális változások, vállalati képességekben bekövetkező változások, esetleg kulturális változások [26, 25].

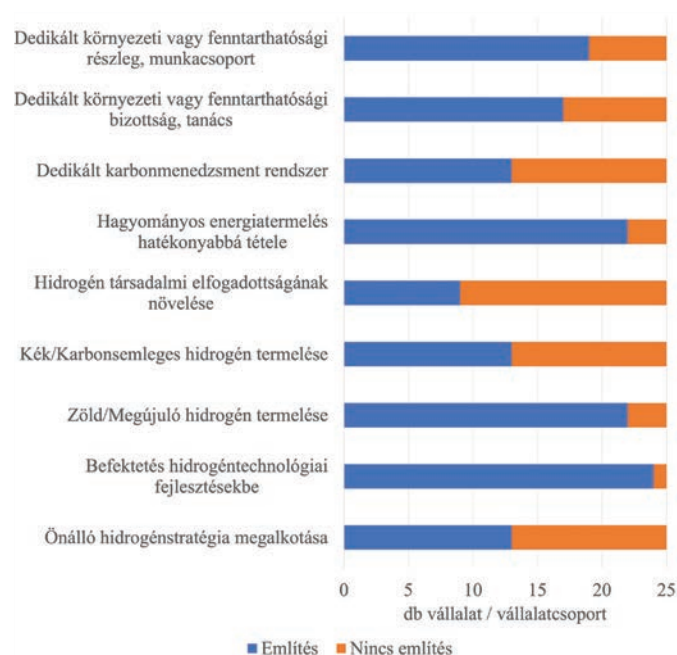
Eredmények

A 28 listázott vállalatból 25 rendelkezett olyan integrált vagy önálló ESG jelentéssel, amelyet az elmúlt három évben publikáltak és amelyből releváns adatok voltak kinyerhetők. A továbbiakban az elemzés e 25 vállalatra fókuszált. A vizsgált vállalatokat és a dokumentumaik URL címeit a Melléklet listázza. Az 1. ábra a vizsgált európai energetikai nagyvállalatok összesített eredményeit mutatja (n=25). Az eredmények alapján a leggyakrabban említett tevékenységek közé tartozik a befektetés a hidrogéntekológiai fejlesztésekbe (n=24), a zöld hidrogén termelése (n=22) és a fosszilis energiatermelés hatékonyabbá tétele (n=22). Az egyetlen vállalat, amely nem említette – a vizsgált dokumentumban – a hidrogéntekológiai ábra való befektetést, az az orosz olaj- és gázipari Surgutneftegas vállalat volt. Esetükben a hagyományos energiatermelés hatékonyságnövelése és a „klímaváltozás-menedzsment” munkacsoport volt hangsúlyos.

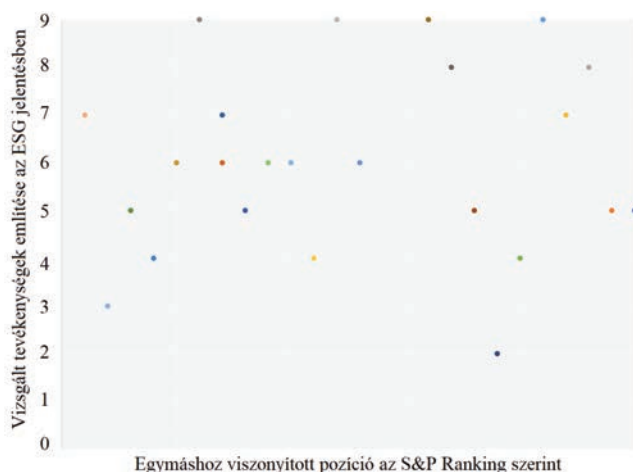
A 2. ábra egyrészt azt mutatja, hogy nem volt olyan vállalat a mintában, amely ne valósított volna meg legalább kettőt a vizsgált tevékenységek közül; illetve voltak olyan vállalatok is, amelyek mindegyik tevékenységet megemlítették a jelentésükben. Ez az eredmény megerősíti a – szakirodalom alapján azonosított

– elemzési fókuszpontok relevanciáját. Másrészt az ábra arra is rámutat, hogy – a vizsgált fókuszpontok alapján és a legnagyobb vállalatokra fókuszáló mintában – nem azonosítható egyértelmű összefüggés az S&P lista szerinti helyezés, illetve a megemlített hidrogéngazdasági és fenntarthatósági tevékenységek száma között.

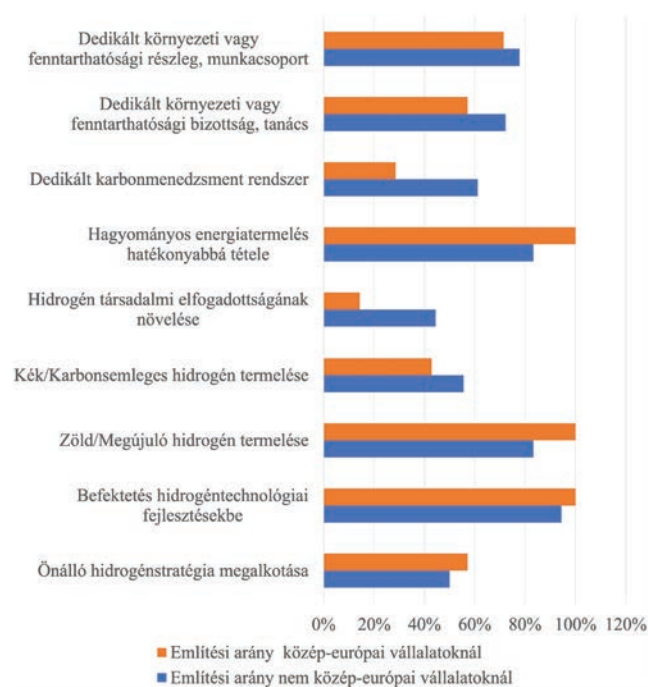
Az adatok alapján a közép-európai országok nagyvállatai (n=7) összehasonlíthatók más európai nagyvállalatokkal is (n=18), azonban az eltérő elemszám miatt itt érdemes inkább a százalékos arányokat vizsgálni. A 3. ábra azt mutatja, hogy a közép-európai



1. ábra. ESG jelentésekben említett hidrogéntekológiai és -gazdaságfejlesztési tevékenységek a teljes mintában, n=25 (saját szerkesztés)



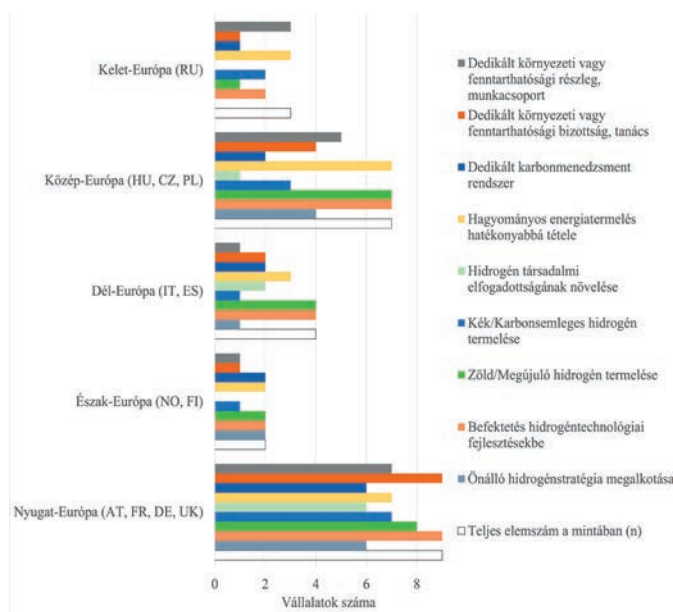
2. ábra. A vizsgált tevékenységek említése és az egymáshoz viszonyított S&P helyezés mátrixa a vizsgált vállalatok esetében (saját szerkesztés; minden pont egy vállalatot jelöl)



3. ábra. Azon vállalatok aránya regionális összehasonlításban, amelyek megemlítették az adott hidrogéngazdasági tevékenységeket az ESG jelentésükben (saját szerkesztés)

energetikai nagyvállalatok hidrogénnel kapcsolatos tevékenységei összességében hasonlítanak a többi európai nagyvállalatra. Ugyanakkor, vannak különbségek is: például a fosszilis energiatermelés hatékonyabbá tétele és a zöld hidrogén termelése némiképp gyakrabban, míg a társadalmi elfogadottság növelése és a karbonmenedzsment rendszer bevezetése pedig valamivel kevesebbszer került megemlítésre a vizsgált ESG jelentésekben.

Ennél árnyaltabb képet mutat a 4. ábra, amely több régió szerint részletezi a tevékenységek megemlítését az ESG jelentésekben. Ebben az esetben nem az arányokat, hanem a tényleges eredményeket mutatja az ábra, mivel a kelet-európai, dél-európai és észak-európai régió csak alacsonnyal elemszámmal szerepel a mintában. Az eredmények azt mutatják, hogy a mintában szereplő kelet-európai



4. ábra. A mintában szereplő vállalatok / vállalatcsoportok régióinak összehasonlítása (saját szerkesztés)

pai (oroszországi) központú vállalatok (n=3) esetében az önálló hidrogénstratégia készítése és a hidrogénnel kapcsolatos társadalmi kampányok, projektek lebonyolítása egyáltalán nem merült fel. Ez utóbbi tevékenység az észak-európai nagyvállalatok jelentéseiben sem kapott említést.

Az eredmények alapján a közép-európai és a dél-európai jelentési gyakorlatra egyaránt jellemző, hogy a dedikált karbonmenedzsment rendszer nem kerül gyakran megemlítésre, illetve több esetben nincs szó a környezeti és fenntarthatósági ügyek társaságirányítási szintű kontrolljáról sem. Mindez eltérésre utal a nyugat-európai gyakorlattól, amelyben egyértelműen társaságirányítási (bizottsági) szinten kezelik a környezeti fenntarthatóságot, illetve gyakrabban kerül hangsúly a hidrogén társadalmi elfogadottságának növelésére, a karbonmenedzsmentre és a kék hidrogén termelésére is. Hasonlóság azonban a zöld hidrogén termelésének gyakori említése – a National Grid Plc az egyetlen nyugat-európai vállalat, amely nem említi sem a zöld, sem a megújuló hidrogént (green / renewable hydrogen), ellenben konzisztensen a tiszta hidrogén (clean hydrogen) kifejezést használják. Esetükben a szövegkörnyezet azért teszi kérdőjelessé a hidrogén megújuló jellegét, mivel a jelentésük általában a megújuló földgázzal párban említi a tiszta hidrogént („renewable natural gas and clean hydrogen”), ez pedig tartalmi különbségre utalhat.

4. Diszkusszió

A vizsgált ESG jelentések alapján a hagyományos energiatermelés hatékonyságának növelése hasonlóképp fontos stratégiai feladat nagyvállalati szinten, mint a hidrogéngazdaság fejlesztése. Ez az eredmény demonstrálja, hogy a legnagyobb energetikai vállalatoknak egyszerre kell menedzselniük a tradicionális energiatermelést és az új, hidrogénalapú működés kialakítását – összhangban a stratégiai kettős képességre (felfedezés-kiaknázás) vonatkozó azon szakirodalmi megállapítással, miszerint a zöld átmenet és az áttörést jelentő innováció nem valósítható meg stabilitás és inkrementális fejlesztések nélkül [23]. Mivel azonban az energetikai szektor hagyományosan túlszabályozottsággal, rugalmatlansággal és ki-

aknázó rutinokkal jellemezhető [34], a javaslatok tekintetében érdemes a változást elősegítő beavatkozási területekre koncentrálni. Az eredmények alapján három olyan változási terület azonosítható, amelyeken – a szakirodalom alapján is – a közép-európai energetikai nagyvállalatok támogathatják a hidrogéngazdaság fejlesztését és saját stratégiai adaptációjukat. Az egyik kulcsterület „kifelé”, a másik kettő „befelé” orientált.

(1) A kifelé történő orientációban a hidrogén társadalmi elfogadottságának növelése merül fel, amely a nyugat-európai vállalatok esetében hangsúlyosabbnak tűnik. A terület relevanciáját az adja, hogy bár általánosságban a lakosság támogató attitűdöt mutathat a hidrogéntekológiák felé, az elfogadottság lecsökken abban az esetben, ha már lokális infrastruktúra-implementációról lenne szó, amint azt Schönauer és Glanz németországi eredményei is demonstrálták [35]. Ez azért is jelenthet problémát, mert a hidrogéngazdaság kialakításában a decentralizált energiatermelés kulcsszerepet játszana [36]. Következésképp a közép-európai nagyvállalatok számára is releváns lehet a hidrogén társadalmi elfogadottságát növelő kampányokat indítani a hidrogéngazdaság fejlesztése érdekében.

(2) A befelé orientált változási területek között említhető a hidrogéngazdaság vagy – tágabban értelmezve – a környezeti fenntarthatóság témájának társaságirányítási szintre történő emelése, mivel ez a kérdéskör már túlmutat a hagyományos társadalmi felelősségvállaláson (CSR). A szakirodalom szerint a környezetvédelmi bizottságok általában részletesebb fenntarthatósági jelentésekhez vezetnek [37], a fenntarthatósági jelentések pedig kiindulópontot jelentenek a fenntarthatóságot elősegítő szervezeti változásokhoz [38]. (3) Mindezt munkaszervezeti szinten egy dedikált karbonmenedzsment rendszer bevezetésével lehet elősegíteni, mivel a karbonmenedzsment rendszer szintén gyakran került megemlítésre a nem közép-európai vállalatok ESG jelentéseiben, és a szakirodalom szerint egy ilyen rendszer további, fenntarthatósággal összefüggő változásokat tud generálni [39].

Következtetések, korlátok és további kutatási irányok

Jelen kutatás célja az volt, hogy feltárja a legnagyobb európai energetikai vállalatok hidrogéngazdaság-fejlesztéshez kapcsolódó tevékenységeit az ESG jelentéseik alapján, és összehasonlítsa ezeket a közép-európai energetikai nagyvállalatok jelentéseivel. Az eredmények alapján a hidrogéntekológiai fejlesztésekbe való befektetés, a zöld vagy megújuló hidrogén termelése, illetve a hagyományos energiatermelés hatékonyabbá tétele a leggyakrabban említett három tevékenység. Ezeket követik a strukturális tényezők, ideértve a dedikált környezeti vagy fenntarthatósági bizottságok és részlegek, munkacsoportok működtetését. Végül, kevesebbszer említett, de szintén releváns tevékenységnek számít az önálló hidrogénstratégia megalkotása, a hidrogén társadalmi elfogadottságának növelése és a dedikált karbonmenedzsment rendszer bevezetése is. A közép-európai gyakorlat esetében – az ESG jelentések alapján – a hidrogén társadalmi elfogadottságának növelése, a dedikált karbonmenedzsment rendszer és környezeti fenntarthatóság társaságirányítási (bizottsági) szintre történő emelése tűnik perifériusnak, az európai, és különösen a nyugat-európai trendekhez viszonyítva. E területek erősítése a szakirodalom alapján is egyértelműen a fenntarthatósághoz kapcsolódó változások vezetését szolgálja.

Jelen kutatás kizárólag a legnagyobb vállalatok gyakorlataira fókuszált, korlátozott elemszámmal, így az elemszám bővítésével az

iparági trendekről még átfogóbb kép nyerhető ki jövőben. Továbbá, mivel a kutatás kvalitatív dokumentumelemzésre épült, a jövőbeli kutatások a hidrogéngazdaság és az ESG energetikai kapcsolódási pontjait vagy (a) kvantitatív adatokra (is) építve, vagy (b) még kisebb elemszámmal, kvalitatív esettanulmányos módszerrel is vizsgálhatják. Ezutóbbi esetben célszerű lehet a szakirodalmi modellekből következtetett, standardizált elemzési fókuszpontok helyett inkább induktív megközelítéssel teret hagyni a vállalatok saját értelmezéseinek, megközelítéseinek, gyakorlatainak vizsgálatára.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Pallas Athéné Domus Meriti Alapítvány finanszírozta és támogatta a PADME Kutatói Program keretében. A szerző továbbá köszönetet mond a Kutatás-fejlesztési és Innovációs Állami Tőkealapkezelő Zrt. / Hiventures Zrt. számára a K+F+I tevékenységek támogatásáért.

Felhasznált irodalom

- [1] Európai Bizottság: REPowerEU Plan. 2022.
- [2] A. R. Imre és Á. Horváth: Az atomerőművek szerepe a hidrogén-előállításban. *Anyagvizsgálók Lapja*, 2, pp. 32-35., 2022.
- [3] Z. Csödő: A power-to-gas technológia ipari környezetben való tesztelése: egy szennyvíztisztító telepen szerzett K+F tapasztalatok. *Energiagazdálkodás*, 63, p. 11., 2022.
- [4] Z. Csödő: A power-to-gas technológiafejlesztés tapasztalatai Magyarországon. *Energiagazdálkodás*, 61, p. 16., 2020.
- [5] G. Pintér: The Potential Role of Power-to-Gas Technology Connected to Photovoltaic Power Plants in the Visegrad Countries—A Case Study. *Energies*, 13 (23), p. 6408. <https://doi.org/10.3390/en13236408>, 2020.
- [6] G. Pintér: The development of global power-to-methane potentials between 2000 and 2020: A comparative overview of international projects. *Applied Energy*, 353, Part A, p. 122094. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122094>, 2024.
- [7] M. R. Cruz, D. Z. Fitiwi, S. F. Santos és J. P. Catalão: A comprehensive survey of flexibility options for supporting the low-carbon energy future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 97, pp. 338-353. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.028>, 2018.
- [8] J. Ramsebner, R. Haas, H. Auer, A. Ajanovic, W. Gawlik, C. Maier, S. Nemec-Begluk, T. Nacht és M. Puchegger: From single to multi-energy and hybrid grids: Historic growth and future vision. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, p. 111520. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111520>, 2021.
- [9] A. Demirbas: Future hydrogen economy and policy. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12 (2), pp. 172-181. <https://doi.org/10.1080/15567249.2014.950394>, 2017.
- [10] A. F. Ambrose, A. Q. Al-Amin, R. Rasiah, R. Saidur és N. Amin: Prospects for introducing hydrogen fuel cell vehicles in Malaysia. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42 (14), pp. 9125-9134. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.05.122>, 2017.
- [11] J. Ogden, A. M. Jaffe, D. Scheitrum, Z. McDonald és M. Miller: Natural gas as a bridge to hydrogen transportation fuel: Insights from the literature. *Energy Policy*, 115, pp. 317-329. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.049>, 2018.
- [12] S. K. Lee, G. Mogi, Z. Li, K. S. Hui, S. K. Lee, K. N. Hui, S. Y. Park, Y. J. Ha és J. W. Kim: Measuring the relative efficiency of hydrogen energy technologies for implementing the hydrogen economy: An integrated fuzzy AHP/DEA approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36 (20), pp. 12655-12663. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.06.135>, 2011.
- [13] T. Nguyen, Z. Abidin, T. Holm és W. Mérida: Grid-connected hydrogen production via large-scale water electrolysis. *Energy Conversion and Management*, 200, p. 112108. <https://doi.org/10.1016/j.encon>

Melléklet: Elemzett dokumentumok

Vállalat neve	Évszám	URL
Lukoil	2022	https://www.lukoil.com/FileSystem/9/633068.pdf
Gazprom	2021	https://www.gazprom.ru/f/posts/23/378358/esg-2021.pdf https://sustainability.gazpromreport.ru/fileadmin/f/2021/sustainability-report-en-2021.pdf
TotalEnergies	2023	https://totalenergies.com/system/files/documents/2023-03/Sustainability_Climate_2023_Progress_Report_EN.pdf
Equinor	2022	https://cdn.equinor.com/files/h61q9gi9/global/03d92ebc1ab4f124aabe4fa5be40da3dec6e24b4.pdf?2022-annual-report-equinor.pdf
Shell	2022	https://reports.shell.com/sustainability-report/2022/
E.ON	2022	https://www.eon.com/content/dam/eon/eon-com/eon-com-assets/documents/investor-relations/en/annual-report/GB2022_gesamt_EN_final.pdf
Surgutneftegas	2022	https://www.surgutneftegas.ru/upload/iblock/06c/ECO_2022_ang.pdf
Eni	2022	https://www.eni.com/assets/documents/eng/just-transition/2022/eni-for-2022-sustainability-performance-eng.pdf
BP	2022	https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/sustainability/group-reports/bp-sustainability-report-2022.pdf
EDF	2022	https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2023-04/edf-urd-annual-financial-report-2022-en.pdf
ENGIE	2023	https://www.engie.com/sites/default/files/assets/documents/2023-05/ENGIE_RI_2023_EN-1605.pdf
Repsol	2022	https://www.repsol.com/content/dam/repsol-corporate/es/sostenibilidad/informes/2022/informe-ods-2022.pdf
ORLEN	2022	https://www.orlen.pl/content/dam/internet/orlen/pl/en/sustainable-development/reports-and-indicators/Non-financial Statement of the ORLEN Group and PKN ORLEN S.A. for 2022.pdf.coredownload.pdf
OMV	2022	https://reports.omv.com/en/sustainability-report/2022/servicepages/downloads/files/entire-omv-sr22.pdf
Iberdrola	2022	https://www.iberdrola.com/documents/20125/2931678/gsm23_IA_SustainabilityReport2022.pdf
Enel	2022	https://www.enel.com/content/dam/enel-com/documenti/investitori/sostenibilita/2022/sustainability-report_2022.pdf
SSE	2022	https://www.sse.com/media/kjln4ap/sustainability-2022-final.pdf
National Grid	2022/23	https://www.nationalgrid.com/document/149761/download
Neste Oyj	2022	https://ir-service.appspot.com/view/ahBzfmyLXNlcnZpY2UtaHJkchSLeg5GaWxlQXR0YWNoWWVudBiAgLCR1qj6CAw?language_no=0
PGNIG	2021	https://pgnig2021.pl/en/wp-content/uploads/sites/2/2022/09/PGNiGGroupsNonFinancialReportfor221EN.pdf
MOL	2022	https://molgroup.info/storage/documents/publications/annual_reports/2022/integrated_annual_report_2022_eng.pdf https://www.ina.hr/app/uploads/2023/05/INA-Annual-report-2022-ENG-s-napomenom.pdf https://www.slovnafnaft.si/eng/2022.pdf
PGE	2021	https://raportzintegrowany2021.gkpge.pl/en/wp-content/uploads/sites/2/2022/12/PGEintegratedreport2211.pdf
CEZ	2022	https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/esg/documents/sustainability-reports/cez-zour-aj-2022.pdf
ENEA	2022	https://raport2022.esg.enea.pl/en/wp-content/uploads/sites/2/2023/05/RaportESGGKENE222EN.pdf
MVM	2022	https://mvm.hu/-/media/MVMHu/Documents/Befektetoknek/ESG/HU/2022/2022_MVM_Csoport_Integralt_ESG_Jelentese.ashx

- man.2019.112108, 2019.
- [14] M. S. Khan, X. Xu, R. Knibbe és Z. Zhu: Air electrodes and related degradation mechanisms in solid oxide electrolysis and reversible solid oxide cells. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, p. 110918. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110918>, 2021.
- [15] A. Bai, P. Balogh, A. Nagy, Z. Csédő, B. Sinóros-Szabó, G. Pintér, S. Prajapati, A. Singh és Z. Gabnai: Economic Evaluation of a 1 MWel Capacity Power-to-Biomethane System. *Energies*, 16, p. 8009. <https://doi.org/10.3390/en16248009>, 2023.
- [16] A. Groniewsky, R. Kustán és A. Imre: Power-to-Methane technológia: műszaki összegzés és esettanulmány. *Energiagazdálkodás*, 63, pp. 2-12., 2022.
- [17] A. Imre: Seasonal Energy Storage with Power-to-Methane Technology. *Energies*, 15, p. 712. <https://doi.org/10.3390/en15030712>, 2022.
- [18] Z. Sára, Z. Csédő, J. Fejes, T. Tóth és G. Pörzse: Innovációmenedzsment és innovációs stratégiák – a vállalati tudás szerepe az innovációs folyamatokban. *Vezetéstudomány*, 45, pp. 42-48. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2014.10.04>, 2014.
- [19] G. Pörzse, *Innovációmenedzsment*, Budapest: Semmelweis Kiadó, 2008.
- [20] Z. Sára, Z. Csédő, J. Fejes, T. Tóth és G. Pörzse: Innovation Management in Central and Eastern Europe: Technology Perspectives and EU Policy Implications. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 4 (4), pp. 48-56., 2013.
- [21] J. P. Johansen és I. Isaeva: Developing and (not) implementing radical energy efficiency innovations: A case study of R&D projects in the Norwegian manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 322, p. 129077.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129077>, 2021.
- [22] Z. Csedő, G. Pörzse és M. Zavarkó: The Role of Innovation Knowledge Networks in Higher Education: Experiences of the Development of a Power-to-Gas Innovation Ecosystem. *Pro Publico Bono*, 9 (3), pp. 6-31. <https://doi.org/10.32575/ppb.2021.3.1>, 2021.
- [23] J. Magyari, M. Zavarkó és Z. Csedő: Smart knowledge management driving green transformation: A comparative case study. *Smart Energy*, 7, p. 100085. <https://doi.org/10.1016/j.segy.2022.100085>, 2022.
- [24] Z. Csedő, M. Zavarkó és J. Magyari: Implications of open eco-innovation for sustainable development: Evidence from the European renewable energy sector. *Sustainable Futures*, 6, p. 100143. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2023.100143>, 2023.
- [25] Z. Csedő: Sustainability change management in inter-organizational innovation networks. *Society and Economy* 45(4), pp. 355-371. <https://doi.org/10.1556/204.2023.00011>, 2023.
- [26] R. Sroufe: Integration and organizational change towards sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 162, pp. 315-329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.180>, 2017.
- [27] M. Barreiro-Gen, R. Lozano, A. Carpenter és N. Bautista-Puig: Analysing sustainability change management in government owned companies: experiences from European ports. *Social Responsibility Journal*, 19 (6), pp. 1037-1050. <https://doi.org/10.1108/SRJ-04-2022-0165>, 2022.
- [28] Z. Csedő: A power-to-gas technológiafejlesztés üzleti modellje Magyarországon. *Energiagazdálkodás*, 60, pp. 17-20., 2019.
- [29] A. Chwilkowska-Kubala, S. Cyfert, K. Malewska, K. Mierzejewska, W. Szumowski és G. Prause: What drives organizational agility in energy sector companies? The role of strategic CSR initiatives and the dimensions of proactive CSR. *Sustainable Futures*, 6, p. 100133. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2023.100133>, 2023.
- [30] M. Zavarkó: The global ESG trend and adaptation opportunities in the emerging hydrogen economy: A corporate governance perspective. *Society and Economy* 45(4), pp. 372-392. <https://doi.org/10.1556/204.2023.00008>, 2023.
- [31] A. Behl, P. S. Kumari, H. Makhija és D. Sharma: Exploring the relationship of ESG score and firm value using cross-lagged panel analyses: case of the Indian energy sector. *Annals of Operations Research*, 313, pp. 231-256. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04189-8>, 2021.
- [32] G. & H. S. Liu: Can One Reinforce Investments in Renewable Energy Stock Indices with the ESG Index? *Energies*, 13, p. 1179. <https://doi.org/10.3390/en13051179>, 2020.
- [33] S&P Global: The Commodity Insights Top 250 Global Energy Company Rankings. 2022. [Online] <https://www.spglobal.com/commodityinsights/top250/rankings>. [Hozzáférés dátuma: 2023.10.10].
- [34] Z. Csedő: A vállalati innováció és tudásmenedzsment szerepe a szervezeti változás és változásvezetés gyakorlatában. *Miskolci Egyetem, Habilitációs értekezés*, 2020.
- [35] A.-L. Schönaauer és S. Glanz: Hydrogen in future energy systems: Social acceptance of the technology and its large-scale infrastructure. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47 (24), pp. 12251-12263. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.05.160>, 2022.
- [36] R. Bhandari és R. R. Shah: Hydrogen as energy carrier: Techno-economic assessment of decentralized hydrogen production in Germany. *Renewable Energy*, 177, pp. 915-931. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.149>, 2021.
- [37] D. Cormier, P. Lapointe-Antunes és M. Magnan: Does corporate governance enhance the appreciation of mandatory environmental disclosure by financial markets? *Journal of Management & Governance*, 19, pp. 897-925. <https://doi.org/10.1007/s10997-014-9299-4>, 2015.
- [38] R. Lozano, B. Nummert és K. Ceulemans: Elucidating the relationship between Sustainability Reporting and Organisational Change

Management for Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 125, pp. 168-188.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.021>, 2016.

- [39] D. Qian, P. Dargusch és G. Hill: Carbon Management behind the Ambitious Pledge of Net Zero Carbon Emission—A Case Study of PepsiCo. *Sustainability*, 14, p. 2171.

<https://doi.org/10.3390/su14042171>, 2022.

Elhunyt Zarándy Pál

Zarándy Pál a hazai energetikai szakma egyik nagy öregje, méltósággal viselt hosszú betegsége után, 2023. december 20-án, életének 82. évében elhunyt.



Zarándy Pál a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán szerzett villamosmérnöki oklevelet, majd tudását közgazdász oklevéllel egészítette ki. Pályakezdő mérnökként épületvillamossággal kezdett foglalkozni, majd csatlakozott az akkor egyik legrangosabb szakmai műhelyhez, az ERŐ-

TERV vállalatához, ahol keveseknek megadatott ívű pályát futott be. A szakmai ranglétrát végig járva, vezette a Fejlesztési Osztályt, majd a Létesítményi és Műszaki Fejlesztési Főosztályt. 1991-ben az ERŐTERV műszaki igazgatójának nevezték ki, majd a vállalat vezérigazgató helyettese lett. 1996-ban az ERŐTERV vezérigazgatójává választották, mely pozícióját 2002-es nyugdíjba vonulásáig megtartotta. Szakmai közéleti tevékenysége keretében számos társadalmi pozíciót vállalt, a magyar energetika érdekeit, szakmai előrehaladását képviselve. A teljesség igénye nélkül, alapítója, majd egy ízben elnöke, illetve évtizedeken át elnökségi tagja volt a Magyar Mérnöki Kamara (MMK) Energetikai Tagozatának. Több alkalommal tagja a MMK elnökségének, közben a MMK energetikai szakértője és szóvivője. A Magyar Energetikai Társaságnak (MET) sok éven át volt ügyvezető elnöke, majd elnöke. E tisztségében példamutató módon mindig együttműködésre törekedett az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület vezetőivel.

Zarándy Pál megkérdőjelezhetetlen tisztessége, erkölcsi példamutatása követésre méltó volt mindenki számára. Elmélyült szakmai tudása, felkészültsége szerénységgel és közvetlen, barátságos stílussal párosult, amely méltán emelte őt az energetikai szakma legkiválóbb kollégáinak sorába.

Szakmán kívüli életében központi jelentőségű volt a sport. Sokszoros maraton teljesítő. Az evezést nemcsak magas szinten gyakorolta, hanem hosszú ideig társadalmi munkában a Danubius Nemzeti Hajós Egylet alelnöke is volt.

Magánéletében kiemelt szerepe volt a családjának. Fontosnak tartotta a családi összetartozást, a családi gyökerek ápolásának szellemiségét, valamint annak továbbadását az utódoknak.

Pál, köszönjük széleskörű tevékenységedet. Nyugodj békében!

Kiss Csaba ETE elnök

Molnár Szabolcs ETE főtítká

A földgáz ára

Szilágyi Zsombor

mérnök; drszilagyizsombor@freemail.hu

A kőolaj árának alakulása a világ figyelmének középpontjában van. A kőolaj ára nemcsak a mindennapi életünket érinti az üzemanyagok árán keresztül, hanem erős hatással van a politikai eseményekre is. A földgáz ára a nemzetközi kereskedelemben szorosan kapcsolódik a kőolajéhoz. Cikkünk áttekintést ad a földgáz nemzetközi kereskedelemben kialakuló áráról és a hazai fogyasztói árak alakulásáról.

*

The development of oil prices is at the center of world attention. The price of oil affects our daily lives through the price of fuel and has a substantial impact on political events. The price of natural gas in international trade is closely linked to oil. Our article gives an overview of the price of natural gas in international trade and the development of domestic consumer prices.

A világ primer energia fogyasztása 2022-ben 604 EJ volt, 7 EJ-al több, mint 2021-ben, amikor a koronavírus járvány hatására csökkent az energiafelhasználás. Az energiafelhasználás döntő többségét a fosszilis energiahordozók adták: a kőolaj 190 EJ, a földgáz 142 EJ, a szén felhasználás 161 EJ volt [1].

A világ hagyományos földgáz készletét 2013-ban $185 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$ -re becsülik. A nem hagyományos készletekről még becslések sem készültek. A magyar földgáz készleteket az 1. táblázat tartalmazza 2020. januárjában [2]:

1. táblázat. A magyar földgáz készletek 2020. januárban

Lelőhely formája	Földtani	Kitermelhető
	(millió m^3)	
Konvencionális	185 336	75 691
Nem konvencionális	3 923 315	1 565 326

A földgáz világpiaci árát alapvetően a kőolaj ára határozza meg, azért, mert a kőolajat és a földgázt általában együtt termelik ki, és a két energiahordozó a legtöbb felhasználási módban helyettesítheti egymást. A kőolaj- és a gázipar nagy megrendelője a gépiparnak és a szállításnak. Megfigyelhető a kőolaj ár hatása egy sor más termék árának alakulására is: fémek, arany, gabona árát is mozgatja a kőolaj árának változása.

A nem hagyományos szénhidrogén készletekről mértékadó becslések nincsenek, de a hagyományos készlet számokat lényegesen meghaladó lehetőségekről szól a szakirodalom. Az egyszerűség kedvéért palaolajnak és palagáznak nevezett, nem hagyományos kőzetekből, nem hagyományos eljárással termelt szénhidrogének jövőjét ragyogónak látjuk. A földgáz készletek között megjelent a tengerparti sávokban található metánhidrát is, amelynek a jövőbeli szerepét szintén nagyon jelentősnek látják a szakemberek.

A 2019-ik évben a kőolaj és a földgáz piacán lényeges változás következett be: az USA az addigi jelentős szénhidrogén importőrből exportőrré vált. A nem hagyományos kőolaj és földgáz kitermelés sikere átfordította az USA szerepét az energia piacon. 2020-ban az amerikai kőolaj import nullázása és a koronavírus járvány miatt a piacokon rendszeresen kínálati többlet alakult ki. 2020. április 20-án az amerikai WTI kőolaj ára a tőzsdén negatívba fordult: -37,63 USD/barrel lett. Ilyen ár még nem volt a kőolaj kereskedelemben. Ez az ár csak egy napig élt a tőzsdén, és csak néhány ügyletet érintett, de hatása volt minden piaci szereplőre.

2022. év átrendezte a földgáz piacát a világon. Februárban kitört az orosz-ukrán háború. Európa azonnal Ukrajna mellé állt, de az USA is jelentős támogatója lett az ukránoknak. Ennek a háborúnak különös előzménye volt az, hogy az oroszok megszállták a Krím-félszigetet, amit a világ akkor teljes közömbösséggel szemlélt. Feltehetően azonos elvi alapon indították az oroszok ezt az újabb háborút is, de most egy sor ország Ukrajnát támogatta. Az oroszok ellen az Európai Unió embargó sorozatot indított: az addigi áru külkereskedelmet lecsökkentették, az európai földgáz vásárlásokat gyors ütemben lecsökkentették más forrásokra. Az egy külön kérdés, hogy az oroszok hamar megtalálták azokat a cégeket és országokat, amelyek az európai embargó kijátszására partnerséget ajánlottak. Az Oroszországból induló és Németországig kiépített tengeri földgáz szállítóvezeték rendszert 2022. szeptember 26-án felrobbantották, és ezzel évi mintegy 100 milliárd m^3 orosz földgáz esett ki Európa ellátásából. Az esemény Európában földgáz hiányt okozott, a földgáz ára felszökkent.

A légkör védelmi programok a fosszilis energiahordozók (szén, kőolaj, földgáz) felhasználásának visszaszorítását tűzték ki célul. Ez a program országokként eltérő figyelmet és ütemezést kapott, szoros összefüggésben az ország adottságaival. A saját szénhidrogén termelésben minden ország érdekelt, és a szénhidrogének világméretű kereskedelme segíti is a kitermelés maximumon tartását. A kőolajat minden országban használják, a kőolaj- és kőolajtermék kereskedelem el is ér minden országot. A földgáz nemzetközi kereskedelme alapvetően csővezetékes szállításhoz volt kötve az ezredfordulóig, mára viszont a cseppfolyós földgáz (LNG) szállításával minden tengerparti ország bekapcsolódhatott a gáz kereskedelemben. Olyan országok jelentek meg a földgáz exportőrök között, amelyek gáziparáról eddig alig-alig hallottunk, például Indonézia, Vietnam, Peru, Ausztrália, Malaysia. Az LNG szállítás a tengeren bármely két tengerparttal rendelkező országot össze tud kapcsolni, de nem kell túl sokat várni az LNG ipari léptékű közúti szállításának elterjedésére sem. Rohamosan nő az amerikai LNG mennyisége a nemzetközi piacokon, 2022-ben már meghaladta a 104 milliárd m^3 -t.

2023. októberben kitört az arab-izraeli háború. A háború fokozza a kőolaj felhasználást, az igények növekedése és az arab országok esetleges részvétele a háborúban emeli a kőolaj piaci árát. Mivel az arab országok jelentős kőolaj termelők, a háború hatása a kőolaj árán keresztül minden országot érinteni fog.

Orosz földgáz szállítása Magyarországra

Hazánk földgáz szükségletének nagyobb részét hosszú távra kötött import szerződéssel szerezzük be. A ma hatályos import szerződésünket az oroszokkal kötöttük 2021. őszén. A szerződés 10+5 évre szól, évi 4,5 milliárd m^3 vásárlásáról. 2023-ban ezt a mennyiséget 700 millió m^3 -rel növeltük. A szerződésben kikötött ár nem került nyilvánosságra, de becsülhető, hogy a szokásos ár formulát tartalmazza: $A + B \cdot X$ ahol az A és a B a szerződés előkészítése során kialakult, egy egésznél nagyobb konstans, az X pedig feltehetően a TTF tőzsde egyik ára. A két hónappal korábbi képletes árat kell kifizetni az adott havi szállításért.

Ezt az import szerződést megelőzte az 1966-tól hatályos szerződés, amely szintén 15 évre szól, és évente növekvő mennyiséget rögzített. A szerződés időszaka alatt a gázigényünk viszont nem nőtt, így hatályba lépett a szerződés TOP (take-or-pay) kikötése, ami az át nem vett gáz ára 85%-nak kifizetési kötelezettséget jelentette. Ezt a kifizetést minden évben halasztottuk, és a szerződés lejártakor tetemes tartozásunk volt. A 2021. évben kötött szerződéssel

ezt a tartozást nulláztuk, valószínűleg ezért is titkos a ma hatályos szerződés ár formulája. A [3] szerint az import szerződés megkötését követő nyolc hónap során 337 milliárd forint felárat fizettünk az oroszoknak, a tőzsdei földgáz árhoz képest. A 2. táblázat az orosz import gáz árváltozását mutatja.

2. táblázat. A hazai CO₂ kibocsátás, millió tonna, [3]

hónap	jan	feb	már	ápr	máj	jún	júl
Eur/m ³	1,32	1,31	0,71	0,6	0,49	0,45	0,33

Az árak tendenciája azonos a földgáz tőzsdék áraival.

A földgáz tőzsdei ára

A földgáz ára a tőzsdéken az orosz-ukrán háború előtt szorosan követte a kőolaj árát. Az USA vezető földgáz tőzsdéje a new-yorki, a Henry Hub Natural Gas árai hatással vannak a világ többi földgáz tőzsdéjére is. Jelentősebb tényező volt az amerikai tőzsde földgáz áraira az amerikai földgáz import megszűnése, és már 2019-től az amerikai cseppfolyós gáz export megjelenése a világ minden térségében.

A földgáz tőzsdék jellemzői:

- az EU minden országában működik földgáz tőzsde, vagy az ország áru tőzsdéjének van földgáz szekciója is
- a tőzsde működési szabályai azonosak a világon
- a tőzsdei kereskedésben közvetlenül nem fedezhetők fel politikai akaratok
- a tényleges földgáz ügyletek névtelenek, az eladók és vevők nem ismertek
- az ügyletek gáznapi, hétre, hónapra, évekre szólnak
- a megkötött üzlet a lejárat időpontjáig nem bontható, de újabb kötéssel módosítható
- a megkötött üzletek biztosan teljesülnek, az eladó is biztosan megkapja a vételárat

A tőzsdei árakat befolyásoló főbb események: a kőolaj tőzsde árváltozásai, újabb, jelentős földgáz készletek felfedezése, újabb ország belépése a földgáz kereskedelembe, a földgáz piac legjelentősebb államainak energetikai céljai, az EU környezetvédelmi akcióinak programja, a több országot érintő háború.

Európában a holland TTF (Title Transfer Facility) a legnagyobb földgáz forgalmat bonyolító tőzsde, árai az európai földgáz kereskedelmi ügyletekben meghatározó szerepet kapnak. 2022-ben a TTF tőzsde árai elszakadtak a Henry Hub áráktól, az orosz-ukrán háború miatt: például augusztus 26-án 399,2 Eur/MWh ár volt, ez kb. 1444 Ft/m³-nek felel meg.

A földgáz szabadpiaci ára 2023-ban 23...60 Eur/MWh között mozgott. Ennek az az oka, hogy az európai földgáz piacokról kieső orosz földgáz teljes mértékű helyettesítéséhez még újabb források, szállítási rendszerek kialakítására van szükség, és ezek a beruházások még 2023-ban is folytak. 2023. októberben az arab-izraeli háború hatására a földgáz ára emelkedni kezdett. Emiatt a földgáz árak jövőjét nehéz megbecsülni.

2013 óta működik a HUPX magyar energia tőzsdecsoport. A budapesti HUDEX tőzsdén határidős földgáz és villamos áram ügyletek köthetők, a CEEGEX tőzsde az azonnali földgáz kötések helye. Az azonnali tőzsdék forgalma jelentős és erősödő tendenciát mutat.

A HUDEX földgáz tőzsdén 2023 decemberben 26, a CEEGEX tőzsdén 49 tag üzemelt.

Az egyetemes szolgáltatás

A magyar kormány a „rezsicsökkentés” politikai akciójával első sorban a háztartási földgáz fogyasztókat célozta meg. A 2013 elején indított akció az akkori, valóban magas piaci földgáz árak mellett megtakarítást eredményezett a lakosságnak. A rezsicsökkentéskor indított árszabályozás és árak az egyetemes szolgáltatásban résztvevők részére 2019. végéig nem változtak, annak ellenére, hogy a szabadpiacon már 2013 végén csökkent a földgáz ára. A legfeljebb

20 m³/óra alatti teljesítmény igényű földgáz felhasználók választhatják ezt a szolgáltatási formát és árat. A felhasználók az egyetemes szolgáltatás kereskedelmi kategóriában kapják a gázt, hatósági áron. Az évente értékesített gáz az ország teljes felhasználásának mintegy 40%-át jelentik. Az egyetemes szolgáltató a földgázt a szintén hatósági árral beszállított hazai földgáz termelőktől vagy importból szerezheti be. A kormány az egyetemes szolgáltatás és a földgáz árak rendszeres újra szabályozásával próbálja meg követni a földgáz piaci árának alakulását, emelkedését. A kedvezményes gázárak vásárlást napjainkban csak a lakosság veheti igénybe, az éves mennyiség is szabályozott.

A földgáz szabadpiaca

2023. év őszén a hazai piacon a következő gázévre vonatkozó szerződéseknek jelentős bizonytalanság mutatkozik: a vállalkozások, intézmények eddigi éves fix áras szerződéseit helyett tőzsdei árképletet ajánlatokat kapnak, ami a költségek tervezhetőségét szinte lehetetlenné teszi. A kereskedők gyakran ajánlják a budapesti CEEGEX (azonnali) földgáz tőzsde árait a szerződésekben.

A belföldi földgáz piacon néhány kereskedő vásárolja fel az import földgázt, az aktuális tőzsdei áron, vagy a hosszú távú import szerződés szerinti árformulával árazva. A földgázt részben tovább adják más kereskedőknek, szabad áron.

A szabadpiacon a kereskedő és a felhasználó egyedi tartalmú szerződést köt a gázellátásra. A szabadpiacon forgalmazott földgáz az ország teljes földgáz fogyasztásának mintegy 60%-a. A hazai földgáz piacon a kereskedők egymás között adhatnak-vehetnek földgázt, szabad ár és szállítási feltétel körülmények között. Jelenlét a kereskedők közötti, úgynevezett másodlagos kereskedelem.

A földgáz szabadpiacon kiszolgált felhasználók a kereskedővel kötött szerződés szerinti árat fizetik meg. Ez az ár magában foglalja a hatósági rendszerhasználati díjakat is. Az évközi hatósági díjváltozást a kereskedő általában azonnal továbbhárítja a felhasználónak. A kereskedő az adókat is változatlanul továbbhárítja. A szabadpiacon a gyakran változó földgáz árak miatt a kereskedők tőzsdei árat tartalmazó képletet árral szerződnek.

Az EU a földgáz piacon a szabad árakat preferálja, kivéve a rendszerhasználati díjakat. Az EU ezen elvárását ma még nem teljesítjük.

A földgáz árak jövője

A földgáz árak várható alakulására a legjobb becslést a nagy forgalmú tőzsdéken a következő évekre kötött ügyletek árai adják. Ezek az árak a teljesítéskor fizetendők, és a nagy volumenek meghatározzák a jövőbeli piaci árakat. Tekintsük meg a holland TTF tőzsdén kötött hosszú távú ügyletek árait a 3. táblázatban.

3. táblázat. A holland TTF tőzsde hosszútávú árai (Eur/MWh)

	2023. 11. 24.	2023. 12. 01.
2024. évre	47,05	43,88
2025. évre	44,1	42,22
2026. évre	37,1	36,15
2027. évre	31	30,5
napi ügylet (ezer MWh)	1157	1752

A földgáz piac a jövőt illetően rendre optimista, a legközelebbi időszakra vonatkozó terminusokat az aktuális nemzetközi helyzet befolyásolja.

- [1] Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2023 [72nd edition
- [2] Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat jelentése 2020. január 1.
- [3] www.index.hukép 2020

Az LNG a jövő energiahordozója

Szilágyi Zsombor

mérnök; drszilagyzsombor@freemail.hu

A világ nagy energia kutatóintézetei szerint hosszabb távon is nő a Föld lakóinak energia igénye. Az ENSZ és az Európai Unió erőfeszítése a megújuló energiaforrások használatának gyorsabb terjesztésére még túl nagy változást nem hozott a világ energia mérlegében. A fosszilis energiahordozók leváltása még kezdeti állapotban van, késlelteti ezt a programot a földgáz erősödő szerepe az energiaellátásban.

*

According to the world's primary energy research institutes, the energy demand of the world's inhabitants will increase in the long run. The efforts of the United Nations and the European Union to accelerate the expansion of renewable energy sources have not yet brought about too much change in the world's energy balance. The replacement of fossil fuels is still in its infancy, and this program is delayed by the increasing role of natural gas in the energy supply.

A világ harmadik legfontosabb energiahordozója a földgáz, a kőolaj és a szén után. A földgázt vásárló, tengerparttal rendelkező országok egyre több LNG-t (liquefied natural gas = cseppfolyós földgáz) importálnak. Az LNG koncentrált energiahordozó, hajókban, tengeren jól szállítható, tárolható, viszonylag kis költséggel. Karrierje töretlen, az árutőzsdék állandó szereplője, egyre több ország kapcsolódik be a kereskedelmébe. Környezetünkben a horvátországi Krk szigetén működő LNG terminálról vásárolunk évi 1,5 milliárd m³ földgázt.

2022-ben 542,4 milliárd m³ földgázt exportáltak LNG formában. A legjelentősebb exportőr országok: Katar (114 milliárd m³), Ausztrália (112 milliárd m³), USA (104 milliárd m³). Az LNG legjelentősebb vásárlói voltak: Japán (98 milliárd m³), Kína (93 milliárd m³), Dél Korea (64 milliárd m³), Franciaország (35 milliárd m³).

Különleges LNG a nagy tisztaságú gáz, a 99% feletti metán vagy az etán. Az ilyen minőségű gázt közvetlenül lehet kémiai folyamatokba vinni.

A 2022. februárban kitört orosz-ukrán háború egyik következménye az volt, hogy az Európai Unió elhatározta a vezetékes orosz földgáz import lényeges csökkentését. 2022. szeptember 26-án felrobbantották az Oroszországból induló és Németországba érkező Északi Áramlat gázvezetéseket, ezzel több, mint évi 100 milliárd m³ orosz gáz esett ki Európa gázellátásából. A gázhiány az árak gyors emelkedését vonta magával, ezzel az LNG versenyképes lett az európai földgáz piacokon. Elsőként az USA növelte gyors ütemben az LNG beszállítást Európába. 2024-ben már az egyensúlyra lehet számítani az európai földgáz piacokon, az árak is stabilizálódnak.

Az LNG piaca gyorsan változik, és egyre újabb szereplők jelennek meg:

- nő a világ LNG forgalma;
- jelenleg 22 ország exportál LNG-t, új eladó a piacon Brunei, Guinea, Peru, Vietnam, Egyiptom;
- Európában Norvégia az egyetlen LNG exportőr;
- Oroszország is szeretné megőrizni (első sorban az európai export piacait, ezért gyors ütemben fejleszti LNG terminálja-

it és szállító flottáját is, Távol-Keleten forgalmaz LNG-t, de megindultak az orosz szállítások az Északi-tengeren is;

- 2019.-től az USA már nettó exportőr földgázban, és az export egy része LNG formában volt,
- Kína, India, Taivan nagy energia szivása 2021 nyarán már látszik az LNG piacon;
- a saját földgáz termeléssel nem rendelkező országok (például Belgium vagy Spanyolország) az import mellett megindítja az LNG exportját, mert ez az üzleti aktivitás a földgázpiac fontos eleme: készletezni LNG-t és kihasználni az LNG ármozgását.

Az LNG technológia jellemzői

Az LNG fizikai jellemzői

Az LNG cseppfolyós halmazállapotú, -161°C hőmérsékletű, ez a hőmérséklet a metán forráspontja. Sűrűsége 430...470 kg/m³. 1 tonna LNG elpárologatásával kb. 1400 m³ gázt kapunk. Az LNG összetétele az előállításához használt földgázéval azonos. Az LNG-t biztonsági okból szagosítani szokták, erre a célra tetra-hidro-tiofén vagy etil-merkaptánt használnak. Mindkét szagosítóanyag kén vegyület, ezért az LNG visszagázosítása után szokták a gázhoz adagolni.

Az LNG előállítása

A tisztított földgázt négy, kismértékben eltérő eljárás egyikével alakítják LNG-vé, de mindegyik eljárás lényege az, hogy a gázt komprimálják és hűtik, legalább három fokozatban. A hűtés során a földgázból kiválik az etán, a propán és a bután, ezek a szénhidrogének leválaszthatók és nagy tisztaságú cseppfolyós metán lesz az LNG.

Az LNG tárolása

Az LNG tárolók olyan több ezer m³-es hőszigetelt ötvöztött acéltartályok, amelyek ellenállnak a -161°C -os hőmérsékletnek, és hőszigetelés nélkül is tartja a tárolási hőmérsékletet. A tartályokhoz gépi hűtők is csatlakoznak. A tartály hűtését általában a gázfázis elvételével biztosítják, az elvett gázzal hajtják például a hűtőkompresszorokat. Az LNG elgőzölgtetése általában tengervízzel melegített hőcserélőkben történik.

Az LNG szállítása

A földgáz szállítóvezetékes szállítás gazdaságossági határát 4000 km körül szokták meghúzni, mert ennél nagyobb szállítási távolság esetén a szállítóvezeték kompresszorainak hajtására már több gázt kell felhasználni, mint a szállított mennyiség. Ez azt is jelenti, hogy nagyobb távolság esetén az LNG szállítás már gazdaságosabb. Jellemző az LNG tengeri szállítása, például Ausztráliából vagy az USA-ból Nyugat-Európába. Jelenleg mintegy 400 szállítóhajó úszik a tengereken, szállítókapacitásuk kb. 50 millió m³. A hajók egy-egy útja 4...30 napig tart.

A tengerparti LNG terminálok feladata kettős: cseppfolyós állapotban tárolni gázt, és a cseppfolyós gáz elpárologatásával szállítóvezeteki szállításra alkalmassá tétele.

Az LNG-t szárazföldön a cseppfolyós levegő szállítás eszközeivel lehet fuvarozni. A tartály belső fala legalább 9 % nikkel tartalmú acél, amely ellenáll az extra hőmérsékletnek, a folyadék hidrosztatikus nyomásának és a folyadék feletti gáztér kb. 0,5 bar nyomásának. A tartályt hűszigetelik.

Az LNG ára

Az LNG ára általában a vezetékes import ár fölötti.

Az LNG árazására három modellt használnak:

- olajár indexálás: első sorban Japán, Dél-Korea, Kína használja ezt a modellt. Az árat a fűtőolaj és a gázolaj tőzsdei ára határozza meg.
- olajár indexálás és másik energiahordozó (szén vagy villamos áram) tőzsdei ára: ez a formula általában Európában divatos.
- piaci (tőzsdei) ár: a vezetékes földgáz amerikai tőzsdei árához kapcsolják az LNG árat, első sorban USA szállítmányainál.

Még nincs LNG tőzsde.

A vezetékes földgáz tőzsdei ára 2024. január 2-án az amerikai Henry Hub tőzsdén 2,65 USD/mmBtu volt, az európai (holland) TTF tőzsdén 32,25 Eur/MWh.

Európában az LNG ár 0,85 USD/ kg volt, ami megfelel 58,6 Eur/MWh árnak.

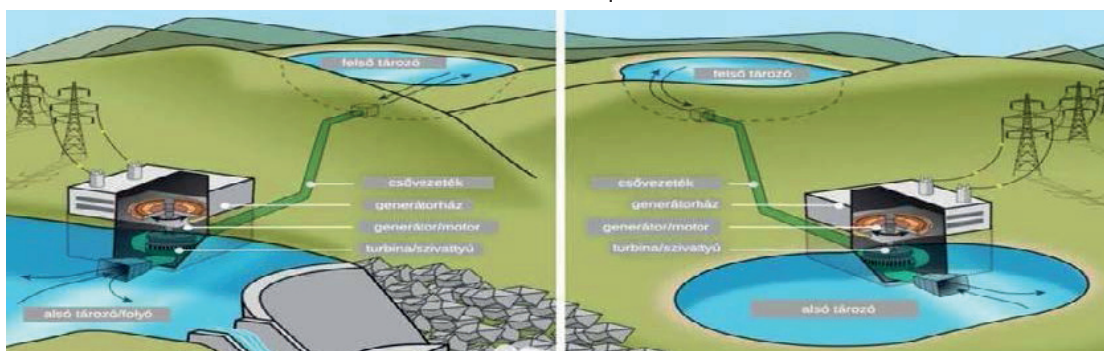
LNG az energiaellátásban

Napjainkban felfutóban van az LNG kereskedelem. Például Európa minden tengerparttal rendelkező országában működik, vagy épül LNG terminál, vagy tervezik azt. Az Ernst&Young elemző cég 2030-ra az LNG forgalmát 700 milliárd m³-re becsüli. Magyarország földgáz ellátásában szerepet kap a horvát Krk-szigeti terminál, a lengyel tengerparton épült terminál, és a román tengerpartra tervezett terminál.

A világ földgáz készletei miatt nincs okunk aggódni, a hagyományos lelőhelyek készleteinek kimerülését ellensúlyozza a nem hagyományos földgáz készletek és a metánhidrát készletek ma még meg sem becsülhető mennyisége.

Erősödik az LNG szerepe a közúti közlekedésben: 2025-ben 25 ezer LNG hajtású nehéz teherjárművel számolhatunk. Ehhez kb. 200 LNG töltőállomásra lesz szükség. Az LNG hajtású járművek CO₂ kibocsátása kisebb, mint a szénhidrogén hajtásúaké, de 1...2% metán juthat a levegőbe.

Ugyanakkor világméretűek már a klímavédelemmel kapcsolatos elhatározások és nemzetközi programok: amelyek 2050-re a fosszilis energiahordozók használatának leállítását tűzték ki célul. 2022-ben a fosszilis energiahordozók adták a primer energiafelhasználás 81%-át a világon. A klímavédelmi célkitűzésekhez rengeteg beruházásra és pénzre van szükség, ezek az elemek fékezhetik a földgáz és az LNG kilépését az életünkéből.



Tavaszi próbafúrások készítik elő a döntést az első hazai szivattyús energiatározó megépítéséről

A jövő a zöldenergiáé, Magyarország élenjáró szerepre törekszik a tiszta forrásból megtermelt energia termelésében és tárolásában is. Az időjárásfüggő megújuló természetes teljesítményingadozásának kiegyensúlyozására a nemzetközi gyakorlatban széles körben alkalmazott megoldás a szivattyús-tározós erőművek létesítése. A következő hetekben Borsod és Heves vármegyékben, két lehetséges helyszínen kezdődnek kutatófúrások, amelyek a több évtizedes terv megvalósíthatóságát vizsgáló tanulmány elkészítéséhez szolgáltatnak alapvető földtani információkat. A magyar gazdaság jövője a zöldenergia. Az elmúlt időszakban óriási napenergia kapacitások létesültek hazánkban. A már több mint 6000 megawatt beépített teljesítményű rendszerek termelése úgy hangolható össze hatékonyan a mindenkori fogyasztási igényekkel, ha lehetővé tesszük a környezetkímélő módon előállított áram későbbi felhasználásra eltárolását. Világszerte bevált eszközként erre szolgálnak a szivattyús energiatározók (SZET), amelyek egy alsó és egy felső tározóból állnak. A pillanatnyi szükségleten felüli energiamennyiséggel az alsó tározóból a felsőbe szivattyúzható fel a víztömeg. Leeresztésével áramhiányos időszakban turbina és generátor hajtható meg, így olcsón és környezetbarát módon nyerhető újra villamos energia. A szivattyús energiatározó élettartama hosszú, működési költségei alacsonyak.

Az üzemeltetés semmiféle károsanyag-kibocsátással nem jár. A létesítmény jó szabályozhatóságának köszönhetően megkönnyíti az időjárásfüggő kapacitások rendszerbe illesztését. A zöldenergia tárolása hozzájárul az energiafüggetlenség erősítéséhez, növeli a családok és vállalkozások ellátásának biztonságát. A tervek szerint az első hazai SZET 600 megawatt beépített kapacitással jöhetne létre, 6 órás energiatermelésre lenne képes, ennyi idő alatt folya át a víz a felső tározóból az alsóba. A medencék vizének megóvása, a felelős vízgazdálkodás érdekében a vízfelszín egy részét úszó napelemtáblákkal fednék le, amelyek a párolgást is mérséklék.

Az engedélyek beszerzése után tavasszal két helyszínen, a Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyei Sajóivánka és a hevesi Markáz községek térségében kezdődhetnek meg a talaj teherbíró-képességének felmérésére alkalmas kutatófúrások. Már az előkészítésnél is kiemelt szempont, hogy a teljes folyamat a lehető legkisebb környezetterheléssel járjon. A fúrási pontok mindegyikét meglévő, szükség esetén megerősítendő erdei és mezőgazdasági utakon közelítik meg a gépek. laborban elemzik majd, az eredményeket beépítik a szivattyús energiatározó idén elkészülő megvalósíthatósági tanulmányába. A próbafúrások jóvoltából így megfelelő műszaki-tudományos alapokon születhet döntés az energetikai szempontból indokolt fejlesztésről. (forrás: Energiaügyi Minisztérium)

Tisztelt Olvasó!

Lényegében prognózis jelleggel jelentetem meg „Az atomenergetika jövője I és II.” összefoglaló értékelésemet, amelyet a Szenior Klubban 2019. szeptemberében tartott előadásom alapján készítettem. Annak idején az értékelést az ETE honlapjára feltettük, cikk formájában azonban nem jelentettem meg, mert nem láttam értelmét a meggyőzőhetetlen antinukleárisokkal esetleg meddő vitába bonyolódni.

2023. júliusában újra olvastam a négy éve leírtakat és az a benyomásom alakult ki, hogy mindezek lényegében ma is érvényesek és feltételezhető, hogy ez a jövőben sem fog jelentős mértékben megváltozni.

Az eredeti szöveghez néhány minimális pontosítást tettem. Főszövegben ezeket dőlt betűvel jeleztem. Kiegészítettem a leírtakat a 3-as és 4-es lábjegyzettel.

Kérem a tisztelt olvasót, hogy tekintse cikkemet egy jövőre vonatkozó szerény üzenetnek.

Wiegand Győző az ETE egykori főtájkára, végül tiszteletbeli elnöke

Az atomenergetika jövője I.

Avagy 1000 milliárd dolláros pókerjátszma az energetikában

Az atomenergia az emberiség által felhasznált energiaforrások közül a legrövidebb múltra tekinthet vissza. Vagy az 1945-ben felrobbantott első atombombáig vagy az első villamoshálózatra kapcsolt kis atomerőműig (Obninszk, 1954.) lehet visszatekintünk. Minden esetre az első és eddig az egyetlen olyan energiaforrás, amelyet az emberiség nem a hétköznapi élet gyakorlatából állított a szolgálatába, hanem elvont, alapvetési tevékenység eredményeként talált meg. (Ez talán egyik oka is lehet az atomenergiával szembeni szélsőséges érzelmi reagálásoknak, az atomenergia titokzatos, félelmetes és életidegen.)

Nem célom az atomenergetika több, mint hatvanéves történetének a részletes felidézése. Részben mivel az egyes események és azok pontos időrendjének felkutatása sok felesleges munkát igényelne, részben pedig azért, mert így a fától, illetve a fáktól nem látnánk az erdőt. Ezért megkísérek az általam döntőnek vélt változásokról összefoglaló képet adni.

Bizonyos megközelítéssel az atomenergetika elmúlt 60 éve a következő fő szakaszokra osztható.

1. Kezdeti eufória. Általános vélemény, hogy az atomenergiáé a jövő. Első atomerőmű építési láz. Első generációs nagyrészt gázhűtésű reaktorok létesítése Nagy-Britanniában és Franciaországban. Csalódások: sokba kerül, műszaki nehézségek léptek fel, olajbőség van és az olcsó olajjal versenyképtelenség. Az atomerőmű építés visszaesése.
2. A második generációs erőművek kifejlesztése. Több versenyző típus: nyomott vizes (Westinghouse), vízforraló (General Electric), CANDU (Kanada), stb. Nagy európai, francia és német programok. Franciaországban az atomenergia vált a villamosenergia-termelés meghatározó tényezőjévé. A villamos energia több, mint ¼-ét évtizedek óta az atomerőművek termelik. Németország is elindult ezen az úton, de az atomerőmű ellenes érdekcsoportok ezt a folyamatot lefékezték. Oroszországban a nyomott vizes és a grafit moderátoros csöves (RBMK) atomerőművek „versenye”. Első sokk. Three-mile Island erőmű balesete (1979. március 28. Pennsylvania, Harrisburg). Erős érveket kapnak az an-

tinukleáris csoportok, felerősödik a tevékenységük, főként Németországban és Nyugat-Európában. Ugyanakkor erősíti az atomenergetika pozíciót a két lépésben (1973-ban és 1980-ban) bekövetkezett olajárrobbanás. Az atomerőművek versenyképessé válnak. A német, francia gyártók nagy export megrendelésekhez jutnak. Egyik fontos vevő Irán lenne, de az iráni forradalom ezeket a már folyamatban lévő programokat lenullázza. Az USA-ban sok atomerőművet helyeznek üzembe. Japán is bekapcsolódik az atomerőmű építésbe és a berendezések gyártásába, valamint a létesítés fő vállalkozóinak körébe is.

3. Második (nagy) sokk Csernobil (1986. április 26.). Hitelét veszti a nagy atomerőműi katasztrófák megelőzhetőségének az elmélete. „Lám a nagy katasztrófa bekövetkezett.” Az atomenergetikában érdekelt társaságok óriási erőfeszítéseket tesznek hitelük visszaszerzésére. Például annak a triviális ténynek az elfogadtatására, hogy az általuk létesített atomerőművekben elvileg kizárt „Csernobil típusú baleset” bekövetkezése mivel eltérő a működési elv. *(Ez máig se igazán sikerült.)* Csernobili típusú RBMK¹ elven működő atomerőmű pedig csak a Szovjetunióban épült.

Óriási mértékben felerősödött az antinukleáris csoportok tevékenysége. Egyre inkább azt a taktikát alkalmazzák, hogy nem az elhatározás vagy a létesítés megakadályozására koncentrálnak (bár ennek érdekében is mindent megtesznek), hanem a biztonsági követelmények minden határon túlmenő mértékű növelésére. Ezzel szinte korlátlanul lehet növelni a költségeket.

4. A globális felmelegedés elleni harc, a CO₂ kibocsátás csökkentésének szinte mindent elsöprő igénye a megújuló energiák mindent megelőző előretörésén kívül (ami azonban úgy igazán Európára, ezen belül elsősorban Németországra és a Skandináv országokra jellemző) újra felvetette az atomenergia alkalmazásának igényét. Az atomerőművek ugyanis egyáltalán nem bocsátanak ki CO₂-t. Az atomenergia hívei már-már egy „nukleáris reneszánszról” álmodoztak, mígnem 2011-ben bekövetkezett a harmadik sokk, a fukusimai atomerőmű súlyos balesete. Bár ennek a balesetnek a tapasztalatai sem vonatkoztathatók a világon működő atomerőművek tén 90%-ára, mivel a sérülés egy cunami következménye volt, ami az atomerőművek döntő többségénél értelmezhetetlen. Mégis újabb – szerintem döntő csatára – mozgósította az antinukleáris szervezeteket, amelyek elérték, hogy a fejlett „nyugati” országokban természetesen beleértve a közvetlenül érintett Japánt is, gyakorlatilag nem lehet a siker reményében új atomerőművet létesíteni.² Németországban pedig elérték, hogy az

¹ Az RBMK típusú atomreaktoroknak a nyomott vizes típussal szemben számos előnyös tulajdonsága is van. Nagyobb a plutónium termelése, így a kiégett üzemanyagból lehet atomfegyverbe plutóniumot kivonni. Folyamatos üzemanyag cserére van lehetőség, így üzemanyagcsere és átrakás céljából nem kell időnként leállni vele. Mivel a reaktorok teljesítményét a reaktor tartály maximális mérete limitálja és az 1970-es években ez 500 megawatt körüli villamos teljesítményt tett lehetővé, előnyös volt, hogy az RBMK típusú reaktoroknál ilyen teljesítmény korlát nincs. Így már akkor lehetett 1000 megawattos egységeket létesíteni. Ezzel szemben a reaktorok a hűtőközeg, víz elvesztése esetén nincs a szuperkritikussá válás ellen inherens biztonsága. Teller Ede emiatt óvta az amerikai atomenergetikai hatóságot attól, hogy ilyen atomreaktor működését engedélyezze. Hallgattak rá!

Ilyen „megszaladásos” baleset következett be Csernobilban, ami természetesen többszörös emberi hiba következménye is volt, de „Murphy törvénye” szerint, ha valamit el lehet rontani, azt az emberek előbb utóbb elrontják.

² Folyik néhány atomerőmű építkezés, de nagyon „nyögve nyelősen”. A finanszírozással kapcsolatos sorozatos problémák elhárítása kínai tőkerésztvétel

atomerőművek fokozatos leállításáról döntöttek, ami folyamatban van. (2023. első félévében leállították az utolsó három atomerőművet is.)

A nyugati nagy atomerőmű építő társaságok így megrendelés nélkül tengődnek³, néhány folyamatban lévő projektjük költségei pedig minden határon túl nőnek reménytelenné téve az egyre húzódó elkészültüket követő gazdaságos üzemeltetést, illetve a megtérülést. Így a nagyreményű nukleáris energetikai társaságok talán a meglévő atomerőművek üzemidő hosszabbításával, korszerűsítésével tudnak foglalkozni.⁴ Ez egyértelműen a tudományos – technikai kultúra leépüléséhez, elsorvadásukhoz vezet.

A nyugat a nukleáris energetika és technológia területén „lábon lőtte” magát. Az összegében több százmilliárd USD ráfordítás, amit e technika kifejlesztésére eddig elköltöttek, az a jövőre vonatkozóan lényegében „elégett”. Ez tulajdonképpen nem döntés volt, hanem az antinukleáris érdekcsoportok által a nyugati világra ráerőszakolt kényszerpálya.

Ennek ellenére lehet a jövőnek egy olyan „forgatókönyve”, amelynek megvalósulása esetén ez a következmény a nyugat részére pozitívnak bizonyulhat. Valóban nem szabad az atomenergetika fejlesztésére a jövőben erőforrásokatallokálni, ha hosszú távon nem indokolt és nem gazdaságos atomerőművet építeni. Plasztikusan fogalmazva, ha az atomenergetika tényleg zsákutcának bizonyul. Ez a nyugat oldaláról a „póker játszma” tétje.

5. Végül tekintsük át a „kártyaasztalnál” ülő másik játékos, illetve játékosok – mivel Oroszországról és Kínáról van szó – helyzetét.

biztosítása mellett valószínűleg sikerül befejezni a Hinkley Point atomerőműt Nagy-Britanniában (A többi tervezett nagy-britanniai atomerőmű valószínűleg elúszott.) Franciaországban előbb utóbb üzembe helyezik Flamanville atomerőművet, de közben elnöki közlés hangzott el az atomenergia arányának csökkentéséről. Spanyolországban előzetes döntés történt arról, hogy mind a 7 atomerőművüket 2035-ig bezárják. A finn Olkiluoto atomerőmű valószínűleg végül üzembe helyezhető lesz. (Az üzembe helyezés kb. 10 év késedelemmel megtörtént.) Gazdaságilag ezek a projektek szinte biztosan kudarcnak fognak bizonyulni. A dél-koreai KEPKO az egyetlen kivétel a lehangoló képben. A KEPKO a francia AREVA technológia alkalmazójaként négyszer 1400 megawattos atomerőműveket épít az Egyesült Arab Emírátsokban. Az erőmű első blokkját a dél-koreai elnök és az emír részvételével a közelmúltban felavatták. Egy fecske azonban valószínűleg nem csinál nyarat. A KEPKO esetleg beszállhat a kínai atomenergetikába. Kínában is van AREVA atomerőmű

³ Megjelent egy hír, miszerint Lengyelország már előrehaladott tárgyalásokat folytat a Westinghouse-al egy négy blokkból álló atomerőmű létesítésére. Ez azt sejteti, hogy a lengyelek „fenyegetőzése”, hogy szénérőműveiket atomerőművel fogják kiváltani, nem csak a szénérőművek fenntartásához való EU hozzájárulás kicsikarását célozza. Ez a terv a következő problémákat veti el. 1. A Westinghouse többszörösen tönkre ment. Hogy tud atomerőmű építésre vállalkozni? 2. Az utóbbi kb. 20 évben minden nyugati atomerőmű építés de facto csődbe jutott. A határidők sok évvel csúsztak, a költségek a tervezettnél többszöröseire emelkedtek. Mi az esélye annak, hogy a lengyelországi próbálkozás sikeres lesz? 3. A Westinghouse-nak nincs egyetlen, az új követelményeket kielégítő referencia erőműve sem! 4. Az amerikai atomerőmű építés gyakorlatilag „meghalt”. A lengyelek miatt fel fogják támasztani?

⁴ A nyugati atomerőműépítők felvetették azt a lehetőséget, hogy a nagy (1000-2000 MW-os) atomreaktorok helyett át kellene térni a kisebb, néhány száz 10 MW-os, illetve közepes 100 MW körüli teljesítményű moduláris rendszerekből felépített sorozatban gyártott reaktorok alkalmazására. (Tulajdonképpen ilyenek az atomtengeralattjárók, illetve az atomhajtású repülőgép anyahajók és jégtörők reaktorai.) Ezeket esetleg hajóra szerelve is lehetne a fogyasztói igények közelében működtetni. Feltételezik, hogy ezzel az engedélyezés nagy mértékben leegyszerűsíthető és felgyorsítható lenne. Ez az elképzelés már a szovjet atomerőmű építők részéről, később pedig a Rosatomnál is felmerült. Készült is néhány demonstrációs célú ilyen létesítmény. E technika elterjedése azonban elmaradt. Kétségeim vannak a nyugati kezdeményezés „életképességét” illetően is. Tartok tőle, hogy az antinukleáris csoportok nem lesznek meggyőzhetők az egyszerűsített engedélyezést illetően. Nem kizárt, hogy minden ilyen „mobil” atomerőművet potenciális atombombának fognak minősíteni.

A Szovjetunió már a kezdetektől egyik fő szereplője volt az atomenergia alkalmazásának és fejlesztésének. A szovjet-orosz nukleáris szakemberek elkövették azt a súlyos hibát, hogy egyik atomerőmű vezértípusnak a grafit moderátoros csöves reaktort, az úgynevezett RBMK típust választották.

A másik típusukkal a szovjet-orosz szakemberek jól kalkuláltak, később a nyomott vizes technológia szinte egyeduralgódóvá vált.

Döntően e hibás típus kiválasztásnak volt a következménye az eddigi legnagyobb nukleáris baleset, a Csernobili atomerőmű 4-es blokkjának a felrobbanása.

Érdekes módon a csernobili katasztrófa azonban valószínűleg sokkal nagyobb kárt okozott a nyugati atomenergetikának, mint a szovjet majd orosz atomenergetikának (a nyugati atomenergetikát – mint ahogy azt fentebb kifejtettem – megspékelve a fukusimai balesettel lényegében tönkretette, míg az orosz atomenergetika virágzik. Na persze az azért lehetséges, mert az antidemokratikus Oroszországban az antinukleáris érdekcsoportok „nem rúghatnak labdába”).

Az atomenergetika Oroszországban az utóbbi 10 évben gyors fejlődésnek indult. A ROSATOM kidolgozta az új 1200 megawattos 3+ generációs atomerőművét és döntően a harmadik világból, mintegy két tucat ilyen megrendelést kapott. Épít és már részben üzembe helyezett néhány blokkot Kínában is és egyre mélyülő együttműködést folytat a kínai atomenergetikai társaságokkal.

Szerintem alap problémája a ROSATOM-nak, hogy a megrendelő lényegében elfogadja azokat a nukleáris biztonsági és bizonylatolási követelményeket, amelyeket a ROSATOM teljesít, és amelyek kielégítik a Nemzetközi Atomenergetika Ügynökség igényeit is. Ugyanakkor gátat lehessen szabni az antinukleáris érdekcsoportok végeláthatatlan kívánságainak, illetve az azok teljesítése céljából folytatott kilátástalan vesszőfutásnak. Ez a feltétel a harmadik világban valószínűleg teljesíthető. Kínában fel sem merül, mivel hozzáértő partnerről van szó, ahol az antinukleáris „zsarolás” szóba sem jöhet.

Oroszország, a ROSATOM két megrendelést elfogadott EU országoktól – ez a Paks II. és a finn Hanhikivi atomerőmű – ezzel kísérletet tesz arra, hogy az EU területén atomerőművet építsen. Szerintem bekalkulálta azt is, hogy ez esetleg nem fog sikerülni. A szerződésben valószínűleg biztosította, hogy lehetetlenülés esetén nagy veszteség nélkül kiszállhasson. (A helyszín megválasztásában valószínűleg szerepe volt annak, hogy mindkét országban van jól működő szovjet atomerőmű és Oroszország vonatkozásában a politikai jóindulat is feltételezhető. A hankihivi atomerőmű építését – az orosz-ukrán háborúra való tekintettel – Finnország leállította. Magyarországon ehhez még a kivételesen szilárd kormányhatalom feltétele is biztosítottnak tűnik.)

Mindezek alapján ma a ROSATOM tekinthető az egyetlen olyan atomenergetikai társaságnak, amelyik a nyugati atomenergetika önfelszámolását követően a világpiacra súllyal jelen van. Így szerepe egyre inkább meghatározó.

Kína helyzete és befolyása a jövő atomenergetikájában annak ellenére, hogy a kínai atomerőmű építők még érdemlegesen nem léptek ki a világpiacra döntő fontosságú. Kínában több, mint egy tucat atomerőmű üzemel, legalább két tucat épül és több, mint 100-at konkrétan terveznek. Ha csak nem történik valami drasztikus változás a kínai energiapolitikában 20 éven

belül nagyobb lesz a Kínában üzemelő atomerőművek kapacitása, mint ma az egész világon. (Azért nem azt állapítom meg, hogy mint 20 év múlva a világon, mert lehet, hogy nyugaton ez jelentősen csökkenni fog.) Ha ez bekövetkezik, akkor nyilván nem lehet az atomenergetika elsovadásáról, zsákutcájáról beszélni. Ha Kína kihátrálna az atomenergetikából, az valóban legalább 50-80 évre az atomenergetika végét jelentené.

Oroszország és a ROSATOM számára ez a pókerjátzsma tétje. Ha lecseng az atomerőmű építés, úgy a ROSATOM néhány 100 milliárd dolláros fejlesztési befektetése lényegében „elfüstölnek”. Ha az atomerőmű építés felgyorsul – a harmadik világban és legfőképpen Kínában –, akkor a ROSATOM-kínai szövetség tarthat az energetika világpiacán, több ezermilliárd dolláros üzlet nyertese lehet egy olyan piacon, amit a konkurensek „önként és dalolva” adtak át.

2019. június 4.

Atomenergetikai jövője II.

Avagy az értelmiség és a közvélemény totális szembeállása a triviális tényekkel.

Sokat töprengtem, hogy honnan próbáljak elindulni az atomenergetika a nyugati világban tapasztalható, a társadalom meghatározó részére kiterjedő totálisan irracionális megítélésnek magyarázatát illetően. Talán a legcélszerűbb Richard Thaler munkásságára utalni. Thaler közgazdasági Nobel-díjat kapott 2016-ban annak, a megelőző korszak összes közgazdásza által vagy explicite, vagy legalábbis implicit vallott, feltételezett axiómának megkérdőjelezéséért: miszerint a társaságok, sőt a magánszemélyek meghatározó gazdasági döntései racionálisak. Thaler szerint ez nem igaz. Rengeteg irracionális döntést hozunk, és sokszor ezek válnak meghatározóvá. Igyekezett ezek után feltárni ezeknek az irracionális döntéseknek a hátterét, indokát és mozgatórugóit. Ezzel a közgazdasági folyamatok elemzésének, következményeik prognosztizálásának új útját találta meg és próbálta mennél szélesebb körben alkalmazni.

Thaler alap gondolatát nagyon érdekesnek és figyelemre veendőnek tartom. Nem tudom, de nem hinném, hogy Thaler konkrétan foglalkozott-e az atomenergetika problémáival, de én a következőkben részben az ő elméletét alkalmazva ezt kísérem meg.

Az atomenergiával kapcsolatos irracionális megítélés szerintem alapvetően 3 lélektani tényezőre vezethető vissza.

1. A verzió mindentől, ami élet idegennek, félelmetesnek, kiszámíthatatlannak tűnik, különösen, ha az első találkozás (Hiroshima és Nagaszaki) döbbenetes és borzalmas.
2. Az emberek – kivéve talán a matematikusokat – képtelenek bizonyos határokon túl a kockázatok érzékelésére, kezelésére. (Miatán a kockázat a kár mértékének és a bekövetkezés valószínűségének szorzata, elképzelhető nagyon kicsi kockázat abban az esetben is, ha a lehetséges esemény katasztrofálisan súlyos ugyan, de a bekövetkezés valószínűsége közel 0. Ilyen egyébként egy kisbolygó a Földdel való ütközésének kockázata.) A közvélemény, sőt az értelmiség nagy része számára viszont értelmetlen, hogy például a kibocsájtással járó zónaolvasás kockázata 10⁻⁸ év![?]
3. Az atomenergetika jövőbeni lehetséges fejlődési útja bizonytalan. Sikerül-e egyáltalán a jövőben fúziós reaktort létrehozni vagy nem és akkor át kell-e térni a szaporító reaktorokra. Az áttérés a „hulladék fogalom” teljes ártérítkezésével járna. Nem bírjuk a bizonytalanságot. Pontosabban bár mindig bizonytalan

döntéseket kényszerülünk hozni, de irtózunk attól, ha ez már előre látható.

Úgy vélem ehhez a három lélektani jelenséghez kapcsolhatók az atomenergetikával összefüggő fő előítéletek, amelyek együttesen szerintem egy társadalmi hamis tudathalmazt alkotnak.

Az első az atomenergiával kapcsolatos fóbia, ami ráadásul a globális felmelegedést az emberiség fenyegető katasztrófájának tartó – lehet, hogy ebben igazuk lesz- környezetvédőket jellemzi. Ők az atomenergiát – amely egyébként a CO₂ kibocsájtás nélküli világ legjobb energiatermelési technológiája lenne – hisztérikusan elutasítják. Itt és most nem megyek bele ennek az elképesztő ellentmondásnak a további elemzésébe, hanem inkább a másik két lélektani tényező hatásmechanizmusával foglalkozom.

A második előítélet rendszert a „nagy aktivitású hulladék elhelyezésének megoldhatatlansága” címmel lehet jellemezni. Az alapállítás az, hogy a nagy aktivitású hulladék lebomlásának időtartama 100 ezer éves nagyságrendű. Kérdés tehát, hogy hogyan lehet egzaktul garantálni egy ma épített földalatti tároló sérthetetlenségét 100 ezer évre? Jól hangzik, egzaktul valóban nem lehet garantálni. 100 ezer év már geológiai léptékben is jelentős idő. Csakhogy ennek a követelménynek semmiféle emberi tevékenység nem felel meg. Az emberiség által használt technológiák fenntarthatóságát nagyrészt még 100 évre sem lehet egzaktul garantálni, nemhogy 100 ezer évre. Olyat követelünk, amit soha, semmilyen emberi tevékenységgel nem lehet kielégíteni. (Egyébként a nagy aktivitású hulladék megfelelő geológiai környezetben történő elhelyezésével ennek az abszurd igénynek a teljesítése is nagyon nagy valószínűséggel megközelíthető.)

A képtelen és irracionális alapköveteléshez jön a következő „csavar”. Minden atomerőművet működtető ország – persze a többiek még inkább – törvénybe iktatta, hogy más országok nukleáris hulladékát befogadni tilos – „fejvesztés terhe mellett” – örökre. Azokban az országokban, amelyek a múltban vagy a jelenben atomerőművet üzemeltettek vagy üzemeltetnek már eddig is jelentős mennyiségű nagy aktivitású hulladék keletkezett, keletkezik és fog keletkezni. Ennek elhelyezését nem lehet „megspórolni”. Ha leállítjuk az összes atomerőművet akkor sem. A nagy aktivitású tároló költségei viszont alig függenek a benne tárolt hulladék mennyiségétől.

Mindez azt eredményezi, hogy miközben nem bízunk abban, hogy biztonságos nagy aktivitású hulladéktárolót lehet létesíteni, rákényszerítünk minden országot, hogy – akkor is, ha nincsenek erre geológiai módon valóban alkalmas közei – mégis építsen. Úgy vélem, hogy triviálisan belátható, hogy például Európában a teljes kockázat sokszorosan nagyobb akkor, ha mind a 18 atomerőművet üzemeltető ország nagy aktivitású hulladéktárolót kényszerül építeni, mintha mondjuk a két-három legalkalmasabb helyen épülne ilyen létesítmény. (Mellékesen még többszöröse is kerül.) Ugyanakkor elérjük azt, hogy azok is építsenek, akik nem rendelkeznek kedvező geológiai környezettel. Efelé haladunk, ha a közvélemény nem tér észhez. (Itt az ideiglenes – 100-200 évig történő – tárolásban lehetne esetleg megegyezni. Egyébként a keletkezett nagyaktivitású „hulladék” többsége kiégett fűtőelem.)

A harmadik lélektani jelenség ugyancsak a nagy aktivitású hulladék jövőbeni szerepéhez kapcsolódik, ami lényegében a villamosenergia termelés lehetséges jövőképeinek függvénye. Ebben tulajdonképpen három alternatíva képzelhető el.

- A. Nem alkalmazunk semmiféle nukleáris energiát. (Természetesen fosszilizt sem.) Külön tanulmányban elemeztem ennek nehézségeit, szinte megvalósíthatatlanságát.

- B. Sikerül-e belátható időn belül megoldani a fúziós energiatermelést, gazdaságos, „nagyüzemi” módon. Aki akar és van rá pénze rendelhet valakitől kulcsra kész fúziós erőművet. (Nem hiszek benne. Ma 89 éves vagyok, mikor 25 éves fiatal mérnök voltam azt prognosztizálták, hogy kb. 30 év múlva ez bekövetkezik. Nos, eltelt több, mint 60 év, ma azt prognosztizálják, hogy esetleg 60 év múlva eljutunk idáig. A program eddig legalább 90 évet csúszott.) Ha a fúziós energiatermelés megvalósítása sikerülne, az-az emberiség CO₂ mentes energiaellátását beláthatatlan ideig biztosítaná, de kicsi a valószínűsége annak, hogy ez bekövetkezik.
- C. Ha nem sikerül, akkor valószínűleg nem tudjuk nélkülözni a fission atomerőműveket, de ez esetben hosszabb távon nem úszható meg a szaporító reaktorokra való áttérés. A 235-ös urán készletek elfogynak. Kétségtelen, hogy ez a technológia jelentős többlet kockázatokkal jár. Alkalmazása esetén azonban a kiégett fűtőelemek is „kimeríthetetlen” (kb. az urán 235-ből nyerhetőnél hatvanszor több energiát adó) új üzemanyagforrássá válnak. Ha a kiégett fűtőelemeket csak „ideiglenesen” – mondjuk 100-200 évre – tároltuk, akkor ezeket elővehetjük. Tehát lehet, de nem biztos, hogy a kiégett fűtőelemek az emberiség értékes kincsévé válnak.

Nos, ez így eddig sok egy előítéletes elmének. Akkor építsük inkább szél-erőműveket légvárait és álmodozunk a sötétben is energiát termelő naperőművekről. A szél- és naperőművek önmagukban jó dolgok, de lehetőségeik „a priori” behatároltak. Az eddigi döntések tehát e témakörben – igazolva Thalert – szinte totálisan irracionálisak.

Visszatérve még a szaporító reaktorok fejlesztésére. Az eddigi események tanulságosak. Az elv felismerése régi. Már az első atomerőmű fejlesztések során ismertté vált, hogy a fűtőelemekben a kiégés során a 238-as uránból bizonyos mennyiségben plutónium keletkezik, ami hasadóképes. Arra is hamar rájöttek, hogy a plutónium termelés növelhető, ha a hasadási folyamat nem lelassított (úgynevezett termikus), hanem lassítatlan „gyors” neutronokkal működő reaktorzónában történik. Az ilyen reaktorokban tehát a működés során megfelelő körülmények között több hasadóanyag keletkezik, mint amennyi „kiég”. Tehát a plutónium mennyisége „szaporodik”, ezért szaporító reaktor.

A plutóniumot időnként ki kell vonni a fűtőelemekből és új fűtőelemeket lehet előállítani belőlük. A folyamat végül addig ismételtethető, amíg az összes 238-as urán – ami a természetes urán 99,3%-a – nem fogy el. Ez a veszteségeket is figyelembe véve az eredeti 235-ös urán mennyiségének legalább hatvanszorosa. A kiégett fűtőelemekben rejtett energia többszöröse a Föld teljes fosszilis energiahordozó készletének.

A technológia nagyon szépnek látszik, csakhogy a kivett nagy aktivitású fűtőelemek „ide-oda” szállítása, kémiai reprocessálása nehéz és veszélyes folyamat. A gyors reaktorok vízzel nem hűthetők, mert ettől azonnal lelassulnának a neutronok. Így víz helyett az eddig alkalmazott hűtőközeg a szélsőségesen gyúlékony folyékony nátrium, és ezek csak a legnagyobb megoldandó problémák.

Ennek ellenére több működő szaporítóreaktor bizonyítja, hogy a problémák technikailag megoldhatók. Jelenleg azonban még nem sikerült versenyképesen működő kereskedelemben megrendelhető gyors szaporítóreaktorokhoz eljutni, illetve ezek együttműködését biztosító rendszert létrehozni.

Nézzük az eddigi fejlesztések vázlatos történetét. 3 ország fogott bele: az USA, Franciaország és a Szovjetunió, illetve Oroszország. (Eleve csak olyan ország jöhetett számításba, amelyiknek van atomfegyvere, urándúsítója és reprocessáló üze- me).

Először az USA szállt ki. Carter elnök leállította a fejlesztéseket anélkül, hogy egy demonstrációs erőműig eljutottak volna.

Franciaország korán belekezdett a szaporító reaktorok fejlesztésébe. Először építettek egy kisebb, 250 MW-os demonstrációs erőművet Phoenix néven. A szerzett tapasztalatok figyelembevételével megépítették nagy demonstrációs erőműüket is, az 1200 MW-os Szuper Phoenixet. Ezt hosszú éveken keresztül üzemeltették, elemezték, de végül néhány éve leállították és kiszálltak a szaporító reaktorfejlesztésből.

Így ebben a témában egyedül a Szovjetunió majd Oroszország „maradt a porondon”. Tény, hogy demonstrációs célú szaporító erőművet először a Szovjetunió épített. A Sevcsenko erőmű 350 MW-os volt és a Kaspi-tó keleti partján épült (a mai Kazahsztán területén). Valamikor a 60-as években üzembe helyezték, de végül a nátrium hűtőrendszer megsérült, kigyulladt és óriási sárga lánggal leégett (az USA egyik kémrepülőgépe le is fényképezte). A fejlesztést a Szovjetunió átvitte az Urálban lévő Belojarszkba. Itt még a szovjet korszakban üzembe helyeztek egy 600 MW-os szaporító reaktort, amelyet ismereteim szerint legalább 20 évig üzemeltettek (azt hiszem, most már nem működik). Ma már ROSATOM időben Oroszország épített és úgy tudom üzembe helyezett egy 800 MW-os szaporító reaktort szintén Belojarszkban és együttműködést kezdeményezett ez ügyben Kínával, ahol CFR600 néven ugyancsak építenek egy demonstrációs szaporító reaktort. Még 2019-ben az a kis hír jelent meg, hogy Oroszország és Kína a szaporító reaktorok fejlesztéséről Sanghajban megállapodást kötöttek. Ennek óriási lenne a jelentősége, mivel nyilvánvaló, hogy Oroszország erőforrásai ennek a technológiának a versenyképes kifejlesztésére messze nem elegendőek, Kína erőforrásai pedig szinte határtalanok.

Ha megvalósul a fúziós erőművekben gazdaságosan villamos energiát előállítani képes „energetikai paradicsom”, akkor bizony a szaporító reaktorokra fordított erőforrások „elfűstölnek”. Ha nem valósul meg a gazdaságos fúziós villamosenergia termelés, úgy szerintem az atomenergia és a megújuló energiák kombinációja a jövőben az egyetlen reális megoldás a CO₂ kibocsájtás megszüntetésére.

Tehát csak egy valami biztos, a bizonytalanság!

2019.09.03. kiegészítve 2023.10.24.

Wiegand Győző

Kedves Olvasónk!

Köszönjük, hogy 2024-ben is gondol ránk!

1%

Az Energiagazdálkodási
Tudományos Egyesület adószáma:

19815637-2-43

Magas hőmérsékletű nátrium-kén akkumulátor koncentrált paraméterű modellezése

Csemány Dávid

okleveles gépészmérnök; csemany@energia.bme.hu

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Gépészmérnöki Kar, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3, Magyarország

A megújuló energiaforrások, mint szél- és napenergia hasznosításának térnyerése következtében a villamosenergia-tárolás a rendszeroptimalizáció szempontjából egyre inkább fontos kérdéssé válik. A magas hőmérsékletű nátrium-kén akkumulátor egy lehetséges megoldás a kedvező műszaki paraméterei és gazdasági vonatkozásai miatt. A cellában lévő nátrium és kén folyékony halmazállapotban tartásához magas, 300-350 °C üzemi hőmérsékletre van szükség, mely körültekintő hőtechnikai tervezést és fejlett akkumulátor felügyeleti rendszert igényel. A rendszerszintű szimulációs vizsgálatok során fontos szempont, hogy a számításgépi ésszerű határok között maradjon. Jelen cikk célja egy olyan kapcsolt termikus-villamos koncentrált paraméterű modell bemutatása, mely alkalmas ezen vizsgálatok elvégzésére.

*

Renewable energy sources, such as solar and wind power are gaining more and more importance; therefore, energy storage has become a crucial part of electricity system optimization. High-temperature sodium-sulfur batteries offer a suitable solution due to their favorable technical parameters and economic aspects. The required operational temperature range of the cells is 300-350 °C to keep the sodium and sulfur in liquid phase, implying careful thermal design and an advanced battery management system. Reasonable computational demand is an important factor during system-level simulations. Consequently, this paper aims to present a coupled thermal-electric lumped parameter model, which is capable of performing this analysis.

A gazdasági fejlődéssel járó rohamosan növekvő energiafelhasználás, továbbá a fosszilis energiahordozók jelentette környezetterhelés és politikai, illetve gazdasági függőség egyre égetőbb problémát okoz napjainkban. Ennek következtében számos ország igyekszik kiaknázni a megújuló energiaforrásokban rejlő lehetőségeket saját nemzetgazdasága stabilitásának szempontjából. A napelemek és szélturbinák manapság már kiforrott technológiát jelentenek, melynek okán széleskörűen alkalmazzák őket [1]. A sztochasztikus rendelkezésre állás miatt azonban tárolókapacitás létesítése szükséges az ellátásbiztonság megteremtésére, melynek egy lehetséges módja az akkumulátorok alkalmazása [2]. A Li-ion akkumulátorok jelentette technológia folyamatosan fejlődik, széleskörű elterjedés prognosztizálható, azonban számos műszaki és gazdasági korláttal kell jelenleg is szembe nézni, ezért a terület intenzív kutatást igényel. Ugyanakkor további technológiák vizsgálata is elengedhetetlen annak érdekében, hogy a célnak legmegfelelőbbet használjuk az adott alkalmazási területen [3].

A nátrium-kén (NaS) folyadék elektródás akkumulátor egy lehetséges alternatíva a nátrium alacsony ára és széleskörű rendelkezésre állása miatt [3]. Példák a NaS akkumulátorok tipikus alkalmazási területeire a csúcsgyógyasztás csökkentése (peak shaving), a terhelés időbeli eltolása megújuló termelők kapcsán, hálózati minőségjavítás (frekvenciaszabályozás), valamint szünetmentes áramforrás [1]. Energetikai rendszerekben történő széleskörű alkalmazhatóságát a magas energiasűrűség és hatásfok, valamint a hosszú élettartam (közel 2500 töltés-kisütés ciklus lényeges kapacitáscsökkenés nélkül) teszi lehetővé. Mindemellett gyors dinamikával jellemezhető a terhelésváltoztatás kapcsán, valamint nincs önkisülés az üzem során, karbantartási költségei viszonylag alacsonyak és a gyártáshoz felhasznált anyagok nagy arányban újrahasznosíthatók [3]. A nátrium és kén elektródák folyékony halmazállapotban tartásához, valamint az elektrolit jó ionvezető képességének biztosításához magas, 300-350 °C hőmérsékletre van szükség az üzem alatt, így a cellák fűtése kiemelt fontosságú. A folyadékokat β -alumínium szilárd kerámia elektrolit választja el egymástól, melynek sérülése esetén tűz és robbanás is kialakulhat. A β -alumínium elektrolit a pozitív nátrium ionokat vezeti, az elektronokat viszont nem, így az önkisülés minimalizálható [3]. Töltés és kisütés során a cellában az alábbi reverzibilis elektrokémiai reakció játszódik le:



ahol x értéke a cella töltöttségétől függ. (1) egyenlet balról jobbra kisütést, jobbról balra pedig töltést reprezentál. A cellák jellemzően hengeres kialakításúak és rozsdamentes külső burkolattal rendelkeznek. A modulokba rendezett cellákat külső hőszigeteléssel látják el a hőveszteségek csökkentése érdekében [3].

Az üzemet jellemző magas hőmérséklet műszaki szempontból kihívás, ezért számos szimulációs vizsgálat készült az akkumulátor részegységeinek modellezéséhez kötődően. Min és társai [4] véges térfogatok módszerén alapuló modellel elemezték a cellán belül abnormális üzem közben bekövetkező elektrolit sérülést és az ennek hatására létrejövő hőmegfutást. Számítási eredményeiket mérési adatokkal validálták. A vizsgálatok a cella geometriai paramétereire és a felhasznált anyagokra is kiterjedtek. Schaefer és társai [5] szintén cellaszintű vizsgálatokat végeztek egydimenzióban. A kapcsolt termikus-villamos modell célja a cellán belüli hőmérséklet-eloszlás meghatározása különböző töltési és kisütési profilok esetén. Vudata és Bhattacharyya [6] vizsgálataikban ugyancsak a cellán belüli sugármenti hőmérséklet-eloszlásra koncentráltak, azonban cellaelrendezéseket is elemeztek termikus szempontból. Ennek keretein belül különböző hűtési megoldásokat hasonlítottak össze. Min és Lee [7] a szimulációs vizsgálataik során többféle modellezési szemléletet is alkalmaztak. Egy részletes térbeli, véges térfogatok módszerén alapuló modellben egy NaS modul termikus viszonyait elemezték adott töltési és kisütési profil mellett. Az eredményeket egy csökkentett rendű, koncentrált paraméterű modell eredménye-

ivel is összehasonlították. Utóbbi az alacsonyabb számításgény miatt alkalmas rendszerszintű szimulációkra. A modelleket mérési eredményekkel validálták az irodalomból.

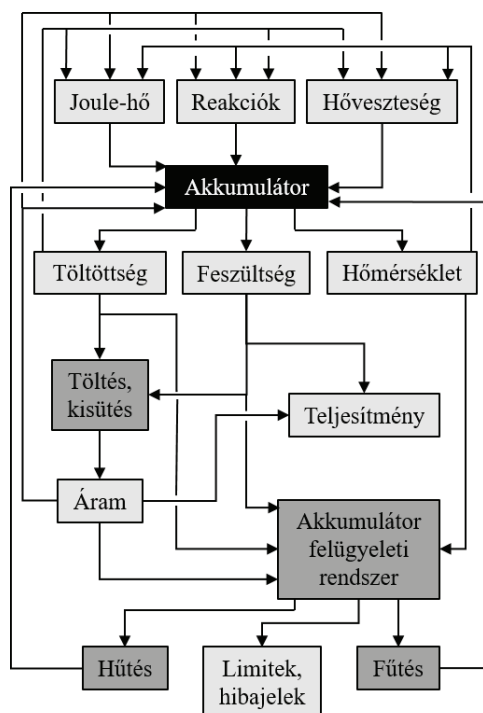
A megfelelő felügyeleti rendszer tervezéséhez és kialakításához a NaS akkumulátorok üzemét jellemző termikus viszonyok ismerete rendkívül fontos, mely, ahogy az korábban említésre került, elengedhetetlenné teszi az előzetes modellezést. A kapcsolt villamos-termikus jelenségek rendszerszintű vizsgálatához a számításgény szempontjából kompromisszumra törekvő modellezési eljárások preferáltak. Jelen cikk célja egy olyan numerikus modell bemutatása, mely alkalmas ezen feladatokra.

A modell bemutatása

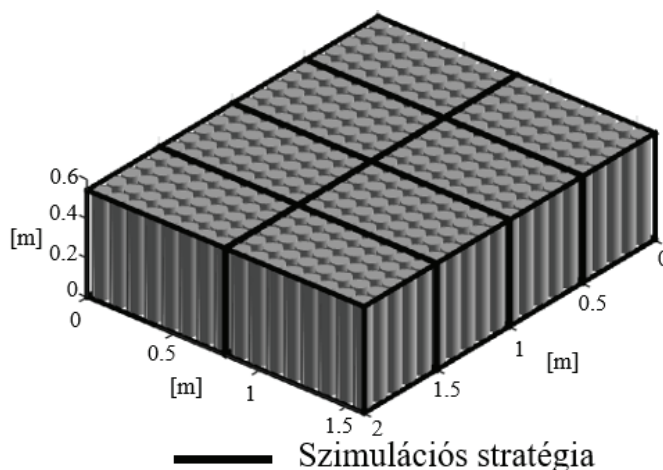
A következőkben részletezett modell felépítése Simulink/Simscape blokkok segítségével történt MATLAB R2023b programcsomagon belül. Simscape környezetben, a Simulink környezethez hasonlóan blokkszerűen felépülő modelleket lehetséges létrehozni. Simscape környezetben a Simulink környezetben megszokott numerikus jelek mellett fizikai mennyiségeken keresztül is kapcsolat teremthető az egyes blokkok között, mint például villamos, termikus vagy mechanikai mennyiségek. Ezáltal a környezet alkalmas olyan összetett fizikai rendszerek elemzésére, ahol kapcsolt jelenségeket szükséges vizsgálni és a számításgényt ésszerű határokon belül szeretnénk tartani. Tipikusan ilyen egy akkumulátor és a hozzá tartozó felügyeleti rendszer. Az 1. ábra a modell folyamatábráját szemlélteti. Eltérő árnyalat jelöli a termikus és villamos mennyiségeket és jeleket, valamint a kapcsolódó beavatkozó szerveket. Az akkumulátor felügyeleti rendszer felelős a hűtés és a fűtés szabályozásáért, melyek ugyanúgy hozzájárulnak az akkumulátor hőmérségéhez, mint a cellák belső ellenállásán fejlődő Joule-hő, a kémiai reakciók és a környezet felé irányuló hőveszteség. A legfontosabb fizikai mennyiségek a cellák hőmérséklete, feszültsége, töltöttségi állapota és

a cellákon átfolyó áram nagysága. Utóbbi a töltési és kisütési profil alapján kerül meghatározásra. A villamos jelek alapján az akkumulátor pillanatnyi teljesítménye nyomon követhető. Szintén a felügyeleti rendszer felelős a különböző hibajelek és figyelmeztetések megjelenítéséért, mint például a túl alacsony vagy túl magas cella hőmérséklet, túl nagy töltési vagy kisütési áram, illetve túl alacsony vagy túl nagy cellafeszültség.

A 2. ábrán látható a vizsgált akkumulátor modul felépítése. A következő paraméterek [7] hivatkozásból származnak. A hengeres geometriájú NaS cella átmérője 90,5 mm, magassága 542 mm és 740 Ah kapacitással rendelkezik. Az átlagos sűrűsége 2247,1 kg/m³, míg átlagos fajhője 1103,8 J/(kg·K), melyek az cellát alkotó egyes komponensek, mint folyékony nátrium és kén, szilárd β -alumínium és a rozsdamentes acél burkolat térfogat szerinti átlagai. A teljes modul külső burkolatának hossza 2200 mm, szélessége 1760 mm, magassága pedig a cella magasságával azonos. A modulon belüli blokkok 40 darab cellát tartalmaznak. 5 darab párhuzamosan kapcsolt cella, majd ezen egységből 8 darab sorosan kapcsolva alkot egy blokkot, melyből 8 darab van összesen a modulon belül (8s5p8b elrendezés). Így összesen 320 darab cellából áll a teljes modul. A blokkok egymással sorosan kapcsolódnak. A 2. ábrán a blokkokat fekete keret emeli ki, mely a szimulációs stratégiát is szemlélteti. A blokkok képviselik a legkisebb termikus egységet a számítások során, a blokk hőmérséklete a benne lévő összes cellára érvényes. Továbbá a blokkok közötti hőmérséklet-különbséget jelen modell nem veszi figyelembe, tehát a teljes modul hőmérséklete egy koncentrált paraméterként értelmezhető. Ez szükséges az alacsony számításgény fenntartásához. Amennyiben modulon belüli hőmérséklet eloszlásra vagyunk kíváncsiak, úgy érdemes teljesen más modellezési megközelítést alkalmazni [7].



1. ábra. A modell folyamatábrája. A világosszürke árnyalat a fizikai mennyiségeket, illetve jeleket, a sötétszürke árnyalat a beavatkozó szerveket szemlélteti. Fekete kiemeléssel látható az akkumulátor.



2. ábra. A vizsgált 8s5p8b elrendezésű NaS modul sematikus ábrája. A fekete kerettel kiemelt blokkok a szimulációs stratégiát szemléltetik

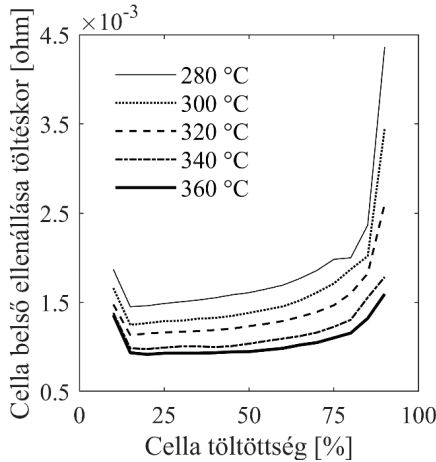
A következőkben a modellt alkotó blokkokhoz tartozó egyenletek kerülnek bemutatásra. A terjedelmi korlátok miatt jelenleg csak a legfontosabb összefüggések tárgyalására van lehetőség. További hasznos információ megtalálható [8] hivatkozásban. Habár [7] hivatkozásban a szerzők nem térnek ki az akkumulátor hűtésére, így a későbbi modellvalidáció sem tárgyalja ezt. A teljesség kedvéért ugyanakkor az összefüggések bemutatásakor jelen cikk kitér ennek modellezésére és a vonatkozó megoldandó egyenletekre. A modul hőmérsége:

$$N_c \cdot c_{p,c} \cdot \rho_c \cdot V_c \frac{dT_c}{dt} = N_c (\dot{Q}_{\text{Joule}} + \dot{Q}_{\text{reakció}}) + \dot{Q}_{\text{veszteség}} + \dot{Q}_{\text{fűtés}} + \dot{Q}_{\text{hűtés}}, \quad (2)$$

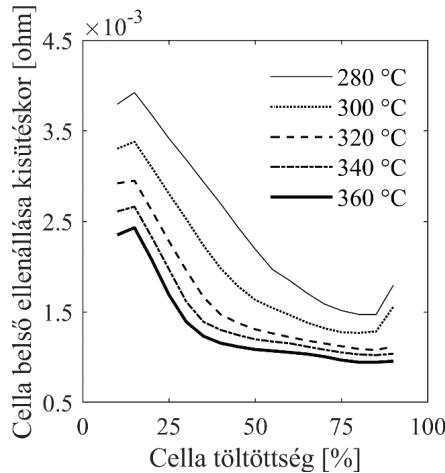
ahol N_c a cellák száma, $c_{p,c}$ a cella átlagos fajhője, ρ_c a cella átlagos sűrűsége, V_c a cella térfogata, T_c a cella hőmérséklete, t pedig az időváltozó. A jobb oldalon lévő tagok a hőmérleghez hozzájáruló egyes hőáramok. Az alsóindexek, mint Joule a Joule-hőre, reakció a kémiai reakciókra, veszteség a környezet felé irányuló hőveszteségre, fűtés a fűtésre, hűtés pedig a hűtésre utalnak. A Joule-hő, vagyis a cella belső villamos ellenálláson időegység alatt disszipálódó hő:

$$\dot{Q}_{\text{Joule}} = \frac{(U_{c,k} - U_{c,\bar{u}})^2}{R_{\text{belső}}}, \quad (3)$$

ahol $U_{c,k}$ a cella kapocsfeszültsége, $U_{c,\bar{u}}$ a cella üresjáratú feszültsége, $R_{\text{belső}}$ pedig a cella belső villamos ellenállása. Utóbbi a lejátszódó kémiai reakcióknak megfelelően függ a cella töltöttségi állapotától (SOC, mint state of charge) és hőmérsékletétől, valamint, hogy töltési vagy kisütési folyamatot vizsgálunk. A számításokhoz felhasznált értékeket [9] alapján a 3. és 4. ábrák szemléltetik. $U_{c,\bar{u}}$ meghatározása a cella töltöttsége alapján lineáris interpolációval történik. $U_{c,\bar{u}}$ értékeit SOC függvényében az 5. ábra szemlélteti [9] alapján.



3. ábra. NaS cella belső ellenállása különböző hőmérsékleteken a cella töltöttségének függvényében töltéskor [9].



4. ábra. NaS cella belső ellenállása különböző hőmérsékleteken a cella töltöttségének függvényében kisütéskor [9].

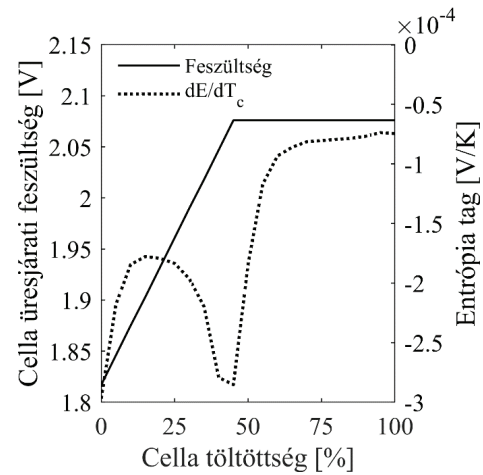
A cella kapocsfeszültsége:

$$U_{c,k} = U_{c,\bar{u}} + I_c \cdot R_{\text{belső}}, \quad (4)$$

Ahol I_c a cella áramerőssége, mely töltéskor pozitív, kisütéskor pedig negatív. A kémiai reakciókból időegység alatt felszabaduló hő [10] alapján:

$$\dot{Q}_{\text{reakció}} = I_c \cdot T_c \frac{dE}{dT_c}, \quad (5)$$

ahol dE/dT_c entrópia tag alakulását SOC függvényében az 5. ábra mutatja. (5) összefüggésnek megfelelően a hőáram töltéskor negatív, a lejátszódó reakciók endoterm jellegűek, kisütéskor pedig pozitív, a lejátszódó reakciók exoterm jellegűek. A felszabaduló hőmennyiség következtében a hűtés szerepe kisütéskor jelentősebb lehet.



5. ábra. NaS cella üresjáratú feszültsége [9] és a kémiai reakciókat leíró entrópia tag [10] a cella töltöttségének függvényében.

A modul a geometriai paramétereknél tárgyalt befoglaló méretek szerinti szigetelés veszi körül minden oldalról, melyen keresztül hővezetés történik a modul belseje felől. Továbbá a szigetelés teljes külső felületén konvektív úton valósul meg a hőtranszport a környezet felé. Ezek alapján a hőveszteség:

$$\dot{Q}_{\text{veszteség}} = \sum \left[-k_i \cdot A_i \frac{T_c - T_{w,i}}{\delta_i} \right] = \sum \left[-HTC_i \cdot A_i (T_{w,i} - T_{\infty}) \right] \quad (6)$$

ahol k_i és δ_i az egyes síklap szigetéselemek, mint téglatest oldallapok hővezetési tényező és falvastagság értékei. Előbbi egységesen 0,01 W/(m·K), míg utóbbi mindenhol 50 mm, kivéve a felső szigeteléslap, mely 4 mm. Ennek gyakorlati oka, hogy ezáltal jelentősen nagyobb hőáram távozik a felső lapon, melynek következtében a belső és külső cellák közötti hőmérséklet-különbség homogenizálható [7]. A_i az egyes oldallapokhoz tartozó hővezető keresztmetszet, illetve felület, $T_{w,i}$ az egyes oldallapok felszíni hőmérséklete, HTC_i a konvektív hőátadási tényező, T_{∞} pedig a környezeti hőmérséklet.

A fűtés hőáramának szabályozása a fűtésparancs (FP) alapján történik, melynek logikája az alábbi:

$$FP = \begin{cases} 1, & T_c < T_{\text{fűtés,be}} \\ 1, & T_c \geq T_{\text{fűtés,be}} \wedge T_c \leq T_{\text{fűtés,ki}} \wedge FP_{\text{regi}} = 1 \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases} \quad (7)$$

ahol $T_{fűtés,be}$ és $T_{fűtés,ki}$ alsó és felső hőmérséklet értékekkel definiálható egy hőmérséklet-tartomány, melyen belül a fűtés még nem kapcsol ki, így elkerülhető a túl gyakori kapcsolgatás. $FP_{régi}$ az előző időlépésben érvényes fűtésparancs. A fűtéssel bevitt hőáram ezek alapján:

$$\dot{Q}_{fűtés} = FP \cdot \dot{Q}_{fűtés,névleges}, \quad (8)$$

ahol a második tag jobb oldalon a teljes beépített fűtési teljesítmény, mely jelen esetben 2000 W. A hűtés szabályozása a hűtésparancs (HP) alapján történik. Ennek egy lehetséges logikája az alábbi:

$$HP = \begin{cases} 1, I_c < 0 \\ 1, I_c \geq 0 \wedge T_c > T_{hűtés,be} \wedge SOC < SOC_{hűtés,határ}, \\ 0, \text{egyébként} \end{cases} \quad (9)$$

ahol $T_{hűtés,be}$ az a hőmérséklet, amely felett a hűtés bekapcsol, $SOC_{hűtés,határ}$ pedig annak megfelelően definiálható, hogy amennyiben a cella hőmérséklet indokolja, úgy a töltési folyamat végén meddig szükséges hűtést alkalmazni. A (9)-es összefüggés alapján kisütéskor a modul hűtése bekapcsolt állapotban van. A hűtésparancs alapján a hűtőközeg, jelen esetben levegő, tömegárama az alábbi:

$$\dot{m}_{vent,be} = HP \cdot \dot{m}_{be,névleges}, \quad (10)$$

ahol a második tag a jobb oldalon a szükséges névleges tömegáram. A NaS modulok hűtése jellemzően a következő kialakítás szerint történik [11]. A modul oldalán elhelyezett ventilátor a külső környezeti levegőt a modul belsejébe juttatja a szigetelés alatt és a cellák felett elhelyezkedő téglalap keresztmetszetű csatornába, melyben az áramlási irány a modul hosszanti irányával párhuzamos. A felmelegedett hűtőlevegő a belépéssel ellentétes oldalon távozik. A ventilátorban izentropikus állapotváltozást feltételezve a hűtőlevegőn időegység alatt végzett munka:

$$W = -\dot{m}_{vent,be} \left(h_{vent,be} + \frac{w_{vent,be}^2}{2} \right) - \dot{m}_{vent,ki} \left(h_{vent,ki} + \frac{w_{vent,ki}^2}{2} \right), \quad (11)$$

ahol $vent$, be , illetve ki alsóindexek rendre ventilátort, belépést, valamint kilépést jelentenek, h a fajlagos entalpia, w pedig a közeg áramlási sebessége. A csatorna belsejére, mint csomópontra felírható tömegmegmaradás:

$$V_g \frac{\rho_g}{\beta_g} \cdot \frac{d\rho_g}{dt} - V_g \rho_g \alpha_g \cdot \frac{dT_g}{dt} = \dot{m}_{cs,be} + \dot{m}_{cs,ki}, \quad (12)$$

ahol V_g , ρ_g , β_g , ρ_g , α_g , illetve T_g rendre a csatornában lévő levegő térfogata, sűrűsége, izoterm kompressziómodulusa, nyomása, izobár hőtágulási együtthatója, valamint hőmérséklete. Az egyenlet jobb oldalán a csatornába belépő és kilépő tömegáramok előjeles összege szerepel. Szintén a csatorna belsejére, mint csomópontra felírható energia-megmaradás valós gázmodell feltételezve a hűtőlevegőre:

$$V_g \left(\frac{\rho_g h_g}{\beta_g} - T_g \alpha_g \right) \cdot \frac{d\rho_g}{dt} + V_g \rho_g (c_{p,g} - h_g \alpha_g) \cdot \frac{dT_g}{dt} = \dot{Q}_{cs,be} + \dot{Q}_{cs,ki} + \dot{Q}_{hűtés}, \quad (13)$$

ahol h_g és $c_{p,g}$ a csatornában lévő levegő fajlagos entalpiája és izobár fajhője. A jobb oldalon lévő hőáramok a csatornába belépő és kilépő közeg által képviselt hőáramok, valamint a celláktól érkező hőáram. A csatornán belül exponenciális hőmérsékleteloszlást feltételezve az utóbbi tag a következő alakot ölti:

$$\dot{Q}_{hűtés} = \left| \frac{\dot{m}_{cs,be} - \dot{m}_{cs,ki}}{2} \right| c_{p,átl} (T_{cs,w} - T_{cs,be}) \left(1 - e^{-\frac{HTC_{cs} A_{cs}}{\left| \frac{\dot{m}_{cs,be} - \dot{m}_{cs,ki}}{2} \right| c_{p,átl}}} \right) + \frac{k_g \cdot A_{cs}}{D_h} (T_{cs,w} - T_g), \quad (14)$$

ahol $c_{p,átl}$ a csatornában lévő termikus határréteg átlaghőmérsékletére számított izobár fajhő, $T_{cs,w}$ a csatorna falának hőmérséklete, $T_{cs,be}$ a csatornába belépő közeg hőmérséklete, HTC_{cs} a csatorna fala és az áramló hűtőközeg közötti hőátadási tényező, A_{cs} a csatorna belső felülete, illetve D_h a csatorna hidraulikai átmérője.

Az akkumulátor villamos teljesítménye:

$$P = N_b N_p N_s I_c \cdot U_{c,kr}, \quad (15)$$

ahol N_b a blokkok, N_p a párhuzamosan kapcsolt cellák, N_s pedig a sorosan kapcsolt cellák száma. P előjele megegyezik I_c előjelével a töltésnek és kisütésnek megfelelően. A cella pillanatnyi töltöttségének meghatározása az alábbi módon történik:

$$SOC = \frac{1}{q} \int_{t_i}^{t_{i+1}} I_c dt \cdot 100\%, \quad (16)$$

ahol q a cella névleges kapacitása, i pedig az időlépés indexe. Az akkumulátor hatásfoka, figyelembe véve a fűtés teljesítményigényét:

$$\eta = \frac{\int_{t_0}^{t_{vég}} |P_{kisütés}(t)| dt}{\int_{t_0}^{t_{vég}} (P_{töltés}(t) + \dot{Q}_{fűtés}(t)) dt}, \quad (17)$$

ahol kisütés és töltés alsóindexek a vonatkozó folyamatokat jelentik. t_0 a vizsgált időtartam kezdete, $t_{vég}$ pedig annak vége. Megjegyzendő, hogy a ventilátor villamos fogyasztása elhanyagolható a fűtés energiaigényéhez képest. A (17) összefüggés tehát a kisütéskor kivehető energia, valamint a töltéshez és az üzemi hőmérséklet fenntartásához szükséges fűtési energia összegének hányadosa. Az összefüggésben szereplő tagok a teljes vizsgált folyamatra értelmezett függvények. Az egyenletek megoldása a Simulink állandó időlépéssel dolgozó diszkrét rendszerekhez használható megoldó algoritmusával történt. A szimuláció időlépése 1 másodperc. A teljes vizsgált időtartam 24 óra. Az 1. és 2. táblázat a számítások során tekintett kezdeti feltételeket (0 alsóindex) és peremfeltételeket tartalmazták.

1. táblázat. A számítás során alkalmazott kezdeti feltételek

$T_{c,0}$	SOC_0	$I_{c,0}$
310 °C	88%	-80,6 A

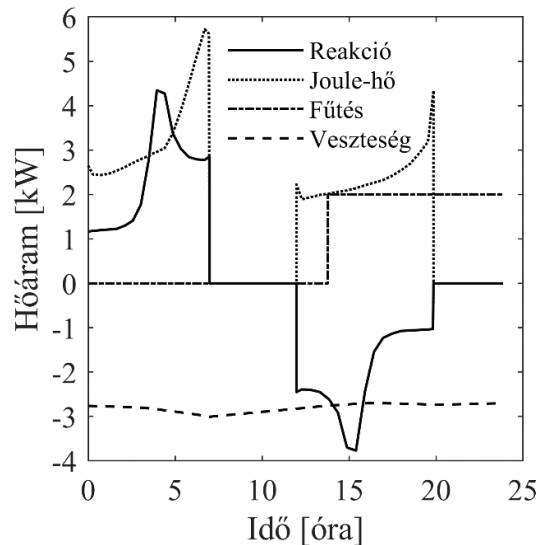
2. táblázat. A számítás során alkalmazott peremfeltételek

HTC_i	T_∞	SOC	I_c
5 W/(m ² ·K)	20 °C	12-88%	Kisütés: -80,6 A, Töltés: 71,4 A 5 óra készenlét kisütés után 4 óra készenlét töltés után

Modellvalidáció és az eredmények bemutatása

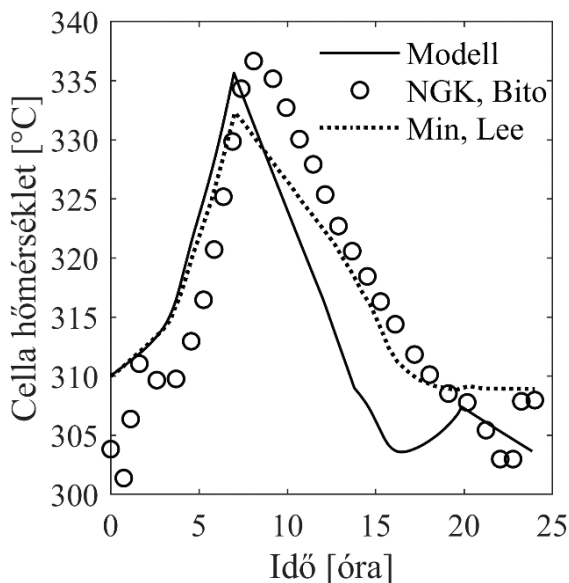
A 6. ábra a vizsgált időtartamra vonatkozóan szemlélteti egyetlen cella hőmérsékletét a modulon belül. A modell validálására [12,13] hivatkozásokban publikált mérési adatok kerültek felhasználásra. [7] hivatkozás szintén ezen mérési adatok mentén végez modellvalidációt annak ellenére, hogy számos modellparamétert az említett munkák nem közölnek. A hiányzókat a műszaki alkalmazásra vonatkozó reálisnak vélt értékek szerint veszi fel, mely értelem-szerűen okozhat eltéréseket az eredményekben. Kiemelendő, hogy jelen számítás is [7] hivatkozásra alapoz a hiányzó paraméterek esetében. A cella hőmérséklet felfutása a két modell és a mérési adatok esetében jó egyezést mutat a vizsgált időtartam első szakaszában a kisütés folyamán. Jelen modell a mért hőmérsékletcsúcsot kis mértékben jobban közelíti. A kisütés utáni készenléti állapotban nem történik hőfejlődés, valamint töltéskor az endoterm reakciók hőigénye kompenzálja a cella belsejében disszipálódó Joule-hőt, ez látható a teljes modul hőmérségét szemléltető 7. ábrán. Ennek alapján a közel állandó hővesztés miatt a cella hőmérséklete csökken ebben a szakaszban, ahogy azt a 6. ábra mutatja. 310 °C hőmérséklet alá csökkenve bekapcsol a modulűtés, melyet a 7. ábra is szemléltet. A fűtés ezt követően végig bekapcsolt állapotban marad a töltés utáni készenléti állapotban is a hővesztés kompenzálására. Érdekes megjegyezni, hogy a cellákban disszipálódó Joule-hő mind a kisütés, mind pedig a töltés legvégén jelentősen megnövekszik, melynek oka a cella belső ellenállásának intenzív növekedése, ahogy azt a 3. és 4. ábra is szemléltette. [7] hivatkozás modelljének eredményével összehasonlítva jelen modell a cella visszahűlésekor a mért értékhez képest szívesebben nagyobb eltérést mutat, a lehűlés gyorsabb, ezért vélhetően kismértékben túlbecsüli a hővesztést. Ugyanakkor a hőmérséklet csökkenésének dinamikája igen hasonló a mért adatsorhoz, szemben a referenciamodell hőmérséklet-profiljával, mely jellegre is másfajta hűlési tendenciát mutat. A fűtés bekapcsolásakor [7] modellben a cella hőmérséklet állandó értéken marad, nem figyelhető meg a hőmérséklet további csökkenése, majd a fűtés miatt bekövetkező

növekedése. Ezt a jelet azonban jelen modell reprodukálni tudja. [7] modell összességében 4 °C átlagos eltérést, míg jelen modell 6 °C átlagos eltérést mutat a mért adatsorhoz képest. Figyelembe véve a mérési adatok bizonytalanságát, valamint, hogy a cellák hőmérsékletét egy ~40 °C széles tartományban szükséges tartani a működés során, erre kell a szabályozó algoritmust felkészíteni, ezen értékek megfelelően mondhatók, így jelen modell alkalmas további rendszerszintű kapcsolt vizsgálatokra.

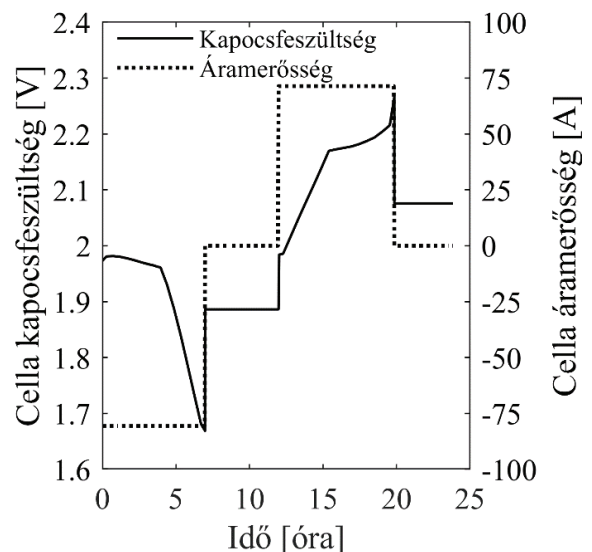


7. ábra. A vizsgált modul hőmérségének időbeli alakulása a hőmérséghez hozzájáruló hőáramok megjelenítésével.

A 8. ábra a korábban közölt töltési és kisütési profilt, továbbá a cella kapacitáshővezetési alakulását szemlélteti a vizsgált időtartamra vonatkozóan. Mind a töltés, mind pedig a kisütés konstans áramerősséggel történik a számítások során. Készenléti állapotban a kapacitáshővezetési alakulása a töltésségi állapotnak megfelelő üresjárati feszültséggel azonos. Érdekes megjegyezni, hogy a töltési folyamat végén látható csúcs a kapacitáshővezetési alakulása a cella belső villamos



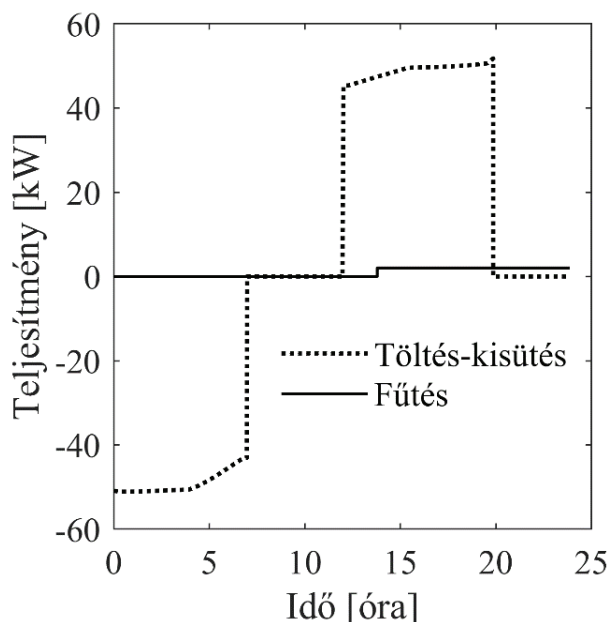
6. ábra. Cella hőmérséklet időbeli alakulása. Kör, valamint pontvonal jelöli a referenciaként tekintett mért [12,13] és számított [7] irodalmi értékeket. Folytonos vonal jelöli a bemutatott modellel meghatározott profilt.



8. ábra. Cella kapacitáshővezetési alakulása és áramerősség időbeli alakulása

ellenállásának intenzív növekedése miatt jelentkeznek. Ez üzemviteli szempontból kritikus lehet, így a megengedett értéket meghaladva a felügyeleti rendszer figyelmeztetést küld, szükség esetén megszakítja az akkumulátor töltését.

A 9. ábra a modul teljesítményprofilját, valamint a fűtés teljesítményigényét szemlélteti a vizsgált időtartam során. A modul hatásfokát (17) összefüggéssel meghatározva 84,8% érték adódik. [7] hivatkozás által számolt modulhatásfok 86%, vagyis a két modell által számolt értékek között jó egyezés mutatkozik, az eltérés leginkább a fűtőtest eltérő üzemidejével magyarázható. Megjegyzendő, hogy a töltési folyamat végén a cella belső villamos ellenállásának növekedése miatt a teljesítményprofilon is látható egy enyhe csúcs. Annak érdekében, hogy a töltési folyamat végén ez ne okozzon problémát jellemzően két megoldást alkalmaznak. Az egyik, hogy az akkumulátort 100%-nál alacsonyabb töltöttségig töltik, így nincs szükség a töltési teljesítmény korlátozására. A másik megoldás, hogy a töltési folyamat végén korlátozzák a teljesítményt. Utóbbi esetben nagyobb cellakapacitás használható ki [11].



9. ábra. A vizsgált modul villamos teljesítményének és a modulfűtés teljesítményének időbeli alakulása a töltés-kisütés folyamata során

Összefoglalás

Jelen cikkben egy nátrium-kén folyadék elektródás akkumulátor modul koncentrált paraméterű kapcsolt termikus-villamos modellje került bemutatása. A modell tartalmazza az akkumulátorhoz tartozó felügyeleti rendszert, mely visszajelez az üzemi paramétereiről és amennyiben szükséges, úgy beavatkozik, mint például a modul fűtése alacsony hőmérséklet esetén. A modell validációja szakirodalomban elérhető mérési adatok és modellszámítások alapján történt. A hőmérséklet az egyik legkritikusabb üzemi paraméter ezen akkumulátortípusnál, így a validáció során az értékelt jellemző a cella hőmérséklete volt egy 24 órás üzem alatt, mely töltést, kisütést és készenléti állapotot tartalmazott. A bemutatott modell eredményei átlagosan 6 °C eltérést mutattak a mért adatsorhoz képest, mely jó egyezésnek mondható, figyelembe véve az akkumulátor optimális

üzemi hőmérséklet-tartományát és a mérési eredmények bizonytalanságát. A modulfűtés kapcsán megfigyelhető hőtehetetlenséget jelen modell jellegre helyesebben tudta reprodukálni, mint az irodalomban elérhető más modell. Az alacsony számításigényt is figyelembe véve jelen modell alkalmas a további rendszerszintű vizsgálatokra a jövőben, például ezen technológiával működő akkumulátortelep, villamos hálózat és napelempark együttműködésének modellezése.

Köszönetnyilvánítás

A munka a 2021-2.1.1-EK-0000 számú projekt keretén belül a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2021-2.1.1-EK pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Felhasznált irodalom

- [1] Alqarni M. Sodium sulfur batteries allocation in high renewable penetration microgrids using coronavirus herd immunity optimization. *Ain Shams Eng J* 2022;13:101590. doi:https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.09.017.
- [2] Rodrigues EMG, Osório GJ, Godina R, Bizuayehu AW, Lujano-Rojas JM, Matias JCO, et al. Modelling and sizing of NaS (sodium sulfur) battery energy storage system for extending wind power performance in Crete Island. *Energy* 2015;90:1606–17. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.06.116.
- [3] Kumar D, Rajouria SK, Kuhar SB, Kanchan DK. Progress and prospects of sodium-sulfur batteries: A review. *Solid State Ionics* 2017;312:8–16. doi:https://doi.org/10.1016/j.ssi.2017.10.004.
- [4] Min JK, Stackpool M, Shin CH, Lee C-H. Cell safety analysis of a molten sodium-sulfur battery under failure mode from a fracture in the solid electrolyte. *J Power Sources* 2015;293:835–45. doi:https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2015.05.119.
- [5] Schaefer (Caprio) S, Vudata SP, Bhattacharyya D, Turton R. Transient modeling and simulation of a nonisothermal sodium-sulfur cell. *J Power Sources* 2020;453:227849. doi:https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.227849.
- [6] Vudata SP, Bhattacharyya D. Thermal management of a high temperature sodium sulphur battery stack. *Int J Heat Mass Transf* 2021;181:122025. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.122025.
- [7] Min JK, Lee C-H. Numerical study on the thermal management system of a molten sodium-sulfur battery module. *J Power Sources* 2012;210:101–9. doi:https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.03.028.
- [8] MathWorks. Simscape Reference. R2023b ed. Natick: The MathWorks, Inc.; 2023.
- [9] Hussien ZF, Cheung LW, Siam MFM, Ismail AB. Modeling of Sodium Sulfur Battery for Power System Applications. *Elektrika* 2007;9:66–77.
- [10] Knödler R. Thermal properties of sodium-sulphur cells. *J Appl Electrochem* 1984;14:39–46. doi:10.1007/BF00611256.
- [11] Tamakoshi T. Sodium-Sulfur (NAS) Battery. DOE Long Durat Energy Storage Work 2021.
- [12] NGK. Development of NAS Battery Cells and Modules. *NGK Rev* 60 2005:10–24.
- [13] Bito A. Overview of the sodium-sulfur battery for the IEEE Stationary Battery Committee. *IEEE Power Eng. Soc. Gen. Meet.* 2005, 2005, p. 1232-1235 Vol. 2. doi:10.1109/PES.2005.1489556.

Az első közzétételi eljárás tapasztalatai - Hogyan alakultak a csatlakozási lehetőségek a napos, a hibrid és a tárolói projektek számára

Kaderják Péter

BME Zéró Karbon Központ vezető, kaderjak.peter@bme.hu

Szolnoki Pálma

BME Zéró Karbon Központ főmunkatárs, szolnoki.palma@bme.hu

Lengyel Balázs

BME Zéró Karbon Központ kutató munkatárs, lengyel.balazs@bme.hu

A folyamatos igénybejelentés lehetőségének megszűnését követően kettő év múlva kerültek kiadásra az új csatlakozási eljárás keretében igényelt csatlakozásoműszaki és gazdasági feltételeiről szóló tájékoztatók (MGT). Az új eljárásban kiadott feltételek egyrészt a korábbiakhoz képest jóval magasabb csatlakozási díjakat, másrészt jóval hosszabb (5-7 éves) csatlakozási várakozási időtartamot tartalmaztak. Ennek következményeként a kapacitásigényeknek csak egy része (~40%) került a projektgazdák részéről kapacitáslekötési biztosítékkal megerősítésre. A tanulmány részletesen bemutatja és értékeli az első közzétételi eljárás naperőművi és tárolói csatlakozási igényekre vonatkozó eredményeit.

*

Two years after the end of the possibility of continuous connection application, in May-June 2023, within the new connection procedure the technical and economic conditions of the connections applied for were issued. The conditions under the new procedure included both much higher connection fees than before and a much longer waiting period for connection (5-7 years). In response to this, only a part (~40%) of the connection capacity applications were confirmed. The study presents and evaluates the results of the new connection procedure for solar and storage connection applications.

A 2010-es évek végétől drasztikusan megugró csatlakozási kapacitás kereslet, és a hálózatra csatlakozó naperőművi kapacitás robbanásszerű növekedése miatt, amely a villamosenergia-rendszer szabályozási képességére egyre nagyobb terhet rótt, a közép- és nagyfeszültségű hálózathoz való csatlakozás eljárásrendje megreformálásra került. A reform alapját a VET¹ 2021. július 1-től hatályos 35. § (8)-(9) és 171.§. (5) bekezdései tartalmazzák. Röviden az új eljárásrend megszünteti a folyamatos csatlakozási igénybejelentés lehetőségét, és hathavi rendszerességgel rendezendő közzétételi eljárást ír elő, ahol a hálózati engedélyesek meghirdetik a nagyfeszültségű és a nagy/középfeszültségű transzformátorállomásokhoz rendelt az aktuális szabad kapacitásokat és a csatlakozás műszaki és várható gazdasági feltételeiről szóló részletes tájékoztatót (MGT). A szabad kapacitásokra jelentkezhetnek a csatlakozást igénylők, akik részére a hálózati engedélyesek a közzétett szabad kapacitásokat külön kapacitás kiosztási eljárás során osztják ki. Az új rendszer 2021 július 1-től volt hatályos, viszont a részletszabályok kidolgozásának időigénye miatt az első közzétételi eljárásra közel egy évet kellett várni, 2022. május 2-án került megrendezés-

re. Ezalatt az egy év alatt a hálózati engedélyesek már nem fogadtak be új csatlakozási igényt, mivel már az új eljárás volt hatályos, az viszont még nem került implementálásra.

Ezt követően a 2022. május 2-ai közzétételi eljárásban kiderült, hogy a hálózatos társaságok nem hirdetnek meg szabad kapacitást, így minden igényt egyedi eljárás keretében kell benyújtani. Az egyedi eljárásban eredetileg 60 napja volt a hálózati társaságoknak arra, hogy az igényre válaszol kiadják a csatlakozáshoz szükséges műszaki, pénzügyi és egyéb feltételeket tartalmazó MGT-keket, ugyanakkor ez a határidő jogszabályváltoztatások révén folyamatosan tolódozott. Végül az MGT-k a különböző feszültségszinteken 2023. május 10-én és 2023. június 30-án kerültek kiadásra, azaz összesen két évet kellett várni új napos MGT-k kiadására.

Az időtáv mellett a csatlakozási költségek is jelentősen emelkedtek a korábbi időszakhoz képest. A szükséges hálózati infrastruktúra megvalósításának költségét az igénylők a 10/2016. (XI. 14.) MEKH rendelet 2021. április 1-től hatályos módosítása alapján² ugyanis a korábbiakhoz képest nagyobb részben kötelesek viselni. A szabályozás áttért a korábbi ún. 'shallow' díjszabásról, amikor a csatlakozónak a csatlakozási költségeknek csak a közvetlenül felmerülő részét kell fedeznie a 'deep' díjszabásra, amikor a közvetlen költségen felül a rendszerszintű közvetett költségeket is teljesítményarányosan fedeznie kell a csatlakozást igénylőnek. Ennek megfelelően **a csatlakozási díjmeghatározás módosításának eredményeként a projektek szempontjából a közzétételi eljárás során kiadott MGT-k összehasonlítva a 2021. április 1. előtti csatlakozási díjszabályozási környezetben kiadott MGT-keket, jóval jelentősebb csatlakozási költségterhet tartalmaznak.**

A csatlakozási díjmeghatározás módosításának célja szabályozói oldalról kettős. Egyrészt a közvetett költségek megfizettetése révén a beruházásokat a hálózat szempontjából kevésbé megterhelő lokációk felé lehet terelni, a teljes rendszer számára költséghatékonyabb, ha a csatlakozni kívánók a kevesebb hálózati fejlesztést igénylő pontok köré tömörülnek. Másrészt azzal, hogy a közvetett költségeket is megfizetik a beruházók a fogyasztók is részben tehermentesülnek a rendszer fenntartásának költségei alól. A cikk során a csatlakozási eredmények kiértékelése mellett megvizsgáltuk azt is, hogy ezt a kettős célt mennyire sikerült az új rendszernek teljesítenie. Az eredmények alapján elmondható, hogy átlagosan az alacsonyabb közvetett költségű projektek kerültek megerősítésre a

¹ 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról

² Az egyedi eljárásban a szükséges hálózati infrastruktúra megvalósításának költsége az igénylőket az alábbiak szerint terheli a 10/2016. (XI. 14.) MEKH rendelet alapján:

- A fizikai csatlakoztatáshoz szükséges közvetlen csatlakozási díjat teljesen,
- A mögöttes fejlesztések után közvetett csatlakozási díjat teljesítményarányosan,
- A megújulóknak 50% díjkedvezményt igényelhetnek.

projektgazdák részéről, azaz sikerült a hatékonyabb hálózati igénybevitel felé terelni a beruházásokat, a nagyon nagy hálózatfejlesztési igényű projekteket sikerült eltanácsolni.

Ami a közzétételi eljárás eredményét illeti, összesen 343 darab naperőművi csatlakozási igényt bíráltak el a hálózati engedélyesek, amely 3859 MVA új naperőművi beépített teljesítményre vonatkozott. Ennek kicsit több mint harmada (130 darab) olyan projekt volt, ami hibrid erőműre szólt, azaz a naperőművet (1905 MVA) tárolóval (396 MVA) kombinálták. **Végül 917 MVA önálló naperőművi csatlakozási kapacitásigény került kapacitás-lekötési biztosítékkal megerősítésre, míg a hibrid projektekből további 610 MVA naperőművi és 108 MVA tárolói csatlakozási kapacitáslekötést erősítettek meg a piaci szereplők.** Azaz az önálló naperőművi kapacitásigények ~47%-a, a hibrid naperőművi kapacitások 32%-a (kapcsolódó tárolói kapacitások 27%-a) került csak megerősítésre, számos projekt megvalósításától léptek vissza a beruházók a csatlakozási költségek és határidők kedvezőtlen volta miatt.

Az alábbiakban részletesen bemutatjuk és értékeljük az első közzétételi eljárás naperőművi és tárolói csatlakozási igényekre vonatkozó eredményeit.

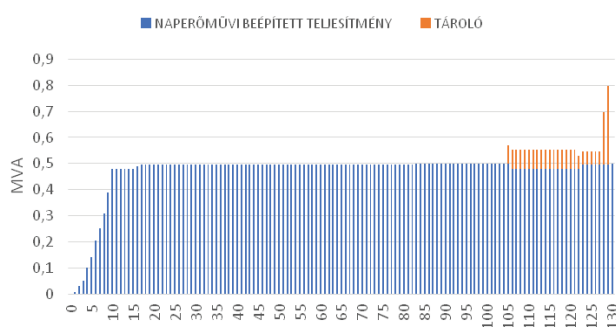
Naperőművi csatlakozási igények³

Mivel a projektek mérete nagyon különböző, érdemes külön méretcsoportonként vizsgálni, mi is történt.

0,5 MVA beépített teljesítmény alatti projektek

A 0,5 MVA beépített teljesítmény egy fontos határ, az azalatti erőművek még nem engedélyköteles kiserőművek. 105 olyan naperőművi csatlakozási igényt adtak be, amely 0,5 MVA alatti beépített teljesítményre szólt, emellett még 25 olyan hibrid (nap+tároló) projektre adtak be csatlakozási igényt, ahol a naperőművi beépített teljesítmény nem haladta meg a 0,5 MVA-t. Azaz a naperőművi csatlakozási igények több mint harmada, 130 db ebből a 0,5 MVA alatti méretkategóriából való. Az alábbi ábra mutatja ezeknek a projekteknek a méretét.

0,5 MVA alatti naperőművi csatlakozási igények

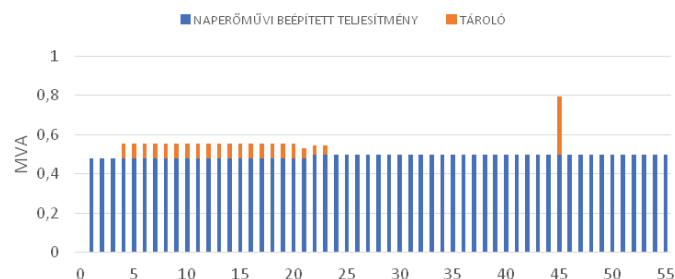


A 130 projekt 93%-a 0,48 MVA és afölött van, 4 mini projekt, 100kVA és azalatt. A 25 hibrid projektekből 17 esetében 15%-a a tárolói teljesítmény a naperőművi teljesítménynek, 6 esetében 10%, emellett van egy 40 és egy 60%-os méretezésű projekt is. A hibrid projekteknél az igényelt betáplálási csatlakozási teljesítmény minden esetben a naperőművi beépített teljesítménnyel egyezett, azaz **a tárolóra plusz betáplálási igényt nem nyújtottak be a projek-**

tek, de vételezési igényt igen, ugyanakkor az igényelt vételezési teljesítmény elhanyagolható mértékű volt, a tárolói teljesítmény mindössze 6-7%-a.

Ebből a 130 projektből végül 55 (41%) erősítette meg kapacitás-lekötési biztosítékkal a kiadott első körös MGT-re a lekötési szándékát. Mint lentebb látszik, **valamennyi kicsi projekt kiesett, és csak 0,48 MVA beépített teljesítményű és annál nagyobb projektek maradtak bent.** Ebből 21 darab, azaz közel 40% hibrid projekt, a naperőművi beépített teljesítményhez képest 10%, 15% és 60%-os tárolói teljesítménnyel.

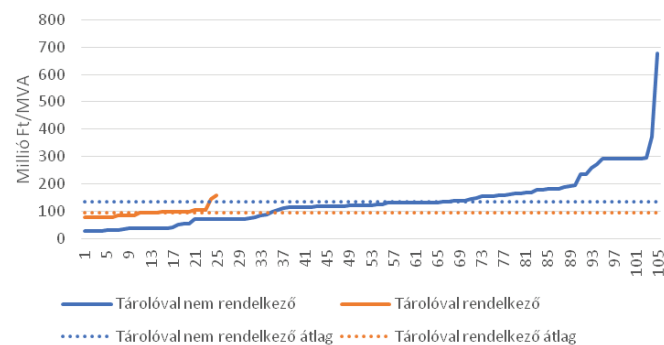
KAPACITÁS-LEKÖTÉSI BIZTOSÍTÉKKAL MEGERŐSÍTETT PROJEKTEK



A kiindulási 130 projekt az első körös MGT-k során 0,2 – 185 millió Ft közötti csatlakozási díjakkal találkozott. Az összemérhetőség kedvéért MVA-ra vetített fajlagos díjköltséget számítottunk. A fajlagos díjköltség számítása során a teljes díjköltség betáplálási kapacitásigényre vetített hányadosával számoltunk. Mivel a tárolói projektek nem igényeltek plusz betáplálási kapacitást, és elhanyagolható vételezési, ezért így tartottuk leginkább összemérhetőnek a különböző projektek költségeit.

Mint látható, a tárolóval nem rendelkező projektek bár alacsonyabb költségszintről indulnak, átlagosan 42,5%-kal drágább fajlagos csatlakozási díjjal rendelkeztek (96 vs. 136 millió Ft/MVA), mint a tárolóval rendelkező projektek. Ebben a kategóriában az összes projektre vetített átlagos fajlagos csatlakozási díj 128,5 millió Ft/MVA volt.

Első körös fajlagos csatlakozási díjköltség

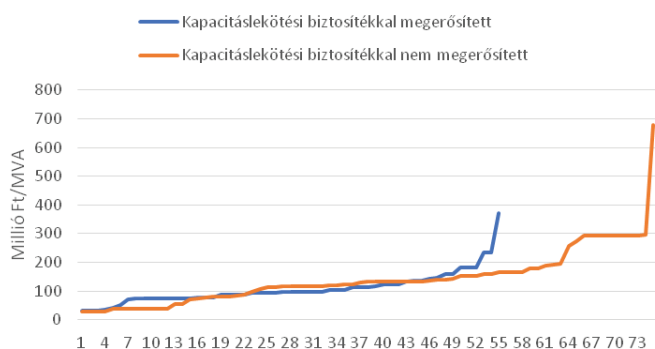


Megvizsgálva, hogy mely projekteket erősítették meg kapacitás-lekötési biztosítékkal, az látszik, hogy a visszautasított MGT-k átlagosan 32%-kal voltak drágábbak a megerősített projekteknél. Egyező méretű projektek között is nagy volt a csatlakozási díjak (közvetlen+közvetett) közötti különbség. Például a 22 darab 0,499 MVA méretű tároló nélküli naperőművi projekt csatlakozási díja 25,5 és 73,28 millió Ft között mozgott. Minden projekt a megerősített

³ A cikk során elemzett adatok forrása a Mavir által publikált Első közzétételi eljárás táblázat: <https://www.mavir.hu/web/mavir/elso-kozzeteteli-eljaras>

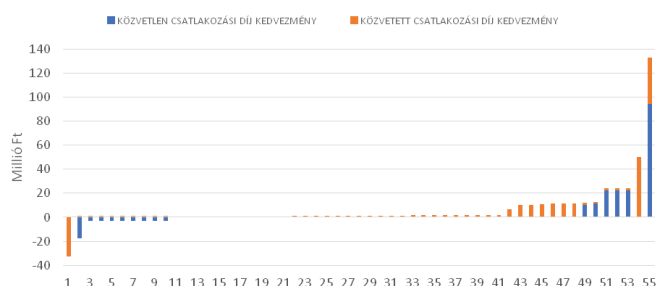
és a visszautasított is 2028. december 31.-re vonatkozó csatlakozási lehetőséget kapott.

Első körös fajlagos csatlakozási díjköltség



Miután kiderült, hogy mely projektek megépítését erősítették meg a projektgazdák, a hálózati társaságok végeztek egy újabb hálózatomodellezést, most már ezzel a 60%-kal kevesebb projekttel. Ennek eredményeként a bent maradt projekteknek kiküldött második körös MGT-k csatlakozási díjai általában kedvezőbbé váltak. Főként a közvetett csatlakozási díjak mérséklődtek, de egyes esetekben a közvetlenek is. Viszont néhány kivételes esetben a csatlakozási díjak emelkedtek. Az alábbi ábra azt mutatja meg, hogy a második körös MGT-kben csatlakozási díjak nominálisan mennyivel lettek kedvezőbbek az első körös csatlakozási díjakhoz képest. (Amennyiben negatív az érték, az azt jelenti, hogy drágább lett a csatlakozás a második körben.)

A második körös MGT-k csatlakozási díjainak javulása az első körös MGT-k díjaihoz képest



Az 55 projektből 10 esetében emelkedett a csatlakozási díj, egy esetben kiugró mértékben nőtt a közvetlen csatlakozási díj, közel 18 millió Ft-tal, amelyet a közvetett csatlakozási díj 1,14 millió Ft-os csökkenése kis mértékben tudott csak ellensúlyozni, egy másik esetben pedig a közvetett csatlakozási díj nőtt 32,5 millió Ft-tal. A maradék 8 esetben egyenként 2,83 millió Ft-tal emelkedett a közvetlen csatlakozási díj, míg 1,14 millió Ft-tal mérséklődött a közvetett csatlakozási díj, így a kiugró két esetben kívül 1,7 millió Ft-os drágulást könnyelhetett el a második körre a maradék 8 projekt. A többi 45 projekt viszont mind jobban járt az első körhöz képest. Hat projekt esetében a közvetlen csatlakozási díjak is kedvezőbbek lettek 10,5-94,5 millió Ft-tal, míg a közvetett csatlakozási díjak az említett egy projekt kivételével mind csökkentek 0,85-50 millió Ft közötti értékkel. Mint az az ábrából látható, vannak igazán nagy nyertesei és vesztesei is a második körnek, míg a projektek nagy része mérsékelten jobban járt a második körrel. Tekintve, hogy ebben a

méretkategóriában az első körös teljes csatlakozási díjköltség 0,2 és 185 millió Ft között alakult a projektek körében a második körös kedvezmények és akár ráfizetések jelentős mértékűnek tekinthetők.

Ebben a kategóriában tehát összesen 55 projekt lépett tovább a megvalósítási fázisba, amelyek 16,85 MVA önálló naperőművi csatlakozási kapacitást és hibrid projekt keretében további 10,15 MVA naperőművi és 1,67 MVA tárolói csatlakozási kapacitást jelentenek. A végső, második körös fajlagos csatlakozási díjköltség pedig 28,3 és 232 millió Ft/MVA között alakult, 95 millió Ft/MVA átlagos érték mellett.

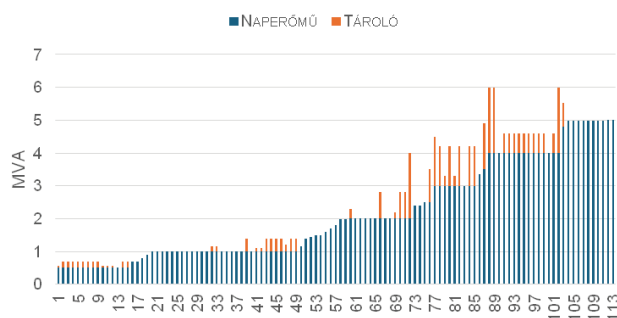
Második körös fajlagos díjköltség



0,5 ≤ 5 MVA csatlakozási teljesítmény közötti projektek

A következő méretkategória a $0,5 \leq 5$ MVA csatlakozási teljesítményű naperőművek. Ebben a kategóriában 113 projekt igényelt csatlakozást, amelyek fele (56 projekt) volt tárolóval kiegészített hibrid projekt. A tárolók mérete leggyakrabban a naperőművi teljesítmény 40%-a volt (27 db projekt), ezt követte gyakoriságban a 15%-os méretezés (18 db projekt), majd a 10% (5 projekt), az 50% (4 projekt), végül 1-1 projekt esetén 20%-os, illetve 100%-os méretezést alkalmaztak.

0,5 - <5 MVA közötti méretű projektek



A hibrid projektek esetében az igényelt betáplálási csatlakozási teljesítmény egy kivétellel megegyezett a naperőművi beépített teljesítménnyel, azaz nem igényeltek ebben a kategóriában sem további betáplálási lehetőséget a tárolókhöz. Az egyetlen kivétel esetében pedig az igényelt betáplálási csatlakozási teljesítmény a naperőművi beépített teljesítménynek mindössze 40%-a volt, megegyezve a kapcsolódó tároló beépített teljesítményével.

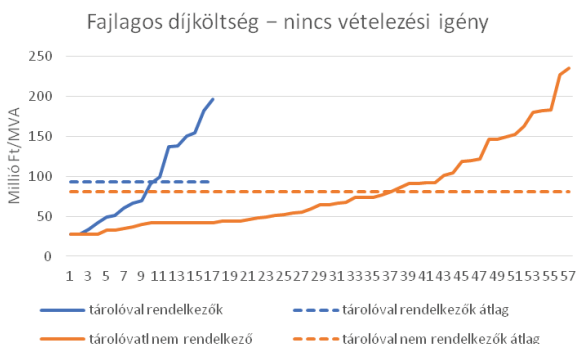
Ami az igényelt vételezési csatlakozási teljesítményt illeti, a projektek 70%-ánál (39 projekt) igényeltek csatlakozási teljesítményt vételezésre is (segédüzemi vételezésen felül), ezek nagysága a tárolói beépített teljesítményhez képest jelentősen szórta:



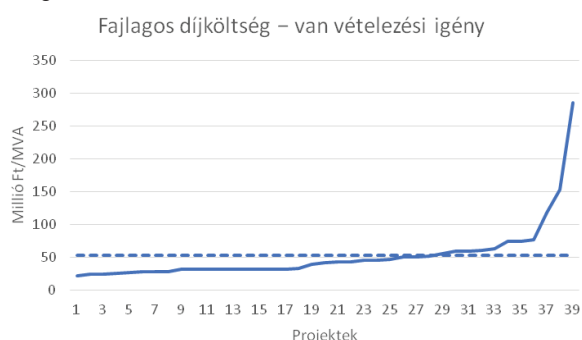
Első körös MGT-k

Az első körben kijánlott MGT-k döntően 2028. december 31-ei hálózati csatlakozási rendelkezésre állást tartalmaztak, kettő 2029. év végéig. A projektek csatlakozási díjköltsége 18,8 – 921 millió Ft között alakult. MVA-ra vetített fajlagos csatlakozási díjköltséget az összehasonlíthatóság kedvéért külön számítottunk azokra a projektekre, ahol nem igényeltek vételezésre csatlakozási teljesítményt (vagy csak segédüzemi vételezést igényeltek), és azokra, ahol külön igényeltek vételezési teljesítményt is.

Ahol nem igényeltek, ott az előző méretkategória esetén készített fajlagos számításhoz hasonlóan jártunk el, a díjköltséget a betáplálási kapacitásigényre vetítettük (ami megegyezett a naperőművi beépített teljesítménnyel). Mint látható, a tárolóval rendelkező projektek esetében 27 és 196 millió Ft/MVA között alakult a fajlagos díjköltség, míg a tárolóval nem rendelkező projektek esetében 27 – 235 millió Ft/MVA között mozogtak az első körös csatlakozási díjak. A tárolóval rendelkező projektek átlagos fajlagos díjköltsége 93 millió Ft/MVA volt, a tárolóval nem rendelkező projekteké pedig mérsékeltebb, 80 millió Ft/MVA.



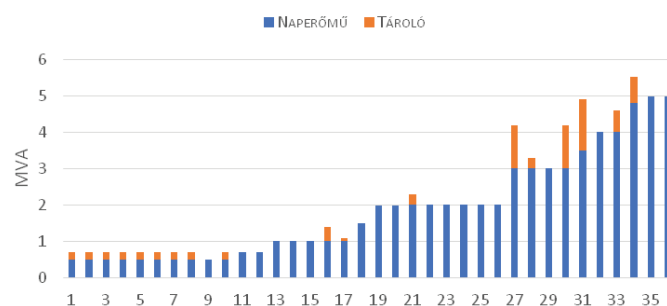
Ahol vételezési teljesítményt is igényeltek (természetesen csak tárolóval rendelkező projektek voltak ilyenek), ott a fajlagos díjköltséget úgy számítottuk, hogy a nominális díjköltséget az igényelt betáplálási és vételezési teljesítmény összegére vetítettük. Az így kalkulált fajlagos csatlakozási díjköltség 21 – 286 millió Ft/MVA között alakult, de a projektek 92%-ának első körös fajlagos csatlakozási díjköltsége 77 millió Ft/MVA alatt volt.



Második körös MGT-k

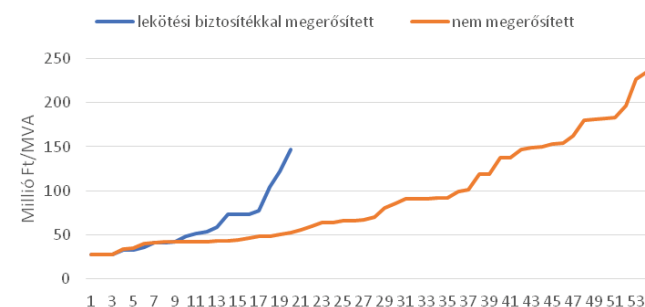
A 113 projektnek mindössze harmadát, 36-ot erősítettek meg kapacitáslekötési díjjal, ezeknek fele (18 darab) tárolóval rendelkező hibrid projekt. A hibrid projektek legnagyobb része (13 darab) esetén a tárolói teljesítmény a naperőművi teljesítmény 40%-ára méretezett, 3 projekt 15%-os, és 2 projekt 10%-os méretezésű. Csak 2028. december 31.-ei csatlakozású projektek kerültek a projektgazdák részéről megerősítésre.

Kapacitás-lekötési díjjal megerősített 0,5 - < 5 MVA projektek



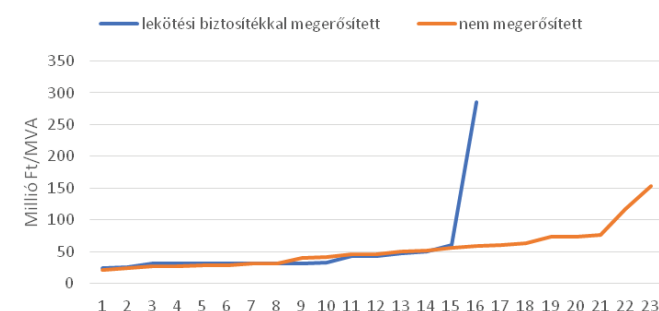
A 36 projektből 20 nem igényelt plusz vételezési csatlakozási teljesítményt. Ezeknek a projekteknek 27 – 147 millió Ft/MVA között alakult a fajlagos díjköltségük, átlagosan pedig 55%-kal volt alacsonyabb a fajlagos díjköltségük a nem megerősített hasonló projektekhez képest.

Vételezési csatlakozást nem igényelt projektek első körös fajlagos díjköltsége



A vételezési csatlakozási teljesítményt is igénylő projektek esetén az a 16 projekt, amelyet kapacitáslekötési biztosítékkal megerősítettek egy outlier kivételével átlagosan 47%-kal alacsonyabb fajlagos díjköltséggel rendelkeztek, mint a meg nem erősített projektek.

Vételezési teljesítményt igényelt projektek fajlagos csatlakozási díjköltsége



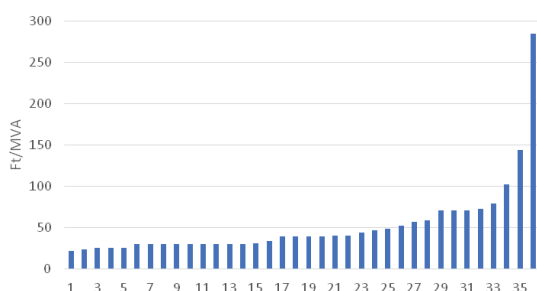
A megerősített MGT-k esetében a második körös hálózatmódosítás itt is általában kedvező eredményű volt. A 36 projekt közül egyetlen projekt esetében lett magasabb a költség a második körre, ekkor viszont igen jelentősen: a 40 millió első körös közvetlen csatlakozási költség a második körben 100 millió Ft-ra nőtt, és ezt az emelkedést nem tudta kompenzálni a közvetett csatlakozási díjban bekövetkezett 4,67 millió Ft-os csökkenés sem. Az összes többi esetben viszont csökkent a csatlakozási díj, azon belül is a közvetett díjem. Az alábbi ábra mutatja ennek a változásnak a mértékét.

A második körös MGT-k csatlakozási díjainak javulása az első körös MGT-k díjaihoz képest



Ebben a méretkategóriában tehát 36 projekt lépett tovább a megvalósítási fázisba, amely 37,4 MVA önálló naperőművi kapacitást jelent és hibrid projekt keretében további 29,8 MVA naperőművi és 8 MVA tárolói csatlakozási kapacitást. A végső, második körös csatlakozási díjköltség pedig fajlagosan 22 és 284 millió Ft/MVA között alakult, átlagosan 53 millió Ft/MVA volt, és a projektek 92%-ának a fajlagos csatlakozási díjköltsége 80 millió Ft/MVA alatt maradt.

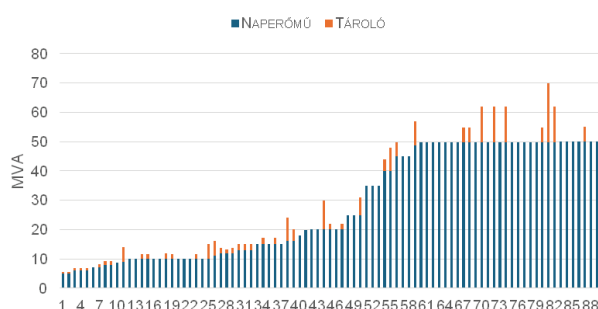
Második körös fajlagos díjköltség



5 ≤ 50 MVA

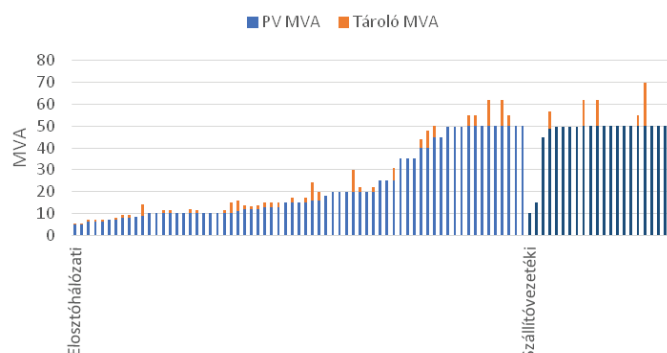
A következő kategória a még mindig kiserőműnek számító, 5 ≤ 50 MW-os naperőműparkok. 89 ilyen méretű projekt igényelt csatlakozást, ennek a fele (43 db) hibrid erőmű volt, tárolóval kombinálva. A hibrid erőművek esetén a leggyakoribb tárolói méretezés a naperőművi teljesítmény 15%-a volt (17 db), ezt követte a 10%-os méretezés (10 db), végül a 24-25%-os méretezés volt még gyakori (6 db). A projektek harmada volt 48,8 MVA és nagyobb (49,9 MVA-ig).

5 - < 50 MVA közötti méretű projektek



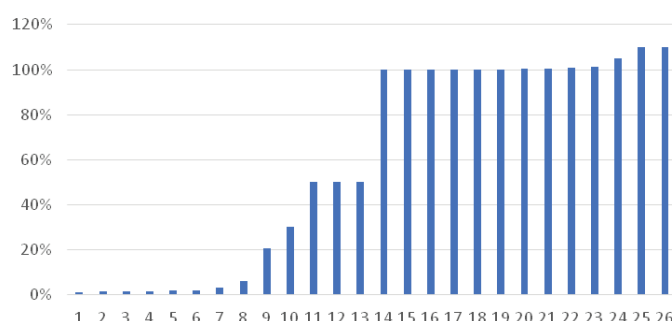
Ebben a kategóriában már nem csak elosztóhálózati projektek voltak, hanem a 89-ből 22 a Mavir hálózatához igényelt csatlakozást. Ezek a projektek jellemzően az 50 MVA-hoz közeli méretű projektek, de van két kisebb méretű projekt is az igénylők között.

Projektek hálózatüzemeltetők szerint



A projektek közül mindössze három esetben haladta meg az igényelt betáplálási teljesítmény a naperőművi beépített teljesítményt, és 26 projekt esetében (29%) volt a segédüzemi vételezésen felüli vételezési csatlakozási igény. Ezek a tárolói beépített teljesítményhez képest jelentősen szórtak, sőt, voltak olyan esetek, ahol a vételezési igény meghaladta a tárolói beépített teljesítményt.

Ígyenlyt vételezési teljesítmény a tárolói beépített teljesítmény arányában

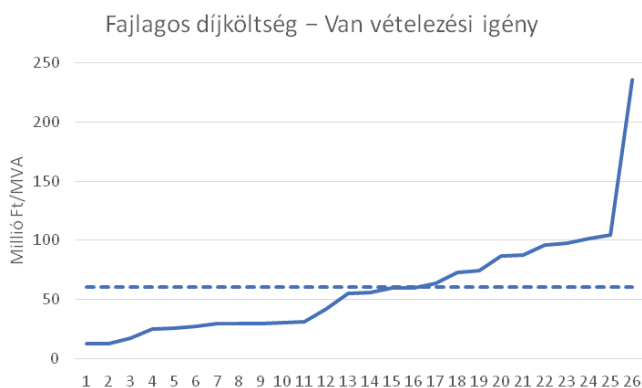


Első körös MGT-k

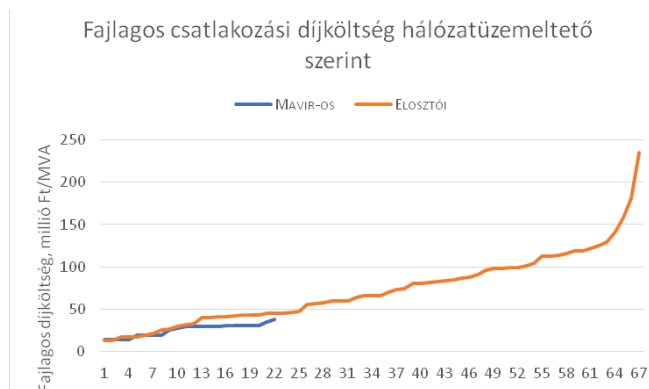
Az első körös MGT-kból 9 szólt 2030. év végi csatlakozásra, 47 darab 2029. év végi csatlakozásra, és 33 darab 2028. év végi csatlakozásra. Ami a csatlakozási díjakat illeti, az első körben kiadott csatlakozási díjak 90 millió Ft és 4,18 milliárd Ft között mozogtak. A fajlagos díjköltséget az előző méretkategóriában alkalmazottak szerint számítjuk, azaz azoknál a projekteknél, ahol nem volt vételezési csatlakozási teljesítmény igényelve, ott a teljes díjköltséget a betáplálási csatlakozási teljesítményre vetítjük, ahol volt vételezési csatlakozási teljesítmény is igényelve, ott az igényelt betáplálási és vételezési csatlakozási teljesítmény összegére vetítjük.

Azoknál a projekteknél, ahol a szereplők nem igényeltek plusz vételezési teljesítményt, a fajlagos díjköltségek 14 és 181 millió Ft/MVA között alakultak. A tárolóval rendelkező projektek átlagos fajlagos díjköltsége 77 millió Ft/MVA volt, míg a tárolóval nem rendelkező projektek átlagos fajlagos díjköltsége ennél 27%-kal alacsonyabb volt, 56 millió Ft/MVA.

A vételezési igénnyel rendelkező projektek esetén a fajlagos díjköltség 13 és 235 millió Ft/MVA között alakult, átlagosan 60 millió Ft/MVA volt.

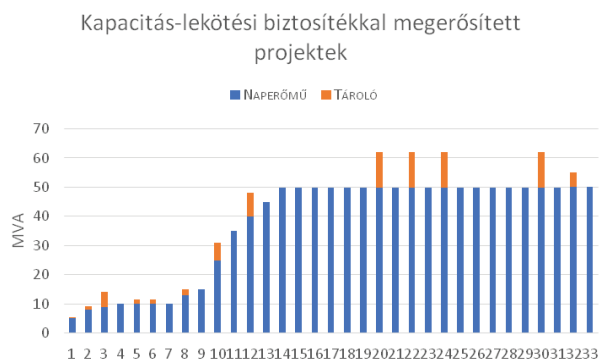


Végül aszerint is megvizsgáltuk a fajlagos díjköltség szintjét, hogy milyen hálózati szinten csatlakoznának a projektek. Természetesen mivel a Mavir hálózatához a nagyobb projektek kapcsolódnak, érthető, hogy ezek a projektek alacsonyabb átlagos fajlagos díjköltséggel rendelkeznek (25,4 millió Ft/MVA vs. 73,2 millió Ft/MVA).

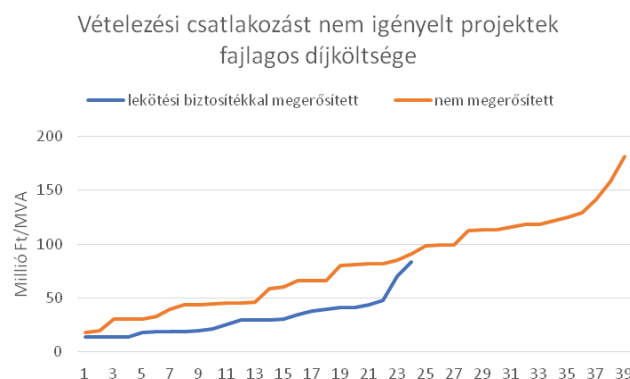


Második körös MGT-k

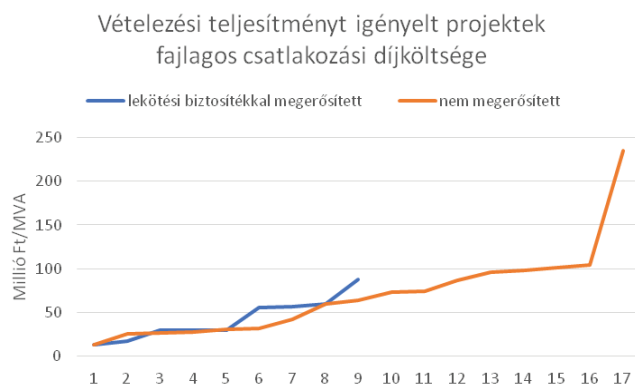
A 89 projektből végül mindössze 33 erősítette meg csatlakozási szándékát (37%), ebből 13 projekt hibrid, és 16 projekt csatlakozna a Mavir hálózatra. A megerősített projektek főként a kategórián belüli nagyobb méretű projektek voltak, 60%- 49,8 MVA és afölötti. Ami a csatlakozás időzítését illeti, mind a kilenc 2030-as projekt meg lett erősítve, a 47 darab 2029-esből 15 került megerősítésre, míg a 33 2028-asból is 9 került megerősítésre. A második körös ajánlatok a sok kiesett projekt eredményeként végül mind 2028-as év végi csatlakozásra vonatkoztak, azaz ebből a szempontból már számos projekt jól járt a második körrel.



A 33 megerősített projektből 24 nem igényelt vételezési csatlakozási teljesítményt. Ezeknek a projekteknek 14 és 84 millió Ft/MVA között alakult az első körös fajlagos csatlakozási díjköltsége, átlagosan pedig 2,5-szer volt alacsonyabb, mint a nem megerősített projektek átlagos fajlagos díjköltsége.



A vételezési csatlakozási teljesítményt is igénylő projektek közül 9-et erősített meg lekötési biztosítékkal. Ennek a kilenc projektnek a fajlagos csatlakozási díjköltsége átlagosan 60%-kal volt alacsonyabb, mint a lekötési biztosítékkal nem megerősített projektek fajlagos csatlakozási díjköltsége.



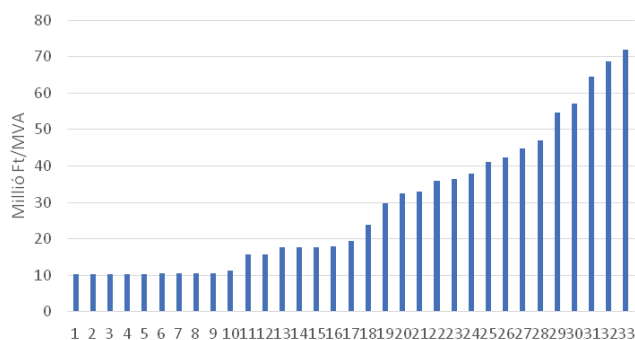
A második körben a jelentősen mérséklődött projektszám miatt a csatlakozási díjak is változtak, az előbbi kategóriához hasonlóan általában a közvetett csatlakozási díjak csökkentek, és a projektek jobban jártak, viszont két projekt esetében a közvetlen csatlakozási költség jelentősen megugrott: 900 millió Ft, illetve 1,771 milliárd Ft-tal. A legnagyobb nyertese a második körnek viszont a közvetlen csatlakozási díjon 780 millió Ft-os csökkenést ért el, és még 495 millió Ft közvetett csatlakozási díjcsökkenést is elszámolhatott.

A második körös MGT-k csatlakozási díjainak javulása az első körös MGT-k díjaihoz képest



Összességében ebben a kategóriában 863 MVA önálló naperőművi kapacitás és hibrid projekt keretében további 370 MVA naperőművi és 79 MVA tárolói kapacitás jutott tovább a következő fázisba. A projektek végső, második körös fajlagos csatlakozási költsége 10,4 és 72 millió Ft/MVA között alakult, átlagosan 28,8 millió Ft/MVA volt.

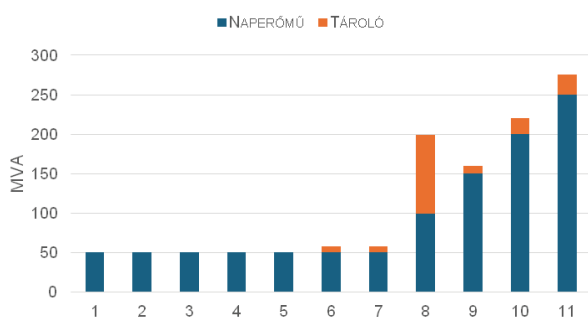
Második körös fajlagos csatlakozási díjak



50 MVA-

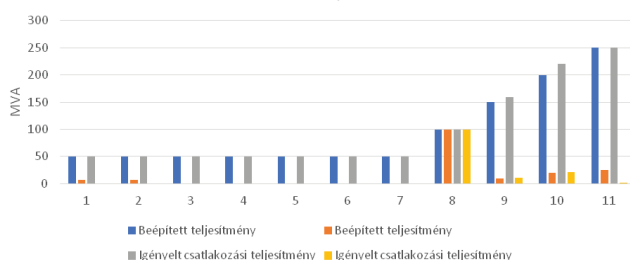
Végül az 50 MVA és afölötti kategóriában 11 naperőművi projekt adott be csatlakozási igényt, hét 50 MVA-s mérettel, emellett volt egy-egy ~100, ~150, 200, és egy 250 MVA-s beépített teljesítménnyel. A projektek közül hat volt hibrid projekt, a naperőművi beépített teljesítményre vetítve 7, 10, 15, illetve 100%-os tárolói beépített teljesítmény mérettel. Két 50 MVA-s projekt elosztóhálózati csatlakozást igényelt, a többi kilenc projekt a Mavir hálózatához csatlakozott volna.

50 MVA és annál nagyobb projektek



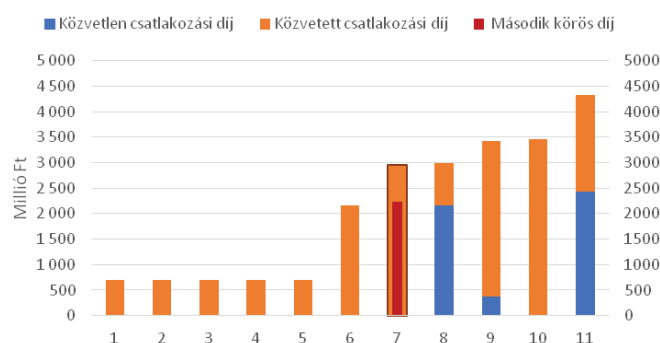
Ami az igényelt csatlakozási teljesítményt illeti, színes kép alakult ki ebben a méretkategóriában. Míg az 50 MVA beépített naperőművi teljesítményű projektek pusztán ennek megfelelő betáplálási teljesítményt igényeltek, akkor is, ha tároló is tartozott a projekthez, a nagyobb projekteknel három esetben vételezési csatlakozási teljesítményt is igényeltek, kettő esetben pedig a betáplálási csatlakozási teljesítmény meg is haladta a naperőművi beépített teljesítményt.

Beépített teljesítmény és igényelt csatlakozási teljesítmény viszonya



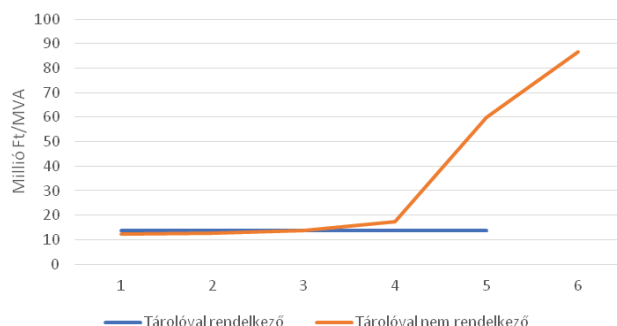
A projektek közül végül egyedül a 200 MVA naperőmű plusz 20 MVA tárolói beépített teljesítményű projektet erősítették meg kapacitás-lekötési biztosítékkal. Az első körben kiadott MGT-kben a csatlakozási díjak 690 millió Ft és 4,33 milliárd Ft között alakultak. Az egyetlen kapacitás-lekötési biztosítékkal megerősített projekt csatlakozási költsége a második körre 2,96 milliárd Ft-ról 2,23 milliárd Ft-ra csökkent, azaz negyedével mérséklődött a csatlakozási díja.

Csatlakozási díjköltségek



A fajlagos csatlakozási díjak, a korábban ismertetett módszertan szerint számítva 12,2 – 86,6 millió Ft/MVA között mozogtak, amely a legalacsonyabb költség sáv az összes méretkategória közül. Ebben a kategóriában a tárolóval rendelkező projekteknek volt átlagosan magasabb a fajlagos díja, viszont az alacsony elemszám miatt főként az egyedi körülmények eredménye ez a kiugró differencia.

Fajlagos csatlakozási díjak

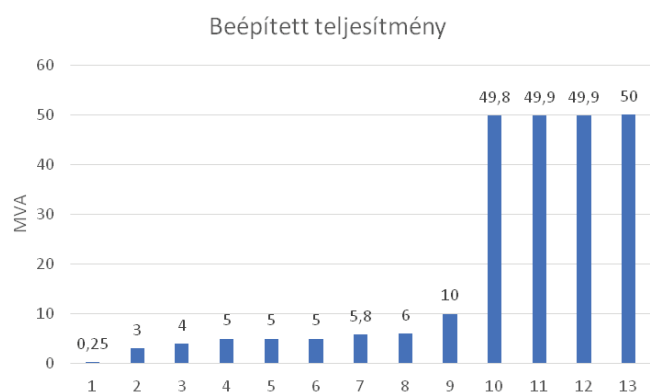


A kapacitás-lekötési biztosítékkal megerősített projekt fajlagos csatlakozási díj költsége már eleve a legalacsonyabb volt, 12,2 millió Ft/MVA, a második körös díjcsökkenés után ez az érték végül 9,2 millió Ft/MVA-ra mérséklődött.

A csatlakozás időpontja két 50 MVAs projekt és a ~100 MVA-s projekt számára 2029 év vége volt a többieké 2030 év vége. Viszont az egyetlen továbblépő projekt számára a csatlakozási dátum végül két évvel korábbra került, 2030 év vége helyett 2028 év végére.

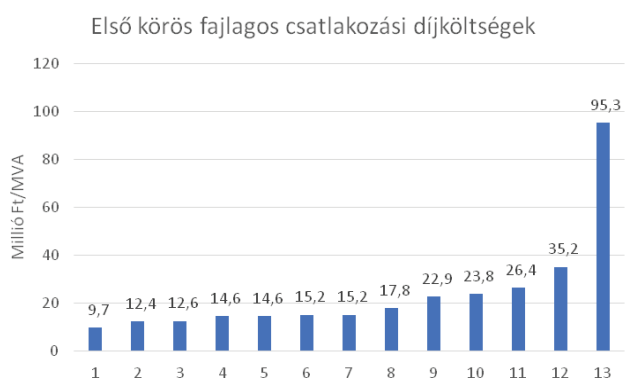
Önálló tárolói projektek

Végül a naperőművi és hibrid projektek mellett jelentős mennyiségű önálló tárolói projekt is igényelt csatlakozást az egyedi eljárás keretében. Összesen 13 önálló tárolói projekt igényelt csatlakozást, különböző méretekben, a négy legnagyobb projekt a Mavir hálózatához, a többi elosztóhálózatra kapcsolódóan. A projektek egy kivételével ugyanakkora betáplálási és vételezési csatlakozást igényeltek, mint a tároló beépített teljesítménye, az 5,5 MVA-s projekt vételezésre csak 5 MVA csatlakozást igényelt.



Első körös MGT-k

Az első körben kiadott MGT-k csatlakozási díjai jelentősen különböztek – a legalacsonyabb nominális csatlakozási díj 5,72 millió Ft volt, míg a legmagasabb 1192 millió Ft volt – jellemzően a közvetett díjak dobták meg a költségeket. A fajlagos csatlakozási díjat a nominális csatlakozási díj és tároló beépített teljesítménye hányadosaként számítottuk. A fajlagos díjak 9,7 és 35,2 millió Ft/MVA között mozogtak, az egy kiugró 95,3 millió Ft/MVA mellett.



A csatlakozás rendelkezésre állási idejére 2028 év végi - 2030 év végi dátumok kerültek kiajánlásra. Ugyanakkor most először lehetőséget adtak a hálózati engedélyesek arra, hogy nem időjárásfüggők esetében bizonyos hálózati adottságok mellett ún. komplementer csatlakozás keretében korlátozások mellett hamarabb is lehessen a hálózatra csatlakozni. A komplementer csatlakozás valójában egy korlátozott hozzáférést nyújtó csatlakozás, amely kihasználja a tárolókban rejlő rugalmasságot, és biztosítja, hogy a tárolók tényleg rendszertámogató irányban fognak üzemelni a kritikus időpontokban, azaz nem csak a gazdasági racionalitásra bízunk, hogy nem akkor fog vételezni, amikor épp hiány van a rendszerben, és hálózatra táplálni, amikor többlet.

Az első körben kiadott MGT-k szerint a tárolók az alábbi komplementer csatlakozási időpontokban nem táplálhatnak majd a hálózatra:

2026. december 31-ig:

- március 1-től március 31-ig 10 és 14 óra között
- április 1-től május 31-ig 11 és 15 óra között

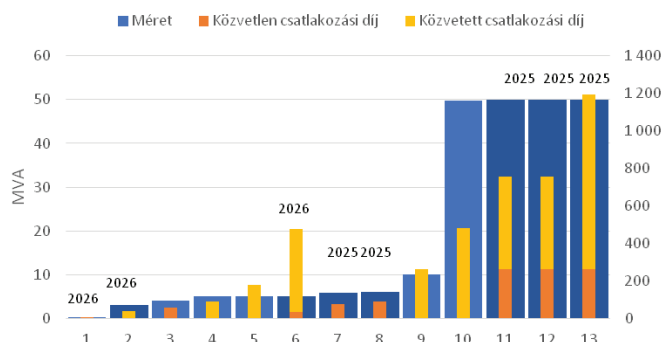
2027. január 1-től a garantált csatlakozás időpontjáig:

- március 1-től március 31-ig 11 és 14 óra között
- április 1-től április 30-ig 12 és 15 óra között
- május 1-től május 31-ig 11 és 15 óra között

azaz a nagyvolumenű naperőművi termelési időszakokban.

Ilyen komplementer csatlakozási lehetőséget a 15-ből 8 tároló kapott 2025 és 2026 év végi csatlakozási lehetőséggel, ahol a garantált csatlakozás mind 2028. december 31. volt. Végül pont ez a nyolc projekt volt az, amelyet kapacitás-lekötési biztosítékkal meg is erősítettek (sötétebb kékkel jelölve az alábbi ábrán).

A tárolói projektek első körös csatlakozási díjai



Második körös MGT-k

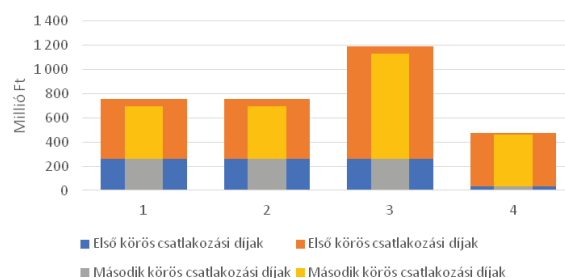
A második körre a modellezések eredményeként a komplementer csatlakozás hálózatra táplálási korlátozásai enyhültek, és a csatlakozási díjak is kis mértékben csökkentek. A második körben kiadott MGT-k szerint az alábbi komplementer csatlakozási időpontokban nem táplálhatnak majd a hálózatra a garantált csatlakozásig:

- április 1-től április 30-ig: 12 és 14 óra között,
- május 1-től május 31-ig: 11 és 14 óra között,

Azaz megszűnt a kétidőszakos megkülönböztetés és a korlátozás időablaka szűkült.

A második körös kiajánlott csatlakozási díjak nem változtak számottevően az első körös díjakhoz képest, négy projekt esetében semmilyen változás nem volt, négy esetében pedig a közvetett csatlakozási díjak mérséklődtek 3-12%-kal.

Csatlakozási díjak változása a második körre, azon projektek esetében, ahol történt változás



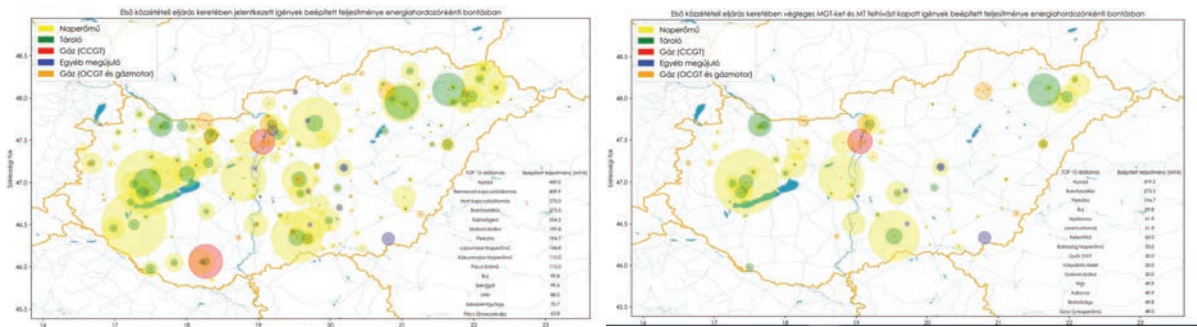
Összefoglalás

Naperőművi és hibrid csatlakozási igények

A csatlakozási eljárás során tehát végül az 1953 MVA önálló naperőművi csatlakozási igényből 917 MVA került kapacitás-lekötési biztosítékkal megerősítésre, míg az 1905 MVA naperőművi plusz 661 MVA tárolói hibrid projektből 610 MVA naperőművi 108 MVA tárolói csatlakozást erősítettek meg. Az átlagos fajlagos csatlakozási díjak a projektméretekkal csökkentek, a legkisebb és legnagyobb méretkategória közötti fajlagos csatlakozási díjköltség különbsége 10-szeres (99,5 vs 9,2 millió Ft/MVA). Minden projekt 2028. december 31-jei hálózati csatlakozás rendelkezésre állási időpontot kapott a második körben. Emellett 8 db önálló tárolói csatlakozás került megerősítésre összesen 169,85 MVA teljesítménnyel át-

1. táblázat. Összefoglaló táblázat: a megerősített naperőművi és tárolói projektek paraméterei

	Kategória		Projekt, db	Naperőművi csatlakozás MVA	Tárolói csatlakozás MVA	Átlagos fajlagos csatlakozási díjköltség, millió Ft/MVA
Naperőművi projektek	0,5 MVA alatt	egyedi	34	16,85	1,7	99,5
		hibrid	21	10,15		87,8
	0,5 ≤ 5 MVA között	egyedi	18	37,4	8	58
		hibrid	18	29,8		47,4
	5 ≤ 50 MVA között	egyedi	20	863,1	78,7	26,9
		hibrid	13	370		31,6
	50 MVA – és annál nagyobb	egyedi	0	200	20	9,2
		hibrid	1			
Összesen			125	1527,3	108,4	
Önálló tároló	0,25 - 50 MVA	önálló	8		169,85	25,75



1. ábra. Csatlakozást igényel (bal), és megerősített projektek (jobb) Forrás: Mavir: PIACI FÓRUM 2023.12.14

lagosan 25,75 millió Ft/MVA fajlagos csatlakozási díjköltség mellett, 2025 és 2026 év végi komplementer csatlakozással.

Érdeemes megvizsgálni, hogy a csatlakozási díjmeghatározás módosítása mennyire volt sikeres két céljában, egyrészt az olcsóbb lokációk felé való terelésben, másrészt a fogyasztók, mint a végső számlafizetők tehermentesítésében.

Ehhez a közvetett költségek alakulását vizsgáljuk. A csatlakozással járó közvetlen költségeket korábban is meg kellett fizetniük a beruházóknak, annak mértéke az egyedi tényezőkön túl feltehetőleg csak az inflációval, beszerzési költségek növekedésével változott. Az alábbi táblázatban összefoglaltuk, hogy hogyan alakult a különböző méretkategóriákban a fajlagos közvetett költségek átlagos mértéke. Látható, hogy – a kis egyedszámú 0,5 MVA alatti csatlakozású hibrid projektek kivételével elmondható, hogy átlagosan az alacsonyabb közvetett költségű projektek kerültek megerősítésre, azaz sikerült a hatékonyabb hálózati igénybevétel felé terelni a beruházásokat, a nagyon nagy hálózatfejlesztési igényű projekteket sikerült eltanácsolni. Ezt az is jól jelzi, hogy a második körös fajlagos közvetett költségek csökkentek.

Emellett a Mavir grafikus kimutatása arról, hogy a csatlakozást igényelt és megerősített projektek földrajzilag hol helyezkednek el jól érzékelteti, hogy mely hálózati csatlakozási területek lehettek drágábbak, kedvezőtlenebbek.

Az összes megerősített naperőművi projekt közvetett költsége 21 223 millió Ft, ami azt jelenti, hogy a fogyasztók azon a haszonon túl, hogy az olcsóbb fejlesztési igényű projektek valósulnak meg, még a megvalósuló esetében 21,2 milliárd Ft-tal kevesebb rendszerköltséget kell, hogy megfizessenek majd a tarifákon keresztül. Az új díjmeghatározási rendszernek köszönhetően ezt a tételt most már a beruházók fizetik.

Beruházói szemmel ugyanakkor ez azt jelenti, hogy fajlagosan a projekt az új díjrendszernek köszönhetően méretkategóriától füg-

2. táblázat. Átlagos fajlagos közvetett költségek alakulása az első körös és második körös MGT-kben

		Átlagos fajlagos közvetett költség		
		Első körös MGT		Első körös MGT
	Típus	Összes projekt	Megerősített projekt	
0,5 MVA alatt	egyedi	52,6	42,8	34,7
	hibrid	46,0	51,1	43,2
0,5 ≤ 5 MVA között	egyedi	51,1	33,0	26,3
	hibrid	31,2	27,1	25,3
5 ≤ 50 MVA között	egyedi	36,2	23,5	17,2
	hibrid	41,4	22,6	16,3
50 MVA - és nagyobb	egyedi	13,8		
	hibrid	18,1	12,2	9,2

gően 9,2 – 43,2 millió Ft/MVA-val drágult. Ez szakértők szerint a naperőművi beruházási költségeket 5-15%-kal növeli meg. Ez is közrejátszhatott abban, hogy végül a naperőművi csatlakozási igényeknek 60%-ától a projektgazdák elálltak.

Az első közzétételi eljárás tehát a fenti eredményekkel zárult: 2028 év végi csatlakozásokkal és jelentős díjemelkedéssel, megcsappant beruházói kedvvel. Emellett az önálló tárolók esetében a rugalmas csatlakozási lehetőség beemeléseivel. Kérdés, hogy a jövőben hogyan folytatódik a csatlakozási folyamat. A második közzétételi és együttes igényvizsgálati eljárás igénybejelentésének határideje 2024. január 4-vel zárult, a tervek szerint február 28-án kiküldésre kerülnek az első körös MGT-k, így hamarosan megismerhető a folytatása.

A cikk a 2021-2.1.1-EK-2021-00001 számú projektek keretén belül a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2021-2.1.1.-EK pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Új elemekkel bővült az energiahatékonyság-javító intézkedések elszámolását segítő EKR-katalógus

Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal
Fenntartható Fejlődés Főosztály

Az energiahatékonyságról szóló 2015. évi LVII. törvény fontos feladatokat adott a Magyar Energetikai és Közmű szabályozási Hivatalnak. A feladatok egyike a végső energia felhasználók és auditorok segítése az energiahatékonyság-javító intézkedések várható és elszámolható eredményének meghatározásában. Erre szolgál az EKR jegyzék melynek, új és tervezett lapjait mutatja be ez a cikk.

*

Act LVII of 2015 on Energy Efficiency addressed essential tasks to the Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority. One task is contributing to final energy users and auditors in determining the expected and accountable results of energy efficiency improvement measures, and the EEO's list serves this purpose. The new and planned pages of the EEO's list are introduced in this article.

2021. január 1-je előtt Magyarország a 2012/27/EU irányelv 7. cikkének energiahatékonyságra vonatkozó kötelezettségeit kizárólag alternatív szakpolitikai intézkedésekkel valósította meg. A 2014-2020-as első kötelezettségi időszakban az elérendő halmozott energiamegtakarítási célérték 167,5 PJ volt. Az energiahatékonysági irányelv 2018-as módosításának eredményeként megnövelt energiamegtakarítási célok a 2021-2030-as időszakra Magyarország számára 337,3 PJ elérését teszik szükségessé. Ehhez a 2021-től kezdődő időszakban a megtakarításokat csaknem duplájára kellett növelni, amihez az alternatív szakpolitikák mellé egy új szakpolitikai eszköz, az ún. energiahatékonysági kötelezettségi rendszer (EKR) bevezetéséről döntött az Országgyűlés. A 2021. január 1-jével bevezetett energiahatékonysági kötelezettségi rendszerből eredő halmozott energiamegtakarítás célértéke 2021 és 2030 között 88 PJ, míg az alternatív szakpolitikákból származó halmozott megtakarítás célértéke 249,3 PJ. A tavaly év végén elfogadott, felülvizsgált energiahatékonysági irányelv nagyságrendileg 50%-kal tovább növeli az energiamegtakarítási célokat. E célok elérése érdekében a meglévő szakpolitikák eredményességét javítani szükséges, amelynek egyik – már a gyakorlatban is bizonyított – eszköze az EKR sztenderd katalógus fejlesztése, újabb intézkedésekkel való bővítése.

A magyar energiahatékonysági kötelezettségi rendszer végrehajtó hatósága a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH), mely sokrétű feladatot lát el a rendszer működtetésével kapcsolatban. A MEKH határozatban állapítja meg a tárgyévben esedékes energiamegtakarítás mértékét, online platformon naprakészen gyűjti a lejelentett megtakarításokat, ellenőrzi a megtakarítások hitelességét, figyelemmel kíséri a kötelezettségek teljesítését és az adatszolgáltatási kötelezettség nem vagy nem megfelelő teljesítése esetén, valamint az energiamegtakarítási és járulékfizetési kötelezettségek nem megfelelő teljesítése esetén szankcionál, to-

vább kidolgozza és évente felülvizsgálja, új intézkedésekkel bővíti a leggyakoribb, egyszerűen elszámolható, sztenderd intézkedéseket tartalmazó jegyzéket (EKR-katalógus).

A villamosenergia- és földgázkereskedők, valamint egyetemes szolgáltatók és üzemanyagértékesítő szervezetek, valamint a saját jogon eljáró felhasználó részére szerződés keretében földgázt szállító felek a részükre a Hivatal határozatában megállapított EKR kötelezettségeket hitelesített energiamegtakarítással (HEM) vagy energiahatékonysági járulék megfizetésével teljesíthetik. A HEM-ek létrehozásában a kötelezettek közvetlenül is részt vehetnek, ezáltal a HEM első jogosultjaivá válhatnak, valamint lehetőségük van arra is, hogy bilaterális úton vagy a hamarosan induló szervezett piacon vásároljanak hitelesített energiamegtakarításokat. A MEKH 772 db kötelezett számára állapított meg a 2024. évre vonatkozó EKR kötelezettséget.

A HEM egy korlátozottan forgalomképes vagyoni értékű jog, amely egy végfelhasználónál megvalósult energiahatékonyság javító intézkedés végrehajtásával és annak energetikai auditáló szervezet által történő hitelesítésével jön létre. A HEM-ek naprakész nyilvántartását a Hivatal egy külön erre a célra fejlesztett online rendszerben vezeti. A HEM nyilvántartási rendszer lehetőséget ad a felhasználóknak HEM-ek bejegyzésére és átruházására. A rendszerben minden tárgyévét követő év március 31-én történik meg az EKR kötelezettségek teljesítése a számlákon rendelkezésre álló HEM-ekből. Az elszámolás vagy a kötelezett által meghatározott egyedi elszámolási sorrend, vagy a MEKH által legkedvezőbbnek ítélt algoritmus szerinti automatikus módon kerül végrehajtásra.

Az intézkedésekkel elért összes éves új végsőenergiamegtakarítás mértéke 2024. február elején már meghaladta az 5,1 PJ/évet, amely több mint a 2021., 2022. és 2023. évekre megállapított EKR kötelezettségek összege. A kötelezettség mértéke 2023-ban 2,5-szerese volt az első két évnek, ami 2024-ben még tovább emelkedik, és meg fogja közelíteni a 3 PJ-t. Az EKR rendszer több mint 3500 energiamegtakarítást eredményező projekt megvalósítását segítette elő. Az eddig látott eredmények visszaigazolják, hogy az EKR bevezetése sikeres volt és túlszárnyalja az előzetes elvárásokat. Ugyanakkor tény, hogy az első két évi kötelezettség – a fokozatos bevezetés céljából – alacsony volt, így a rendszer valódi próbája csak most következik. Ezt támogatandó a MEKH felülvizsgálta, átdolgozta és új intézkedésekkel egészítette ki az először 2021 szeptemberében kiadott sztenderd elszámolási intézkedéseket tartalmazó EKR Katalógust.

Az EKR-kötelezettek nem csak egyedi energetikai auditál elszámolható fejlesztéseket valósíthatnak meg, hanem a standardizált központi jegyzékből is választhatnak projekteket, amely ily módon jelentősen csökkentheti az elszámolás adminisztratív költségeit és egyúttal a jegyzék megfelelő használata minimalizálja azt a bizonytalansági kockázatot is, hogy a MEKH egy ellenőrzés során szankciót alkalmazzon. Az EKR katalógus olyan egyszerűsíti-

tett módon elszámolható intézkedés-típusokat sorol fel, amelyekkel végsőenergia-megtakarítás érhető el. Az egyes intézkedéstípusok adatai többek között tartalmazzák az intézkedés lehatárolt leírását; a kiindulási állapot és az intézkedést követő állapot rögzítésének módját, tartalmát; az elszámolható élettartamot és az avulás mértékét; a teljesítménytényezők leírását és azok kiszámításának elveit, az éves megtakarítás számítási képletét; a benyújtandó dokumentumokat, valamint egyéb fontos, az elszámolást támogató információkat.

A közelmúltban megjelent, megújult EKR-katalógus megkönynyíti az energetikai auditorok és az auditáló szervezetek munkáját, hiszen a jegyzékben szereplő számítási módszertanok a MEKH jóváhagyásával rendelkeznek, ami biztosítja, hogy a HEM-ekkel kapcsolatos számítások egységes szakmai tartalommal jöjjenek létre. A vállalkozói és közintézményi szféra energiafelhasználásának csökkentését célzó Integrált Energhahatékonyági Projekt keretében, szakmai szervezetek széleskörű bevonásával frissített katalógus 12 új intézkedéslapot tartalmaz:

- Split klímaberendezések fűtési célú alkalmazása
- Szakasos fűtéssel, időszakos fűtés csökkentéssel elérhető végsőenergia megtakarítás (Programvezérelt fűtéssel elérhető végső energia megtakarítás)
- Háztartási készülékek cseréjének egyszerűsített számítása energiacímkék alapján
- Légűtésű sűrűtett levegő kompresszor hulladék hőjének hasznosítása
- Vízűtésű sűrűtett levegő kompresszor hulladék hőjének hasznosítása
- Egyszerűsített számítás lakóépületek utólagos komplex hőszigetelésével elért végsőenergia-megtakarítás kimutatására
- Egyszerűsített számítás lakóépületek nyílászáró cserével elért végsőenergia-megtakarítására
- Egyszerűsített számítás lakóépületek utólagos komplex hőszigetelésével és nyílászáró cserével együtt elért végsőenergia-megtakarítás kimutatására
- Üvegezett felületek direkt sugárzás elleni védelme
- Professzionális hűtőbútorok és sokkolóhűtők cseréje

- Helyiség és technológiai folyadékűtők cseréje
- Energiamegtakarítás tehergépjármű energiatakarékosabbra cseréjével

A jegyzék bővítése mellett a MEKH szakemberei egységesítették az egyes intézkedésekre vonatkozó szabályozásokat, átűtették az időközben hatályba lépett jogszabályi változásokat és érvényesítették az intézkedések gyakorlati megvalósítása során szerzett tapasztalatokat is.

A felűlvizsgálatot és a jegyzék további bővítését a MEKH 2024-ben is el fogja végezni, amelyhez várja az energiahatékonysági szektor érintettjeinek javaslatait. Kidolgozás alatt áll újabb 10 db katalóguslap a következő témákban, amelyeket hamarosan részleteiben is be fogunk mutatni a megszokott folyamat szerint, iparági egyeztetés keretében:

- Hőelosztó rendszer szigetetlen vezetékeinek és szerelvényeinek hőszigetelése
- Lakóépület fűtési rendszer szabályozhatóságának korszerűsítése és hidraulikai beűabályozása
- Vízszivattyú cseréje
- Energia felhasználás energiahatékonyságának növelése világos almerő beépítéssel
- Energia-vételezés energiahatékonyságának növelése energia mérési rendszer (EMS) beépítéssel
- Profilűveg homlokzat korszerűsítése
- Központi hűtőberendezés hulladékű hő hasznosítása
- Központi komfort hűtőberendezés cseréje
- Vízelosztó hálózat rejtett szivárgásainak csökkentése
- Fűtési energiamegtakarítás meghatározása mért értékek alapján

Újabb lökést adhat a hazai energiahatékonysági piac élénkűlésének az EKR szervezett piaci kereskedés elindulása, ahol transzparens módon lehet majd kereskedni a HEM-ekkel. A tőzsdei kereskedés elindulásával a MEKH új feladatot is kapott. A Hivatal felűgyeli az újonnan induló tőzsde működését, amelynek keretében az új tőzsde Piaci Szabályzata már jóváhagyásra került.

KLENEN24 kiállító



2008-óta működő 100%-ban magyar tulajdonű, családi vállalkozás. Piacvezető műszaki szolgáltatást nyűjtunk energiamegtakarításű célű épűletgépészeti szigetelésű projektekben. Cégűnk elűtelezett az innovatív technológiák fejlesztésében, elterjedésében az ipari szigeteléstechika területén. Hívatásűnk az EU energiapolitikájával összhangban a magyarországi ipari energiahatékonyság fejlesztése, gazdaságosan, műszakilag előremutató módon. Újrafelhasználható szigetelések fejlesztése, gyártása, projekt kivűtelezés és energetikai számítás egy kézben.



A Heatventors cég terméke az intelligens hőakkumulátor minden épűlet és technológia számára elérhetővé teszi egyszerű környezetbarát módon, kis helyen, hosszú élettartam mellett, a fázisváltó anyagokkal történű hőenergia tárolást. A hőakkumulátor segítségével hűtési és fűtési rendszerekben energiát lehet megtakarítani, hatékonyság javítással, biztosítani lehet a folyamatos hőenergia ellátást és csökkenteni lehet az energiatermelű eszközök meghibásodását is.



Mottóűnk: „Csak egy kevés áram kell hozzá, és semmi más. Az eldobható szűrű a múlté lehet.” Fenntarthatóságot és energiahatékonyságot támogató elektrosztatikus levűgűszűrésű- fertőtlenítésű- és szagtalanításű technológiákat biztosítűnk többek között a létesítmény-űzemeltetés, a konyhák és a vendéglátás, az ipar, a mezűgazdaság, az egészségűgy területén. Megoldásűnk ESG metrikákkal tervezhetűk és mérhetűk, WELL, LEED, BREEAM épűletminősítésekűnél számos kredíthez járűlnak hozzá.

Energiakereskedő, mint kötelezett lehetőségei az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerben és az energiahatékonysági piacon¹

Kiss László

energetika és energiahatékonyság igazgató, MET Central Europe Magyarország, laszlo.kiss@met.com

Az energiahatékonysági direktíva szemléletében az energiahatékonysági kötelezettségi rendszer, mint szakpolitikai eszköz alkalmazása melletti legfőbb érv a szabályozó szempontjából az, hogy az energiaszolgáltatók, az energia- kiskereskedők és az energiaelosztók tudják a legjobban azonosítani az energiamegtakarításokat ügyfelek körében, és képesek energiamegtakarítást elérni az energetikai szolgáltatásokra vonatkozó üzleti modelljeikben a végfelhasználóknál. Értékelésünk szerint többféle és komplex, vagy kevésbé komplex megoldási lehetőségek mentén indulhatnak el a kötelezett energia-kereskedők az előírt kötelezettségeik teljesítése érdekében, de kettő irány egyértelmű alapvető lehetőségnek tekinthető. Kötelezettségeik teljesítése érdekében energiamegtakarításokról szóló tanúsítványokat vásárolnak, vagy valamilyen célzott stratégia mentén létrehozzák azt a szervezeti struktúrát, ami lehetővé teszi, hogy közvetlenül is részt vegyenek hatékonyságot célzó projektekben és az ezen projektek hitelesítésével előálló tanúsítványokat használják fel részben vagy egészében kötelezettségeik fedezésére. Adott energiakereskedő számára a legmegfelelőbb stratégia kiválasztása függ az üzleti szemléletétől, céljaitól, rendelkezésre álló erőforrásaitól, vagy éppen a piaci pozíciójától, azonban mindenképpen figyelembe kell vennie a piaci és szabályozási trendeket és kockázatokat. Mindkét útvonal előnyökkel és kihívásokkal jár. A szolgáltatások bővítése lehetőséget kínál a piaci növekedésre és az ügyfelek igényeinek komplexebb kielégítéséremíg a tanúsítványok beszerzésére történő összpontosítás egy hatékony és egyszerű megoldást jelent az energiahatékonysági jogszabályi követelmények teljesítésére.

*

The main argument for the use of the energy efficiency obligation scheme as a policy instrument in the Energy Efficiency Directive approach from the regulator's perspective is that energy service providers, energy retailers and energy distributors are best placed to identify energy savings among their customers and to achieve energy savings in their business models for energy services to end-users. In our assessment, there are a number of different and complex or less complex options for obligated energy retailers to pursue to meet their required obligations, but two directions are clearly seen as the core options. Either they purchase energy savings certificates to meet their obligations, or they set up an organisational structure along some targeted strategy that allows them to participate directly in efficiency projects and use the certificates generated by the certification of these projects to cover part or all of their obligations. The choice of the most appropriate strategy

for a given energy trader will depend on its business approach, its objectives, its available resources or even its market position, but it must take into account market and regulatory trends and risks. Both routes have their benefits and challenges. Expanding services offers the opportunity to grow the market and meet customer needs in a more complex way, while focusing on obtaining certificates is an efficient and simple way to meet energy efficiency legislation requirements.

Az EU energiahatékonysági irányelvének (EED) célja, hogy az Európai Unió tagállamai elköteleződjenek az energiahatékonyság növelésével az éghajlatvédelmi törekvések fokozása, az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése iránt. A már többször módosított irányelv rendelkezései alapján az Unió 2030-ra kitűzött energiaügyi és éghajlat-politikai célkitűzései, valamint a 2050-re célul kitűzött klímasemlegesség eléréséhez meghatározott tagállami hozzájárulásként Magyarország a 2021-2030 közötti második kötelezettségi időszakban 485 PJ halmozott végfelhasználási energiamegtakarítást kell elérjen. Az EED szabályozói eszközrendszerének keretein belül a tagállamoknak szakpolitikák segítségével kell eleget tenniük megtakarítási kötelezettségeiknek. Értékelésünk szerint hatékony piac és támogató alternatív szakpolitikák segítségével is nagy kihívást jelent az egy számmal meghatározott cél elérése, mert az energiahatékonysági projektek azonosításától a beruházás finanszírozási hátterének biztosításán keresztül a helyes és jogszerű dokumentációhalmaz, vagyis a tanúsítvány megalkotásához egyrésztől szerteágazó tudás szükséges, hatékony integrálásuk a teljes folyamatba elengedhetetlen, másrésztől a nagyszámosságú, eltérő és sokszínű egyedi projekt lehetőség szervezése és végrehajtása jelentős erőforrást igényel.

Egy lehetséges EED szerint alkalmazható szakpolitikai eszköz az energiahatékonysági kötelezettségi rendszer (EKR). A kötelezettségi rendszerek szabályainak kialakítása és alkalmazása számos tanulmányon, elemzésen alapul és nem csak európai országok, ezen belül is 16 tagállam, hanem más földrészek országai is alkalmazzák. Az energiahatékonysági irányelv szemléletében az energiahatékonysági kötelezettségi rendszer, mint szakpolitikai eszköz alkalmazása melletti legfőbb érv az, hogy az energiaszolgáltatók, az energia- kiskereskedők és az energiaelosztók tudják legjobban azonosítani az energiamegtakarítást az ügyfelek körében, és képesek igazolt energiamegtakarítást elérni az energetikai szolgáltatásokra vonatkozó üzleti modelljeikben a végfelhasználóknál. A szabályozói kijelölésük előnyei között említhetjük, hogy (i) az energiapiac az energiakereskedők rendelkeznek tapasztalattal és ismeretekkel a végfelhasználói szokásokról, felhasználási profilokról, az energiafelhasználások céljairól, ezáltal hatékonyabban tudják azonosítani és kezelni az energia-megtakarítási projekteket,

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

(ii) a rájuk ruházott felelősséggel és kiemelt szerepükkel a megtakarítási felelősségek és a kötelezettségek megoszlanak, így a tagállamoknak nem kell egyedül viselniük a szervezési és kötelezettségi terheket, (iii) a versenyképes piaci környezet ösztönözheti az energiakereskedőket, hogy innovatív megoldásokat találjanak, vagy hozzanak létre az energiahatékonyság javítása érdekében, (iv) de elmondható az is, hogy a kereskedők kijelölésével az államok lehetővé teszik, pontosabban ösztönzik a magánszektor szereplőinek aktív részvételét az energiahatékonysági célok elérésében.

Kitekintve az energiaátmenet komplex és többretegű folyamatára a fosszilis tüzelőanyagoktól a megújuló energiaforrások felé történő áttérésben egyértelműen jelen lesz az energiahatékonyság, valamint az energiát felhasználó – végfogyasztói – vállalkozások számára az energiahatékonysági beruházásoknak saját gazdasági érdekeik miatt is értéke lesz. Az energiaágazat gyorsan változik a környezettudatos szabályozások, a technológiai fejlődés és a piaci igények miatt, ebből eredően azt gondoljuk az energiahatékonysági piac dinamikus és nagyon változatos időszak előtt áll, amely különböző üzleti, innovációs és növekedési lehetőségeket kínál a piac minden aktív szereplője számára.

Energiakereskedő kihívásai az EKR-ben

Az energiakereskedők, mint kötelezettek számára az EKR bevezetése számos új kihívást és kockázatot hozott, miközben változó mértékű kötelezettségeiknek természetesen folyamatosan meg kell felelniük. A fő kihívásokat nem teljeskörűen a szigorú szabályozási követelmények, a tanúsítványokhoz való piaci hozzáférés, a tanúsítványok kínálata, a kötelezettségek nem teljesítésének kockázata, magában foglalva az ehhez kapcsolt pénzbírságot és kockázatokat, illetve a pénzügyi terhek szükségszerű áthárítása miatti piaci hírnév esetleges romlása mellett a kötelezettségi időszakban a tanúsítványok piacának áringadozásai, a szabályozási környezet változása, az energiahatékonysági pénzügyi támogatások szükségessége jelentik.

Lehetőségek és útvonalak

Tekintettel arra, hogy az energiahatékonyság javítása kulcsfontosságú, a megtakarítási potenciál az energiakereskedő számára nemcsak a jogi megfelelés – azaz előírt mennyiségű tanúsítvány összegyűjtése a piacon – és a fenntarthatóság elvárásainak eleget tenni kívánó lehetőség, hanem további lehetőség üzleti innováció, piaci növekedés és versenyelőny szempontjából is. Véleményünk szerint alapvetően két irányban indulhat el egy kötelezett energiakereskedő. Kötelezettségei teljesítése érdekében hitelesített energiamegtakarítási tanúsítványokat vásárol, vagy valamilyen célzott stratégia mentén létrehozza azt a szervezeti struktúrát, ami lehetővé teszi, hogy közvetlenül is részt vegyen végfelhasználóknál hatékonyságot célzó projektekben, amely lehet gazdasági és/vagy műszaki fókuszban.

Tanúsítványok vásárlása

Az egyik lehetőség a tanúsítványok piacon történő megvásárlása. Ez az útvonal jelenti az egyszerűbb és közvetlen megoldást, a kötelezett kereskedő elsősorban a tanúsítványok piacára összpontosít, tanúsítványokat vásárol harmadik felektől, kötelezettektől vagy szervezett piaci aukciókon annak érdekében, hogy teljesítse minden évben a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal által előírt energiamentiségű tanúsítvány biztosítási kötelezettségét. Amennyiben ez az irány látszik célszerűnek a vállalkozás

számára, az előnyei között szerepel az alacsony kezdeti beruházási költség és a nem jelentős mértékű szervezeti változtatás. A hátrányok közé tartozik a piaci áringadozásoknak való kitettség és a magas költségek kockázata, valamint a kevésbé közvetlen hozzájárulás az energiahatékonyság javításához, ami igazán a vállalat külső megítélésénél hátrányos.

A kihívások leküzdésére megoldás lehet az árak folyamatos nyomon követése, hosszabb távú vásárlási szerződések megkötése, alternatív tanúsítvány beszerzési források megtalálása. A piaci elemzések és trendek monitorozása lehetővé teszi, hogy a kereskedő időben reagáljon az előrejelzésekre a piaci változásokra és csökkentse kockázatait. Partnerséget kialakítása más vállalatokkal nyújthat alternatív beszerzési lehetőségeket.

Energiahatékonysági szolgáltatások biztosítása a piacon

Egy másik lehetőség a saját energiahatékonysági projektek kifejlesztése és piacra vitele, ami magában foglalhatja az energiaauditokat, energia-menedzsment megoldásokat, tanácsadást, technológiai innovációkat és más egyéb kapcsolható termékeket és szolgáltatásokat. Ez az útvonal lehetővé teszi a kereskedő számára, hogy közvetlenül ott legyen az energiafelhasználások javításában annak minden előnyével együtt, azonban ez a megoldás lényegesen magasabb kezdeti beruházást és jelentős szervezeti változásokat igényel. Az előnyei közé tartozik a könnyebb kötelezettségi megfelelés, a versenyelőny megszerzésének lehetősége, a szolgáltatások diverzifikációja, és az ügyfelek szélesebb körű kiszolgálásával az ügyfélkapcsolatok erősítése, azonban lényegesen nagyobb működési költségeket, és egyértelműen hosszú távú elköteleződést igényel a vállalkozástól. A termékek összekapcsolhatóak az energiaellátással, a vállalatok termelési és működési hatékonyságának növelésével vagy éppen finanszírozási megoldásokkal. Megfelelően stabil és kiszámítható szabályozási környezetben, – amely alapvető elvárás minden szektor számára – az energiakereskedők a termékfejlesztésben a működésükkel, a pénzügyi finanszírozáshoz való hozzáférésükön és az ügyfélportfóliójukon és elérési képességükön keresztül gyorsan integrálhatják az energiahatékonysági fejlesztési lehetőségeket.

A kihívások között meghatározó tényező a szükséges műszaki szakértelem megszerzése, mert a műszaki és auditálási ismeretek hiánya egyértelmű versenyhátrányt jelent. Az energetikai auditorok, mérnökirodák professzionális mély műszaki tudásuk rendelkezésre állásával az energiahatékonysági projektek azonosításában és megoldásában előnyben vannak az energiakereskedőkkel szemben. A kereskedő természetesen szervezetfejlesztéssel és partnerségek kialakításával számos lépést tehet annak érdekében, hogy megszerezze a szolgáltatások biztosításához szükséges képességeket és tudást, javítva versenyképességét az energiahatékonysági piacon való közvetlen részvételben. Ez a terület az, ahol bátran kiemelhetjük, mindenki számára a legfontosabb kérdés az lesz mennyi műszaki szakember áll majd rendelkezésre a jövőbeni energiahatékonysági célok eléréséhez. Az energiahatékonyság, de a teljes energia átmenet megfelelő szakemberek, mérnökök nélkül nem lesz megvalósítható.

Energiakereskedőként az energiahatékonysági célok elérése szempontjából fontosnak tartjuk az auditorokkal és mérnökirodákkal való együttműködést. Ez az együttműködés számos közös előnyt kínálhat, mint például a kiegészítő szakértelmek és erőforrások megosztása, a hatékonyabb projektmenedzsment és a költ-

ség hatékonyabb megoldások megvalósítása. Amíg az energetikai auditorok, mérnökirodák, szolgáltatók műszaki ismereteik bázisán előnyben lehetnek az energiakereskedőkkel szemben néhány területen, mindkét szereplőnek megvan a maga szerepe és előnye az energiahatékonyság terén. A legfontosabb az, hogy az ügyfelekhez a legjobb megoldások jussanak el, és kerüljenek megvalósításra.

Összefoglalás

Értékelésünk szerint többféle megoldás mentén működhet egy energiakereskedő vállalkozás az EKR-nek történő megfelelés érdekében, de kettő irány egyértelmű alapvető lehetőségnek tekinthető. Az energiakereskedő kötelezettségei teljesítése érdekében energiamegtakarítási tanúsítványokat vásárol, vagy valamilyen célzott stratégia mentén létrehozza azt a szervezeti struktúrát, ami lehetővé teszi, hogy közvetlenül is részt vegyen energiahatékonyságot célzó projektekben és az ezen projektek hitelesítésével előálló tanúsítványokat használja fel részben, vagy egészében kötelezettségei fedezésére. Adott energiakereskedő számára a legmegfelelőbb stratégia kiválasztása függhet az üzleti szemléletétől, céljaitól, rendelkezésre álló erőforrásaitól, méretétől, vagy a piaci pozíciójától, azonban mindenképpen figyelembe kell vennie a piaci és szabályozási trendeket és kockázatokat. Mindkét útvonal előnyökkel és kihívásokkal jár.

A szolgáltatások bővítése lehetőséget kínál a piaci növekedésre és az ügyfelek igényeinek komplexebb kielégítésére, amíg a tanúsítványok beszerzésére történő összpontosítás egy hatékony és egyszerű megoldást jelent az energiahatékonysági jogszabályi követelmények teljesítésére.

Az energiahatékonyság területén jelentős megtakarítási potenciált és növekedési lehetőséget lát a MET Csoport, amely üzleti területen meghatározó szolgáltatóvá kíván válni, valamint párbeszédet és hosszú távú sikeres együttműködést elérni a piac szereplőivel.

Irodalomjegyzék

- [1] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2023/1791 Irányelve (2023. szeptember 13.) az energiahatékonyságról és az (EU) 2023/955 rendelet módosításáról
- [2] Report from the Commission to the European Parliament and the Council: 2022 report on the achievement of the 2020 energy efficiency targets
- [3] Commission staff working document: Evaluation of Articles 6 and 7 of the Energy Efficiency Directive (2012/27/EU)
- [4] Javaslat az Európai Parlament és a Tanács Irányelve az energiahatékonyságról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről. COM(2011) 370 végleges. 2011/0172 (COD)
- [5] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal honlapja: <https://www.enhat.mekh.hu/ekr>

Reményi Károly akadémikus köszöntése 90. születésnapja alkalmából



Reményi Károly 1934-ben Pestszenterzsébetben született, Széchenyi-díjas gépész- és villamosmérnök, energetikus, egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja. Kutatási területe az energetika, a gyenge minőségű szén tüzeléstechnikája és a klímaváltozás.

Nevéhez fűződik a „hibrid-fluidizációs tüzelési rendszer”

kidolgozása, valamint több magyar hőerőmű üzembehelyezésével kapcsolatos probléma megoldása. 1970 és 1992 között a Villamosenergia-ipari Kutatóintézet (VEIKI) igazgatóhelyettese.

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

1967-ben védte meg a műszaki tudományok kandidátusi, 1974-ben akadémiai doktori értekezését. Az MTA Energetikai, illetve az Áramlás és Hőtechnikai Bizottságának lett tagja. 1987-ben választották meg a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1998-ban pedig rendes tagjává. 1988-tól annak 1995-ös megszűnéséig a Tudományos Minősítő Bizottság tagja volt. Emellett a

Könyv és Folyóirat-kiadó Bizottság és a Környezettudományi Elnöki Bizottság munkájában is részt vett. Akadémiai tisztségei mellett az Energiagazdálkodási Tudományos elnökségi tagja volt, az Energia Világkonferencia magyar nemzeti bizottságának elnöke. Az Acta Technica szerkesztőbizottságába is bekerült.

Fő kutatási területei az energetika és a tüzeléstechnika, a gyenge minőségű szén felhasználása, a szénkeverékek aprítási és égési törvényszerűségeivel, valamint a szénhidrogének és a szénportűz stabilitásával is foglalkozott. A 2000-es évek második felétől kutatásai középpontjában a globális éghajlatváltozás folyamatai állnak.

Legjelentősebb szabadalma a munkatársával kidolgozott úgynevezett „hibrid-fluidizációs tüzelési rendszer”, amelynek jelentősége, hogy az eljárás a tüzelés stabilitásával, károsanyag-kibocsátásával, valamint a különböző tüzelőanyagok minőségváltozásával kapcsolatos problémákra megoldást ad, illetve lényeges hatékonyság javítást eredményezett. A rendszer hozzájárult a kutatás-fejlesztés eredményességéhez a villamosenergia-termelésben. További szabadalmai közé tartozik egy új elven működő szénőrlőmalom és egy olyan szénpörgő, amely alacsony nitrogén-oxidos tüzelést biztosít.

Jelentős szerepe volt a tradicionális hőerőművek (Ajakai Hőerőmű, Oroszlányi Erőmű, Dunamenti Erőmű és Bánhida) üzembehelyezése kapcsán előkerült problémák megoldásában, illetve fontos eredményeket ért el az energetikai hőcserélők fejlesztésében és az erőművi vízkezelés területén. Kidolgozott megoldásai tizenkét szabadalmat eredményeztek. Díjai, elismerései: Segner Hungaricus-díj (1975), Széchenyi-díj (1997), Akadémiai-Szabadalmi Nívódíj (2008).

Az Energiagazdálkodásban is sokat publikáló Reményi akadémikus 90. születésnapja alkalmából gratulálunk, további jó erőt és egészséget kívánunk!

Felújítási útlevél szerepe a társasházi energiahatékonysági beruházásoknál¹

Varga Zoltán

közgazdász, ÉMI nKft., varga.zoltan@amediator.eu

Az idei évben még önkéntes alapon kell foglalkozni az energiahatékonysági szakmának a felújítási útlevél használatával. A magyarországi gyakorlatban eddig elsősorban az energiata-núsítványok nyújtotta műszaki felújítási javaslat utalt arra, hogy jó lenne előre mutató támogatást nyújtani lakóközösségeknek. Hogyan értelmezhetjük a felújítási útlevelet egy olyan speciális közegben, mint a társasházak?

*

This year, the energy efficiency profession needs to address the use of the Renovation Passport voluntarily. In Hungarian practice, so far, primarily the technical – renovation proposals provided by energy certificates have indicated the need for forward-looking support for residential communities. How can we interpret the Renovation Passport in such a specific context as condominiums?

2020 októberében az Európai Zöld Megállapodás (European Green Deal) részeként a Bizottság bemutatta a Felújítási Hullám (Renovation Wave) néven ismert stratégiáját. A stratégia az épületek felújításának tempóját felgyorsító szabályozási, finanszírozási és felhatalmazási intézkedéseket tartalmaz. Célja, hogy 2030-ig legalább megduplázza az éves energiefelújítási arányt, és szorgalmazza a mélyreható felújításokat.

Az épületek felújításáról szóló irányelvben a jelenlegi uniós parlamenti állásfoglalás 10. cikkelye felszólítja a tagállamokat, hogy 2024. december 31-ig vezessenek be felújítási útlevelet. Az ajánlás része annak az átfogó, építésgazdaságot – azaz építési tevékenységet és a produktumot – érintő szabályozási csomagnak, amiben az ágazat markáns karboncsökkentési potenciállal rendelkező beavatkozásait sorolja fel és helyezi fel egy mérőföldkövekkel jelzett cél térképre [1]. Az elérendő célok tekintetében érthető az európai szakpolitika klímaszakértőinek markáns elvárása, ugyanakkor az ágazat számára több évtizedes megoldandó kérdések megoldása nélkül a cikk szerzője szerint nincs és nem is lehetséges dinamikus előrelépés. A digitalizációs támogatású módszertanok minden bizonnyal javíthatják, strukturálják a hiányos kooperatív kommunikációt, ami már a '60-as évek hazai, de még észak-amerikai tanulmányaiban is fő hatékonysági akadálnak fogalmaznak meg az építési szakterület kutatói.

Az EU ajánlás 2024 végéig önkéntességi alapon ad némi irány-mutatást a felújítási útlevél tartalmi és módszertani használatára. A használata már első megközelítésre is igényli a szakterületek, úgy-mint műszaki, gazdasági és jogi területek, közötti kommunikációt, de a felújítási útlevél elkészítéséhez szükséges még az ügyfél, a szakér-tői csapat és a műszaki szakágak közötti kommunikáció.

A cikkemben elsősorban arra teszek kísérletet, hogy a szakmai gyakorlatomon túl, ami mintegy 10 ezer társasházi lakást elérő ener-giahatékonysági beavatkozást jelent, a közösségi megrendelő sajá-tosságai esetén, milyen döntéstámogató eszközöket használtunk és

ezek mennyiben voltak szükségszerű előképei a felújítási útlevélnek. A felújítási útlevéllel kapcsolatos tapasztalatokat pedig a EU H2020 program keretében zajló ComAc [2] magyarországi pilot projektjéhez a Városkutató Kft. csapatával készített felújítási útlevél alapján siker-ült megismerni, mely érdekes következtetésekre és megoldásokra világított rá az elvárható tartalom tekintetében.

A felújítási útlevél

A felújítási útlevél a hazai szaknyelvezetben, hasonlóan a német (renovierungpass) és az angol (Building Renovation Passport) megfelelőjéhez, egyfajta utazásra hívja a felhasználót (bár a magyar útlevél szó és a nemzetközi nyelvhasználatban használt pass ld.: passport szavak nyelvészeti elemzésétől tekintünk el), amiben az energiahatékonysági végállomást egyrészt a zero karbonkibocsátás jelenti, de az idevezető úton is jelentős állomások várnak a lakóközösségekre.

A felújítási útlevél deklarált célja, hogy megkönnyítse a felhasználók, társasházak és lakásszövetkezetek számára is a nagyobb felújít-ások tervezését és folyamatát. A hazai terminológiában már régebb óta használjuk az ún. mélyfelújítás kifejezést, mely alatt egy olyan komplex épületfelújítási műszaki tartalmat érthetünk, ami hosszabb távú, fenntarthatóbb és energiahatékonyabb eredményeket foglal mag-gában.

A felújítási útlevél mögötti szabályozás [3] ugyan meghatároz az energiaszükséglet-csökkentő folyamat mentén fokozatokat, de azt a már említett végcél elérése érdekében teszi [4]. A célok eléré-si hatékonysága az ajánlásokból és több szakmai cég, szervezet megvalósult felújítási útleveléből is láthatóan attól lesz impulzív, ha az tartalmaz egy összehangolt intézkedési tervet, ami megfelelően szakaszolja és ütemezi a megvalósítást, tekintettel a felhasználó szá-mára is fontos bekerülési költségekre.

A hazai épületállományt is nagy számban érintő főbb kihívás, hogy 2030-ra az épületállomány legrosszabb energiaszintjének javítása érdekében fel kell újítani őket, azaz el kell érni a minimum G-ről legalább az F osztályt – ez Uniós szinten az épületállomány 15%-át érinti, ami hazai viszonylatban inkább 20% felett van, ebbe beleértve a családi házakat is.

További felelősséget, teljes kihívást jelenthet hazai és tagországi viszonylatban az az elvárás, hogy tagállamonként léteznie kell olyan eszköztárnak, ami az alacsony jövedelműek számára is elérhetővé teszi az energiahatékony épület-/lakásüzemeltetést úgy, hogy ezek az eszközök megjelennek az állami és piaci finanszírozás rend-szereiben. Amennyiben figyelemmel kísérjük a várható támogatási rendszerekről szóló sajtóinformációkat ez már kiolvasható az elvart indikátorok kapcsán.

Műszaki tartalom tekintetében olyan, utólagosan hőszigetelt épületeket programoz be a rendszerbe a javaslatcsomag, amelyek fűtési, hűtési és komfortszolgáltatási rendszerüket teljes mértékben megújuló energiákból tudják biztosítani. Ehhez korlátozó, kényszerítő tényezőként szembesülhetünk avval, hogy a 2027-es évtől nem engedélyezhető pénzügyi ösztönző a fosszilis tüzelőanyaggal működő fűtés beépítésére.

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

Az uniós országoknak jogi lehetőséget, pontosabban differenciálható szabályozást (a lehetőség kifejezés használatát még nem látjuk indokoltnak) jelenthet a fosszilis tüzelőanyagok használatának teljes betiltása az épületekben. A fosszilis tüzelőanyagok fokozatos kivonásának cél dátuma 2040.

A fenti szempontokat egy összesített rendszerbe foglalva talán azt lehet mondani, hogy egy olyan szakmai anyag, ami önmagában képes egy-egy adott épület műszaki paraméteréhez igazodva fejlesztési programot bemutatni az épület használoinak, annak érdekében, hogy abból következtetéseket és jelentős öt-, tíz- vagy akár húszéves léptékű döntéseket hozzanak, jogos ajánlás, a felújítási útlevelnek van létjogosultsága. Annak hazai viszonyok közötti használhatóságát mutatnám be a gyakorlatban a cikk hátralevő részében.

A felújítási útlevel alkalmazása

A magyarországi társasházak, lakóközösségek számára az energiahatékony felújítással kapcsolatos döntéstámogatás módszertana alapvetően forrásbiztosítási, forrásbevonási okok miatt alakult ki. A pályázati igények, hitelkérelmek alátámasztó dokumentációjának tartalmi elemei, ha más nem, a lakógyűlések alkalmával szembesítik a lakókat, hogy hőszigetelés vagy kazáncsere alkalmával mennyi energiamegtakarítás várható, mennyibe kerül. A használati tapasztalatok tükrében pedig a vélemények is lehet, hogy megváltoznak, a kezdeti meg nem értés, passzivitás vagy éppen ellenállás után és pozitívan élük meg az épületek korszerűbb használatát.

A 2004-es éveket követően többfajta forrásbevonási lehetősége volt a társasházaknak, ahol a műszaki tartalom szempontjából egyre inkább a karbonkibocsátás-csökkenés elvárt indikátorai miatt – valójában energia hatékonysági oldalról – a lakók jobban értelmezhették ezeket a pályázati, forrásbiztosítási belépési feltételeket egy előzetes tervezés, szakmai dokumentáció nyújtotta információkon keresztül.

A társasházak, lakóközösségek sajátossága a heterogén lakóösszetétel, emiatt egy ilyen döntéstámogató dokumentációnak a közösségi tervezést, facilitációt is támogató eszközként is felhasználhatónak kell lennie egy lakói bizottság, akár közös képviselők kezében.

A társasházakban, lakásszövetkezetekben élő lakástulajdonosok döntése szükséges minden egyes beruházáshoz, ennek a döntésnek a részleteit a jelenleg érvényben lévő társasházi törvény, mondhatjuk, „társasházpárti” módon támogatja. Ugyanakkor a döntési hatékonyság okán a döntési minimumhoz vagy ennél magasabb szavazati arány eléréséhez a lakók tájékoztatása, saját ingatlanjaik esetében lehetséges műszaki, pénzügyi és jogi megoldási alternatívák megismerése egy közös tanulási és közös ismeretek révén megszülető döntés optimális és konszenzusos eredménye lehet a kívánatos.

Az elmúlt közel 20 évben hasznosnak láttunk a közgyűlések (lakógyűlések) formalizált rendszerén belül egy facilitált környezetben zajló, több lépcsős folyamatban segítséget adni a lakóközösségeknek annak érdekében, hogy egy egységes és saját döntésen alapuló felújítást valósítsanak meg, mint megrendelő. Ennek a lépcsőnek az egyik fontos eleme volt egy olyan döntéstámogató dokumentáció összeállítása, ami tartalmát tekintve prezentálta a lakóközösségnek:

- az épületük vizsgálatkori adottságait, elsősorban energetikai szempontból, de nem lehetett nélkülözni az épületek állapotát érintő kérdéseket sem;
- egy tervezett állapotra készülő energetikai és felújítási koncepciót, a jellemző cél ezekben a dokumentumokban az Költség-optimalizált Követelményszint elérése;
- a felmérések és a tervezett energetikai beavatkozás alapján egy műszaki leírást;
- a felmérés, műszaki leírás és az épület állagának javítását

tükröző költségvetéseket, indikatív ajánlatokat, akár egy-egy lakóegységre lebontva;

- egy a lakóépület gazdálkodásának adatai alapján elkészített finanszírozási tervet, ami a lakók, egyéni azonosulását segítve, tulajdoni arányok alapján is bemutatásra került;
- javaslatot egy vagy több verzióban a megvalósítás ütemezésére (jellemzően technológiai sorrend alapján);
- a teljes felújítás menetének rövid ismertetését.

2023-ban a ComAct projekt keretében lehetőségünk volt egy nemzetközi konzorciumon belül a magyar partner szakértőjeként az Európai Bizottság iránymutatásainak megfelelő felújítási útlevel elkészítésére, amit azért vettünk örömmel, mert a számunkra már akkor szakmai sztenderdként használt döntéstámogató dokumentációhoz tematikájában hasonló módszertant egy más megközelítésű döntéstámogató módszertannal összevetni, a döntési folyamat részeként kipróbálni mindenképpen előremutató lehet.

Főbb hasonlóságok az általunk addig használt döntéstámogató tanulmány és a felújítási útlevel között:

- energetikai tanúsítványon, energetikai vizsgálaton alapuló műszaki tartalom;
- pénzügyi ütemezés és technológiai sorrendjavaslat.

Főbb különbségek:

- az energiafelhasználási, energiamegtakarítási célérték meghatározása;
- pénzügyi kimutatások módja;
- ütemezés szerepe;
- a felújítási útlevel elsősorban szakmai véleményeken alapszik, nem veszi figyelembe a lakók ismereteit, tapasztalatait, saját konszenzuson alapuló döntéseit;
- a döntéstámogató dokumentációban az elérhető energiamegtakarítás egy-egy műszaki tartalmi elem esetén a bekerülési és a megtakarítási összeg optimumára törekszik;
- a felújítási útlevel a közel nulla energiafelhasználási értékhez viszonyítva vizsgálja a műszaki tartalmat és a költségeket ehhez a műszaki tartalomhoz rendeli hozzá.

A projekt keretében készítendő felújítási útlevel elkészítésekor célunk volt, hogy azt a közösségi módszertant, amivel a lakóközösségeket bevonjuk a tervezésbe annak érdekében, hogy az eredmények értékelésekor érdemi javaslatot is tehessünk, ugyanakkor a felújítási útlevel 2050-es céljai elérésének realizálását is vizsgálni tudjuk. A cikk terjedelmi korlátai miatt a két pilotépület részletes bemutatását nem tudjuk megtenni, annyit érdemes azért megjegyezni, hogy az egyik épület egy hagyományos technológiával készült, XIX.sz. végén épült munkás bérház volt, amit aztán az 1960-as évekig két alkalommal is átépítettek, ma egy 32 lakásos társasház, a másik épület egy 96 lakásos 4 szintes 1980-as években épült panelépület távfűtéssel.

Amennyiben nem törekedtünk volna a felújítási útlevelben ajánlott hosszabb távú ütemezés tartalmának vizsgálatával, akkor is meg kellett volna fogalmaznunk okokat, amik arra predesztináltak volna bennünket, hogy az egyszerű, nagyobb léptékű teljes felújítás műszaki tartalmának összehangolása helyett egy szakaszos vagy több megvalósítási ütemből álló döntéstámogató dokumentációt állítsunk elő. Ennek okait részben a 2019-es évektől alakuló építési piac sajátosságai részben a 2022-2023-as gazdasági sajátosságokban kell keresnünk:

- kamat- és árfolyamkörnyezet;
- kivitelezői anyag- és munkadíjak;
- rezsiköltségek hatása.

A pilotprojekteket esetén a lakóközösségek előzetes tájékoztatása után, a felújítási útlevel tartalmi elvárásait figyelembe véve, az alábbi paraméterek alapján alakítottuk ki a dokumentumot:

- energetikai méretezés – tervezett állapot szerinti műszaki tartalom kialakítása;
- műszaki tartalom, technológiai sorrend meghatározása;
- költségvetések és pénzügyi tervezés rövid távú (1-3 év) és közép távú (3-10 éves) megvalósítás ütemezéssel, lehetséges előrelépés az AA vagy BB energiaosztály elérése érdekében, annak jelenlegi költsége;
- alternatívák bemutatása;
- valós gazdálkodási adatok alapján ajánlás a továbblépésről.

Következtetés, összegzés

A felújítási útlevél valóban válasz lehet egy hosszútávú energiahatékonysági program megvalósítására, amennyiben figyelembe tudja venni az elérhető energiamegtakarítási optimumot.

A felújítási útlevél nem megoldás, hanem egy eszköz, helyesebben szemléltető terv arra nézve, hogy a rövid és hosszabb távú közösségi döntésekben mik a főbb kapaszkodók. Elveket tisztáz és közös nyelvezetet hoz létre a lakóközösségek együtt gondolkodásában, de az együtt gondolkodást már a felújítási útlevél készítésének folyamatában be kell építeni a folyamatba, csak merev jól strukturált szöveges dokumentációkkal nem érhetjük el azt, ami minden bizonyosan műszakilag kívánatos lenne.

Mindkét pilotépületnél több alkalommal találkoztunk a lakókkal, az általános jellegű kérdésektől haladtunk a konkrét kérdések irányába. A megállapítások során a műszakilag kívánatos eredmény elérése csak álom marad, ha ehhez nincs meg az elkötelezettség, nincs meg a felelős közös konszenzus.

Az egyik épületnél a döntés úgy szólt: meg kell emelni a felújítási

alapot a jelenlegi hatszorosára annak érdekében, hogy „három év múlva legalább annyi pénzünk legyen, hogy egy hitelfelvételhez az önrészt biztosítani tudjuk”. Az ütemterv első mérföldköve az lett ebben az esetben, hogy egy komplex szigeteléshez szükséges forrás biztosításhoz szükséges megtakarítás összegét és közös költség összetételét megszavazták.

Munkatársaim munkájában jellemzően nagyobb kihívást a közösségi munkában való részvétel jelenti, amit az EU ajánlás nem társasház-specifikus mivolta miatt nem is tesz követelménnyé, de a folyamatban a felújítási útlevél akkor tud hasznos segítség lenni, ha a mérnök kollégák a közösségi tervezés, facilitációs munkafolyamatok aktív szereplőivé válnak.

A tapasztalat nemzetközi publikációja a ComAct projekten keresztül is megtörténik, reményeink szerint hasznos kiegészítésekkel bővül a felújítási útlevél bevezetése ezen pilotprojekteken keresztül is.

A társasházak szakmailag helyes felújítási útlevelének elkészítéséhez az energetikai terület más területekkel való együttműködése szükséges és a hazai társas lakóépületek sajátosságai miatt, a döntések meghozatalában leginkább érdekelt lakók bevonásával válik hiteles dokumentummá.

Hivatkozások

- [1] <https://www.energieausweis-vorschau.de/>
- [2] <https://comact-project.eu/the-project/>
- [3] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/ip_23_6423
- [4] <https://oekozenrum.nrw/aktuelles/detail/news/neue-eu-gebaeuderichtlinie/>

KLENEN24 kiállító

FläktGroup Austria GmbH Magyarországi Fióktelepe

A FläktGroup GmbH több mint 100 éve, az 1909-es kezdeteitől fogva részese a légtechnikai piacnak. Világszerte 65 országban 3500 munkatársat foglalkoztat. A cég két nagyműltű légtechnikai gyártó, a DencoHappel (korábbi nevén GEA Klimatechnika) és a FläktWoods egyesülése révén jött létre. A GEA Klimatechnika fontosabb termékei az építőelemes és kompakt légkezelők, uszodai párátlanítók, folyadékűtők és hőszivattyúk, precíziós klímaberendezések, fan-coil készülékek, termovenilátorok, valamint tisztateres rendszerek, míg a FläktWoods ventilátorai, hűtőgerendái, szabályozó és tűzvédelmi csappantyúi, légbefúvó szerkezetei, alagút- és garázsszellőztető rendszerei, légkezelő berendezései és légfüggönyei a piacon a legismertebbek.

FläktGroup

Az Unical kazán és hőszivattyú képviselő foglalkozik:

- kondenzációs kazán megoldásokkal 20 MW-ig
- fás kazán megoldásokkal 1 MW-ig
- hőszivattyú megoldásokkal 1 MW-ig
- hőszivattyús klímákkal
- a termékek nagy része közvetlenül gyári áron is vásárolható ÁFA nélkül, a képviselő segítségével, és díjmentesen adunk tervmintát a hőszivattyúk és kondenzációs kazánok és fás kazánok mellé.
- Homor Miklós, a képviselő vezetője, egy különlegesen képzett épületgépész és kazán/napkollektor/hőszivattyú-szakértő, akitől kiemelten és ténylegesen hasznos tanácsokat lehet kérni akár még a beruházás elkezdése előtt is, hogy ne végezzenek el felesleges beruházást, és ne legyen hibás és hiányos a tervezés és a kivitelezés.

Unical

A WATERSCOPE Inc. 2016-ban alakult, és az alapítók az iparban és az IoT-alkalmazásokban nagy tapasztalattal rendelkező szakemberek, akik elkötelezettek a környezetvédelem iránt is. A mérnökökből álló csapat otthonosan mozog a termék- és szoftverfejlesztésben, a vezetékek nélküli adatgyűjtésben és kommunikációban, a rendszerintegrációban, valamint az AI/BI által támogatott adatelemzésben.

A WATERSCOPE IOT monitoring rendszer képes méréseket végezni akár távoli, nehezen megközelíthető vagy rossz infrastruktúrával rendelkező helyeken is, emberi beavatkozás nélkül, ahol más telekommunikációs technológiák vagy energiaellátás nem áll rendelkezésre, nincs kapcsolat. Az adatgyűjtő eszközöket a WaterScope szakemberei fejlesztették ki a vízipari szakemberek számára, szabványos szenzorcsatlakozást használnak, így bármilyen, az ügyfél által használt szabványos szenzor integrálható a WATERSCOPE IOT rendszerbe.

water scope

A budapesti energia tőzsdék szerepe az energia piacon¹

Szilágyi Zsombor

c. egyetemi docens, Miskolci Egyetem, drszilagyzsombor@freemail.hu

A szabályozott kereskedelem általános és sikeres formája a tőzsde. Nemcsak az egyes termékek forgalmazását befolyásolja a tőzsdei kereskedelem, hanem akár az adott ország gazdasági folyamatait is. Az Európai Unió mindegyik országában működnek tőzsdék azonos szabályok szerint. Budapesten is sikerrel működnek az energia tőzsdék, összhangban a vezető európai tőzsdékkal. Az alábbiakban a magyar földgáz- és villamos energia szabadpiacon ellátott felhasználóknak mutatjuk be az energia tőzsdék világát.

*

A common and successful form of regulated trading is the stock market. Stock exchange trading influences the distribution of individual products and even a given country's economic processes. Stock exchanges operate according to the same rules in all countries of the European Union. In line with the leading European stock exchanges, energy exchanges operate successfully in Budapest. Below, we present the world of energy exchanges to users served in the Hungarian natural gas and electricity free market.

Hazánkban a földgáz a legjelentősebb primer energiahordozó: a 2022. évi felhasználás 330 PJ volt. Földgáz importra szorulunk és exportálunk is földgázt. Évente több, mint 5 milliárd m³ földgázt importálunk Oroszországból, amiért tőzsdei árat fizetünk. Hasonló a helyzet a villamos energiával, mint a legfontosabb szekunder energiahordozóval is: a belföldi felhasználás 2022-ben 42,8 TWh volt, az export 9,4 TWh, az import 21,6 TWh. Az energiaellátásban nem volt jelentős fennakadás az utóbbi években, köszönhetően az energia ellátó rendszerek folyamatos fejlesztésének is.

Magyarországon 2013. óta elkülönült szabályozás rendelkezik első sorban a lakosság és a kisfogyasztók földgáz és villamos energia ellátásának feltételeiről, beleértve ebbe a szabályozásba az energiák fogyasztói árat is. Ez a rendszer nem általános az Európai Unióban. A többi energia felhasználó a szabadpiacon szerzi be földgázt és a villamos energiát. Ehhez a szabadpiaci energia kereskedelemhez kapcsolódnak a budapesti energia tőzsdék is. A földgázt mintegy 220 ezer felhasználó a szabadpiacon szerzi be, a szabadpiaci villamos ellátásban mintegy félmillió fogyasztó vásárolja a villamos energiát. A legtöbb energiát fogyasztók figyelmébe ajánljuk az energia beszerzést a tőzsdéken.

A tőzsde

- kereskedelmi centrum
- összekapcsolja a termék felesleggel és a hiánnyal rendelkezőket
- biztosan teljesülő ügyletek jellemzik
- növeli a befektetési piac likviditását
- információs központ, a forgalmi adatok részben nyilvánosak
- gazdasági folyamatok értékelésére is lehetőség

A tőzsdei árfolyam az adott árura vonatkozó valamennyi információt koncentráltan, folyamatosan és objektíven adja közre. Fon-

tos megjegyezni, hogy a tőzsdék működését kormányzati intézkedések közvetlenül nem befolyásolhatják.

Tőzsde fajták:

- **árutőzsde:** fizikai áruk adás-vétele
 - általános: többféle árucikkal, termékkel foglalkozik,
 - speciális: csak meghatározott áruval foglalkozik (ebbe a csoportba tartoznak a kőolaj-, villamos energia és a földgáz tőzsdék is).
- **értéktőzsde:** értékpapírok, devizák, nemesfémek, tőzsdeindexek adás-vétele
 - részvény csoportokból képzett index kereskedés
 - általános: többféle ügylettel foglalkozik,
 - speciális: csak meghatározott típusú foglalkozik: pl.: deviza, nemesfém, értékpapír
- **áru és értéktőzsde**

A tőzsde gazdálkodása: non-profit szervezet.

Vezető európai energia tőzsdék:

- földgáz: TTF tőzsde, Hollandia
- villamos energia: EEX tőzsde, Leipzig

A többi európai energia tőzsde árai szorosan követik a vezető tőzsdék árait.

Az energiahordozók – beleértve a villamos energiát is – mintegy 80%-a a tőzsdén fordul meg, vagy tőzsdei árral árazzák.

Az energia tőzsdék jellemzői:

- Minden tőzsde nemzetközi, külföldről is lehet kereskedni
- Az EU-ban egységes szabályok szerint működnek
- Tőzsdén csak kereskedői engedélyes cég képviselője, tőzsdetag köthet ügyletet
- A kereskedelem online folyik
- A tőzsdei különleges szervezettség elemei:
 - csak pontosan meghatározott árukat lehet adni, venni,
 - a teljesítés meghatározott helyen és időben történik,
 - csak feljogosított személyek közreműködésével,
 - meghatározott módon,
 - biztos teljesítés és biztos fizetés
- A megkötött üzletekről csak a mennyiség, az ár és a teljesítés időpontja nyilvános.
- Az áru virtuális ponton cserél gazdát.
- A megkötött üzletek teljesítését a tőzsde intézményesen szavatolja.
- Az eladó és a vevő között általában elszámolóház is működik: a teljesítés biztosítékeként, Budapesten a KELER elszámolóház
- A forgalmazott energiahordozók az EU-ban:
 - kőolaj, földgáz, benzin, kerozin, gázolaj, fűtőolaj, szén, propán, uránium, villamos energia
 - az energia mértékegysége: MWh
 - az árak Euro-ban (Euro/MWh)
- Az energia tőzsdéken általában kínálati többlet van
- Az adás-vételek ára lényegesen eltérő is lehet
- Az energia tőzsdén a tőzsdetagok bármikor, szabályozott energia mennyiségre adhatnak be felajánlást és igényt,

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

és ezekre az igényekre rövid időn belül ajánlat is érkezhet.

- A vevőnek a kötés napján jegyzett árfolyamon kell teljesíteni, az ügyletkez kapcsolódhat előleg fizetés is.
- Minden egyes ügylet konkrét mennyiséget, minőséget, szállítási határidőt, átadás-átvételi pontot, árat jelent. A határidő lejártá előtt a vevő még változhat.
- Az eladónak és a vevőnek is kell rendelkezni szállítási szerződéssel a virtuális átadási pontba és a virtuális átadási ponttól elszállításra.
- Az energia tőzsdék időciklusai igazodnak az energia rendszeren kialakított ciklusokhoz:
 - a villamos energia tőzsdéken negyedórás ciklusok vannak,
 - a földgáz tőzsdéken napi ciklusok vannak. A magyar földgáz rendszerben a nap 06 órakor kezdődik és a következő naptári nap 06 óráig tart.
 - a tőzsdéken előre meghirdetett szünnapok vannak, akár hétköznap is, az azonnali ügyletekre induló tőzsdetagoknak ezt figyelembe kell venni.

Tőzsdei termék terminusok

A teljesítés megjelölt időtartama alatt a teljesítés egyenletes.

azonnali tőzsdei termékek:

napi: WD: within day, vagy intraday (ID) aznapi teljesítés
földgáz esetében: ma, holnap 06 óráig
villamos energia esetében: ma 24 óráig

DA: day ahead, holnapi teljesítés

földgáz esetében: holnap 06 órától holnapután 06 óráig
villamos energia esetében: holnap 0 órától holnap 24 óráig

heti: Week: Week 1/24...52/24 (2024. év első...ötvenkettedik hete)

hétvége: Weekend: hétvégi teljesítés, WkEnd

határidős tőzsdei termékek:

Month: havi teljesítés, a hónap hosszától függetlenül
földgáz esetében: a hónap első napján 06 órától a következő hónap első napján 06 óráig
villamos energia esetében: a hónap első napján 00 órától a hónap utolsó napján 24 óráig

Month+1, Month+2...: következő hónapok

Season Sun, Win: nyári és téli szezon félév

Quarter 1/24...4/24: naptári negyedéves teljesítés 2024. évben

Y 2024 vagy YR 2024 vagy Cal 24: 2024 év: éves egyenletes teljesítés, 2024. év január 1. és december 31. között, további évekre is lehet ügyleteket kötni.

Mik befolyásolják az energia tőzsdei árakat?

- a tőzsdetermék hiány vagy többlet
- a kőolaj tőzsdei árának változása rövid időn belül megjelenik a többi energiahordozó árában is
- lényeges műszaki létesítményeknél fellépő termelési/működési akadályok
- háborús események, embargó
- nemzetközi döntések az energia termelés, szállítás, felhasználás területén
- a jelentős energia exportőr és importőr országokban fellépő rendkívüli események
- új, lényeges termelő, szállító rendszerek üzembe helyezése
- üzemzavar, baleset lényeges energia termelő, szállító rendszereknél
- készlet változás
- kutatási eredmények
- a hatósági rendszerhasználati díjak változása

A tőzsdei árak a kereskedési napon belül is változnak. Közzétételre általában a napi árak számtani közepe kerül.

Az energia tőzsde igénybevétele ajánlható a következő esetekben:

- a felhasználó éves földgáz igénye meghaladja a 3 PJ-t,
- az éves villamosenergia-igény több, mint 800 GWh,
- több telephelyes felhasználó, több villamos- vagy földgáz mérővel
- hosszabb időtartamú (például egy hónapos) karbantartási leállást terveznek minden évben
- az energia felhasználás szezonális lényegesen eltér az országos szezonálitástól,
- hatósági (MEKH) kereskedői engedélye van
- jelentős szezonálitást mutató felhasználóknak,
- a felhasználó pontos energia igényt tud meghatározni a következő napokra,
- a termelés jellegéből és tartalmából eredő gyakran változó energia igény
- szezonális termeléssel dolgozó cégek, például: termény szárító, aszfalt üzem, kertészet
- több felhasználó az energia kereskedővel a szükséges maximális teljesítményt részben köti le (például 70...80%-ban), a hiányzó teljesítményt és energiát tőzsdén vásárolja meg

A felhasználó mérlegelheti saját tőzsdei kereskedési jog megszerzését is. Ennek előkészítésére javasoljuk:

- személyzet kiválasztása, képzése
- kereskedői jogosultság megszerzése
- tőzsde jogosult kereskedők referenciáinak begyűjtés
- tanácsadó alkalmazását a tőzsdetagság megismerésére, majd a tőzsdei szerződések előkészítéshez
- a felhasználó belépését egy villamos energia mérlegkörbe ~ 50 MWh energia igény felett
- az árak alakulásának figyelését az energia tőzsdéken
- az energiáért Euro vagy USD fizetést vállalni, ha van a felhasználónak rendszeres deviza bevétele
- az éves energia igény megbontását:
 - az év minden napján azonos energia igény (zsinór) és időszakonként változó energia igény elválasztása,
 - a változó energia igény pontos előjelzése szükséges

A magyar földgáz tőzsdék elszámoló háza a KELER Központi Értéktár Zrt., a tőkepiacról szóló 2001. évi CXX. törvény alapján működik.

A KELER szolgáltatásai: nemzeti értéktári szolgáltatás, szakosított hitelintézeti szolgáltatás, kibocsátási szolgáltatások

KELER:

- ügyfelei a pénzügyi, az áruipari szereplők
- elszámolóházként a szabványosított határidős és opciós ügyletek elszámolását végzi
- a tőzsdei ügyletek teljesítéséhez ad garanciákat
- tőzsdetagok csak akkor vehetnek részt a kereskedésben, ha klíringtaggá válnak a KELER-nél

A KELER műveletei

- a kereskedelmi ügylet létrejöttkor a KELER belép az eredeti ügyletben résztvevő felek közé, és az eladónak vevőjévé, míg a vevőnek eladójává válik. Ezzel a KELER nullázza a partner kockázatát.
- A tőzsdén kizárólag pénzügyileg fedezett ajánlatok kerülnek befogadásra.
- A KELER az azonnali ügyleteknél pénzügyi biztosítékot kér, a határidős ügyleteknél a vételár és az árkülönbözet teljesítési kötelezettségre, és garancia alap hozzájárulási igényt is

számol. A biztosítékok teljesítési határideje az ügylet kötést követő nap 09 óra.

Kereskedők a magyar földgáz és villamos energia szabadpiacon

Hazánk már hosszú ideje nettó importőr földgázból és villamos energiából, ezért a szabadpiaci árak hamar megjelennek a fogyasztói árakban is.

2019-ben és 2020-ban a koronavírus járvány a világ minden országában lecsökkentette az energia fogyasztást.

A 2022. év sok változást hozott a magyar energia piacon is. Februárban kitört az orosz-ukrán háború, amit rövid időn belül követtek az EU szankciói Oroszország ellen. Az EU tagállamok elhatározták az orosz szénhidrogén import gyors ütemű kiváltását, és követte ezt az akciót még néhány további az oroszok ellen, például technológiák, berendezések szállításának leállítását. A nyári hónapokban lassan haladt az európai földalatti földgáz tárolók töltése is. 2022. szeptember 26-án felrobbantották az Északi Áramlat I. és II. vezetékeket, ezzel évi mintegy 100 milliárd m³ orosz földgáz import esett ki Európa ellátásából. Több cseppfolyós földgáz beszállítás indult meg az USA-ból, Ausztráliából, Katarból. Az oroszok elég hamar találtak névtelen közreműködőket az orosz földgáz és kőolaj exportálására. A földgáz ára a holland TTF tőzsdén 2022. januárban 80 Eur/MWh körül mozgott, az orosz embargók megindításával az ár 340 Eur/MWh szintig ugrott fel. Ez az ár ugrás felkavarta a piacokat, a kereskedők is kapkodtak a földgáz források után, jó néhány kereskedő eltűnt a piacról. A szabadpiaci kereskedelmi szerződésekből eltűnt a fix ár, megkeményedtek az ellátási feltételek. 2023. év hozta vissza a nyugodtabb földgáz kereskedést: a földgáz ára 40 Eur/MWh szint körül mozgott, a földalatti földgáz tárolókat feltöltették, Európa részére elegendő LNG érkezett.

A villamos energia piacát is megrázta az orosz-ukrán háború. A német EPEX tőzsdén 2021. márciusban 42 Eur/MWh ár volt a jellemző, novemberben 125 Eur/MWh. Ezen a tőzsdén 2022. szeptemberben tetőzött az áram ár: 720 Eur/MWh szinten. A budapesti HUPX azonnali áram tőzsdén 2022. márciusban 500 Eur/MWh fölé ugrott az áram ára, és a határidős tőzsdén is 2023. évre 150 Eur/MWh ár alakult ki. Az áram ár 2023. októberben 150 Eur/MWh szinten alakult 2024. évre is. Napjainkban 2024. évre 100 Eur/MWh ár körül alakulnak a tőzsdei kötések.

Az arab-izraeli háború még nem gyakorolt jelentős hatást az energia tőzsdékre.

A földgáz vagy villamos energia kereskedői engedélyt a MEKH adja ki. A MEKH rendszeresen beszámoltatja a kereskedelmi engedélyeseket. Az engedélyes kereskedők száma gyakran változik. Az energia kereskedők többségében külföldi cégek magyarországi érdekeltségei. A korlátozott kereskedői engedélyes saját célra üzletel, felhasználót nem láthat el.

A kereskedői engedélyesek száma 2023. novemberben:

Földgáz kereskedő:	43
Villamos energia kereskedő:	6

A kereskedők:

- változatos a részvétel a piacon:
 - a kereskedők egy része csak néhány felhasználót lát el
 - más kereskedők csak meghatározott célú felhasználókat látnak el
 - esetenként nem köt új szerződést a régi fogyasztójával
 - megkeresésre sem ad ajánlatot
- főszereplői az erősödő energia külkereskedelemnek
- a járvány és a háború hatása:
 - aktív kereskedők száma csökken, kereskedés szüneteltetés gyakoribb

- a határozatlan idejű szerződések bontása
- a fix áras szerződések bontása
- legtöbbször regisztrált tőzsdetag is

Mérlegelhető saját szabadpiaci kereskedési engedély megszerzése a következő esetekben:

- az éves földgáz felhasználás 100 000 m³ feletti,
- az éves villamos energia vásárlás 1000 MWh feletti,
- jelentős az energia felhasználás szezonálisitása,
- az energia felhasználásban vannak alternatívák,
- az energia felhasználás jól mérhető,
- megfelelő személyzettel rendelkezik a felhasználó.

Budapesti villamosenergia- és földgáz tőzsdék

A budapesti energia tőzsdéket a HUPX tőzsde fogja össze. A tőzsdék:

HUDEX: határidős földgáz-és villamos energia tőzsde

HUPX: azonnali villamos energia tőzsde

CEEGEX: azonnali földgáz tőzsde

A tőzsdetagok száma 2023. decemberben:

HUDEX áram: 31

földgáz: 26

HUPX ID áram: 59

DA áram: 75

CEEGEX földgáz: 49

A budapesti energia tőzsdék forgalma:

HUDEX villamos energia 2023. november 2 019 291 MWh

HUPX villamos energia 2023. november 3 045 753 MWh

CEEGEX földgáz tőzsde 2023. október 3 050 000 MWh

(az ország éves villamos energia felhasználása 2022-ben 42,8 TWh volt)

A tőzsdei tagság után tagdíjat és forgalmi díjat kell fizetni, de ezek a díjak nem jelentősek.

Az energia árak jövője a tőzsdei adatok alapján

Az energia árak várható alakulására a legjobb becslést a nagy forgalmú tőzsdéken a következő évekre kötött ügyletek árai adják. Ezek az árak a teljesítéskor fizetendők, és a nagy volumenek meghatározzák a jövőbeli piaci árakat. Tekintsük meg a holland TTF tőzsdén kötött hosszú távú földgáz ügyletek árait az 1. táblázatban és az Austrian Power Futures áram tőzsdén kötött hosszú távú áram ügyletek árait a 2. táblázatban.

1. táblázat. Holland TTF tőzsde hosszú távú földgáz árai (Eur/MWh)

	2023. 11. 24	2023. 12. 01.	2024. 01. 12.
2024. évre	47,05	43,88	
2025. évre	44,1	42,22	34,32
2026. évre	37,1	36,15	31,07
2027. évre	31	30,5	28,04

2. táblázat. Austrian Power Futures áram tőzsde hosszú távú áram árai (Eur/MWh)

	2023. 10. 30.	2023. 12. 01.	2024. 01. 12.
2024. évre	132,86	110,35	
2025. évre	124,16	111,1	93,09
2026. évre	113,33	103,94	88,02
2027. évre	97,4	95,95	82,97

Az energia piacok a jövőt illetően rendre optimisták, a legközelebbi időszakra vonatkozó terminusokat az aktuális nemzetközi helyzet befolyásolja

NB-IoT fogyasztásmérők és Liveview energiamenedzsment rendszer¹

Fekete Balázs

műszaki igazgató, Comptech Kft., fb@comptech-kft.hu

Gnám Bence

informatikai igazgató, Smart Network Solutions Kft., bence.gnam@smartnetworksolutions.hu

A fogyasztásmérők automatikus adatgyűjtése egyszerűvé és költséghatékonyvá válik, ha kihasználjuk a modern mobilkommunikációs lehetőségeket. Erre nyújt megoldást a Kamstrup víz-, hőmennyiség- és villamos fogyasztásmérői által támogatott 4G/5G/NB-IoT technológia, amivel nem szükséges vezetékes vagy vezeték nélküli kommunikációs hálózatot kialakítani, hanem a mérők telepítésük után azonnal integrálhatók a Liveview energiamenedzsment rendszerbe. Az almérősítés így rugalmassá válik, bármikor szabadon bővíthető és néhány mérőpont esetén is gazdaságos. A Liveview által nyújtott sokrétű analízis funkciók és riportálási lehetőségek növelik az energiahatékonyt, megkönnyítik a hibás berendezések azonosítását, és biztosítják a túlzott fogyasztás gyors észlelését, növelve az épület zöld teljesítményét, valamint segítik a szakreferensek munkáját.

*

When modern mobile communication possibilities are used, automatic data collection of meters becomes simple and cost-effective. The 4G/5G/NB-IoT technology supported by Kamstrup's water, heat, and electricity meters provides a solution that does not require establishing a wired or wireless communication network. However, the meters can be integrated into the Liveview energy management system immediately after installation. Sub-metering thus becomes flexible, can be freely expanded at any time, and is economical even for a few measuring points. Liveview's extensive analysis functions and reporting capabilities increase energy efficiency, make it easier to identify faulty equipment, and ensure rapid detection of excessive consumption, increasing the green performance of the building and helping policy officers.

Egy eszköz és rendszer nem attól „okos”, hogy önállóan el tudja látni a feladatát, hanem olyan lehetőségeket kínál, amit alkalmazva könnyebben elérhető a kitűzött cél a felhasználó számára. A mérési adatokban rejlő valódi potenciál kiaknázásához is szükség van a megfelelő eszközre, amihez komplett megoldást tudunk nyújtani: a dán **Kamstrup** által kínált okos fogyasztásmérőket és távleolvasási lehetőségeket, valamint az erre épülő, sokrétű analízis funkciókat és riportálási lehetőségeket magába foglaló **Liveview** energiamenedzsment rendszert.

Fogyasztásmérők

Az 1. ábrán látható **Kamstrup** értéklánc szemléletesen mutatja be, hogyan érdemes a mérési adatokat a leghatékonyabban begyűjteni. Mindennek az alapja a fogyasztásmérő: az általunk for-

galmazott **Kamstrup** ultrahangos vízmérők és hőfogyasztásmérők mozgó/kopó alkatrészt nem tartalmazva egész élettartamuk során megőrzik rendkívül alacsony indulási érzékenységet és pontosságukat (2. ábra). Az **OMNIA®**, **OMNIPOWER®** okos villamos fogyasztásmérők már önmagukban is kielégítik az 1/2020 (I. 16) MEKH almérő rendeletet: MID A és B pontossággal 15 percenként képesek tárolni minimum 180 napig a fogyasztási adatokat a beépített EEPROM memória alapú naplóba. Emellett további, akár 16-24 db egyéb regiszter tárolása is választható a lehetséges 80 db-ból, valamint egyéni tarifákkal és beépített megszakítóval is elérhető.



1. ábra. Kamstrup értéklánc

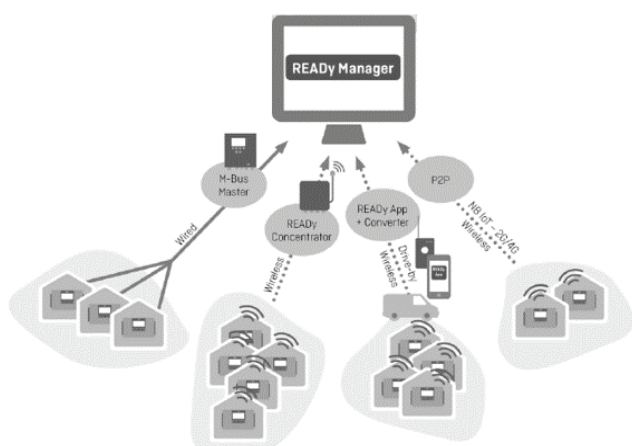


2. ábra. Kamstrup fogyasztásmérők

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

Ezek a fogyasztásmérők nagyszerű alapot jelentenek egy stabil rendszer felépítésére, melyek adatait az igényekhez legmegfelelőbb és legköltséghatékonyabb módon össze kell gyűjteni. A rendszer lehetőséget biztosít vezetékes M-Bus hálózat kialakítására, koncentrált mérőpontosűrűséggel rendelkező területeken pedig intelligens mérési célokra kialakított, robusztus vezeték nélküli hálózat telepíthető nagy hatótávolságú adatgyűjtőkkel. A mérők a licenctíjmentes 868 MHz-es frekvenciasávon működő szabványos protokollt használnak.

Ha a fogyasztásmérők elszórtan, egymástól nagy távolságban helyezkednek el, akkor a legköltséghatékonyabb megoldás az 5G/NB-IoT kommunikációt támogató modul használata. Az NB-IoT egy point-to-point kommunikációs technológia, amelyet a telekommunikációs szolgáltatók 5G stratégiájának sarokköveként fejlesztettek ki, és ami a távközlési tulajdonú mobilkommunikációs (LTE) antennahelyek meglévő infrastruktúráját használja fel, így biztosítva kiváló lefedettséget kis adatmennyiségre optimalizált kommunikáció esetén. Ezek a modulok forgalmi díjas hálózatot használnak, de a fogyasztásmérők bekerülési költsége fedezi ezt típustól függően 5-8 évig, mely később meghosszabbítható. A fogyasztásmérők automatikus adatgyűjtése egyszerűvé és költséghatékonyá válik, ha kihasználjuk a modern mobilkommunikációs lehetőségeket, hiszen így nincs szükség saját hálózat kialakítására (3. ábra).



3. ábra. Távleolvasó rendszer vezetékes, vezeték nélküli és P2P kommunikációs lehetőséggel

Különös gondot fordítunk az ügyfeink igényeire szabott szolgáltatások létrehozásában. Legyen szó közüzemi szolgáltatóról, nagyméretű létesítményekről (ipari parkok, intézmények, üzemek, bevásárlóközpontok, irodaházak, egyetemek, áruházláncok stb.) vagy lakossági felhasználókról – az adatszolgáltatást, felügyeletet a legmegfelelőbb formában biztosítjuk ügyfeink számára.

Liveview – komplex létesítmény üzemeltetési, energiamenedzsment megoldás

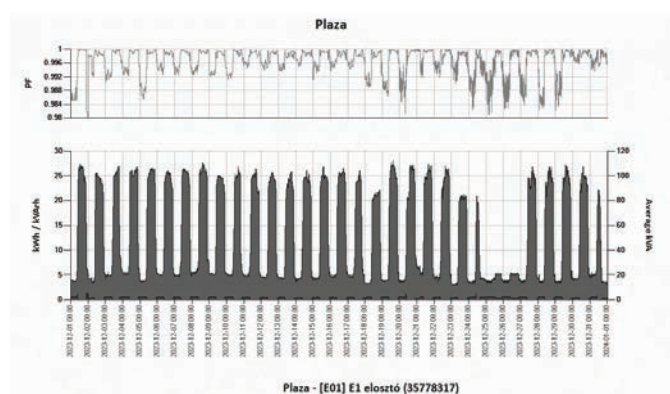
A **Liveview** rendszer egy komplex energiamenedzsment megoldás, mely a kommunikációs hálózat létrejötte után részletes, a rendszer működésével kapcsolatos adatokat tesz elérhetővé a felhasználó számára sokrétű analízis funkcióval és riportálási lehetőséggel. A megoldás különböző funkcionális szintekkel elérhető az ügyfél igényeihez igazítva: alapvető mérésadatgyűjtési platformmal és megjelenítéssel rendelkezik, melyhez tier-enként hozzáadhatók további lehetőségek (tarifa vezérlő, egyedi megjelenítés, riportálás, analízis, előre-utólagos fizetés stb.).

A szoftveres szolgáltatáshoz egy kényelmes, intuitív, böngészőből elérhető kezelőfelület tartozik, mely a mérési adatok vizuális megjelenítésére szolgál kiegészítve számos analízis funkcióval. A fogyasztásmérési pontok integrált, Google Maps alapú térképes nézetben is elérhetők az egyszerűbb átláthatóság érdekében (4. ábra).



4. ábra. Hazai projekt térképes megjelenítése

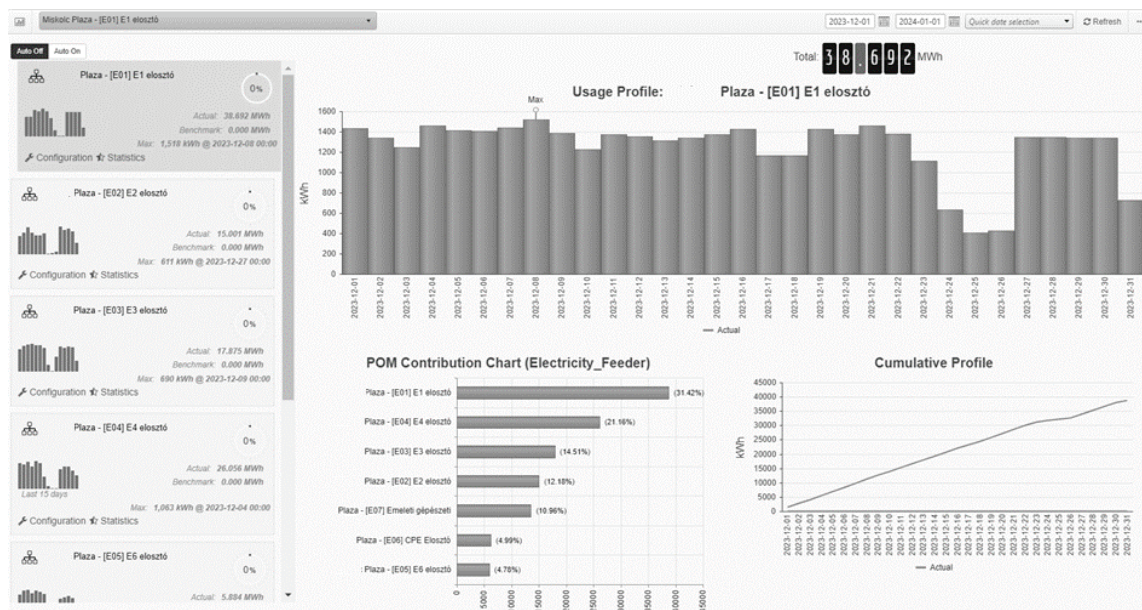
A felhasználónak lehetősége van különböző terhelési profilok lekérdezésére: 15 perces, napi, heti, havi adatok összehasonlítására, aktuális adatok összevetésére korábbi trendekkel. A platform használatával a veszteségek, megtakarítási lehetőségek azonosíthatók és szabályozással kapcsolatos intézkedések is nyomon követhetők, igazolhatók (5. ábra).



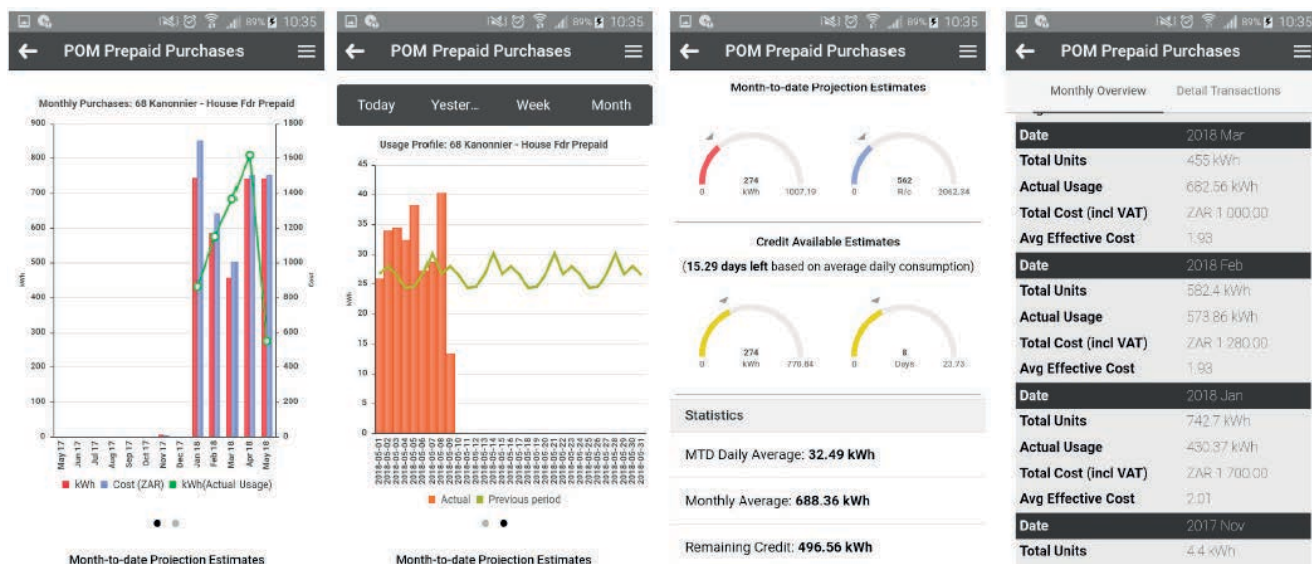
5. ábra. Utility profile – terhelési profil egy adott mérőpontra havi nézetben

Az Analízis funkciók közül a következőket érdemes kiemelni:

- **Utility profile** – Adott mérési ponton az energiafelhasználás vizsgálata terhelési profilokon keresztül megadott időintervallumban. Hatásos, meddő, látszólagos teljesítmény, min, max, átlag értékek.
- **Demand profile** – Segítségével lekérdezhető, hogy a beállított limitet hány alkalommal és mikor lépte át a felvett teljesítmény a megadott mérési ponton.
- **Time of Use** – fogyasztás optimalizálás csúcsidőben.
- **Calendar profile** – Naptári nézetben vizsgálható az energiafelhasználás adott mérési ponton. A tipikus energiafelhasználástól eltérő viselkedés vizuálisan könnyen észrevehető.
- **Aktuális adatok összehasonlítása** korábbi periódusok adataival.
- **Különböző személyre szabott riportok** egyedi felhasználói igények szerint.



6. ábra. Dashboard megjelenítés



7. ábra. Mobil applikációs megjelenítés

Továbbá a teljes portfólió, különböző egységek, ingatlanok hasonlíthatók össze egymással energiafelhasználási alapon. A platform szintén alkalmazható közüzemi számlák ellenőrzésére, valamint segítséget nyújthat a pontos elszámoláshoz a bérlok felé. Itt fontos megemlíteni, hogy akár előre fizetés és annak nyomon követése is elérhető.

A szoftver lehetőséget biztosít az adatok dashboard formájában kijelzőn való megjelenítésére is, így akár egy komplett mérőcsoport, létesítmény fogyasztása összesítve és részenként is könnyedén monitorozhatóvá válik (6. ábra). Hozzáadott funkcióként létrehozható egyedi, az ügyfél arculatához és igényeihez szabott megjelenítés és riportálás.

Adatok exportálhatók és importálhatók a rendszerbe, továbbá riportok is készíthetők (büdzsé, pénzügyi elemzés, m²-re lebontott elemzés, total, peak, off-peak, éjszakai fogyasztás stb.) A riportálási lehetőségek egyedileg alakíthatók a felhasználói igényekhez. A jellemzően használt általános Létesítmény összesítés során a bevételek és a kiadások együttesen jelennek meg. Havi szinten je-

lentés készíthető az energiaigény, teljesítménytényező és TOU összesítésről, valamint az aktuális energiaigény csúcs és előző havi energiaigény csúcsok összevetéséről. Kisebb időintervallum szerint is készíthetők a jelentések: akár a napi fogyasztások és napi energiaigény csúcsok, tipikus napi energiafelhasználási trendek és üzemórák monitorozására is lehetőség van. Ha már rendelkezésre áll megfelelő mennyiségű historikus adat, trendek és összegzések készíthetők 3 évre visszamenőleg a teljesítmény monitorozáshoz, így elérve jövőbeli megtakarításokat.

A szoftveres szolgáltatáshoz való hozzáférés mobil applikáción keresztül is lehetséges iOS és Android alapú készülék alkalmazásával (7. ábra). Így a rendszer bárholnan elérhető, valamint egyszerű módon nyomon tudják követni a bérlok, fogyasztók saját energia felhasználásukat.

Az általunk biztosított, **Kamstrup** fogyasztásmérőkre alapuló távleolvasó és **Liveview** energiamenedzsment rendszer átlátható és gazdaságos működést biztosít a jövőbe tekintő vállalkozások, üzemeltetők számára.

Anomáliák felderítése az energia menedzsment rendszerekben mesterséges intelligencia segítségével¹

Baracska Attila

ügyvezető igazgató, KONsys Kft., baracska.attila@konsys.hu

Az anomália detektálás egy statisztikai módszer, aminek a segítségével az adatok között megkeressük a számunkra „gyanús” értékeket. Az innovatív energiamenedzsment szoftverek az adatgyűjtési, naplózási funkciókon felül már erre is képesek. A mesterséges intelligencia használata az energia menedzsment rendszerekben felbecsülhetetlen előnyöket nyújt az energiahatékonyság, a költségmegtakarítás és a fenntarthatóság terén. A mesterséges intelligencia minden nap, folyamatosan, 0-24 órában elemzi az adatokat, használatával kiküszöbölhetőek az emberi hibák. Cikkünk egy ilyen, mesterséges intelligenciával integrált energia menedzsment rendszert mutat be.

*

Anomaly detection is a statistical method that helps us find “suspicious” values in the data. In addition to data collection and logging functions, innovative energy management software is also capable of this. Artificial intelligence in energy management systems offers invaluable benefits in terms of energy efficiency, cost savings, and sustainability. Artificial intelligence analyzes data every day, continuously, 0-24 hours and human error can be eliminated by using it. Our article presents such an energy management system integrated with artificial intelligence.

Az utóbbi időszakban az egymást követő krízisek az energia piacra is jelentős hatással vannak, hiszen az állandóan változó energia árak mellett sokszor az energiaellátás biztonsága is kérdéses. Ezen változások folyamatos kihívások elé állítják azokat a termelő egységeket és nagyobb létesítményeket üzemeltető cégeket, akik jelentős mennyiségű energiát használnak fel. A KONsys Kft. az el-

múlt 15 évben rengeteg energiamenedzsment rendszert telepített. Az összegyűjtött tapasztalatok és vevői elvárások alapján újabb és újabb fejlesztések eredményeként létrehoztuk azt a szoftvert, amely a fentebb említett problémák megoldásában hatékony segítséget tud nyújtani.

Az AVReporter szoftver

Termékünk az AVReporter szoftver, amely gyártófüggetlen megoldás, többféle mérő adatait is képes kezelni (Villamos, Gáz, Víz stb.), ennek felépítését mutatja az 1. ábra.

Az AVReporter-rel könnyedén megvalósítható a különböző rendszerek integrációja is és egy kezelői felületen lehetséges az adatok elemzése, tetszőleges riportokban, dashboard-okban történő megjelenítése.

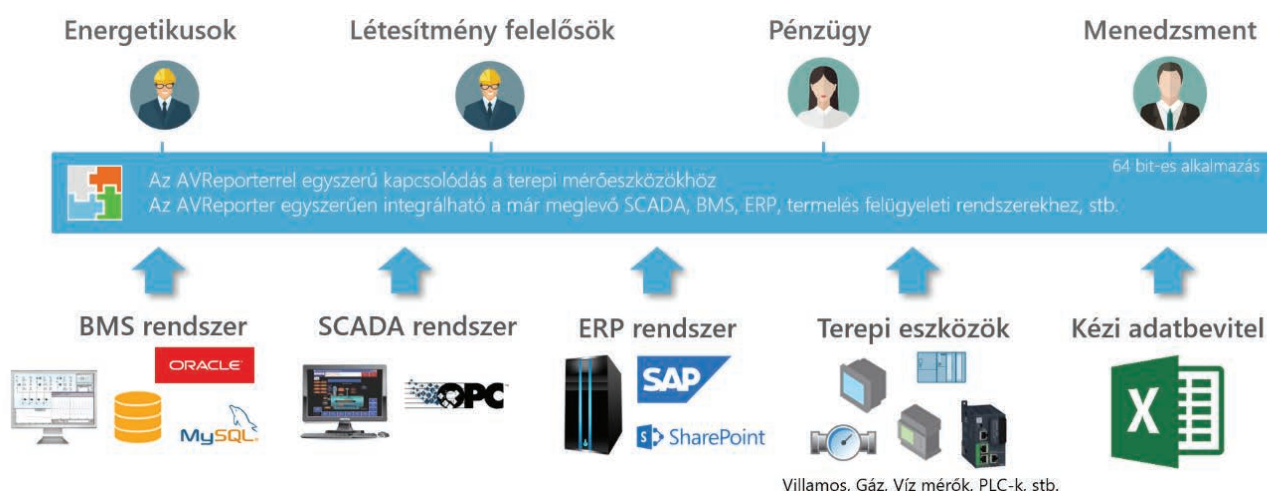
Korábban az energiamenedzsment szoftverek felhasználói alapvetően a fogyasztás optimalizálásra fókuszáltak, illetve az energia költségek pontos felderítésére, költséghelyre, fogyasztási időszakokra vagy termékre vonatkozóan.

A folyamatos mérés és adatgyűjtés által a fogyasztás változásaiból időben következtetni lehetett arra, hogy valamilyen anomália történt.

Erre jó példa amikor egy gyártósoron az egységnyi termék előállítására felhasznált fogyasztás a selejt mennyiségének hirtelen megugrása miatt növekszik.

Napjainkban a megújuló energiákat hasznosító technológiák által szolgáltatott villamos energia hálózatra kapcsolása új kihívások elé állítja a szolgáltatót és a fogyasztót egyaránt.

Ez az energiamenedzsment rendszerekkel szemben is újabb követelményeket támaszt: olyan funkciók szükségesek, amelyek rugalmasságot tudnak biztosítani, azaz a szolgáltatói igényekhez igazítják a terepi fogyasztó- és termelőberendezések működését.



1. ábra. Az AVReporter energia menedzsment rendszer felépítése

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

Napelemes rendszerek esetében, amennyiben a felesleget nem tudjuk visszatáplálni, felvetődik a megtermelt energia tárolásának kérdése.

De ha ezt az energiát szeretnénk visszatáplálni, akkor azt mindig a piaci viszonyokhoz alkalmazkodva célszerű megtenni.

A hőszivattyúk üzemvitelét szintén felügyelni kell. Ahhoz, hogy a lehető legnagyobb hatásfokot tudjuk elérni, a rendszer működtetését a külső hőmérsékletváltozással összehangban kell megoldani. Érdekes abban az időszakban előállítani és tárolni a későbbi fűtéshez vagy vízellátáshoz szükséges melegvizet, amikor a megfelelő mennyiségű villamos energia rendelkezésre áll vagy amikor a piaci viszonyok a legalkalmasabbak erre.

Hasonló a helyzet az elektromos autó töltőknél is: akkor érdemes az autót tölteni, akként vezérelni a töltőfejeket, amikor felesleges villamosenergia rendelkezésre áll.

Vagyis röviden összefoglalva egy jó energiamenedzsment rendszernek az alábbi lehetőségeket kell biztosítani:

- A mérés adatgyűjtésen túlmenően elvárt a termelési vagy fogyasztási adatok alapján történő beavatkozás, például a hőtermelő berendezések működésének szabályozása. Ha többlet energia áll rendelkezésre, akkor azt egy megfelelően kialakított fűtési rendszer, amely rendelkezik a szükséges tároló kapacitással, ott a melegvizet előre előállítható és tárolható későbbi felhasználás céljából.
- Biztosítani kell a várható fogyasztási adatok vagy energiapiaci adatok alapján történő beavatkozás lehetőségét.

Például, ha többlet energia keletkezik, akkor az éppen aktuális piaci ár alapján a szoftver képes legyen az üzletileg előnyös üzemi állapotot kialakítani, amelynek során vagy a szolgáltatói hálózatra történő termelés vagy pedig a helyi energiátárolás valósul meg.

A gépi tanulás alkalmazása

A fenti szabályozási feladatok nagyon komplexek és akár folyamatosan változhatnak, ezért ezek elvégzésére a leghatékonyabb megoldást a mesterséges intelligencia technológiák, Machine Learning (gépi tanulás) és az anomália detektálás alkalmazása jelenti. Egy ilyen rendszerek felépítését mutatja be a 2. ábra.

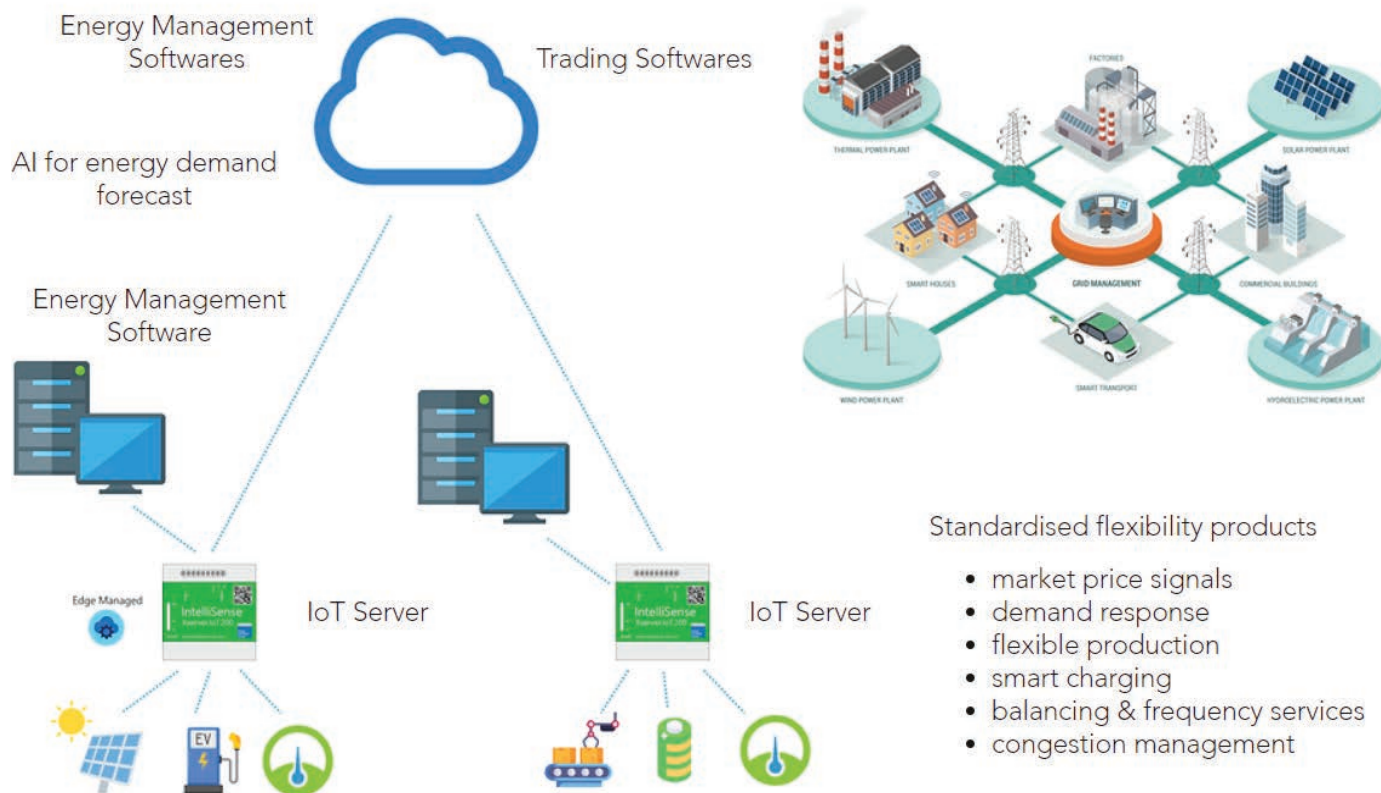
Ezen rendszerek esetében célszerű felhő alapú vagy hibrid-felhő megoldásokat alkalmazni, feltéve, ha az adott rendszer felépítése, illetve a rendszerrel szemben támasztott követelmények ezt lehetővé teszik.

De ha például helyi monitoring vagy kapcsolási feladatokat is el kell látni, főként helyi védelmi készülékek esetében, akkor azon rendszer elemeket, amelyek ezeket a feladatokat ellátják, azokat mindenképp lokálisan kell telepíteni, mert:

- a rendszernek és az adat tárolásnak akkor is üzemelnie kell, ha az internet vagy hálózati kapcsolat megszakad a felhő irányába.
- ha az energiaellátásba probléma merül fel, a kapcsolatnak akkor is meg kell maradni a védelmi eszközök és a helyi felügyeleti rendszerek között, hogy hiba esetén gyorsan be lehessen avatkozni.

Azon részeket, amelyek a historikus adattárolást, elemzést vagy a gépi tanulási feladatot ellátó algoritmusokat tartalmazzák, azokat célszerű a felhőbe telepíteni, mert:

- a felhő megoldás jól skálázható a szükséges tárolandó adat mennyiségéhez és nagy számítási kapacitás áll rendelkezésre. Ezek gyakran csak rövidebb ideig szükségesek, például a gépi tanulási modellek elkészítéséhez. Mindig csak azért fizetünk, amit használunk.



2. ábra. Mesterséges intelligenciával kiegészített energiamenedzsment

- az egyéb vállalati rendszerek (SAP, Office 365, Power BI) felé történő integráció így könnyebben megvalósítható.
- nincsen szükség helyi hardverre és folyamatos szoftver frisítésekre, amelyek jelentős költséget jelentenek.

Az IntelliSense Xserver.IoT szerver

Terepi szinten célszerű IoT megoldást alkalmazni, amely magába integrálja a felhő irányba történő kapcsolatot (IoT Hub, Edge funkciókat, Machine Learning) és az adatgyűjtési feladatokat.

Cégünk a fentiekhez kapcsolódóan az alábbi előnyös tulajdonságai miatt használja és forgalmazza az IntelliSense Xserver.IoT szervert:

- könnyű és gyors beépíthetőség;
- megfelel az iparban alkalmazott legszigorúbb előírásoknak, szabványoknak;
- gyártó függetlenül (Schneider Electric, Siemens, ABB stb.) és különböző típusú mérő eszközök csatlakoztathatók hozzá (villamos mérés, sűrített levegő, hőmennyiség mérés, PLC-k stb.);
- rengeteg kommunikációs protokollt támogat, de szükség esetén egyedi protokollok illesztése is megvalósítható;
- egyszerű gyors konfigurálás lehetősége, amely nem igényel magas szaktudást;
- a projektek „újra hasznosításának” a lehetősége (template-ek létrehozása, konfigurációk másolása, dokumentáció készítő), amely révén a rendszer építése jelentős mértékben felgyorsítható;
- maximálisan megfelel a legmagasabb IT-s biztonsági igényeknek, (certifikációk, compliancek), SSH, HTTPS kommunikáció, AES-256 kódolás, beépített security chip, Firewall, brute-force attacks protection;

- biztosított a folyamatos és hosszú távú termék támogatás, így mindig megfelelnek a legfrissebb szoftver és biztonsági követelményeknek;
- nyitott Open-Source technológiát alkalmaz, Community-supported megoldás
- könnyen integrálható különböző gyártók rendszeréhez és szolgáltatásaihoz (Microsoft, SAP, GE, AWS stb.);
- az adatvesztés minimális, beépített onboard storage power failure védelem;
- Pull & Push adat továbbítás egyszerre történő támogatása.

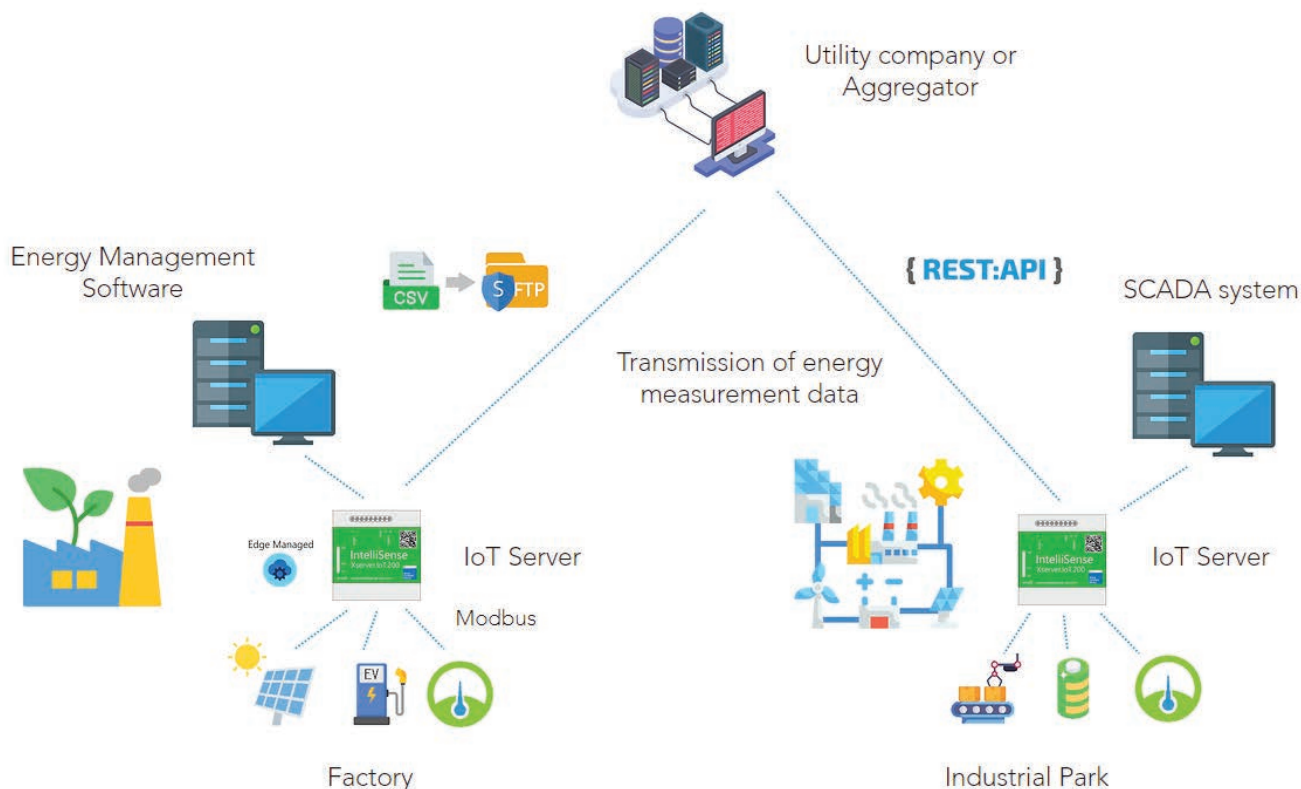
Az utóbbi időben két tényező is a fókuszba került, az egyik az IT biztonság, amely az energiaellátás és az adatok biztonsága szempontjából nagyon fontos, a másik pedig az adatok rendelkezésre állása.

Felméréseink szerint a végfelhasználók több mint 80%-a esetében az adatvesztés kritikus, mivel

- az energiahatékonyság fenntartása érdekében szükségük van az információkra;
- az energia biztonság csak folyamatos monitoring segítségével biztosítható;
- az egyre szigorodó hatósági elvárásoknak való megfeleléshez és adatszolgáltatásokhoz hiánymentes adatsorra van szükség.

Az IoT szervereink az adatkiesés előfordulását úgy próbálják minimalizálni, hogy beépített Onboard Storage-al rendelkeznek. Így a felsőbb kommunikáció kiesése esetében átmenetileg tudják tárolni az adatokat (a beépített tároló kapacitása több hétre is elegendő).

A végfelhasználókkal végzett közös felmérés alapján a legtöbb probléma a belső IT hálózaton szokott előfordulni, vagyis az adatkiesésnek az alábbi okai lehetnek:



3. ábra. Flexibilis energiamenedzsment rendszer

- hálózati túlterhelés;
- IP ütközés vagy konfigurációs probléma;
- hálózati karbantartás;
- hálózati eszköz kiesés.

Az RS485/ModBus kommunikációs terepi eszközök között sokkal ritkábbak a kommunikációs problémák, emiatt az IT oldali hibák elleni védelem, azaz a belső memóriába történő adattárolás megfelelő biztonságot nyújt.

Az IoT eszközök a kialakított magas szintű biztonsági megoldások, a belső adattárolási kapacitás, továbbá tetszőlegesen létrehozható működtető algoritmusok révén a felhő rendszer előnyeivel kombinálva tökéletes műszaki hátteret biztosítanak a flexibilis energiamenedzsment számára az alábbiak szerint (3.ábra):

- a letárolása került adatok a felhő megoldás nagy számítási kapacitása révén, folyamatosan elemezhetőek a Machine Learning eszközökkel, így az esetleges anomáliák gyorsabban felderíthetőek és a beavatkozás is gyorsabb;
- a nagy számítási kapacitás révén, a Forecasting modelleket alkalmazva, a várható fogyasztási adatok folyamatosan és pontosabban kalkulálhatóak. Például, ha van napelemes rendszer, akkor az időjárás előrejelzés függvényében a várható termelés kalkulálható. Ezáltal pontosabban meghatározható a felhasználás, vissza termelés vagy tárolás prioritása és pénzügyi előnyei;
- a flexibilis energia menedzsment rendszerek esetében az adat, mint érték még jobban felértékelődött. Az IoT eszközök az esetleges kommunikációs kiesések esetében is tudják biztosítani a helyi adat tárolást, ezáltal az adatvesztés minimalizálható.

Más részről a felhőben a megfelelő redundancia és a nagyobb rendelkezésre állás kevesebb pénzügyi ráfordítással biztosítható:

- az IoT és a felhő megoldások olyan új technológiák alkalmazását teszik lehetővé, mint a Device Twin, Machine Learning, stb., amely révén a komplex szabályozási feladatok és azokban bekövetkező változások egyszerűbben és gyorsabban kezelhetőek;
- a felhő megoldás egyszerűbb integrálhatóságot biztosít az üzleti rendszerek irányába, mint például a pénzügyi rendszerek – az energia árakról pillanatnyi tőzsdei információk is rendelkezésre állnak – vagy időjárás előrejelzési adatok, amelyek szintén a forecasting számítások esetében hasznos információk;
- a felhő megoldás az integrálhatósága révén összekapcsolható az energia szolgáltató vagy aggregátor rendszerével is, így az adatcsere az energiaellátás magasabb rendszeréhez is tud kapcsolódni.

Összefoglaló

Ahhoz, hogy hatékonyan működő energia ellátási rendszert tudjunk megvalósítani, feltétlenül szükséges ezeknek az új technológiáknak az alkalmazása. Akik korábban az energia ellátási hálózaton, mint fogyasztók szerepeltek, mostantól már, mint energia termelők is megjelenhetnek, sőt ez az időben folyamatosan változik. A hálózaton ezeket a változásokat szükséges lekövetni. A változó igényeket csak egy rugalmas energia menedzsment rendszerrel lehet megoldani, amely a fogyasztás folyamatos monitoring feladatán túlmenően a termelést és visszatermelést is tudja menedzselni, illetve az egyéb rendszerek közötti integrációt is képes kezelni.

KLENEN24 kiállító



2008-óta működő 100%-ban magyar tulajdonú, családi vállalkozás. Piacvezető műszaki szolgáltatást nyújtunk energiamegtakarítási célú épületgépészeti szigetelési projekteken. Cégünk elkötelezett az innovatív technológiák fejlesztésében, elterjedésében az ipari szigeteléstechika területén. Hivatásunk az EU energiapolitikájával összhangban a magyarországi ipari energiahatékonyság fejlesztése, gazdaságosan, műszakilag előremutató módon. Újrafelhasználható szigetelések fejlesztése, gyártása, projekt kivitelezés és energetikai számítás egy kézben.



A Heatventors cég terméke az intelligens hőakkumulátor minden épület és technológia számára elérhetővé teszi egyszerű környezetbarát módon, kis helyen, hosszú élettartam mellett, a fázisváltó anyagokkal történő hőenergia tárolást. A hőakkumulátor segítségével hűtési és fűtési rendszerekben energiát lehet megtakarítani, hatékonyság javítással, biztosítani lehet a folyamatos hőenergia ellátást és csökkenteni lehet az energiatermelő eszközök meghibásodását is.



Mottónk: „Csak egy kevés áram kell hozzá, és semmi más. Az eldobható szűrő a múlté lehet.” Fenntarthatóságot és energiahatékonyságot támogató elektrosztatikus levegőszűrési- fertőtlenítési- és szagtalanítási technológiákat biztosítunk többek között a létesítmény-üzemeltetés, a konyhák és a vendéglátás, az ipar, a mezőgazdaság, az egészségügy területén. Megoldásaink ESG metrikákkal tervezhetők és mérhetők, WELL, LEED, BREEAM épületminősítéseknek számos kredithez járulnak hozzá.

Az időjárás és az éghajlatváltozás szerepe az energiahatékonysági számításokban¹

Dian Csenge

okl. meteorológus, Winergy Kft., csenge.dian@winergy.hu

Zentai Zsófia

okl. energetikai mérnök, Winergy Kft.
zsolia.zentai@winergy.hu

Talamon Attila

hab. docens, Óbudai Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar
talamon.attila@ybl.uni-obuda.hu

Napjaink meghatározó környezeti problémái az éghajlatváltozás és a túlzott energiafogyasztás. Az egyre melegebb telek alacsonyabb fűtési energiafelhasználást okoznak, viszont a melegebb nyarak egyre több hűtési energiafelhasználást jelentenek. Energiahatékonyság kimutatása esetén számolni kell azzal, hogy miből ered a megtakarítás, így figyelembe kell venni az esetleges időjárásból fakadó változások hatását.

*

Nowadays, climate change and excessive energy consumption are significant environmental problems. Warming winters cause lower heating energy consumption, but warming summers mean more and more cooling energy consumption. In the case of demonstrating energy efficiency, it is necessary to calculate the source of the savings, so the effect of possible changes due to the weather must be taken into account.

Napjaink meghatározó környezeti problémái az éghajlatváltozás és a túlzott energiafogyasztás. Az éghajlatváltozás hazánkban is kimutatható jelenségei az átlaghőmérséklet növekedés, valamint a szélsőséges időjárási helyzetek gyakoriságának növekedése [1], [2]. A hőmérséklet legjellemzőbb hatása a fűtési és hűtési szezon energiafogyasztásán mutatható ki. Az egyre melegebb telek alacsonyabb fűtési energiafelhasználást okoznak, viszont a melegebb nyarak egyre több hűtési energiafelhasználást jelentenek. A jövőben ez a tendencia növekedni fog. Energiahatékonyság kimutatása esetén számolni kell azzal, hogy miből ered a megtakarítás, így figyelembe kell venni az esetleges időjárásból fakadó változások hatását. Az időjárás hatásának kiszűrésére korrekciós eljárás, normalizálás alkalmazható. Ezeket a korrekciókat az energiagazdálkodási teljesítménymutatók számításánál, fajlagos energiamegtakarítás számításánál érdemes figyelembe venni. A normalizálás jól alkalmazható az ISO 50001-es rendszer, az EKR és TAO auditok energiamegtakarítás kimutatásai során.

Éghajlatváltozás

Az éghajlatváltozásnak már a mindennapokban észrevehető hatásait tapasztalhatjuk. Az egyik legjelentősebb, és az emberi komfortérzetet is befolyásoló tényező a hőmérséklet. A globális átlaghőmérsékletet figyelembe véve 1850 óta a 2023-as év volt a legmelegebb, a korábbi melegrekord 2016-ban volt [3]. Hazánkban is az éves átlaghőmérséklet emelkedése figyelhető meg. Az éves változások mellett az évszakos változások is számottevőek, és nagy jelentőséggel bírnak, hiszen a különböző évszakokban más-más hatása van a felmelegedésnek. 2023-as nyár a 12. legmelegebb nyár, míg a 2022/2023-as tél a második legenyhébb tél volt az elmúlt 123 év-

ben [4]. Jelen tanulmányban a téli, fűtési időszakokkal foglalkozunk részletesebben, azonban hosszútávon egyre nagyobb jelentősége lesz a nyári felmelegedésből fakadó hűtési igény vizsgálatára.

Épületenergetika

Épületek teszik ki az Európai energiafelhasználás több mint 40%-át [5]. A lakosságszám növekedésével az épületek száma is világszerte növekszik, így egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni az épületenergetikai tervezésekre. Az elmúlt évek politikai és gazdasági viszonyai felhívták a figyelmet az energiahatékonyság és az energiafüggetlenség fontosságára.

Éghajlatváltozás jelentősége a tervezésben

Az épületek fűtési és hűtési rendszereinek tervezése különböző hazai és nemzetközi szabványokon alapszik (MSZ 04 140/3 1987, majd MSZ 24140:2015). A fűtési berendezések méretezési hőmérséklete a kültéri léghőmérséklet, melyet a tervezések során figyelembe kell venni. Magyarország ez alapján három régióra osztható: délnyugaton 11 °C, a középső régióban 13 °C, míg északkeleten 15 °C. A szabványban meghatározott értékektől a határvonal mentén, valamint a jelentős hősziget-intenzitással bíró nagyvárosok esetén át lehet térni egy másik, a szabványban ismertetett hőmérsékletre (1. ábra).



1. ábra. Kültéri méretezési hőmérséklet az MSZ 24140:2015 (korábban: MSZ 04 140/3 1987) szabvány szerint

Az éghajlatváltozás hatására egyre ritkábban fordulnak elő tartósan alacsony hőmérsékletek. A szélsőséges időjárási helyzetek megnövekedése ugyan vártahó, de a méretezési hőmérsékletek újragondolása megfontolandó, ugyanis a kisebb hőmérsékletkülönbségre

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

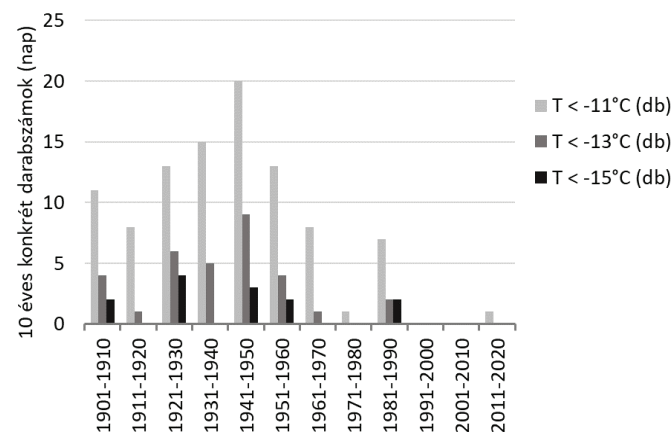
való tervezés során kisebb teljesítményű berendezések beépítése is elegendő.

Budapesten jelentős a városi hőszigetintenzitás mértéke, akár 3 °C-ot meghaladó is lehet [6]. Éppen ezért indokolt a 13 °C-os méretezési hőmérséklettel való eltérés.

Az 1. táblázatban látható, hogy az egyes évtizedekben hány-szor fordult elő Budapesten a háromféle méretezési hőmérséklet alatti napi középhőmérséklet. A legtöbbször az 1941-50 közötti évtizedben volt ilyen alacsony a napi középhőmérséklet, azonban ekkor is csak 20 napon volt -11 °C alatti és 9 napon -13 °C alatti hőmérséklet. Az utolsó harminc évben mindössze egyszer fordult elő 11 °C alatti napi átlaghőmérséklet, 2017. január 7-én 11,3 °C volt a napi átlaghőmérséklet (2. ábra).

1. táblázat. Méretezési hőmérsékletek évtizedes előfordulása (Budapest, 1901-2020)

	< -11°C (db)	< -13°C (db)	< -15°C (db)
1901-1910	11	4	2
1911-1920	8	1	0
1921-1930	13	6	4
1931-1940	15	5	0
1941-1950	20	9	3
1951-1960	13	4	2
1961-1970	8	1	0



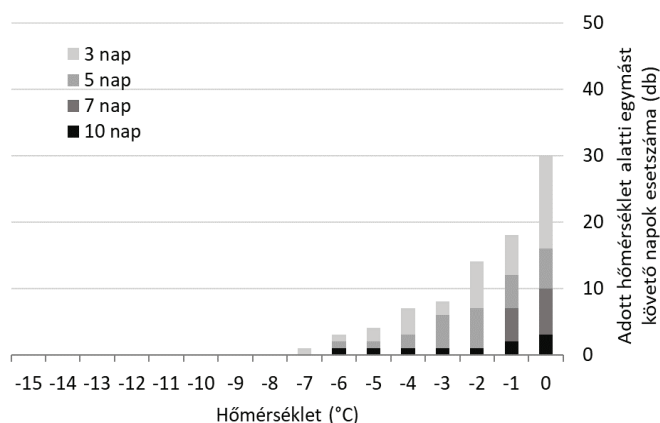
2. ábra. A méretezési hőmérsékletek évtizedes előfordulása (Budapest, 1901-2020)

A tervezéshez optimalizált külső hőmérséklet meghatározásához figyelembe kell venni az épületek hőmegtartó képességét, mely jellemzően 3-5 nap.

A HungaroMet Zrt. (korábban Országos Meteorológiai Szolgálat [7] napi középhőmérsékleteit vizsgálva meghatározhatók azok a napi átlaghőmérsékletek, melyek legalább 3-5-7-10 egymást követő napon fennállnak. A 3. ábra mutatja be, hogy hány olyan eset volt, amikor 3-5-7-10 napig fennállt az adott 0 °C alatti hőmérséklet 2011-2020 között [8].

Látható, hogy sem a régióra jellemző 13 °C-os, sem pedig a szabványban szereplő legenyhébb hőmérséklet (11 °C) nem fordult elő több egymást követő napon az elmúlt évtizedben.

A fenti eredmények alapján a méretezési hőmérséklet jóval a ténylegesen előforduló hőmérsékletek alatt marad.



3. ábra. Azon események előfordulása, amikor adott fagyponthoz alatti hőmérséklet 3-5-7-10 egymást követő napon fennállt (Budapest, 2011-2020)

Budapest esetén a legalacsonyabb több napon át fennálló átlaghőmérséklet 7 °C. Ezek alapján erre a hőmérsékletre is fel lehet emelni a méretezési hőmérsékletet, de jó hőszigetelésű épületek esetén akár a 6 °C is elegendő lehet.

A külső és a belső hőmérséklet különbsége egyenesen arányos a hőtermelő berendezés teljesítményével.

$$P \text{ [kW]} \sim T_{\text{belső}} \text{ [°C]} - T_{\text{külső}} \text{ [°C]}$$

$$\frac{T_{\text{belső}} - T_{\text{új méretezési}}}{T_{\text{belső}} - T_{\text{szabvány méretezési}}} \sim \frac{P_{\text{új}}}{P_{\text{szabvány}}}$$

P : a fűtési berendezés teljesítménye [kW]

$T_{\text{belső}}$: a beállítandó beltéri hőmérséklet a téli időszakban (= 20 °C),

$T_{\text{külső}}$: a fűtési rendszerre vonatkozó külső méretezési hőmérséklet, régióra jellemző (értéke: 11 °C, 13 °C vagy 15 °C)

$T_{\text{új méretezési}}$: a fűtési rendszerre vonatkozó új, javasolt külső méretezési hőmérséklet, (= -6 vagy -7 °C),

$T_{\text{szabvány méretezési}}$: a fűtési rendszerre vonatkozó szabvány szerinti méretezési hőmérséklet (= -13 vagy -11 °C),

$P_{\text{új}}$: az új méretezési hőmérsékletek felhasználásával kiválasztott fűtési berendezés teljesítménye [kW]

$P_{\text{szabvány}}$: az szabvány szerinti méretezési hőmérsékletek felhasználásával kiválasztott fűtési berendezés teljesítménye [kW]

A javasolt új hőmérséklet beállításokkal számolva a külső és belső hőmérsékletek különbségének aránya 79-87% között mozog, azaz az eredeti fűtési berendezés kb. 80-90%-a elegendő lehet a tervezéskor.

Az alacsonyabb beépített teljesítmények előnye, hogy teljes terhelésen is kevesebbet fogyasztanak, valamint a beruházási költségük is alacsonyabb. A jelenlegi változó gazdasági környezetben az árak gyorsan változnak, azonban az alacsonyabb beépített teljesítmények általában alacsonyabb beruházási költséggel járnak. Az alacsonyabb teljesítmény igény következtében előfordulhat, hogy kevesebb berendezés szükséges, így kisebb helyigénye van a hőtermelő berendezéseknek, mely tervezés szempontjából nem elhanyagolható kérdés.

Időjárás jelentősége az energetikai számításokban

Az időjárás közvetlen módon hat az életünkre, a mindennapjainkra. A téli, fűtési időszakban jelentkező hőmérsékletek legnagyobb mértékben az épületek földgáz felhasználását befolyásolják, kisebb mértékben a villamosenergia-felhasználást, attól függően, hogy milyen primer energiaellátású a fűtési rendszer. Az egyre melegebb nyarak következtében gyakoribbá válik a mesterséges hűtés (split klímák, ventilátorok), ennek következtében pedig növekszik a nyári villamosenergia-felhasználás. Az energiahatékonyság vizsgálata során fontos, hogy a tényleges hatékonysági intézkedések és beruházások hatása megállapítható legyen. Éppen ezért szükséges az adatok normalizálása, korrigálása. Épületenergetika szempontjából a téli földgáz korrekció, valamint a nyári villamosenergia-korrekció javasolt, utóbbi csak gépi hűtés esetén. Amennyiben az egyes technológiai folyamatok függenek a külső hőmérséklettől, akkor azok energiafelhasználásának hőmérséklet szerinti normalizálása is szükséges. Az ISO 50001-es Energiagazdálkodási irányítási rendszer (EgIR) megköveteli az energiagazdálkodási teljesítménymutatók (EgTM) normalizálását a változó jellemzők (pl. külső hőmérséklet) figyelembevételével.

További energiahatékonysági vizsgálatok során (pl. Társasági adókedvezmény, TAO és Energiagazdálkodási Kötelezettségi Rendszer, EKR) is lényeges szerep juthat a hőmérséklettel való normalizálásnak.

Amennyiben egy-egy energiahatékonysági beruházás energiamegtakarítása a fajlagos mutatókban jelentkezik, akkor mérlegelni kell a hőmérséklet hatását az energiafelhasználásra, nem minden esetben elegendő a beruházás előtti és utáni állapot fajlagos mutatóit összehasonlítani. Ez általában egyedi energia auditok esetében fordul elő.

A normalizálás alapja a külső hőmérséklet és az a belső hőmérséklet, melyet az adott épületben tartani kívánnak. A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján a lakóépület, huzamos tartózkodásra szolgáló helyiségeiben (szobák, étkező, hálószoba stb.) a minimálisan tartandó belső hőmérséklet 20 °C, míg az ajánlott hőmérsékleti tartomány 20-25 °C. A fenti rendelet 2023.10.31-ig volt hatályos, azonban az új, 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet ezzel ellentétesen nem rendelkezik.

A normalizálási eljárás során létrehozható az a korrigált energiafelhasználás, melyet a hőmérséklet hatását figyelembe véve várunk a bázisévhez képest.

A korrekcióhoz használhatók saját külső hőmérséklet mérések, melyek az adott telephelyek közvetlen környezeti viszonyait mutatják be. Amennyiben ezek nem állnak rendelkezésre, alkalmazhatók egyéb források. Ingyenesen hozzáférhető a HungaroMet Zrt. által vezetett Meteorológiai Adattár [9]. Az adattárban éghajlati és időjárási adatok egyaránt elérhetők. A tér- és időbeli felbontás változatos, megtalálhatók az automata mérőállomások adatai, a nagyobb meteorológiai állomások nyers adatai, valamint homogenizált adat-sorok egyaránt, éves, havi, de akár napi bontásban is.

Az évek közötti energiahatékonyság bemutatásához alkalmazhatók a havi átlaghőmérsékletek. Ez a módszer akkor működik jól, ha sok telephely éves energiafelhasználását vizsgáljuk. Amennyiben a telephelyek száma csökken, vagy az időbeli felbontást finomabbra kell venni, akkor jól alkalmazható a fűtési- és hűtési foknapok száma a hőmérséklet korrekció elvégzésére [10], [11]. Ebben az esetben az adott nap átlaghőmérsékletét, minimum és maximum hőmérsékletét, valamint egy bázis hőmérsékletet kell összehasonlítani annak érdekében, hogy az adott nap adott helyszínre vonat-

kozó fűtési vagy hűtési igényét °C-ban kifejezve megkapjuk. Az épületre fordítandó energiafelhasználás arányos a fűtési- és hűtési foknapok számával. Az adott hónapokat összehasonlítva vizsgálható, hogy mekkora hatása volt az időjárásnak az adott havi energiafelhasználásban.

Összefoglalás

Összességében megállapítható, hogy az időjárás és éghajlat hatása egyre nagyobb szerepet játszik az épületenergetikában, valamint az energiafelhasználás vizsgálatában. Az interdiszciplináris vizsgálatok lehetőséget nyújtanak a jövőbeli tervezések fejlesztésére és új módszertanok kidolgozására. Például a fűtési berendezések csökkentése a jelenlegi szabályozások kb. 80-90%-ára. További vizsgálatok folynak a hűtési időszak változásához való alkalmazkodáshoz, a melegedés mértékének és az energiafelhasználás összefüggéseinek elemzéséről. A jövőben nagyobb hangsúlyt kell fektetni a gépi hűtésre.

Irodalomjegyzék

- [1] IPCC: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp., 2012
- [2] IPCC: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022
- [3] Hírek a meteorológia világából: https://met.hu/ismeret-tar/meteorologiai_hirek/index.php?id=3394&hir=2023_rekordmeleg_a_globalis_felszinhomeoseklet_anomalia_megkozeliti_az_1,5_Celsius_fokos_kuszobot
- [4] Elmult évszakok időjárása: https://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/
- [5] Európai Bizottság: Drivers of Recent Energy Consumption Trends across Sectors in EU28., 2018
- [6] Lelovics, E., Pongrácz, R., Bartholy, J., Dezső, Zs.: Budapesti városi hősziget elemzése: műholdas és állomási mérések összehasonlítása. Légkör 56: 55–59., 2011
- [7] Meteorológiai adatok: https://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok/
- [8] Dian, Cs., Talamon, A., Pongrácz, R., Bartholy, J.: A klímaváltozás hatása az épületenergetikát meghatározó kültéri hőmérsékletekre. Egyetemi Meteorológiai Füzetek, 2020.
- [9] Meteorológiai Adattár: <https://odp.met.hu/>
- [10] Bokros K., Lakatos M.: Fűtési foknapok alakulása a múlt század elejétől napjainkig, HungaroMet Tanulmány, 2022
- [11] Bokros K., Lakatos M.: Hőhullám után és előtt: a hűtési foknapok alakulása a változó éghajlat-ban, HungaroMet Tanulmány, 2023.

Az energiagazdálkodás szabványai¹

Szabó József

főosztályvezető, Magyar Szabványügyi Testület, J.Szabo@mszt.hu

Az energiagazdálkodás Magyarországon érvényes szabványait ismerteti a szerző. A szabványok lehetnek eredeti nemzeti szabványok vagy európai szabványok honosításai, ennek megfelelően magyar és angol nyelvű szabványok is vonatkoznak az energiagazdálkodásra.

*

The author gives an account of the Hungarian standards related to energy management. Standards can be original national standards or localizations of European standards. Therefore, both Hungarian and English languages are applied in the standards for energy management.

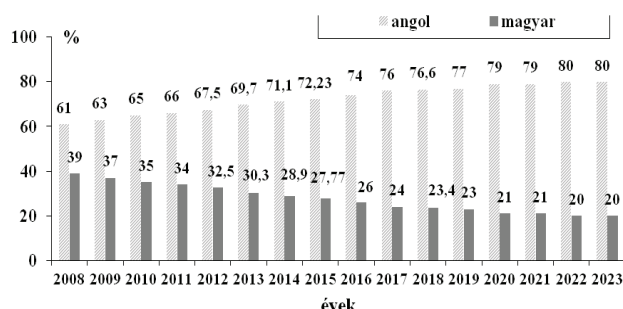
Bevezető

Magyar nemzeti szabványosítás eredményei

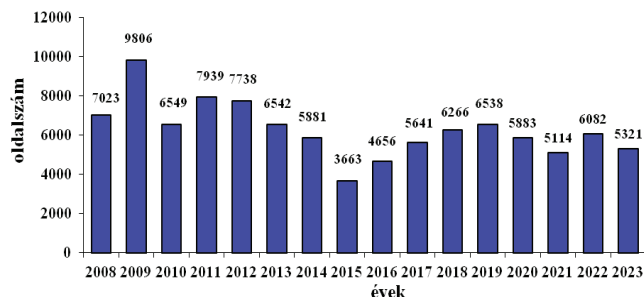
A magyar nemzeti szabványosítás által elért eredményeket a múlt év végi adatok jellemzik. 2024 végére 30 467 db nemzeti szabvány volt érvényben, amelyből 26 738 db (88%) európai szabvány (MSZ/CEN, MSZ/CENELEC, MSZ/ETSI) honosításával került a magyar szabványállományba. A további szabványaink között 748 db (2%) nemzetközi szabvány honosítása (MSZ/ISO, MSZ/IEC), 2813 db (10%) eredeti nemzeti szabvány (tisztán magyar – MSZ, MSZE), és 168 db (1%) katonai szabvány (MSZK) van.

Az MSZT 2023-ban 1565 db nemzeti szabványt tett közzé, amelyből 1461 db európai szabvány és 98 db nemzetközi szabvány honosítása volt (119 magyar nyelven is elkészült).

Mióta a szabványokat a legtöbb esetben nemzetközi és regionális (európai) keretek között és részvétellel dolgozzák ki, a legtöbb nemzeti szabványügyi szervezet, így az MSZT számára is fontos feladatává vált a szabványok nemzeti nyelvű kiadása. Az MSZT rendelkezésére álló erőforrások és az igények függvényében az angol és a magyar nyelvű szabványok aránya 80% és 20% körül állandósult (lásd az 1. ábrát.). Ez annak köszönhetően alakult ki, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokkal arányosan az MSZT 3500-8000 oldal magyar nyelvű szabványt jelentetett meg évente (lásd a 2. ábrát). A finanszírozásban és a kiadott magyar nyelvű szabványok oldalszámában is volt ingadozás, de a tendencia csökkenő volt.



1. ábra. A magyar és angol nyelvű szabványok aránya



2. ábra. Az évente kiadott magyar nyelvű szabványok oldalszáma

A magyar nyelvű szabványok finanszírozásának változása

A magyar nyelvű szabványok többségét az elmúlt években abban az esetben készítette el az MSZT, ha a felmerülő költségekre volt fedezete. Az EU-csatlakozás után először a magyar kormányzati támogatás csökkent le fokozatosan, de ezt még ellensúlyozták az Európai Bizottság által rendelkezésre bocsátott, a szabványki-dolgozás 15 fázisából hét fázis költségét finanszírozó támogatási szerződések. Az e szerződésekbe befolyó összeg a legjelentősebb volt a szabványosítás bevételei között. Ezeknek az összegeknek a gazdaság szereplői által nyújtott támogatások csak a kiegészítései voltak.

Azonban az Európai Bizottság 2023-ban nem biztosított (és várhatóan a következő években sem fog) támogatást az európai szabványok magyar nyelvű változatainak elkészítésére. Ez a bevétel nem tűnik más forrásból pótolhatóknak.

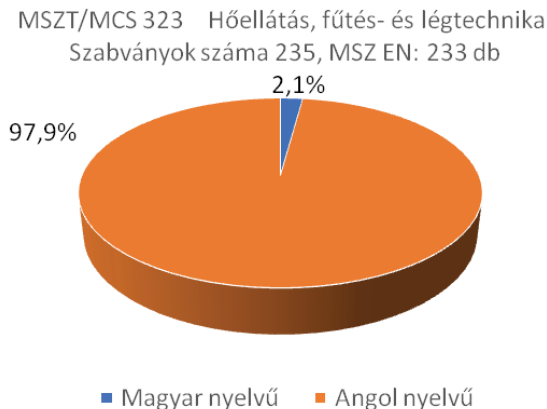
A 2022-ben munkába vett, de 2023-ban megjelent szabványok miatt a 2023-ban magyar nyelven megjelent szabványok nagyobb részének kidolgozása még finanszírozva volt valamilyen forrásból, pl. az Európai Bizottság támogatási keretéből, azonban 13 már az MSZT önköltségére készült el, és 30 szabvány kidolgozása kezdődött el úgy, hogy a költségek a remélt értékesítési bevételből lesznek finanszírozva.

A magyar nyelvű szabványok elkészítése eddig valamilyen forrásból, megkötött szerződésekből előre finanszírozva volt. Az MSZT továbbra is legfontosabb feladatának tartja, hogy a magyar gazdaság számára szükséges szabványok magyar nyelven is elkészüljenek, de egyre nagyobb mértékben kell a szabványok értékesítéséből finanszírozni a szabványkidolgozást. Így sokkal kockázatosabbá válik a szabványosítás. A kockázatok úgy csökkenthetők, hogy piacképes, jól eladható, tehát a gazdaság szereplői számára szükséges magyar nyelvű szabványokat kell készíteni, a költségeket csökkentő, korszerű eszközök és módszerek alkalmazásával. Mindemellett biztosítani kell, hogy a szabványok terjesztésével, hasznosításával, oktatásával kapcsolatos bevételek az MSZT-be jussanak, tehát követésre méltó, népszerű mintává kell tenni a jogszerű szabványalkalmazást, és vissza kell szorítani a szabványok illegális terjesztését, felhasználását, fordítását és oktatását.

¹ A cikk a KLENN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

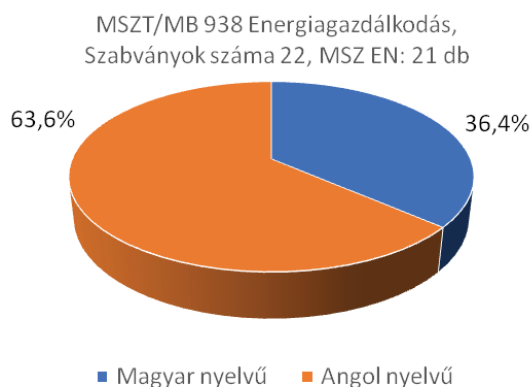
Az energetika szabványai

Az energetikához leginkább kapcsolódó szabványokat az MSZT/MCS 323 *Hőellátás, fűtés- és légtechnika* (ide tartoznak pl. az épületek energetikai teljesítőképességére vonatkozó, harmonizált szabványok is) és az MSZT/MB 938 *Energiagazdálkodás* műszaki bizottság gondozza. Bár mindkét bizottság szabványai között akad európai jogszabályhoz kapcsolódó, az MSZT/MCS 323 *Hőellátás, fűtés- és légtechnika* szabványainak túl nyomó része, közel 98%-a angol nyelvű (lásd a 3. ábrát). Ez azt mutatja, hogy ezen a területen még az Európai Bizottság költségére sem igényelték a magyar nyelvű szabványokat, és az elmúlt évben sem készült magyar nyelvű szabvány ezen a területen.



3. ábra. A hőellátás, fűtés és légtechnikai szabványok nyelve szerinti arány

Az MSZT/MB 938 *Energiagazdálkodás* műszaki bizottság sokkal kevesebb, 22 db szabványt gondoz, amelyek harmada magyar nyelven elkészült (lásd a 4. ábrát). A 2023-ban megjelent szabványok már az MSZT költségére készültek el, és majd az eladási adataik alapján ítéltethető meg, hogy érdemes-e ezen a területen folytatni a magyar nyelvű szabványok kiadását.



4. ábra. Az energiagazdálkodással kapcsolatos szabványok nyelve szerint arány

Az Európai Bizottság a zöld átálláshoz kapcsolódva kezdeményezi a meglévő energetikai szabványok korszerűsítését és új szabványok kidolgozását is, tehát a következő években lesznek feladatok az energetikai szabványok területén.

Energiagazdálkodási szabványok

Az MSZT/MB 938 *Energiagazdálkodás* műszaki bizottság az elmúlt időszakban a következő magyar nyelvű szabványokat készítette el az MSZT költségére:

MSZ ISO 50003:2023	<i>Energiagazdálkodási irányítási rendszerek. Energiagazdálkodási irányítási rendszerek auditját és tanúsítását végző testületekre vonatkozó követelmények,</i>
MSZ EN 16247-1:2023	<i>Energetikai auditok. 1. rész: Általános követelmények,</i>
MSZ EN 16247-2:2023	<i>Energetikai auditok. 2. rész: Épületek,</i>
MSZ EN 16247-2:2023	<i>Energetikai auditok. 3. rész: Folyamatok,</i>
MSZ EN 16247-4:2023	<i>Energetikai auditok. 4. rész: Szállítás.</i>

Energiagazdálkodási irányítási rendszerek tanúsítása

Az MSZ ISO 50003 előírásokat határoz meg az MSZ EN ISO 50001:2019 szerinti energiagazdálkodási irányítási rendszerek (EgIR) auditálásával és tanúsításával kapcsolatos kompetenciára, következetességre és pártatlanságra vonatkozóan az ilyen szolgáltatásokat nyújtó testületek számára. Az EgIR-auditálás eredményességének biztosítása érdekében foglalkozik az auditálási folyamattal, az EgIR tanúsítási folyamatában résztvevő személyzet kompetenciakövetelményeivel, az auditidővel és a több telephelyes mintavétellel.

Ezek betartásának célja annak biztosítása, hogy a tanúsító testületek az irányítási rendszerek tanúsítását felkészülten, következetesen és pártatlanul végezzék, és ezáltal előmozdítsák az ilyen testületek elismertségét és az általuk kibocsátott tanúsítványok nemzeti és nemzetközi szintű elfogadását. Az EgIR tanúsítványok kölcsönös elfogadásának alapját a tanúsító szervezetek MSZ ISO 50003 szerinti akkreditálása teremti meg, tehát elsősorban (az akkreditált) tanúsító szervezetek számára fontos ez a szabvány.

Az MSZ ISO 50003-at az MSZ EN ISO/IEC 17021-1:2016 *Megfelelőségértékelés. Irányítási rendszerek auditját és tanúsítását végző testületekre vonatkozó követelmények 1. rész: Követelmények* szabvánnyal való együttes alkalmazásra szánták. Az MSZ ISO 50003 meghivatkozta az MSZ EN ISO/IEC 17021 szerinti, az irányítási rendszereket auditáló és tanúsító testületekre vonatkozó általános követelményeket, amelyek az EgIR esetén is érvényesek.

Az MSZ EN ISO/IEC 17021-1 követelményein túlmenően MSZ ISO 50003 előírja az energiagazdálkodási irányítási rendszerek (EgIR) konkrét műszaki területére vonatkozó olyan követelményeket, amelyek szükségesek az audit és a tanúsítás eredményességének biztosításához, miközben támogatja a szervezet azon erőfeszítéseit, hogy folyamatosan javítsa energiagazdálkodási teljesítményét, beleértve az energiahatékonyságot, az energiahasznosítást és az energiafelhasználást, valamint fejlessze az EgIR-t. Ez a dokumentum főként az auditfolyamathoz szükséges további követelményekkel foglalkozik. Magában foglalja a tervezési folyamatot, a kezdeti tanúsítási auditot, a helyszíni audit lefolytatását, az auditor kompetenciáját, az auditidőt és a több telephelyes mintavételt. A szabvány követi az ISO/IEC 17021-1:2015 felépítését.

Az MSZ ISO 50003 szerinti audit során hasznos lehet az MSZ EN 16247 szabványsorozat megfelelő részeinek figyelembevétele is, hiszen konkrétan és részletesebben írja le az energiagazdálkodás auditálásával kapcsolatos szempontokat és a több telephelyes mintavétel feltételeit.

Az energetikai auditokra vonatkozó MSZ EN 16247 szabványsorozat

Az energetikai audit olyan szervezetnek fontos, függetlenül annak nagyságától, típusától, amely az energiagazdálkodási teljesítményét javítani, az energiafelhasználását csökkenteni kívánja és ki akarja aknázni az ezzel járó környezeti és egyéb előnyöket. Ez a szabványsorozat a jó minőségű energetikai audit jellemzőit, az energetikai auditok követelményeit és az energetikai auditálás folyamata során felmerülő kötelezettségeket határozza meg a szereplők számára.

A szabványsorozat 1. része az energetikai auditok általános, közös követelményeit írja le, a további részek az 1. részt kiegészítő, az épületek, a folyamatok és a szállítás területére jellemző követelményeket tartalmaznak.

A 2. rész az épületek jellemző energetikai auditkövetelményeire vonatkozik. Az épület vagy épületcsoport energetikai auditjának követelményeit, módszertanát és az átadandó dokumentumokat írja elő.

A 3. rész olyan telephelyekre vagy telephelyek részeire vonatkozik, ahol az energiahasznosítás jelentős része a gyártási, szolgáltatási folyamatokhoz tartozik. A folyamatok energetikai auditjának követelményeit, módszertanát, az átadandó dokumentumait, illetve az energetikai audit megszervezésére, az adatok elemzésére, a megállapítások összefoglalására vonatkozó követelményeket tartalmazza.

A 4. rész a mobil eszközök, pl. járművek, vasutak, hajók, repülőgépek és mobil gyáregységek energetikai auditjának részleteit, jellemző követelményeit, módszertanát és átadandó dokumentumait határozza meg, valamint tárgyal minden olyan helyzetet, amikor helyváltoztatás történik, a kezelőtől függetlenül.

Az előző kiadáshoz képest a szabványsorozat alkalmazása egyértelműbb és egyszerűbb lett a következő változásoknak köszönhetően:

Az első négy rész felépítése, szerkezete egységes lett. A szakki-fejezéseket összhangba hozták az energiagazdálkodás meghatározó szabványai, az MSZ EN ISO 50001, az MSZ EN 17463 *Energiával kapcsolatos beruházások értékelése (VALERI)*, az MSZ EN ISO 52000-1 *Épületek energetikai teljesítőképessége. Átfogó kiértékelés. 1. rész: Általános keretrendszer és eljárások (ISO 52000-1:2017)* szerinti terminológiával. Tartalmazza az energetikai auditok három szintjének, valamint az MSZ EN ISO 19011 *Útmutató irányítási rendszerek auditálásához* szabványnak megfelelő mintavételes módszerek részletes leírását.

Az energetikai audit elemeinek leírása részletesebb lett, és egy folyamatábra is segít megérteni az összefüggéseket. Az energetikai audit elemeinek száma 7-ről 9-re nőtt, azzal, hogy kiegészült az információszerzéshez kapcsolódó elemekkel, a mérési tervvel és a mintavételi módszerekkel.

Az auditor és a szervezet megállapodásának tárgyát képező mérési terv akkor szükséges, ha az audit során végzett, külön mérések nélkül nem kaphatók meg a kívánt részletességű energetikai audithoz szükséges adatok.

Mintavételi módszer akkor alkalmazható, ha az összes rendelkezésre álló információ vizsgálata nem praktikus vagy nem költség-hatékony, viszont lehetőség van olyan minta kiválasztására, amely a teljes auditobjektumot reprezentálja. Olyan több telephellyel rendelkező társaság esetén alkalmazható, amelynek telephelyein azonos energiahasznosítású folyamatokat hajtanak végre, vagy pl. azonos járművekből álló flottát működtetnek.

Az energetikai audit céljai az energiamegtakarítás mellett kiterjednek a lehetséges, kapcsolódó üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentésére, valamint az azonosított energiagazdálkodási teljesítményjavító intézkedés (EgTI) költség-hatékonyági elemzésére.

Összefoglalás

Az MSZ EN ISO 50001-gyel való összhang megteremtésével lehetővé vált az MSZ EN 16247 szabványsorozat felhasználása az MSZ EN ISO 50001 szerinti energiagazdálkodási irányítási rendszerek fejlesztése, valamint az MSZ EN ISO 50003 szerinti audit során is.

Az MSZT bízik abban, hogy az energetikai auditorok mellett az energiagazdálkodást végző, valamint auditáló és tanúsító szervezetek is felismerik az MSZ EN 16247 szabványsorozat, valamint a további energiagazdálkodási szabványok alkalmazásának előnyeit és még további szabványokkal segítheti elő az energiamegtakarításokat.

Lantos Csaba: Magyarország a megújuló energiákra és a nukleáris energiára alapozza a jövőjét

Az áram-, és a földgázárak ingadozása miatt Magyarország a megújuló energiákra és a nukleáris energiára alapozza a jövőjét - jelentette ki az energiaügyi miniszter kedden Kiskunhalason.

Lantos Csaba az új kiskunhalasi naperőmű átadásán azt mondta, a pandémia és az utána bekövetkezett háború bebizonyította, hogy az energiaszuverenitásnak nagy értéke van. A közelmúltban éppen ezért "óriási beruházások" valósultak meg annak érdekében, hogy nagyobb energiaszuverenítésra tegyen szert az ország - tette hozzá a miniszter. Elmondta, jelenleg 5600 megawattnyi naperőmű van Magyarországon, tavaly ebből 1600 megawattnyi új erőmű létesült. Hozzátette: hogy a 2030-as évek energiaszükségletének felét a Paks 1 és a Paks 2 erőművek fogják termelni.

Lantos Csaba szerint a kormány azt a célt tűzte ki, hogy 2030-ra kétszáz ezer háztartási napelem települjön, majd hozzátette: ez már most teljesült, a kitűzött időpontig a háromszázszázat is el fogja érni ez a szám. Megemlítette a Napenergia plusz programot is, amelyről azt mondta: már több mint 24 ezer háztartás pályázott a támogatásra. A fejlesztés mellett fontos az energia tárolása is, ennek egyik módja az akkumulátorokban való tárolás - hívta fel a figyelmet a miniszter, majd ismertette: az autópálya mellett Magyarország egy "akkumulátorgyártó nagyhatalom is lesz", és aki képes akkumulátort gyártani, az képes lesz arra is, hogy a naperőművek mellé is tegyen akkumulátorokat. Lantos Csaba kiemelte: fognak még naperőművek épülni, de emellett az elkövetkező évek támogatáspolitikájában lényeges rész lesz az energiatárolásra vonatkozó beruházás is. A kormány határozottan a zöld, fenntartható energia fejlesztésének és tárolásának irányába szeretne elmozdulni - szögezte le a miniszter.

Bányai Gábor, a térség fideszes országgyűlési képviselője kiemelte: Bács-Kiskun vármegyében a napfényes órák miatt megvan az az adottság naperőművek építésére. A mostani beruházás területéről szólva megjegyezte, ez volt Kiskunhalas térségének mindig is a legforróbb része. Elmondta, a jövőben egy geotermikus erőművet is terveznek a környéken.

Fülöp Róbert polgármester (Fidesz-KDNP) köszöntőjében azt emelte ki, hogy a beruházással Kiskunhalas hatékonyabb lesz a befektetések bevonásában, és ezzel segítséget kap a helyi gazdaság is. Hozzátette: az alacsony minőségű földeken lehet igazán ilyen erőműveket létesíteni. Az új, 48 megawatt teljesítményű naperőmű 23 milliárd forintból épült meg, amelyet teljes mértékben a beruházó Phlegon Csoport fedezett. A villamosenergia-termelő az előzetes számítások szerint több mint 34 ezer háztartás éves áramszükségletét képes majd fedezni. Az erőmű átlagosan 2400 napsütöses órással számolva évente 85,5 gigawattóra (GWh) villamosenergiát termel, ezzel 22,9 ezer tonna szén-dioxid kibocsátása kerülhető el. Az erőmű kihasználtságát ideális elhelyezkedése is segíti, hiszen a Kiskunság déli részén a napsütöses órák száma 10 százalékkal magasabb az északi és nyugati tájainkon mért átlagnál.

(Forrás: Energiaügyi Minisztérium)

ISO 12241:2022 alapú szerelvény hőveszteség számítási metodika ismertetése és az ASTM C680 közti eltérések bemutatásai¹

Ciceu Dániel

energetikai mérnök, DYNOTEQ Kft., daniel.ciceu@dynoteq.com

2022 nyarán jelent meg az ISO 12241 szabvány frissítése, ami többek között a magas hőmérsékletű szerelvények hőveszteségének számítási módszertanát határozza meg. A módszertan 13 szabványos szerelvény esetén adja meg a felület kiszámításához szükséges összefüggéseket, amik közt egyaránt megtalálhatók karimás és hegtoldatos szelepek is. Cikkemben bemutatásra kerül a hőátadási és hőszugárzási tényezők számítása, valamint a szerelvény környezetében található levegő sebességének és áramlási irányának hatásai. Az alábbiakban ismertetem, hogy milyen befolyásoló tényezők vannak egy szelep esetén a kalkuláció során, mint például a levegő sebesség és a szerelvény vízszintes vagy függőleges pozíciója. Konkrét megvalósult energiahatékonysági projekteken keresztül szemléltetem az ISO és ASTM szabvány közti különbségek nagyságát és okait. Emellett bemutatásra kerül a pontos szabvány számításához elengedhetetlen kiindulási paraméterek rögzítésének fontossága.

*

In the summer of 2022, an update of ISO 12241 was published, which, among other things, defines the methodology for calculating heat loss in high-temperature fittings. The methodology gives the relationships for calculating the surface area for 13 standard fittings, including both flanged and welded valves. The calculation of heat transfer and heat radiation factors is presented, as well as the effects of air velocity and flow direction in the assembly environment. Below, I describe the factors that influence the calculation of a valve, such as the air velocity and the horizontal or vertical position of the assembly. Furthermore, I illustrate the magnitude and causes of the differences between the ISO and ASTM standards through concrete energy efficiency projects. In addition, the importance of capturing the initial parameters necessary for an accurate standard calculation is demonstrated.

A hazai auditor cégek egyre több szerelvény szigetelés projektet számolnak el és a teljes magyar EKR piacnak növekvő szegmensét jelenti, azonban az energetikusok keresik azokat a módszereket, amivel a legjobban lehet közelíteni a kiinduló, szigetetlen állapotot. A szigetelésekkel elért hőveszteség csökkenés a gyakorlatban mérhetetlen, mert a kiinduló és szigetelt állapot összehasonlításához tökéletesen megegyező üzemviteli paraméterek szükségesek. Megegyező kazán hatásfok, környezeti hőmérséklet, technológiai hőfogyasztás, üzemórászám, levegő sebesség stb. Az eredeti és végállapot üzemviteli paramétereinek kifogástalan egyezése a valóságban elérhetetlen, emiatt csak elméleti számítás útján lehet megbecsülni, hogy mekkora energiamegtakarítást eredményezett a szigetelés.

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

ISO 12241 szabvány bemutatása

ISO 12241:2022 megjelenésével hatályon kívül helyezi és felváltja a ISO 12241:2008 szabványt. A szabvány segítséget nyújt az épületgépészeti berendezések hőveszteség számításában, állandósult feltételek mellett. Szigetetlen és szigetelt esetre is meghatározza az termodinamikai alapösszefüggéseket. Segítségével különböző bemenő adatok alapján meghatározható a szerelvények adott üzemállapothoz tartozó szigetetlen és szigetelt hővesztesége. Ezeknek ismeretében egyszerű kivonással az elérhető megtakarítást is megkaphatjuk.

Szigetetlen hőveszteség

A szigetetlen hőveszteséget a szabvány egy felületi hőátadási tényezővel jellemzi, ami összevonva tartalmazza a konvektív hőátadási tényezőt és a hőszugárzási tényezőt. A felületi hőátadási tényezőt két módon lehet számolni. Az első egy egyszerűsített összefüggés, amihez csak felületi, környezeti hőmérsékletre és emissziós tényezőre van szükség, azonban ennek a képletnek az értelmezési tartománya -60°C – 100°C hőmérsékleti határok között található. A módszertan előnye egyben a hátránya is, kevés input adatból dolgozik és emiatt pontatlanabb lesz az eredmény. A részletes konvektív hőátadási tényező meghatározásához több bemenő paraméterre van szükség, azonban a számítás jobban megközelíti a valóságot és nagyobb megtakarítást eredményez. A felületi hőátadási tényező kiszámítása után az alábbi összefüggéssel lehet meghatározni a hőveszteséget.

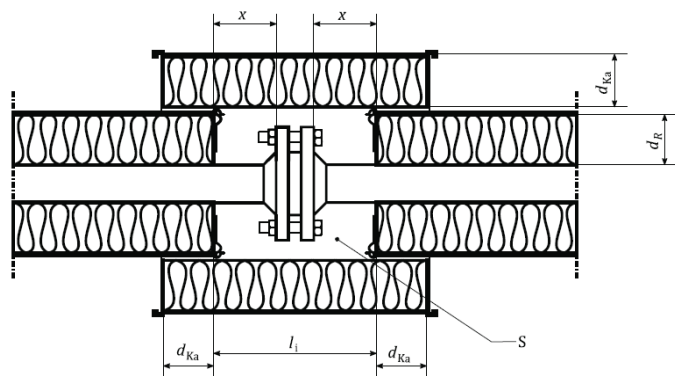
$$\dot{Q}_{\text{szigetetlen}} = f \cdot h_{\text{se}} \cdot A \cdot \Delta T + K_{\text{fl}}$$

13 különböző típusú szerelvény esetén a szabvány definiálja az f korrekciós tényezőt és a DN mérethez tartozó külső csőátmérőtől függő felületet. A K_{fl} jelenti a szerelvényekhez csatlakozó ellenkarimapár hőveszteségét, tehát a felmérés során a szerelvény beépítési környezetét bemenő adatként kell kezelni és rögzíteni kell a hőveszteség feltárás során, mert jelentős különbséget jelent a végső megtakarításban.

Szigetelt hőveszteség

A szigetelt hőveszteséget az 1. ábrán látható szigetelt dobozként kezeli a szabvány, ami hőhidat jelent a hőelosztó rendszeren. Nem felületre fajlagosított szigetelt hőveszteséget határoz meg, hanem beépítési hossz függvényében mutatja ki (1).

Az 1. képen látható elrendezés jól szemlélteti a valóságot, mert a szerelvények paplanos hőszigetelése az egyik bádóg peremétől a másik bádóg pereméig ér. Ha pedig nincs bádógos szigetelés a szerelvény melletti csővezetéken, akkor a szigetelőpaplanos konstrukció ezt az elrendezést követi oly módon, hogy a csővezetéken elhelyezkedő szigeteléssel fedésben található a szerelvény hőszigetelése.



1. ábra. Szigetelt szerelvény – insulation box modell

$$\dot{Q}_{\text{szigetelt}} = \frac{T_f - T_k}{R_{se} + R_{ka}} \cdot l_i \quad (1)$$

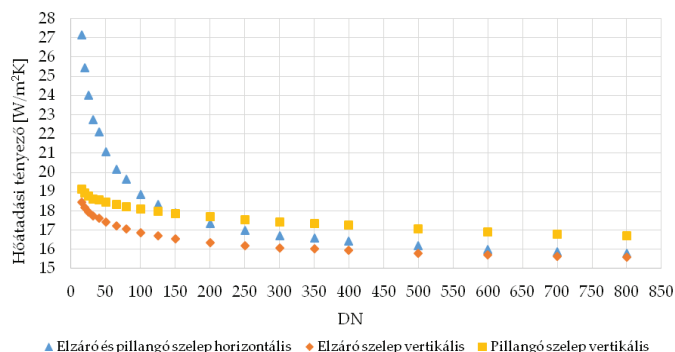
A T_f felületi és a T_k környezeti hőmérséklet, R_{se} , R_{ka} hőellenállások és az l_i beépítési hossz ismeretében kiszámítható a szerelvény szigetelt hővesztesége. Az éves üzemóra segítségével pedig megkapható, hogy egy év alatt mennyi energiát takarít meg a szigetelés.

Hőveszteséget befolyásoló tényezők

Egy szerelvény hőveszteségét a beépítési környezet, pozíció és az emissziós tényező határozza meg a környezeti és üzemeltetési paramétereken kívül. A hőveszteség feltárás során ezek a változók rögzítésre kerülnek minden szerelvény esetében. Az általam kiszámolt eredményeket nem lehet minden esetre általánosítani, azonban a vizsgálatok során arra törekedtem, hogy a munkám során leggyakrabban előforduló szerelvényeket a legtöbbször tapasztalt kiindulási adatokkal tanulmányozzam és az eredmények után alap összefüggéseket vonjak le. Ezek az eredmények rávilágítanak annak a fontosságára, hogy a pontos bemenő paraméterek rögzítésének elmulasztása mekkora pontatlanságot okozhat a számításban. A hőveszteséget befolyásoló tényezők hatásának ismerete a gyakorlatban akkor lehet hasznos, ha a hőveszteség csökkentést lépcsőként valósítják meg egy hőelosztó rendszeren, ilyenkor célszerű a legnagyobb veszteséggel rendelkező szerelvényektől haladni a kisebbek felé és ezeknek a meghatározását segítik a következő elemzések.

Vízszintes és függőleges szerelvény pozíció

Két gyakori szeleptípusra készítettem el az pozíciók közti összehasonlítást. Az elzáró és pillangós szelep esetén a vertikális jellemző méret a beépítési hosszúsággal egyezik meg, míg horizontális



2. ábra. Pozíció hatása a hőátadási tényezőre



1. kép. Szigetelt szerelvények

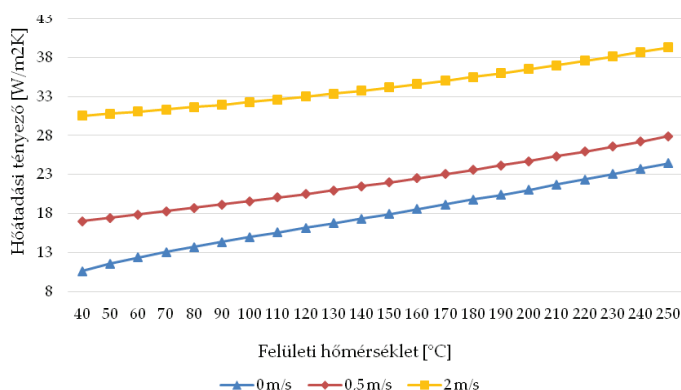
esetben a DN méretben megegyező cső külső kerületének a felével. A 2. ábrán ennek megfelelően az látszódik, hogy a horizontális hőátadási tényező értékei adott DN méretben a két szelep esetén megegyeznek.

A vizsgálat során 130 °C felületi és 25 °C környezeti hőmérséklettel számoltam. Kevert áramlást feltételeztem 0,5 m/s levegő sebességgel. Kis DN méretek esetén a hőátadási tényezők közötti különbség 20-47% is lehet. Pillangós szelep esetén a vertikális hőátadási tényező meghaladja egy adott méret felett a horizontális hőátadási tényezőt. Ennek oka, hogy ezeknek a szerelvényeknek

a beépítési hosszuk kisebb, mint az átmérőjük, tehát vertikális esetben adott méret felett karakterisztikus hossz kisebb lesz. A DN100 alatti mérettartományban jelentős különbség van a hőveszteségek között, emiatt a szigetetlen rendszer elemek felmérése során kiemelt figyelemmel kell eljárni a pozíció helyes rögzítése érdekében. A szerelvény méret növekedésével az eltérések csökkennek. Tisztán természetes áramlás esetén, amikor a levegő sebessége 0 m/s, kisebb különbségek alakulnak ki, de jellegre megfelelnek a kevert áramlás esetén kapott görbékkel. Ebben az esetben a maximális eltérés 5-7% között alakult. Fontos megjegyezni, hogy alacsonyabb felületi hőmérsékleteknél az eltérések növekednek.

Levegő sebességének hatása

A levegő sebessége a részletes számítási metodika során kap szerepet. Abban az esetben, ha van légáramlat a szerelvény környezetében, nem tisztán természetes áramlás lép fel, hanem a természetes és a kényszerített áramlás egyvelege, tehát kevert áramlás fog kialakulni. A Reynolds-szám meghatározásában játszik szerepet a levegő sebességének értéke, aminek segítségével a lamináris és turbulens áramlás kiszámításával lehet megkapni a Nusselt-szám kényszerített áramlásból adódó részét. Egy horizontális helyzetű DN50-es elzáró szelepre készítettem el az elemzést mindhárom levegő sebesség esetén (3. ábra). A felületi hőmérsékletet változtattam, míg a környezeti hőmérsékletet 25 °C-nak feltételeztem.



3. ábra. Levegő sebesség hatása a hőátadási tényezőre

A 3. ábrán jól látszik, hogy az eredmények a hőmérséklet hatására közeledtek egymáshoz. Emellett fontos kiemelni azt, hogy a kültéri szerelvények esetén többszörösére ugrik a hőátadási tényező és ezzel egyenesen arányosan a hőveszteség értéke is. Érdekesképpen egy kültéren üzemelő 40 °C-os szelep környezetében akkora lesz a kialakuló hőátadási tényező, amit még egy beltéri 250 °C-os szelep sem ér el, ezért különösen fontos a kültéri szerelvények hőszigetelése.

A további elemzés során kiderül, miként csökken a sugárzásos hőátadás aránya az összesített hőátadási tényezőn belül a levegő sebességének növekedésének hatására. A sugárzásos hőátadási tényező a felületi hőmérséklet növekedésével szintén növekszik és mindhárom esetben ugyanazokat az értékeket fogja felvenni. Ez azt jelenti, hogy a levegő sebességének növelésével a sugárzásos hőátadás egyre kisebb szerepet kap a teljes hőveszteségben. Az eredményekből azt mutatják, hogy a 0 m/s levegő sebesség mellett a sugárzásos rész teszi ki a hőátadás nagyobb részét, ennek oka a magas 0,94-es emissziós tényező. 0,5 m/s esetén általánosságban elmondható, hogy 200 °C felett hőveszteség fele származik a su-

gárzásos hőátadásból. 2 m/s felett pedig magas hőmérsékleteken sem éri el a 40%-os arányt a sugárzásból származó hőveszteség. A hőszigetelés mindkét hőközlési folyamatra egyidejűleg nyújt megoldást.

ISO 12241 és ASTM C680 közötti eltérések bemutatása

Az ASTM szabványban a hőszigetelésre vonatkozó összefüggések megegyeznek az ISO szabványban található egyenletekkel. Az hőáram arányos az emissziós tényezővel, a Stefan-Boltzmann állandóval és a hőmérséklet különbség harmadik hatványával. Az ASTM C1129 szabványban található minta számítás szerint a szigetetlen, sötét és alacsony fényvisszaverő képességű szelep emissziós tényezője 0,95, ami összecseng az ISO szabványban alkalmazott 0,94-es értékkel. Az ASTM C680-as szabványban leírtak hasonlóan, empirikus módon közelítik meg a konvektív hőátadást, mint az ISO szabvány. Az egyik legegyszerűbb és leggyakrabban alkalmazott összefüggés a Langmuir által kifejlesztett képlet (2), ami a tisztán természetes áramlás esetén határozza meg a hőáramot.

$$Q_c = 0,296 \cdot (T_{\text{felületi}} - T_{\text{környezeti}})^{1,25} \quad (2)$$

Ezt az összefüggést később tovább finomították korrekciós tényezőkkel, annak érdekében, hogy szélesebb hőmérséklet tartományon és különböző geometriák esetén lehessen alkalmazni. Az alábbi egyenletben már figyelembe van véve a határréteg átlaghőmérséklete, ami a határréteg sűrűségét, vastagságát és viszkozitását befolyásolja, emellett a C korrekciós tényezőt keresztül az felület geometriáját és a levegő áramlás irányát is meg lehet különböztetni. Megvizsgáltam, hogy a ASTM és az ISO szabványok közti eltérést a hőátadási tényező értékeiben csővezeték és síkfal esetén az elhelyezkedéstől függően. A vizsgálat kiinduló paraméterei a következők: $DN_{\text{cső}} = 50$, $T_{\text{környezeti}} = 20$ °C, $T_{\text{felületi}} = 120$ °C, $v = 0,5$ m/s.

Az eredményeket az 1. táblázat foglalja össze.

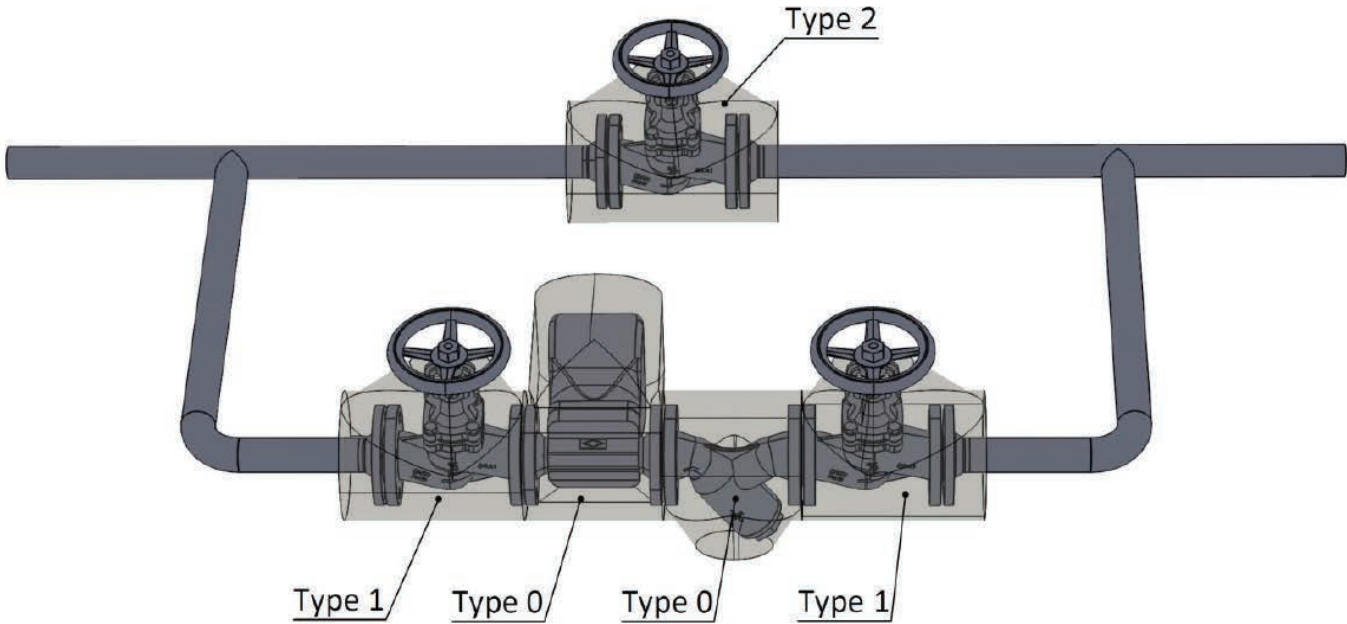
1. táblázat. ASTM és ISO szabvány konvektív hőátadási tényező

	ASTM	ISO
vízszintes cső	12,04 W/m²K	11,60 W/m²K
függőleges cső	14,63 W/m²K	7,71 W/m²K
függőleges fal	10,40 W/m²K	8,63 W/m²K
vízszintes síkfal	13,35 W/m²K	12,88 W/m²K

A két szabvány közötti eltérést nehéz általánosságban értékelni, mert a karakterisztikus hossz az ISO szabványban mindig változik az adott geometriai mérettől függően, az ASTM szabvánnyal ellentétben, ahol például a síkfalak esetén mindig egy geometriai értéket használnak. A vízszintes csővezetékénél az ISO szabvány csak a külső átmérőt veszi figyelembe, hasonlóan az ASTM szabványhoz és ennél az esetről van a legkisebb eltérés. Függőleges pozíciónál karakterisztikus hossz megegyezik a magassággal az ISO szerint, ami minden szerelvénynél különbözik. Emiatt az utolsó három esetben az eltérést az határozza meg, hogy milyen méretű berendezést vizsgálunk.

Ellenkarimapár

Az ISO 12241 szabvány figyelembe veszi a szerelvény beépítési környezetét az ellenkarimák szempontjából (4. ábra). A hőveszteség feltárás során meghatározzuk Type 0-1-2 beépítési



4. ábra. Ellenkarimapárok jelölések

2. táblázat. Az ASTM és ISO szabványok szerinti mutatószámok

	ASTM	ISO	ISO/ASTM	ISO ellenkarima- párok nélkül	ISO/ASTM*
Szigeteletlen felület, m ²	37,3	62,7	168%	50,2	134%
Szigeteletlen hőveszteség, GJ	342,6	534,0	156%	394,8	115%
Szigetelt hőveszteség, GJ	39,7	60,4	152%	46,4	117%
Megtakarítás, GJ	302,9	473,6	156%	348,4	115%

tést attól függően, hogy a szerelvényhez mindkét oldalról másik szerelvény csatlakozik, csak az egyik oldalról vagy egyik oldalról sem csatlakozik másik szerelvény. A Type 2 beépítés esetén az ellenkarimapár is szigetelendő, így annak hőveszteségét is tartalmazza a számítás, ez eddig nem szerepelt az ASTM szabvány alapú számításban.

A 2. táblázat egy megvalósult és ASTM szabvány szerint elszámolt energiahatékonysági projekt mutatószámait tartalmazza, aminek a hőveszteség számítását később összehasonlítás céljából elkészítettem az ISO szabvány szerint is. A legfontosabb paramétereket tartalmazza a táblázat összefoglalva. A projekt egy fűtésrendszer szigetelése volt, beleértve a kazán előlapot, keringtető szivattyúkat, hőcserélőket, osztókat és a szigetetlenül álló szelepeket. 93 darab rendszerelemet tartalmazott a projekt, amik 3500 üzemórával működtek egy évben. A szerelvények 60 és 90 °C közti felületi hőmérséklettel üzemeltek szigetetlen állapotban.

Az ASTM és ISO oszlopok tartalmazzák a két szabvány szerint kiszámolt különböző eredményeket. Az eltéréseket az amerikai szabványhoz képest határoztam meg. Az ellenkarimapárok nélkül oszlopban található az az ISO által számolt eredmények, ahol a szerelvényekhez tartozó ellenkarimapárokat nem vettem figyelembe. Ahogy az eredményekből látszódik a két szabvány között a legnagyobb eltérés a felületben található. Az ellenkarimapárok nélkül a felületek közti különbségek feleződnek. Ennek oka, hogy más módon közelíti meg a két szabvány a felület számítását. Az

ISO szabvány csak egy változótól, a DN csőhöz tartozó külső átmérő függvényében határozza meg az összefüggéseket. Az ASTM szabványban több méret alapján lehet ezt meghatározni. Mivel eltérnek a hőleadó felületek, ennek köszönhetően a hőveszteségek is különböznek. Az eredmények rámutatnak arra, hogy nem egyenesen arányosan csökken a felülettel a hőveszteség. Az ISO szabvány kisebb W/m² értékekkel számol, mint az ASTM szabvány. Például egy 130°C-os elzáró szelep szigetetlen hővesztesége az ISO szerint 1500 W/m², míg az amerikai szabvány szerint 2000 W/m². A veszteségek és a megtakarítás az ellenkarimapárok nélkül nagyjából 15%-os különbséget adnak. Ennek az eltérésnek az oka pedig az másfajta összefüggésekben és metódusban keresendő.

Felhasznált irodalom

[1] American Society for Testing and Materials: Standard Practice for Determination of Heat Gain or Loss and the Surface Temperatures of Insulated Pipe and Equipment Systems by the Use of a Computer Program. New York: American Society for Testing and Materials, 1989.

[2] American Society for Testing and Materials: Standard Practice for Estimation of Heat Savings by Adding Thermal Insulation to Bare Valves and Flanges. New York: American Society for Testing and Materials, 2012.

[3] International Organization for Standardization: Thermal insulation for building equipment and industrial installations — Calculation rules. Svájc: International Organization for Standardization, 2022.

Megéri akkumulátort telepíteni napelemes rendszerhez?¹

Urbán Kristóf, CSO, energetikai auditor,
Planergy Solutions Kft., kristof.urban@planergy.hu

Csapó Dániel, COO
Planergy Solutions Kft., daniel.csapo@planergy.hu

Tóth Máté, CTO
Planergy Solutions Kft., mate.toth@planergy.hu

Szűcs Marcell, CEO
Planergy Solutions Kft., marcell.szucs@planergy.hu

A megújuló energiát hasznosítani képes technológiák elterjedése nem csak lehetőségeket, hanem kihívásokat is teremt az ipari szereplők számára. A C&I szektor szereplőinek ebben segítséget nyújthat az akkumulátor. Csökkenti a megújuló energia alapú technológiák veszteségeit, csökkentheti a hálózathasználati és kereskedelmi díjakat. A berendezés lehetőséget ad a kiegyenlítőenergia révén alternatív üzleti modellek segítségével egy új bevételi forrást kihasználni. Az akkumulátorok az elmúlt években jelentős árcsökkenésen és fejlődésen mentek keresztül, ezért ma már általánosságban érvényesülhet gazdaságosságuk. Mindezek ellenére számos nyitott kérdés maradt még megválaszolatlan mind technikai, mind szabályozási téren, ami a berendezések gyors elterjedését lassíthatja.

*

The expansion of renewable energy technologies carries substantial challenges beyond their apparent advantages. These challenges can be addressed through the utilization of storage technology by players in the C&I sector. Storages mitigate the losses of renewable technologies, network fees, and energy costs. The technology can be successfully integrated into the balancing energy market, providing additional alternative revenue streams for industrial players. Battery prices have been falling substantially in recent years while the technology has advanced, making their economic benefits a reality. Despite the positive indicators, batteries face some challenges in terms of regulations and applications, which may slow down their imminent expansion.

A lítium alapú akkumulátorok rohamos fejlődésének köszönhetően 2023 végén hatalmas fordulat következett be az ipari energiatárolásban: egy jól méretezett akkumulátoros rendszer ma már képes lecsökkenteni a naperőművek megtérülési idejét.

A piacon megjelenő, új, innovatív energiatároló rendszerek nemcsak tárolókapacitásban és energiasűrűségben múlják felül a korábbi termékeket, de versenyképes árúknak köszönhetően elhozzathatják a saját célra termelő megújuló-energia rendszerek forradalmát is. A kérdés most már nem az, hogy megtérülő beruházásnak számít-e egy akkumulátor telepítése, hanem hogy az adott teljesítményű napelemes rendszerrel kombinálva milyen kapacitású energiatároló képes a legtöbb megtakarítást megvalósítani.

Egy sikeres akkumulátoros projektnek három kulcsa van: 1. versenyképes árú termékek beépítése, 2. a lehető legjövődelműbb bevételi források (akkumulátor felhasználási módok) kiaknázása, és 3. egy megbízható szimulációs módszertan az optimális rendszer-méret meghatározásához.

Akkumulátorok lehetséges alkalmazása C&I visszawattos rendszerekben

A cikk kifejezetten a C&I szektorban telepített, háztartási méretű kiserőműnél nagyobb, betáplálás nélküli rendszerekkel foglalkozik, mivel a legtöbb – energiahatékonyság szempontjából az energetikai auditorok fókuszában lévő – vállalat, ebbe a kategóriába esik.

Ilyen esetekben az akkumulátor felhasználási lehetőségei a következők:

1. visszawatt veszteség csökkentés/önfogyasztás optimalizálás:

Ez az alkalmazás a legalapvetőbb, az ilyen típusú napelemes rendszerekben a legkönnyebben megvalósítható és a legtöbb gazdasági haszonnal jár. Az alkalmazás lényege, hogy a napelempark mellé akkumulátort telepítenek, aminek segítségével a napelem által termelt energiát eltárolják azokban az időszakokban, amikor a napelem termelne a kedvező időjárási feltételek miatt, viszont a telephely fogyasztása ezt nem tudja – teljes egészében – felvenni. Ilyen módon a napközbeni ingadozások a villamosenergia termelésben és fogyasztásban kiegyenlíthetők. Az alkalmazás kulcsfontosságú kérdése a napelem mérete, akkumulátor mérete és fogyasztás jellege. Ezen paraméterek hármasa optimálандó egy új rendszer esetén. Fontos megjegyezni, hogy a korábbi szaldós háztartási méretű kiserőművi és a napelem méretéhez képest jelentősen nagyobb fogyasztással rendelkező ipari rendszerek esetein kívül kifejezetten hibás megoldás a napelem névleges méretének éves elméleti termeléssel való kiszámítása. A gazdasági optimum egy ilyen rendszerben minden esetben még visszawatt veszteséggel járó kombinációt jelent, aminek pontos méretezése nem történhet máshogy, mint negyedórás fogyasztási és termelési adatok segítségével.

2. hálózati szolgáltatások:

A hálózati szolgáltatások között számos potenciális termék megtalálható, aminek segítségével akár a rendszerüzemeltetőnek, akár a hálózati szolgáltatóknak támogatást nyújthatunk. Ilyen például a frekvencia, feszültségszabályozási és blackstart szolgáltatások. A gyakorlatban leginkább az akkumulátorok aFRR piacon történő alkalmazása terjedt el, azonban annak ellenére, hogy ez egy rendkívül lukratív beruházási lehetőség pénzügyi szempontból, ezzel nem foglalkozunk részleteiben, mivel ez az adott telephely energiahatékonyságától függetlenül szolgáltatás/pénzügyi befektetés.

3. piaci arbitrázs:

Az energiaárak változása kiszámíthatatlan még középtávon is. Az előrejelzési modellek ellenére léteznek olyan „fekete hattyú” események, amik hatására extrém kiugrások következnek be. Ilyen volt például a 2022-es energiaválság is, aminek hatását néhány vállalat még mindig érzi. Rövidebb táv esetén azonban az árak változása igen jó közelítéssel kiszámítható. A napon belüli azonnali piacon történő árváltozás az energiaár tekintetében nagy biztonsággal adott

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

napokon, állandó, vagy legalább hasonló jelleget mutat. Ez abból fakad, hogy a piaci szereplők nem tudják kihasználni az arbitrázs lehetőségeket, mert az éjszakai órákra nem ütemezhető át minden tevékenység. Így hiába adódik például az éjszakai órákban alacsonyabb ár, mint a reggeli csúcsban, nem tudjuk ezt kihasználni – akkumulátor nélkül. Az piaci arbitrázs alkalmazás lényege, hogy azokban az órákban amikor az azonnali piaci órák ár alacsony, feltöltöm a tárolót, amikor pedig magas, akkor a hálózatról vételezés helyett – kisütöm. A töltés adott esetben a hálózatról is történhet, de az alkalmazás kombinálható napelemmel is; a magas napelemes termelés miatti alacsony napközbeni órákban dönthetnek úgy, hogy a napelem által termelt energia egy részét nem használom fel, hanem eltárolom későbbi órákra, másik részével csökkentem a fogyasztásomat, a fogyasztás többi részét pedig az arányaiban olcsó azonnali áron szerezem be. Szimulációink alapján a napon belüli árváltozás a korábbi magas ár-környezetben jelentősebb volt, ekkor ezzel az alkalmazással nagyobb gazdasági haszon volt elérhető. A napelemek elterjedésével azonban várható további napon belüli ingadozás, megjelennek a 0, vagy negatív árak, így a korábbi éjszaka-reggel arbitrázs helyet létjogosultsága lesz a napon belüli arbitrázsra is.

4. csúcslevágás:

Nemzetközi irodalomban gyakran hivatkoznak az akkumulátorokra a peak-shaving (csúcslevágás) kontextusában. Egyes országokban és államokban a rendszerhasználati díjtételek teszik ki a teljes villamosenergia-költség akár kétharmadát is, így a teljesítménydíjak csökkentése rendkívül fontos számukra. A magyar ár-környezet is ebbe az irányba megy, ha megfigyeljük a rendszerhasználati díjtételek változását (még a 2024.01.01 óta hatályos változás is a kWh arányos díjtételek csökkentése mellett kétszámjegyű növekményt hozott az összes C&I szektorban szereplő fogyasztó kW arányos díjaiban). Az akkumulátor alkalmazás lényege, hogy a vételezési energiamennyiséget mérve az akkumulátor kisütését írjuk elő olyan esetekben, amikor a fogyasztás – és ez alapján a reprezentatív, számolt kW teljesítmény – meghalad egy bizonyos értéket. Ezzel csökkenthetjük a kW alapú rendszerhasználati díjtételeket.

5. tartalék energiaforrás:

Számos téves információ ellenére a legtöbb általános, korábbi alkalmazásokban használatos akkumulátor nem alkalmas szünetmentes tápegység (UPS) típusú alkalmazásra. Ez a technológia jellegéből és a használatos inverterekből fakad. Ez azt jelenti, hogy nagy általánosságban másodperces reakció idejű berendezésekről van szó, ami nem felel meg az akár 10 ms válaszidővel rendelkező szünetmentes tápegység igényének. Léteznek természetesen olyan akkumulátorok, amik képesek ilyen reakcióidőre, ez azonban nem általános és e berendezések ára is más kategóriába esik. Az általános, például önfogyasztás-optimalizálás miatt beépített akkumulátorok ennek ellenére használhatóak tartalék energiaforrásként és olyan esetekben, ahol a válaszidő nem kritikus feltétel, sikerrel segíthetnek például egy gyártósorral rendelkező telephelyen, hogy megakadályozzák az alapanyag beragadásokat és egyéb kárral járó eseményeket, egy hosszabb áramszünet esetén.

6. teljesítmény ráségítés:

Az elektrifikáció elterjedése miatt a korábbi csatlakozási teljesítményeket számos telephely eléri, viszont annak fejlesztése olyan költséggel jár, ami a további bővítéseket gazdaságtalanná teszi. Egy bizonyos szintig ebben a problémában is segíthetnek az ak-

kumulátorok. A gépek indulásakor, amikor a legmagasabb a teljesítményfelvétel, „booster”-ként tudnak segíteni, hogy rendelkezésre álljon a teljesítmény. Másik alkalmazása az elektromos autótöltők támogatása. Több, főleg kommersziális tevékenységgel foglalkozó telephely (pl. irodaház) nem rendelkezik megfelelő hálózati csatlakozási teljesítménnyel, viszont elektromos autótöltők telepítését tervezi. Náluk az akkumulátoros ráségítés nélkül szinte nem is elképzelhető ilyen fejlesztés.

Az egyes alkalmazások természetesen nem azonos gazdaságossági megtérüléssel rendelkeznek. A direkt, számítható gazdasági haszonnal járó alkalmazások közül az önfogyasztás optimalizálás a legkedvezőbb. Ezt követi a piaci arbitrázs és csúcslevágás. A teljesítmény ráségítés és tartalék energiaforrás nehezen általánosítható, így az egyes felhasználási helyeken specifikusan kiértékelendő a hatásuk.

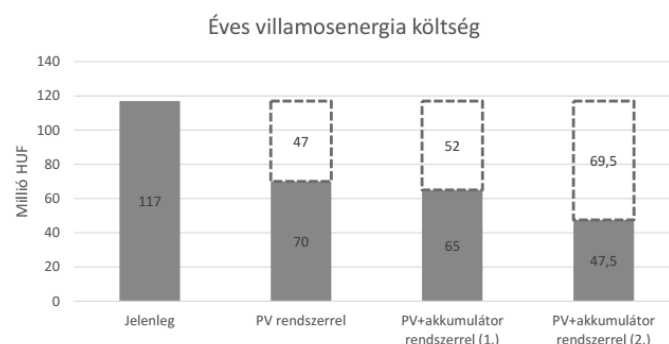
Esettanulmány

A fejezetben egy ipari energiafelhasználó példáján mutatjuk be egy minta rendszer számolt gazdaságosságát. Az alábbiak példaként szolgálhatnak egy ilyen típusú fogyasztó visszavont veszteség csökkentésére telepített akkumulátoros energiatárolójának méretezési lépéseire. Az esettanulmányban vizsgált fogyasztó 1,2 GWh/év fogyasztással rendelkezik, a reprezentatív energiaár 100 Ft/kWh (teljes kWh alapú költség).

Méretezési módszertan:

- a módszertan keretében először meghatározzuk a statikus megtérülésre és nettó jelenértékre optimalizált napelem méretet a negyedórás fogyasztási adatok alapján, multicélfüggvény segítségével. Ez a módszer jellemzően egy nagy napelemes méretet eredményez, ahol a leszabályozási veszteség 20-40% körüli.
- a multiobjektív optimalizálás eredményét alapul véve felvesszünk egy plusz-mínusz irányban is – a telephely fogyasztását figyelembe véve indokolt – méret sávot mind a napelem, mind az akkumulátor szempontjából.
- a kétdimenziós vizsgálat eredménye egy hőterkép szett, amiből látható a különböző napelem + akkumulátoros kombinációk gazdaságossága és műszaki mutatói. A szimuláció eredményét egy tucat ilyen mutató alapján használhatjuk fel.

Egy példaválasztás eredményeit az 1. ábra és az 1. táblázat mutatja.



1. ábra. Akkumulátoros rendszerek gazdasági hatása

Az 1. ábrán látható, hogy az energiaköltség-megtakarítás nagy részét a napelemes rendszerrel érjük el, míg az azt kiegészítendő akkumulátor – mérettől függően – további 10-30% megtakarítást

1. táblázat. A választott, optimális rendszerméretek

	Csak napelem	Napelem+ akkumulátor (1)	Napelem+ akkumulátor (2)	
Napelemes rendszer teljesítménye	687	600	900	kW _o
Akkumulátor kapacitása		430	860	kWh
Akkumulátor névleges teljesítménye		150	300	kW
Villamosenergia-megtakarítás	40,5	44,6	59,4	%
Villamosenergia-megtakarítás	47	52	69,5	millió Ft/év
Éves töltési/kisülési ciklusok száma		171	182	db
Akkumulátor élettartam		25	25	év
Megtermelt napenergia	800	698,9	1048,3	MWh/év
Akkumulátor által szolgáltatott energia		93,3	201,2	MWh/év
Nettó jelenérték (15 év, 6%)	418	461	541	millió Ft
Visszwatt veszteség	41,3	25,1	33,5	%
Teljes beruházási költség	240	265	425	millió Ft
Statikus fedezeti pont	5,1	5,1	6,1	év
Belső megtérülési ráta (% , 15 év alatt)	20	21	17,5	%
LCOE	52,2	52,1	62,7	Ft/kWh

eredményezhet. A megtakarításhoz tartozó további eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

Ahogy az 1. táblázatból látszik, a tároló egy szintig nem növeli a megtérülési időt, azonban ezen túlmenve a hálózatról származó villamosenergia-kiváltás már megtérülési idő növekedéssel jár. A példaszámítás nem veszi figyelembe a TAO tv. által nyújtott adótámogatást, ami 2024.01.01 óta 30-40-50% kedvezményt biztosít nagy-közép és kisvállalatok számára. Adott esetben ezt használva a megtérülési idő bizonyos esetekben 2-4 év is lehet. A valós gazdaságosságot tovább növeli az akkumulátoros tároló önfogyasztás optimalizálásán felüli alkalmazása, amivel 10-15%-kal kedvezőbb mutatók adódnának. Ezeket is figyelembe véve, nem irreális elvárás a napelem és akkumulátoros tárolós rendszerrel szemben támasztott 4 év alatti megtérülési idő, akár 2 évet is elérve.

Összefoglalás

A cikk kifejezetten a visszwattos, C&I rendszerek lehetőségeit mu-

tatja be. Egy akkumulátoros tárolóval, számos alkalmazási módján keresztül, kedvező gazdasági eredmények érhetőek el. Az önfogyasztás optimalizálás (leszabályozási veszteség csökkentése), csúcslevágás, piaci arbitrázs és tartalék energiaforrás funkciók kombinálhatók, így rendkívül kedvező – akár 2-4 éves – megtérülési időket elérve. A rendszerek tervezése azonban különös figyelmet igényel, mivel a tárolók megléte egy extra szabadsági fokot ad a méretezési problémának. Minden rendszer és eset más és más, így kevésbé használhatóak ökölszámok, vagy heurisztikák. A kevés tapasztalat miatt azonban a vállalkozó kedvű beruházóknak meg kell küzdeniük a folyamat gyerekbetegségeivel, amilyen például az akkumulátor inverterek bizonylatai, engedélyezési folyamatok, meglévő rendszerhez csatlakoztatás és vezérlési kérdések.

Mindezek ellenére azonban elmondható, hogy a jelenlegi piaci helyzet alapján az energiatárolók rendkívül elősegítik a megújuló energiaforrások elterjedését mert hatékonyan és gazdaságosan kezelik az azok jellegéből fakadó kihívásokat.



KLENEN'24 konferencia képek

Szigetelésprojektek elszámolása az EKR-ben – 2023. évi tapasztalatok, elvárások, buktatók¹

Kiss Máttyás

okl. gépészmérnök, matyas.kiss@dynoteq.com

A 2023-as évben jelentős fejlesztéseket hajtottunk végre a szigetelésprojektjeink dokumentáltsága kapcsán, főképp az EKR-ben való minél precízebb elszámolhatóság miatt. Bevezetésre került a korábbi ASTM szabványokon alapuló kalkulációnk helyett egy magasabb szintű ISO szabványon alapuló hővesztésszámítási rendszer. Szolgáltatáscsomagunk része lett továbbá a TIPCHECK rendszervizsgálati jegyzőkönyv elkészítése, ami egy átfogó dokumentáció a szigetelésprojekt megvalósítása előtti és utáni rendszerállapotról. Bemutatom továbbá esettanulmányként az eddigi legnagyobb ~12 500 GJ megtakarítást jelentő EKR-ben is elszámolt projektünket és általánosságban az elszámolással kapcsolatos elvárásokat és buktatókat.

*

In 2023, we significantly improved our insulation project documentation, mainly to ensure more accurate accounting in the EEO's. We have introduced a heat loss calculation system based on ISO standards instead of our previous calculation based on ASTM standards. Our service package now also includes the TIPCHECK system inspection report, a comprehensive documentation of the system status before and after the insulation project implementation. I also present a case study of our largest project, which has been accounted for in the EEO's, with an energy saving ~12 500 GJ, and the expectations and pitfalls of accounting in general.

Alapvetően a 2023-as évre szinte minden ipari szereplőnél hajtottak már végre az EKR-hez kapcsolódó intézkedéseket. Az energiaszolgáltatókkal és kereskedőkkel vagy független auditorok bevonásával mindeddig hozzávetőlegesen 5 millió GJ hitelesített megtakarítás jött létre a rendszer hatására. Ez az érték azonban így is töredéke a teljes EKR megtakarítási céljának, ami 18 millió GJ 2030-ig [1]. Az ipari szereplők telephelyein működő hőelosztó rendszer szigeteltségi állapotának fejlesztésével csak Magyarországon elérhető 9 millió GJ megtakarítás [2], ami jelentős hányada tud lenni a teljes EKR céljának. A bontható, bevarrt paplanos szigetelésprojektjeink kapcsán az EKR keretein belül már közelítőleg 250 000 GJ hitelesített megtakarítást értünk el, ami részben az összetett EKR szolgáltatás rendszerünknek köszönhető. A későbbiekben ki fogom fejteni ezen szolgáltatásainkat, melyeket folyamatosan fejlesztve igyekszünk optimalizálni a dokumentációs rendszerünket úgy, hogy az egyik fő fókuszunk az EKR. Emellett az auditori kapcsolattartás is fontos tényező működésünkben, hiszen bármilyen magas szinten is dokumentáltuk projektjeink, a hitelesítési felelősségvállalás az auditort terheli. Így a hővesztésszámítási metodikánk lehető legnagyobb mértékű átláthatósága is hangsúlyos tényező munkánk során.

Megújult hővesztésszámítási módszer – ISO 12241:2022

Korábban az ASTM C 1129-12 és 680 szabványokon alapult a hővesztésszámításunk, azonban 2023-ban kidolgoztuk az ISO 12 241-re épülő rendszerünket és 2023 június óta eszerint véghezvük a hőkamerás rendszervizsgálatainkat, illetve határozzuk meg a projektekhez kapcsolódó megtakarítás értékét. Az új rendszerünkről átfogó elemzést Ciceu Dániel kollégám cikkében és előadásában láthatunk, ahol a korábbi számítási rendszerünkkel való részletes összehasonlítás is megtörténik. Az új rendszer alapján az adott szerelvényekhez kapcsolódó ellenkarimák száma, illetve a szerelvény orientációja is figyelembe van véve. A számítás hőtani hátterre hasonló a korábbihoz, azonban többek között az ellenkarimák száma és az orientáció paraméterek miatt átlagosan 10-15%-kal több megtakarítást mutat ki az új módszerünk. Az 1. táblázatban láthatóak a két kalkuláció közötti különbségek egy nemesvámosi élelmiszer üzem projektjéhez kapcsolódóan. Bizonyos paramétereknél jelentős eltérések vannak, illetve jól látható az ellenkarimák figyelembevételének szerepe.

1. táblázat. Az ASTM és az ISO szabványokon alapuló kalkulációk különbségei

	ASTM	ISO	Eltérés	Ellenkarimák nélkül	Eltérés
Szigeteletlen felület [m ²]	19,4	37,7	195%	31,7	164%
Szigeteletlen hővesztesség [GJ]	1166,3	1662,3	143%	1306,5	112%
Szigetelt hővesztesség [GJ]	123,2	194,1	158%	146,4	119%
Megtakarítás [GJ]	1043,1	1468,2	141%	1160,1	111%

TIPCHECK rendszervizsgálati jegyzőkönyv

Korábbi projektjeink esetén is készítettünk műszaki dokumentációt, ami tartalmazta a hőkamerás és normál fényképfelvételeket, illetve a tételes megtérülés számítását. Ez a szolgáltatás csomag nagyban elősegítette a projektek energetikai auditálását. 2022 óta tagjai vagyunk az európai ipari szigetelésttechnikai szövetségnek (EIIF) és 2023-tól a műszaki dokumentációinkat TIPCHECK rendszervizsgálati jegyzőkönyvként készítjük el. Az adott üzem projekt megvalósulás előtti átfogó állapotfelmérését tartalmazza a dokumentum, szakmai javaslatainkkal a szigeteltségi fokkal összefüggő energiahatékonyság növelésére vonatkozóan és a projekt megtérülés számításának főbb paramétereivel. A megvalósulást megelőző és azt követő hőkamerás és normál fotódokumentációt és a megvalósított projektrészekből következő hővesztesség számítását is tartalmazza a dokumentum. Értékeljük a rendszer állapotát és a további fejlesztési lehetőségeket a szigeteltségi állapotra vonatkozóan.

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

Hódmezővásárhelyi fehérjefeldolgozó – Esettanulmány

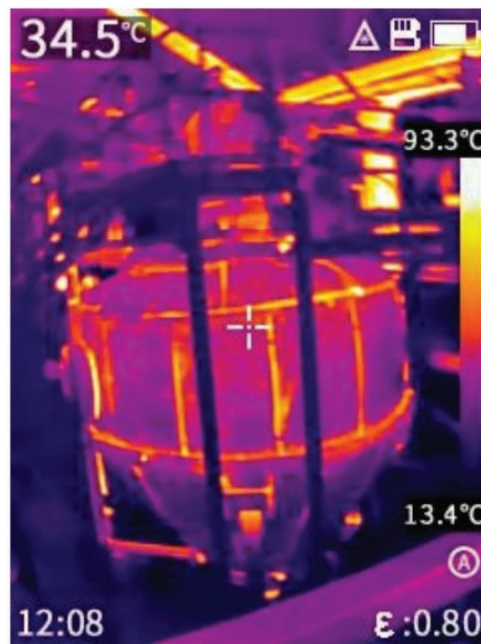
Az alábbiakban bemutatom cégünk eddigi legnagyobb volumenű szigetelésprojektjének főbb paramétereit. A projektet egy hódmezővásárhelyi fehérjefeldolgozóban valósítottuk meg 2023 szeptemberében. A megvalósítás előtt a rendszer a magyar ipari átlagnak megfelelően sok fejlesztési lehetőségnek adott teret, szerelvényt szigetelés nem volt alkalmazva a gőzrendszeren sem és sok esetben a csővezetékek sem voltak leszigetelve hagyományos bádogszigeteléssel. Így sok esetben 150-180 °C-os felületek voltak szigetetlen állapotban. Az előzetes hőkamerás állapotfelmérésünket követően ~12 500 GJ/év megtakarítási potenciált mutattunk ki ~250 000 EUR beruházási költség mellett. Ez 20 EUR/GJ fajlagos megtakarítási mutatót jelent. Földgáz üzemű kazánokkal történt a gőztermelés az üzemben, így évente ~370 000 m³ földgáz és ~695 tonna CO₂ megtakarítás érhető el a projekttel. 48 EUR/GJ energia-költség mellett ez az 1116 db szigetelés elemből álló 819 m² szigetetlen felületet magában foglaló projekt 5 hónapos megtérülési idővel bír. Az 1. és 2. ábrán látható a hozzávetőlegesen 20 m² térfogatú ~100 °C-os felületi hőmérsékletű hőkezelő készülék szigetelés utáni állapota. A projekt EKR-ben is elszámolásra került, ahol a kiemelkedő fajlagos beruházási költsége miatt profitábilis beruházás lett amellett, hogy jelentős földgázmegtakarítást jelent az üzemnek.



1. ábra. Hőkezelő „kanon” készülék szigetelés utáni fényképfelvétele

Iparági elemzés – Konzervipar

A magyar élelmiszeripar egyik legjelentősebb ágazata a konzervipar. Alapvetően egy szezonálisan (átlagosan évi 4-6 hónapos) üzemelésű iparágról beszélünk, ami előrevetíti a kedvezőtlen megtérülési idejű projektlehetőségeket. Rendszervizsgálataink azonban azt mutatják, hogy rendkívül nagy energiamegtakarítási lehetőségek vannak az iparágban a bontható paplanszigetelésekhez kapcsolódóan. 2023-ban több ezer GJ megtakarítást értünk el és több száz m² szigetetlen felületet fedtünk le konzervipari szereplőknél bontható paplanszigeteléssel Nyíregyházán, Balmazújvárosban és Dunakilitiben. További 10-12 helyszínen vannak folyamatban projektjeink, ami 8-10 000 GJ potenciális megtakarítást jelent. Látható, hogy egy relatíve alacsony üzemidejű iparági szegmensben is jelentős és



2. ábra. Hőkezelő „kanon” készülék szigetelés utáni hőkamerás képe

rentábilis fejlesztési lehetőségek fedhetők fel átfogó rendszervizsgálatokkal.

Megtakarítás elszámolással kapcsolatos elvárások, buktatók

Alapvetően nagy kockázatot jelent az EKR-ben a megtakarítás hitelesítése, mint ahogyan azt a bevezetőben említettem, így kiemelten fontos, hogy egy precízen dokumentált projektet kapjon az ügyfél. Kalkulációink elkészítése során igyekszünk a lehető legpontosabb bemenő adatokkal dolgozni (felületi és környezeti hőmérséklet, üzemóra etc.) ez okból. Emellett az ügyfél részéről kockázatot jelenthet az energiaszerződésben foglalt átterhelés adott esetben, mely során az energiaszolgáltató EKR kötelezettségének pénzügyi felelősségét terheli át az ügyfélre. Előfordul, hogy erről nincs tudomása az ügyfélnek és az átterhelés kiváltásának hiányában akár 50-100 millió Ft plusz költség is keletkezhet, emiatt is fontos a megfelelő energetikai szakértő alkalmazása. Az ügyfél túl magas elvárásai is akadályozhatják a projektek megvalósulását. Adott esetben 1 éves megtérülési idejű, a néhány hónapos üzemidő miatt relatíve előnytelen mutatószámokkal rendelkező konzervipari paplanszigetelés projekt EKR igénybevételével 0,5 éves megtérülési idővel rendelkezik, azonban esetenként még ez sem elég kedvező érték az ügyfélnek. Jellegzetes anomália lehet még az auditor által finanszírozott EKR konstrukció esete, amikor az auditor rendelkezik a projekt megtakarításával megvalósítást követően, viszont így az ügyfélnek nem szükséges a beruházási összeget előteremtenie. Ekkor az alkalmanként hosszadalmas szerződéskötési folyamatok tolják ki jelentősen a döntés időpontját a megrendeléssel kapcsolatban, akkor is, ha energia alapon néhány hónap alatt valósult volna meg a projekt. A számos buktató ellenére természetesen pozitív hatással van az energiahatékonysági projektek piacára az EKR, nagy mértékben növeli az ügyfelek motiváltságát a korábban sokszor másodlagos prioritással rendelkező energiahatékonysági projektekkel kapcsolatban.

Hivatkozások

- [1] <https://kpmg.com/hu/hu/home/media/press-releases/2023/01/atudatos-energiagazdalkodok-terepe-lesz-igazan-az-ekr-a-kpmg-szerint.html> (2024.01.31.)
- [2] The insulation contribution to decarbonise industry, EIIF, 2021

Hőtárolási és szállítási technológiák ipari megvalósíthatóságának vizsgálata¹

Leveles Péter

energetikai mérnök MSc hallgató, leveles.peter@eszk.org

Szücs Botond

adjunktus, BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, szucs@energia.bme.hu

A megújuló forrású energiatermelők előretörésével jelentős igény mutatkozik az energia tárolására, amely azonban nem kizárólag akkumulátorok segítségével tehető meg. A cikkben a hőtárolás témakörét vizsgáljuk már megvalósult ipari projekteken keresztül, valamint cél volt egy új hőtárolási projekt tervezésének elemzése is. A hőtárolás, valamint a P2H technológia segítségével időben rugalmas hőellátás biztosítható, valamint a szén-dioxid kibocsátás is gazdaságosan csökkenthető az ipari szereplők számára.

*

There is a significant need towards energy storages as renewables push forward, but there are technologies other than accumulators which can come into sight. In this article, thermal storages are observed through realized industrial projects, moreover, a newly designed tank thermal storage project is being analyzed. By the help of thermal storages and P2H technology, higher flexibility could be achieved for the electrical grid, and mitigation could be done economically for companies.

A hőtárolás szerepének növelése egyre gyakrabban merül fel napjainkban, mivel megfelelő hőigény fennállása esetén az energiatárolás igen hatékonyan megvalósítható. A lakossági szektorban az épületek gépészeti rendszereiben gyakran használatosak hőtárolók, amelyek által biztosítható az egyenletesebb hőellátás és szabályozás. Az ipari szférában azonban viszonylag keveset hallani nagy volumenű hőtárolók elterjedt alkalmazásáról a meglévő igen jelentős potenciálok ellenére. Az ipari telephelyeken általában koncentráltan hatalmas hőigények, valamint villamos energia igények jelenhetnek meg, akár szakaszosan. A megfelelő körülmények fennállása esetén biztosítható lehet az ipari szereplők számára a veszteségek csökkentése, a hulladékhő megfelelő betárolása, valamint egyéb hőcélú felhasználás kihasználása is.

A megújuló energiaforrások nagyobb mértékű felhasználása kiemelt fontosságúvá vált az utóbbi években, az Európai Unió 2022-ben elfogadott irányelve szerint [1] a klímacélok elérése érdekében 2030-ig az 1990. évi szinthez képest 55%-kal szükséges csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását. Továbbá az EU a megújuló energiaforrásból származó energia részarányának növelését is kitűzte [1], amely dekarbonizációs cél elérésében a hatékony energiarendszer részeként az energiatárolási technológiák, valamint a keresletoldali válaszingtezkedések is jelentős szereppel bírnak. A REPowerEU terv [2] kiemeli az energiatárolás előnyeit: az energia megfelelő időben történő felhasználásának, az energiaellátás rugalmasságának, az ellátásbiztonságnak, és a megújulóenergia-termelés integrációjának az elősegítése. A di-

rektívák alapján szükséges mind a távfűtési és -hűtési rendszerek kombinálása hőenergia-tárolással, mind a megújulóenergia forrású villamosenergia-többlet hőtárolásának, illetve az ipari célú hőtárolásának fejlesztése.

Hőtárolási technológiák

A hőtárolás számos technológia által meg tud valósulni, a főbb megoldások csoportosítva az 1. táblázatban láthatóak. Fontos minőségi jellemző a hőtárolás hőfoka; magasabb hőfokú közegek nagyobb energiasűrűséggel rendelkeznek, ugyanakkor a tárolók műszakilag nagyobb igénybevételnek vannak kitéve. A hőfokoknak így gyakran gazdasági és technológia korlátjai vannak, így az alacsonyabb hőmérsékletű felhasználás jut inkább előtérbe. A hőtárolási technológiák közül számos tervezési, kísérleti, vagy éppen demonstrációs fázisban jár, így az elterjedésük is korlátozott. Becslések szerint a hőtárolással kapcsolatos beruházások mértéke 2030-ig háromszorosára nőhet, a gyors növekedés feltétele azonban a piaci intézkedések és ösztönzők jelentősebb hatása.

1. táblázat. Hőtárolási technológiák

Szenzibilis	Fázisváltó anyag	Termokémiai
Melegvízes hőtároló (WTES) Különálló tartályos kialakítás Sóolvadákos/fémolvadákos hőtároló Homokakkumulátor Naptó Kőzettárolók	Jeges hőtároló Gőztároló PCM hőtároló (szerves, szervetlen, eutektikum)	Reverzibilis kémiai tárolás Adsorpció Abszorpció

Elméleti síkon nagy potenciált rejtenek a fázisváltó anyagok (PCM) hőtárolók, amelyek a fázisváltás leadott és felvett hője által képesek energiát tárolni. A látens hőtárolás során azonban hiszterézis léphet fel, emellett fázisszeparáció és egyéb anyagproblémák is felléphetnek, amely csökkentheti a ki- és betárolható energiamennyiségek közötti különbséget, így az energiatárolás hatékonyságát is. Alapvetően a PCM-ekkel kapcsolatban megállapítható, hogy sokkal komplexebbek hőtani elemzés szempontjából, mint például a víz. A gépészeti rendszerekben használatos PCM-ek legtöbbször paraffinok, telített zsírsavak, sóhidrátok, eutektikumok, vagy különböző nedvszívó anyagok. Ezen anyagok között hőtani tulajdonságok szintjén jelentősen eltérhetnek, olvadáshőjük 100-400 kJ/kg-os skálán mozoghat, az olvadási és szilárdulási hőmérsékletek pedig rendkívül széles skálán mozognak. A PCM-ek használatát főleg ezen hőmérsékletek határozzák meg, a 20-40 °C közötti olvadáspontú anyagok gyakran épületgépészeti rendszerekben kerülnek felhasználásra, a nagyon magas 200 °C

¹ A cikk a KLENEN '24 konferencián elhangzott előadás alapján készült.

feletti olvadáspontú anyagokat általában hulladékhő, illetve naphő tárolására használják, a nagyon alacsony olvadáspontú anyagok (20 °C alatt) a különböző hűtési rendszerekben használatosak. A fázisváltó anyagokkal történő tárolásnak nagy előnye, hogy nagy energiasűrűség érhető el a vízzel történő tároláshoz képest, így szűkebb helyeken könnyebb a hőtároló rendszer megvalósítása, a méretnek szállítás szempontjából is lehet jelentősége. Emellett az alacsony hőforrások jobban kihasználhatók, mint szenzibilis esetben, hiszen a hő betárolása nem jár nagy mértékű hőmérsékletnövekedéssel. Hátrányként a korábban említett anyagválasztási problémák sorolhatók fel, valamint a hőtárolónak kezelnie kell az olykor jelentős sűrűségváltozást is. Emellett megemlítendő, hogy a beruházási költsége a viszonylag drága anyaghasználat miatt jóval nagyobb egy hasonló kapacitású melegvizet hőtárolóhoz (TTES) tárolóhoz képest.

A termokémiai hőtárolás a folyamatok megfordíthatóságát használja ki, ezáltal a reakcióhő útján áll rendelkezésre hőtároló kapacitás. A használt reverzibilis kémiai folyamatok mindkét irányában megvalósíthatók kell legyenek, a termokémiai tárolás jóságának jellemzésére a reverzibilitás mértéke szolgál. [3] Kitérőként exoterm (hőfelszabadulással járó), betároláskor pedig endoterm (hőelnyeléssel járó) reverzibilis kémiai reakció használható a tárolóban, emellett az alkalmazott termokémiai anyag hosszútávú stabilitása is kritérium. Ezen hőtárolási mód segítségével nagyon magas tárolási energiasűrűség érhető el, a tárolási veszteségek a kémiai reakciók alacsony működési hőmérséklete miatt alacsonyan tarthatók, továbbá katalizátorok segítségével jól szabályozhatóak a folyamatok. Hátrányként megemlíthető az eddig hiányzó részletes modellek, valamint a drága felhasznált anyagok, továbbá esetenként a kisütési ciklusok számának növekedésével a tároló hatékonysága csökkenhet.

A szenzibilis, tehát a hőmérsékletkülönbség változtatásával működő hőtárolók esetében egyre több kutatás középpontjába kerülnek a különböző közettárolók, amelyek alacsonyabb árak mellett akár magas hőmérsékletű – egyes anyagok esetében 900°C-os – hőtárolást is lehetővé tesznek. Hátrányuk azonban, hogy az anyagok hőtechnikai jellemzői hátrányosak lehetnek, hosszú lehet a ki- és betárolási idő, valamint a hőátadó közeg (pl. forró levegő) kapcsán is jelentős veszteségek felléphetnek. Az erőművi szektorban naphőerőművek kapcsán megfigyelhető sóolvadékos hőtárolók jelenléte, amelyek stabil és nagy kapacitású hőtárolást tesznek lehetővé, azonban elterjedésüknek gátat szab a folyamatos hőntartás és a 20% alatti hatásfok megléte. A szenzibilis hőtárolók közül leg egyszerűbb technológiának a melegvizet hőtárolók tartoznak, amelyek a legelterjedtebbeknek is számítanak ezen a területen, számos háztartásban is alkalmaznak kisméretű hőtárolókat a hirtelen fellépő hőigények megfelelő ellátása érdekében.

Hőszállítási technológiák

A hőenergia előállításának és felhasználásának helye gyakran különbözik, így hőszállításra mindenképpen szükség mutatkozik. A hőszállítás történhet csővezetéken keresztül, általában víz segédközeg által. Ebben az esetben viszonylag magas beruházási költségek lépnek fel ugyan, de biztosítható a nagy fokú üzembiztonság és rendelkezésre állás. Korlátozó tényező azonban, hogy a hő csővezetéken keresztül csak meghatározott távolságra szállítható gazdaságosan. Ezen távolság felett alkalmazható hőszállítás vasúton, illetve közúton mozgatható hőtároló modulok (M-TES) segítségével akár. A feltételezett modulok fázisváltó anyagot tartalmaznak, és a

hőforrásnál feltölthetőek, majd ezt követően elszállíthatóak az adott felhasználási helyhez. Az említett technológia fajlagosan igen költséges, közúti alkalmazása azonban releváns lehet olyan helyeken, ahová akár a domborzat miatt nem lenne gazdaságos kiépíteni csőhálózatot. Vasúti alkalmazása nagy hulladékhő potenciál esetén, valamint nagy hőigényű felhasználási pont esetén léphet fel, ahol a két helyszín könnyen összeköthető vasúti pályán. A mozgatható hőtároló modulok veszélyhelyzeti hőforrásként is használhatóak, tehát hulladékhővel történő teljes feltöltés után akár a kisebb kieséseket képesek lehetnek kezelni.

Power-to-heat

A P2H (power-to-heat) elve az, hogy a villamosenergia-termelés szempontjából egy rugalmas szabályozási és tárolási kapacitást bocsásson a rendszerüzemeltető rendelkezésére a hő szektorral való összekapcsolás által. A rendszerben az azonnal nem hasznosított, eltárolt hő a hőellátó rendszer igényei és fogyasztói által kerül felhasználásra. A P2H jelenlétével összességében biztosítható a csúcsterhelés csökkentése, a termelt energia eltárolása és elosztása, a hőerőművek és távhőrendszerek hatékonyabb üzemeltetése, valamint a nagyobb megújulóenergia penetráció. A gyakorlatban a villamosenergia- és hőellátó rendszerek közti kapcsolódást gyakran egy villamos kazán látja el, a kazán által termelt hő eltárolható egy melegvizet hőtárolóban, és akár a távhőhálózatok számára felhasználható.



1. ábra. Csepeli Erőmű területén üzemelő melegvizet hőtároló

Hazai megvalósult hőtároló projekt

A Csepeli Erőmű telephelyén egy villamos kazánnal kiegészült, nagyméretű atmoszférikus melegvizet hőtároló (1. ábra) üzemel. A beruházás gazdaságossága szempontjából fontos volt a nyomástartás elkerülése, valamint mivel egy használt duplafalú olajtartály lett erre a célra kialakítva, így a telepítés költségei is kisebbek lettek egy teljesen új berendezéshez képest. A hőtárolási alapvetően területen érdemes az újrafelhasználás potenciálját megvizsgálni, egy



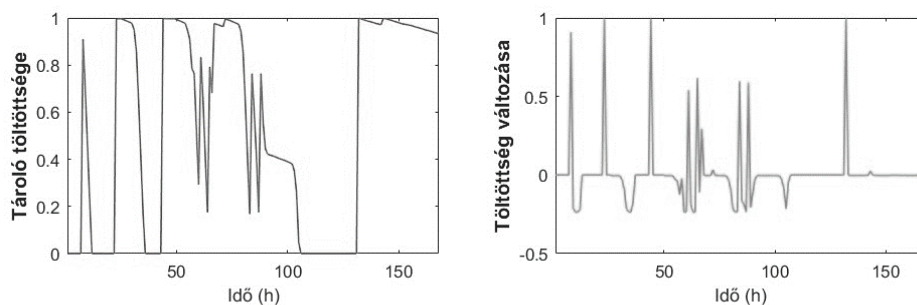
2. ábra. Tervezett hőtároló rendszer sematikus ábrázolása

német cég például az acélgégyártás során keletkező hulladékanyagok felhasználásával [4] hozott létre egy magas hőmérsékleten üzemelő hőtárolót, de meglévő tartályok is új szerephez juthatnak. A csepeli telephelyen több hőtermelő multivalens üzemébe illeszkedik a 8000 m³-es hőtároló. Fogasztói oldalon a csepeli távhőhálózat számára szolgáltatnak hőt, amely kapcsán télen igen jelentős, akár több 10 MW-os hőigények is felléphetnek. A távhőhálózat ellátása, valamint a tároló töltése a kombinált ciklusú erőmű hulladék hője által is megtörténhet, továbbá csúcsüzemű forróvíz kazánokról is történhet, vagy akár a villamos kazán által termelt hő is betárolható. A 35 MW-os villamos kazán a P2H elve alapján akkor lép működésbe, amikor a rendszerirányító a megfelelő nagyságú negatív aFRR igény esetén bekapcsolására utasított jelet küld. A villamos kazán működtetésével figyelni kell arra, hogy mindig felépjenek akkora hőigények, amelyek aFRR szabályozás esetén képesek felvenni a termelt hőt. A hőtároló indirekt módon, egy 30 MW-os hőcserélőn keresztül csatlakozik a termelői oldalra. A tárolóban lévő víz 95°C-ig fűthető, így a 70/110 hőfoklépcsőjű távhő csak előfűthető általa a fűtési időszakban. Az előfűtés által csökkenthető a gázkazánok terhelése, így kibocsátáscsökkentés érhető el a telephelyen. A gazdaságossági elemzés kapcsán látható az, hogy a villamos kazán üzemeltetésével arányaiban jelentős mértékű kiegyenlítő energia rendelkezésre állási díj (RÁD) folyhat be, amely a beruházás megtérülését gyorsítja. A Dunamenti Erőmű telephelyén a csepelihez sok szempontból hasonló projekt kivitelezése van folyamatban, amely a hazai hőtároló és P2H kapacitás növekedését jelzi.

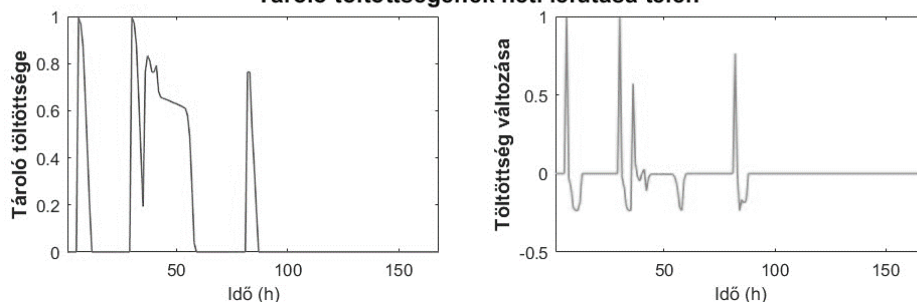
Új ipari hőtároló rendszer tervezése

Az ipari szektorban jelentős lehetőségek mutatkoznak hőtároló és P2H technológia alkalmazására, egy lehetséges fiktív beruházás körülményeit feltáró tényezők esettanulmány segítségével kerülnek bemutatásra. Az elemzésnél és a szimulációnál vizsgált hőtároló rendszer elemei a 2. ábrán láthatóak. Alapesetnek egy stabil hő- és villamosenergia igénnyel rendelkező, alacsony hőfokú hőfelhasználású ipari üzemet tekintettünk. A telephelyen egy közepes méretű napelempark telepítésre került, a hőigényeket pedig forróvíz kazánok látják el. A napelempark nyári termelése során a többlet villamos energia a hálózatra kerülne visszajuttatásra, ez azonban a hálózat jelentősebb csúcsterhelésével járhat. A csúcsterhelés csökkentése érdekében villamos kazán és melegvízes hőtároló alkalmazható, amely segítségével a többlet naperőművi termelés hőenergia formájában eltárolható, és rugalmasan felhasználható. Emellett a Csepeli Erőműben említettekhez hasonlóan kiegyenlítő energia szolgáltatására is alkalmas a hőtároló rendszer, amely által gazdaságosabban üzemeltethetőek kisebb méretű ipari tárolók is. Beépítés tekintetében a tároló magasságára figyelni kell, nagyobb magasság esetén jobb hőrétegződés és hatásfok érhető el, túl nagy magasság esetén azonban a telepítés nehezen megvalósíthatóvá válik. A tervezett 14,8 MWh-s hőtároló esetén hőveszteségekkel

Tároló töltöttségének heti lefutása nyáron



Tároló töltöttségének heti lefutása télen



3. ábra. Hőtároló töltöttségének heti lefutásai

is számolni kell, amely azonban megfelelő szigetelés esetén heti 8%-os csökkenés alatt alakulna. Energiaigények kapcsán a legnagyobb mértékű a technológia hő- és villamosenergia igénye, emellett a fűtés és HMV igény is be lett foglalva az energiamérlegbe, a naperőművi termelést pedig egy-egy téli és nyári időszakra tekintettük (3. ábra).

Összegzés

A hőtároló töltöttségének alakulását elemezve megállapítható, hogy az aFRR szabályozás által fellépő betárolás az időszakok 5-7%-ban lépett fel (minimum -50 MW aFRR esetén), hatása pedig jelentősebb naperőművi többlettermelés kezeléséhez képest. A tároló méretezésénél és használatánál lényeges szempont a vizsgált esetben a lekötött aFRR kapacitás nagysága, ez ugyanis befolyásolja a mindig rendelkezésre álló betárolható tartalék hőenergia mennyiségét. A beruházás ugyanakkor számottevő mértékben képes csökkenteni a telephelyi gázfelhasználást, csökkentheti a villamosenergia-rendszer csúcsterhelését, valamint rugalmas tartalékot biztosíthat annak, így előremutató lehet a jövőben hasonló projektek megvalósítása a fenntarthatósági, szabályozási és gazdaságossági szempontok szem előtt tartásával.

Köszönetnyilvánítás

A munka a 2021-2.1.2-HŐ-2021-00004 számú projekt keretén belül a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2021-2.1.2-HŐ pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Felhasznált források

- [1] Európai Unió Tanácsa, Európai Bizottság (2022); Az Európai Parlament és a Tanács Irányelve 2021/0218 (COD).
- [2] Európai Unió Tanácsa, Európai Bizottság (2022); REPowerEU terv, COM 230
- [3] Varga-Grund Sz. (2021): Biogáz-tüzelésű gázmotor hulladék hőjének szezonális hőtároláson keresztüli hasznosíthatóságának vizsgálata

Elstartolt az eddigi legnagyobb energetikai digitalizációs EU projekt

A TwinEU által a teljes európai villamosenergia-rendszer digitális másának alapja jön létre

75 partner, 15 ország, 3 év és 50 cent híján 20 millió euró uniós forrás – ekkora erőfeszítéssel készül az európai villamosenergia-rendszer digitális mása (digital twin) a TwinEU projekt keretében. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem kiemelt szerepet játszik a konzorciumban: a magyarországi érintettségű demók mellett a kommunikáció koordinációjáért is felel.

Nem sok nagyobb vállalkozás indult még az EU innovációs keretrendszerében, a HorizonEurope-ban, mint a TwinEU projekt. Ennek célja ugyanis az, hogy kidolgozza az európai villamosenergia-rendszer digitális másának koncepcióját. A digitális ikrek által a teljes európai villamosenergia-rendszer átláthatóbbá, könnyebben irányíthatóvá és tervezhetővé válik, ami az energiapiacok működését is hatékonyabbá teszi – mindez pedig elengedhetetlen az EU által 2050-re kitűzött klímasemlegességi célok eléréséhez.

A TwinEU január 15-16-i brüsszeli projektindítóján nem csupán a 75 konzorciumi partner mutatkozott be, hanem a finanszírozó Európai Bizottság (EB) képviselői is elhelyezték a projektet az aktuális EU-s célrendszerben. Mint elhangzott, az EB kifejezetten egy projektet szándékozott támogatni ebben a kiírásban, ezzel biztosítva azt, hogy az elindult projekt egy, a teljes európai rendszerre alkalmazható koncepciót fejleszt majd ki.

A koncepció lényege az, hogy végül ne egy, mindenre kiterjedő digitális iker jöjjön létre, hanem a villamosenergia-rendszer egyes elemeit mimikrizáló digital twinek olajozott szövetsége, ahol az adatmegosztás átjárhatósága teljes mértékben biztosított az alegységek között. A projektben résztvevő egyetemek, kutatóintézetek, hálózatüzemeltetők, energiakereskedők és szoftverfejlesztők tehát a következő 36 hónapban azon dolgoznak majd, hogy a digitális ikrek konföderációja révén egy megbízható, ellenálló és biztonságosan üzemelő digitális infrastruktúra jöjjön létre. Mindez nem csak még több megújuló energiaforrás rendszerbe illesztését teszi majd lehetővé, hanem új üzleti modelleknek is utat nyit majd.

A digitális iker, angolul digital twin (DT) egy valós rendszer, folyamat, termék vagy akár egy szolgáltatás komplex virtuális modellje, összetett számítógépes szimulációja; egy tárgy vagy rendszer virtuális reprezentációja a metaverzumok digitális világában. A valós, fizikai világot és annak körülményeit a rendszer az eredetivel megegyező paraméterekkel megalkotja a digitális világban. Az eredeti és a virtuálisan létrehozott iker párosításával lehetővé válik a valós idejű adatok elemzése gépi tanulással és felügyeleti rendszerek segítségével. Ezzel az eszközzel megelőzhetők bizonyos, például tervezésembeli problémák, még a bekövetkezésük előtt.

A TwinEU projektben összesen 8 pilot kapott helyet, ami 11 országot – köztük Magyarországot – érint. Ezek célja, hogy olyan



skalázható, különböző piacokon és régiókban is alkalmazható megoldások szülessenek, amelyeket különféle felhasználási célra tesztelnek majd. Ezek mellett a projektnek lesznek központi elemei is, vagyis amelyek kifejezetten az egyes pilotokban tesztelt megoldások összekapcsolhatóságát hivatottak megoldani.

A három szintből összeálló architektúra egyrészt képes lesz a TwinEU-ban és egyéb keretek között kialakított digitális ikrek egy rendszerbe terelésére, illetve az adatcsere átjárhatóságának biztosítására. Ezekre alapulva különböző szolgáltatási lehetőségek épülnek majd, amelyek például a hálózat kiber- és fizikai ellenállóképességét, az előrejelzések pontosságát illetve hálózati optimalizációt, vagy éppen a hálózat kezelését teszik majd fejlettebbé.

A BME VIK Villamos Energetika Tanszéke meglehetősen komoly szereplője a projektkonzorciumnak. Ezt jól mutatja, hogy a közel 20 millió eurós EU-s támogatásból 777 500 euró tartozik hozzájuk, ami a 4. legnagyobb a konzorciumi partnerek közül. A BME VIK csapata a projekt valamennyi munkacsomagjában (work package) érintett Dr. Németh Bálint vezetésével, de kulcsszerepet játszik a magyar vonatkozású pilotokban Dr. Hartmann Bálint irányítása mellett, illetve felel a TwinEU teljes kommunikációs tevékenységéért Dr. Vokony István koordinációja által. Utóbbi magában foglalja többek közt a projekt kommunikációs stratégiájának megalkotását, a kommunikációs felületek kialakítását és folyamatos frissítését, a megjelenési lehetőségek felkutatását, valamint a teljes konzorcium kommunikációs tevékenységének koordinációját; de a tudományos eredmények közlését és megtagyargalását is.

A magyar vonatkozású demo háromlábban áll, amelyek a három év alatt egy teljes rendszerré állnak össze. Az egyik rész a távvezeték terhelhetőségét növeli majd azáltal, hogy a korábban a BME VIK által más EU-s projektekben (Flexitranstore, FARCROSS) kifejlesztett dinamikus vezetékkértékelési rendszer kap egy mesterséges intelligenciát használó digitális ikret is, amely sokkal pontosabbá teszi

majd a méréseket. Az így nyert, megnövekedett hálózati áteresztő képesség valóban hasznosuljon is, a demo második része a határkeresztű kapacitások számítására vonatkozó algoritmus kifejlesztésére irányul majd. Ehhez pedig harmadik lábként egy piaci platform is kapcsolódik, hogy a kapacitással nyert rendszerszintű szolgáltatások kereskedése is gördülékenyen valósuljon meg.

„A TwinEU projekt nem előzmények nélküli. Több, nemzetközi, EU-s projekt eredményeit foglalja össze és emeli egy magasabb szintre. Rendkívül izgalmas látni, hogy a terület Európai kiválóságai is mekkora elánnal és lelkesedéssel, várakozással vannak a projekt iránt. Ez megerősít minket abban, hogy közösen valóban tudunk új értéket teremteni és hatást gyakorolni a villamosenergia-ipar fejlődésére. A feladatra lehetőségként tekintünk, a roppant felelősség mellett. A TwinEU projekt részeként a BME lehetőséget kap arra, hogy élvonalbeli kutatásokban és fejlesztésekben vegyen részt, ami hozzájárul az egyetem tudományos hírnevének és kutatási profiljának erősítéséhez. A WP10 vezetőjeként az egyetem közvetlen befolyást gyakorolhat a projekt irányára és eredményeire. Így a BME szorosan tud együttműködni más európai egyetemekkel, kutatóintézetekkel és ipari partnerekkel. Ez nemcsak a nemzetközi kapcsolatokat erősíti, hanem lehetőséget teremt a tudás és a tapasztalat cseréjére is. Integráljuk a projekt eredményeit és tapasztalatait az oktatási anyagainkba, így gazdagítva a hallgatók tanulmányi élményét és felkészültségét a munkaerőpiacra lépéshez. Ezáltal az egyetem közvetlenül hozzájárul Európa társadalmi és gazdasági fejlődéséhez, különösen a WP10 által vezetett területeken. Ez növelheti az egyetem társadalmi felelősségvállalását és elkötelezettségét a fenntartható fejlődés iránt. Valamint a WP10 vezetőjeként fontos szerepem van a projekt sikerében, ami hozzájárul az egyetem nemzetközi láthatóságának és elismerésének növeléséhez.” – fejtette ki a projekt indulása kapcsán Dr. Vokony István a BME VIK egyetemi docense.

Energiatakarékossági világnap: a 2021-es felhasználásnál 2,5 milliárd köbméterrel kevesebbgázt fogyasztottunk tavaly

2023-ban egész éves összevetésben tovább mérséklődött a Magyarországon felhasznált földgáz és villamos energia mennyisége. Gázból a 2021-es 11 milliárd köbméterhez képest mindössze 8,5 milliárd köbméter fogyott tavaly. A 43,7 Twh villamosenergia-felhasználás több mint 2,1 TWh, 4,5 százalékkal volt alacsonyabb a megelőző évinél.

Jelenleg még kötelező rendelkezés írja elő az uniós tagállamok számára, hogy gázfogyasztásukat az elmúlt öt év átlagához viszonyítva 15 százalékkal fogják vissza. Magyarország a március elejéig rendelkezésre álló adatok szerint a megkövetelt szint felett teljesít, ötödével csökkentette a felhasználást. A folyamatban lévő egyeztetések alapján az előírás ajánlásként élhet tovább. A következetesen képviselt magyar álláspont az, hogy az energiamix meghatározásának nemzeti hatáskörben kell maradnia, az ezzel ellentétes javaslatokat hazánk a továbbiakban sem fogja támogatni. A takarékosági elvárásnak azonban a március végén lezáruló jelenlegi időszakban is minden bizonnyal megfeleltünk majd.

A 2023/2024-es fűtési szezon eddigi részében 109 millió köbméterrel, 2,4 százalékkal kevesebb földgázt használtunk fel, mint egy évvel korábban. Az enyhe időjárás miatt is februárban harmadával csökkent a teljes fogyasztás 2023 második hónapjához képest. Valamelyest lassult az áramfelhasználás növekedésének üteme, tavaly október közepétől idén február végéig 2,6 százalékos többlet mutatható ki.

A gazdasági növekedés helyreállításával újból fokozódhat a vállalkozások energiaigénye, de az elért fogyasztáscsökkenés nagyobb hánya-

da jó eséllyel tartósan megőrizhető. A megfelelő téli felkészülés jóvoltából a tavasz kezdetére még mindig 70 százaléknál magasabb a hazai gáztárolók töltöttsége. A 47 százalékos fogyasztásarányos adat a harmadik Európában, jócskán megelőzi a 19 százalékos uniós átlagot. A most elérhető 4,7 milliárd köbméternyi tartalék több mint másfélszerese a tavaly ilyenkor rendelkezésre állt készletmennyiségnek, a lakossági ellátást közel 200, az országos szükségleteket mintegy 100 téli napra fedezhetné. Magas szintről indulhat majd meg tehát a tárolók feltöltése, ami megkönnyítheti az esetlegesen felmerülő ellátásbiztonsági kockázatok kezelését.

A kormány számos intézkedéssel bátorítja a tudatos felhasználást. A jelenleg futó Napenergia Plusz Program a zöldenergia termelésében és tárolásában segíti a családokat. A modern napelemes rendszerek akár 5 millió forinttal támogatott telepítése tartósan mérsékli a háztartások áramszámláját. Az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer (EKR) 2021 eleje óta ösztönzi az energiamegtakarítások piaci alapú létrehozását az energiaszolgáltatókon, energiakereskedőkön keresztül. Az EKR mostanáig több mint 3900 intézkedés megvalósítását segítette elő, az így elért összes energiamegtakarítás a várakozásokat felülmúlva 5,7 PJ. A hitelesített energiamegtakarítások szervezett piacon értékesíthetők, a legelső negyedéves aukció februárban lezajlott, a következő májusban várható. Az új tőzsdéhez a CEEGEX honlapján keresztül folyamatosan csatlakozhatnak az érdeklődők.

(forrás: Energiaügyi Minisztérium)

Energetikai Szakkollégium – Energetikai Tanulmányi verseny 2024 beszámoló

A cikk szerzői: Apor Veronika, Fekete Dezső Domonkos, Galó András, Kaszta Friderika, Szolga Larisza.

Az Energetikai Szakkollégium a 2023/24-es tanévben rendezte meg a XVI. Energetikai Tanulmányi Versenyét, melynek döntője a korábbi évekhez hasonlóan két napon, február 1-jén és 2-án került megszervezésre. A 2009 óta minden évben megrendezett versenyen 3 fordulóban mérhetik össze tudásukat a középiskolás diákok, melynek célja az energetika és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem energetikai mérnöki és villamosmérnöki képzéseinek népszerűsítése a középiskolások körében.

A főszervezők az idei tanévben a szakkollégium tagjai, Apor Veronika, Fekete Dezső Domonkos, Galó András, Kaszta Friderika és Szolga Larisza voltak, akik közül hárman korábban részt vettek ezen a megmérettetésen versenyzőként is.



A verseny főszervezői (balról jobbra): Fekete Dezső Domonkos (projektvezető), Szolga Larisza, Apor Veronika, Galó András, Kaszta Friderika

Az első fordulóra idén 59 háromfős csapat adta le jelentkezését, melyek közt volt határon túli csapat is. Ez a forduló a korábbi évekhez hasonlóan a 2023/24-es tanévben is 4 online kitölthető minifordulóból épült fel. A minifordulóban változatos feladatokkal találkozhattak a versenyzők az atomenergetika, hőenergetika, épületenergetika, villamos energetika és energiapolitika témaköreiből. A negyedik minifordulóban a középiskolás diákok megmutathatták kreativitásukat is, egy energiatárolókat népszerűsítő rövidfilmet kellett elkészíteniük.

A második fordulóra a legjobb 20 csapat jutott tovább, ahol egy megadott város villamosenergia- és távhőrendszerének a felújítását kellett megtervezni. A versenyzőknek a megadott adatok alapján ki kellett számolniuk a város elavult rendszerének éves energiaköltségeit, fogyasztói görbéket és energiamixeket kellett készíteniük. Mindezek tudatában egy, a szervezők által megadott

táblázat alapján kellett kiválasztaniuk, hogy milyen beruházásokat hajtanak végre a korszerűsítés érdekében. Többek között választhattak különféle megújuló energiaforrásokból, nagy atomerőművekből vagy éppen kis moduláris reaktorokból, nyílt- és kombinált ciklusú gázerőművekből, valamint távhő oldalról különböző fűtőművekből és hőszivattyúkból, mint telepíthető hőforrás. A versenyzők feladata az volt, hogy a beruházások segítségével fedezzék a város villamos energia és hőigényét. A felújítást több szempontból is meg kellett fontolniuk: energiahatékonyság, megvalósíthatóság, erő- és fűtőművek szabályozhatósága, területigény, CO₂ kibocsátás, valamint a diverz energiafelhasználás.

A 2024. február 1. és február 2. között, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen megrendezett döntőbe a 10 legjobban teljesítő csapat jutott be, ahol különféle energetikához kapcsolódó feladatokban mérhették össze tudásukat.

A csütörtöki napon a diákoknak egy nyitó feladatot kellett megoldaniuk, amelyben három tématerülettel, hőtannal, atomenergetikával és elektrotechnikával kapcsolatos tudásukról kellett számot adjanak számolás és feleletválasztós feladatok formájában. Ebéd után egy üzemlátogatáson vettek részt, amelynek során a BME három laboratóriumában tekintettek meg bemutatókat, ezek a Nagyfeszültségű Laboratórium, a Jendrassik György Hőtechnikai Laboratórium és a Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék laboratóriuma voltak. Az üzemlátogatáson elhangzottak egy online tesztben is szerepeltek. Ezt követően a versenyzők két csoportra oszlottak, az egyik csoport egy „Mindent vagy semmit” nevű feladatot oldott meg, amely során a csapatoknak egymás után egy-egy szakmai kérdésre kellett válaszolniuk. A versenyzők különböző nehézségű és témakörű feladványok közül választhattak. A másik csoportnak eközben különféle témakörök szerint kellett érvelni a megadott állítások ellen vagy mellett a Szakkollégium tagjainak vezetésével. A feladatok végeztével a két csoport helyet cserélt egymással. A nap végén a versenyzők az egyetemen ismerkedős és kreatív játékokkal kapcsolódhattak ki, és barátkozhattak össze egymással.

A pénteki napon délelőtt két csoportra osztva párhuzamosan zajlottak a szakmai zsűri előtt a csapatok prezentációi, illetve a szakkollégisták vezetésével az elektrotechnikai mérések. A csapatok a második fordulóban kidolgozott esszéjét a döntőre kiegészített részfeladattal együtt mutatták be. A prezentációkat értékelő szakmai zsűri tagjai idén dr. Szalay Gerzson (MVM), Galambos László (Galambos Energetikai Mérnökiroda Kft.), Lángfy Pál (BKM Budapesti Közművek Nonprofit Zrt.) és Dr. Zsebik Albin (BPMK, ETE) voltak. Az elektrotechnikai mérések során a versenyzők a BME Villamos Energetika Tanszék laboratóriumában végeztek el mérési és számítási feladatokat.

A délelőtti prezentációkat és a méréseket egy rövid ebéd után a workshopok követték, amelynek első felében Lángfy Pál (Budapesti Közművek Zrt.) beszélt a távhőhálózatokról, annak felépítéséről. Őt követte Kökényesi Miklós a MÁV Zrt.-től, aki a vasúti villamos von-



A XVI. Energetikai Tanulmányi Verseny döntősei és szervezőcsapata

tatás műszaki vonatkozásait ismertette.

Az eredményhirdetésre késő délután került sor. Bevezető beszédében Fekete Domonkos, a verseny projektvezetője megdicsérte a versenyzők teljesítményét, megköszönte a felkészítő tanárok munkáját, és köszönetet mondott a tanulmányi verseny támogatóinak.

A Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara (BPMK) fontosnak tartva a mérnöktársadalom utánpótlását is segítő tanulmányi verseny szervezését a döntőbe jutó csapatokat már évek óta könyvekkel jutalmazza. A Kamara képviseletében az oklevelek és jutalmak átadásához kapcsolódva Dr. Zsebik Albin, a BPMK elnökségi tagja rövid beszédét két téma, - a mérnöki tevékenység és az energiahatékonyság, - köré csoportosította.

A mérnöki tevékenységhez kapcsolódva Zielinski Szilárdnak, az országos hatáskörű Budapesti Mérnöki Kamara első elnökének, a szegedi víztorony tervezőjének személyiségére és példamutató tevékenységére mutatott rá. Zielinski Szilárd szorgalmasan tanult, tanulmányéveinek szünidejében különféle építéseknel gyakor-nokoskodott, kitüntetéssel diplomázott és állami ösztöndíjjal két évre külföldi tanulmányútra ment, mely alkalommal Franciaország, Anglia és Németország vasútjait, nagyobb hídjait és nevezetesebb mérnöki alkotásait tanulmányozta, majd hazajött, és tapasztalatait itthon kamatoztatta. Saját mérnöki irodájában végezte kiemelkedő mérnöki tevékenységét, s vele párhuzamosan a közjó érdekében a társadalmi munkát.

Biztatta a tanulmányi verseny résztvevőit, legyenek mérnökök, kövessék a jó példát és mutassanak jó példát, mint azt tették a verseny során is.

Az első három helyezést az alábbi csapatok érték el:

I. helyezett: HaKiDo – Türr István Gimnázium és Kollégium

Csapattagok: Bencze Kitti, Mórocz Hanna, Németh Dorottya Réka
Felkészítő tanár: Szilos Attila

II. helyezett: Atom Bt. – Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda

Csapattagok: Marincsák Péter, Murvai András György, Turján Gergő
Felkészítő tanár: Olajosné Cseszkó Tünde

III. helyezett: ampliTudók – Kecskeméti Református Gimnázium

Csapattagok: Gorenflo Marlene, Mikesi Péter, Szuromi Miklós
Felkészítő tanár: Zajacz Lajos

Legjobb iskola: Türr István Gimnázium és Kollégium, Pápa

A Szakkollégium nevében ezúton is megköszönjük a tanulmányi verseny szervezésének támogatását: Kulturális és Innovációs Minisztérium, Nemzeti Tehetség Program, Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara, Budapesti Közművek Zrt., MÁV Zrt., MVM Zrt., Manitu Solar Kft., Galambos Energetikai Mérnökiroda Kft., Spar, Zing Burger, Fornetti és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem tanszékeinek: Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Villamos Energetika Tanszék és Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék.

Unical.hu jóval kevesebbet fogyasztó HŐSZIVATTYÚK 1 MW-ig
beépített elektromos fűtőpatronok nélkül • kizárólag hőszivattyúsan termelnek • PRÉMIUM kategória



Unical

FläktGroup

A beltéri levegőminőség velünk kezdődik!



FLAKTGROUP.COM

HISZÜNK AZ EDUKÁCIÓ EREJÉBEN ÉS
A TÁRSADALMI FELELŐSSÉGVÁLLALÁS JÖVŐJÉBEN.

