

LVI. évfolyam | 2020. 2. szám

# ENERGIAforrás <

Az MVM Csoport szakmai lapja

group



Cégen belül is nagy kihívás a vírushelyzet kezelése

A járványhelyzet kezelése a Paksi Atomerőműben

Célkeresztben a magyar–szlovák villamosenergia-  
összeköttetés kapacitásának bővítése

Egy jövőbe mutató együttműködés – Az MVM–BME  
Smart Power Laboratórium első kutatási eredményei

# ENERGIAforrás <

Az MVM Csoport szakmai lapja

**Felelős kiadó**  
Kóbor György

**Felelős szerkesztő**  
Jákó Eszter Júlia

**Szakmai főszerkesztő**  
Ozsvárt Dániel Péter

**Főszerkesztő**  
Mayer György

**Szerkesztő**  
Kreissné Hartai Gabriella

**Szerkesztőbizottság**  
Fáber Dániel, MVM Zrt.  
Feleki Zoltán, MAVIR Zrt.  
Fodor Sándor, MFGK Zrt.  
Gerencsér Dorottya,  
Smart Future Lab Zrt.  
Kósa-Boda György,  
MVM XPert Zrt.  
Király Géza, MVM Partner Zrt.  
Kovács Lilla, MVM NET Zrt.  
Lengyel Gábor, MVM ERBE Zrt.  
Tomor Eszter, MVM Services Zrt.  
Pintér Tamás, MVM GTER Zrt.  
Pintér Zsuzsanna, MVM Zrt.  
Pulai Fruzsina, MFGT Zrt.  
Regős Márta, MVMI Zrt.  
Szoboszlai Beáta, MVM Zrt.  
Torma Dóra, MVM PA Zrt.  
Velkei Lilla, MAVIR Zrt.  
Vladár Sándor, MVM Zrt.

**Lapmenedzser**  
Ozsvárt Dorina  
**Lapterv**  
Horváth Vivien  
**Korrektor**  
Mucci Csaba

ISSN 1216-4992 (nyomtatott)  
HU ISSN 1786-674X (online)

**Címlapkép**  
Freepik - Molostock

**Illusztrációk**  
iStock

group

M  
V  
M

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AJÁNLÁS                                                                                                                        | 1   |
| CÉGEN BELÜL IS NAGY KIHÍVÁS A VÍRUSHELYZET KEZELÉSE                                                                            | 2   |
| INTERJÚ DR. TÓTH SZABOLCCSAL                                                                                                   |     |
| A JÁRVÁNYHELYZET KEZELÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰBEN                                                                                 | 8   |
| PRANCZ ZOLTÁN                                                                                                                  |     |
| ÚJ KIHÍVÁS AZ MVM CSOPORTBAN:<br>TÁVHŐSZOLGÁLTATÁS OROSLÁNYBAN ÉS KECSKEMÉTEN                                                  | 16  |
| LÁZÁR MÓZES                                                                                                                    |     |
| AZ MVM CSOPORTBAN MŰSZAKI SZOLGÁLTATÁSOKAT VÉGZŐ TAGVÁLLALATOK<br>STRUKTURÁLIS ÉS TEVÉKENYSÉGI KONSZOLIDÁCIÓJÁNAK VÉGREHAJTÁSA | 25  |
| FÜRCHTNÉ BODROGI KAROLINA, OZSVÁRT DÁNIEL PÉTER                                                                                |     |
| ÚJ FOGALMAK A KARBANTARTÁS-ÉRETTSÉG MÉRÉSÉRE                                                                                   | 34  |
| VAJNA ZOLTÁN                                                                                                                   |     |
| CÉLKERESZTBEN A MAGYAR-SZLOVÁK VILLAMOSENERGIA-ÖSSZEKÖTTETÉS<br>KAPACITÁSÁNAK BŐVÍTÉSE                                         | 48  |
| LUKÁCS KÁROLY                                                                                                                  |     |
| ÚJ DUNA-ÁTFESZÍTÉS ÉPÍTÉSE GÖNYŰNÉL                                                                                            | 56  |
| STRÁDL JÁNOS                                                                                                                   |     |
| ELINDULT AZ MVM ÉS A RUSATOM SERVICE VEGYESVÁLLALATA                                                                           | 60  |
| MEDGYESY DOMONKOS                                                                                                              |     |
| EGY JÖVŐBE MUTATÓ EGYÜTTMŰKÖDÉS - AZ MVM-BME SMART<br>POWER LABORATÓRIUM ELSŐ KUTATÁSI EREDMÉNYEI                              | 62  |
| DR. RAISZ DÁVID, SZOBOSZLAI BEÁTA, DR. CSATÁR JÁNOS, DR. DIVÉNYI DÁNIEL,<br>SŐRÉS PÉTER MÁRK, PRIKLER LÁSZLÓ, BERTALAN ZSOLT   |     |
| ENERGIA AZ INNOVÁCIÓHOZ: AZ MVM CSOPORT INNOVÁCIÓS PROGRAMJAI                                                                  | 73  |
| GERENCSÉR DOROTTYA                                                                                                             |     |
| PIACRA LÉPETT A VOLTEUM, AZ MVM EDISON EGYIK NYERTES CSAPATA                                                                   | 77  |
| KÁLMÁN KORNÉL                                                                                                                  |     |
| E-MISSZIÓ: A HIDROGÉN SZEREPE A FÖLDGÁZ-INFRASTRUKTÚRÁBAN                                                                      | 80  |
| FEHÉR ANNAMÁRIA, MÉRŐ TAMÁS                                                                                                    |     |
| A HATÉKONYSÁG NÖVELÉSE A JÖVŐ ENERGIAELLÁTÁSÁBAN                                                                               | 88  |
| MOLNÁR FERENC                                                                                                                  |     |
| ENERGIATÁROLÁSI TECHNOLÓGIÁK - ÁTTEKINTŐ                                                                                       | 97  |
| KODAJ DÁVID                                                                                                                    |     |
| A FOSSZILIS EREDETŰ SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁST GENERÁLÓ<br>FŐ HAJTÓERŐK A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON (1. RÉSZ)                    | 105 |
| DR. FAZEKAS ANDRÁS ISTVÁN                                                                                                      |     |
| HÍREK                                                                                                                          | 115 |

## < AJÁNLÁS

### Tisztelt Olvasó!

Az ENERGIAforrás 2020/2. számát ajánljuk a figyelmébe. A 2020-as év minden tekintetben egy rendhagyó és embert próbáló év volt. De hiszek abban, hogy sokkal jobb dolgok állnak előttünk, mint bármi, amit most magunk mögött hagyunk.

Mi, MVM-esek büszkék vagyunk arra, hogy működünk a pandémia alatt is, az MVM Csoport ebben a helyzetben is maximálisan helytállt.

Azt gondolom, hogy a kedves kollégák joggal kérdezhetik, mi az, hogy helytállt? Olyan mennyiségű és minőségű munkát, feladatot, projektet, akvizíciót, eseményt tudhatunk magunk mögött, amire még egy „normál” évben is kalapot kell emelnünk. Nem hogy így, pandémia alatt, online, home office-ban, vagy épp maszkban és 1,5 méter távolságot tartva.

Igen, semmi nem volt olyan, mint egykor volt. De mit is hoz a jövő? Számomra egy biztos: optimistaként fennmaradok szilveszter éjfélig, hogy lássam, eljött az új év. Pesszimista énem pedig azért, hogy lássam, az óév biztosan véget ért.

Ha számot vetünk az elmúlt évről és összegezni akarjuk, akkor elmondható, hogy mind készülünk az újra, egy újabb esélyre, elmaradt, elhalasztott terveink megvalósítására.

A körülöttem élők mind világra nyitott emberek, akik nagyon jól tudják, hogy a jövőben három dologra lesz szükségük: kreativitásra, kritikai érzékre és vállalkozó kedvre. Így lehetünk önmagunk, és ez teszi lehetővé, hogy sikereket érhessünk el.

Az MVM Csoport is elkezdett változni. Megmutatunk egy másfajta működési módot. Figyeltünk arra és következetesek voltunk abban, hogy egyik legfontosabb feladatunk a tájékoztatás. A veszély tudatában és a működésünk fenntartása, illetve munkatársaink biztonsága



OZSVÁRT DÁNIEL PÉTER

érdekében hoztuk meg alapvető döntéseinket, ugyanakkor mertünk beszélni a fontos kérdésekről.

Számomra még egy fontos tanulsága volt az elmúlt időszaknak. Ez az időszak megmutatta, hogy nem élhetünk úgy, hogy félünk a következményektől, mert úgy nem élünk igazán. Bizonyára sokan megtanulhatták már, hogy soha nem azt kapjuk, amire vártunk, hanem amiért megdolgoztunk.

A XX. század egyik legnagyobb formátumú embe-re, II. János Pál pápa 42 évvel ezelőtt üzente nekünk: „Ne féljetek!” Mennyire szükség van ma is az Ő tanítására, türelmére, szavaira.

Reméljük, kiadványunk ezúttal is hasznos, informatív ismereteket jelenít meg a szakmai közvélemény számára.

Ezúton kívánok áldott ünnepeket és boldog új évet minden kedves olvasónknak!

Ozsvárt Dániel Péter  
ENERGIAforrás  
szakmai főszerkesztő



Az MVM Csoport minden szükséges lépést megtett az elmúlt időszakban annak érdekében, hogy a járványhelyzetben is biztosítsa az ország állandó, stabil energiaellátását. A nemzeti energetikai holding több mint 50 tagvállalatának mindegyike felkészült a jelenlegi helyzet kezelésére, azt követően, hogy március 11-én veszélyhelyzetet rendelt el a magyar kormány – írtuk lapunk előző számában. Az eltelt időszak intézkedéseiről és a várható további lépésekről dr. Tóth Szabolcs csoportszintű biztonsági igazgatóval, a Csoport-szintű Krízis Team (CSKT) vezetőjével beszélgettünk.

Az interjút készítette: Mayer György \*

## < CÉGEN BELÜL IS NAGY KIHÍVÁS A VÍRUSHELYZET KEZELÉSE

AZ MVM CSOPORTNAK KÖSZÖNHETŐEN AZ ORSZÁG ENERGIAELLÁTÁSA ZAVARTALANUL BIZTOSÍTOTT

\* Mayer György főszerkesztő, ENERGIAforrás

– Az MVM Csoport szinte az elsők között szembe-sült a járványhelyzet okozta kihívásokkal. Mik voltak a legsürgetőbb feladatok, és hogyan sikerült szinte pillanatok alatt átállítani a teljes csoportot a krízishelyzeti működésre?

– A stratégiai helyzetkép gyors levonása után egyértelművé vált számunkra, hogy az eredeti céljaink megvalósítása mellett legfontosabb az ország működőképességének fenntartása. Ebben a szegmensben az MVM az energiabiztonság legfőbb letéteményese, egy ország védekezése pedig nem működhet energia nélkül. Az energiabiztonság fenntartása számunkra a termelő-, ellátó- és elosztórendszereink működésbiztonságának, és az azt működtető szakemberek egészségének megőrzését jelenti. Ez a komplex feladatrendszer jelenleg is a legfőbb mozgatórugója csoportszintű védekezésünknek.

Nem szabad megfeledkeznünk a kiemelt ágazati területeken dolgozók teljesítményéről sem: termelés, hálózat, szállítás, rendszerirányítás stb., ahol értelemsze-



rűen a home office szóba sem jöhetett, ott a kollégákat helyben kellett védeni, megoldani a működés folyamatosságát. Úgy gondolom, a hétköznapi hősei (orvosok, bolti eladók, nővérek, rendőrök stb.) közé tartoznak az erőműkezelő, gáz- és áramhálózati kollégák, mivel nélkülük se áram, se egyéb energia nem lenne. Leginkább ezekben a hetekben szembesültünk azzal, mekkora vállalat az MVM Csoport, és mennyi munka ennyiféle szakterületen dolgozót figyelemmel kísérni, biztosítani mindenki számára a biztonságos munkavégzést.

### – A munka támogatására alakult meg a Csoportszintű Krízis Team?

– A világjárvány kezdetekor a cégcsoport hatékony működése érdekében egy rendkívüli irányítási és működési rendszerre álltunk át. Kóbor György elnök-vezérigazgató döntése értelmében ugyanis a műszaki-működési, a biztonsági, a környezeti, a jogi, a gazdasági, valamint a humán funkciók esetében a feladatok végrehajtásának koordinálását a Csoportszintű Krízis Team vette át. Természetesen azzal a kiegészítéssel, hogy a társaságok jogszabályban foglalt felelőssége továbbra is fennáll.

### – Miben más a CSKT, mint az eddig a cégcsoportban megismert területek, szervezetek?

– Ez nem egy önálló szervezettel rendelkező terület, hanem egy operatív szervezet, amely vezetője elnök-vezérigazgató úr, de az operatív munkát a csoportszintű biztonsági igazgató, azaz én koordinálom. Természetesen Gyuri (Kóbor György elnök-vezérigazgató – a szerk.) folyamatos tájékoztatása mellett dolgozunk. Célunk a kezdetek óta az, hogy az országosnál mindig egy lépcsővel előbb hozzunk meg védelmi intézkedéseket, és egy ütemmel később állítsuk le. Hiszen a lényeg az emberek védelme és az üzletmenet-folytonosság által az energiabiztonság szavatolása.

### – Kik tartoznak a Krízis Teamhez, milyen a munkarendjük, ha egyáltalán van ilyen?

– Az igazgatók anno minden érintett szakterületről döntésképes vezetőket és/vagy senior munkatársakat, vagy

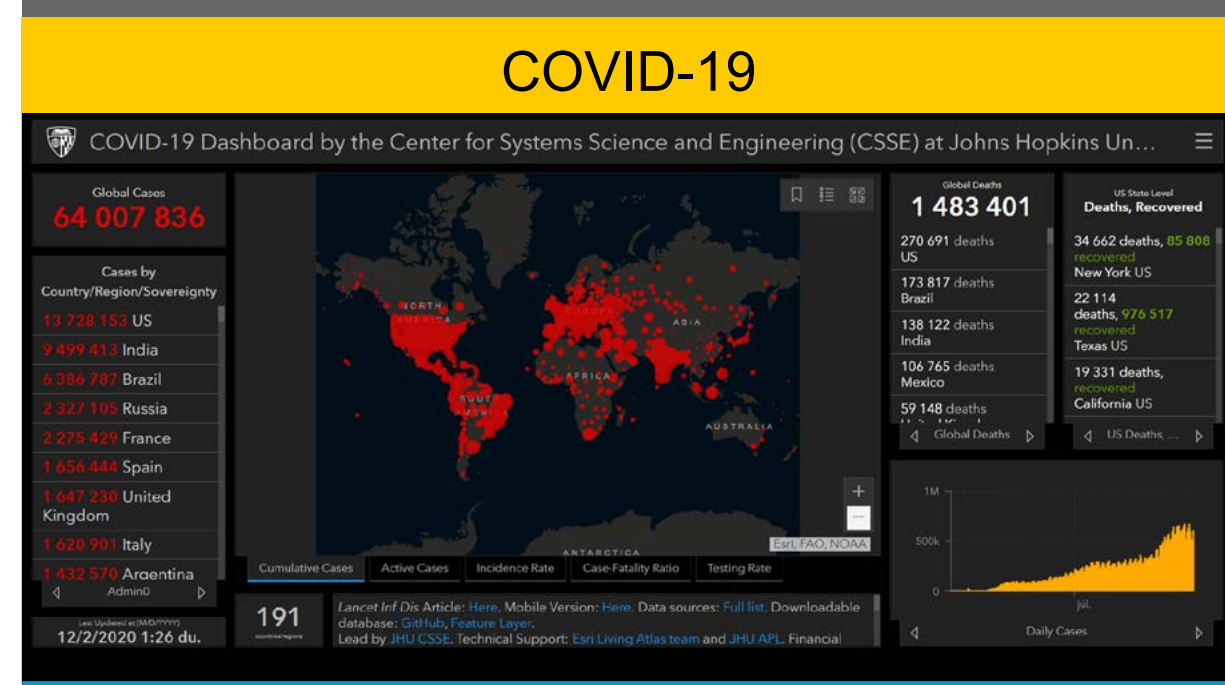
éppen magukat delegálták. A skála elég széles, vezérigazgató-helyettestől igazgatókon és osztályvezetőkön át szakmai titkárig és előadókig bezárólag. Nem a beosztás volt fontos, hanem a tenni akarás és szakmai tudás. Olyan kitűnő csapat jött létre, amely bármit képes volt, és remélem a jövőben is képes lesz megoldani. A végzett munkáról pedig elég annyit megemlíteni, hogy az első hónapban, a veszélyhelyzet kihirdetése után folyamatosan napi 10–16 órát dolgoztunk. Ideértendő természetesen az is, hogy a cégcsoport vállalatainál is megalkultak a hasonló krízisteamek, és velük is napi kapcsolatot kellett tartani.

A 15 ezer dolgozó kapcsán rengeteg dolgot kellett egyik napról a másikra megszervezni (informatika, home office, ügyfélszolgálat, étterem, diszpécserok, védőeszköz-beszerzés, maszkok stb.). Olyan időszak volt, amikor találkoztunk mindenféle kalandos dologgal, így például Kínában vásároltunk védőeszközt, repülőt béreltünk, vámoztattunk, pakoltunk, és még számtalan azonnali teendőnk volt. Egyszóval munkarendünk nincs, tesszük, amit a helyzet megkövetel.

### – Milyen rendszerességgel üléseznek?

– Most heti két alkalommal ülésezünk, de ha helyzet van, a csapat azonnal összehívható. Egy levelezőcsoport segítségével kezeljük a napi ügyeket, és a napi számtalan telefon egymás között már a mindennapok részévé vált. De másképp nem is lennének ennyire hatékonyak.

2. ÁBRA: A VILÁG FERTŐZÖTTSÉGI ADATAI



### – Mi az, amit közvetlenül nem látnak, tapasztalnak a dolgozók, mert inkább háttérmunkának tűnik a CSKT működésével kapcsolatosan, mégis alapvető fontosságú a cégcsoport biztonságos működéséhez?

– A járványhelyzet során a Csoportszintű Krízis Team több száz iránymutatást, intézkedési tervet, tájékoztatót és protokollt alkotott meg, ezzel segítve az egységes jogértelmezést és tájékozódást.

Ez egy rendkívül szerteágazó és bonyolult feladat egy 15 ezer dolgozót foglalkoztató, és immár több mint 80 tagvállalatot jelentő cégcsoportnál. Így idetartoznak a csoportszintű jogi- szakmai iránymutatások, a rendkívüli irányítások, és a működési keretrendszeren belül érvényesülő tulajdonosi döntések, valamint azok végrehajtásai is. Külföldre utazással kapcsolatban fertőzősségi besorolások nyomon követése, amely során nagy segítséget jelentenek számunkra a Belügyminisztérium iránymutatásai, valamint a Külkereskedelmi és Külügyminisztérium által üzemeltetett Konzuli Szolgálat honlapján megtalálható országinformációk követése. Hihetetlen kihívás volt a home office rendjének kialakítása és szabályozása, a kijárási korlátozás és a munkavállalói igazolások kiadása, valamint az iránymutatások biztosítása a koronavírus elleni védekezéssel összefüggő beszerzési szabályok és a pandémiás helyzettel összefüggésben felmerülő munkaügyi kérdések tárgykörében.

Ugyancsak lényeges a csoporton belüli szerződéses jogviszonyt érintő vis maior bejelentések kezelése, a külföldről hazaérkezők járványhelyzetben lévő teendőinek

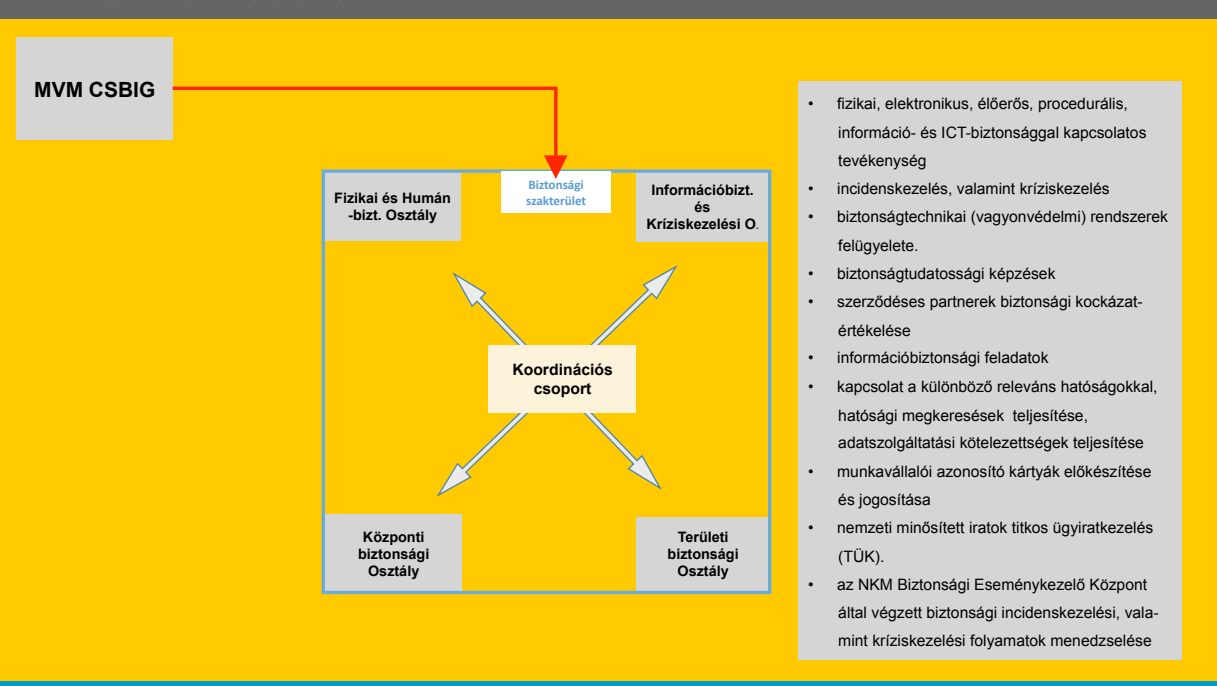


A járványhelyzet során a Csoportszintű Krízis Team több száz iránymutatást, intézkedési tervet, tájékoztatót és protokollt alkotott meg.

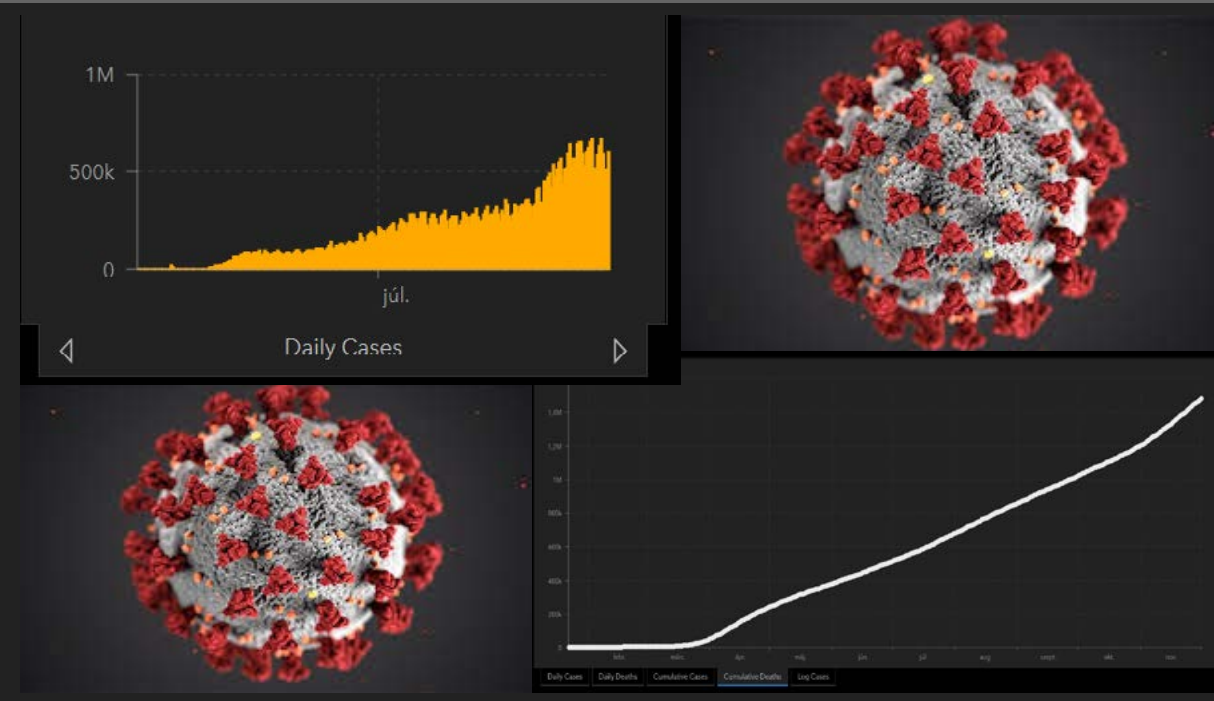
ügyintézése, a telephelyek belépési protokollja, a beérkező szállítmányok fogadása, szakszerű raktározása, az egyéni védőeszközök kiosztása, és azok használatával kapcsolatos tájékoztatók biztosítása de a postázó higiéniai rendjének szabályozása is a mi feladatunk. És akkor még nem említettük a pandémiás helyzetben alkalmazandó általános higiénés javaslatokat, az egészségügyi kérdésekben folyamatos kapcsolattartást és egyeztetést az orvosi szolgálatokkal. Közben folyamatosan fejlesztünk, hogy a napi ügymenetünket egyszerűsítsük. Ezért született meg például a koronavírus-fertőzőség egységes bejelentését támogató online felület is.

De fontos volt és most is az, a távoli munkavégzés IT oldali biztosítása, a folyamatos védőeszköz-beszerzések, belépéskori testhőmérséklet-mérés megszervezése,

1. ÁBRA: A CSOPORTSZINTŰ BIZTONSÁGI IGAZGATÓSÁG FOLYAMATAI



3. ÁBRA: A FERTŐZÖTTÉG VÁLTOZÁSA, HAVI ÁTTEKINTÉSEL



<

Büszkék lehetünk, hogy az MVM intézkedési terve eljutott több minisztériumba, állami vállalathoz és multinacionális céghez is. Több helyről azt a visszajelzést kaptuk, hogy a CSKT intézkedési tervét egyfajta sormintaként használták.

informatikai segédanyagok és információbiztonsági tájékoztatók készítése, pszichológiai támogatás biztosítása, haváriaterv készítése tömeges megbetegedés esetére, elszeparált munkarend kialakítása, ügyfélkontakttal járó egyes munkák felfüggesztése, az egymásra odafigyelés kultúrájának kiépítése (pl. maszkhasználat) és az ügyfélszolgálati irodák bezárása, majd újranyitása.

Mindeközben a krízishelyzet egy teljesen más kommunikációt is igényel, hiszen nemcsak a vezetőket, hanem a teljes állományt is meg kell szólítani. El kell juttatnunk a hangunkat mindenkihez, a rendszeres tájékoztató anya-

gokkal például azt szeretnénk sugallni, hogy ott vagyunk a háttérben, és azért dolgozunk, hogy mindenki biztonságban legyen. Ezért hoztuk létre a Krízis Infó e-mail-címet és pandémiás microsite-ot is.

És kicsit szemléltetve, hogy számokban kifejezve mit is jelentett mindez: a vírushelyzet első ütemében mintegy ezer kolléga tesztelését, 1 180 000 darab maszk beszerzését és eljuttatását az érintettekhez, valamint 38 ezer liter fertőtlenítőszer beszerzését sikerült megszervezni, több mint 3,4 milliárd Ft ráfordítással.

És amire úgy gondolom, büszkék lehetünk, hogy az MVM intézkedési terve eljutott több minisztériumba, állami vállalathoz és multinacionális céghez is. Több helyről azt a visszajelzést kaptuk, hogy a CSKT munkáját, intézkedési tervét egyfajta sormintaként használták. Ez egy óriási pozitív visszajelzés.

– Sajnos a pandémiás helyzet a vártnál jobban elhúzódik, sőt a második hullám országosan sokkal több megbetegedést és sajnos halálesetet is jelent. Ennek kezelésére hogyan tudtak felkészülni? Hiszen az energiaszolgáltatás zavartalan biztosítása továbbra is létfontosságú az egész ország működése szempontjából.

– A kezdetek óta folyamatosan, napi szinten tartjuk a kapcsolatot az operatív törzsszel, a tulajdonos képviselőjével, az NVTNM-mel figyeljük a fertőzöttség alakulását és természetesen továbbra is szükség szerint ülésezik a Csoportszintű Krízis Team. A feladat nem csökkent,

sajnos a járvány erősödött a nyári visszaesés után, és nekünk az MVM Csoport működését folyamatosan fenn kell tartanunk a védőoltás megjelenéséig is. Újabb kihívások elé nézünk: passzív és aktív védekezésbe mentünk át. És továbbra is próbáljuk biztosítani az üzletmenet folytonossága mellett a kollégák egészségének lehetőség szerinti legnagyobb védelmét.

– Tekintsünk kicsit előre és bízunk abban, hogy mielőbb sikerül felülkerekedni a vírus okozta krízishelyzeten. A Csoportszintű Krízis Team elkészített egy tájékoztatót a normál működésre való visszatéréssel kapcsolatban. Ebben mi szerepel?

– Az MVM Zrt. „normál működési rendje” a szigorítások és korlátozások, a járványügyi veszélyhelyzet megszüntetését követően tud teljes mértékben visszaállni. A pandémiás időszak alatt bevezetett speciális működési rendünk folyamatos értékelése alapján azonban számos bevezetett elem vélhetően hatékonyabb munkavégzést feltételez (digitalizáció fejlesztése, ügyfélszolgálati tevékenység digitális/call center útra terelése). A tanulságok beépítése a mindennapi működésünkbe növeli a csoport rugalmasságát, és lehetőséget nyújt arra, hogy a korábbi gyakorlat egyes elemei megújuljanak és naprakész, hatékony megoldások kapjanak helyet.

Az erre irányuló eddig beazonosított hatásterületeink az egészség és biztonság, HR és vállalati kultúra, szolgáltatások változása, gazdasági hatások, szabályozás területe. Ezeket a területeken biztos állítható, hogy a jövőben változások következnek majd be, olyan pozitív és költséghatékony változások, amely eszközö-

## A CSOPORTSZINTŰ BIZTONSÁGI IGAZGATÓSÁGRÓL

A szervezeti felépítés szerint az MVM Csoport-szintű Biztonsági Igazgatóságnak (CSBIG) három fő feladata van. A humánbiztonság, a fizikai biztonság és az információbiztonság.

Az igazgatóság tevékenységi körébe tartoznak még többek között a biztonságtudatossági képzések, szerződéses partnerek biztonsági kockázatértékelése és az információbiztonsági feladatok. Az igazgatóság hatásköre továbbá: kapcsolatot tartani a különböző releváns hatóságokkal, hatósági megkeresések teljesítése, adatszolgáltatási kötelezettségek elvégzése, munkavállalói azonosító kártyák előkészítése és jogosítása, nemzeti minősített iratok titkos ügyiratkezelése, és nem utolsósorban a kríziskezelési folyamatok menedzselése.

ket, vállalatirányítási módszereket a Covid-19 hívott életre. Így voltaképpen – bizonyos részben – a járványnak is köszönhető, hogy az MVM Csoport jövőképe megújul.

Vagyis nagyon bízunk abban, hogy a szükségből bevezetett intézkedések jelentős részét, így például az online tér, a digitalizációban elért kényszerű fejlődésünket a majdani „békeidőben” is ki tudjuk majd használni. Egyfajta paradigmaváltás közepén járunk.

4. ÁBRA: A CSOPORTSZINTŰ KRÍZIS TEAM DÖNTÉSEI

A pandémiás helyzet azonnali változtatásokat igényelt, ezért a Csoportszintű Krízis Team döntéseket hozott, a cégcsoport biztonságos működésének fenntartása érdekében

|                                                                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                    |                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Csoportszintű Krízis Team létrehozása, központi ügykezelések bevezetése, iránymutatások, tájékoztatók az első számú vezetők számára | Krízis Infó e-mail-cím és pandémiás microsite létrehozása          | Távolsági munkavégzés IT oldali biztosítása                    | Folyamatos védőeszköz-beszerzés                    | >1000 ember tesztelése                                           |
| Belépéskori testhőmérséklet-mérés                                                                                                   | Informatikai segédanyagok és infobiztonsági tájékoztatók készítése | Pszichológiai támogatás biztosítása                            | Haváriaterv készítése tömeges megbetegedés esetére | >1.180.000 db maszk<br>~38.000 liter fertőtlenítőszer beszerzése |
| Elszeparált munkarend kialakítása                                                                                                   | Ügyfélkontakttal járó egyes munkák felfüggesztése                  | Egymásra odafigyelés kultúrájának építése (pl. maszkhasználat) | Ügyfélszolgálati irodák bezárása                   | >3,4 Mrd Ft ráfordítás 2020 H1-ben                               |

Prancz Zoltán \*

# < A JÁRVÁNYHELYZET KEZELÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰBEN



Fotó: Juhász Luca

.....  
\* Prancz Zoltán mérnök-közgazdász,  
Paksi Atomerőmű Zrt.

Aligha van olyan gazdasági társaság, amelyet a koronavírus- (Covid-19) járvány ne állított volna nehéz helyzet és súlyos döntések elé. A Paksi Atomerőmű menedzsmentjének is kezelnie kellett, illetve folyamatosan kezelnie kell a kialakult és makacsul fennálló pandémiás állapotot. Az atomerőmű esetében a kapcsolódó kockázatok sajátosságának, egyben súlyosságának egyik legfőbb forrása, hogy az üzemeltetésre vonatkozó szigorú előírások részeként az üzemeltető személyzetre is szigorú kompetenciaelőírások vonatkoznak. Bizonyos munkakörök betöltéséhez például az iskolarendszerű képzést követően is akár többévnnyi tanulásra és szakmai gyakorlatra van szükség, sőt ezek teljesülését követően is rendszeres szinten tartó oktatásokon kell részt venni és vizsgákat kell teljesíteni. Ebből fakadóan még „békeidőben” sem egyszerű feladat biztosítani a szükséges humán erőforrást és annak utánpótlását (és akkor még nem beszéltünk a többi munkatársról, akik bár nem esnek a szűkebb értelemben vett üzemeltetők körébe, de természetesen az ő munkájuk sem nélkülözhető hosszú távon, illetve huzamosan). Nem nehéz belátni, hogy egy esetleges, a vírusfertőzések miatti nagyobb létszámú szakemberkiesés akár el is lehetetleníthetné az üzemeltetést, ami egyszersmind az egész magyar villamosenergia-rendszerre, azáltal pedig a fogyasztókra – például a vállalkozásokra, a kórházakra vagy a lakosságra – nézve is súlyos következményekkel járna. Ilyen módon, a Paksi Atomerőmű esetében, ha lehet, még más üzemekhez vagy ágazatokhoz képest is nagyobb jelentőséggel bírt és bír a megfelelő pandémiás intézkedések meghozása és azok fegyelmezett betartása. Az alábbiakban ezekről adunk áttekintést.

(A szerző az Atomerőmű Magazinban a témában korábban megjelent cikkek felhasználásával állította össze a tájékoztatót.)

Noha a koronavírus-járvány kialakulásának gyorsasága és az azáltal teremtett új, szokatlan szituáció az egész világot meglepetésszerűen érte, a válsághelyzetek kezelésében egy atomerőmű – esetünkben a Paksi Atomerőmű – soha nem indulhat a nulláról, azaz nem fordulhat elő, hogy felkészületlenül érje az üzemeltetőket egy-egy veszélyhelyzet, vagy hogy adott pillanatban improvizálni kelljen arról, hogy mi történjen. Ezért a proaktív biztonsági rendszer számos eleme felel. A Paksi Atomerőműben egyebek mellett ebből a célból hozták létre az immár hosszú múltra visszatekintő Baleset-elhárítási Szervezetet, ezért születnek biztonsági előírások, tesztek, tartanak próbákat, biztonsági gyakorlatokat, és ezért alkottak már jóval a jelenlegi világjárvány előtt pandémiás tervet (ez legutóbb a madárinfluenza idején aktiválódott). A menedzsment az atomerőmű biztonsági kultúrájának kialakítása, meggyökereztetése érdekében ráadásul hosszú idő óta törekszik arra, hogy ne vak parancsköve-

tés, hanem a szabályok ismerete, átgondolása, belátása, az azokkal való belső azonosulás vezesse a dolgozókat.

Az atomerőműben a koronavírus-járvány kezelésének eddigi folyamatában a következő három fő szakaszt azonosíthatjuk (amelyek alapvető irányultságukat tekintve párhuzamosak a járvány országos kezelésével):

1. szakasz: a tavaszi szigorítások,
2. szakasz: a nyári enyhítések,
3. szakasz: az őszi ismételt szigorítások.

Vizsgáljuk meg közelebbről az egyes szakaszok jellemzőit és az azokban hozott intézkedéseket!

## 1. SZAKASZ

2020 februárjában sűrűsödtek a hírek a koronavírusról, a hónap végére a világ mintegy 50 országában jelent már meg a fertőzés. Magyarország ekkor még nem volt ezen országok között. A Paksi Atomerőmű vezetői értekezleteinek azonban rendszeres témája lett a fenyegetettség.



Fotó: Juhász Luca



Szuperkritikus személyzetnek nevezik az atomerőműben azt a mintegy 700 embert, akinek a munkája nélkül nem működhet az erőmű. Őket különösen védeni kellett a vírustól, és segíteni a munkájukat.

Február végén érkeztek az első lépések: az MVM Csoport kezdeményezésére elhalasztottak minden külső és belső rendezvényt, megtiltották a sokszereplős értekezleteket, továbbá közzétettek egy ajánlást, hogy aki az akkor érintett országokban – Kínában, Iránban, Dél-Koreában vagy az észak-olasz tartományokban – járt, az konzultáljon a háziorvosával, és 14 napig maradjon otthon. Kézfertőtlenítőt helyeztek ki az erőmű bejáratainál és sok más helyen.

A Baleset-elhárítási Szervezet, illetve a Védelmi Főosztály vezetőjének, az atomerőmű igazgatóinak és az Atomix Kft. ügyvezetőjének részvételével megalakult a Pandémiás Vezetési Csoport, elkezdte informális megbeszéléseit és a felkészülést. Konkrét intézkedések ekkor még nem, de az első tervek már megszülettek

a lehetséges válságkezelésre. Március 5-én regisztrálták az első hazai fertőzöttet. A Paksi Atomerőműben ezen a napon a Pandémiás Vezetési Csoport azonnali döntést hozott a Tájékoztató és Látogatóközpont, valamint az Atomenergetikai Múzeum bezárásáról, utazási korlátozásokról. Ebben az időszakban a Pandémiás Vezetési Csoport minden hétköznap, szükség esetén hétvégén is ülésezett, közel 200 feladatot határozott el és hajtott végre, 26 új utasítást adott ki, amelyek az atomerőmű szinte minden szervezeti egységét érintették, azok munkáját kisebb vagy nagyobb mértékben átalakították, illetve a megváltozott körülményekhez igazították.

Március 19-én megkezdte a munkáját az erőműben a kormány által kirendelt Honvédelmi Irányító Törzs is, március 20-tól pedig minden olyan munkavállalót otthoni munkára köteleztek, akinél ez technikailag megoldható, és nem szükséges a személyes jelenléte.

Szuperkritikus személyzetnek nevezik az atomerőműben azt a – bevezetőnkben is hivatkozott – mintegy 700 embert, akinek a munkája nélkül nem működhet az erőmű. Ők azok, akik a technológiai rendszerek operatív üzemeltetését, ellenőrzését, fizikai védelmét, valamint tűzoltási és egészségügyi ellátását biztosítják. Őket különösen védeni kellett a vírustól, és segíteni a munkájukat. Március közepétől ők nem mehettek szabadságra, és nagyon határozott viselkedési elvárásokat fogalmazott meg velük szemben a Pandémiás Vezetési Csoport: munkaidőn túl otthon kellett tartózkodniuk, a bevásárlást lehetőleg a családnak kellett intéznie, ha valami miatt mégis szükséges volt kimozdulniuk, szigorú

higiéniai előírásokat és távolságtartást kellett alkalmazniuk. A saját vagy családtagjuk megbetegedését természetesen azonnal jelezniük kellett a munkáltatójuknak.

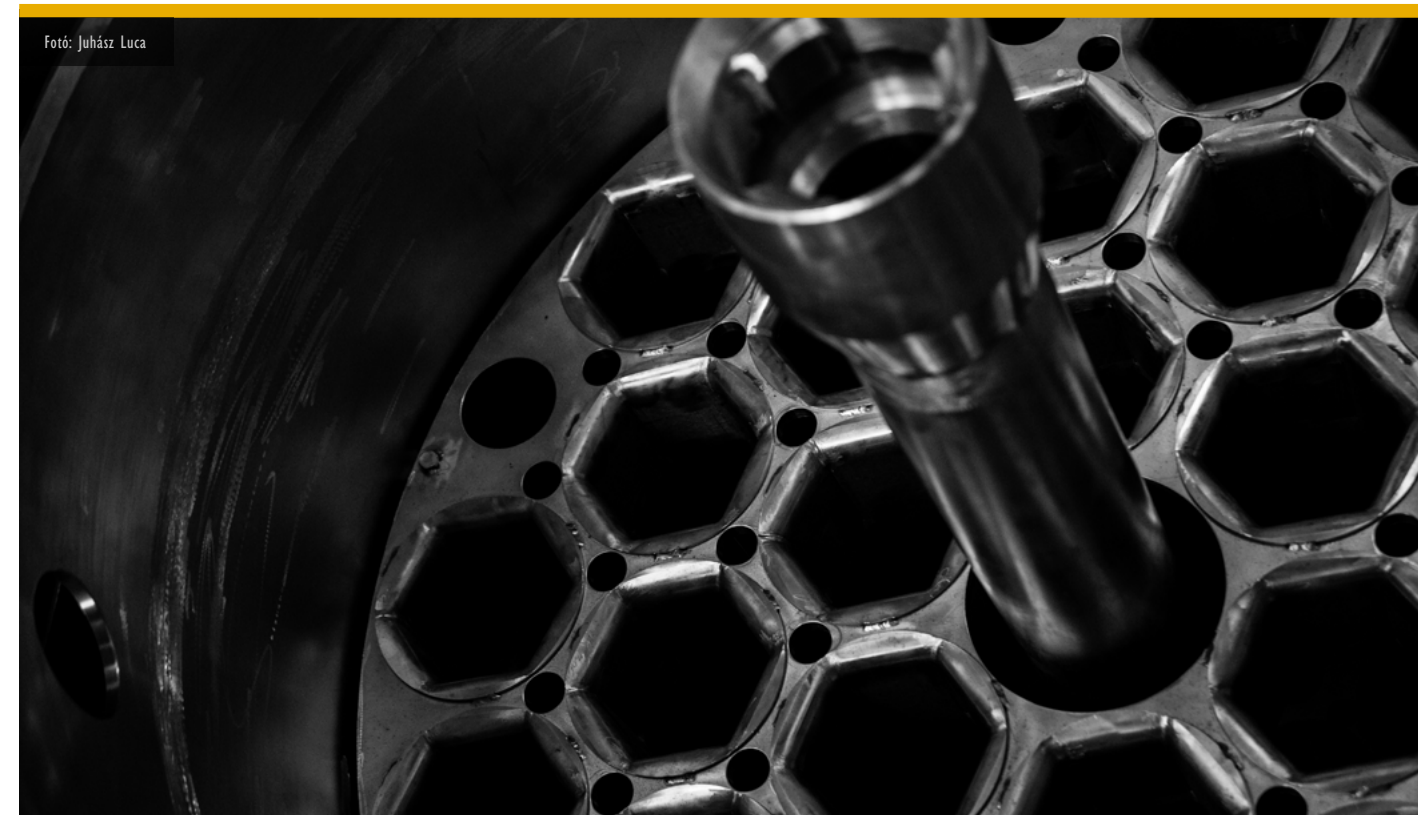
Ennek az időszaknak a munkavégzést, illetve az atomerőmű belső rendjét érintő intézkedései – felso-rolásszerűen – a következők voltak:

- Meghatározták a műszakváltás feltételeit, minimalizálták a fertőzésveszélyes helyzeteket, folyamatos fertőtlenítést rendeltek el, és ahol mód volt rá, ritkították az egy helyiségben tartózkodó kollégák számát.
- Április 16-tól 12 órás munkarendet vezettek be a műszakos dolgozók számára, kétheti váltásban, ezzel csökkentve a műszakos munkavállalók számát és a műszakváltások számát is.
- Egyirányúsították a portákat, az egyiket kizárólag befelé, a másikon csak kifelé haladhatott a személyforgalom.
- Napi kétszeri étkezést, a munkába járás segítségét, karantén esetén elhelyezést és napi ellátást biztosítottak a szuperkritikus személyzet számára.
- A vezénylőtermekben történő belépéseket korlátozták, ha a belépés elkerülhetetlen volt, akkor a beosztott munkatársak kivételével kizárólag védőfelszerelésben történhetett.
- Hőkamerák használatát rendelték el a portákon.
- Papírmentes működést és a személyes találkozással járó kommunikáció minimalizálását rendelték el (átállás digitális megoldásokra: a papíralapú levelezés és adminisztráció elektronizálása, az értekezletek, megbeszélések Skype vagy Teams alkalmazásokkal történő megtartása).

- A lejáró vizsgák érvényességét meghosszabbították, az egészségügyi vizsgálatokat leállították, így az időszaki orvosi alkalmassági igazolások is a veszélyhelyzet végéig érvényesek maradnak. (A személyzet folyamatos biztosítása érdekében az első jogosító vizsgákat megszervezték, de új formában, a távolságtartás szabályainak szigorú megtartásával, és ahol megoldható volt, ott Skype-on.)
- A főépület liftjeibe egyszerre csak egy ember szállhatott be.
- A 9 személyes ügyeletes autók egyszerre maximum 2 embert szállíthattak, akiknek a lehető legtávolabb kellett ülniük egymástól.
- A dolgozókat szállító buszjáratok szűkített menetrenddel jártak, az első ajtónál nem lehetett felszállni, plexifal védte a sofőröket, és az utasokat a megfelelő távolság betartására szólították fel.
- Az erőmű étterme rövidebb ideig tartott nyitva, és az asztalokat átrendezték: egy asztalnál maximum 2 ember ülhetett, ők is legalább 1 méterre egymástól.
- A büfékben az egyszerre ott tartózkodók számát csökkentették, és megszüntették a készpénz használatát.

Érdekességként megemlíthető még az a fentiekhez képest periférikus, ám az események szokatlanságát és gyorsaságát mégis sajátosan tükröző intézkedés is, hogy az előre megvásárolt, de a home office-ba vonulás miatt felhasználhatatlanná vált ebédjegyeket regisztrálták, és egy meghatározatlan későbbi időpontban beválthatóvá tették. Ugyancsak a helyzet abszurditását jelzi, hogy – egyes munkatársi nyilatkozatok szerint – nehéz volt

Fotó: Juhász Luca



megszokni a kézfogásos üdvözlés elmaradását, illetve erőteljes odafigyelést igényelt a reflexszerű mozdulat elhagyása.

Ebben az időszakban a munkavégzést számos család esetében tovább nehezítette az óvodák, iskolák bezárása, a tanítás internetes, aktív szülői közreműködést igénylő megoldása, emellett sokszor a pusztai „összezártság”, a kimozdulások lehetőségeinek korlátozottsága is.

## 2. SZAKASZ

Májusban új életet kezdett az ország és a világ: a járványhelyzetből kiindulva kis lépésekkel, de elkezdődött a „nyitás”, a korábbi intézkedések fokozatos visszavonása. A hónap végére enyhültek a kijárási és a kereskedelemre vonatkozó korlátozások, újranyitottak az óvodák, igen korlátozottan ugyan, de a digitális oktatás mellett újra találkozhattak az iskolás gyerekek.

Az atomerőműben a Pandémiás Vezetési Csoport felülvizsgálta a korábbi döntéseket, összegezte a tapasztalatokat, és a nyár folyamán az országos változásokhoz igazodva módosította a pandémiás tervet. Ezzel párhuzamosan döntött arról, hogy milyen ütemben, hogyan történhet a visszatérés a normál üzemennehez. Előzetesen három ütemet határoztak meg, az elsőt június 1-jével kezdték be. A „nyitás” ütemterve elsősorban a járványhelyzet ideje alatt hozott ideiglenes utasítások teljes vagy részleges visszavonását jelentette.

Az első ütemben a mozgásszabadságot korlátozó és a további korlátozások visszavonásához szükséges előkészítő feladatokat hajtották végre. Ezek felsorolászerűen a következők voltak:

- Visszaállt a korábbi 8 órás műszakrend a 12 órás helyett.
- Egyedi egyeztetések mellett továbbra is műszakban tartották más szervezetek vizsgáival rendelkező munkavállalóit.
- Megszüntették a szuperkritikus munkavállalók pótlékát, ingyenes étkezését és gépjárműhasználatát.
- Korlátokkal, de újra kinyitott az erőmű étterme.
- Az üzemviteli gyakorlati betanító képzések korlátozásai megszűntek.
- Folytatták a szimulátorképzéseket.
- Fokozatosan beindultak a szakmai képzések.
- Változott a vezénylőtermekben történő belépés korlátozása, az üzemviteli kisegítő személyzet már beléphetett.
- Folytatódhattak a foglalkozás-egészségügyi és pszichológiai vizsgálatok, az országos rendelkezésekben meghatározott előírások betartásával.
- Részben újraindultak a sportcélú ingatlanok és rendezvénytermek, de kizárólag sportolási céllal, rendezvényeket továbbra sem lehetett tartani.
- Az erőmű üdülőiben a magánüdülés a munkavállalók részére engedélyezetté vált, a céges rendezvényekre

és a külsős vendégekre a korlátozás érvényben maradt. Az üdülők működésénél a létszámkorlátozást fenn kellett tartani.

- Az Erzsébet Nagy Szálloda újra üzemelhetett, természetesen a szállás- és vendéglátóhelyekre vonatkozó rendelkezések betartásával.
- Megszűntek a karanténra kijelölt szálláshelyek.
- A szerződéses buszjáratok normál menetrend szerint indultak újra.

A második ütemben a támogató és háttértevékenységeket korlátozó intézkedések visszavonása történt meg. Visszaállt az atomerőmű területére történő beléptetés korábbi rendszere, megszűnt a testhőmérséklet-ellenőrzés, megszűntek a korlátozások az oktatások és képzések területén, véget értek az üzem közbeni karbantartásra és a főjavításokra, valamint az alvállalkozók által végzett munkákra vonatkozó korlátozások. Visszatérhetett a munkába mindenki, aki csak a telephelyen tud dolgozni, újra fogadott szakmai gyakorlaton hallgatókat az erőmű, és kinyitott az üzemi területen a gyógyszertár.

A harmadik ütemben azon intézkedések visszavonása történt meg, amelyeknek a legkisebb volt a hatása a normál üzemi munkavégzésre. Ide tartozott a Tájékoztató és Látogatóközpont, valamint az Atomenergetikai Múzeum újraindítása, a szinten tartó képzések újraindítása. Ekkor térhettek vissza munkahelyükre a home office-ban dolgozó munkatársak, és nyitott ki teljesen újra az erőmű étterme. Megszűntek a vállalati konferenciák, munkacsoportülések és utazások korlátozásai, az üdülők, sportlétesítmények, rendezvénytermek normál működésre állhattak vissza, az országos rendelkezésekkel összhangban.

A fentiekhez természetesen azonnal hozzá kell tenni, hogy az alapvető megelőző, higiénés előírások továbbra is érvényben maradtak. Ha az intézkedések szintjén vissza is tért a megszokott működési rend, ahogy bárhol a világban, az atomerőműben is fokozott óvatosságra volt szükség hosszabb távon is. Ezért bizonyos – az imént hivatkozott – elvárások, amelyek az elmúlt hónapokban alakultak ki, nem változtak: a távolságtartás, a kézmosás



Még szinte véget sem értek a koronavírus-járvány első hulláma miatt életbe léptetett pandémiás intézkedések, már a második hullámban kellett és kell helytállnia az atomerőmű vezetésének és dolgozóinak.



és kézfertőtlenítés, valamint a fokozott tisztaság. Az atomerőműben ezek biztosítása érdekében megmaradt például az úgynevezett kontaktmentes műszakváltás, és továbbra is azonnal jelenteni kellett, ha bármely munkatársnál felmerült a koronavírus-fertőzés gyanúja vagy lehetősége.

A kontrollált nyitás megszervezése mellett egy hosszabb távú feladat is vár a Pandémiás Vezetési Csoportra: felkészülés a járvány egy lehetséges második hullámára.

## 3. SZAKASZ

A járványhelyzet kezelésének 3. szakaszával a jelenleg is tartó időszakhoz érkezünk meg. Még szinte véget sem értek a koronavírus-járvány első hulláma miatt életbe léptetett pandémiás intézkedések, illetve az azokat követő nyitás, már a második hullámban kellett és kell helytállnia az atomerőmű vezetésének és dolgozóinak. Az intézkedések 3. szakaszáról – Bana János, a Védelmi Főosztály vezetőjének tájékoztatása alapján – a következők mondhatók:

Jelenleg országos szinten járványügyi készenlét van, ami azt jelenti, hogy az atomerőmű nem térhet el az érvényes rendeletektől, törvényektől, tehát a menedzsment, illetve a Pandémiás Vezetési Csoport lehetőségei szűkebbek, mint a járvány első hullámában. Ennek ellenére továbbra is minden szükséges intézkedés megtörténik a munkavállalók védelme érdekében. Ismét lehetőség van az otthoni munkavégzésre, hogy csökkenjenek a személyes kontaktusok, bevezetésre került a maszkviselési kötelezettség, fokozottan ügyelnek a munkahelyek fertőtlenítésére. A munkavállalók részére biztosított a légzésvédő maszkok használata és a kézfertőtlenítési lehetőségek. Az eddigi intézkedésekkel sikerült az erőművön belüli fertőzéseket alacsony szinten tartani. Az atomerőmű mentőszolgálatánál mintavevő készenlétet állítottak fel. A mintavevők felkészültek a PCR-teszt-



hez szükséges minták levételére, ezzel is csökkentve a teszt értékelésének idejét. Ennek kapcsán sajnálatos körülmény, hogy az Országos Mentőszolgálat, amely a mintát veszi, annyira leterhelt, hogy enélkül az intézkedés nélkül, akár több nap is eltelhet a mintavételezés megkérésétől a minta levételéig.



A termelési eredmények függetlenek maradtak a pandémiától, a blokkok termeltek, rendkívüli üzemi események nem történtek ebben az időszakban.

A védekezés szervezése, irányítása az atomerőmű pandémiás terve alapján, illetve az országos rendelkezések figyelembevételével zajlik. A pandémiás terv részletes iránymutatást ad arra, hogy a járvány különböző szintjein milyen intézkedéseket kell bevezetni, hogyan kell biztosítani a személyzet védelmét, hogyan lehet az üzletfolytonosságot fenntartani. Az atomerőműben elsődleges feladat a villamosenergia-termelés és a nukleáris biztonság magas szinten tartása. Minden körülmények között biztosítani kell az üzemeltető létszámot. Az erőmű vezetése felkészült arra, hogy milyen módon lehet a műszakos személyzet számának csökkenése esetén a műszakok átszervezésével, nyújtott műszakokkal a folyamatos üzemelést biztosítani. A védekezés irányítását továbbra is a Pandémiás Vezetési Csoport látja el. Jelenleg minden hét hétfőjén ülésezik, de szükség esetén napi gyakoriságú működésre áll át. Üléseire betervezik azokat az intézkedéseket, ideiglenes utasításokat, amelyek a pandémiás működéshez szükségesek.

A Pandémiás Vezetési Csoport vezetője folyamatos kapcsolatban áll a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) helyi, megyei és országos vezetésével, az operatív törzzsel, az MVM Csoportszintű Krízis Teamjével és az egyéb járvánnyal kapcsolatosan intézkedésre jogosult szervezetek vezetőivel. A Pandémiás Vezetési Csoport napi rendszerességgel értékeli a pandémiás helyzetet. A fertőzöttekről és a hatósági karanténba került munkavállalókról a helyi NNK ad információt. Az erőmű területére történt napi belépési adatokat a Rendészeti Osztály adja meg, hogy figyelemmel lehessen kísérni, hány fő tartózkodik a területen. Az Üzemviteli Igazgatóság napi rendszerességgel értékeli a műszakos

személyzet rendelkezésre állását. Természetesen továbbra is elvárás és nagyon fontos, hogy a munkavállalók is értesítsék a munkahelyi vezetőjüket, ha megbetegednek, mert így azonnal információt kapnak arról, hogy ki nem tudja a munkát felvenni, kit kell pótolni.

Míg a helyszíni munkavégzésben nélkülözhető munkatársak home office-ban dolgozhatnak, addig az üzemeltetést biztosító személyzetnél csak akkor foganatosítanak változást, ha a megbetegedések miatt a műszakok kiadása veszélybe kerülne. Ez a járvány első hullámában már kipróbált és bevált eljárást takar. Mivel a menedzsment feleslegesen nem szeretné terhelni a kollégákat, ezt az intézkedést csak legvégső esetben vezetik be. Az országos előrejelzések szerint a járvány csúcsa december–január hónapokban várható, ezért azzal kell számolni, hogy még sokáig együtt kell élni a jelenlegi helyzettel.

### ÖSSZEFOGLALÁS – KÖVETKEZMÉNYEK ÉS TANULSÁGOK

Pekárik Géza, az atomerőmű vezérigazgatója gondolatait idézve a következő összegzést tehetjük a járványhelyzet atomerőművi kezelése kapcsán:

A Paksi Atomerőmű egy abszolút kiszámítható vállalat, előre elkészítjük az üzleti tervünket, ez alapján dolgozunk, túlnyomórészt jól be tudjuk mérni a kockázatokat és az egyes döntések, események következményeit. A pandémia viszont ezt megváltoztatta. Átéltük azt, hogy nem mi irányítottunk aktívan, hanem követtük az eseményeket, annak megfelelően hoztunk döntéseket, hogy megnéztük, hogyan terjed a járvány, milyen szigorító szabályokat hoz a kormányzat és az egyéb hivatalok, intézmények. Magamban „követő üzemmódú vezetésnek” neveztem el ezt az irányítási módot. Ez újdonság volt, amit akár izgalmasnak és érdekesnek is nevezhetnénk, de mégis inkább nyugtalanító, egyfajta kiszolgáltatottság érzését hozta magával a napról napra változó helyzet.

A pandémia a gazdasági szempontokat is érintette. Mindjárt a veszélyhelyzet elején felvetődött a kérdés, hogy fel kell-e rúgnunk a teljes éves tervünket a pandémia miatt vagy sem. Végül úgy döntöttünk, hogy a lehető legnagyobb biztonság mellett, minél kisebb üzleti áldozattal igyekszünk a helyzetet kezelni, és úgy látom, hogy ez sikerült is. Volt például üzem közbeni karbantartási ciklus, ami pont a veszélyhelyzet időszakára esett, itt ezért érdemi munkavolumen-csökkentést irányoztunk elő, és csak azokat a feladatokat hajtottuk végre a karbantartási ciklusban, amelyek a biztonság és az üzletfolytonosság fenntartásához feltétlenül szükségesek voltak. Előkészítettük továbbá a négyes blokki főjavítást, ez a cég történetének az első pandémiás főjavítása volt. Ezen is túl vagyunk, és viszonylag jól sikerült, főleg ahhoz képest, hogy milyen nehezítő körülmények voltak. A termelési eredményeink függetlenek maradtak

a pandémiától, a blokkok termeltek, rendkívüli üzemi események nem történtek ebben az időszakban. A beruházások kapcsán lesznek elmaradások az év végére, ezen a téren a veszélyhelyzeti hónapokat jellemző kényszerű munkavégzési szünet miatti elmaradás már nem lesz behozható. Ezek a beruházási feladatok átcsúsznak a következő évre. Az időarányos üzleti eredményünk összességében pozitívabb képet mutat, hiszen az anyagfelhasználás is a megszokottnál kevesebb volt, bár ez természetesen csak átmeneti megtakarítás, mivel az elhalasztott feladatokat el fogjuk végezni.

A külső területeken zajló munkálatokat a veszélyhelyzeti időszak alatt sem állítottuk le. Az új blokkok üzemi és felvonulási létesítményeinek helyet biztosító terület-előkészítési feladatokat például folyamatosan végeztük, a veszélyhelyzet ellenére sem szüneteltettük a munkát annak érdekében, hogy a kiemelt fontosságú projekt ütemes előrehaladását ne hátráltassuk.

Az erőmű nem csak amiatt speciális eset járványügyi szempontból, hogy a munkánkra minden körülmények között szükség van. Átlagos napokon nagyjából 4000 ember fordul meg a területen. Ez a szám, amikor „dübörgött” a járvány, drámaian csökkent: 1000–1100 volt a napi beléptetések száma (ebből 400 fő saját állomány, és 6–700 fő a partnertársaságoktól jött). Ez még mindig rengeteg ember, akik több helyről érkeznek, és egy területen koncentrálnak. Hiába tűnik úgy, hogy ki-

ürül a környék, még mindig nagyon könnyen gócponttá válhatunk.

A pandémia a számos hátrány mellett bizonyos előnyöket, fejlődési lehetőségeket is felszínre hozott, mintegy felgyorsította a jövőt. Ennek kapcsán többek között az adminisztratív és kommunikációs folyamatok – egyébként környezetvédelmi szempontból is kívánatos – elektronizálása, valamint a home office munkavégzés lehetőségének, feltételeinek felmérése és minél jobb kialakítása említhető.



Fotó: Juhász Luca



Fotó: Bodajki Akos



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Lázár Mózes \*

# < ÚJ KIHÍVÁS AZ MVM CSOPORTBAN: TÁVHŐSZOLGÁLTATÁS OROSZLÁNYBAN ÉS KECSKEMÉTEN

.....

\* Lázár Mózes vezérigazgató, NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt.

Üzletmenet.....[17]

Különböző hőtermelő berendezésekkel cégcsoportunk közvetett módon régóta aktív szereplője a távhőszolgáltatásnak, de a közelmúltban két társaságunk révén már közvetlenül veszünk részt az ügyfelek használati melegvíz-ellátásában és távfűtésében. A Kecskeméti TERMOSTAR Kft.-ben 2017-től kezdődően az NKM Energia Zrt. 30,49% tulajdonrészrel rendelkezik, míg az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. részvényeinek 100%-át 2018. július 31-én megvásárolta az NKM Zrt. A kormány 1794/2015. (XI. 10.) sz. határozata és megbízása alapján az NKM Zrt. jogelődje 15 meghatározó vidéki távhőszolgáltató társaság teljes gazdasági, jogi és műszaki átvilágítását végezte el 2016-ban. A Távhő Audit Projekt vizsgálati eredményeiből megállapítható volt, hogy a kecskeméti és az oroszlányi cég gazdálkodási és műszaki tekintetben – a szektor általános nehézségei mellett – a legjobbak közé sorolható, amit nem sokkal korábban az Állami Számvevőszék átfogó vizsgálata is előrevetített. A TERMOSTAR Kft. és az NKM OSZ Zrt. távhőtermelői és távhőszolgáltatói engedéllyel egyaránt rendelkezik. Az Ötv. alapján (2011. évi CLXXXIX. tv.) az ellátás kötelezettje a helyi önkormányzat, ami több más mellett az egyik fontos specialitása az ügyfelek hővel történő kiszolgáltatásának és a vállalkozások működésének.

## 1. NKM OROSZLÁNYI SZOLGÁLTATÓ ZRT.

A társaság ellátási területe Bokod község és Oroszlány városa, ügyfeleinek számát tekintve közepes méretűnek mondható az ágazatban. A primer energiaforrás földgáz, a 37,5 MW<sub>th</sub>-os új fűtőművet 5 km-es kiváló szigeteléssel gyártott, földben elhelyezett és 2015-ben átadott tranzitvezeték köti össze a városi hőfogaadóval. Mindkét érintett önkormányzattal közszolgáltatási szerződést kötött az NKM OSZ a jogszabályi megfelelés és az ellátásbiztonság garantálása érdekében.

### 1.1. A távhőtermelő és a szolgáltató egyesülése

Részvényesi döntés született arról 2018-ban, hogy az MVM Oroszlányi Erőműfejlesztő Zrt. olvadjon be az NKM OSZ Zrt.-be, hiszen a megtermelt hő csaknem 100%-át neki adja el. Az egyesülésnek számos irányítási és gazdasági előnye van, valamint az egy technológiai rendszert alkotó hőtermelő és szolgáltató egy társaságban működhet tovább. A beolvadás részletes előkészítése, feltételeinek megteremtése 2019-ben megtörtént, az egyesüléssel járó kihívásokat és nehézségeket mindkét korábbi társaság munkatársai sikeresen oldották meg, ma már összetartó közösséget alkotnak. 2020. január 1-jétől a jogutód cég az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. lett, amely egyben a termelői és a szolgáltatói engedélyes is, jegyzett tőkéje meghaladja a 2,7 Mrd Ft-ot, a mérleg főösszege pedig a 4,9 Mrd Ft-ot. Ezzel

a gyakorlatban is lehetővé vált, hogy a helyi teljes távhőértékláncban a csoport egy önálló társasága jelenjen meg, amely fontos előzetes lépés egy otthonszolgáltató kialakításában. Az országban elsőként az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. ügyfelei számára nyílt meg a lehetősége annak, hogy a földgáz- és az áramszolgáltatás mellett immár a távhőszolgáltatást is az MVM Csoport keretei között vegyék igénybe.

### 1.2. Az új fűtőmű belépése a hőtermelésbe

Az Oroszlányi Erőműfejlesztő Zrt. létrejötte előtt a Vértesi Erőmű kapcsolt termelés keretében biztosította a hőt a két település ellátásához, majd az MVM közgyűlése 2014-ben új berendezés építéséről döntött. Sajnálatos módon – elsősorban finansziális okokból – a megújuló alapú (biomassza) berendezés helyett földgáztüzelésű fűtőműről szolt a döntés. A beruházás két szakaszban valósult meg. Az I. ütemben a 3 db 12,5 MW<sub>th</sub> nagyvízterű földgáztüzelésű kazánberendezéseket tartalmazó kazánház épült meg segédrendszerek nélkül, és a kazánház 2015. december végén megkezdte működését. Ezeket a munkálatokat az MVM ERBE koordinálta. A keringtetést, a nyomástartást és a pótvízellátást ekkor még a Vértesi Erőmű meglévő rendszerei biztosították. 2016-ban a II. ütemben került sor az új kazánház bővítésére. Déli oldalához kapcsolódva, annak folytatásaként megépültek a segédrendszerek, amivel megvalósult a fűtőmű önálló működése, de kialakításra került egy későbbi tartalék kazán beépítésének helye is.

A távhőszolgáltatás másik fontos egyedisége, hogy szigetüzemben működnek a rendszerek, ezért kiemelt hangsúlyt kap a tartalék, vagy helyettesítő berendezés megléte és fenntartása főleg a téli csúcsidőszakokban.



AZ ÚJ FÜTŐMŰ DK-I IRÁNYBÓL (OROSZLÁNY)

A biztonságos oroszlányi és bokodi távhőellátás szempontjából mindenképpen szükség van tartalék kazánra, hogy téli csúcsidőszakban – bármilyen üzemzavar esetén – ne kerüljön sor szolgáltatási korlátozások bevezetésére, aminek káros hatását az egész cégcsoport szeretné elkerülni. A társaság tervezi a tartalék berendezés megépítését, és felmerült a lehetősége egy hőtároló telepítésének is. Ezekre a beruházásokra pályázati források megszerzését irányozta elő a cég vezetése.

#### A fűtőmű kazánjai

Bosch UNIMAT UT-H 11800 hegesztett kivitelű, fekvő elrendezésű, láng- és füstcsöves berendezések, egy besugárzott és két konvektív huzammal, valamint ECO fokozattal. Saacke Dual blokk TEMINOX GS 160 gázégő.

- Hőteljesítmény (névleges/minimális): 12,5 MW<sub>th</sub>/2,5 MW<sub>th</sub>
- Tervezési nyomás: 18 bar
- Névleges vízhőmérséklet (be/ki): 70 °C /145 °C
- Névleges kazánhatásfok: 97,5%



#### A keringtetés és nyomástartás berendezései

- 2 db Flowserve gyártmányú forróvíz-keringtető szivattyú, 600 m<sup>3</sup>/h
- Motor: Helmke 3×400/50 Hz, 355 kW, 1481 l/min, ABB ACS 880 frekvenciaváltó
- 2 db töltőszivattyú, Wilo Helix VI608, 10 bar, 7,5/25 m<sup>3</sup>/h ABB ACS 580 frekvenciaváltó
- 2 db nyomástartó szivattyú, Wilo Helix V420 16 bar, 2,5/5 m<sup>3</sup>/h, ABB ACS 580 frekvenciaváltó
- 2 db 150 m<sup>3</sup>-es pótvíz-tartály és egy 150 m<sup>3</sup>-es víz-tartály, amely 90 m<sup>3</sup> oltóvizet és max. 60 m<sup>3</sup> nyers vizet tárol

#### Gázellátás

Gázfogadó adatai:

- bemenő nyomás (min./max.): 8 bar (4/19 bar)
- kimenő nyomás: 1,5 bar
- névleges teljesítmény (max.): 5000 Nm<sup>3</sup>/h (5300 Nm<sup>3</sup>/h)

#### 1.3. 5 km földben vezetett új távhő-tranzitvezeték Oroszlányban

A fűtőmű és az NKM OSZ városi hőfogadója között 1 Mrd Ft-os beruházás keretében 2015-ben a korábbi háromvezetékes, felszín feletti tranzitvezeték-rendszer helyett új, előszigetelt, korszerű kétvezetékes megoldás került kiépítésre, ami földben lett elhelyezve. A társaság első körben pályázaton nyert 500 M Ft-ot (KEOP – 5.4.0/12-2013-14), majd az önrőre kiírt fordulóban is sikeresen szerepelt újabb 500 M Ft-tal. Ezzel a két forrással teljes hosszban megvalósítható volt a vezetékcsere, tehát a cég kizárólag pályázati pénzből oldotta meg a korszerűsítés finanszírozását. Az új rendszer hővesztése minimalizálódott, élettartama maximalizálódott a korábbiakhoz képest, nem igényel többletköltségekkel járó rendszeres védelmet és szigetelésjavítást, nincs kitéve az időjárás káros hatásainak, de egy modern településen mindenképpen esztétikai előrelépést is jelent.

Ezen a valamivel több, mint 5 km-es korszerű tranzitvezetéken áramlik a megtermelt hő több ezer ügyfél biztonságos ellátásához. A munkaterület átadásától a próbaüzem megindulásáig mindössze egy esztendő telt el, miközben a régi rendszeren a szolgáltatásnak zavarta-



QR-LEOLVASÓVAL RENDELKEZŐ NETRE CSATLAKOZTATOTT ESZKÖZZEL EGY KISFILM TEKINTHETŐ MEG AZ OROSZLÁNYI KAZÁNOKRÓL



A RÉGI, FELSZÍN FELETT Vezetett csövek és az új, előszigetelt vezeték, amelyek a földbe kerültek (oroszlány)



lanul kellett működnie. A kivitelezés során a legnagyobb kihívást a rövid városi belterületi szakasz jelentette, ami együtt járt egy működő vasúti nyomvonal alatti átvezetéssel is. A vezetékpár föld alá helyezése lehetőséget teremtett a nyomvonal mentén található területek és ingatlanok közvetlen megközelítésére, új bejárók, utak megnyitására, a gyalogos és a kerékpáros útvonalak fejlesztésére. A város levegőjének tisztasága szempontjából az sem mellékes, hogy a hőtermeléssel óhatatlanul együtt járó szennyező forrás tartósan, hosszú évtizedek távlatában a településtől messze helyezkedik el.

#### 1.4. A szolgáltatói elosztórendszer fejlesztése, hőközpont-szétválasztások

A távhőszolgáltatás évek óta zajló jelentős kihívása a röviden csak hőközpont (továbbiakban HKP) szétválasztásnak nevezett program. Zömében a hatvanas évektől a nyolcvanas évekig zajló távhőrendszer-építések általános gyakorlata az volt, hogy több épület, vagy kisebb településrész ellátása érdekében nagy szolgáltatói HKP-ok létesültek, amelyek csak egyben voltak képesek kezelni az ellátott felhasználókat, azt is meglehetősen rugalmatlanul. Tehát a cél az volt, hogy ezek helyett jóval kisebb, kompakt, modern, informatikailag is megfelelő felhasználói HKP-ok létesüljenek a tömbházakban, az épületekben, az intézményekben, de az egyéb felhasználók számára is. A korszerűsítés számos előnnyel jár: kellően rugalmas lesz az ellátás, megteremtődik a lehetősége az épületekbeli tényleges hőmennyiségmérésnek, nagyobb szerepet kaphat az informatika, a HKP-ok adatai folyamatosan nyomon követhetők stb. Összefoglalva: kiépülhet egy korszerű távfelügyeleti rendszer.

Az NKM Oroszlányi Szolgáltató HKP szétválasztási programját főként pályázati forrásokból néhány évvel ezelőtt lényegében befejezte, ami – ismereteim szerint – eddig a szektorban ezen kívül mindössze egy távhős cégnél valósult meg. A felhasználók zömét kitevő

lakossági ügyfelek esetében az országos átlag 49 lakás/HKP, ez az NKM OSZ-nél szinte a fele, 25 lakás/HKP. Az energiatakarékosság, az ügyfelek tudatosabb fogyasztásának megteremtése és a piaci elvárások kialakítása érdekében hosszú távú cél, hogy egyre több legyen az egyedi hőmennyiségmérés. Az NKM OSZ esetében 2020-ban már az ügyfelek 22%-ánál van egyedi hőmennyiségmérés, amely szintén jóval magasabb, mint az országos átlag. A téma tárgyalásánál őszintén hozzá kell tenni, hogy a távhőszolgáltatás nagy problémáját jelentő kintlévőség kezelés is teljesen más alakra helyeződik, amikor az egyedi hőmennyiségmérés kialakításával együtt a kizárhatóság is megvalósul. Ennek jól látható bizonyítékát kiválóan tükrözik az oroszlányi adatok.

Az ügyfelek jelentős részével együttműködve számos társasházban kialakításra került a költségosztós rendszer, amely igazságosabb fogyasztási felosztást tesz lehetővé, mint az ún. légtéres. Nem elhanyagolható jelenség, hogy azonnal energiatakarékosságra ösztönzi a lakókat, mert a szabályozószkepekkel befolyásolhatják a mindenkori hőmérsékletet. Ezt a jótékony hatást az NKM OSZ munkatársai a gyakorlatban és a fogyasztások mérséklődésében megtapasztalták. Oroszlányban az egyedi mérős és a költségosztós kialakítás együttesen az ügyfelek 40%-át fedi le.

#### 1.5. Az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. fontos egyediségei

A magyar távhőszolgáltatásban 30 esztendeje lényegében nem növekedett érdemben az ügyfelek száma, ami elsősorban annak köszönhető, hogy azóta új rendszerek nem nagyon épültek, ellentétben a korábbi évtizedekkel. Az NKM Oroszlányi Szolgáltató az általános folyamattól eltérően az elmúlt időszakban közel harminc százalékkal tudta bővíteni felhasználói körét, döntő számban lakossági ügyfelek csatlakoztak, de jelentős ipari parki fogyasztók is. Ezek az egyéb kategóriába sorolható termelő cégek

kommunális hőfelhasználásukat bízták az NKM OSZ-re, és mára a lekötött teljesítmény 1/3-át jelentik, valamint megnövelték az árbevételt 20%-kal. A teljes távhőrendszer működtetésének fajlagos költségei az ipari parki cégek csatlakozása következtében számottevően javultak.



Az országban elsőként az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. ügyfelei számára nyílt meg a lehetősége annak, hogy a földgáz- és az áramszolgáltatás mellett immár a távhőszolgáltatást is az MVM Csoport keretei között vegyék igénybe.

Hazánkban a társaságok működtetik a távhőszolgáltatói primer rendszereket, ami számos esetben a tulajdonukban is van, azonban az épületeken belüli szekunder rendszerekről ez már nem mondható el, mert azok tulajdonosai a felhasználók. A biztonságos és kielégítő ellátás sokszor amiatt jelent gondot, hogy a szekunder rendszerekkel probléma adódik, amit a cégek nem tudnak azonnal orvosolni. A távhős szakembereknek mindenütt kiemelt érdekük fűződik ahhoz, hogy az épületek és a felhasználók belső rendszereit ismerjék, tudjanak az ott zajló folyamatokról, mert így az összhang hiányából fakadó nehézségek nagyobb részben orvosolhatóak. Az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. folyamatosan biztosítja az ügyfelek számára azt a lehetőséget, hogy igény esetén szerződés keretében ellátja a szekunder rendszerek karbantartását. Ennek köszönhetően a lakossági ügyfelek 64%-a átalánydíjas karbantartási szerződést kötött a céggel, aminek kettős előnye van. Egyfelől majdnem kétharmad részben tudják a munkatársak a szekunder rendszerekben zajló folyamatokat ellenőrizni és befolyásolni, másfelől kisebb árbevétel-növelő hatása van az alaptevékenységen túl. Mindemellett a társaság és az ügyfelek közötti bizalom is erősödik.

Az MVM Csoport számára a földgáz-, a villamosenergia- és a távhőszolgáltatás kapcsolata és hármas egységének vizsgálata szempontjából fontos lehetőséggel bír az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. Minden bizonnyal kitekintési perspektívát is nyújthat az egyre élesedő otthonszolgáltatói versenyben.

## 2. KECSKEMÉTI TERMOSTAR KFT.

A cégnek van távhőtermelői és távhőszolgáltatói engedélye, mert a hőt is maga állítja elő, ellátási területe Kecskemét megyei jogú város, ahol a lakosok 1/3-a részesül a szolgáltatásban. A primer energiaforrás földgáz, a hőtermelés főként gázkazánokban történik, de gázmotorokkal (kogeneráció) villamos energiát is termel és értékesít. Az MVM Cégcsoport akkor szerzett kisebbségi tulajdont a társaságban, amikor 2017-ben megvásárlásra került a DÉMÁSZ Zrt., amely már jóval korábban rendelkezett ezzel az üzletrésszel.

### 2.1. A TERMOSTAR rövid bemutatása

A cég 25 évvel ezelőtt alakult kft.-vé, jelenleg mintegy 11 ezer lakossági és 213 egyéb ügyfelet lát el hőenergiával, ill. meleg vízzel. Tulajdonosok: 69,51% Kecskemét MJ Város Önkormányzata, 30,49% NKM Energia Zrt. A társaság jegyzett tőkéje 1,1 Mrd Ft, mérleg főösszege 4,5 Mrd Ft.

A cég működését biztosító saját tulajdonú műszaki berendezések 1,6 Mrd Ft nettó értéket képviselnek:

- 2 db fűtőmű;
- a két fűtőmű 2,6 km hosszú vezetékpárral össze van kötve;
- 14 db meleg- és forró-vízüzemű gázkazán;
- 4 db gázmotor;
- összesen mintegy 30 km nyomvonalhosszúságú elosztóhálózat;
- 113 db szolgáltatói kőközpont (HKP).

Felhasználói tulajdonban lévő eszközök:

- 33 db felhasználói HKP;
- 208 db hőfogadó.

### 2.2. A jövőre vonatkozó elképzelések és célok

Kecskemét Önkormányzata és a TERMOSTAR Kft. célul tűzte ki, hogy a jelenlegi (földgázalapú) távfűtést megújuló energiát hasznosító rendszerre alakítja át. Ezt a törekvést az MVM Cégcsoport, mint kisebbségi tulajdonos is támogatja kezdetektől fogva. További kitüntetett szándék, hogy csökkenthető legyen a hőtermelés költsége és kiszámíthatóbb legyen hosszú távon az előállított hő ára. Egy faapríték-tüzelésű fűtőmű segíthet e célok elérésében. A megújulóenergia-alapú hőforrás létrehozásával a földgáz-tüzelőanyag kétharmad része megtakarítható. A társaság környezetbarát, alternatív, megújuló energiaforrások bevonásával versenyképes áron, magas szakmai színvonalon és minőségben olyan közösségi szolgáltatást szeretne nyújtani, amely megbízható, ügyfélcentrikus központként a távhőpiac folyamatos bővülését segíti elő.

### 2.3. Fejlesztések, korszerűsítések – A „zászlóshajó” projekt

A társaság a 2017-ben elnyert KEHOP-5.3.1-17 és KEHOP-5.3.2-17 azonosító számú pályázatokból és egy önálló, vissza nem térítendő állami támogatásból megvalósuló beruházás műszaki tartalmának összehangolásával egy országos szinten is figyelemre méltó projektet valósít meg Kecskeméten a tulajdonosok teljes egyetértésével. Az elképzelés volumenét és tartalmát figyelembe véve elmondható, hogy a távhőszolgáltatási szektorban ez a példaértékű fejlesztés tekinthető középtávon a „zászlóshajó” projektnek, amit a kormány rendeletben nemzetgazdasági szempontból kiemelt beruházássá minősített. A MVM Csoport számára mindenképpen megtisztelő, hogy ebben tulajdonosként részt vesz. A terv tartalmazza egy új biomassza-alapú fűtőművi berendezés megvalósítását (20+5 MW<sub>th</sub>) és a fűtőműveket összekötő távvezetési szakaszok megépítését. A beruházások célja a városi távhőigény nagyobb részének megújuló energiával történő kiszolgálása, a gázfüggőség csökkentése, a térségben található, másra nem alkalmas tüzelőanyagok hasznosítása, valamint új fogyasztók távhőrendszerre történő csatlakoztatása. A cég Kecskemét Déli Iparterületén tudja megvalósítani a korszerű technológiai fejlesztést és a szükséges ingatlan a rendelkezésére áll. A kecskeméti távhőszolgáltatás a megújuló energia hasznosításával, a távvezetékrendszer fejlesztésével korszerű, nyugat-európai színvonalú technológiával, környezetbarát módon lesz képes kiszolgálni a fogyasztói igényeket.

A 20+5 MW<sub>th</sub> teljesítményű fűtőmű előnyei mikro- és makrogazdasági szinten:

- működtetésével jelentős CO<sub>2</sub>-csökkentés érhető el;
- a tüzelőanyag vertikuma bővül (faapríték, zöld biomassza és mezőgazdasági melléktermékek eltüzelhetők);
- a különféle tüzelőanyagok használatával a szolgáltatási árak stabilizálhatók, az ellátásbiztonság fokozható;
- a távhő versenyképessége javul.

Az iparterületi telephely elhelyezkedésének előnyei:

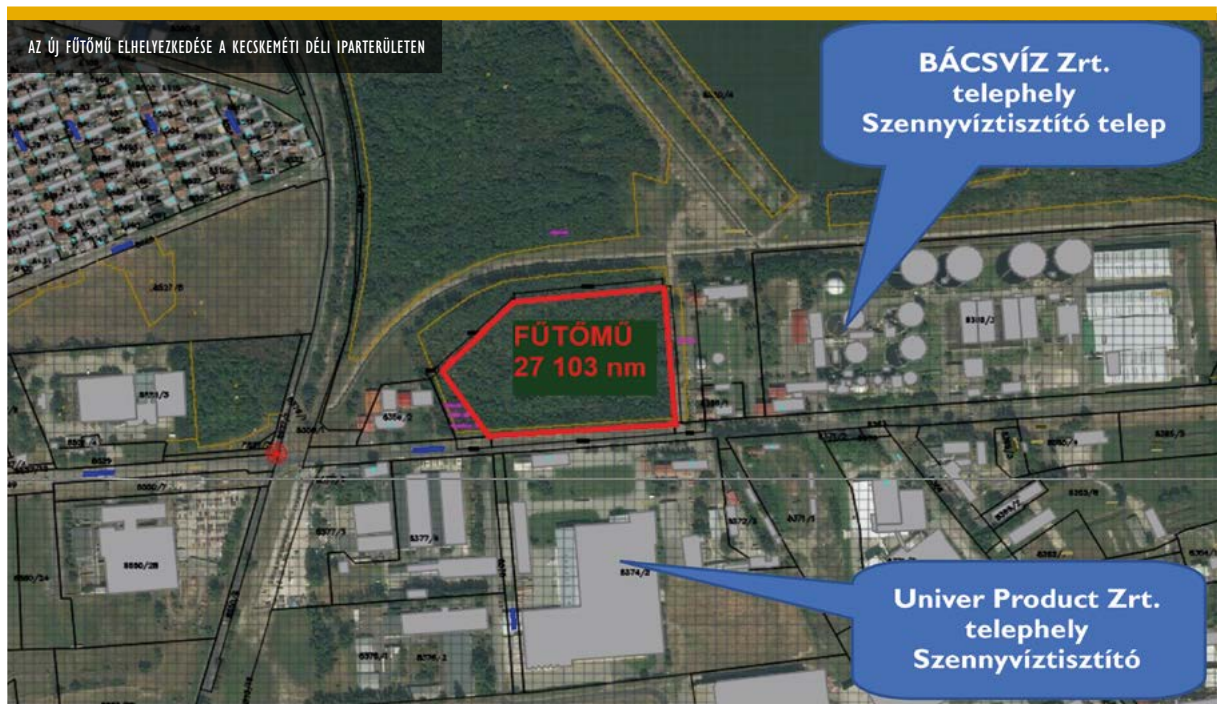
- a szomszédos szennyvíztelephely energetikai adottságainak, lehetőségeinek kihasználása;
- az egészségügyi és szociális intézmények, közintézmények, sportlétesítmények, ipari fogyasztók elérhetővé válnak;
- a beszállítás rugalmasabb, a belváros érintése nélkül megközelíthető;
- a telephely adottságai miatt a különböző tüzelőanyagok tárolása és keverése biztosított;
- a hőtermelő kapacitás fejleszthető, bővíthető.



QR-LEOLVASÓVAL RENDELKEZŐ NETRE CSATLAKOZTATOTT ESZKÖZZEL EGY KISFILM TEKINTHETŐ MEG AZ ÚJ KECSKEMÉTI FÜTŐMŰRŐL



A KECSKEMÉTI ÚJ FÜTŐMŰ TERVEZETT LÉTESÍTMÉNYEI



- A beruházáshoz kapcsolódó megnyert források:
- KEHOP-5.3.1-17-2017-00009 azonosító számú „Új fogyasztók távhőrendszerre csatlakoztatása és a távhőrendszer korszerűsítése Kecskeméten” című projekt;
  - KEHOP-5.3.2-17-2017-00010 azonosító számú „Faapríték-tüzelésű fűtőmű telepítése a Kecskeméti TERMOSTAR Hőszolgáltató Kft. területén” című projekt;
  - az Innovációs és Technológiai Minisztérium pozitív támogatási döntését – 4 Mrd Ft összegű vissza nem térítendő támogatási forrás biztosítását – 2019. október 5-én sajtótájékoztatóján jelentette be. A társaság kezdeményezésére a FPPF/1272-5/2019-ITM\_SZERZ iktatószámú fejlesztési projekt 2020. május 6. napján a 184/2020. Korm. rendeletben megkapta a nemzeti-gazdasági szempontból kiemelt beruházás státuszt.

A telephely kiválasztásánál a TERMOSTAR Kft. figyelembe vette a későbbi fejlesztési lehetőségeket, így a legoptimálisabb helyszín a helyi víz- és csatornaszolgáltató, a BÁCSVÍZ Víz- és Csatornaszolgáltató Zrt. szennyvíztisztító telepe melletti terület, ahol a későbbiekben lehetőség nyílik energetikai együttműködésre is. A faaprítékot és egyéb biomasszát, például a városi zöld biomasszát is felhasználó fűtőmű kifinomultabb kazán-technológiát (pl.: speciális anyagminőségek alkalmazása, más égéstermék-elvezetés, szabályozás stb.), deponálást és kezelést követel meg. A terület további előnye, hogy a kazánpark kapacitása igény esetén növelhető.

A koncepció három forrásból valósul meg, amely a kecskeméti távhőrendszer korszerűsítését, új fogyasztók távhőrendszerre csatlakoztatását, valamint faapríték-alapú fűtőmű telepítését és távhőrendszerbe történő integrálását foglalja magába.

I. TÁBLÁZAT

| BÁCSVÍZ Zrt.<br>Szennyvíztisztító telep                   | KECSKEMÉTI TERMOSTAR Hőszolgáltató Kft.<br>Biomassza Fűtőmű |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| A telep kapacitása: 48 000 + 400 m <sup>3</sup> /d        | Kazán teljesítmény: 20 + 5 MW <sub>th</sub> (25 000 kW)     |
| Szennyvíziszap: 13 900 t/év                               | Előállított energia: 316 000 GJ                             |
| Biogáz termelés: 1 689 000 m <sup>3</sup> /év             | CO <sub>2</sub> megtakarítás: 20 500 t/év                   |
| Szolgáltatásban részesülők száma: több mint 100 000 ember | Szolgáltatásban részesülők száma: több mint 40 000 ember    |

- A KEHOP-5.3.2-es pályázati forrásból megvalósuló beruházás műszaki jellemzői:
- 20 MW<sub>th</sub> teljesítményű, emelt műszaki tartalmú, biomassza-alapú kazán;
  - a technológiához szükséges kiszolgáló egységek.

- A vissza nem térítendő forrásból megvalósuló beruházás műszaki jellemzői:
- egy 5 MW<sub>th</sub> teljesítményű faapríték-tüzelésű fűtőmű létesítése új telephelyen;
  - az új telephelyhez kapcsolódó komplett infrastruktúra megépítése;
  - a fűtőműveket összekötő összesen mintegy 4,6 km hosszú két távvezetési szakasz megvalósítása.

#### 2.4. Együttműködési lehetőségek a hulladékgazdálkodás és a távhőszolgáltatás területén Kecskeméten

Kecskeméten egy remek svéd (Borås Energi Och Miljö AB) példához hasonló projekt alakul ki az átgondolt és összehangolt fejlesztésnek köszönhetően. Egy telephelyen 3 szolgáltató – vízmű, fűtőmű és hulladékgazdálkodó – együttműködésével jelentős környezetvédelmi célokat támogató lépések valósulnak meg az energiahatékonyság maximalizálása érdekében. A fejlesztés volumenét jól mutatja, hogy ipari méretekben is jelentős energiamegtakarítást eredményezhet az elgondolás.

Az I. táblázat mutatja, mely rendelkezésre álló kapacitások adnak lehetőséget a sokrétű együttműködésre.

- Az együttműködési formák a következő adottságokból alakíthatók ki:
- 5 településről érkező, napi 20 000 m<sup>3</sup> szennyvíz hőtartalmának hasznosítása a távhőszolgáltatásban;
  - a szennyvíziszap szervesanyag-tartalmának helyben történő energetikai felhasználása;
  - a szennyvíztisztítás során keletkező biogáz kapcsolt villamos- és hőenergia-termelésbe való bevonása;
  - ökológiai kör létrehozása a két szolgáltató energia-szükségletének hatékony megosztása által;
  - a Kecskeméten keletkező növényi biomassza teljes körű és helyben történő hasznosítása.
- A városi zöld biomassza teljes körű felhasználásának lehetősége megnyílik, mert a rendszeresen végzett zöldterületi karbantartási és fenntartási munkálatok során keletkezett, valamint a lakosságtól gyűjtött zöldhulladék kezelése napjainkban már hatékonyan megoldható.

- A rostán történő szeparálással többféle felhasználási mód is biztosítható:
- a nagy nedvességtartalmú lágy szárú zöldhulladék felhasználható komposztként a BÁCSVÍZ Zrt. telephelyén található biogáz üremeiben;

- a jellemzően kevesebb nedvességtartalommal rendelkező fás szárú zöldhulladék, amely nyersanyagként szolgálhat a faapríték-tüzelésű fűtőműben;
- mezőgazdasági felhasználásra komposztképzés;
- takaróanyag hulladéklerakóra és rekultivációhoz.



Az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. és a Kecskeméti TERMOSTAR Kft. az MVM Csoport számára bizonyos értelemben új kihívást jelent, de kizárólag olyanokat, amelyek messze-menően találkoznak a cégcsoport közép- és hosszú távú céljaival.

- A 20 MW<sub>th</sub> teljesítményű biomassza-tüzelésű kazán műszaki tartalma és az optimális energiamix kialakítása során előzetes kalkuláció szerint a megtermelt éves hőmennyiség 70%-ban faaprítékból (cca. 28 000–30 000 tonna), 10%-ban fás szárú városi zöld biomasszából (cca. 3000–5000 tonna) és 20%-ban napraforgómag héjából (cca. 3000–5000 tonna) származhat.
- A kazánok tervezett üzembe helyezésének időpontja – sikeres és eredményes közbeszerzési eljárás esetén – várhatóan 2022. december 31. lesz.
- A Mindszenti körúti új telephelyen megvalósuló fűtőmű a városi távhőrendszerbe integrálódik, azzal szerves egységet képez. A terület képes további bővítési és fejlesztési elképzelések kiszolgálására. A kazánpark hosszabb távon kiegészülhet egy legalább 20 MW<sub>th</sub> teljesítményű egyéb rendelkezésre álló energiaforrással működő kazánnal, a hozzá tartozó tüzelőanyag-behordóval, valamint a fokozott környezetvédelmi előírásoknak megfelelő füstgázkezelő berendezéssel, és egy salakkihordó rendszerrel. Erre akkor nyílik lehetőség, ha a társadalmi, a műszaki, a jogi, a gazdasági és a környezetvédelmi feltételek teljes mértékben megteremtődnek.

- #### 2.5. Megvalósult egyéb fejlesztések
- A KEHOP-5.3.1 forrás felhasználásával
- 2018-ban új fogyasztók távhőrendszerre kapcsolása történt meg. A beruházás belvárosi gázkazános épületek távhőre csatlakoztatását és a szükséges távhővezeték-hálózat kiépítését tartalmazta.

- A helyi, már távhővel ellátott Margaréta Otthon hőközponti szétválasztása is megtörtént.
- A kecskeméti „Zöld város kialakítása Homokbányán” c. projekthez kapcsolódva felújították a Mercedes-Benz iskola kazánházát. A 2018-as beruházás során egy bölcsőde és egy nappali ellátó intézmény kapcsolódott be a hőszolgáltatásba, majd 2019 végén egy a Kecskemét MJ Város Önkormányzata által épített szálláshely is.

## 2.6. Fenntartható fejlődés és társadalmi felelősségvállalás

A társaság a vállalati kultúra részeként aktív szerepet vállal Kecskemét és környezetének életében, lehetőségeihez mérten támogatja a helyi rendezvényeket, különösen azokat, amelyek a környezettudatos gondolkodáshoz kapcsolódnak. Kecskemét polgárai a távhőszolgáltatás napján évről évre színes eseményeken, diákoknak szóló pályázatokon és szervezett céglátogatásokon keresztül kerülnek közelebb a távhőszolgáltatáshoz és a tudatosabb energiafelhasználáshoz.

A Kecskeméti TERMOSTAR Hőszolgáltató Kft. 2020 októberében ünnepli önálló társasággá alakulásának 25. évfordulóját, ugyanakkor Kecskemét városát 651 esztendővel ezelőtt alapították. A két jeles eseményt a cég eddigi

történetének legjelentősebb lakossági akciójával teszi az egész város számára ünneppé. Az „Ültess fát! Tegyük zölddebbé Kecskemétet!” Lakossági Fásítási Program keretében a TERMOSTAR – az önkormányzattal egyeztetve – összesen 651 facsemetét adományoz magánszemélyeknek, civil szervezeteknek és intézményeknek, akik vállalják, hogy elültetik és gondozzák azokat, amíg szükséges.

## 3. ÖSSZEGZÉS

Az NKM Oroszlányi Szolgáltató Zrt. és a Kecskeméti TERMOSTAR Kft. az MVM Csoport számára bizonyos értelemben új kihívást jelent, de kizárólag olyanokat, amelyek messzemenően találkoznak a célcsoport közép- és hosszú távú céljaival. Összintén hozzá kell tenni, hogy a hazai távhőszolgáltatás – hasonlóan a kelet-európai országokhoz – számos nehézséggel küzd évek óta, amelyek megoldása túlmutat egy vállalatcsoport keretein. Ezek között elsősorban műszaki okokból fakadó versenyképességi és piaci kihívások vannak.

Ennek ellenére nemigen vitatható, hogy a távfűtés:

- komfortos
- biztonságos
- tiszta
- környezetbarát

energiafelhasználási rendszer, amely kiállja a versenyt e tekintetben más megoldásokkal.

A távhőszolgáltatás rugalmasan képes – viszonylag nagy mennyiségben – befogadni a különböző megújuló forrásokból származó primer energiát, ami társadalmi és stratégiai szempontból rendkívül előnyös. Átgondolt, összehangolt és következetesen végrehajtott fejlesztések eredményeként elérhető egy optimális jövő, amiben az MVM Csoport proaktívan tud részt venni.



QR-LEOLVASÓVAL RENDELKEZŐ NETRE CSATLAKOZTATOTT ESZKÖZZEL EGY KISFILM TEKINTHETŐ MEG A FÁSÍTÁSI PROGRAMRÓL



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Fürchtné Bodrogi Karolina, Ozsvárt Dániel Péter \*

# < AZ MVM CSOPORTBAN MŰSZAKI SZOLGÁLTATÁSOKAT VÉGZŐ TAGVÁLLALATOK STRUKTURÁLIS ÉS TEVÉKENYSÉGI KONSZOLIDÁCIÓJÁNAK VÉGREHAJTÁSA

SÁRGA PROJEKT IMPLEMENTÁCIÓ I. ÜTEM  
– MVM XPERT ZRT. TRANZAKCIÓS PROJEKT

\* Fürchtné Bodrogi Karolina szenior műszaki szolgáltatási menedzser, MVM Zrt.  
Ozsvárt Dániel Péter műszaki szolgáltatások igazgató, MVM Zrt.

Az olvasó számára ismerős lehet a cím, hiszen az előző lapszámban bemutattuk **a Sárga Projekt I. szakaszát** (az NKM és MVM cégstruktúra konszolidációja kapcsán, a csoportszintű műszaki szolgáltatások integrációjának kidolgozása), amelyben elkészült **a csoportszintű műszaki szolgáltatási térkép, valamint javaslatokat dolgoztunk ki a profiltisztítás, a cégstruktúra átalakítása, koordináció és transzparencia** kapcsán az alábbiak szerint:

- 1.) A műszaki szolgáltatói tevékenységek konszolidációja.
- 2.) A műszaki szolgáltatói tevékenységek profiltisztítása és koncentrációja.
- 3.) Cégstruktúra átalakítása.
- 4.) A műszaki szolgáltatói tevékenységek koordinációjának és transzparenciájának javítása.

Jelen cikkben az olvasó elé szeretnénk tárni a konszolidációs folyamat következő lépését, ugyanis **a Sárga Projekt I. szakaszának lezárását követően elindult a Sárga Projekt Implementáció I. üteme 2019. július 08-án.**

#### A projekt indokoltsága

A Sárga Projekt kimondja, hogy a kidolgozott magas szintű implementációs terv ütemeiben a projektszervezet hajtsa és hajtassa végre a már jóváhagyott konszolidációs programot. Figyelembe véve az elemzések eredményeit és a projekt által megfogalmazott stratégiai irányokat, a Sárga Projekt a következő tranzakciós, átstrukturálási lépést javasolta az implementáció I. ütemében:

2019 végére jöjjön létre egy megfelelő tőkével rendelkező, újonnan alapított, 100%-ban MVM Zrt. tulajdonú tagvállalat (NewCo–MVM XPert Zrt.), amely a belső szolgáltatói kompetenciát, in-house (80/20) képességet valósítaná meg az OVIT alállomás és távvezeték szerelő üzletágainak átvételével. Az OVIT core üzletágak (alállomás és távvezeték divízió) és az OVIT támogató területeinek teljes munkavállalói létszámát az MVM XPert Zrt. veszi át. Az OVIT működéséhez szükséges támogatást az MVM XPert Zrt. biztosítja az átvett támogató területekhez tartozó munkavállalókkal, Service Level Agreement (SLA) útján.

A Sárga Projekt eredményei alapján ezen tranzakciós lépés megvalósítása kínálta a legtöbb lehetőséget és okozta a legkisebb fokú kockázatot az OVIT strukturális problémáinak kezelésére, illetve az MVM Csoport műszaki szolgáltatói üzletágának továbbfejlesztésére. A tranzakció előkészítése mellett fontos volt, hogy az OVIT „reorganizáció” végrehajtása is folytatódjon.

Mindezeket figyelembe véve az MVM Zrt. Igazgatósága a 2019. augusztus 13-i ülésén megtárgyalta „Az MVM OVIT Zrt. átalakításával összefüggésben új gazdasági társaság alapításának jóváhagyása” tárgyú előterjesztést. Az MVM XPert Zrt. megalapítását az MVM Zrt. Egyedüli Részvényese a 42/2019 (IX. 16.) számú Alapítói Határozatával hagyta jóvá. Az MVM XPert Zrt. alapítója és egyedüli részvényese az MVM Zrt. lett. Ezzel kezdetét vehette a Sárga Projekt Implementáció I. üteme – az MVM XPert Zrt. tranzakciós projekt.



## Az MVM XPert Zrt. alapítója és egyedüli részvényese az MVM Zrt. lett. Ezzel kezdetét vehette a Sárga Projekt Implementáció I. üteme - az MVM XPert Zrt. Tranzakciós Projekt.

#### A projekt célja

Az OVIT helyzetével kapcsolatban az MVM Zrt. tulajdonosi jogait gyakorló Nemzeti Vagyon Kezeléséért Felelős Tárca Nélküli Miniszter (továbbiakban: NVTNM) a 20/2018. (XII. 19.) sz. határozatával jóváhagyta „Az MVM OVIT Zrt. pénzügyi helyzetének rendezése” tárgyú előterjesztésben foglaltakat, ezzel az OVIT reorganizációs programja elindult. Ezt követően az MVM Zrt. Igazgatósága 2019. június 12-én megtárgyalta a „Beszámoló az MVM OVIT Zrt. átalakítási lehetőségeiről” tárgyban készült tájékoztatót, és az abban foglaltakat tudomásul vette.

Ennek értelmében a cikkben bemutatásra kerülő **tranzakciós projekt elsődleges célja** – a Sárga Projekt I. szakasza által megfogalmazott stratégiai irányok figyelembevételével, valamint az elkészített műszaki szolgáltatási térkép alapján – **egyes OVIT „core” üzletágak átruházása (adásvétellel) egy újonnan alapított MVM Zrt. leányvállalat (NewCo) – MVM XPert Zrt. részére 2019-ben.** Az MVM OVIT Zrt. tranzakció előtti szerepét és cégadatait az I. ábra mutatja be.

#### A projekt terjedelme

A csoporton belüli műszaki szolgáltató cég kialakításához szükséges tranzakció a következő fő lépésekből állt:

- 1.) Az MVM Zrt. megalapítja a csoporton belüli műszaki szolgáltatásokat ellátó új társaságot MVM XPert Zrt. (továbbiakban: XPert) néven.
- 2.) Az OVIT eszközátruházás keretében eladja a távvezeték és az alállomás üzletágát az XPertnek, amelynek keretében az üzletágak értékesítésre kerülnek, de a vételár pénzügyileg nem kerül rendezésre, hanem az OVIT a vételárat követelésként apportálja az XPertbe.
- 3.) Az apportált követelésért cserébe az OVIT arányos részesedést szerez az XPertben.
- 4.) Utolsó lépésként az OVIT értékesíti az XPertben lévő részesedését az MVM Zrt.-nek.

Az XPert tranzakciós projektben érintett üzletágakat a 2. és 3. ábra mutatja be.

2. ÁBRA: AZ XPERT TRANZAKCIÓS PROJEKTBEN ÉRINTETT ÜZLETÁG BEMUTATÁSA I.

#### ALÁLLOMÁS ÜZLETÁG BEMUTATÁSA

- Az Alállomás Divízió fő tevékenysége komplett nagy- és közép feszültségű állomások ipari létesítmények villamos-energia-ellátó rendszereinek zöldmezős, teljes körű kivitelezése a tervezéstől az üzembe helyezésig. Magasan kvalifikált szakembereik révén nagy gyakorlattal rendelkezik az állomási rekonstrukciós munkákban, amikor a munkafolyamat csak feszültség közelében, vagy feszültség alatt végezhető. A megrendelők igényeihez alkalmazkodva a nemzetközi szinten fellelhető legkorszerűbb berendezések, villamos készülékek beszerzése, beépítése, üzembe helyezése, diagnosztikai vizsgálata, karbantartása és hibaelhárítása területén is több évtizedes tapasztalattal rendelkezik.
- Az építészeti tevékenységük a villamos kivitelezéseinkhez kapcsolódik. Ezen munkák koordinálását, műszaki irányítást többéves tapasztalattal rendelkező mérnökök végzik, feladatuk a hazai nagyfeszültségű átviteli, illetve főelosztó-hálózathoz kapcsolódó létesítések, felújítások, bővítések elvégzése, valamint vasúttársaságok vontatási állomásainak kivitelezése. A geodéziai munkáktól a műszaki átadásig, a mélyépítési, alapozási, vasbeton-szerelési, építőmesteri és szakipari munkák kivitelezése. Az építőipari tevékenység a rendelkezésre álló, magasan kvalifikált szakembergárdára, korszerű munkagép-, eszköz- és szerszámparkra, valamint több évtizedes tudásbázisra épül.
- Nagy-, közép- és kisfeszültségű berendezések, transzformátorok telepítése, mechanikus és villamos kiépítése, működésének vizsgálata, előkészítése feszültség alá helyezésére: vasszerkezetek felszerelése; a primer árampályák kiépítése; elosztó-védelmi és irányítástechnikai szekrények installációja.
- Az MVM OVIT Zrt. alállomási, erőművi és karbantartási szakterületei hatékony és összehangolt munkájukkal folyamatosan végeznek erőművi környezetben is teljes körű villamos tervezési, kivitelezési, üzembe helyezési, diagnosztikai és karbantartási feladatokat. Ez a tevékenység kiterjed az erőművek nagyfeszültségű kitáplálásától kezdve a különféle kisfeszültségű berendezések installációjára, üzembe helyezésére és karbantartására, például turbinavezérlőkre, tűzvédelmi rendszerekre, motorokra, szivattyúkra, irányítástechnikai PLC-re és egyéb gyengeáramú berendezésekre.
- A 2000-es évek elejétől tevékenységük kiterjed a következő villamosszerelési munkákra is: villamos elosztórendszerek telepítése, szerelése, kábelnyomvonalak kiépítése, installáció – szerelés; mindezek rekonstrukciója, bővítése, készülékek cseréje.
- A projekthez szükséges villamoselosztó-berendezések gyártását központilag végzik. A munkaterületekre megszerelt, letesztelt kapcsolóberendezések érkeznek.
- Átviteli hálózati, áramszolgáltatói, vasúti vontatási alállomások, erőművek és ipari üzemek létesítéséhez, felújításához, illetve azok üzemviteléhez kapcsolódó mérnök-szolgáltatási és üzembe helyezési feladatok előkészítését, elvégzését és koordinálását vállalja.

## 3. ÁBRA: AZ XPert TRANZAKCIÓS PROJEKTBEN ÉRINTETT ÜZLETÁG BEMUTATÁSA II.

## TÁVVEZETÉK ÜZLETÁG BEMUTATÁSA

- A nagyfeszültségű távvezeték létesítése és karbantartása a társaság hét évtizedes szakmai hagyományokkal rendelkező, jelenleg is kiemelkedően fontos, belföldön és külföldön egyaránt elismert stratégiai divíziója.
- Az üzletág 2012–2017 között a vasúti felsővezeték-építési projekteken is sikerrel szerepelt, az elmúlt évben pedig a közép-feszültségű elosztóhálózati piacon is megjelent.
- A Távvezetéki Divízió Igazgatóság tradicionális hazai vevőköréhez tartoznak a következő ügyfelek: a MAVIR ZRt., mint az átviteli hálózat tulajdonosa és üzemirányítója (TSO); az áramszolgáltatók, mint elosztó hálózati engedélyesek (DSO-k) a MAV Zrt., a GYSEV Zrt. (illetve a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő, mint beruházó) a vasúthálózat fejlesztése területén; ipari nagyfogyasztók.
- Több európai országban, például Szlovéniában, Csehországban sikerrel versenyeztek. Utóbbiakban az alállomás divízióval közösen egy fióktelepet is működtetnek.

## Főbb tevékenységek:

- **Tervezés:** valamennyi nagyfeszültségű távvezeték építési, szerelési technológiát a társaság készítette el, továbbá a magyarországi átviteli és főelosztó-hálózat számos szabadvezeteki elemének tervezését is önállóan végezte el, illetve közreműködtek benne. Tervezőik – korunk elvárásainak megfelelően – az engineering tevékenység szinte valamennyi elemét kínálják partnereik számára.
- **Új távvezeték-létesítés:** a Divízió Kelet-Közép-Európa egyik legnagyobb távvezeték-építő, -szerelő kapacitásával rendelkezik, amelyet a mindenkor piaci igényekhez igazított eszközökkel, folyamatosan fejlesztett technológiákkal, mérnökszolgálatokkal, mezőgazdasági kárszakértőkkel, minősített alvállalkozókkal támogat. Az üzletigazgatóság fő profilja a nagyfeszültségű hálózatok létesítése, felújítása, de közép-feszültségű hálózatlétesítési referenciákkal is rendelkezik.
- **Meglévő távvezetékek karbantartása, szerkezeti elemek javítása és cseréje:** állapotfelmérés elvégzése után javaslat készítése az elvégzendő karbantartási munkákra, azok ciklus idejére, az egyedi javítási munkákra, a cserélendő szerkezeti elemekre, szerelvényekre. A javítási, karbantartási munka elvégzése tervezéssel, a beépítendő anyag biztosításával, a munka dokumentálásával.
- **Rekonstrukció, szabványosítás, felhasítás:** állapotfelmérés és diagnosztizálás után kiviteli terv és technológia kidolgozása a felújítandó munkarészekre, javaslat a beépítendő anyagokra.
- **Üzemzavar elhárítási munkálatok:** távvezeték sérülések esetén, ideiglenes távvezeték-oszlopok létesítése, optikai kábelhálózatok létesítése, vasúti felsővezeték építése.
- **Beszállítók, partnerek, alvállalkozók:** a Nagyfeszültségű távvezeték-építés speciális szakképesítést igénylő, rendkívül nehéz jellemzően magasban végzett építő-szerelő munka. A divízió állományában jellemzően saját nevelésű szakembereket alkalmaz (képzés Magyarországon jelenleg nincs). A munkaerőpiac rendkívül erős elszívó hatása miatt folyamatosan kapacitásgondokkal küzdenek. A mélyépítészeti (betonozási) munkákhoz hazai építőipari cégeket tudnak igénybe venni, az oszlopépítési, vezetékszerelési munkákhoz szinte kizárólag csak külföldről tudnak kapacitásokat bevonni. (Szlovákiából: VUJE, ELCON, PZ+, RIESSMAN Romániából: ELM Kljuz Szerbiából: Elektromontaza Krlajevo.) A beépítendő távvezetéki főanyagokat általában a megrendelők biztosítják.
- A vizsgált időszakban külföldön folyó projekt nem volt a távvezeték üzletágban.

Egyes OVIT „core” üzletágak átruházása (adásvétellel) egy újonnan alapított MVM Zrt. leányvállalat részére projekt végrehajtásában résztvevők feladatai:

- **A külső tanácsadó** elvégzi az egyes OVIT üzletágak (alállomás és távvezeték) jogi és pénzügyi átvilágítását, értékelését, elemzését a projektben meghatározottak szerint.
- **A projektszervezet** a magas szintű ütemezés alapján végrehajtja a kijelölt feladatokat.

## A projekt eredményterméke

Az MVM OVIT Zrt. core üzletágainak átruházása 2019. december 31-re teljeskörűen megvalósul.

## A projekt sikerkritériuma

A projekt implementáció I. ütemének sikerkritériumai az alábbiak szerint kerültek meghatározásra:

- A jóváhagyott új csoportszintű műszaki szolgáltatási koncepció végrehajtása az implementációs terv alapján, annak ütemezése szerint.
- A végeredmény új műszaki szolgáltatási tagvállalati struktúra és műszaki szolgáltatási feladatmegosztás, melynek első lépéseként az XPert létrehozása megtörténik és megkezd a működését.

## A projektben érintett társaságok

- MVM OVIT Zrt.
- MVM XPert Zrt.
- MVM Zrt.

## A projekt kockázatai

- Kiemelt kockázatot jelentett néhány párhuzamosan futó projekt. Többek között az MVM OVIT Zrt. reorganizációs programja és az OVIT „80/20” munkacsoport, melyek nagymértékben kapcsolódtak a Sárga Projekthez, valamelyest annak részei, alprojektjei voltak.
- Ezenfelül jelentős kockázattal bírt a tranzakciós projekt rendkívül feszített ütemezése, a feladatok végrehajtásának szűk határidőre történő elvégzése. Az adatszolgáltatás összehangolása, a beérkezett tekintélyes mennyiségű adat és információ elemzése és strukturálása.
- Mindemellett kockázatnak számított a Pénzügyminisztérium (PM) és a Nemzeti Vagyron Kezeléséért Felelős Tárca Nélküli Miniszter (NVTNM) felé az információszolgáltatás pontos és határidőre történő megadása, az engedélyek megszerzése, olyan módon, hogy a projektben érintett társaságok saját testületi döntéseivel is (OVIT Zrt. IG, FB és MVM Zrt. IG, FB) összeegyeztetve, az ütemterv tartása mellett történjen.



- Munkavállalókkal kapcsolatos főbb kérdések tisztázása az üzletág-átruházás okán: az XPertbe átkerülő üzletágakhoz és támogató tevékenységekhez tartozó munkavállalók átadása-átvétele A munka törvénykönyve 36. §-a szerinti munkáltatói jogutódlással történt. A munkáltatói jogutódlás szabályaiból adódóan az átruházás időpontjában fennálló munkaviszonyból származó jogok és kötelezettségek az OVIT-ről az XPertre, mint munkáltatóra szállnak át, a munkaviszony és az iparági jogviszony folyamatossága mellett.

## A projekt mérföldkövei

Miután az MVM XPert Zrt. megalapítását az MVM Zrt. Egyedüli Részvényese a 42/2019 (IX. 16.) számú Alapítói Határozatával jóváhagyta, a projekt elindult, és a megalapított projektszervezet elkezdte a tranzakció végrehajtásához szükséges részletek kidolgozását, illetve a végrehajtáshoz szükséges döntések előkészítését. A projekt több fázisból épült fel.

**A projekt első fázisaként** a projektszervezet megalapítása történt meg. Elkészült a Projekt Alapító Okirat (PAO), amely tartalmazta a projekt célját, terjedelmét, a projektszervezet felépítését, működési rendjét. Kijelölésre kerültek a Projekt Irányító Bizottság (PIB), valamint a Projekt Operatív Bizottság (POB) tagjai.

## A projektszervezet felépítése:

- A projekt irányítását és vezetését az MVM Csoport-szintű Műszaki Szolgáltatások Igazgatóság Irányítási Területe végezte.



## A végeredmény új műszaki szolgáltatási tagvállalati struktúra és műszaki szolgáltatási feladatmegosztás.

- A Projekt Irányító Bizottság (PIB) és a Projekt Operatív Bizottság (POB) tagjai az MVM Zrt. irányítási szakterületeinek a felsővezetőiből és delegáltjaikból álltak. A projekt munkáját – tekintettel a projekt stratégiai kiemelt jellegére, összetettségére, volumenére és komplexitására – külső tanácsadó is segítette.
- A projektszervezetben az OVIT képviseltette magát a PIB és a POB szintjén, valamint a munkacsoportokban egyaránt.

A projekt adatszolgáltatási igényének kiterjedt volumenére való tekintettel minden dokumentum, a projekt számára külön létrehozott, SharePoint (SP) felületre került feltöltésre, amely megkönnyítette az elemzések során a projektben részt vevők közös munkáját.

A projektszervezet megalakulását követően a legfontosabb feladatok a munkacsoportok kialakítása és a projektfeladatok ütemezésének elkészítése volt a tranzakciós ütemterv alapján. A POB egész projekt során hetente ülésezett a munkacsoport-vezetők részvételével. A PIB felé pedig rendszeres volt az információszolgáltatás és a döntés-előkészítő anyagok jóváhagyatása.

A projekt második fázisában a projektszervezet, a dedikált belső munkacsoportok által elkezdte a tranzakció végrehajtásához szükséges részletek kidolgozását, illetve a döntések előkészítését. A tranzakciós feladatok során az OVIT állomás és távvezeték üzletágaira külön értelmezhető pénzügyi, adóügyi, jogi, szerződésügyi, illetve a közbeszerzést, a referenciákat és a tevékenységi engedélyeket érintő elemző vizsgálatokra volt szükség. Nagyon fontos feladat és elvárás is volt a PM részéről, hogy úgy kellett kezelni az OVIT szervezetből „kimetszve” ezt a két üzletágat, hogy azok önmagukban is működőképesek legyenek a tranzakciót követően.

Az OVIT üzletágainak átvilágítása, a tranzakció előkészítése és megvalósítása során a projektszervezet – a szükséges mértékben, de nem kizárólagosan – az alábbi fő folyamatokat vizsgálta meg a munkacsoportok közreműködésével:

- Vevő és szállító kérdések
  - Szerződéskezelés (szerződések áthelyezésének kérdése az új cégbe, új szerződések kötésének kérdése)
  - Üzleti tervezés
  - Elszámolástechnika
- Gazdasági kérdések
  - Cash pool
  - Hitelkeret
  - Banki kapcsolat
  - Házipénztár
  - Könyvelés
  - SLA
- Governance kérdések
  - Governance folyamatok kialakítása
  - Hatáskörök
  - Működési modell

- Az új cég elismert vállalként történő működésének kérdése az MVM cégcsoporton belül
  - Jog és tranzakció kérdések
    - Név
    - Kft. vagy Zrt.
    - Alapszabály
    - Szabályzatok kialakítása
    - Az új cég és a „rég” OVIT tevékenységi körének kérdései
  - Működés és IT kérdések
    - IT
    - Biztonság
    - Beszerzés
    - Flotta
    - Facility
    - Saját funkció, SLA
  - HR kérdések
    - Létszám
    - Munkaszerződés
    - Kollektív szerződés
    - Kommunikációs kérdések
  - Minden további kérdés és feladat, amely a tranzakció előkészítéséhez és lebonyolításához szükségesnek bizonyult.
- A Tranzakciós Projekt munkacsoportjait a 4. számú ábra mutatja be.
- A tranzakció végrehajtása mellett az OVIT „reorganizáció” is folytatódott.
- Az OVIT jogi és pénzügyi (adózási) átvilágítása külső tanácsadó általi elvégzése abban a tekintetben is nagy jelentőséggel bírt, hogy a szakértői vélemény által javasolt lépéseknek az MVM Csoportba tartozó műszaki szolgáltató társaságok optimális feladatmegosztásának

4. ÁBRA: A TRANZAKCIÓS PROJEKT MUNKACSOPORTJAI



kialakítását célzó Sárga Projekttel összhangban kellett megvalósulnia.

Mindezen premisszák teljesítése érdekében olyan külső tanácsadó megbízására volt szükség a projekt végrehajtásakor, aki már részt vett a Sárga Projektben és az OVIT átalakítási lehetőségeinek vizsgálatában, így a megszerzett tapasztalatok alapján hatékonyabban tudta támogatni az implementáció I. ütemének gyors végrehajtását.

A megvalósítás során a projektszervezet a külső tanácsadóval elvégeztette az OVIT core tevékenységeinek jogi, pénzügyi (adózási) átvilágítását, értékelését, elemzését. Emellett a teljes tranzakciós folyamatot a projektszervezeten keresztül koordinálta és a magas szintű végrehajtási ütemtervben lévő feladatokat hajtotta végre, melyet részletesen az 5. számú ábra mutatja be.

A projekt harmadik fázisában megtörtént a tranzakció főbb feltételeinek és ütemezésének meghatározása és annak végrehajtása.

A tranzakció a következő főbb lépéseket foglalta magába:

1. Az MVM XPert Zrt. megalapítása az MVM Zrt. által
2. Feltételes adómegállapítási kérelem

A Pénzügyminisztérium részére feltételes adómegállapítási kérelmeket nyújtott be az MVM Zrt. és az OVIT 2019. augusztus 30-án. A feltételes adómegállapítási eljárás időigénye sürgősségi eljárás esetén maximum 90 nap (60 nap plusz 30 nap hosszabbítás esetén).

3. Átruházandó üzletágak jogi, pénzügyi és műszaki átvilágítása

Az átruházandó üzletágak átvilágítása megtörtént, az átvilágítási jelentések rendelkezésre álltak. Az üzletág-értékelés elkészítésének határideje: 2019. 09. 01. volt.

4. OVIT – XPert Business Transfer Agreement (BTA) és tranzakciós dokumentumok elkészítése

A BTA és egyéb, az ügylethez szükséges tranzakciós dokumentumok véglegesítése megtörtént.

5. BTA és tranzakciós dokumentumok aláírása
- A BTA és egyéb tranzakciós dokumentumok 2019. október 24-én aláírásra kerültek.

6. Tranzakció zárása

A tranzakció zárására 2019. november 30-án került sor, a BTA szerinti vételár, a végleges vételár XPert által történő megfizetése a zárás napján, vagyis 2019. november 30-án vált esedékessé.

7. Tőkeemelés az XPertben

8. Részvényátruházás

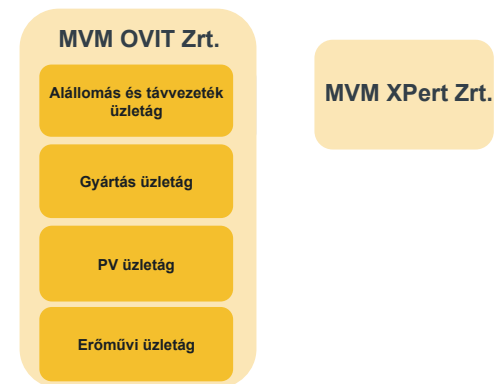
Az OVIT XPertben meglévő részvényeit az MVM Zrt. (Egyedüli Részvényesi jóváhagyás alapján) megvásárolta, a részvények ellenértékét az MVM Zrt. közvetlenül, vételárként fizette meg az OVIT részére. Az MVM Zrt. és az OVIT Zrt. közti részvényátruházás Részvény Adásvételi Szerződés (RASZ) megkötése útján valósult meg.

5. ÁBRA: A TRANZAKCIÓ VÉGREHAJTÁSI ÜTEME

## LÉPÉSEK

- MVM XPert Zrt. MVM Zrt. általi alapításának és a kapcsolódó döntéseknek MVM IG és FB általi előzetes jóváhagyása.
- MVM XPert Zrt. MVM Zrt. általi alapításának, illetve az elismert vállalatcsoportba történő bevonásának (első döntés szintű) MVM ER általi jóváhagyása.
- Feltételes adómegállapítási kérelem benyújtása PM részére a tranzakció TAO szerint kedvezményezett eszközátruházásként történő kezelése érdekében.
- Az XPert-be átruházandó üzletágakhoz kapcsolódóan az OVIT Üzemi Tanács (és szakszervezet) előzetes tájékoztatása a munkáltató személyében bekövetkező változásról, egyeztetés kezdeményezése.
- Az átruházandó üzletágak jogi, pénzügyi és műszaki átvilágítása és értékelése.
- MVM IG/FB döntések:
  - 1.) OVIT – XPert üzletág átruházás (BTA és Tranzakciós Dokumentumok) JÓVÁHAGYÁSA – mint OVIT tulajdonosi joggyakorló.
  - 2.) OVIT által a XPert-tel szembeni követelés apportja révén a XPert-ben történő tőkeemelés JÓVÁHAGYÁSA, egyrészt az OVIT részesedésszerzése okán az OVIT oldaláról, másrészt az MVM alapszabálya alapján.
  - 3.) Az XPert üzletrész MVM Zrt.-nek történő eladásának JÓVÁHAGYÁSA OVIT tulajdonosi joggyakorló oldaláról; illetve MVM Zrt. általi megvásárlásának előzetes jóváhagyása MVM oldalról.
- MVM ER döntés:
  - az OVIT XPert-ben meglévő üzletrészének MVM Zrt. általi megvásárlásának jóváhagyása,
  - OVIT által az XPert-tel szembeni követelés apportja révén a XPert-ben történő tőkeemelés jóváhagyása".
- OVIT – XPert Business Transfer Agreement (BTA) és Tranzakciós Dokumentumok aláírása.
- A XPert-be átruházandó üzletágakhoz kapcsolódóan az OVIT Üzemi Tanács (és szakszervezet) részletes tájékoztatása a munkáltató személyében bekövetkező változásnak a munkavállalókat érintő kérdéseiről, tárgyalás kezdeményezése (Mt. 36. §).
- Munkáltatók közötti megállapodás elkészítése a tevékenység (ideértve a munkavállalók) átadásáról-átvételéről.
- A munkáltató személyében bekövetkező változás alapján a munkavállalók XPert alkalmazottakká válnak.
- MVM Zrt., mint XPert egyedüli részvényes dönt az OVIT által a XPert-ben történő tőkeemelés jóváhagyásáról.
- Munkajogi dokumentumok elkészítése és átadása az érintett munkavállalók részére.
- A tranzakció zárása, a BTA szerinti vételár esedékessé válása.
- A vételár-követelés Apport Társasági Dokumentumok illetékes cégbíróság részére benyújtása.
- Az OVIT XPert-ben fennálló részvényeinek MVM Zrt. általi megszerzése.

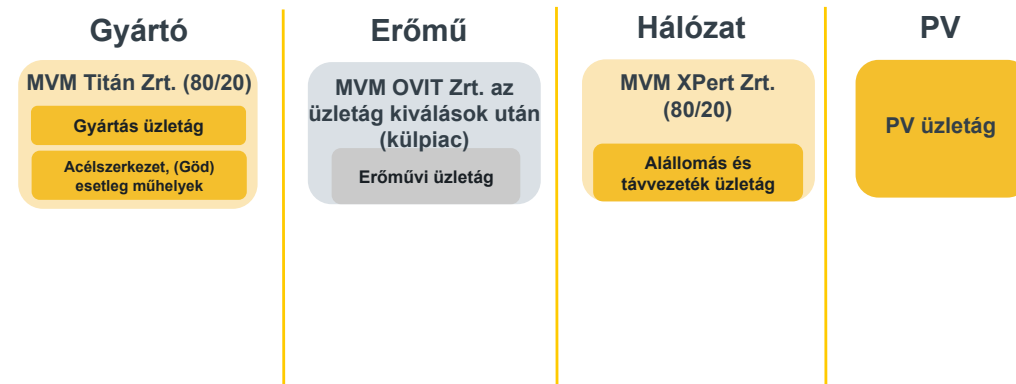
6. ÁBRA: 1. LÉPÉS – MVM XPert Zrt. ALAPÍTÁSA



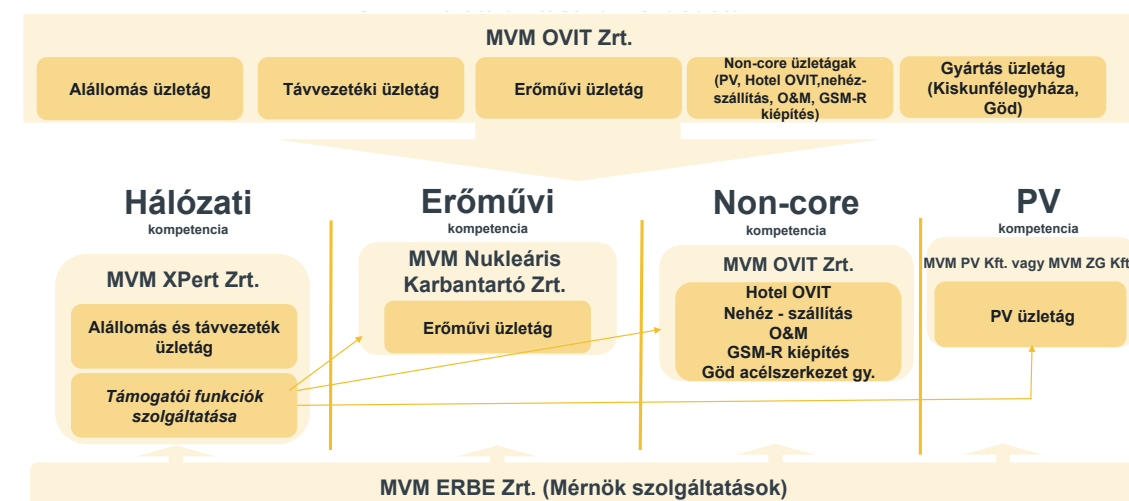
7. ÁBRA: 2. LÉPÉS – ÜZLETÁG ÁTRUHÁZÁSSAL ÁTKERÜL AZ ALÁLLOMÁS ÉS TÁVVEZETÉK ÜZLETÁG



8. ÁBRA: 3. LÉPÉS – ALAPTEVÉKENYSÉGHEZ KAPCSOLÓDÓ SZOLGÁLTATÁSOK CÉGCSONTON BELÜLI KONZOLIDÁCIÓJA (XPert TRANZAKCIÓ UTÁN)



9. ÁBRA: A SÁRGA PROJEKT ÁLTAL JAVASOLT IMPLEMENTÁCIÓS LÉPÉSEK VÉGREHAJTÁSA AZ MVM OVIT Zrt. ÁTALAKÍTÁSÁVAL KEZDŐDÖTT



A 6–8. ábrák a tranzakció lépéseit mutatják be.

Az üzletág-átruházási ügylet főbb feltételeit a Business Transfer Agreement (BTA) rögzítette, amelyek közül a következő elemek voltak lényegesek a tranzakcióhoz:

1. A BTA tárgya
2. Szerződések átruházása
3. Szerződés-átruházást helyettesítő megállapodás
4. Engedélyek megszerzése
5. Munkavállalók átadása
6. Üzletágak ellenértéke, a vételár megfizetése
7. Üzletágak átruházásának adójogi következményei

A tulajdonos által jóváhagyott ütemezés szerint a következő lépések valósultak meg a projekt során:

1. Az MVM XPert Zrt. az MVM Zrt. általi alapításának, illetve az elismert vállalatcsoportba történő bevonásának (első döntés szintű) MVM IG és FB általi előzetes jóváhagyása: 2019. 08. 13. – **megtörtént.**
2. Feltételes adómegállapítási kérelem benyújtása a PM részére, a tranzakció tao szerint kedvezményezett eszközátruházásként történő kezelése érdekében: 2019. 08. 30. – **megtörtént.**
3. Az MVM XPert Zrt. az MVM Zrt. általi alapításának, illetve az elismert vállalatcsoportba történő bevonásának (első döntés szintű) MVM Egyedüli Részvényes (ER) általi jóváhagyása: 2019. 09. 13. – **megtörtént.**
4. Az MVM XPert Zrt. cégnyilvántartásba történő bejegyzése: 2019. 10. 07. – **megtörtént.**
5. MVM ER döntés:
  - Az OVIT MVM XPert Zrt.-ben meglévő üzlet-részének az MVM Zrt. általi megvásárlásának jóváhagyás – **megtörtént.**
  - Az OVIT által az MVM XPert Zrt.-vel szembeni követelés apportja révén az MVM XPertben történő tőkeemelés jóváhagyása: 2019. 10. 28. – **megtörtént.**
6. Az MVM XPert Zrt. részére egyedüli részvényesi határozat kiadása az apporttal történő tőkeemelésre vonatkozóan: 2019. 11. 30. – **megtörtént.**
7. Az OVIT XPertben fennálló részvényeinek az MVM értékpapír számláján történő jóváírása, részvénykönyvi bejegyzés: 2020. 01. 10. – **megtörtént.**

A Sárge Projekt által javasolt implementációs lépések végrehajtása az OVIT átalakításával kezdődött, amelyet a 9. ábra mutat be.

A Sárge Projekt Implementáció I. üteme az XPert Tranzakciós projekt 2019. november 30-án, a Fejlesztési Tervben (FT) és a Projekt Alapító Okiratban (PAO-ban) előírt feladatokat végrehajtva lezárult. Az MVM XPert Zrt. 2019. december 1-jével megkezdte működését.

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



A Sárge Projekt Implementáció II. üteme is megkezdődött már 2019-ben. Az MVM Zrt. Igazgatósága a 2019. október 15-i ülésén „Az MVM OVIT Zrt. átalakításával összefüggésben új, atomerőművi szolgáltatásokat végző gazdasági társaság alapításának jóváhagyása” tárgyú előterjesztésben foglaltakat megtárgyalta, majd az MVM Zrt. Egyedüli Részvényese a 48/2019. (X. 29.) számú Alapítói Határozattal jóváhagyta az abban bemutatott gazdasági társaság, MVM Nukleáris Karbantartó Zrt. megalapítását. Az NVTNM egyetértett azzal, hogy az MVM XPert Zrt. és az MVM Nukleáris Karbantartó Zrt. is az MVM Elismert Vállalatcsoportba Ellenőrzött Társaságokként bevonásra kerüljenek. Az MVM Nukleáris Karbantartó Zrt. 2020. január 15. napjával megalapításra került és 2020. július 1-jével megkezdte működését.

Az implementáció III. ütemeként 2020. május 14-én megkezdődött az MVM ERBE Zrt. jövőképeinek kialakítása és kompetenciáinak felmérése.

MVM Csoport Év Csapata díjat 2019-ben a Sárge Projekt egyik alprojektje, a Tranzakciós Projekt nyerte el. A projekt megvalósításában az MVM Zrt., az MVM OVIT Zrt. és az MVM XPert Zrt. kollégái vettek részt: Ozsvárt Dániel Péter projektvezető; Spilkó József; Békési Balázs; Bilik András; dr. Czibus Tamás; Erőss Antal; Fazekas László; Fürchtné Bodrogi Karolina; Kál Cecília; Kis-Antal Korinna; Kunzer Barna; Majzik-Novák Viktória; Papp Katalin; dr. Simonyi Andrea; Szabó-Nyakas Zsolt; dr. Szimandl Regina; Török Balázs; Gyulai Tamás.

Vajna Zoltán \*

# < ÚJ FOGALMAK A KARBANTARTÁS- ÉRETTSÉG MÉRÉSÉRE

## 1. BEVEZETÉS

A termelési kapacitások optimális kihasználása nem érhető el megtervezett és gazdaságosan működtetett karbantartás nélkül. A vezetők felismerték a karbantartás szervezésének kulcsszerepét, ezért fejlődtek ki a magasabb szintű tudást igénylő és egyre magasabb megbízhatósági szintet eredményező karbantartási stratégiák.

A karbantartási stratégiák a második világháború óta nagy fejlődésen mentek keresztül. Kezdetben volt a hibáig tartó üzemelési stratégia, amelyből a drága berendezések állapotának megóvása és a folyamatos tömegtermelés biztosítása érdekében kialakult a tervezett megelőző karbantartás. Figyelembe véve, hogy ez a stratégia nincs tekintettel a berendezések állapotára,

hanem ciklusokban gondolkodik, elmondható, hogy megvalósítása egy rendkívül drága karbantartáshoz vezetett. Ennek orvoslására fejlődtek ki a különböző monitorozó rendszerek, majd kellő mértékű térnyerésükkel létrejött az állapotfüggő karbantartás. Ezután a karbantartó társadalom két ágra szakadt: TPM (Total Productive Maintenance) és RCM (Reliability Centered Maintenance) stratégiát követőkre. Bár a két stratégia végrehajtása és filozófiája között nagy a különbség, valószínűleg ez a különbség csak a szakirodalomban létezik. Oka, hogy a két stratégia célja, hogy a berendezések és a rendszerek megbízhatósága költséghatékonyan növekedni tudjon (Gosavi, Murray, Tirumalasetty, & Shewade, 2011), ezért piaci körülmények közt mindenki használ számos olyan eszközt, amelytől a karbantartási tevékenysége megbízhatóbbá és költséghatékonyabbá tud válni (Horváth, 2019). Az üzleti folyamatok, amelyeket működtet a vállalat, nem alkalmasak arra, hogy egy-egy modellt tisztán rá lehessen ültetni annak tevékenységi körére. Meglátásom szerint a folyamatok kellően heterogének ahhoz, hogy ne tudjuk azonosítani egyik tiszta elméleti modellel sem. De ha nem vagyunk képesek azt megállapítani, hogy egy adott vállalat milyen százalékban TPM vagy akár RBM (Risk Based Maintenance), akkor mit tudunk róla elmondani? Hogyan lehet a vállalatokat kategorizálni? Véleményem szerint ezt a kategorizálást egy karbantartás érettségi modell segítségével lehet megtenni, mely folyamat alapú, ezért kellő támogatást tud nyújtani azoknak a vezetőknek, akik tudni akarják, hogy az üzemeltetett folyamataik alapján mennyire fejlett az ő karbantartási tevékenységük.

A jelen tanulmánnyal az az elsődleges célom, hogy bemutassam empirikus alapokon felállított karbantartás érettségi modellem, amely bemutatja, hogy Magyarországon a B, C, D iparágakban milyen karbantartás-irányítási irányokat lehet azonosítani és azok milyen hatékonysági szintet képviselnek.



A ciklikus alapokon meghozott döntésekhez képest a berendezés állapotától függő döntések erőforrás-megtakarítást eredményeztek, ami a tudásalapú karbantartás elterjedéséhez vezetett.

.....  
\* Vajna Zoltán főosztályvezető,  
Paksi Atomerőmű Zrt.

## 2. AZ ÉRETTSÉGI MODELLEK ELMÉLETI ÁTTEKINTÉSE

Az első karbantartási stratégiákat a reaktivitás jellemezte. Ha valami elromlott, akkor azt javították. Ahogy a berendezések kieséséből származó kár nőtt, úgy nőtt az igény a hibák megelőzésére. Ez vezetett a tervszerű megelőző karbantartás (TMK) kialakulásához. A TMK jellemzője, hogy bizonyos ciklusonként a karbantartó szétzereli az előírt mértékben a berendezést és azon karbantartást hajt végre. Akkor is, ha az nem igényli.

A harmadik ipari forradalom az elektronikai ipar jelentős fejlődését eredményezte (Vajna, 2018), így a piacon olyan mérőműszerek jelentek meg, amelyekkel követni lehet a berendezések állapotát és lehet látni a degradációs folyamatot. Ez megteremtette az alapot arra, hogy a karbantartási döntések a berendezések állapotától függők legyenek. A ciklikus alapokon meghozott döntésekhez képest a berendezés állapotától függő döntések jelentős erőforrás-megtakarítást eredményeztek, ami a tudásalapú karbantartás elterjedéséhez vezetett. A megbízhatóság-központú karbantartás (RCM – Reliability Centered Maintenance) elterjedését az eredményezte, hogy a diagnosztikai eredményeket, a gépek élettörténetét és a matematikát ötvözve hoztak döntést a karbantartási vezetők.

Az RCM-mel párhuzamosan a TQM (Total Quality Management) elterjedésének köszönhetően jelent meg a TPM (Total Productive Maintenance) is, melynek bizonyos része egy egyszerűbben alkalmazható RCM-en alapul. Az informatika töretlen fejlődése mellett megjelentek a CMMS (Computer Monitored Maintenance System) rendszerek, melyeknek köszönhetően sokkal könnyebben lehetett a korábbi RCM rendszerét működtetni, ami új síkra helyezte a megbízhatóság-központú karbantartást, és kialakult a kockázatalapú karbantartás (RBM – Risk Based Maintenance).

Az RBM lényege, hogy akkor kell egy rendszerelemet karbantartani, amikor az esetlegesen bekövetkező üzemzavar előfordulási valószínűsége és az üzemzavar által okozott kár meghalad egy elfogadható szintet.

A kiélezett versenyben a karbantartás szerepe napról napra jobban felértékelődik. A felértékelődés ellenére az elméleti háttér és a gyakorlati alkalmazás között viszonylag nagy a szakadék, mely abból adódik, hogy a szakirodalomban kevés az olyan mű, amely a karbantartás-menedzsment kérdéseire a választ holisztikus szempontrendszer alapján keresi (El-Akruti & Dwight, 2013). A probléma egyik oka lehet, hogy a karbantartás-menedzsment területén megjelent publikációk kis százaléka van megalapozva empirikusan (Kym, Hans-Henrik, & Tzu-Liang (Bill), 2015).

A karbantartásban az érettségi modellek alkalmazása kitöltheti ezt az űrt, viszont szakirodalmi kutatásom

során nem találtam olyan átfogó modellt, amely ezt a hiányt pótolná. A megállapításom során elsősorban angol nyelvű publikációkra támaszkodtam, és a „maintenance maturity” kulcsszavakra kerestem rá releváns folyóiratokban. Az így kapott találatokat áttekintettem (>2000 publikáció), majd a cím vagy a rövid leírás alapján a témába illő publikációkat elolvastam. Összességében azt mondhatom, hogy nem találtam klasszikus karbantartással foglalkozó, holisztikus szemléletű érettségi modellt. Mivel egyéb területen számtalan érettségi modellt találhatunk, ezért az érettségi modellek áttekintését általános szemlélet mentén tettem meg.

A multidimenziós érettségi modellek alkalmazása hármas célt szolgál (Bierhold, 2018). Alkalmazásuk által meg tudhatjuk, hogy az adott területen milyen teljesítményre vagyunk képesek, milyen az aktuális érettségünk. Ez a tudás megadja számunkra a másokkal való összehasonlítás lehetőségét is, ami a modell alkalmazásának második célja. A harmadik cél pedig az, hogy meg tudjuk határozni, hogy amennyiben fejlődni szeretnénk az adott területen, akkor mit kell tennünk, milyen stratégiát kell építenünk.

2012-ben Oliveira, Lopes és Figueiredo tett egy kísérletet az „International Conference on Industrial Engineering and Operations Management” konferencián egy karbantartás érettségi modell felállítására, azonban azt gondolom, hogy ez a modell nem volt kellő módon tudományos szempontból megalapozva. Ennek oka abban rejlik, hogy a modell egy húszas elemszámon alapul, ami kevés ahhoz, hogy empirikus alapokon nyugvó, általános következtetéseket tudjunk levonni. A publikációjuk alapján a megkérdezettek karbantartási folyamataik rendkívül alacsony szinten találhatók, így a magasabb érettségi szintek meghatározása sem tudott empirikus alapokon történni. A szerzők javaslata alapján a modellnek öt dimenziója van (karbantartási stratégia; KPI-k; információs rendszerek; technikai kompetenciák, kultúra; menedzsmentmodell) (Oliveira, Lopes, & Figueiredo, 2013), de ezek nem kellően részletezettek, nem derül ki, hogy miért ezek a leíró dimenziók, továbbá magas



Schumacher modellje általános megállapításokat tesz, és szerintem rendelkezik azzal a holisztikus szemlélettel, amelyet a karbantartási területen hiányolok.



érettségi szinten a karbantartási rendszer megnevezést láthatjuk, ami nem segíti a modell egyértelműségét. Szintén hiányossága a modellnek, hogy nem tartalmaz gazdasági vagy egyéb irányítási funkciót.

Tiku, Azarian és Pecht is egy érettségi modellt ismertet az elektronikai termékeket gyártó vállalatok megbízhatóság szempontú összehasonlítására (Tiku, Azarian, & Pecht, 2007). A modell szerint a nyolc faktornak összesen öt érettségi szintjét különböztetik meg. A nyolc faktor a következő területeket írja le: megbízhatósági követelmények és azok tervezése; oktatás és fejlesztés; megbízhatósági elemzések végrehajtása; megbízhatóság tesztelése; ellátásilánc-menedzsment; hi-baadatok azonosítása, elemzése; ellenőrzés, jóváhagyás; megbízhatóság fejlesztése. Az adott faktorok lehetnek kizárólag reaktív, ismételhető, definiált, irányított és proaktív szinten. Az érettségi szintek nagyban hasonlítanak a CMMI (Capability Maturity Model Integration) modellében alkalmazott szintekre. A modell felépítése is hasonló a CMMI rendszerére, az adott szinteken előírandó célok vannak kitűzve, amelyek teljesülése esetén a vállalat eléri az adott érettségi szintet. Meglátásom szerint a modell egyik hiányossága, hogy nincsen azonosítva vállalati szinten az érettség, csak az adott faktorok rendelkeznek képességi szintekkel, így egy vállalatok közötti összehasonlítás problémás lehet.

A negyedik ipari forradalom még nagyobb lendületet adott az érettségi modellek terjedésének, több szerző és tanácsadó cég készített saját modellt, ezek közül több általános modellnek tekinthető, néhány pe-

dig egy-egy iparágra vonatkozik. Schumacher modellje általános megállapításokat tesz, és meglátásom szerint rendelkezik azzal a holisztikus szemlélettel, amelyet a karbantartási területen hiányolok. A modell a gyártó vállalatok I4.0 érettségét mutatja meg 9 dimenzió által, amelyek mögött 64 tevékenység van. A 9 dimenzió a vállalat teljes működését lefedi: stratégia; vezetés; vezők; termékek; gyártás; kultúra; dolgozók; irányítás; technológia (Schumacher, Erol, & Sih, 2016).

## 3. AZ ÉRETTSÉGI MODELL ALAPJÁT KÉPEZŐ KARBANTARTÁSI FOLYAMATOK KERETRENDSZERE

Egy karbantartási rendszer felépítése összetett folyamat. Nem elég csak azokkal a folyamatokkal foglalkozni, amelyek közvetlenül kapcsolódnak a karbantartási alaptevékenységhez, hanem figyelembe kell venni azokat a tényezőket is, melyek információt szolgáltatnak vagy felhasználnak (Szűcs, 2011). Vermes Pál is a karbantartási rendszer komplexitása mellett érvel, melynek többek közt olyan elemei vannak, mint a költségmenedzsment, az erőforrás-menedzsment, a fejlesztés, az információ-menedzsment, a humánmenedzsment vagy a kapacitás-menedzsment, és ezek a folyamatok elemek kapcsolatban vannak egymással (Vermes, 2011). Sajnos a szakirodalomban korlátozott számban jelentek meg olyan művek, amelyek a karbantartási tevékenységeket Vermeshez hasonlóan kellő szélességben értelmezik. Ez a jelen tanulmány szempontjából azért jelent komoly nehézséget, mert így ahhoz, hogy egy holisztikus szemléletű

érettségi modellt meg tudják alkotni, első lépésben a karbantartáshoz kapcsolódó folyamatok keretrendszerét kell azonosítani, megalkotni. Holisztikus szemléletű modellt mutat be El-Akruti és Dwight is, amely jó kiindulási alpnak tekinthető.

A modell az eszközmenedzsment folyamatát top-down rendszerként értelmezi, három szinten. A legfelső szinten az AM (Asset Management) stratégiai tervezése és a tevékenységek ellenőrzése található. Ide érkeznek az adatok elemzésre és a stratégiai céloknak megfelelő döntésre. A második, az AM aggregált tervezés és tevékenység kontroll szintjén történik a stratégia lebontása operatív célokká, és az információs rendszernek köszönhetően ezen a platformon kommunikálnak egymással a különböző üzleti folyamatok, úgy mint a gazdaság, a projektmenedzsment vagy akár a kontrolling. Ezen a szinten tárják fel a hatékonyságokat és irányítják az operatív tevékenységet a hatékonyság jegyében. A legalsó szint az operatív tevékenységek irányítási szintje. Itt a fókusz a berendezésekkel kapcsolatos operatív tevékenységeken és a mérésen van. A karbantartási szakirodalom jellemzően ennek a szintnek a leírásával foglalkozik (El-Akruti & Dwight, 2013).

Természetesen az irányítás szintjeit lehetséges top-down rendszerként is értelmezni, de meglatásom sze-

rint a mai valósághoz közelebb áll a körfolyamat. Ennek oka, hogy egy körfolyamat szerintem sokkal jobban szemlélteti a különböző területek egymásrautaltságát, a területek közti partnerség szükségességét, mint egy hierarchikus rendszer. Akárcsak a kerekasztal lovagjai. Az asztalnál ül ugyan főnök, de attól még a partneri viszony mentén működtetik a rendszert. Éppen ezért én a menedzsmentet nem egy képzeletbeli piramis tetjén képzelem el, hanem inkább egy belső környezeti tényezőként, aki mindenhol ott van és hatással van az adott terület működésére, beavatkozik, ha szükséges, de az is lehet, hogy csak a működési kereteket biztosítja. Ezen felvetésem erősíti azok a szervezeti törekvések vagy tanulmányok, amelyek a lapos szervezet hatékonysága mellett érvelnek, ami csak akkor tud működni, ha a felső szintű irányítás nem operatív szinten történik, hanem inkább környezeti elemként a szakterületek mozgásterét határozza meg. A körfolyamat közepén a fejlesztés található, aki onnan egyformán lát rá a különböző területekre, és az egészet egyként látva teszi meg a fejlesztési javaslatait.

A folyamat érettség szempontjából hat fő területet vizsgállok, amelyeket a Demming ciklus logikája szerint képeztem le. Ezek a területek a szervezetek egy-egy fő tevékenységi csoportját fogják össze, melyeket a továb-

biakban nézőpontoknak hívok. Az alábbi hat nézőpontot különböztettem meg:

- Menedzsment nézőpont
- Tervezési/előkészítési nézőpont
- Végrehajtási nézőpont
- Átadási nézőpont
- Üzemeltetéstámogatási nézőpont
- Fejlesztési nézőpont

Az 1. ábra ennek a modellnek a logikai felépítését mutatja be, az adott nézőpontokhoz tartozó folyamatokkal együtt.

A menedzsment nézőpont alá kerültek azok az üzleti folyamatok, amelyek alapvetően az irányítási területhez tartoznak, azokon keresztül történik a szervezet irányítása. Idetartoznak azok a folyamatok, amelyek általános üzleti policykat definiálnak a szervezeti egységek számára. A menedzsment nézőpont alapvetően környezeti elemként jelenik meg és hatással van az összes többi nézőpontra.

A karbantartás ciklikus folyamata a tervezési/előkészítési nézőponttal indul. Idetartoznak azok a folyamatok, amelyeket a karbantartási tevékenység megkezdése előtt el kell végezni. Idetartoznak a különböző tervezési, beszerzési, engedélyezési feladatok. A tervezés után az operatív tevékenységek végrehajtása következik.

A végrehajtási nézőpontba kerültek bele azok a folyamatok, amelyek az operatív karbantartói tevékenység irányításához szükségesek. Az irányítás mellett szintén itt kaptak helyet az ellenőrzési/kontrolling funkciókat ellátó folyamatok, mivel ezek adják meg az inputot az operatív irányításnak.

Az átadási nézőpont azoknak a folyamatoknak a gyűjtőhelye, amelyek azt hivatottak definiálni, hogy a tevékenység elvégzése után a berendezések milyen folyamatok mentén kerülnek vissza a termelésbe. A funkció magas szintű ellátásához szükséges a visszaindulás támogatása, a konfigurációs adatbázisok frissítése és a teljesítések ellenőrzése.

Az üzemeltetés támogatása nézőpontba kerültek azok a folyamatok, amelyek a nem tervezett termelési események minimalizálását szolgálják. Ilyen üzleti folyamatok többek közt a monitorozás, a proaktív beavatkozás vagy akár az ellenőrző körök működtetése.

A folyamatos fejlesztés nézőpontba kerültek azok a folyamatok, amelyek azt a célt szolgálják, hogy a karbantartási tevékenység folyamatosan fejlődjön, nőjön a berendezések kihasználtsága, megbízhatósága.

#### 4. ALKALMAZOTT MINTAVÉTELEZÉSI ELJÁRÁS ISMERTETÉSE, MÓDSZERTAN

A kutatásom elsődleges célja a B, C, D iparágakban és a víziközművek területén tevékenykedő vállalatok karbantartási szokásainak, a karbantartáshoz közvetlenül vagy közvetetten kapcsolódó folyamatoknak a megismerése

és az azokkal kapcsolatos következtetések levonása. Azt, hogy a kutatás eredménye reprezentatív legyen, két módszertan mentén lehet elérni:

- minden egyes céget megkérdeztek, aki az adott iparágban dolgozik vagy
- valamilyen valószínűségi mintavételi eljárást alkalmaztak.

A fenti két megoldás közül bármelyiket is választom, mindenképpen ismernem kell a teljes populációt. Ezt az információt meglatásom szerint két helyről lehetséges a „legkönnyebben” beszerezni. Az egyik ilyen információforrás a cégjegyzék, míg a másik a Központi Statisztikai Hivatal adatbázisa. Mivel a cégjegyzék adatbázisához exportálás céljából nem tudtam hozzáférni, ezért a második lehetséges megoldást választottam, vagyis a KSH-tól szereztem be a megnevezett iparágakban tevékenykedő vállalatok nyilvánosan is elérhető adatait. A KSH azért volt logikus választás, mert a 2016. évi CLV. törvény alapján rendszeresen végeznek kérdőíves felméréseket, így rendelkeznek azzal a cégbázissal, amire nekem is szükségem van.

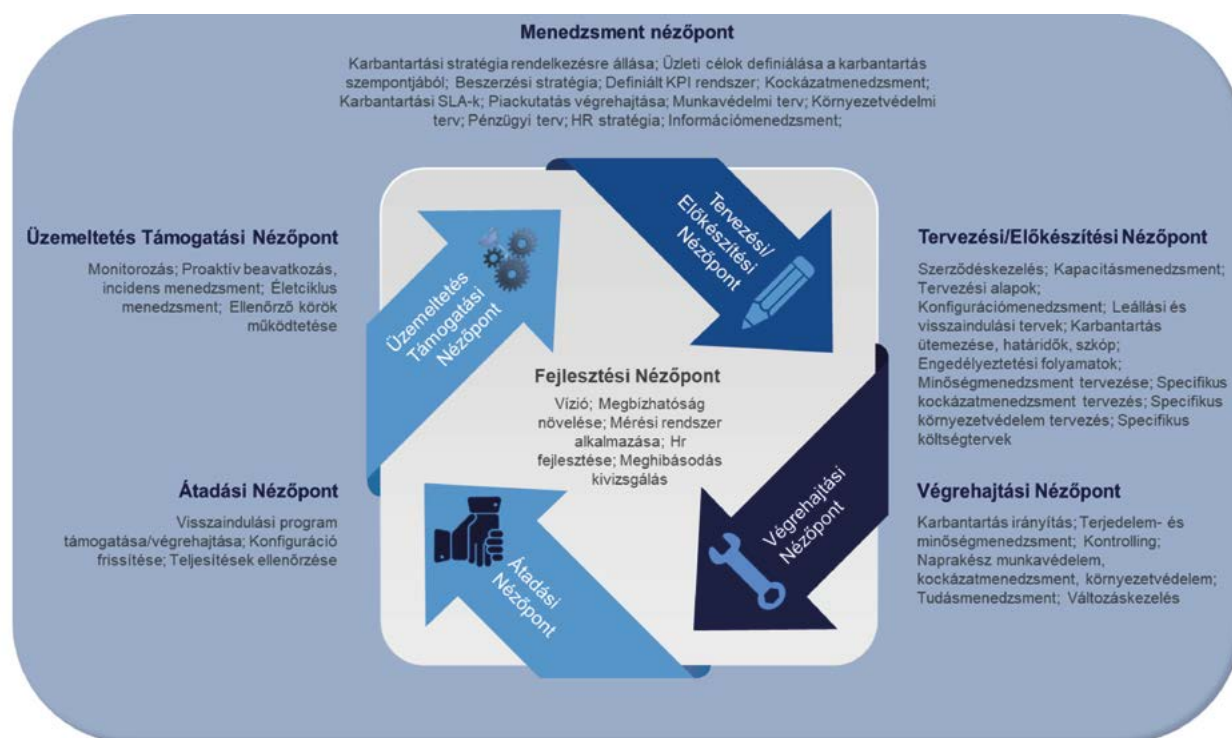
A kutatásom központi eszköze az erre a célra elkészült kérdőív, amelynek a kitöltésére egy online felületet és egy Word dokumentumot készítettem. Az eszközökből azt gondolom, egyértelműen kiderül, hogy a mintavételezés során az online kommunikációt részesítem előnyben. Ebből kifolyólag a KSH-tól is csak azoknak a vállalatoknak az adataira van szükségem, akik rendelkeznek e-mail-címmel. Ezzel a szűkítéssel igaz ugyan, hogy bizonyos vállalatokat kizárók a mintából, de felmerül bennem a kérdés, hogy vajon milyen karbantartási rendszerrel rendelkezhet az a társaság, akinek nincs bejelentett e-mail-címe.

A fenti peremfeltételek mentén kötöttem szerződést a KSH-val a B, C, D iparágakban gazdasági tevékenységet folytató vállalatok címlistájának beszerzésére, melynek eredményeképp 29 989 gazdasági társaság elektronikus elérhetőségét kaptam meg. A címlistából töröltem azokat a vállalatokat, amelyek nem rendelkeznek professzionális e-mail-címmel. Ezeket a vállalatokat a névkonvenciók alapján választottam ki. Tipikusan ilyen nem professzionális e-mail-cím, ami például úgy kezdődik, hogy NÉV+SZÁM@gmail.com. Az adattisztítás után a B, C, D iparágakban összesen 23 728 e-mailt küldtem ki.

A felmérés eredményeképp végül 203 kitöltött kérdőívet kaptam, amely nem elég ugyan arra, hogy a felmérésem reprezentatív legyen, de elég arra, hogy a minta tekintetében különböző statisztikai módszerek segítségével következtetéseket tudjak levonni.

A karbantartás érettségi modell felállítására a folyamatok érettségének leírására létrehozott adatsorokkal dolgoztam. A modell felállításához klaszterelemzést haj-

1. ÁBRA: HOLISZTIKUS SZEMLELTÜ KARBANTARTÁSI RENDSZER (SAJÁT ÁBRA)



tottam végre, hiszen ez a módszer biztosítja az adatsorban lévő rejtett struktúrák feltárását. A faktorelemzés után klaszterelemzést hajtottam végre.

A faktorelemzés során a cél, hogy a felmérés adataiból olyan látens struktúrákat tárjunk fel, amelyek elsőre nem teljesen egyértelműek. Ezzel az elemzési módszertannal létrehozhatunk olyan egymással nem korreláló faktorokat, amelyek nagy pontossággal képesek leírni az eredeti adatsort, az adatok számosságának a csökkentése mellett (Sajtos & Mitev, 2007). Az így kapott faktorok együttesen, klaszterekbe rendezve megadhatják a kívánt karbantartás érettségi modellt. Azért a klaszterelemzést választottam, mert így olyan osztályok jönnek létre, melyeken belül az elemek hasonlítanak egymásra, viszont eltérnek a többi osztálytól (Madhulatha, 2012) és az így kapott osztályok alkalmasak lehetnek egy érettségi szint leírására.

5. KARBANTARTÁSÉRETTSÉG-MODELL FELÁLLÍTÁSA

A kutatás reprezentativitásához szükséges határt ugyan nem sikerült elérnem, viszont mivel rendelkezem kellő mennyiségű válasszal a különböző statisztikai elemzések elvégzéséhez és a reprezentatív elemszám elérésének érdekében is megtettem mindent, ezért végrehajthatam a korábbi fejezetben ismertetett elemzéseket.

Annak érdekében, hogy el tudjuk dönteni, hogy az adatsor alkalmas-e arra, hogy faktoranalízist hajtsunk végre rajta, néhány elemzést el kell végezni. A faktoranalízis végrehajtásának akkor van értelme, ha az összevonni kívánt adatok korrelálnak egymással, vagyis a változók redundáns információt tartalmaznak. Ennek a feltételnek az ellenőrzésére KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) tesztet kell végrehajtani, melyet akkor fogadhatunk el, ha annak értéke 0,5 fölött van. Ha a KMO értéke teljesíti a 0,5-ös határt, akkor el kell még végezni a Bartlett-féle szfericitási próbát, mely a változók függetlenségét vizsgálja. A cél a szfericitási hipotézis elvetése (Ketskeméty, Izsó & Könyves Tóth, 2011).

Az elemzések alapján a KMO értéke 0,965, ami a kiváló tartományt jelenti és a Bartlett-teszt sem szignifikáns, ezért kimondhatjuk, hogy az adatsorunk alkalmas a faktoranalízis végrehajtására. Ha a KMO értéke megfelelő és a Bartlett-teszt sem hozott szignifikáns eredményt, akkor a változók kommunalitását kell megvizsgálni, mely azt mutatja, hogy az adott változó varianciájának az összes faktor hányad részét magyarázza. Amennyiben ez az érték nem éri el a 0,25-öt, úgy a változót el kell hagyni és meg kell ismételni az elemzést (Sajtos & Mitev, 2007). Az elemzés eredményeképpen megállapítható, hogy mindegyik változó értéke meghaladja a 0,25-ös küszöbértéket, így az alacsony kommunalitás végett nem kell elhagynunk egyetlen változót sem.



A négy klaszter elnevezéséhez a történelmi időkbe nyúltam vissza és úgy neveztem el őket, ahogy régen a nemzetek a hódításaik során viselkedtek.

A következő feladat annak a meghatározása, hogy hány faktorba vonjuk össze a változóinkat. Ezt úgy tudjuk meghatározni, hogy ábrázoljuk a faktorok magyarázóerejét, és mivel az elemszámunk 200 fölött van, ezért a könyökszabályt alkalmazhatjuk. A könyökszabály alapján annyi faktort tartunk meg, amennyit az inflexiós pont meghatároz. Általános szabályként mondhatjuk azt is, hogy azokat a faktorokat őrizzük meg, melyeknek a magyarázóereje egynél nagyobb, de ez esetlegesen a faktorok magas számát eredményezheti, ami nehezíti a faktorok értelmezését (Yong & Pearce, 2013). Ez a jelen esetben 15 faktort eredményezne, ami valóban már csak nehezen értelmezhető. Mivel fontosabb számomra, hogy a faktorokat könnyen tudjam értelmezni, mint az, ha veszítek a magyarázóerőből, ezért a magyarázhatóság végett végül úgy döntöttem, hogy a modellem felállítására két faktort alkalmazok és a két változóm a teljes varianciának a ~66,5%-át magyarázza, ami még statisztikai szempontból is megfelelő. Az elemzés során a faktorokat Varimax-módszerrel rotáltam, és elhagytam azokat a változókat, amelyek nem sorolhatók egyértelműen valamelyik faktorhoz. A nem illeszkedő változók elhagyása után a következő táblázatban (I. táblázat) szereplő faktorok képződtek.

A I. táblázatban szereplő két faktort elemezve azt mondhatjuk, hogy folyamat szempontból két értelmezhető faktort kaptunk. Az egyik faktor azokat a folyamatokat tartalmazza, amelyek műszaki tevékenységekkel kapcsolatosak, míg a másik faktor olyan folyamatokat ölel fel, amelyek különböző menedzsmentfunkciókat támogatnak. Ez alól kivételt képez az első faktorban található négy folyamat, de mivel nem feltétlenül központi irányítási folyamatok, ezért nem változtatok a modellen. A faktorok elnevezését is e logika alapján végzem el, vagyis „Műszaki faktor” és „Gazdasági faktor”.

A klaszterek felállítására az IBM SPSS programcsomagot használtam, azon belül pedig a K-Means funkciót. A módszer lényege abban rejlik, hogy az adott elemeket abba a klaszterbe sorolja az algoritmus, amelyik klasz-

I. TÁBLÁZAT: ROTÁLT FAKTOR MÁTRIX (SAJÁT SZERKESZTÉS)

|                                                                                                 | Komponensek    |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                                                                                 | Műszaki faktor | Gazdasági faktor |
| A menedzsment elkészíti a karbantartási stratégiáját...                                         | ,361           | ,689             |
| A vállalat stratégiai tervében egyértelmű utalás van a karbantartási...                         | ,348           | ,727             |
| A vállalat rendelkezik beszerzési stratégiával, melyben auditál, versenyeztet...                | ,259           | ,698             |
| A karbantartási tevékenység folyamatosan monitorozva van és annak eredményeit...                | ,331           | ,777             |
| A BCP tartalmazza, hogy az adott üzemnek mi az üzletfolytonosság megszűnése esetén...           | ,477           | ,609             |
| A karbantartási tevékenység javításának érdekében folyamatosan végeznek...                      | ,401           | ,599             |
| A vállalat rendelkezik általános munkavédelmi tervekkel, melyek a karbantartási...              | ,396           | ,694             |
| A vállalat rendelkezik általános környezetvédelmi tervekkel, melyek a karbantartási...          | ,393           | ,672             |
| A pénzügyi tervezésnek szerves része a karbantartási...                                         | ,386           | ,707             |
| A folyamat működtetése során a szervezet leképezte a karbantartás irányítási...                 | ,486           | ,646             |
| A különböző feladatokra történő szerződéskötések auditált vállalkozókkal történnek...           | ,399           | ,717             |
| A vállalat rendelkezik azzal a háttérdokumentációs renddel, amely ahhoz szükséges...            | ,620           | ,473             |
| Meghatározásra kerül, hogy egy karbantartási projektnek mik a határai, milyen...                | ,542           | ,645             |
| A vállalat rendelkezik azokkal a folyamatokkal, amelyek során az előzetes tervek...             | ,488           | ,660             |
| A végrehajtók specifikus minőségterveket készítenek, vagy munkaprogramokat...                   | ,536           | ,652             |
| A karbantartási munkákhoz, feladatokhoz önálló, projekt szintű pénzügyi tervek készülnek...     | ,480           | ,616             |
| Az operatív karbantartási tevékenységet egy szervezet/bizottság/személy irányítja...            | ,584           | ,455             |
| A megbízott személyzet folyamatosan ellenőrzi, hogy a tervekben szereplő tevékenységek...       | ,734           | ,392             |
| A kontrollingfolyamat célja, hogy a karbantartás irányítás számára folyamatos...                | ,733           | ,393             |
| Megvalósítási fázisban a kockázatok, előírások folyamatosan nyomon vannak követve...            | ,748           | ,457             |
| A karbantartási tevékenység során folyamatosan építik a szervezet berendezéseivel...            | ,762           | ,417             |
| A változáskezelési folyamat azt a célt szolgálja, hogy a tervektől való eltéréseket kezeljék... | ,677           | ,506             |
| Konfigurációfrissítési folyamatba azok a tevékenységek tartoznak bele, amelyek...               | ,713           | ,445             |
| Teljesítések ellenőrzése során a személyzet ellenőrzi a tervezési fázisba definiált...          | ,695           | ,534             |
| A kritikusnak ítélt berendezések műszaki paraméterei rendszeresen monitorozva vannak...         | ,731           | ,381             |
| A szervezet rendelkezik azzal a képességgel, hogy bizonyos események hatására...                | ,774           | ,310             |
| A szervezet a berendezéseket teljes életciklusukban nyomon követi, dokumentálja...              | ,702           | ,448             |
| Az üzem normál működése alatt a különböző érintett szakterületek egyszerre járnak...            | ,745           | ,353             |
| Az előírt folyamatok szerint amennyiben az üzemelő berendezésekben nem várt...                  | ,682           | ,391             |
| A vállalat rendelkezik azzal a szemlélettel, tudással, hogy adott időn belül hova szeretné...   | ,691           | ,487             |
| A szakemberek programokat dolgoznak ki annak érdekében, hogy a rendszerek...                    | ,736           | ,390             |
| A szervezet rendelkezik megvalósított elképzeléssel, azzal kapcsolatosan, hogy...               | ,754           | ,387             |
| Mérik a HR-kapacitásokat, fejlesztési utakat határoznak meg és biztosítják az új...             | ,702           | ,348             |

2. TÁBLÁZAT: KLASZTERKÖZÉPPONTOK (SAJÁT SZERKESZTÉS)

|                  | Végső klaszterközpontok |            |         |         |
|------------------|-------------------------|------------|---------|---------|
|                  | Klaszter                |            |         |         |
|                  | Kalandorok              | Kormányzók | Hódítók | Katonák |
| Műszaki faktor   | -,436                   | -,890      | 1,004   | 1,353   |
| Gazdasági faktor | -,790                   | ,840       | ,861    | -,949   |
| Elemzés          | 80                      | 51         | 49      | 23      |

terközepéhez képest a legkisebb az euklideszi távolsága (Ketskeméty, Izsó & Könyves Tóth, 2011). Eleinte a klaszterközpontok átmenetiek, az iterálások során változnak. A klasztereket akkor tekintjük véglegesnek, ha már az újabb iterálás során nem változik a helye. Fontos feltétele a középpont módszernek, hogy a klaszterek számát a vizsgálat elején meg kell határozni. Ezt meghatározhatjuk egy hierarchikus klaszterelemzéssel, de mi magunk manuálisan is megadhatjuk (Sajtos & Mitev, 2007). Jelen helyzetben a klaszterszámok manuális megadása célravezetőbb. Mivel klasztert szerettem volna kialakítani, ezért a végrehajtott elemzés eredményeképpen a következő klaszterközpontok alakultak ki (2. táblázat).

A klaszterek értelmezése során megállapíthatjuk, hogy az 1-es számú klaszterben olyan cégek kerültek, ahol a folyamatok érettsége alacsony szinten van műszaki és gazdasági szempontból is. Ők egyértelműen elmaradnak a szabályozottság tekintetében a többiekől, ők az üzleti folyamataikat „ad hoc” módon működtetik, sikereik a szerencsén múlnak. A második faktorban azok a vállalatok kaptak helyet, amelyek nem helyeznek nagy hangsúlyt a műszaki folyamataikra, viszont a menedzsmentfolyamataik előtérben vannak. Ők elsősorban irányítási szeretnének, a hogyan meg elengedik. A harmadik faktorban azok a cégek találhatók, amelyek a műszaki és a menedzsmentfolyamataik terén a kiválóságra törekednek. A negyedik és egyben az utolsó faktorban pedig azok a társaságok foglalnak helyet, melyeknél a műszaki folyamatok előtérben vannak, a gazdasági pedig nem. Ők inkább az operatív dolgokkal foglalkoznak, például a kivitelezést tökéletesítik.

A négy klaszter elnevezéséhez a történelmi időkbe nyúltam vissza és úgy neveztem el őket, ahogy régen a nemzetek a hódításaik során viselkedtek. Ez alapján az alábbi klasztereket különböztetem meg:

- **Kalandorok:** ők az első klaszter. Ahogyan régen a kalandorok egyik percről a másikra cselekedtek, portyáztak, raboltak és a rövid távú érdekeiket tartották számon, úgy igaz ez az első klaszterre is. A folyamataik kezdetlegesek, nem képeznek igazán nagy átütőerőt,

a sikereik a szerencsén múlnak és a szabályozatlanságuk végett az elkönyvelt sikereiket csak a szerencsének köszönhetik. Céljuk: a gyors sikerek elérése.

- **Kormányzók:** a második klaszter tagjait kormányzóknak neveztem el. Ők elsősorban a profittal foglalkoznak, azzal, hogy azt hogyan érik el, de hogy milyen műszaki folyamatokat kell működtetni, az nem kerül kellő mértékben előtérbe. Ők azok, akik csak a profitot akarják realizálni, mint azok a gyarmatokra kihelyezett kormányzók, akik nem sokat törődnek azzal, hogy a leigázott nép hogyan fizeti meg a tizedet, a lényeg, hogy befizesse. Céljuk: a magas profit.
- **Hódítók:** a harmadik klaszter tagjai a hódítók. Ők azok, akik nem kizsákmányolni akarnak, hanem hosszú távon is fenntartható profitot akarnak elérni, és ennek érdekében a műszaki és a gazdasági folyamatokat is kellően magas szinten működtetik. Mint azok a nemzetek, akik nemcsak rövid távú előnyöket várnak egy új terület elfoglalásától, hanem a teljes integrációt. Ezek a cégek értékalapon gondolkodnak a karbantartásról, és céljuk a profit hosszú távú fenntarthatósága.
- **Katonák:** ők képviselik a negyedik klaszterben lévőket. Figyelmük elsősorban a műszaki tevékenységen van, és ahogy a katonák, ők is csak az elérendő célra, a legnagyobb megbízhatóságra törekednek, és hogy azt milyen áron érik el, arra kevés hangsúlyt helyeznek. A fókusz az elérendő célra helyeződik. Céljuk: a magas megbízhatóság.

Ahogyan a nemzetek evolúciójuk során fejlődnek, döntések elé kerülnek a cégekhez hasonlóan. Eleinte amikor viszonylag alacsony a méretük, kezdetleges ad hoc folyamatokat működtetnek, melyekkel képesek ugyan sikereket elérni, de ez a gerillaállapot nem tartható fenn sokáig. Ha a cég fejlődésnek indul, akkor annak fényében, hogy a műszaki vagy a gazdasági folyamatainak fejlesztését helyezi előtérbe, így lehet kalandorból katona vagy kormányzó. A katonák és a kormányzók is féllabasok, hiszen hiányzik a műszaki vagy a gazdasági funkció megfelelő szabályozottsága, így, ha elérik a fejlődésben azt

a kritikus tömeget, amikor már nem elég az egyik láb, akkor kifejlesztik/szabályozzák a másik területet is, és elérik az érettség legmagasabb szintjét, hódítók válnak. A megalkotott karbantartásérettség-modellt a 2. ábra tartalmazza.

## 6. A KARBANTARTÁS ÉRETTSÉGI MODELL ÉS A KARBANTARTÁS HATÉKONYSÁGA KÖZTI KAPCSOLAT FELTÁRÁSA

Minden egyes szervezet számára mást és mást jelent a hatékonyság. Van, ahol fontos a gyors beavatkozás a hibák elhárítására, de van, ahol a tervezés minősége kap nagyobb figyelmet. Mivel a karbantartás hatékonysága egy többtényezős, szervezetenként változó szubjektív dolog, aminek a meghatározására a jelen terjedelemben nem vállalkozom.

Egy korábbi empirikus kutatásom során karbantartásban dolgozó vezetők támogatásával meghatároztam, hogy melyek azok a mutatók, amelyek az ő szempontrendszerük alapján a legfontosabbak. A felmérés eredményeképpen az alábbi öt mutató bizonyult a legfontosabbnak:

- **Nem tervezett termelés kiesés aránya (M3):** nem tervezett termelés kiesés végett kiesett idő az elméleti maximális üzemidőhöz képest. Ez arra ad választ, hogy mennyire hibamentes a karbantartási tevékenység és azt mennyire tervezzük jól.
- **Üzemkihasználtság (M2):** mekkora a ténylegesen termeléssel eltöltött idő a maximális értékhez képest. Ez a mutató elsősorban a kritikus utak hosszára (bottleneck) mutat rá, ami szervezéssel csökkenthető.
- **Proaktív karbantartásra fordított arány (M4):** proaktív karbantartás és a teljes karbantartási ráfordítás aránya adott naturáliákban. Ez az arány azt emeli ki, hogy milyen erőfeszítést teszünk annak érdekében, hogy egy gépet ne kelljen megállítani.



A KPI-k a kalandoroknál minden esetben a legalacsonyabbak, majd a harmadik vagy második helyen vagy a kormányzók vagy a katonák következnek. A többi esetben a hódítók az elsők.

- **Tervezési minőség (M5):** terv szerint elvégzett karbantartási munkák aránya az összes tervezett karbantartási tevékenységhez képest (Kister & Hawkins, 2006). A tervezési minőség arra világít rá, hogy milyen mértékben látjuk az összes feladatot és azok méretét mennyire becsüljük meg helyesen.

- **A karbantartási költség tervezett aránya (M1):** tervezett karbantartási költségek az összes karbantartási költséghez viszonyítva. A költségek tervezett aránya szintén a tervezési tevékenység minőségét jelzi.

A karbantartási KPI-k és a korábban felállított karbantartás érettségi modell közt lévő kapcsolatot statisztikai módszer segítségével kerestem. Ahhoz, hogy eldönthessem, milyen statisztikai eljárást választok a két változó közti kapcsolat feltárására, először tudnom kell, hogy a változók eloszlása normális eloszlású-e. Ha az, akkor használhatok például F-próbát, ha nem normális, akkor pedig Mann–Whitney-próbát. A normalitás ellenőrzésére Kolmogorov–Szmirnov (K–S) tesztet hajtok végre, amely talán az egyik legismertebb eljárás az adatsorok normalitásának ellenőrzésére. (Bryman & Cramer, 2005) A K–S teszt egy eloszlás független eljárás, amellyel adatsorok egymáshoz viszonyított eloszlását vizsgáljuk (Mehta & Patel, 2010). Ha a K–S tesztet a normalitás ellenőrzésére használjuk, akkor a teszt során az adatsorunk eloszlását hasonlítjuk egy normális eloszlású, fixált paraméterekkel rendelkező adatsorhoz (Drezner & Mihaylo, 2008). Az SPSS programcsomag is tartalmazza a K–S tesztet, így viszonylag könnyen ellenőrizhető az adatsor eloszlása. Az elemzésből egyértelműen

2. ÁBRA: KARBANTARTÁS ÉRETTSÉGI MODELL (SAJÁT ÁBRA)



kiderült, hogy a karbantartás-hatékonysági mutatók nem követnek normális elosztást, így az F-próbát nem alkalmazhatom.

Mielőtt megvizsgálunk, hogy a klaszterekhez tartozó KPI-k terén szignifikáns különbség van-e, nézzük meg, hogy mire számíthatunk. A 4. ábra a KPI-k átlagértékeit mutatja az adott érettségi szintekhez.

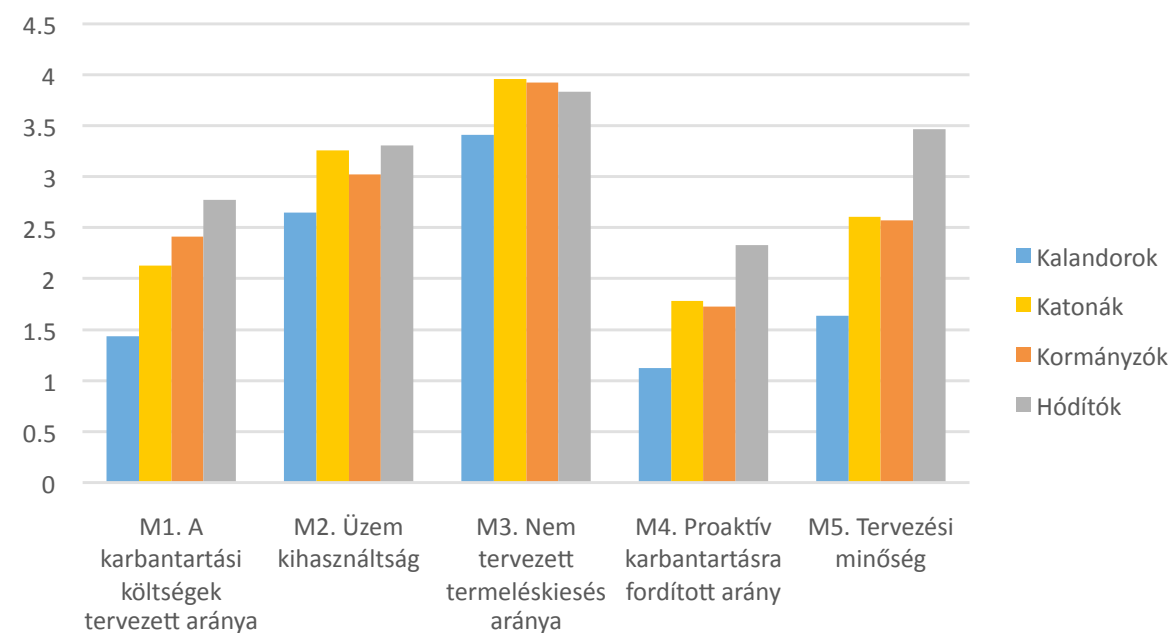
Ahogy a 3. ábra szerint a KPI-k a kalandoroknál minden esetben a legalacsonyabb szinten vannak, majd a harmadik vagy második helyen vagy a kormányzók vagy a katonák következnek. A többi esetben a hódítók vannak első helyen, egy esetet leszámítva: az M3-as mutatót, amely a „Nem tervezett termelésekiesés aránya”. Első ránézésre azt az eredményt kaptam, amelyet vártam. A kalandorok, akik folyamataik tekintetében a legalacsonyabb fejlettségi szinten vannak, rendre elmaradnak a KPI-k terén is. A második és a harmadik helyen felváltva osztoznak a kormányzók és a katonák, ahol a gazdasági folyamatok vagy a műszaki folyamatok vannak előtérbe helyezve. A „verseny” győztesei a hódítók, akik nemcsak a folyamataik fejlettségének tekintetében járnak elől, de a KPI-k szempontjából is az öt esetből négyben első helyezettek. A 3. ábra alapján azt mondhatnánk, hogy a folyamatok érettsége, amely meghatározza a karbantartás érettségét, hatással van a KPI-k mértékére. Azt gondolom, hogy ezt csak abban az esetben jelentjük ki, ha a csoportok közt a KPI-k terén szignifikáns

különbség van. Mivel a KPI-k nem követnek normális elosztást, ezért F-próbát nem alkalmazhatunk, viszont Mann–Whitney-próbát igen. A Mann–Whitney-próbával azt vizsgálom, hogy az adott csoportok közt szignifikáns különbség van-e.

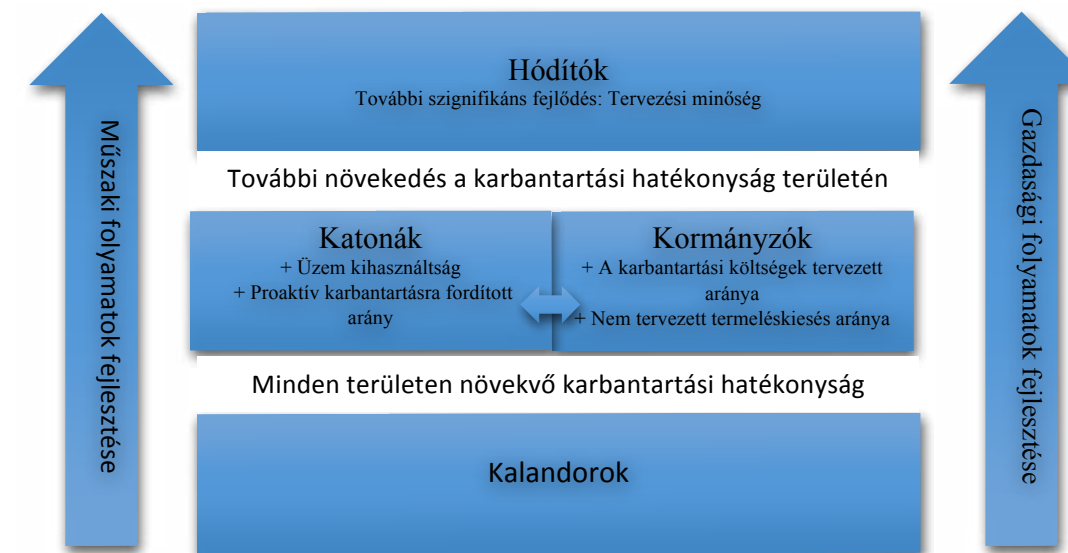
A vizsgálatok részletes háttérszámításait terjedelmi korlátok végett nem tudom most részletezni, hanem csak annak eredményét mutatnám be. Megállapítható, hogy a kalandorokhoz képest a katonák és a kormányzók szignifikánsan jobban teljesítettek a tervezési területen (M1-es és M5-ös mutatók) és a proaktív karbantartásban (M4-es mutató). A fejlődés a többi mutató esetében is számon érhető, viszont annak mértéke nem szignifikáns. Az elemzések további eredményeit a 4. ábrán ismerttettem.

Összefoglalva az eredményeket: a vizsgálatok 30 lehetséges esetből 26 esetben hoztak az érettségi modellnek megfelelő irányú különbséget, és ezek a különbségek 14 esetben voltak szignifikánsak. Ezért azt gondolom, általánosságban nem jelenthető ki, hogy a magasabb érettségi szint szignifikánsan magasabb hatékonyságot eredményez. Azért csak részben, mert ha az összes lehetséges variációt nézem, akkor a klaszterek közt 46%-ban volt szignifikáns különbség. Ha figyelembe veszem, hogy a kormányzók és a katonák eltérő filozófia mentén, de azonos érettségi szintet képviselnek, akkor ez az arány 56%-ra emelkedik, és így az ő kapcsolatuknál nem érdemes különbséget keresni.

3. ÁBRA: KPI-K VÁRHATÓ ÉRTÉKE ÉRETTSÉGI SZINTENKÉNT (SAJÁT ÁBRA)



4. ÁBRA: A KARBANTARTÁS-ÉRETTSÉG ÉS A KARBANTARTÁS HATÉKONYSÁGÁNAK KAPCSOLATA (SAJÁT ÁBRA)



## 7. SZAKEMBEREK ÁLTAL MEGHATÁROZOTT FEJLŐDÉSI IRÁNYOK

A modell megalkotásakor felvázoltam egy lehetséges fejlődési irányt a modellben: de vajon mit gondolnak a kutatás kérdéseire válaszolók? A jelen alfejezetben erre a kérdésre keresem a választ azzal, hogy megvizsgáltam a folyamatok jelenlegi szintje és az elérni kívánt folyamat szintek közti különbséget. Az elemzést az alábbi lépések mentén hajtottam végre:

- Meghatároztam az érettségmodellben részt vevő karbantartási folyamatok jelenlegi és elvárt szintjét, majd a köztük lévő különbséget, melyet fejlesztési igénynek hívok.
- Meghatároztam, majd megvizsgáltam az érettség-faktorokhoz tartozó különbség értékét. Érettség-faktoronként vizsgáltam:
  - Gazdasági folyamatok jelen értéke és az elvárt érték közti különbséget.
  - Műszaki folyamatok jelen értéke és az elvárt érték közti különbséget.
  - A gazdasági fejlesztési igény és a műszaki fejlesztési igény közti relációt.
- Megpróbálom a lehetséges következtetéseket levonni. Az elemzéshez Wilcoxon nem parametrikus próbát hajtottam végre, melynek eredményeit a továbbiakban ismertetem. Az elemzés bemeneti adatait a 3. táblázat tartalmazza.

A fejlődési irány meghatározására a korábban bemutatott logikára építve Wilcoxon-próbát végeztem a fej-

lődési igényekre. Megvizsgáltam, hogy a fejlődési igény szignifikánsan több-e az aktuális állapothoz képest, és ellenőriztem, hogy a fejlődést a gazdasági vagy inkább a műszaki területen látják. A 3. táblázat alapján a kalandoroknál megállapítható:

- A kalandorok esetében azt láthatjuk, hogy többségben vannak azok a vélemények, amelyek szerint fejlődniük kell. Fejlődési lehetőséget egyaránt látnak a műszaki és a gazdasági folyamataik kompetencia szintjének növelésében, szignifikáns fejlődést szeretnének elérni.
- Mivel a kalandoroknál a gazdasági és a műszaki fejlődési igények közt nincs szignifikáns különbség, így a fejlődési lehetőséget a két területen azonos mértékben látják.

A kormányzók esetében bizonyos szempontból hasonló a helyzet. Ők is felismerték, hogy mindkét területen



A katonák a műszaki folyamataikat túlszabályozottnak érzik.

A kalandorok – mivel általános a lemaradásuk – a jövőt az azonos mértékű fejlődésben látják.

3. TÁBLÁZAT: FEJLŐDÉSI IRÁNYOK (SAJÁT SZERKESZTÉS)

|                                    | Átlag      |            |         |         |
|------------------------------------|------------|------------|---------|---------|
|                                    | Kalendorok | Kormányzók | Katonák | Hódítók |
| Gazdasági folyamatok jelen értéke  | 12,113     | 33,941     | 27,609  | 53,633  |
| Gazdasági folyamatok kívánt értéke | 23,525     | 45,471     | 38,391  | 61,939  |
| Műszaki folyamatok jelen értéke    | 15,150     | 25,980     | 57,174  | 64,776  |
| Műszaki folyamatok kívánt értéke   | 25,838     | 42,157     | 50,261  | 74,674  |
| Gazdasági fejlesztési igény        | 10,688     | 11,529     | 10,783  | 9,898   |
| Műszaki fejlesztési igény          | 11,413     | 16,177     | -6,913  | 8,306   |

fejlődniük kell, viszont már tisztában vannak vele, hogy mivel a műszaki területen nagyobb az elmaradásuk, ezért ők a műszaki folyamatokra nagyobb hangsúlyt fektetnének. A folyamatok közti különbségek szignifikánsak.

A katonák esetében a gazdasági fejlődési igény magasabb, mint a műszaki fejlesztési igény, ami rendjén is van, hiszen ott van nagyobb elmaradásuk. Emellett elmondható, hogy a gazdasági folyamatok terén is szignifikáns fejlődési potenciált látnak, műszaki területen pedig szignifikáns túlszabályozottságot.

Ami a hódítókat illeti, ők a kormányzókhoz hasonlóan látják a fejlődési irányokat. Úgy gondolják, hogy még ha kis mértékben is, de szignifikánsan kellene fejleszteni a műszaki és a gazdasági folyamataikat.

Összességében elmondható, hogy a kalendorokat kivéve mindegyik klaszter tagjai általánosságban a saját gyengeségeit szeretné fejleszteni, ezen túlmenően a katonák a műszaki folyamataikat túlszabályozottnak érzik. A kalendorok – mivel általános a lemaradásuk – a jövőt a faktorok közel azonos mértékű fejlesztésében látják.

HIVATKOZÁSOK

Alsyouf, I. (2009). Maintenance Practices in Swedish Industries: Survey Results. *Int. J. Production Economics*, 212-223.

Balogh, K. (2010). Miért a Karbantartás. *Munkavédelem és biztonságtechnika*, 8-13.

Berg, H.-P. (2010). Risk Management: Procedures, Methodes and Experiences. *Reliability: Theory & Applications*, 79-95.

Bierhold, T. (2018). For a better understanding of Industry 4.0 – An Industry 4.0 maturity model. *11th IBA Bachelor Thesis Conference* (old.: 1-22). Enschede: University of Twente, The Faculty of Behavioural, Management and Social Sciences.

Bryman, A., & Cramer, D. (2005). *Quantitative Data Analysis with SPSS 12 and 13*. New York: Taylor & Francis e-Library.

Csallner, A. E. (2015). *Bevezetés az SPSS statisztikai programcsomag használatába*. Szeged: Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar.

Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. Boca Raton: CRC Press.

Drezner, Z., & Mihaylo, S. (2008. October). A Modified Kolmogorov-Smirnov Test for Normality. *Communication in Statistics-Simulation and Computation*, 39.

El-Akruti, K., & Dwight, R. (2013). A Framework for the Engineering Asset Management System. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 398-412.

EPRI. (2004). *Karbantartás utáni tesztelés: Referencia útmutató, 1-es Revízió, (Korábban NP-7213)*. Palo Alto: Electric Power Research Institute.

EPRI. (2017). *Configuration Management Guideline for Generation Facilities*. Palo Alto: Electric Power Research Institute.

EPRI. (2020). *Digital Systems Engineering: Configuration Management Guideline*. Palo Alto: Electric Power Research Institute.

Farkasné, A. A. (2003). Számítógépes Karbantartás-Irányítási Rendszerek. *Magyar Grafika*, 26-29.

Gaál, Z., & Szabó, L. (2003). Tudás- és Kompetenciamendzsment a Karbantartásban. In Z. Gaál, *Tudásbázisú Karbantartás* (old.: 9-26). Veszprém: Pannon Egyetem.

Gaál, Z., Szabó, L., & Obermayer-Kovács, N. (2009). „Tudásmenedzsment-Profil” Érettségi Modell. *Vezetéstudomány*, 2-15.

Gosavi, A., Murray, S. L., Tirumalasetty, V., & Shewade, S. (2011. September). A budget-sensitive approach to scheduling maintenance in a total productive maintenance (TPM) program. *Engineering Management Journal*, Vol. 23 (No. 3), 46-56.

Gregász, T., & Korondi, E. (2008). Influence of Maintenance Strategies on Environmental Load. *Acta Polytechnica Hungarica*, 29-37.

Horváth, C. (2019). Megatrendek a Karbantartás-Szervezés Tudományában. In F. Dr. Bognár, *Karbantartás-Menedzsment* (old.: 43-63). Veszprém: Pannon Egyetem.

IAEA. (2010). *Information Technology for Nuclear Power Plant Configuration Management*. Vienna: International Atomic Agency.

Illés, B., Cselényi, J., & Németh, J. (2005). Hálózatszerűen Működő Karbantartás, Felújítás és Hálózatépítés Logisztikai Rendszereinek Tervezési és Irányítási Módszerei. *Mechatronika*, 149-164.

INPO. (2001). *Equipment Reliability Process Description – AP913*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.

INPO. (2005). *Guidelines for Performance Improvement at Nuclear Power Stations (INPO 05-005)*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.

INPO. (2010). *A karbantartási célú főjavítás sikeres előkészítése (INPO 10-009)*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.

INPO. (2016). *A Berendezés Megbízhatóság Folyamat Leírása (AP-913)*. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations.

Kapás, Z. (2015). A Kockázatlapú Prevenció Néhány Alapvető Munkavédelmi Kérdése. *ISD Dunaferr Műszaki Gazdasági Közlemények*, 49.

Kaplan, R., & Norton, D. (2005). *Stratégiai Térképek: Hogyan Alakulnak Át az Immateriális Javak Pénzügyi Eredménnyé?* Budapest: Panem.

Ketskeméty, L., Izsó, L., & Könyves Tóth, E. (2011). *Bevezetés az IBM SPSS Statistics programrendszerbe* (3. kötet). Budapest: Artéria Stúdió Kft.

Kister, T. C., & Hawkins, B. (2006). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. Oxford: Elsevier.

Kosztján, Z. T. (2013). Projekttervezési Módszerek Kihívásai a XXI. században. *Vezetéstudomány*, 62-80.

Kosztján, Z. T., Pribojszki-Németh, A., & Kovács, Z. (2016). Karbantartási Projektek Mátrix Alapú Tervezése. *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 27-56.

Kovács, Z., Kosztján, Z. T., & Csizmadia, T. (2014). TREF – Total Risk Evaluation Framework. *Vezetéstudomány*, 71-82.

Kuhn, E. (2016). The Role of an Enterprise Culture for Risk Management. *Pannon Management Review*, 89-101.

Küzdý, A. (2001). Szoftverek a Karbatartás Szolgáltatásban. *Műszaki Magazin*, 49-50.

Kym, F., Hans-Henrik, H., & Tzu-Liang (Bill), T. (2015). Maintenance management models: a study of the published literature to identify empirical evidence. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 635-664.

Liker, J. K. (2008). *A Toyota Módszer*. Budapest: HVG Kiadó Zrt.

Madhulatha, T. S. (2012). An overwiev on clustering methods. *IOSR Journal of Engineering*, 719-725.

Marcelo, A. O., Isabel, L., & Danielle, L. F. (2013). Maintenance Management Based on Organization Maturity Level. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (old.: D328.1-ID328.10). Guimarães, Portugal: ICIEOM.

Mehta, C., & Patel, N. (2010). *IBM SPSS Exact Tests*. Massachusetts: IBM.

NEI Nukleáris Vagyongazdálkodási Szakértői Testület. (2003). *A Szabványos Nukleáris Működési Modell – Folyamatirányítás Megközelítés*.

Oliveira, M., Lopes, I., & Figueiredo, D. (2013). Maintenance Management Based on Organization Maturity Level. (old.: D328.1-ID328.10). Guimarães, Portugal: ICIEOM.

Paksi Atomerőmű weblap. (2019). Forrás: www.npp.hu.

Papp, L. (2000). A Karbantartás Információs Rendszerének Változása, Korszerűsítése a Dunaferr Acélművek Kft.-nél. *GÉP*, 32-35.

Papp, Z. C. (2011). Karbantartás az Irányítási Rendszerekben. *Gép*, 60-63.

Péczeley, C. (2009). A karbantartás-menedzsment korszerű irányzatai és módszerei. *Magyar Grafika*, 12-16.

Sajtos, L., & Mitev, A. (2007). *SPSS Kutatási és Adatelemzési Kézikönyv*. Budapest: Alinea Kiadó.

Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *The Sixth International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production* (old.: 161-166). Procedia CIRP 52 : Elsevier.

Sebestyén, Z., & Tóth, T. (2014). A Revised Interpretation of Risk in Project Management. *Periodica Polytechnica*, 119-128.

Szabó, L. (2019). Karbantartási Prjektek Menedzselése – A Stratégia és az Innováció Új Dimenziói. In F. Bognár, *Karbantartás – Menedzsment* (old.: 99-136). Veszprém: Pannon Egyetem.

Szücs, S. (2011). A Szükséges „rossz” mint jó befektetés. Karbantartás minőségirányításának feladatai. *Economica*, 106-115.

Tiku, S., Azarian, M., & Pecht, M. (2007). Using a reliability capability maturity model to benchmark electronics companies. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 547-563.

Vajna, Z. (2018). 4.0-ás Kihívások. In Z. Gaál, *Élni és Dolgozni a Digitális Világban* (old.: 33-52). Kőszeg: Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete.

Vermes, P. (2011). A Karbantartás és a Termelés Hatékony-sága. *Economica*, 43-62.

Vermes, P. (2011). A Karbantartás mint a Termelésmenedzsment Támogatója. *Multidiszciplináris Tudományok*, 55-68.

Yong, A., & Pearce, S. (2013). A Beginner’s Guide to Factor Analysis: Focusing on Exploratory Factor Analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79-94.



## ELŐZMÉNYEK

A magyar és a szlovák villamosenergia-rendszer összeköttetésének fejlesztéséről szóló célok már a kilencvenes években megjelentek a stratégiai tervekben. A hálózati stratégia megfogalmazta a meglévő magyar–szlovák összeköttetés kapacitásnövelésének igényét. A cél elérése érdekében a magyar (MAVIR Zrt.) és a szlovák (SEPS a.s.) átviteli hálózati rendszerirányító szándéknyilatkozatban is rögzítette anno az együttes fejlesztési szándékát.

Az új összeköttetések elsősorban a két rendszer közötti kapcsolat erősítését hivatottak szolgálni a magyar–szlovák határkeresztezéseken meglévő szűk keresztmetszetek feloldásával és a két országon áthaladó, észak–déli irányú tranzitszállítások lehetőségének javításával.

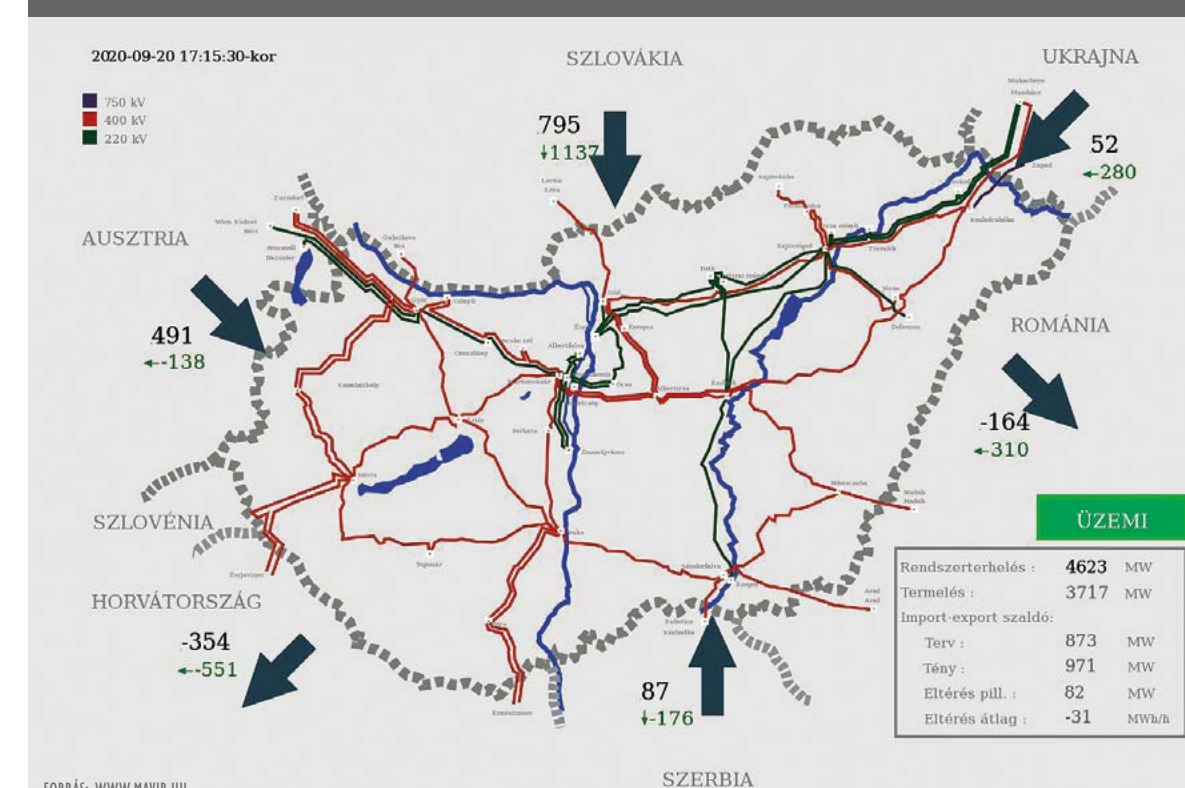
A jelenlegi két 400 kV-os távvezeték-összeköttetés Magyarország és Szlovákia között (a Göd–Léva (Levice) és a Győr–Bős (Gabčíkovo) így kibővíülhet a Sajóivánka–Rimaszombat (Rimavská Sobota) 400 kV-os, illetve a Gönyű–OH–Bős (Gabčíkovo)–Nagygyőröd (Veľký Ďur) 400 kV-os távvezetékkel. Az előkészítést követően a források rendelkezésre bocsátása, illetve a kiviteli tervek elkészülte elhárított minden akadályt, így a kivitelezés elkezdődhetett a 2020-as évben.

## A GÖNYŰ–OH–BŐS (GABČÍKOVO) 400 KV-OS HATÁRKERESZTEZŐ TÁVVEZETÉK

A magyar és a szlovák hálózatfejlesztési stratégia már legalább 2012 óta tartalmazza a Gönyű–Bős (Gabčíkovo) összeköttetés tervét. Itt megemlítendő, hogy a gönyői hálózati kapcsolat kijelölésére a győri 400/220/120 kV-os alállomás elhelyezkedésének adottságai és bővítésének szűk keresztmetszete miatt került sor. Így lesz a Gönyű 400 kV-os kapcsolóállomás egy határkeresztező távvezeték hazai végpontja. A határkeresztezésnél a nemzetközi kapcsolatot biztosító, Gabčíkovo és Veľký Ďur felé tartó vezeték nyomvonal-biztosítása meglehetősen kötött, arra a 400 kV-os állomás és a gönyői kombinált ciklusú erőmű (KCE) nyugati oldalán van lehetőség. Ennek következtében az állomás I-es és 3-as mezőjébe csatlakozó Győr–Gönyű és Bicske Dél–Gönyű 400 kV-os távvezetékét át kellett alakítani, a gönyői állomásba való csatlakozását a keleti oldalra kellett áttéríteni.

A Gönyű–OH (Gabčíkovo–Veľký Ďur) 400 kV-os távvezeték építésével, illetve a Győr–Gönyű és a Bicske Dél–Gönyű 400 kV-os távvezeték átalakításával 2020. február 19-én a MAVIR Zrt. az MVM XPert Zrt.-t bízta meg.

I. ÁBRA: ÁTTEKINTŐ ÁBRA A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENSZER LEGFONTOSABB ADATAIRÓL



MVM XPert Zrt. Távvezetéki Divízió

< CÉLKERESZTBEN  
A MAGYAR–SZLOVÁK VILLAMOS-  
ENERGIA-ÖSSZEKÖTTETÉS  
KAPACITÁSÁNAK BŐVÍTÉSE

A KIVITELEZŐ SZEMSZÖGÉBŐL

A fenti sorokból kiderül, hogy a beruházás részét képezi a Győr–Gönyű és a Bicske Dél–Gönyű 400 kV-os távvezeték átépítése. Az átépítés a 42. számú oszlop és a gönyői állomás közötti szakaszon mintegy 977 méter hosszú nyomvonalon lévő távvezeték átalakításával járt.

E nyomvonal a meglévő, megmaradó távvezeték-szakasz 42. sz. oszlopáig változatlan maradt. A Gönyű 400 kV-os kapcsolóállomásig tartó régi szakaszt (43., 44. oszlop) elbontottuk. A 42. oszlophelyen a beépített oszloptípus további 2°-os nyomvonalatörést tett lehetővé, amellyel keleti irányba eltért az új nyomvonal a bontandótól. A tervezett, azóta megépült „új” 43. sz. oszlopon további 2°-ot törve a nyomvonal keresztezi az I-es számú főútvonalat. A távvezeték megközelíti a Gönyű KCE-t, azonban maga az erőmű a biztonsági övezeten kívül esik.

A fent említett szakaszon (43–46. o.h.) négy kétrendszerű KATICA II. típusú oszlopot állítottunk fel. A 43. sz. tartóoszlop alá talajvízes súlyalap, a feszítőoszlopok alá CFA-cölöpözéssel készült alapok épültek.

A kivitelezést egy régészeti lelőhely közelsége hátráltatta, mivel a 45. sz. oszlop tervezett helye egy ókori római útállomás lelőhelyét veszélyeztette. A régészeti lelet megvédése okán – az Örökségvédelmi Hatóság előírásának megfelelően – a 45. sz. oszlop helyét átteveztük. Így a 45. sz. oszlophely az erőműtől távolabb – a régészeti lelőhelyet elkerülve – lett elhelyezve.



RÓMAI KORI ÚTÁLLOMÁS GÖNYŰ FORRÁS: WWW.SIRASOK.BLOG.HU 2010/02/03

A vezetékrendezés szakaszának kivitelezési bázisütemterve szorosan alkalmazkodott a gönyői KCE éves karbantartási tervéhez rendelt feszültségmentesítéshez. A Covid-19 okozta járványhelyzet azonban felborította az időtervet. A vészhelyzet bejelentését követően az erőmű éves karbantartását elhalasztották – a Siemens munkatársai nem juthattak be az országba –, és az ezzel összefüggő feszültségmentesítés kiadását is felfüggesztették a kialakult pandémia miatt. Kivitelezői oldalról az erőforrások átszervezésével, a feszültségmentesítést nem igénylő munkarészek előre hozásával tudtuk kezelni a helyzetet.

A járványhelyzet enyhülését követően, 2020. június 30. és július 17. között kerülhetett sor a távvezeték feszültségmentesítésére, ekkor lehetett elvégezni a 43. és 44. sz. oszlop korábban elmaradt állítását, az új sodronyok felszerelését, illetve a megszűnő nyomvonal bontását. A Győr–Gönyű és Bicske Dél–Gönyű 400 kV-os távvezeték beüzemelése 2020. július 20-án sikeresen megtörtént.

A hálózatszerelési munkákkal párhuzamosan már folyamatban voltak az új határkeresztelő távvezeték magyar oldalon álló, IRSA II. típusú oszlopainak alapozási munkái CFA-cölöpözési technológiával. Az alapok próbacölöpjeinek megfelelő eredménnyel záruló vizsgálata után az IRSA-oszlopok összeszerelése következett. 2020 júliusától mintegy 255 tonna tömegű oszloplelem összeszerelése és felépítése volt a feladat. Először a 103 méter magas tartóoszlop került összeszerelésre, majd következett az 57 méter magas feszítőoszlop.

Itt néhány sorban beszéljünk a két IRSA-oszlopról! Nem mindennap készülnek ekkora méretű távvezetékoszlopok Magyarországon. A tervekben szereplő, IRSA II. oszlopcsaládhoz tartozó két oszlop az IRSA II. DT+12 tartóoszlop és az IRSA II. KOVSF+0 feszítőoszlop. Az IRSA II. típusú, kétrendszerű, két védővezető sodronnyal szerelhető, osztott lábú, acélszelvényekből összeállított, rácsos szerkezetű tartó- és feszítőoszlopok, duplex felületvédelemmel készültek. Az I. sz. végfeszítő oszlop szürke (RAL 7009) színű. A 2. sz. DT oszlopot a Légiforgalmi és Repülőtéri Hatósági Főosztály előírása alapján 4 vörös (RAL 3001) és 3 fehér (RAL 9003) vízszintes színsávval volt szükséges ellátni oly módon, hogy a felső sáv vörös színű legyen. Ez azért szükséges, mert az IRSA II. DT+12 oszlop 103 méter magas, így már előírás az oszlop különleges megjelölése, valamint éjszakai és nappali légiakadály-jelzőkkel való felszerelése. A korábbi IRSA-oszlop család itt beépített két típusa teljes szerkezetében újra lett tervezve, hogy a jelenleg érvényes MSZ EN 50341-1, illetve MSZ EN 50341-2 szabvány előírásainak megfelelően a korábbiaknál erősebbek, nagyobb teherbírásúak legyenek.



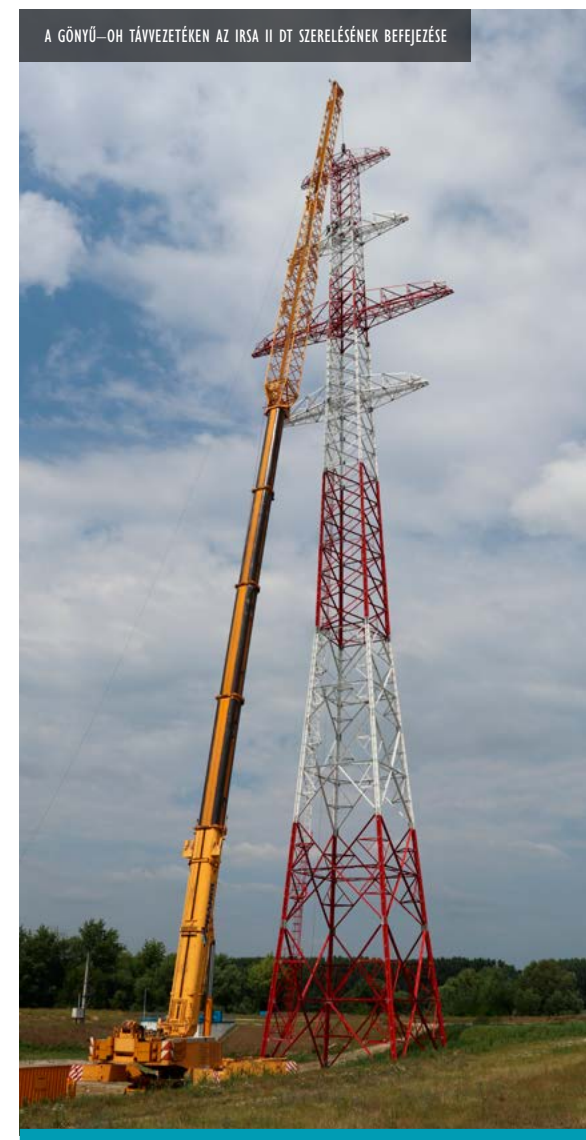
A GÖNYŰ–OH TÁVVEZETÉK IRSA II DT OSZLOPÁNAK ALAPOZÁSI MUNKÁITAI

## A DUNA-KERESZTEZÉS VEZETÉKSZERELÉSI MUNKÁI

Az IRSA II. oszlopok e cikk írásának időpontjában a magyar oldalon már elkészültek, de a szlovák oldali tartó- és feszítőoszlop létesítése még folyamatban van. Ezen oszlopok elkészültét követően következhet a vezetékszerelés befejező része, a Duna-keresztelés, amit az MVM XPert Zrt. saját vezetékszerelő szakembereivel fog elvégezni. A határkeresztelő kapacitás bővítése céljából épülő Gönyű–OH–Gabčíkovo–Velký Ďur 400 kV-os távvezeték a Gönyű 400 kV-os kapcsolóállomásból kifordulva a lehető legrövidebb magyarországi nyomvonalal, az Országos Közforgalmú Kikötő területén haladva lesz kialakítva. A Dunát, ami ezen a szakaszon magyar–szlovák határfolyó is, a tervezett kétrendszerű határkeresztelő távvezeték az 1793-as folyamkilométer-szelvényben keresztezi.

Hasonló folyamkeresztelő távvezetékek építésére az 1980-as évek óta, tehát már több mint harminc esztendeje nem került sor. A kivitelezés során a Duna átfeszítését 3 köteges 381AL/87STIA fázisvezető sodronytípussal kell megépíteni, védővezetőként pedig 263/110 AACSR-sodronyt, valamint 96 optikai szálal OPGW-vezetékkel kell felszerelni.

A Duna e szakaszán rendszeres személy- és teherhajó-forgalommal érintett hajózási útvonal van, így a vezetékszerelési munkák csak az Országos Közúti és Hajózási Hatóság engedélyével, valamint a területileg illetékes Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság hozzájárulásával kivitelezhetők. A munka végzésének időtartama az érintett folyamszakaszon a hajóforgalom teljes megállítására és a munkaterület őrhajós biztosítására van szükség.



A GÖNYŰ–OH TÁVVEZETÉKEN AZ IRSA II DT SZERELÉSÉNEK BEFEJEZÉSE

A folyamkeresztezés biztosítását követően a vezetékszerelést fentről lefelé haladva az alábbi sorrendben tervezzük elvégezni: a két védővezető megszerelése után a két felső fáziskarra kerülő áramvezetőket, ezt követően a két középső fáziskarra kerülő áramvezetőket és végül a két alsó fáziskarra kerülő áramvezetőket fogjuk felszerelni. A védő- és fázisvezetők kihúzását az előkötelek Dunán történő áthúzása előzi meg, amelyhez a folyam vízállásától függően egy vagy két vontatóhajóra lesz szükség. Szárazabb időszakban a mederben szárazra kerülő, hosszú homokpad lehetetlenné teszi a két partoldal közötti átjárást egyetlen vontatóhajóval. A védővezető és az OPGW, valamint a fázis hármas kötegeinek húzását külön előkötéssel, erőkorlátozóval ellátott, beállítható húzóerőjű, hidraulikus gépcsoporttal tervezzük elvégezni, az oszlopok magasságára és távolságára tekintettel speciális háromsoros munkakezeket keresztként. A sodronyok húzásánál a gépeken beállítandó húzóerőt, ezáltal a belógás értékét úgy kell meghatározni, hogy a víztükör feletti szabadmagasság legalább 16 méter legyen, számításba véve azt is, ha a sodronyok húzása során a kishajókkal folyamatosan fenntartott hajózat „kijátszva” egy-egy vízi jármű mindenáron át akar haladni a munkaterületen.

A sodronyok egyenkénti húzását követően kerül sor azok beszabályozására, illetve a végkötések elkészítésére. A vezetékhúzás elkészülte után a légügyi előírásoknak megfelelően a tartó- és feszítőoszlopokra, valamint (szerelőkocsiból) a védővezető és OPGW-sodronyokra légikadály-jelző gömbök kerülnek. A MAVIR ZRt. fo-

kozott figyelmet szentel a madárvilág védelmének, így – mint a legtöbb újonnan épülő távvezeték esetében – itt is madáreltérítő szerelvényeket helyezünk majd el a sodronyokon.

### A SAJÓIVÁNKA–RIMASZOMBAT (RIMAVSKÁ SOBOTA) 400 KV-OS HATÁRKERESZTEZŐ TÁVVEZETÉK

Az előzményekben részletezett együttműködés eredményeként valósul meg a magyarországi Sajóivánka 400/132 kV-os alállomás és a szlovákiai Rimaszombat (Rimavská Sobota) 400/132 kV-os alállomás közötti 400 kV-os szabadvezeték. A magyarországi szakasz megépítését a beruházó MAVIR ZRt. megbízásból ugyancsak az MVM XPert Zrt. végzi el 2020-ban. A projekt keretében egy megközelítőleg 23 kilométer hosszú, egyrendszerű távvezeték kerül kivitelezésre, amely a sajóivánkai alállomás 400 kV-os portálsor „K” oldali 3. mezőjéből indul, és a határ előtt álló magyarországi végoszlopnál végződik.

A beruházó igénye alapján – a vonatkozó műszaki előírások betartása mellett – a kiviteli tervek a kétféle, az oszlopszerkezeteket tekintve teljes kiépítésű összeköttetés lehetőségének megtartása mellett készültek el. Ez az alapozásoknál az oszlopok teljes kiépített állapotában ébredő, mértékadó reakcióerők figyelembevételét jelentette a méretezés.

A távvezeték az MSZ EN 50341-1 szabvány I. biztonsági szintjének megfelelően lett megtervezve, de a frekvenciát keresztezések esetében (vasút, 132 kV-os

szabadvezeték) a teljes keresztező feszítőköz kielégíti a 2. megbízhatósági szint követelményeit. A fázisvezető az MSZ EN 50540:2011 szabvány szerinti 425/55 ACSS típusú sodronyokból álló kettős köteg, a védővezető pedig egy 96 optikai szálat tartalmazó, acél-alumínium OPGW sodrony.

A távvezeték „ideális” nyomvonala a lakossági egyeztetések során, a lakossági igényeket szem előtt tartva több szakaszon is módosult, és a nyomvonal a lakott területektől távolabbra került. Ilyen nyomvonalszakasz a Dubicsánynál megtervezett kitérítés vagy a sajóivánkai alállomási kivezető szakasz az 1. és 9. sz. oszlop között. A távvezeték nyomvonala Sajóivánkáról indulva, a 26. számú főutat keresztezve Vadna, Sajókaza és Sajóalgóc település külterületi részein halad, majd visszakeresztezve újra a főutat jellemzően a Sajó árterében haladva kerül el Dubicsányt, majd Putnokot. A Sajó árterét elhagyva a nyomvonal a 46. sz. oszlophelytől éles törésben halad Serényfalva és Putnok között, majd az 56. sz. oszloptól ismételt törést követően a 61. sz. oszloppal éri el a magyar határt.

Mint a nyomvonalleírásból is kiderül, a szakasz jelentős része a Sajó árterében halad, ahol a mértékadó talajvízszint a terepszint, illetve -1,00 m között változik, éppen ezért ezen a sokszor nehezen megközelíthető területen az alapozások jelentős kiemeléssel készültek, figyelembe véve a MÁSZ (mértékadó árvízszint)-értéket. A terv szerint a kiemelt vasbetonalapok felső síkja minimum 1 méterrel meghaladja az érvényes MÁSZ-értéket. Azon oszlophelyeknél, ahol talajvízre egyáltalán nem kell számítani, normál súlyalapok, ott pedig, ahol talajvíz megjelenése prognosztizálható, talajvízes súlyalapok készültek. Az ártéri részen az alapozások lemezalappal készültek, a lemezalapok alapozási síkja jellemzően -2,00 m, illetve -2,20 m volt. A távvezeték teljes szakaszán alkalmazott oszlopalapok sokszínűségét a 12. sz. oszlopalap cölöpalapja teszi teljessé.



A távvezeték „ideális” nyomvonala a lakossági egyeztetések során, az igényeket szem előtt tartva több szakaszon is módosult, és a nyomvonal a lakott területektől távolabbra került.



SAJÓIVÁNKA, BETONOZÁSI MUNKÁLAT



SAJÓIVÁNKA, OSZLOPSZERELÉSI MUNKÁLAT

Az alapozási munkálatokkal kapcsolatosan külön megemlítené, hogy az ártérben készült alapok nagy része a magas talajvíz miatt vízzáró szándolás alkalmazása nélkül kivitelezhetetlen lett volna. Az alapok megépítésének betonigényét – tekintve a rendelkezésre álló, viszonylag szűk időkeret – három betonüzem szolgáltatta ki. A munkálatok során felhasználtunk mintegy 9000 m<sup>3</sup> betont és megközelítőleg 500 tonna betonacélt.

Az elkészült alapokra a beton megfelelő szilárdságát követően felállításra kerülhettek a földön összeszerelt távvezeteki oszlopok. Ezek KATICA I. és KATICA II. típusú, osztott lábú, rácsos acélszerkezetű oszlopok, duplex felületvédelemmel, amiket a MAVIR ZRt. megrendelésére az MVM OVIT Zrt. gödi gyára gyártott. Mindez összesen körülbelül 830 tonna oszlopanyagot, 37 tartó- és 26 feszítőoszlopot jelent.

A cikk írásának időpontjában már elkezdődtek a vezetékszerelési munkálatok, amelyek során oszlopok



OSZLOPÁLLÍTÁS SAJÓVÁNKÁN

sora várja, hogy felöltöztessék őket. Igaz, ami igaz: a tartóoszlopokat már a tartóláncokkal és a vezetékhúzáshoz szükséges kerekkel a földön, a felállítást megelőzően megszereltük. A feszítőoszlopokat több részegységben történt előszerelés után kellett megépíteni, így a szükséges szerelvényeket és szigetelőket már a megépített feszítőoszlopokra szereltük fel. A vezetékszerelési munkák során a kettős kötegű fázisvezetőket, majd pedig a fázisvezetőtől eltérő dobkiosztású OPGW (védő- + optikai) vezetőket kell kihúzni, beszabályozni és rögzíteni. Az előzetes egyeztetések során a természetvédelmi hatóság mintegy 2800 madáreltérítő felszerelését írta elő a fázisvezetőkre és a védővezetőre.

A nyomvonal kialakításának megfelelően a vezetékes munkák során – csak a fontosabbakat említve – 4 helyen keresztezzük a vasutat, 3 helyen a 26. sz. közutat, 4 alkalommal a Sajó folyót és egy 132 kV-os távvezetőt, illetve 7 helyen 22 kV-os légvezetőt. Minden

## .....Projektek



Csak a fontosabbakat említve:  
4 helyen keresztezzük a vasutat,  
3 helyen a 26-os utat, 4 alkalommal a Sajót és egy 132 kV-os távvezetőt, illetve 7 helyen 22 kV-os légvezetőt.

keresztezésnek megvan a maga jó előre megtervezett és jóváhagyott koreográfiája, MÁV-keresztezéseknél teljes körű vágányzári ügyintézés és lebonyolítással, a KÖF-légvezetéseknél pedig feszültségmentesítéssel. Természetesen mindkét esetben darus, kosaras gépjárműves biztosítással megy a vezetékes munka. A vezetékhúzás feszítőközökre bontva történik, a sorrendnél figyelembe kell venni a terep- és időjárási viszonyokat, valamint keresztezéseket is. A feszítőoszlopokat típustól és terheléstől függően ki kell ankerolni (horgonyozni) a vezetékhúzás előtt, majd az előkötelet minden terep-akadályon végig kell vinni, be kell fűzni, onnan már „csak” a vezetékhúzó gépcsoporttal kell kihúzni a vezetőket, rögzíteni, szabályozni, kötegelni, áramkötéseket kialakítani. Az OPGW-vezeték kihúzása után a kötődobozokban kialakítjuk a kötések, és méréssel ellenőrizzük az optikai szálakat. Ebben a projektben a szlovák fél „jön át”, azaz a magyar végoszlopon találkozik a két rendszer.

### ÖSSZEGZÉS

A MAVIR ZRt. két zöldmezős beruházása keretében mintegy 10 hónap alatt kell megépíteni a magyar oldali csatlakozó távvezeték szakaszokat, amelyek volumenükből adódóan nagy feladat elé állították és állítják napjainkban is a kivitelezéssel megbízott MVM XPert Zrt.-t. Ennek a kihívásnak a Távvezetési Divízió az MVM XPert Zrt. szervezetén belül csak projektorientált szemlélettel tud megfelelni. A divízió tevékenységét nagy szakértelemmel és szaktudással végzi, amelynek köszönhetően a munkák mind a két projekt esetében terv szerint zajlanak. A kivitelezés során meghozott intézkedések segítettek a pandémia okozta nehézségek vagy egyéb, tervezéssel, építéssel összefüggő akadályok leküzdésében is. A két távvezeték megépítésével mintegy harmincéves álom válhat valóra, ezzel is segítve Magyarország energiabiztonságának növelését.

## AZ MVM XPert ZRT. MEGALAKULÁSA, MŰKÖDÉSE – FELSŐVEZETŐI MEGSZÓLALÁSOK

### Dr. Kiss Csaba, az MVM Zrt. műszaki vezérigazgató-helyettese:

„A nagyfeszültségű távvezeték-hálózatok, állomások létesítése, folyamatos karbantartása és rekonstrukciója elengedhetetlen nemcsak a hazai, de a régió villamosenergia-rendszerének stabil, megbízható működése érdekében. Az MVM Csoport vezetése által megfogalmazott stratégia egyik eleme a portfólió-optimalizáció. A műszaki szolgáltatási üzletág kiemelt iparági szerepét tartottuk szem előtt akkor, amikor az MVM OVIT Zrt. szakemberbázisára és több évtizedes szakmai tapasztalatára építve 2019 decemberében létrehoztuk az MVM XPert Zrt.-t a távvezetési és állomási feladatok tevékenységéért felelős új, 100% MVM tulajdonú társaságot. Az elmúlt hónapokban azonban nemcsak a cégstruktúraváltás, pandémiás helyzet, de több üzemzavar-elhárítás is komoly kihívás elé állította a műszaki szolgáltatás területén dolgozó kollégákat, akik a felmerülő problémákat összefogva, szervezeten, magas szakmai színvonalon oldották meg, ezáltal is biztosítva az üzletfolytonosságot, ellátásbiztonságot. Elkötelezett és kiváló minőségű profi munkájukat ezúton is szeretném megköszönni.”

### Spilkó József, az MVM XPert Zrt. vezérigazgatója:

„2019 végén kezdődött el az a folyamat, amelynek célja, hogy a szerteágazó tevékenységi körű MVM OVIT Zrt.-ből valódi szakcégek, tiszta profilú műszaki szolgáltató társaságok jöjjenek létre. 2019. december 1-jétől működik az MVM XPert Zrt., amelyben az OVIT távvezetési és állomási üzletága él tovább. E szakirányba váltásnak az előnyei a fókuszban rejlenek: fókusz a technológiára és fókusz azokra a vevőkre, akik meghatározóak az adott szakterületen. Biztos vagyok benne, hogy ez a jövő és a siker felé vezető út. A vevő nélkül nincs jövő: a vevő az, akiért dolgozunk, és aki a végső értékmérője a teljesítményünknek.”

### Ozsvárt Péter, az MVM XPert Zrt. FB-elnöke:

„A Tulajdonos döntése alapján létrehoztunk és működtetünk egy in-house társaságot. A cég kiemelt prioritással, nagy szakmai tudással, maximális rendelkezésre állással kiszolgálja a Csoporton belüli megrendelőket. A Felügyelőbizottság elsődleges feladata az, hogy a Tulajdonos képviselésében, az Egyedüli Részvényes számára a Társaság ügyvezetését, ügymenetét a Társaság érdekeinek megóvása céljából ellenőrizze. Az elmúlt egy év tapasztalatai alapján elmondhatjuk, hogy az új menedzsment professzionálisan képviseli a Társaság érdekeit.”

### Pipicz Mihály, az NKM Áramhálózati Kft. műszaki igazgatója:

„Az MVM XPert Zrt. nagyon fontos szakmai partnere az NKM Áramhálózati Kft.-nek. Kiemelt szerepet játszik a nagy/közép- és közép/középfeszültségű állomások és nagyfeszültségű távvezetékek tervezésében. Komoly szerepet vállal a nagyfeszültségű hálózatok állapot fenntartási és képességmegerősítési munkálataiban, valamint jelentős erőket mozgósít hálózati projektjeink teljesítése érdekében is. Szakértelmük és munkájuk kiemelt jelentőségű az NKM Áramhálózati Kft. életében.”

### Kovács Gábor, a MAVIR ZRt. átviteli vezérigazgató-helyettese:

„Az MVM XPert olyan kompetens, professzionális kivitelezőcsapat, amely képes sikerrel megküzdni a minőség-határidő-költség ördögi hármásával is.”



2020. augusztus 6. nevezetes nap volt a villamosenergia-iparág történetében: Több mint 20 év után ismét megépült egy Duna-átfeszítés tartóoszlopa, majd augusztus végén ezt követte a hozzá tartozó feszítőoszlop is. Nézzük meg először ennek az örömteli eseménynek az előzményeit.

AZ ÓRIÁSDARU A MEGHOSSZABBÍTOTT GÉMEL FELEMELTE AZ UTOLSÓ ELŐTTI SZINTET

Strádl János \*

# < ÚJ DUNA-ÁTFESZÍTÉS ÉPÍTÉSE GÖNYŰNÉL

A PROJEKT ISMERTETÉSE A RENDSZERIRÁNYÍTÓ SZEMSZÖGÉBŐL

## ELŐZMÉNYEK

Több mint 20 éves előkészítő tárgyalássorozat után a szlovák rendszerirányító (SEPS) és a MAVIR ZRt. képviselői 2017. március 1-jén ünnepélyes keretek között aláírtak egy létesítési szerződést, amely rendelkezik két új szlovák-magyar 400 kV-os távvezetési összeköttetés megvalósításáról. A Sajóivánka–Országhatár (Rimavska Sobota), illetve a (Gabcikovo) Országhatár–Gönyű, Gönyű–Országhatár (Velky Dur) 400 kV-os összeköttetések megvalósítási határideje 2020. december 31. Az összeköttetéseket az EU is fontosnak ítéli, a közös érdekű projektek listájában (PCI) a 3.17, illetve 3.16 kódot kapták. A MAVIR ZRt. MEKH által elfogadott hálózatfejlesztési terve a létesítési szerződéssel és az EU-előírással összhangban szintén 2020. év végi határidővel tartalmazza az összeköttetések megvalósítását.

A Gönyű–Országhatár kétrendszerű 400 kV-os távvezeték tervezését az MVM ERBE Zrt. és a PÖYRY-

ERŐTERV Zrt. végezte, a nyomvonal-biztosítási feladatokra az MVM ERBE Zrt. kapott megbízást. A vezetékjog megszerzése után 2020 elején kezdődött meg a kivitelezés, amire a távvezeték (és a hozzá tartozó állomás-bővítés) esetében az MVM XPert Zrt. kapott megrendelést. A műszaki ellenőri feladatokat az MVM ERBE Zrt. látta el.

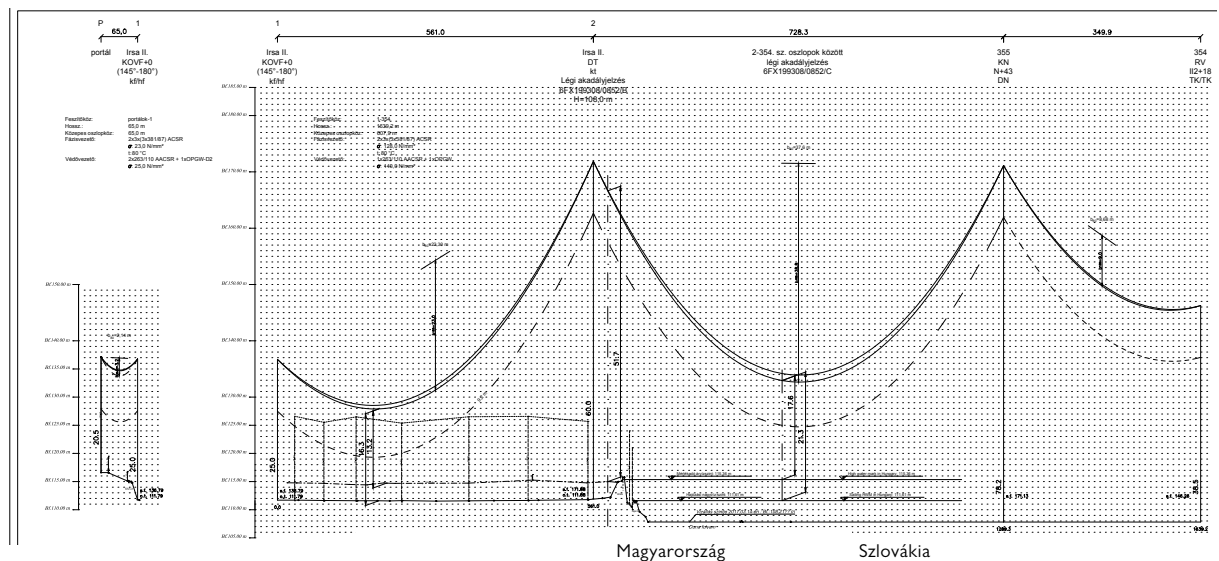
Különleges kihívást jelentett az új Duna-keresztelés megépítése Gönyűnél. Már a tervezés során is figyelembe kellett venni néhány újonnan felmerült tényezőt. Mivel a korábbi „IRSA” nevű, folyamkeresztelésre használt oszlopcsalád egyes elemei elavultak és nem felelnek meg a jelenlegi szabványoknak sem, ezért a tervezőknek egy teljesen új, „IRSA II” nevű oszlopcsaládot, illetve annak két elemét kellett megtervezniük. A két legfontosabb változás, hogy a ma szokásos és elérhető acélprofilok és csavarméret alkalmazásával, illetve a jelenleg érvényes MSZ EN 50 341 szabvány szerinti 2. megbízhatósági szintre készültek a tervek. Ez utóbbi azt jelenti, hogy statisztikailag 150 éves visszatérési valószínűségű szél- és jégterhelésre kellett az oszlopokat méretezni.

A tervezési-előkészítési munkák során még egy újdonságot alkalmaztunk: a jelenlegi, számítógéppel támogatott tervezési módszerek segítségével először került gyártásra olyan Duna-tartó oszlop, amelynek légügyi előírások szerinti piros-fehér sávok festése már a gyárban elkészült. Ezáltal a bevonatrendszer minősége és időtállósága sokkal jobb lesz, mint egy helyszíni festés esetében.

A légügyi előírások kapcsán szintén újdonság, hogy az aktuális tervek alapján az oszlop légiakadály-jelző fényekkel is el lesz látva.

\* Strádl János távvezeték beruházási főmunkatárs, MAVIR ZRt.

I. ÁBRA: A DUNA-KERESZTEZÉS HOSSZ-SZELVÉNYE



## A DUNA-KERESZTEZÉS FŐBB MŰSZAKI ADATAI

Egy folyami keresztezés speciális kialakítást igényel a normál távvezetési oszlopkiosztáshoz képest. Ebben az esetben is a „típus” elrendezést alkalmaztuk, azaz „feszítőoszlop – Duna-tartó – Duna-tartó – feszítőoszlop” a sorrend. A két szélső feszítőoszlop biztosítja a nyomvonalirányú erőhatásokat, a Duna pedig a két magas tartóoszlop között helyezkedik el. A határkeresztesben az oszlopok tulajdonjoga is értelem szerűen oszlik meg, tehát a MAVIR ZRt. feladata az 1. sz. feszítő- és 2. sz. tartóoszlop megépítése, a SEPS-é pedig a 354 sz. tartó és a 355 sz. feszítő szerelése.

Az I. ábra mutatja a Duna-keresztes hossz-szelvényrajzát, amelyen látható a folyam feletti oszlopköz hossza: 728,3 m, tehát majdnem kétszerese a 400 kV-on szokásos 400 m-nek.

## ALAPOZÁS

A speciális körülmények különleges alapozást igényelnek. Mivel a Duna árterében mindig számítani lehet talajvízre, ezért mindkét oszlop alapozása CFA-cölöp-alap-technológiával készült. Szemléltetésül álljon itt néhány adat az alapozásba beépített mennyiségekből:

## GYÁRTÁS

Az oszlop szerkezet elemeit az MVM OVIT Zrt. gödi üzemében gyártották. Egy új oszloptípus esetében a gyártás során szükséges az ún. próbaszerelés is, mert a számítógépes tervezőprogramok minden dicséretes jellemzője ellenére lehetnek olyan csomópontok, ahol az elemek összeszerelése, csavarozása fizikailag nehézségekbe ütközik. A próbaszerelés során az oszlop egyes

I. TÁBLÁZAT: AZ ELKÉSZÜLT OSZLOPALAP

| Oszlopszám | Beton össz. m <sup>3</sup> | Beton acél (kg) |
|------------|----------------------------|-----------------|
| 1          | 531                        | 30 796          |
| 2          | 525                        | 30 404          |
| Összesen   | 1056                       | 61 200          |

„emeleteit” a szimmetria miatt elegendő ¼ mértékben szerelni, az esetleges hibák így már jól kiütözköznek. A hibajavítás során egyébként nemcsak a gyártandó elemek módosulnak, hanem a tervező a terveken is visszavezeti azokat.

A látványos megjelenésű 2. sz. IRSA II DT oszlop esetében az egyes szintek piros-fehér színezése is feladat volt, amit a gyártóüzem sikeresen oldott meg: minden egyes elem színe megfelelő volt. A rács elemek egyébként gyárilag horganyzott és festett, ún. duplex kivitelben készülnek, így korrózióvédelmük a ma ismert legjobb megoldások közé tartozik.

Szót kell ejteni még a csomólemezekről és a csavarokról.

Ezek is gyárilag horganyzott kivitelűek, de a szerelés során még igénybevételek lesznek kitéve. Ezért nem kapnak gyári festékréteget, hanem a már felállított oszlop minimum fél éves üze me után (és persze a feszültségmentesítési lehetőségek függvényében) lehet a már kellő mértékben oxidálódott, azaz érdessé vált felületre a színréteget felvinni. (Friss horganyfelületen nem tapad megfelelően a festék, ezt bárki kipróbálhatja.) Az eljárást csomóponti festésnek hívják és a technológiából következően minden új oszlop esetében szükséges utólag elvégezni.

A Duna-tartó oszlop össztömege 36 873 kg, magassága pedig 103 m. Ekkora tömeg megmozgatásához speciális eszközökre volt szükség.

## DUNA-TARTÓ OSZLOP SZERELÉSE

A szerelés szintenként történt, ahol annak 4 oldalát a földön, síkban szerelték össze, majd darus biztosítással állították össze a térbeli szerkezetet. Az elkészült

szinteket pedig (egyre magasabb) daruval kellett a helyére emelni, ahol a már megépült oszloprész tetején tartózkodó szerelők várták és illesztés után azonnal rögzítették az új szintet.

A legfelső szintekhez már óriásdaru igénybe vételére került sor, a 103 m magas oszlophoz a gép hosszabbítása után egy 116 m magasságú darura volt szükség. A tartóoszlop utolsó szintjének ráemelése 2020. augusztus 6-án történt meg. A szerelés egyes fázisait mutató képek, bár nem tudják teljes mértékben visszaadni a helyszíni viszonyok különlegességét, mégis magukért beszélnek.

Összességében elmondható, hogy a speciális és rendkívül ritkán előforduló feladatot – az összes korábbiakban felsorolt szereplő együttműködése és összehangolt munkája révén – sikeresen oldottuk meg. Közülük is kiemelkedő az MVM XPert Zrt. példás szerelési és szervezési munkája. A MAVIR ZRt. és az energiarendszer egy újabb, jelentős műszaki színvonalat képviselő, távvezetési elemmel gazdagodott.



Medgyesy Domonkos \*

# < ELINDULT AZ MVM ÉS A RUSATOM SERVICE VEGYESVÁLLALATA

A EUROPEAN POWER SERVICES ZRT. KOORDINÁLJA A MISKOLCI  
FÜTŐERŐMŰ KOMBINÁLT CIKLUSÚ ERŐMŰVÉNEK ÚJRAINDÍTÁSÁT



Az MVM Zrt. és a Rusatom Service Rt. új vegyesvállalata, a European Power Services Zrt. (EPS) 2020. június közepén kezdte meg tevékenységét. Az EPS elsősorban erőművi rendszerek és berendezések biztonságos működtetéséhez szükséges fejlesztési és karbantartási szolgáltatásokat nyújt a hazai és az európai piacokon.

A Társaság az erőművi rendszerek biztonságos működéséhez és működtetéséhez elengedhetetlen korszerűsítési feladatokban, hatékonyságuk javításában, élettartam-növelésében vesz részt. Szakemberek képzésével,

üzembe helyezési és adott esetben üzemben kívül helyezési és leszerelési tevékenységekkel, valamint a különféle berendezések, szerszámok, pótalkatrészek, fogyóeszközök beszerzésével és biztosításával is foglalkozik.

A szinergiák hatékonyabb kihasználása érdekében az MVM Csoport és a Roszatom konszern tagvállalatai – többek között – az MVM XPert Zrt., MVM Titán Zrt., MVM Nukleáris Karbantartó Zrt. és az MVM ERBE Zrt., illetve orosz oldalról a Rusatom Service, az Atomenergomash, Atomstroyexport, Rosenergoatom, OKB Hidropress, CKMB, AEM Technology, ZiO-Podolsk, AAEM (JV Atomenergomash és GE), Atomtruboprovodmontaz, valamint ARAKO (CZ), Ganz EEM, SNIIP kapacitásainak bázisán kezdte meg működését.

„Cégünk szakmai felkészültségének köszönhetően célul tűzte ki a Paks I. blokkok karbantartásában, élettartamuk növelésében, valamint a Paks II. blokkokkal kapcsolatos oktatási, üzemeltetés-támogatási és karbantartási feladatokban való hatékony részvételét.

Az EPS kis létszáma ellenére (jelenleg 7 fő) gyorsan és hatékonyan működik, kollégáim több évtizedes iparági és projektmenedzsment tapasztalatokkal és szaktudással rendelkeznek. A közeljövőben további munkatársakkal tervezzük bővíteni a csapatot, mert kimagasló lehetőséget látunk a magyar és a környező (elsősorban a cseh, szlovák, ukrán és balkáni) piacokon való együttműködésben.

Cégünk rendelkezik az ISO 9001:2015 tanúsítvánnyal, és célul tűzte ki a Paksi Atomerőműben történő munkavégzéshez szükséges ABOS minősítés mielőbbi megszerzését.

## RÓLUNK

Az MVM Zrt. és a Rusatom Service JSC (RAS) közötti lehetséges együttműködéséről 2018 októberében kezdődtek tárgyalások, a felek 2019. április 15-én egy vegyesvállalat alapítását célzó befektetői szándéknyilatkozatot írtak alá. Az MVM Zrt. és a RAS között a részvényesi megállapodás és a European Power Services Zrt. (EPS) alapszabályát 2020. május 11-én írták alá, a cégbíróság pedig 2020. június 16-án bejegyezte a társaságot.

\* Medgyesy Domonkos vezérigazgató, EPS Zrt.



A cég első nagyobb projektjében az MVM Miskolci Fűtőerőmű Kft. (MIFÜ) Kombinált Ciklusú Erőművének újraindításához a segédrendszerek átvizsgálását, karbantartását, valamint felkészítését végzi. A rendszerek sokszínűsége komplex projektmenedzsment feladatokat igényel az alkatrészek biztosítására, speciális szerszámok legyártására, helyszíni kivitelezési kapacitás biztosítására, az alvállalkozók koordinálására. Az eredeti tervek szerint az erőművet 2020 végén kell elindítani, de köszönhetően a munkák előrehaladott állapotának, bízunk benne, hogy ez korábban is megtörténhet.

Kiemelt partnerünkkel, a Paksi Atomerőművel is előrehaladott tárgyalásokat folytatunk, és a napokban várható első megrendelésük.

Célunk, hogy az MVM Csoport számára új piacot teremtsünk, valamint lokalizáljuk a Roszatom néhány, az MVM számára is előnnyel járó tevékenységét Magyarországon és Európában.

Bízunk benne, hogy mindenki számára meg tudjuk mutatni katalizátor- és integrátorszerepünket elsősorban az MVM Csoport céljainak elérése érdekében” – nyilatkozta Medgyesy Domonkos vezérigazgató.

Dr. Raisz Dávid, Szoboszlai Beáta, dr. Csatár János, dr. Divényi Dániel,  
Sörös Péter Márk, Prikler László, Bertalan Zsolt \*

# < EGY JÖVŐBE MUTATÓ EGYÜTTMŰKÖDÉS – AZ MVM–BME SMART POWER LABORATÓRIUM ELSŐ KUTATÁSI EREDMÉNYEI

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



\* Bertalan Zsolt csoportszintű technológiai innovációs igazgató, MVM Zrt.  
Dr. Csatár János BME-FIEK tudományos munkatárs, BME Villamos Energetika Tanszék  
Dr. Divényi Dániel BME-FIEK tudományos munkatárs, BME Villamos Energetika Tanszék  
Prikler László BME-FIEK tudományos munkatárs, BME Villamos Energetika Tanszék  
Dr. Raisz Dávid MVM BME-FIEK Smart Power Laboratórium vezetője,  
BME Villamos Energetika Tanszék  
Sörös Péter Márk vezető üzleti megoldások szakértő, MVM Zrt.  
Szoboszlai Beáta stratégiai elemzési kompetencia központ vezető, MVM Zrt.

## AZ ENERGIASZEKTOR NÖVEKVŐ INNOVÁCIÓS IGÉNYE

A villamosenergia-szektorban zajló átalakulást elsősorban a környezet-, illetve a klímavédelmi szempontok vezérik. Ezek közé tartozik a megújuló energiatermelésre épülő és egyre markánsabb mértékben decentralizált termelési portfóliók kialakulása, az energiafogyasztók tudatosabbá válása és a korábban szinte elképzelhetetlen új szerepkörökben (pl.: energiatermelő, aggregátor) történő aktivizálódása, valamint az egyes energiaszektorok mind szorosabb összefonódása. Mindehhez a szorosan vett energetikai technológiai, elsősorban a megújuló bázisú termelés, valamint az energiatárolás hatékonyságát javító fejlesztések mellett az infokommunikációs technológia fejlődése, a digitalizáció – más szektorokhoz hasonlóan – jelentős mértékben járul hozzá. Mindazonáltal az egyre ambiciózusabb energia- és klímapolitikai célok elérésének támogatása mellett a nemzetgazdaság erősítését jelentő innovációs tevékenységek ösztönzése kiemelt jelentőségű.

A megújuló erőművek, a nagyszámú, de kisebb egyégteljesítményű elosztott termelés villamoshálózati integrációja döntő mértékben teljesítményelektronikai eszközök, inverterek alkalmazását igényli. Az ilyen eszközökben alkalmazott nagy teljesítményű félvezetők, valamint az inverterek kapcsolóelemeinek topológiája terén zajló változások lehetővé teszik egyre nagyobb kapcsolási frekvenciák és ezáltal egyre kisebb eszközméret létrehozását, ami utat nyit új termékek (pl. mikroinverterek) kifejlesztése előtt. Az inverterek többcélú, gyors szabályozhatósága lehetővé teszi alkalmazásukat a feszültségszabályozásban, a mesterséges inercia biztosításában, valamint „grid forming”, vagyis hálózatképző üzemmód szolgáltatás nyújtásában, akár szigetüzemű mikrogrid ellátása céljából is [1].

A teljesítményelektronika nem csupán a termelői berendezések, de számos új hálózati technológia domináns alkotóeleme is egyben. Több országban is gyors terjedésnek indult a háztartási energiatárolók alkalmazása, és egyre több ilyen berendezés jelenik meg MWh feletti méretben az elosztóhálózaton. Az átviteli hálózatok több pontján pedig új FACTS (Flexible AC Transmission System) eszköz kerül beépítésre. Emellett intenzív kutatás tárgyát képezi az egyik legfőbb „tradicionális” berendezésünknek, a transzformatornak teljesítményelektronikával történő kiegészített változata is (SST – Solid State Transformer), amely egy új korszakot nyitva kisebb anyagigénnyel és mérettel több hálózatszabályozási szolgáltatást kínál majd hagyományos elődjénél. A nagytávolságú energiaátvitelben évtizedek óta jelen lévő egyenáramú átvitel mellett, annak elosztóhálózati alkalmazása mára egyedi kutatások szintjéről a szabványosítási törekvések korszakába lépett.

Alapjaiban új szemléletet igényel a különböző szektorok, úgymint a közlekedés, a villamos energia, a hő- és a földgázellátás, valamint a kémiai energiatárolás egyre inkább tapasztalható összefonódása is, aminek hajtóereje egyrészt a villamos közlekedés, másrészt a P2X, azaz PowerToGas és PowerToLiquid technológiák, PowerToHeat alkalmazások fejlődése.

A nagy teljesítményű „primer” technológia mellett a mérés-technika fejlődése is új távlatokat nyit. Egyre több szenzor kerül a hálózatra (növekvő mértékben az elosztóhálózatokra), egyrészt okosmérők, másrészt PMU (phasor measurement unit) eszközök formájában, valamint egyre több az elosztott adatfeldolgozásra/vezérlésre/szabályozásra alkalmas eszköz is. Az ezek közötti kommunikáció kialakításához újgenerációs IT technológiákra, alkalmazásokra és szemléletre (IoT, felhő, edge computing, 5G), a nagy mennyiségű adat kezeléséhez és feldolgozásához pedig új eljárásokra (big-data, blockchain, mesterséges intelligenciamegoldások, kiberbiztonság szempontjai) van szükség.

A fenti technológiai lehetőségek kiaknázásához elengedhetetlen a regulációs keretek folyamatos újragondolása európai, regionális és tagállami szinteken, új piaci szereplők és szerepkörök (pl.: aggregátorok, helyi energiaközösségek, elszámolóközpontok) értéktérmető beillesztése, új piaci termékek (pl.: inerciaszolgáltatás, keresletoldali befolyásolás [demand side management], új tarifák, kereskedelmi struktúrák [pl. peer-to-peer]) létrehozása.

E szerteágazó kihívások és lehetőségek terén kezdeményező, versenyképes szerepet elérni és fenntartani csak erős innovációs háttérrel lehet. Ezért ipari és egyetemi szereplők világszerte keresik az együttműködés lehetőségeit, új, innovatív formáit. A legsikeresebb példák közé tartozik az aacheni műszaki egyetemen működő E.On Energy Research Center, amely interdiszciplináris felépítésével nemcsak kiváló, nagy hatású kutatási projektekkal és ipari fejlesztési eredményekkel gazdagítja a helyi és a tágabb szakmai közösséget, de több startup vállalkozás kiindulópontja is volt az elmúlt tíz évben. Hasonló célból az ABB központja az Egyesült Államokban a North Carolina State University kampuszára települt; szoros az együttműködés a világ legrangosabb műszaki egyeteme, az MIT és számos vezető vállalat (BP, Boeing, Eni, Ford Motor, Google, Intel, Samsung, Shell, Siemens stb.) között. Hosszabb ideje működő hazai példaként említhető az Ericsson és a BME-n működő HSNLab stratégiai partnersége is.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ INNOVÁCIÓ LENDÜLETE

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT



## A szerteágazó kihívások terén kezdeményező, versenyképes szerepet elérni és fenntartani csak erős innovációs háttérrel lehet.

Ehhez a szemlélethez illeszkedik a 2017 áprilisában a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) vezetésével és négy ipari partner (MVM, Siemens/Rolls-Royce, Nokia, Richter) részvételével megalakult FIEK projekt, amely a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a „Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ – Kutatási Infrastruktúra Fejlesztése (FIEK\_16)” c. pályázati program finanszírozásában valósul meg. A BME és az MVM közös, négyéves K+F+I programja, valamint egy, a régióban egyedülálló képességekkel rendelkező laboratórium létrehozása az első, ugyanakkor nagyon markáns lépést jelenti egy hosszú távú együttműködés útján [2][3].

### KUTATÁSI FELADATOK, EREDMÉNYEK

Az ENERGIAforrás olvasói már több alkalommal értesülhettek a FIEK projekt célkitűzéseiről és első eredményeiről [4][5][6].

Az MVM kutatási programja a megújuló termelés rendszerbe illesztéséhez kapcsolódik, és új üzleti megoldások (pl.: villamosenergia-tárolók, emobilitás, demand side management) piaci integrációját célozza.

A BME munkatársai ehhez kapcsolódóan új klíring algoritmust dolgoztak ki kooptimalizált pre-intraday piacterhez, amely kezeli a lineáris vagy lépcsős ajánlatokat, blokk ajánlatokat, és komplex ajánlatokat, mind energia, mind pedig kapacitás termékre (szabályozási tartalékra) vonatkozóan. Kidolgoztak továbbá termelés- és terhelés-előrejelzési eljárásokat, valamint folyamatban van egy, mikrogrid energiamedszmentjére szolgáló algoritmus kifejlesztése, amely képes a sztochasztikus (pl. fotovillamos) termelés, a dinamikus változó tárolókapacitások (pl. villamos autók), valamint a fogyasztók vezérlésével (DSM) különböző célfüggvények szerinti optimalizálásra, a hálózati korlátok (pl.: feszültséghatár, terhelhetőség) figyelembevételével. A célfüggvény lehet a mikrogrid csatlakozási pontján tartandó menetrend, illetve a mikrogrid által felajánlható rendszerszintű vagy rugalmassági termék. További fontos kutatási feladat e műszaki megoldások előtt álló esetleges regulációs akadályok feltérképezése és javaslattevél a Tiszta Energia Csomaggal való harmonizációra.

Az MVM Zrt. intenzív tagvállalati bevonással két jelentős szoftverterméket készített el.

A dinamikus megújuló termelési-menedzsment szolgáltatás KKV-k számára értékajánlata, hogy lehetőséget biztosít napenergiával működő kiserőművek termelési előrejelzésére, menetrend készítésére, annak a villamos rendszert irányító MAVIR felé történő beküldésére, valamint külső adatforrásból feltöltött termelési adatsorok elemzésére. Ezáltal a kiserőművek üzemeltetői kedvezőbb piaci értékesítési lehetőséghez jutnak, ugyanis a termelési prognózisok növekvő pontossága költségmegtakarítást eredményez a tervezett és a tény termelés közötti eltérés mértékére kötelezően megfizetendő ún. kiegyenlítő energia minimalizálásával.

A szolgáltatás alapját képező szoftveres alkalmazásban a potenciális ügyfelek, illetve a szolgáltatást biztosító operátorok grafikus felületen kezelhetik és követhetik a teljes folyamatot. Az alkalmazás lehetőséget biztosít arra, hogy a rohamosan terjedő napenergiával működő kiserőművek tulajdonosai nagy pontossággal tudják előre jelezni, hogy a közeljövőben mennyi villamos energiát képesek a hálózatba betáplálni. A kutatás-fejlesztési projekt alapozó, kutatási szakaszában azonosításra kerültek, hogy az időjárás-előrejelzési adatok közül mely adatoknak milyen hatásuk van az előrejelzési képességre. Vizsgálatra került, hogy milyen lehetséges algoritmustípusok jöhetnek számításba, és ezekkel az algoritmusokkal milyen előrejelzési pontosság érhető el. Kiválasztásra kerültek a leggyakoribb körülmények között használható matematikai algoritmusok, amelyek akkor használandók, amikor még nem áll kellő előzményadat a rendelkezésre. Az időjárás-előrejelzés pontatlanságait öntanuló algoritmusokkal lehet optimális mértékben kompenzálni.

A másik fejlesztési eredmény, a **close to real time piacmenedzsment szoftver** lehetőséget biztosít piacüzemeltető megoldásként a szabványos villamosenergia-piaci kereskedési termékek aukcióinak lebonyolítására, ajánlatok fogadására, kezelésére és az ajánlatok kiértékelésére. Az alkalmazásban a piac résztvevői grafikus felületen, illetve külső adatforrásból adhatják be az adott aukció keretein belül ajánlataikat. Az ajánlatok kiértékelése és a nyertes(ek) megállapítása ütemezve, automatikusan történik, az adott piacon tevékenykedő operátorok állandó felügyelete mellett. A kereskedést, az eredmények áttekintését modern, jól áttekinthető felületek támogatják, az ajánlatkezelési munkafolyamatot piacspezifikus kapukezelési beállítások szabályozzák.

Az alkalmazásban két részpiac működtetési szoftverének megvalósítására került sor: az energia- és tartaléktermékek kooptimalizált kiválasztását támogató, napon belüli futású, pre-intraday (preID), és a megújuló termelési származási garanciák kereskedelmét biztosító GO piac kiszolgálására. Az általános kereskedési keretrendszer emellett lehetőséget biztosít további új piacok felvételére is.

### AZ MVM-BME SMART POWER LABORATÓRIUM KÉPESSÉGEI

A laboratórium FIEK projekten belüli létrehozásával az inverteres kapcsolódású berendezések hálózati integrációjával és energiamedszmentjével kapcsolatos vizsgálatok és prototípus fejlesztések támogatását, illetve ilyen eszközök valós időben, a valóságot jól közelítő teljesítményszinten történő tesztkörnyezetének megvalósítását tekintettük elérendő célunk. A kutatólaboratórium által biztosított háttér és a digitális technológiák alkalmazása lehetővé teszi, hogy új, okos megoldásokat tudjunk kifejleszteni, elsősorban az alábbi célok mentén:

- megújulóenergia-alapú termelés hatékony villamosenergia-rendszerbe illesztése,
- a fenntartható, rendszerirányítást is támogató rugalmas piaci működés kialakítása,
- az energiahatékony termelési, tárolási technológiák támogatása,
- az elosztott irányítórendszerekkel szemben támasztandó (kiber)biztonsági kérdések,
- a tárolás, a fogyasztóoldali befolyásolás, az e-mobilitás intelligens technológiáinak és üzleti modelljeihez kapcsolódó vizsgálatok.

A laboratórium eszközei támogatják a szigetüzemű, illetve a hálózattal szinkron üzemben, „grid-backup” módban működő energiarendszerek összetett mérési

és energiamedszment feladatainak kifejlesztésére irányuló K+F tevékenységet. A rendszer részét képezi egy nagy teljesítményű real-time szimulátor, amely a hozzá kapcsolódó teljesítményelektronikai eszközökkel együtt alkalmas az időjárásfüggő megújuló termelés következtében fellépő elosztóhálózati és rendszerirányítási kihívásokra adandó válaszok keresésére, illetve a fotovoltaiikus inverterek és az energiatárolók valós idejű optimalizációs algoritmusainak kidolgozásához is korszerű vizsgálati lehetőséget nyújt. Az eszközök felhasználhatók ellátásbiztonsági, rendszerstabilitási, termelési-fogyasztási-tárolási dinamika közötti kapcsolatok megismerését célzó kutatási tevékenységben, a termékfejlesztési célú prototípus-vizsgálatokban, beleértve az intelligens eszközök közötti kommunikációs kapcsolatok, adatok, mérések kompromittálódására irányuló kiberbiztonsági vizsgálatok körét is.

A laboratórium eszközei az 1. ábrán láthatók.

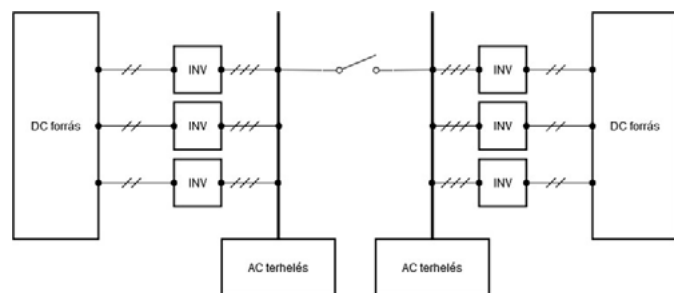
Az ábra bal oldalán a **valós idejű szimulátor** (RTS) található, amely képes fizikai rendszerek (esetünkben többnyire villamosenergia-rendszerek) dinamikus modelljének valós időben történő szimulációjára. A teljesítményerősítővel együtt az RTS lehetővé teszi, hogy valós időben szimuláljuk az elosztó és átviteli hálózat többi – *fizikailag rendelkezésre nem álló – elemét*, és az ezekkel való kapcsolatot 21 kVA-es teljesítményszinten meg is tudjuk jeleníteni a fizikai eszközök számára.

1. ÁBRA: A LABORATÓRIUM ESZKÖZRENDSZERE

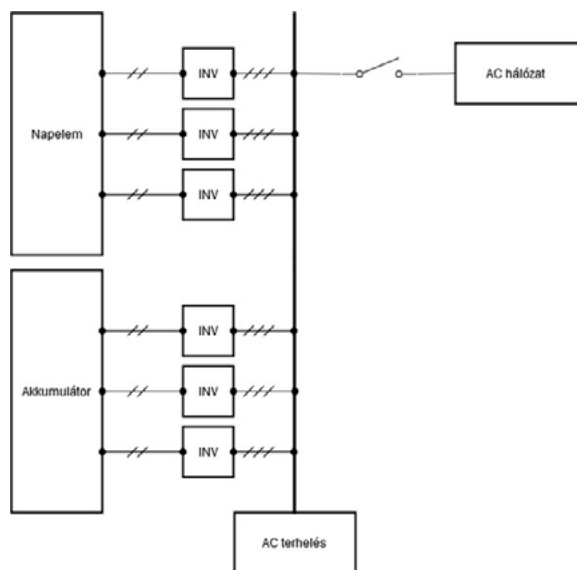


2. ÁBRA: PÉLDA A LABORÁTIUMBAN MEGVALÓSÍTHATÓ VIZSGÁLATI ELRENDEZÉSEKRE

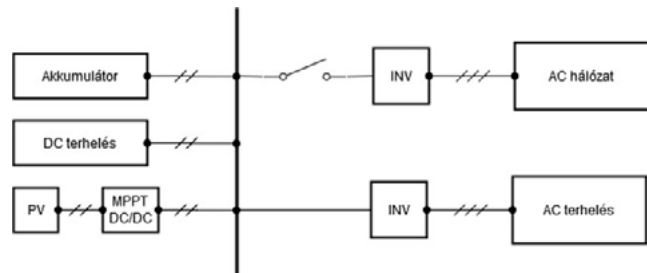
A) MIKROGRIDEK EGYMÁSSAL TÖRTÉNŐ SZINKRONIZÁCIÓJÁNAK ÉS ENERGIAMENEDZSMENTJÉNEK VIZSGÁLATA



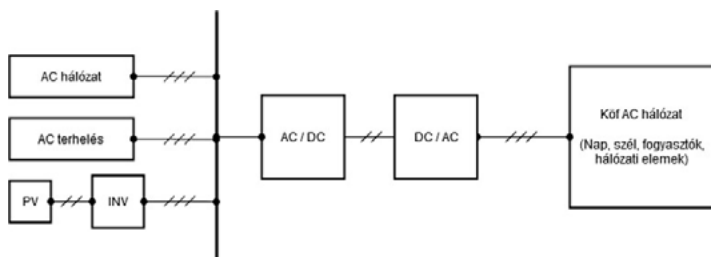
B) MIKROGRIDEK ENERGIAMENEDZSMENTJÉNEK, HÁLÓZATI LEVÁLÁSÁNAK ÉS RESZINKRONIZÁCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA



C) DC MIKROGRID SZABÁLYOZÁSA ÉS ENERGIAMENEDZSMENTJÉNEK VIZSGÁLATA



D) ÚJFAJTA HÁLÓZATI MEGOLDÁSOK (PL. ELOSZTÓHÁLÓZATI DC LINK) VIZSGÁLATA



A **vezérelhető inverterek** alkalmazásával lehetőség van saját vezérlési algoritmusok (pl. virtuális forgótömeg leképezése vagy speciális feszültségszabályozási algoritmusok) implementálására, továbbá az inverterek egy részének hardver struktúrája (kétszintű/multilevel vagy a szűrőkörök felépítése) is változtatható. Így a kereskedelmi fogalomban kapható eszközök funkcionalitásán túlmutató megoldások is kutathatók.

A regeneratív tulajdonságú, **elektronikus terhelés-emulátor**-egység lehetővé teszi, hogy különböző karakterisztikájú fogyasztókat vagy fogyasztói csoportokat valósághűen le lehessen képezni, változó teljesítmények, változó teljesítménytényező, felharmonikus tartalom, aszimmetria tulajdonságaikkal együtt.

Az **akkumulátoremulátor** a különféle energiatároló eszközök fizikai jellemzőit, töltési-kisütési viselkedését elektronikus úton emulálja a többi eszköz számára, de megtalálható a laboratóriumban egy 15 kW teljesítményű és 7,2 kWh kapacitású Li-ion akkumulátortelep is.

A **hálózatemulátor**-egység feladata a különböző hálózati jellemzők, hálózati zavarok, frekvencia-ingadozások, harmonikus viszonyok megvalósítása. Erre olyan vizsgálatok során lesz szükség, amikor pl. egy vagy több, a laborban részletesen modellezett mikrogrid reszinkronizációját kívánjuk vizsgálni a hálózatemulátor által leképezett mögöttes hálózathoz.

A fenti eszközrendszer kiegészül **mérés-adatgyűjtési és vezérlési** funkciókat ellátó berendezésekkel (pl.: oszcilloszkópok, NI cRIO vezérlők, ipari PC-k, dSPACE vezérlő), valamint védelmi-automatika berendezések vizsgálatához szükséges Omicron **erősítő**kkal. A laboratóriumban található továbbá egy kb. 800 m hosszú **kisfeszültségű légkábelerendszer**, amellyel többféle nagyságú és topológiájú hálózat állítható össze, ezen túlmenően pedig egy 1 kW teljesítményű **napelem**-rendszer a hozzá tartozó inverterekkel. Ezenkívül a hálózat/akkumulátor/-terhelés-emulátorokkal összesen 9 db független PV panel villamos karakterisztikája is leképezhető, egyenként 7–10 kW teljesítményszinten.

A laboratórium kialakítása során fontos szempont volt a **rugalmasság**: többféle valós hálózati konfigurációt kívánunk a laborban modellezni, és az aktuális vizsgálat céljától függően más és más szereplőket szükséges részletesen, a saját eljárásaink, ill. algoritmusaink implementálására alkalmas módon leképezni – a rendszer többi részét ilyenkor készen kapható emulátorszakaszok – pl. a hálózatemulátor vagy az RTS+erősítő alrendszer – képezik le. A laboratóriumi eszközökkel megvalósítható hálózati konfigurációk egy részét példaképpen a bal oldali ábrák szemléltetik:

Az ábrákon szereplő egységek mindegyikét egy-egy, a laborban fizikai eszközként jelen lévő készülékkel lehet szimulálni.

A laboratóriumi eszközökkel megvalósítható további vizsgálatok a teljesség igénye nélkül:

- Védelmek és automatikák tesztelése.
- Hálózati hibahelybehatárolás, izolálás és rekonfiguráció.
- Napelemes inverterek szabályozási stratégiáinak vizsgálata, pl. mesterséges inercia megvalósítása.
- Elosztott feszültségszabályozást megvalósító algoritmusok és eszközök tesztelése.
- PMU alkalmazások (állapotbecslés, stabilitás, Wide Area Protection, FTK...).
- Újfajta hálózatszabályozási megoldások (pl. FACTS eszközök) vizsgálata.

A FIEK laboratórium eszközparkja nemcsak a villamos-energia-rendszer fizikai folyamatainak szimulálására képes, hanem a vizsgálat alatt álló eszközökkel a szabványos infokommunikációs csatornákon keresztül is lehet kapcsolódni, többek között IEC-60870-5-104, IEC-61850 család, IEC-60255-118-1, DNP3, MODBUS protokollok segítségével. Ezáltal lehetővé válik SCADA rendszerek vizsgálata, a rendszer kiber-fizikai szimulációja, amely alkalmassá teszi a laboratóriumot arra, hogy az infokommunikációs rendszerben bekövetkező zavarok (késleltetések, jelkimaradások, kibertámadások stb.) hatásait vizsgáljuk.

Érdekes távlatokat nyújt az egymástól fizikailag nagy távolságban elhelyezkedő eszközök interneten keresztül történő egymáshoz kapcsolása. Ez egyrészt távoli laboratóriumok (RTS-ek) összekapcsolását jelentheti a számítási kapacitás növelése érdekében, másrészt viszont jelenthet olyan CHIL vagy PHIL alkalmazásokat is, amelyek során az RTS és a fizikai eszköz egymástól távol van. Utóbbi alkalmazásnak pl. akkor lehet jelentősége, amikor az eszközök szállítása nehezen megoldható (vagy aránytalanul nagy költséget jelentene), vagy ha a szellemi tulajdon védelme érdekében egy fejlesztés alatt álló eszközt csak korlátozott mértékben kívánnak a partnerek egymás rendelkezésére bocsátani.

A továbbiakban néhány, a laboratóriumban elvégzett konkrét vizsgálat eredményeit mutatjuk be.

## LABORÁTIUMI KÍSÉRLETEK

### Mesterséges inercia megvalósítása a laboratóriumban

A megújuló energiaforrások elterjedése következtében egyre több szinkrongép alapú termelő szorul ki a villamos energia-rendszerből, és helyüket átveszik a teljesítményelektronikai eszközökön (invertereken, frekvenciaváltókon) keresztül betápláló energiaforrások. Ezeknek az eszközöknek azonban nincs inerciájuk, (vagy ha van is – mint egy szélgenerátornak –, azt a konvertere a hálózattól elszigeteli), vagyis nem tárolnak forgási

A **valós idejű szimuláció** kritériuma az, hogy a folyamat állapotainak és kimeneteinek számítási eredményei ugyanannyi idő alatt álljanak rendelkezésre, mint amennyi idő a valóságban ezen értékek megvalósulásához szükséges [8].

Az RTS egyik lehetséges alkalmazási módja (tipikusan egy termékfejlesztési folyamat kezdeti szakaszában) az ún. **Software-in-the-Loop (SIL)**, vagy más néven Processor-in-the-Loop szimuláció. Ennek során a teljes rendszert (hálózat, vezérlés, védelmek stb.) a szimulátorban modellezzük, külső input-output (I/O) kapcsolatok nélkül. Ez az alkalmazási mód nagyban hasonlít az offline-szimulációhoz, különbség csupán a számított jellemzők valós időhöz történő szinkronizáltságában van, a számított mennyiségek az egyes szoftvermodulok I/O portjain valós időben jelennek meg.

Az alkalmazási lehetőségek másik csoportja

a **Hardware-in-the-Loop (HIL)** szimuláció, amelynek során az RTS-hez egy (vagy több) fizikai eszköz is csatlakozik:

#### ■ **Controller-Hardware-In-the-Loop (CHIL)**

alkalmazás esetén a fizikai kapcsolatok „kísérleti” összeköttetések, és tipikusan védelmek vagy vezérlő berendezések valósághoz hasonló körülmények közötti vizsgálata a cél. Ilyenkor az RTS-ben képezzük le a vizsgált eszköz által befolyásolt villamos hálózatot és a szimulátor A/D, ill. D/A átalakítóit csatlakoztatjuk a védelmi készülékhez. Ezek a kapcsolatok jellemzően néhány volt, illetve néhány milliamper nagyságrendű I/O összeköttetések.

#### ■ **A Power-Hardware-in-the-Loop (PHIL)**

alkalmazásokban ezzel szemben az RTS-t a külső eszközzel egy teljesítményerősítő kapcsolja össze. Ennek teljesítményétől függően több kW, sőt akár több MW teljesítményű berendezés vizsgálható valósághoz hasonló körülmények között.

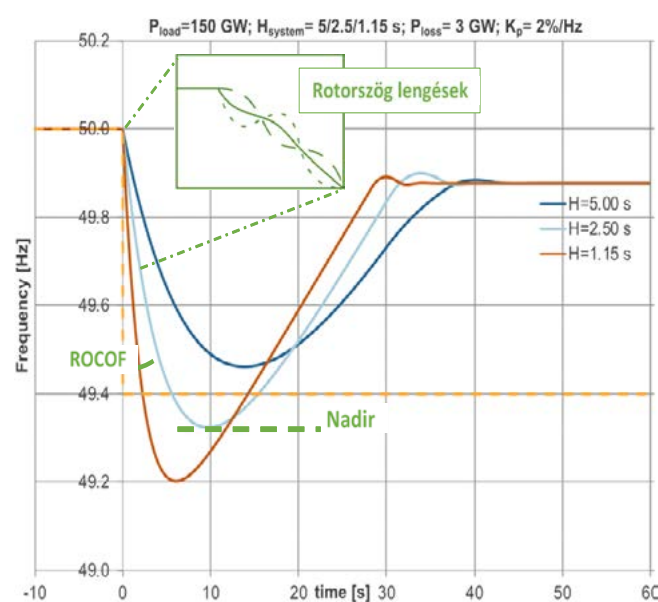
Az alkalmazott időbeli felbontásnak és a vizsgált rendszer méretének a szimulátor hardverképessége szab korlátot.

- Nagyon nagy rendszerek lassú dinamikája (pl. rendszerközi lengések) leképezhetők kvázisztatcioner állapotok egymásutáni folyamatként, effektív érték fázorok számításával. Ehhez 1 ms időbeli felbontás már tökéletesen megfelelő.
- Közepes méretű VER részrendszerek legfeljebb 2 kHz-ig terjedő tranzienst folyamatainak modellezésére 50 µs időlépcsőt szokás alkalmazni.
- Kisebb teljesítményű impulzusszélesség-modulált inverterek részletes, valós idejű leképezése a 10 kHz-es vagy annál nagyobb kapcsolási frekvencia miatt legfeljebb 1..10 µs időbeli felbontással lehetséges.

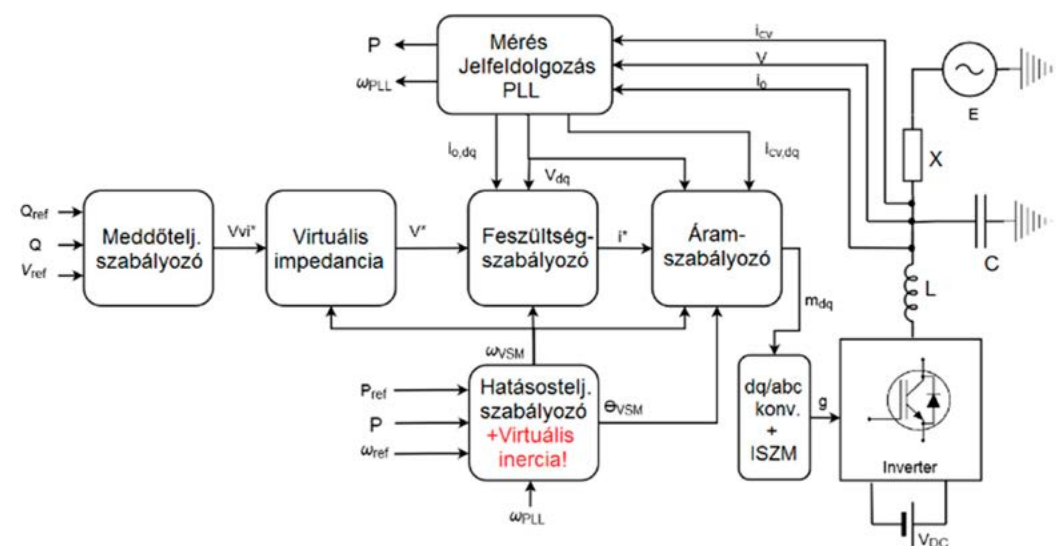
energiát, amely a termelés és fogyasztás egyensúlyának megváltozása esetén bármiféle szabályozás, mérés-jelfeldolgozás-beavatkozás nélkül, azonnal rendelkezésre állna és a rendszer frekvenciastabilitását segíteni tudná.

A 3. ábra mutatja a rendszerfrekvencia alakulását egy 150 GW rendszerterheléssel jellemezhető rendszerben, 3 GW termelés kiesése esetén, különböző mértékű rendszer-inerciaállandók (H) mellett.

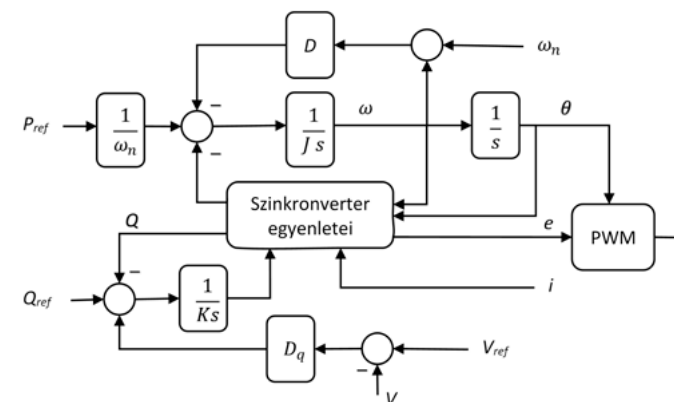
3. ÁBRA: RENDSZERFREKVENCIA ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ INERCIAÁLLANDÓK ESETÉN [9]



4. ÁBRA: VIRTUÁLIS SZINKRONGÉP SZABÁLYOZÁSTECHNIKAI MEGVALÓSÍTÁSA HÁLÓZATRA TÁPLÁLÓ INVERTERKASZKÁD SZABÁLYOZÁSÁNAK KIEGÉSZÍTÉSÉVEL [7]



5. ÁBRA: SZINKRONVERTER SZABÁLYOZÁSTECHNIKAI MEGVALÓSÍTÁSA HÁLÓZATRA TÁPLÁLÓ INVERTER ESETÉN [7]



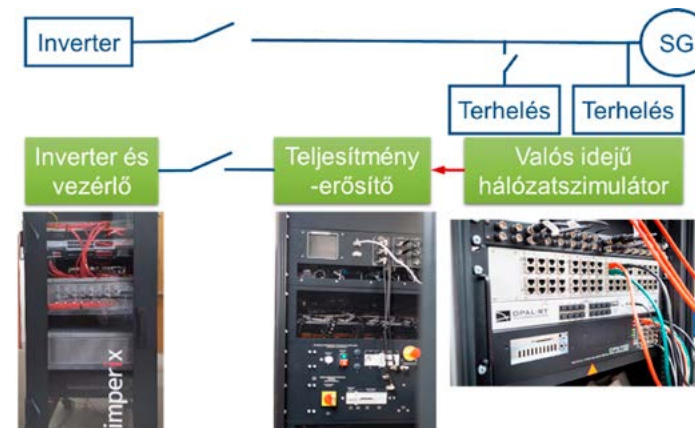
Az inverter fizikailag a laborban jelen lévő 15 kW teljesítményű vezérelhető inverter, amelynek szabályozását teljes mértékben mi tudjuk programozni. A szinkrongép és a terhelések viszont fizikailag nincsenek jelen a laborban: ezt a hálózatrészt az RTS képezi le. A szimulált és a fizikai formájában létező eszközök között a csatlakozási pontot a teljesítményerősítő valósítja meg. A kapcsolódó fizikai eszközök számára a feszültségek és áramok illesztését a mért, illetve kiadott jelek szoftveres skálázásával lehet megoldani. Az inverterben a 4. és 5. ábrán látható megoldásokat implementáltuk. A teljesítményugrás hatására létrejövő frekvenciaváltozás a 3. ábrán látható jelet mutatta: az inercia virtuális megvalósításával a frekvencia megváltozása és merevedése csökkent az inercia nélküli esethez képest, ezáltal a rendszer stabilitási korlátja növelhető volt.

Inerciával kapcsolatos szolgáltatások igénye, illetve piaci termékek megjelenése esetén várható, hogy a fentiekhez hasonló vezérlési módszerek bekerülnek az inverterek alapvető szolgáltatásai, funkcionálisai közé.

### Szigetüzemi működés és reszinkronizálás

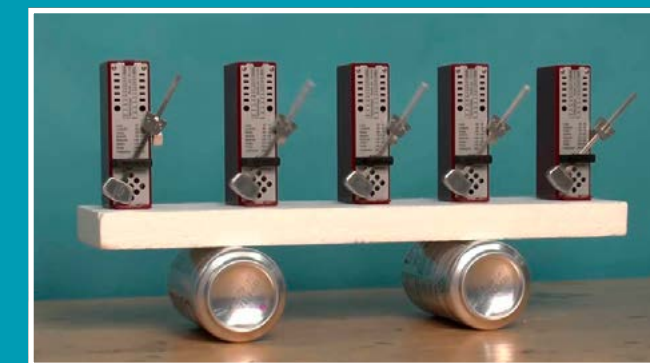
Az elosztott energiatermelés felveti annak lehetőségét, hogy nagy rendszerüzemzavarok esetén egyes hálózatrészek, amelyek a lokális termelésnek köszönhetően képesek lennének önállóan biztosítani fogyasztóik ellátását, szigetüzemben maradjanak. Az irodalomban fellelhető innovatív szigetüzemi invertervezérlés (VOC – Virtual Oscillator Control [10]) lehetővé teszi, hogy szigetüzemben működő inverterek nagyon gyorsan szinkronizálódjanak egymással, valamint azt is, hogy a terhelést egymás között a névleges teljesítményük arányában osszák meg. Ezenkívül a hálózatra történő reszinkronizáció, valamint hálózatra tápláló üzemmód-

6. ÁBRA: VIRTUÁLIS SZINKRONGÉP MEGVALÓSÍTÁSA A LABORATÓRIUMBAN



### CSATOLT REZGŐKÖRÖK ELMÉLETE

A csatolt rezgőkörök (oszillátorok) működését metronómok segítségével lehet látványosan szemléltetni. Ha két vagy több, nem tökéletesen egyforma metronóm egymástól független lengését megfigyeljük, akkor látni fogjuk, hogy azok nincsenek szinkronban. Ha azonban egy közös, mozgó talapzatra helyezzük őket, akkor rövid időn belül szinkronban fognak járni, mert a mozgó talajon át egymással csatlósba kerülnek, energiát adnak át egymásnak.







Ezek a megoldások  
nagymértékben növelhetik  
a decentralizált termelésalapú  
villamosenergia-rendszer  
megbízhatósági mutatóit.

A modellezés során az erőmű villamos környezetének digitális mását (Digital Twin) hoztuk létre, ezért olyan jelenségek is vizsgálhatók voltak, melyekről nincs, vagy csak kevés előzetes feltételezésünk van. Az alkalmazott vizsgálati módszer további előnye a hagyományos védelemvizsgálati („nyomatós”) módszerekkel szemben az, hogy a fizikai eszköz reakciói valós időben [visszahatnak](#) a szimulált rendszerre, így a szimuláció további szakaszán már a megváltozott feltételeket is figyelembe lehet venni.

## ÖSSZEFOGLALÓ

A FIEK projekt lassan célegyenesbe fordul, az utolsó fél év áll előtünk. Cikkünkben röviden bemutattuk a projekt azon célkitűzéseit és eredményeit, amelyek az MVM és a BME Villamos Energetika Tanszéke együttműködésében, a BME Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központja koordinálásával megvalósultak.

A bevezető részben bemutattuk a villamos energia termelés-tárolás-kereskedelem-szállítás-felhasználás értéklánchoz kapcsolódó, az MVM Csoport szinte minden tagvállalata számára jövőformáló kihívások sokféleségét, a cikk keretein belül elsősorban a műszaki kihívásokra fókuszálva.

E kihívásokra (pl.: decentralizált termelés, digitalizáció, elektrifikáció) versenyképes megoldások csak a megfelelő innovációs háttér biztosításával, az innováció feltételeinek megteremtésével adhatók.

E céllal jött létre az MVM és a BME együttműködésében a régióban egyedülálló MVM–BME Smart Power Laboratórium. A cikk harmadik fejezetében felvillantottuk a laboratóriumban megtalálható eszközök, berendezések képességeit, és vázoltuk azon vizsgálatok körét, amelyek a laborban elvégezhetők.

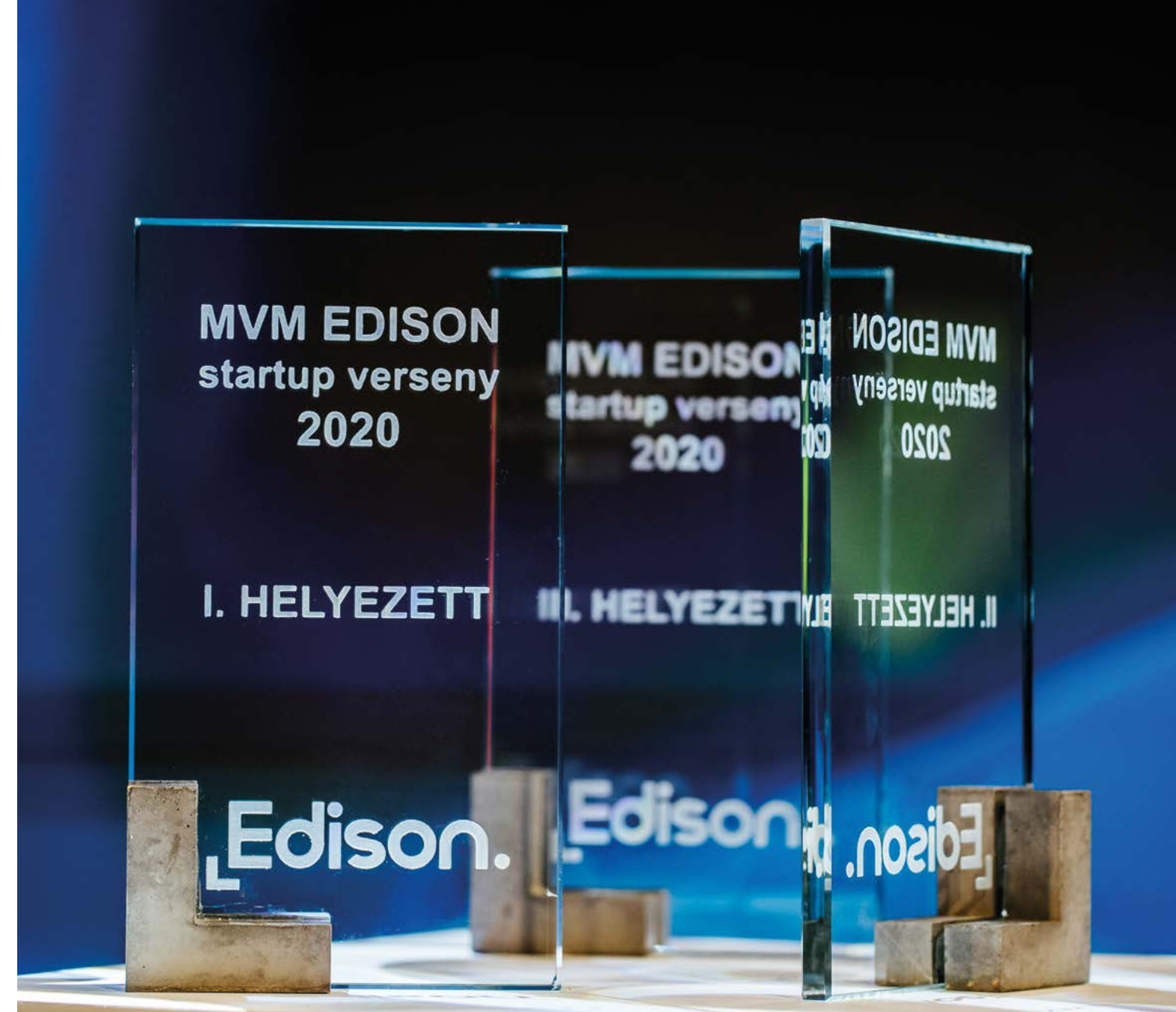
A cikk második felében ismertettük három konkrét vizsgálat eredményeit is: bemutattuk, hogyan lehet hardveresen megvalósítani hálózatra tápláló inverterekkel virtuális inerciaszolgáltatást és hogyan lehet ilyen berendezésekkel szigetüzemi körülmények között is biztosítani a fogyasztók ellátását. Végül bemutattuk, hogy

a laboratórium eszközrendszerét hogyan használtuk fel egy harmadik fél számára nyújtott szolgáltatás keretében, egy erőmű háziüzemét kiszolgáló alállomásban alkalmazott átkapcsoló automatika működésvizsgálata során.

A projekt és a laboratórium létesítése egy fontos mérföldkő az MVM Csoport Innovációs Stratégiájának megvalósításában. Bízunk benne, hogy a projekt keretében megszerzett kompetenciánk és a laborban rendelkezésre álló világszínvonalú infrastruktúra megfelelő alapot teremt további harmadik feles együttműködések kialakításához, újabb hazai és nemzetközi K+F+I projektekbe való eredményes bekapcsolódáshoz.

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Dr. Raisz Dávid: Teljesítményelektronikai elemek hálózati hatásai (Az inverter barát vagy ellenség?), MEE Védelmi és Irányítástechnikai Fórum, 2019. Online 2020. 10. 01: [http://www.mee.hu/files/files/raisz\\_vif2019\\_inverterek\\_01.pdf](http://www.mee.hu/files/files/raisz_vif2019_inverterek_01.pdf)
- [2] Bertalan Zsolt, Raisz Dávid: Az ipari és a felsőoktatás együttműködése a hazai energetika versenyképességéért, MEE Vándorgyűlés, 2018. online: 2020. 10. 01: [http://www.mee.hu/files/files/raiszd\\_bertalanzs\\_v3.pdf](http://www.mee.hu/files/files/raiszd_bertalanzs_v3.pdf)
- [3] Dr. Raisz Dávid, dr. Divényi Dániel, dr. Csátár János, Bertalan Zsolt: Új lehetőség a hazai innováció támogatására – a FIEK laboratórium és első eredményei, MEE Vándorgyűlés, 2019. online: 2020. 10. 01: [http://www.mee.hu/files/files/raisz\\_divenyi\\_csatar\\_bertalan\\_web.pdf](http://www.mee.hu/files/files/raisz_divenyi_csatar_bertalan_web.pdf)
- [4] Kádár Márton Gábor, Sörös Péter Márk, Szoboszlai Beáta: Kutatóműhelyt alapít és saját kutatás-fejlesztési programot indít az MVM a BME-vel együttműködésben, Energiaforrás, LIII. évfolyam, 2017. 2. szám
- [5] Szoboszlai Beáta: Fontos mérföldkövek a FIEK projektben, Energiaforrás, LIV. évfolyam, 2018. 1–2. szám
- [6] Dr. Závecz Ágnes: Az egységes európai energiapiaci célmodell, a jövőbeli piacdízájn feltérképezése, Energiaforrás, LVI. évfolyam, 2020. 1. szám
- [7] Antonello Monti Federico Milano Ettore Bompard Xavier Guillaud: Converter-Based Dynamics and Control of Modern Power Systems, Academic Press 2021, ISBN: 9780128184912
- [8] Dr. Raisz Dávid: Valós idejű szimulátorok, Elektrotechnika 110. évf. 2017/10. szám
- [9] ENTSO-E: Frequency Stability Evaluation Criteria for the Synchronous Zone of Continental Europe – Requirements and impacting factors – RG-CE System Protection & Dynamics Sub Group, March 2016
- [10] Raisz David, Thai Trung Tran, Monti Antonello: Power Control of Virtual Oscillator Controlled Inverters in Grid-Connected Mode, IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS 34: (6) pp. 5916-5926.



Gerencsér Dorottya \*

# < ENERGIA AZ INNOVÁCIÓHOZ: AZ MVM CSOPORT INNOVÁCIÓS PROGRAMJAI

\* Gerencsér Dorottya innovációs és startup szakértő, Smart Future Lab Zrt.

„A mai MVM Csoport minden idők legösszetettebb MVM-je, hiszen gyakorlatilag mindent felölel, ami az energetikához kapcsolódik. Termel, tárol, kereskedik, eloszt, szolgáltat, tervez, épít, szállít, adatátvitelt biztosít, innovál és inkubál.”  
(Bertalan Zsolt csoportszintű technológiai innovációs igazgató)

## BEVEZETÉS

Az MVM EDISON mindenki számára ismerős, hiszen a régió egyik legnagyobb, energetikai startup versenyéről van szó, viszont az MVM Csoport innovációs programja nem csupán a startup versenyben merül ki, ennél sokrétűbb és szerteágazóbb. Az alábbi cikkben ezeket a programokat mutatjuk be.

Az MVM Csoport innovációs stratégiájával összhangban, a belső innovációs programok célja, hogy biztosítsák a munkavállalóknak a tudást, módszertant és eszközrendszert, amelyek az innovációt támogatják a cégcsoporton belül.

Az MVM Csoport számára kiemelten fontos, hogy lehetőséget teremtsen programjaival, a munkavállalók innováció iránti érdeklődését felkeltse és ilyen irányú motivációjukat erősítse. Az innováció élményszerű megismerése fejleszti az MVM Csoport munkavállalóinak innovatív képességeit és építi a közös munkavégzés vállalati kultúráját. Továbbá lehetőséget biztosít a munkavállalóknak, hogy a programok során megkezdett műhelymunka után részt vegyenek a megvalósítási szakaszban, ezáltal új területeken is kipróbálhatják magukat, így új kompetenciákkal gazdagodhatnak a munka során.

Az innovációs programok kettőst célt szolgálnak a cégek, vállalatok életében. Egyrészt célja, hogy a külső innovációkat, startupokat feltérképezze a cég és rövid vagy hosszú távú együttműködést kezdeményezzen a startupokkal. A belső munkavállalókat célzó programok, események célja, hogy a munkatársakat elkötelezze hosszú távon az innovációs tevékenységek kapcsán, és ezáltal aktív szereplőivé válhatnak a cég, vállalat innovációs törekvéseinek megvalósításában.

Az MVM Csoport innovációs programjait szintén megkülönböztetjük belső és külső innovációs programok alapján. A belső innovációs események célja elsősorban a munkavállalók bevonása az innovációs folyamatokba és a közös gondolkodásba, valamint az ehhez szükséges tudás biztosítása. A külső innovációs tevékenység alatt értünk olyan folyamatokat, amely esetében akár az MVM Csoport kihívásai, akár a stratégiai célok megvalósítása során olyan külső szereplők vesznek részt a folyamatokban, akik a megoldás egy részét vagy egészét szolgáltatni tudják. Ezek a szereplők lehetnek akár startupok vagy már termékkel rendelkező vállalkozások is, amelyek az MVM Csoport működési környezetébe adaptálható új, adott esetben innovatív terméken, szolgáltatáson vagy technológián dolgoznak.



A 2019-ES MVM INNOVÁCIÓS NAP

## AZ MVM CSOPORT INNOVÁCIÓS PROGRAMJAI

### Innovációs nap

2019. október 7-én az első MVM Innovációs Nap került megrendezésre. A közel 90 előzetes regisztrált résztvevő mellett mások is meghallgatták a belső és külső meghívott előadók által tartott, innovációhoz kapcsolódó előadásokat. Az MVM-es innovációs projektek ismertetése mellett a meghívott vendégelőadók napjaink technológiai trendjeit mutatták be.

2020 decemberében elején kerül megrendezésre az innovációs nap online formában. A résztvevők a délelőtti folyamán MVM-es projektekkel és sikertörténetekkel ismerkedhetnek meg, előadások formájában. Délután az interaktivitása volt a főszerep. Workshopokon vehettek részt az érdeklődők, ahol az innovációs módszertanokat a gyakorlatban alkalmazva ismerhették meg. A workshopok után a nap záró programja az Év Innovátora díjátadó eseménye került megrendezésre, ahol a szakmai zsűri által kiválasztott egyének/csapatok mutatták be ötletüket a szakmai zsűri és a nagyközönség előtt és kihírdették a legjobb ötleteket is.

### Meetup sorozat

„Tudást adunk az innovációhoz, mozdulj ki velünk a hétköznapiakból, virtuálisan!”

Sokak számára ismerősen cseng az MVM meetup powered by SFL sorozatának szlogenje. Idén tavasszal újtára indítottuk első, online meetup sorozatunkat, melyen a résztvevő kollégák egy kötetlen délután keretein belül ismerhették meg mélyebben az MVM innovációs stratégiáját, előadást hallhattak a diszruptív innovációról és mélyebben betekintést nyerhettek az MVM EDISON startup verseny kulisszái mögé. Meghívott, külsős előadók pedig az innováció területén alkalmazott módszertanokat mutattak be a résztvevőknek.

Az őszi meetup sorozattal folytatódott a nyári tudásátadás, a Smart Future Lab portfóliójában lévő csapatok mutatkoztak be és mutatták be projektjeiket az MVM-es



Az innováció élményszerű megismerése fejleszti az MVM Csoport munkavállalóinak innovatív képességeit és építi a közös munkavégzés vállalati kultúráját.



MÁRTON ISTVÁN, AZ SFL ZRT. VEZÉRIGAZGATÓJA

kollégáknak, bemutatásra került a BME FIEK együttműködés, és október végén megismerhették az NKM Optimum Smart City projektiroda tevékenységét is.

### Hackathonok

**Hackathon definíció:** A résztvevő csapatok új és innovatív koncepciókat illetve prototípus megoldásokat fejlesztenek a kiírt kihívásokra, rövid idő alatt (általában 24-72 óra).

### Munkavállalóknak

A munkavállalói hackathonnal a munkatársakat szeretnénk ösztönözni, hogy aktívan részt vegyenek az innovációs tevékenységekben, új megoldások, termékek feltérképezésében, kidolgozásában és annak esetleges megvalósításában. Kiemelendő szempont, hogy a munkavállalók ügyfélszemponttal is rendelkeznek, így a kihívásokra szállítandó megoldást több szempontból is meg tudják közelíteni, valós megoldást tudnak nyújtani a kihívásokra és ezáltal sokrétű tudást tudnak alkalmazni a hackathon során.

2020 májusában, online került lebonyolításra az első munkavállalói hackathon. A két nap folyamán a csapatok sprintekre bontott etapokban dolgoztak azon, hogy a második nap zárása után további egy hét csapatmunka után a zsűri előtt prezentálják megoldásukat és a megoldási megvalósítási javaslatait. A sprintek egy-egy módszertan segítségével dolgozták fel a feladatot, melyet a csapatoknak teljesíteni kell. Így a tanulási folyamat egyből átültethető volt a gyakorlati formába, és valós problémán vezethették végig a munkavállalókat a módszertan/metodológia megértésével.

### Egyetemistáknak, startupoknak, fejlesztőknek

A részt vevő csapatok (egyetemisták, startupok, fejlesztők, innovátorok, dizájnerek, vállalkozók) új és innovatív koncepciókat, illetve prototípus megoldásokat fejlesztenek a kiírt kihívásokra. A csapatok 24-72 órán keresztül versenyeznek az ötletfejlesztésben, a prototí-

Kálmán Kornél \*

## < PIACRA LÉPETT A VOLTEUM, AZ MVM EDISON EGYIK NYERTES CSAPATA

2020 elején megszületett az MVM Csoport újabb befektetése: a Smart Future Lab Zrt. befektetési szerződést kötött a 2019-es év MVM EDISON nyertes csapatával, a Volteummal. A Volteum egy utazástervező applikáció elektromos autók számára. Egyedi, személyre szabható kezelőfelületével megkönnyíti és lerövidíti az utazástervezés folyamatát, így mindössze néhány kattintással kényelmesen és egyszerűen végrehajtható a tervezés.



pusok elkészítésében, és végül bemutatják koncepciójukat vagy MVP termékeiket egy olyan szakmai zsűri előtt, amely a legjobb koncepciókat, prototípusokat kínáló csapatoknak ítéli oda a lehetséges hosszú távú együttműködést és a „mintamegvalósítást”.

2019 októberében került megrendezésre az első nemzetközi hackathon, amelyre európai csapatok jelentkezését fogadták. A jelentkezésből végül 11 csapat került beválogatásra, akik már több hónapja készültek az eseményre. Az előkészületek és a versenyen való 2 napos részvételük során munkájukat – a kihívásokat megfogalmazó – tagvállalatok mentorai segítették.

A hagyomány 2020-ban is folytatódik, november második felében egy, az egyetemistákat célzó hackathon került megrendezésre. A feltérképezett és azonosított kihívás definíciókra csapatokban, 72 óra alatt facilitált design sprintekre bontott módszertannal azonosítják a lehetséges megoldásokat, és ebből a hackathon végeredményeként megoldási koncepciók jönnek létre. A csapatok munkáját az MVM szakértő mentorai támogatják. Az esemény zárásaként szakmai zsűri előtt mutatták be a 3 nap munkáját a csapatok, illetve megoldási koncepciójukat. A hackathon legjobb csapata értékes nyereményben részesült.

### Belső ötletgyűjtés

A belső munkavállalókat célzó belső ötletgyűjtés program célja, hogy a munkatársakat elkötelezze hosszú távon az innovációs tevékenységek kapcsán, és ezáltal aktív szereplővé válhatnak a cég, vállalat innovációs törekvéseinek megvalósításában. A munkavállalók a cég, vállalat által felvetett problémákra/problémákra ötleteiket egy belső ötletgyűjtési program keretein belül benyújtják.

2020 júniusában hivatalosan is bevezetésre került a Be-novative ötletgyűjtő platform az MVM Csoportba. Fontos, hogy a munkavállalók megtapasztalhassák, milyen formában tudja segíteni a mindennapi munkavég-

zést és a bennünk rejlő gondolatok felszínre hozását ez az újszerű folyamat.

### MVM EDISON startup verseny

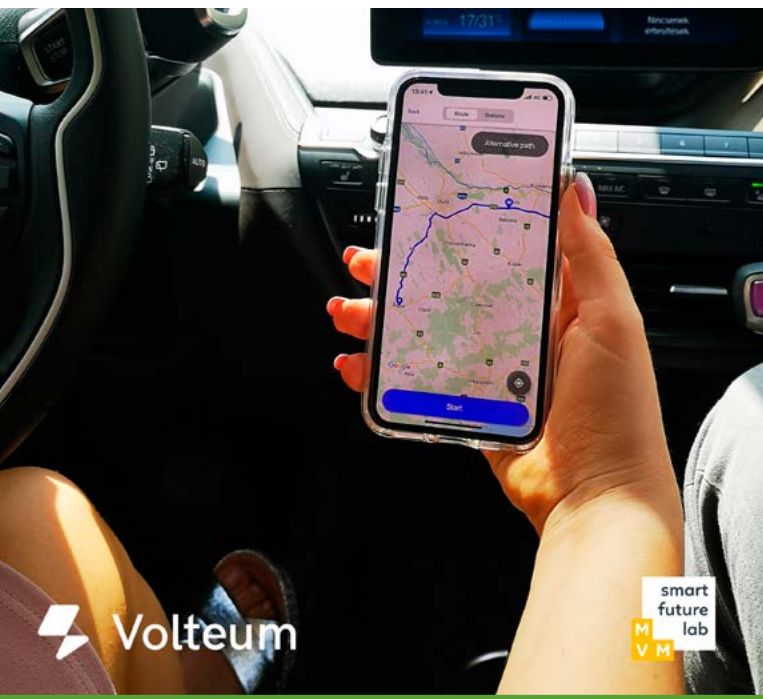
A startup verseny célja, hogy olyan innovatív ötleteket karoljon fel, amelyek valós problémákra kínálhatnak megoldásokat, megkönnyíthetik a felhasználók mindennapjait, illetve hatékonyabbá tehetik a cég, vállalat iparági működését. A verseny három fázisra bontható: toborzás, képzési program és záró esemény (demo day). A toborzási szakaszából kikerülő döntős csapatok egy intenzív képzési programon vesznek részt, ahol az ügyfélközpontú gondolkodás módszertanával validálják ötletüket a csapatok. Ebben szakértői mentorok és a képzési program segíti őket. Az intenzív képzési program során megtanulják a csapatok, hogyan adják elő ötletüket befektetőknek. A záróeseményen a döntős csapatok bemutatkoznak a szakmai zsűrinek három percben. Az MVM EDISON szakmai lebonyolításáért a Smart Future Lab Zrt. felel.

2020-ban negyedik alkalommal rendezte meg az MVM Csoport az EDISON startup versenyt, amelyre minden várakozást meghaladó, 220 pályázat érkezett a február végi határidőre. A kezdeményezés a jövő ígéretes és egyben piacképes fejlesztéseit kívánja felkutatni, idén több új kategóriában is. A jövő energetikáját meghatározó innovációk mellett a jövő otthonaira, városaira, a digitális infrastruktúrára, illetve a fintech megoldásokra vonatkozó innovációkkal is nevezhettek a fejlesztők. Elektromos rollerek indukciós töltőállomásai, egy fiatalokat megcélzó bankolást, megtakarítást új szintre emelő alkalmazás, valamint a blockchain alapú megújuló energia közösségi finanszírozását lehetővé tevő megoldás állhatott az MVM EDISON 2020 startup verseny képzeletbeli dobogójára.

Az MVM EDISON startup verseny idén is folytatódik, immáron ötödik alkalommal kerül megrendezésre a régió egyik legnagyobb energetikai versenye.



\* Kálmán Kornél műszaki munkatárs, MVM Zrt.



Az applikáció további nagy erőssége a saját fejlesztésű töltőadatbázis, amely az egyik legtöbb töltőt és információt tartalmazó jelenleg elérhető alkalmazások közé tartozik magyarországi viszonylatban. A legújabb fejlesztéseknek köszönhetően egyes töltőpontok ki-egészültek közeli lehetőségekkel a szabadidő hasznosítására.

Ezáltal az ország bármely villám- és egyes gyors-töltőinél láthatóvá váltak olyan közeli szupermarke-tek, boltok, éttermek elérhetőségei, ahol kedvünkre hasznosíthatjuk az autónk töltése közben felszabadult időnket.

### A VOLTEUM FEJLŐDÉSE ÉS PIACRA LÉPÉSE

Az applikáció első megmérettetésére májusban került sor. A Volteum-alkalmazást első ízben egy elektromos autósokból álló bétatesztelő csoport próbálhatta ki. A bétatesztelők aktív visszajelzései, valamint javaslatai alapján fejlődött tovább dinamikus ütemben az alkalmazás. A nyilvános béta verzió ez után nem sokkal,

július 25-én vált elérhetővé a Google Play, valamint az AppStore áruházakban egyaránt. Az első héten több mint 1000 felhasználó töltötte le az alkalmazást, akiktől temérdek visszajelzés érkezett. Az applikáció fejlesztésében kulcsszerepet játszanak az elektromos autós felhasználók, az ő visszajelzései nagy hatással vannak az egyes funkciók, valamint az applikáció működésének további fejlesztésére.

A Volteum nyilvános, július végi indulása óta már több mint 3000 felhasználó töltötte le az alkalmazást, egyúttal több mint 100 értékelés érkezett a különböző alkalmazás-áruházak felületein.

Az applikáció fejlődését mi sem mutatja jobban, mint az útvonaltervezések lefutásának a sebessége. Míg a kezdeti időszakban egy Sopron–Budapest távolság tervezése nagyjából tíz másodpercebe tellett, az applikáció optimalizálása során most már ez az érték csupán egy másodpercet jelenthet. Az applikáció optimális működéséhez még további fejlesztések szükségesek, ugyanis előfordulhatnak még kisebb gyermekbetegségek a használat során.

### A KÖVETKEZŐ LÉPÉSEK ÉS FEJLESZTÉSEK

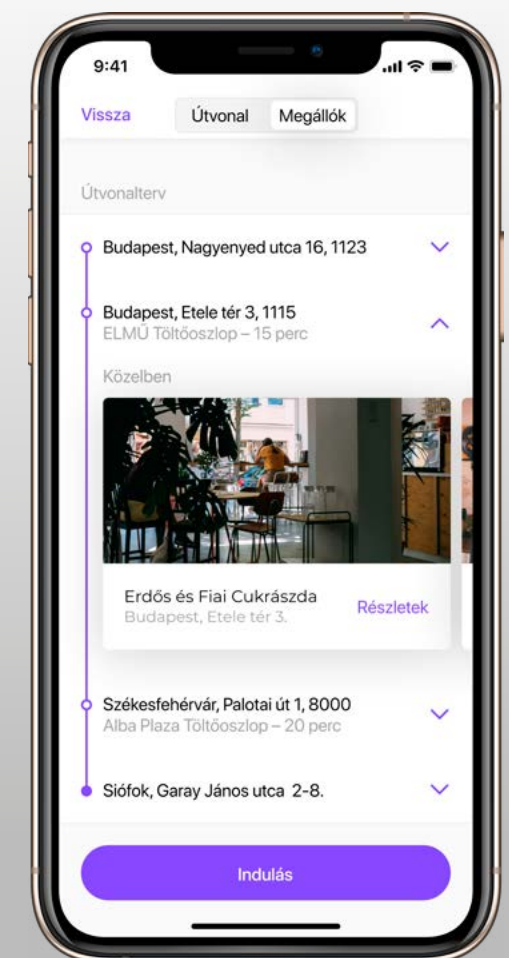
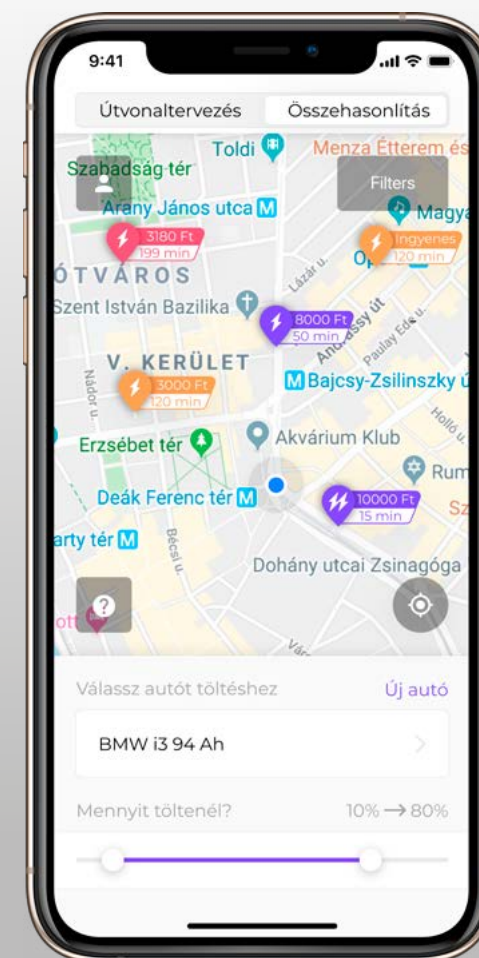
A Volteum csapata számos új funkció bevezetésén is dolgozik, amely nagymértékben hozzájárul az elektromos autóval történő utazás segítéséhez. Az útvonaltervezés pontosságát illetően folytonos a fejlesztés, az élő adatokon alapuló időjárási körülményekkel való tervezés nemrég épült be a vonatkozó algoritmusokba. Fontos megemlíteni, hogy az elektromos autó töltése közbeni szabadidős tevékenységeket ajánló rendszer is folyamatosan fejlődik, a későbbiek folyamán várható ennek a bővülése is. Végül pedig a tervek között szerepel az adatbázisok folyamatos fejlesztése és karbantartása, ezzel összhangban hamarosan várható a plug-in hybrid elektromos autók beépítése is.

A Volteum csapatának kiemelt feladata, hogy segítse az elektromos autóval közlekedők utazását és hatékonyságát, egy applikációban nyújtson megoldást az e-autózás során felmerülő kihívásokra. A Volteum nem titkolt célja egy olyan komplex szolgáltatással rendelkező alkalmazás fejlesztése, amely nemcsak a hazai, hanem a külföldi piacon is biztos lábakon tud állni a közeljövőben.

### A VOLTEUM MŰKÖDÉSE ÉS FUNKCIÓI

A sikeres befektetési tárgyalásokat követően az applikáció fejlesztése már 2020 február végén elkezdődött. Az alkalmazás hátterét és működését több komplex algoritmus együttes működése biztosítja. A merülési algoritmus kiszámítja, hogy az adott úton, adott környezeti paraméterek és felhasználói beállítások mellett miként merül az elektromos autónk. Ezzel párhuzamosan egy útvonaltervező algoritmus az optimális útvonalat jelöli ki a kiindulási pont és a célállomás között. Amennyiben az útvonalon szükséges tölteni, úgy az alkalmazás az elektromos autó paramétereinek megfelelően kijelöl töltőpontokat, és ezeket beilleszti az útvonaltervbe. A szükséges töltési pontoknál az alkalmazás megjeleníti a szükséges töltési időt, valamint a töltés várható árát is. A megtervezett útvonalat végül könnyen, egy kattintással átültethetjük kedvenc navigációs alkalmazásainkba – legyen az Waze vagy Google Maps – és már indulhatunk is.

Az útvonaltervezésen kívül a Volteum egy komplex és egyedülálló töltési ár-, valamint töltési idő-összehasonlító funkcióval is rendelkezik. Az applikációban a saját autónkra szabottan láthatjuk, hogy a környéken mely töltőkön mennyi ideig fog tartani és mennyi pénzbe fog kerülni a töltés. Ehhez csak a kívánt töltési tartományt kell megadni, azaz a töltés kezdeti és végértékét százalékos formában. A felhasználóknak nem kell bajlódniuk a különböző szolgáltatók különböző árazási metódusaival, az applikáció használatával ezek egyszerűen kezelhetővé és átláthatóvá válnak.





A párizsi egyezmény hatására az EU 2050-re a karbonsemlegességet tűzte ki céljául. Ezt a célt a megújuló energiatermelés nagyobb szerepvállalásával, szélesebb körű elterjedésével érhetjük el. A mindennapokban ez azt jelenti, hogy egyre nagyobb mértékben vannak jelen a megújuló energiaforrások az energiatermelésben, amit a végfogyasztók használnak fel. Mivel a megújuló energia jelentősen időjárásfüggő, a megújulóalapú termelés jelentősen ingadozik, ezért szükség van a kiegyensúlyozásukra a megbízható áramellátás biztosítása érdekében.

Ehhez pedig a tároló jelentheti az egyik megoldást!

A földgáztároló tökéletes eszköz arra, hogy biztosítsa a megfelelő energiaellátást és fenntartsa a rendszer-egyensúlyt.

### DE Milyen út vezet idáig egész pontosan, és mi is ez a felhajtás a hidrogén körül?

2020. július 8-án az Európai Bizottság nyilvánosságra hozta a „Hidrogénstratégia egy klímasemleges Európáért” (továbbiakban: Az EU hidrogénstratégiája) című dokumentumot. Az EU hidrogénstratégia fő célkitűzései között szerepel, hogy a hidrogén összeurópai aránya az energiamixben a jelenlegi 2%-ról 14%-ra emelkedjen 2050-ig, továbbá 2025-ig 6 GW, majd 2030-ig 2x40 GW beépített elektrolizáló kapacitás kerüljön kialakításra az EU-ban és szomszédos országokban. Az EU hidrogénstratégia középpontjában a „zöld hidrogén” termelés motiválása, elősegítése, elterjesztése áll. Zöld hidrogén definíció

szerint a tisztán megújuló energiaforrás felhasználásával, elektrolízis segítségével előállított vagy fenntartható módon biometán gőzreformálásával, illetve biomassza biokémiai átalakításával előállított hidrogén. A lényeg tehát, hogy a jelenleg a világon legnagyobb mértékben alkalmazott „szürke hidrogén” (mely forrása fosszilisalapú) előállítás módszeréhez képest a „zöld hidrogén” előállítása a lehető legkisebb mértékű üvegházhatásúgáz-kibocsátással járjon. További különbség a zöld és szürke előállítási módszer között, hogy a zöld hidrogén előállítása jelenlegi innovációs fejlettségi szintjén tart, továbbá a jelenlegi CO<sub>2</sub>-kvóta piaci viszonyok miatt, többszörös előállítási költséggel bír, mint a szürke módszer. Az EU hidrogénstratégiájában bemutatott kalkuláció szerint a 2050-es zöldhidrogén-célok elérésének beruházási igénye 180–470 milliárd €-ra becsülhető. Hogyan kapcsolódik mindez a földgáztároló tevékenységhez?



Az MFGT az Akvamarin projekt megvalósításával aktívan hozzájárul az EU hidrogénstratégiája által is támogatott okosszektor-integrációs célok eléréséhez.

I. ÁBRA: A ZSANAI FÖLD ALATTI GÁZTÁROLÓ NAPERŐMŰPARKJÁNAK DRÓNFELVÉTELE



Fehér Annamária, Mérő Tamás \*

## < E-MISSZIÓ: A HIDROGÉN SZEREPE A FÖLDGÁZ-INFRASTRUKTÚRÁBAN

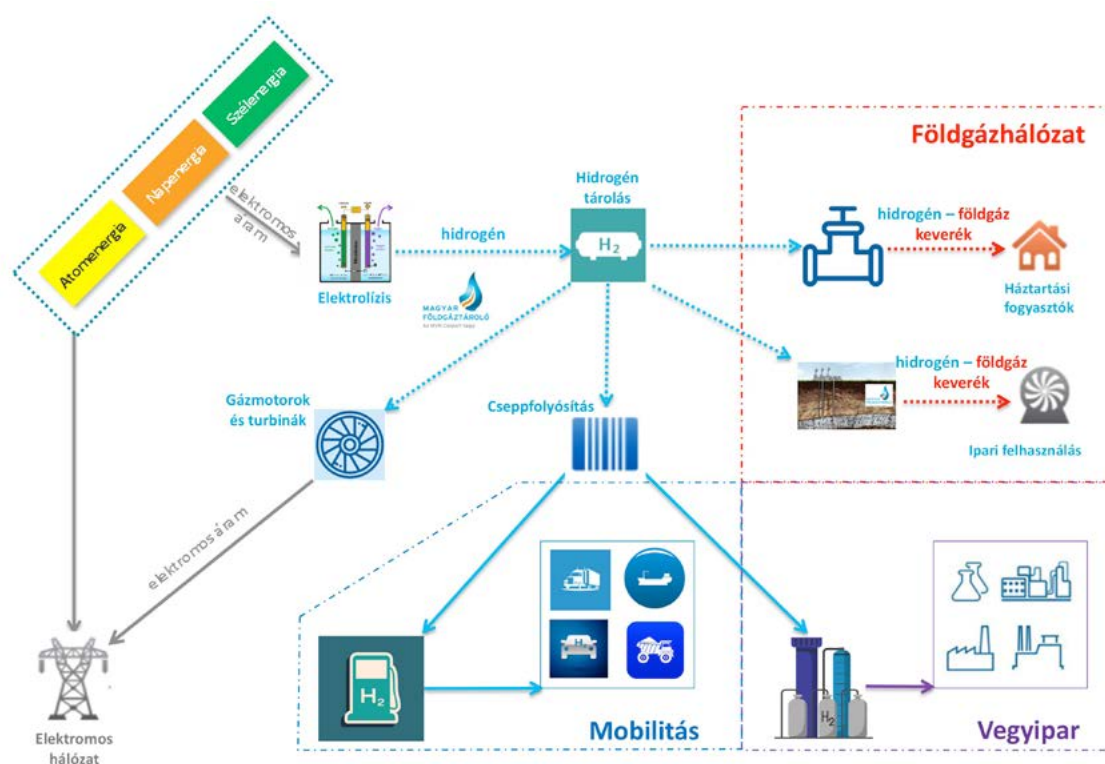
\* Fehér Annamária szabályozási csoportvezető, MFGT Zrt.  
Mérő Tamás művelési csoportvezető, MFGT Zrt.

A fenti célok eléréséhez vezető úton újra és újra felmerül, hogy a földgáz szerepe hogyan alakul a 2030–2050-es időtávon és azután. A karbonsemlegesség eléréséhez a szén kivezetése első helyen szerepel mint feladat, azonban a földgáz szerepéről megoszlanak a vélemények. Véleményünk szerint fontos hangsúlyozni, hogy a földgáz a legtisztább fosszilis tüzelőanyag, így legitim szereppel bír a karbonsemleges jövőben is. A föld alatti gáztároló pedig az egyetlen eszköz, ami nagy mennyiségben képes energiát tárolni a felszín alatti kiterjedt geológiai formációkban. A megújuló energiaforrásból történő áramtermelés által dominált jövőben pedig a jelenleginél még fontosabb szerepet kap a kiegyensúlyozás a folyamatosan ingadozó megújuló rendelkezésre állás miatt. Tehát a földgáztároló jelenlegi földgázpiacra fókuszáló szerepköre kiterjed az árampiacra is. A szükséges rugalmasság biztosításával a földgáztároló hozzájárul az áramszektor stabilitásához, biztosítva ezzel a földgáz- és az áramrendszer ellátásbiztonságát. A szektorintegráció megvalósításakor pedig kulcsszerepbe kerül a **hidrogén**, ugyanis elektromos áram segítségével előállítható, gáz-halmazállapotú, energiatartalommal rendelkezik és újból visszaalakítható elektromos árammá. Az EU hidrogénstratégia célkitűzéseinek teljesítéséhez szükséges a már meglévő

földgáz-infrastruktúra megvizsgálása, hogy milyen mértékben alkalmas hidrogén fogadására. Köszönhetően az EU 3. energiacsomagjának, amely célul tűzte ki a kétirányú földgáz-interkonnektorok megépítését, Európa kiterjedt földgáz-infrastruktúrával rendelkezik. Az új, megújulóalapú energiarendszer kialakításának legköltséghatékonyabb módja, ha a jelenleg már meglévő földgáz-infrastruktúrára épül. Ennek első lépéseként 2018-ban a zsanai föld alatti gáztároló területén naperőműparkot létesítettünk, belépve a megújuló energiatermelő szegmensbe.

A további céljaink megismerése érdekében a 2. számú ábrán egy tipikus hidrogénértékláncot mutatunk be. A korábban említett módon kiemelt szerepet tölthet be a hidrogén a napon belül változó villamos energia hasznosításában és szektorintegrációban, kapcsolódva a megújuló energiaforrásokhoz direkt vagy indirekt módon is. Elektromos áram segítségével elektrolízis útján hidrogént fogunk termelni, amelyet ezt követően a gázélektrolízis- és nyomásfokozó technológia segítségével tárolunk. A fő koncepció az, hogy energiahordozó közegként a hidrogén hasznosítható lesz saját energiaigény részbeni kielégítésére többek között a földgázhálózaton és -infrastruktúra végpontjaiban, a vegyiparban, az acélgégyártásban, az áramtermelésben és a mobilitási

2. ÁBRA: HIDROGÉNÉRTÉKLÁNC



szektorban, de mérsékelt szerepet tölthet be további nagy emisszióértékkel bíró iparágakban is.

A földgázhálózatban történő alkalmazás történhet a meglévő infrastruktúraelemeken, földgázzal kevert állapotban is. Mivel a földgáz-infrastruktúra elemei különböző időszakokban létesültek, ezért felépítésük, anyagminőségük, műszaki állapotuk rendkívül heterogén szerkezetű. A nemzetközi gyakorlat alapján égéstechnikai paraméterek, érvényben lévő szabványok, gázminőségi és anyagminőségi követelmények alapján bizonyos koncentráció értékig dúsítható a földgáz hidrogénnel, azonban a legszűkebb keresztmetszetre kell méretezni azt. Kihívást jelent, hogy a hidrogén bizonyos fizikai-kémiai tulajdonságai (pl.: kicsi molekulaméret, kinetikus és termodinamikai viselkedés) alapján hajlamos a szegregációra és az anyagszerkezetben történő diffundálásra, így olyan technológiai pontokon is megjelenhet, amelyekre korábban a rendszer nem volt méretezve. Emiatt a gázipari szereplőknek a saját rendszerüket felül kell vizsgálniuk, továbbá hosszú távú kutatás-fejlesztési programot szükséges elindítaniuk az átállási folyamat megkezdéséhez.

A Magyar Földgáztároló Zrt.-nél a lokálistól a globálisig módszert alkalmazzuk, azaz a tároló rétegtől és kútszerkezetektől kiindulva a földgázkiadási pontig vizsgáljuk meg az anyagjellemzőket, és ezeket a tapasztalatokat terjesszük ki a kapcsolódó lokális hálózatra (távvezeték- és elosztóhálózat), majd dedikált vezetékhálózaton való tesztelést követően az országos szintű bevezetésig.

A vegyiparban a hidrogén az ammóniagyártás legfontosabb alapanyaga, a fertőtlenítőszeres és polimer gyártásánál szintén felhasználják. Újdonságtartalmat



A hidrogén és a már meglévő földgáz-infrastruktúra társítása a legköltséghatékonyabb eszköze a karbonsemlegesség valóra váltásának.

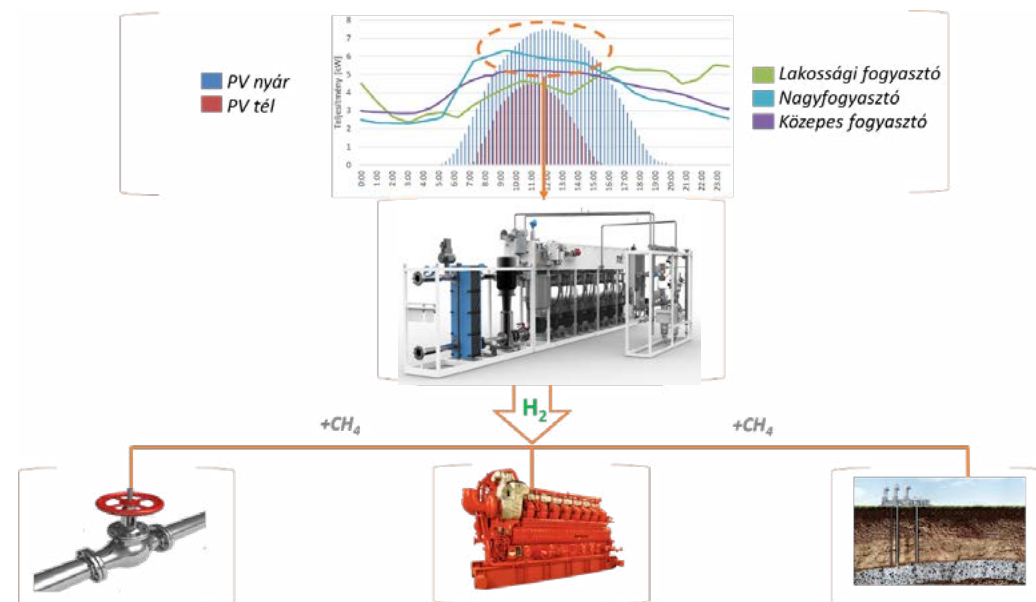
jelent az ún. szintézis reaktorok kialakítása, amelyben szén-monoxid és termelt zöld hidrogén segítségével „zöld” metanolt lehet előállítani (ez a Power-to-Methanol koncepció).

Az acélgégyártásban az izzítási folyamatban a fosszilis tüzelőanyagok helyettesítésére például hidrogéntüzelésű kemencék telepítése hozhat dekarbonizációs hatást.

Az áramtermelésben közvetlenül a hidrogén felhasználható turbinákban (jelenleg még alacsony a visszaalakítás hatásfoka), így a megtermelt áram egy része tárolható, majd újra a hálózat rendelkezésére bocsátható. Ezt Power-to-Gas-to-Power ciklusnak hívják.

A mobilitási szektorban a tüzelőanyag-cellák és hidrogénmeghajtású gázmotorok fejlesztésében kiemelkedő szerepet szánnak a nehézgépjárművek, a tömegközlekedési eszközök, a személygépjárművek és a légi közlekedés megreformálásában is, melyek jellemzően 350–700 bar nyomástartományban üzemelnek. (Power-

3. ÁBRA: A TERVEZETT HIDROGÉNHASZNOSÍTÁSI ÚTVONALAINK



a hidrogénnel érintkező anyagok minősége. Míg az elektrolízis útján termelődő hidrogént nagy mennyiségben csak jelentős CAPEX- ráfordítással lehet előállítani, addig egy szénhidrogénmező kitermelési költségei jelentősen alacsonyabbak (akár fajlagos energiatartalom nézve). Az elektromos áramból hidrogént előállító elektrolizáló beruházási költsége típustól függően 1200–1500 €/kWh alakul jelenleg, mivel számos nagy méretű (legalább 100 MW egységteljesítményű) elektrolizáló cellacsoport áll fejlesztés alatt, a fajlagos árakat nemzeti becslés alapján 2030-ig 500–700 €/kWh árral versenyképessé és széles körben hozzáférhetővé akarják tenni.

A kijelölt földgáztároló üzemünkben napon belüli többlet-villamosáramtermelést (jellemzően megújuló forrásból származó) felhasználva elektrolízis segítségével hidrogént és oxigént fogunk előállítani. A keletkező hidrogén – energiatartalma révén – energetikai célokra használható. A mintaprojektünk keretében három energia- és alapanyag-beszerezést valósítunk meg, ezek az elektrolízishez szükséges áram, a vízbontáshoz felhasznált víz (mely lehet ivó- és ipari víz is), valamint a kialakítandó rendszer biztonságos működéséhez elengedhetetlen nitrogén.

A villamos áramból termelt hidrogént a mintaprojektünk során 3 fő célra hasznosítjuk:

- rugalmas energiakonverzióval a földgáztárolóból kitermelt földgázzal elegyet alkotva beinjektáljuk a távvezetési hálózatba és célvezetékbe, eljuttatva a végfogyasztókhoz,
- a saját technológiai célú fűtőgázunkat kiváltjuk gázmotorokban és gáztüzelésű berendezéseinkben részlegesen, a kisebb nyomású vezetékhálózatról megtáplálva,
- megkezdjük az alkalmazott ipari kutatási programunkat a felszín alatti geológiai szerkezetünkben történő hidrogén-földgáz elegy tárolását illetően.

Mindhárom tevékenységhez alkalmazott ipari kutatási programot alakítottunk ki, mely megalapozza a jövőbe mutató hidrogénnel kapcsolatos innovatív technológiákat, módszereket és eljárásokat. Ezek elsősorban a kiválasztott földgáztároló üzemünkben fognak helyet foglalni, a laboratóriumi és félüzemi kísérleteinket pedig hazai felsőoktatási intézményekkel és kutatóintézetekkel közösen alakítottuk ki.

A mintaprojektünk kiemelt célja, hogy előkészítse a dekarbonizációs törekvéseinket azzal, hogy hidrogénnel

to-Fuel koncepciónak nevezik.) Ez a szektor szintén jelentős innovációs tartamjegyekkel bír, számos kutatási projekt indult el a hidrogénmeghajtású gázmotorok tekintetében a gyújtási rendszer, a hidrogénnyomás-szabályozó rendszer, a befecskendezőrendszer, a szelepek, a dugattyú- és a levegőellátó-rendszer tekintetében. Jelenleg kihívást jelent az égéstérbe kerülő kondenzvíz és a hidrogén elégetésekor keletkező nitrogén-oxid kezelése.

Biztos felmerül az olvasóban, ha ilyen sokoldalú a felhasználási potenciál, akkor miért nem helyettesítették korábban a fosszilis tüzelőanyagokat (pl.: szén, olaj, földgáz)?

Ennek oka a magas CAPEX- és OPEX-költségek voltak, a hozzáférhetőség, a tárolhatóság, a rendkívül szigorú biztonságtechnikai követelmények, valamint



Hosszú távú alkalmazott ipari kutatási programot alakítottunk ki, valamint kifejlesztünk egy demonstrációs üzemet, amelyek segítségével a hidrogén hatását fogjuk vizsgálni a földgáz-infrastruktúra elemein.

4. ÁBRA: A HIDROGÉntechnológia TELEPÍTÉSI HELYSZÍNÉNEK DRÓNfÉLVELETE, RAJTA A K+F+I FOLYAMATOKRA KIJELÖLT CSARNOKUNK ÉS IPARI TERÜLETÜNK (FORRÁS: MFGT DRÓNfÉLVELET)



kevert földgázt állítunk elő. Ezzel hozzájárulhatunk a jelentős szén-dioxid-kibocsátású fűtési szektorban olyan hibrid megoldások kialakításában, amely segítségével elkezdődhet az átmenet egy alacsony emisszióval bíró és fenntartható lakossági energiafogyasztásban.

### NEMZETKÖZI TAPASZTALATOK

Számos iparági együttműködés alakult ki az elmúlt években, amely megvizsgálta a különböző hidrogén termelő-, szállítási, tárolói és felhasználószektorokat. A korábban részletezett EU hidrogénstratégia megjelenése előtt számos területen készültek el az országspecifikus nemzeti hidrogénstratégiák és „Road Map”-ek. Időhorizontra helyezve őket, jól látható, hogy ebben



2021-ben hazánk is elkészíti hidrogénstratégiáját, amely létrehozásához számos MVM Csoporton belüli kezdeményezés és innovációs projekt is hozzájárul.

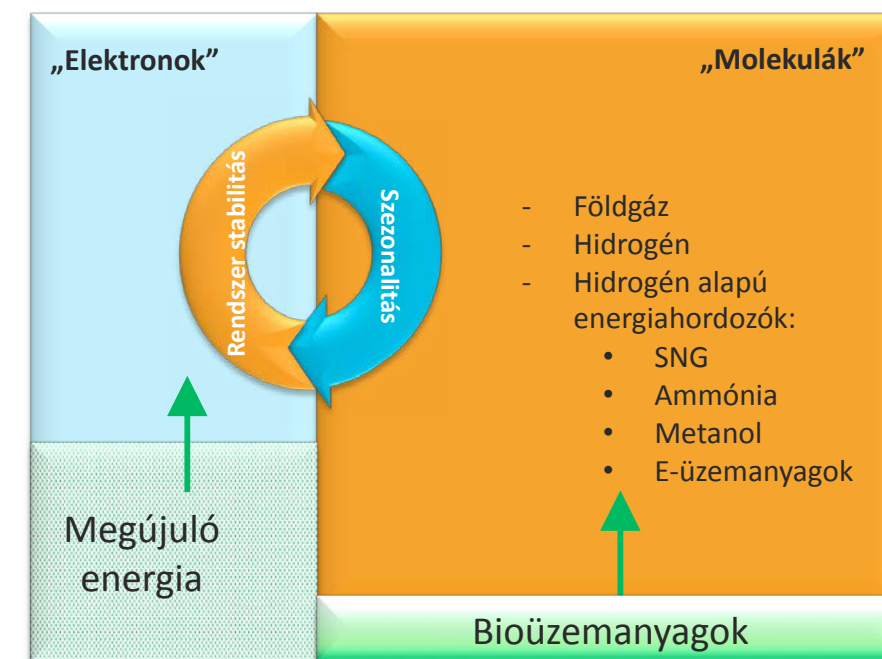
az évben jelentősen felgyorsultak az események, ugyanis az EU hidrogénstratégia megjelenése előtt megjelent a holland, a norvég, a német és a portugál is (valamint a francia továbbfejlesztése zöld hidrogén stratégiával), jövőre pedig várhatóan elkészül az orosz, a marokkói és a kínai is. Ezek tartalmazzák a különböző nemzeti potenciálokat (szabályozási, kormányzati, ipari, K+F+I, társadalmi hatások, technológiai adottságok stb.) a hidrogénértéklánc mentén, külön kiemelve a termelési módokat, tárolási technológiákat, szállítási útvonalakat és hasznosítási lehetőségeket, általában valamilyen jellemző demonstrációs projektek mentén.

### AZON DOLGOZUNK, HOGY 2021-BEN HAZÁNK IS MEGJELENTETHESSE ELSŐ, ÁTFOGÓ VIZSGÁLATOKON ALAPULÓ HIDROGÉNSTRATÉGIÁJÁT

Ezen stratégiai törekvések és Road Mapok alapvetően az alábbi kérdésköröket taglalják:

- a teljes értéklánc mentén melyek azok a szegmensek, amelyek alkalmasak hidrogénnel kevert földgázt felhasználni (és mekkora dúsítási arányban), és melyek azok, ahol a tiszta hidrogén is hasznosítható?
- szükséges-e tovább fejleszteni a metanizációt célzó folyamatokat (a metanizáció során a termelt hidrogént és a környezetből vagy ipari körülmények között befogott szén-dioxidból kémiai úton metán állítható elő)?
- a megtermelt hidrogén színe (zöld, kék, türkiz, szürke) eldönti-e a támogatási ösztönzők irányát, mértékét?

6. ÁBRA: ELEKTRONOK ÉS MOLEKULÁK KÖLCSONHATÁSA AZ EGYÜTTMŰKÖDŐ ENERGIASZÉKTORBAN (FORRÁS: SAJÁT KÉSZÍTÉSŰ ÁBRA)



- párhuzamos infrastruktúrák fognak-e kialakulni, vagy a meglévő infrastruktúraelemek alkalmasak lesznek?
- a közös gondolkodás bilaterális partnerségeket vagy nemzeti szintű együttműködéseket igényel?
- milyen K+F területeken szükséges további források bevonása, minta és demonstrációs projektek felkarakolása?

Az MVM Csoporton belül számos projektkezdemenyezés indult el a fenti kérdések megválaszolására.

### VAJON MI VÁLTOZOTT AZ ELMŰLT ÉVTIZEDEKHEZ KÉPEST, AMELY SORÁN ÚJRA NAPIRENDRE KERÜLT A HIDROGÉN, MINT ENERGIAHORDOZÓ?

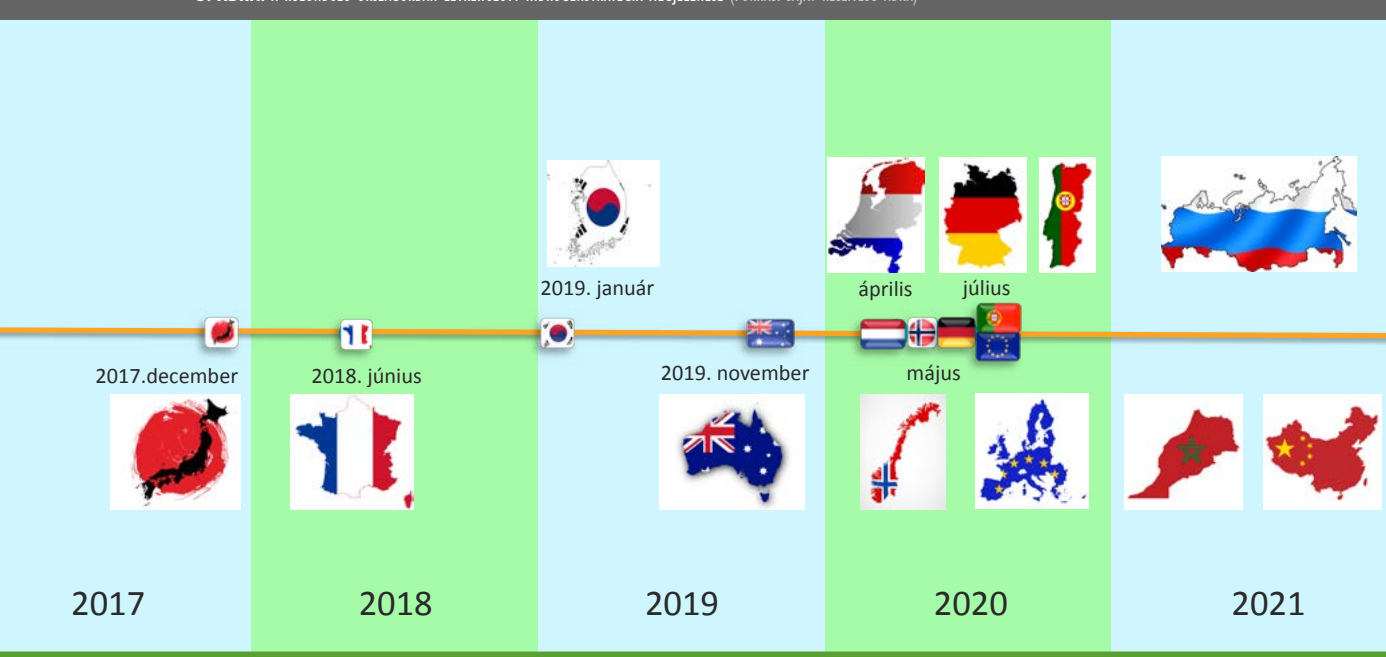
Elsősorban a növekvő környezettudatosság és társadalmi éberség, mely olyan új, innovatív technológiai megoldásokat követel meg, amelyek megújuló energiával hozhatók összefüggésbe. Jelenleg nincs még egy olyan alternatíva, mint a hidrogén és a belőle származtatott szintézis termékek (ammónia, metanol, bioüzemanyagok), amelyek képesek az elektronok (villamos áram) és molekulák (gáz vagy folyadék halmazállapot) közötti kapcsolatot megteremteni. A világon egyedülálló módon Európa közös földgázpiaca, energiaigénye és interkonktor földgázhálózata megteremti a lehetőséget a határokon túli és azon belüli piac rugalmasságának, amelyre alapozva létre lehet hozni egy új hidrogénpiacot.

Ez a földgázhoz hasonlóan részt vehet az ellátásbiztonság és energiafüggetlenség felé vezető úton. Fontos szempont, hogy meg kell teremteni a lehetőségét a villamos- és a földgázszektor összekapcsolásának, ugyanis egy együttműködő energiaszektornak egyszerre kell megfelelnie a rendszerstabilizáló kihívásainak és a szezonális igények megfelelésének is növekvő megújulóenergia-részesedés mellett. Ehhez pedig tárolókapacitásra van szükség.

Jelentős verseny alakult ki a hidrogénteknológia piacán (elektrolizáló, kompresszor), mely komoly innovációs együttműködéseket és konzorciumokat hozott létre, valamint nemzetközi befektetőket vonzott, akik elsősorban a zöld hidrogén piacán törekednek a minél nagyobb egységkapacitással üzemelő elektrolizáló berendezések és a minél nagyobb távolságra történő hidrogénszállítás területén. Ez a technológiai fejlődés és a méretgazdaságosság elérése kéz a kézben fogja elősegíteni a beruházási és működési költségek csökkenését is.

Végül ne feledjük el, hogy olyan gazdasági átalakulások küszöbéhez értünk el 2020-ban, amely meghatározó lesz ebben az évtizedben. A létrejövő új piacoknak meg kell felelniük az EU karbonsemlegességi célkitűzéseinek, úgy, hogy emellett hatékony, hasznos és innovatív technológiát tud felmutatni. A hidrogénnel kapcsolatos technológia és piac alkalmas lesz rá, ugyanis magabiztos alapokra lehet építeni azokat.

5. ÁBRA: A KÜLÖNBÖZŐ ORSZÁGOKBAN LÉTREHOZOTT HIDROGÉNSTRATÉGIA MEGJELENÉSE (FORRÁS: SAJÁT KÉSZÍTÉSŰ ÁBRA)



Molnár Ferenc \*

# < A HATÉKONYSÁG NÖVELÉSE A JÖVŐ ENERGIAELLÁTÁSÁBAN



\* Molnár Ferenc fenntartható termelési csoportvezető, MVM Zrt.

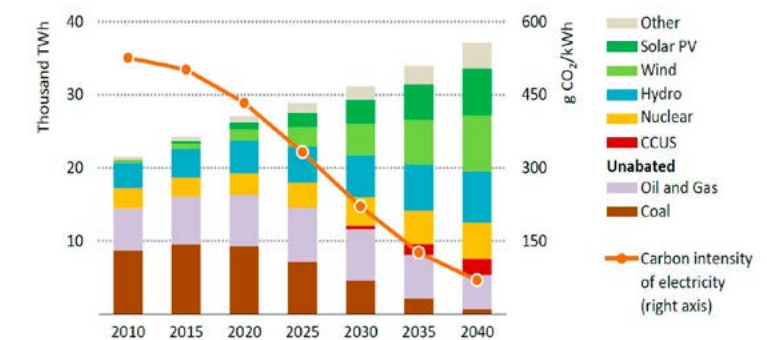
## ABSZTRAKT

A globális felmelegedés felgyorsulásának következményei ma már egyértelműen kimutathatók, a mérések eredményei bizonyító erejűek. Az éghajlatváltozás hatásait szinte kivétel nélkül mindenki megtapasztalja. Az egyre szeszélyesebb időjárási jelenségek, hurrikánok, árvizek, szárazság, erdőtüzek, a nyári forróság, a gleccserek olvadása, a meleg telek, a sarkkörök erős felmelegedése mind gyakoribb és szélsőségesebb megnyilvánulásai minden ember számára szembeötlőek (EUROPEAN COMMISSION 2018). A globális felmelegedés felgyorsulásához az üvegházhatást okozó gázok fokozott mértékű légkörbe juttatása is hozzájárulhat. Ezen gázok közül legnagyobb mértékben a szén-dioxid kerül kibocsátásra főként az emberi tevékenységeknek köszönhetően, elsősorban az égési folyamatok melléktermékeként. A Kaliforniai Egyetem 2007-ben közzétett kutatása alapján a szén-dioxid-kibocsátásért a következő szektorok a megjelölt arányban felelősek: közlekedés-szállítás 49%, villamosenergia-termelés 30%, ipari eredetű 11%, lakossági felhasználás 7% és kereskedelmi tevékenység 3% (Hejazi 2017). A kibocsátás szerkezetéből következően a közlekedés-szállítás és a villamosenergia-termelés területén lehetséges a legnagyobb emissziócsökkentést elérni az erre alkalmas intézkedésekkel, új technológiákkal, innovációkkal. Az IEA (International Energy Agency) 2018-ban megjelent World Energy Outlook (WEO) kiadványa szerint, 2017-ben a CO<sub>2</sub>-kibocsátás közel 42%-át az energiatermelés, csaknem 25%-át a közlekedés-szállítás és 19%-át az ipari termelés eredményezte. A kibocsátáscsökkentés fontos eszközei, amely az energiaátmenet irányát is meghatározó mértékben befolyásolja; az elektrifikáció és a digitalizáció. A villamosenergia-felhasználás kiterjesztéséhez szükséges tiszta energia előállításához nélkülözhetetlenek az emissziómentesen, alaperőműként termelő atomerőművek, valamint az új megújuló bázisú erőművek. Az energiaátmenet során létrejövő új technológiák egyben az energiahatékonyságot is szolgálják az időjárásfüggő megújuló bázisú erőművek, az e-mobilitás, valamint az okosvárosok energetikai rendszereinek hálózati integrációja során.



A teljes energiafogyasztás fele a városlakók energiaigényét elégíti ki.

1. ÁBRA: A TERMELT VILLAMOS ENERGIA ÉS A KARBONINTENZITÁS A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS SZCENÁRIÓJÁBAN



FORRÁS: IEA 2018

## 1. GLOBÁLIS ENERGIAÉHSÉG

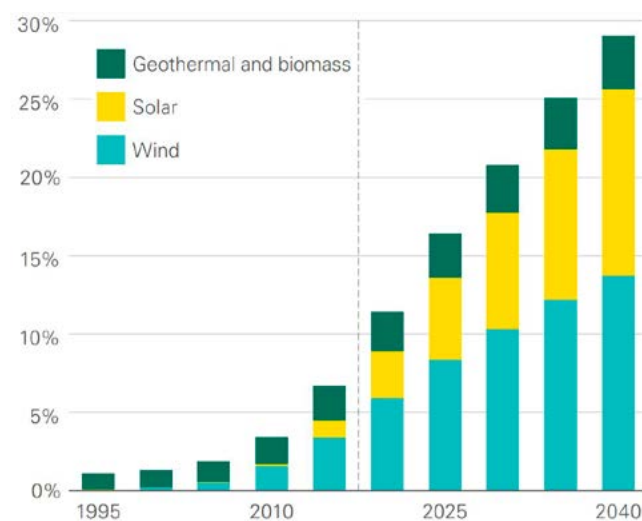
Az energia rendelkezésre állása biztosítja az életet a Földön. A tudatos emberi létforma egyben az energia különböző megjelenési formáinak a felhasználását is jelenti. A folyamatosan gyarapodó globális populáció az egyre többféle formában megjelenő energiakészleteket drasztikus ütemben éli fel. Az emberek kényelme és biztonsága az energiaigények növekedését is jelenti egyben. Az életfeltételek javítása az automatizálás fejlődését eredményezi, amely az energiafajták között a villamosenergia-részarány növekedésével jár együtt. Manapság az elektrifikáció következtében a modern emberi közösségek teljes energiafüggőségbe, és így kiszolgáltatott állapotba kerültek. Energia nélkül sem a legújabb kori társadalmak, sem a gazdaságok nem működnek. A teljes energiafogyasztás fele a városlakók energiaigényét elégíti ki. Az energiafelhasználás növekvő trendjét nem csak az urbanizáció okozza. Jelenleg nagyjából egymilliárd emberhez egyáltalán nem jut el a villamos energia, akik mind többen szeretnék részesülni az ezzel együtt járó előnyökben. Amennyiben a jelenlegi felhasználási szokások nem változnak, a globális energiaigény évente 1,3%-kal fog növekedni. A 2018-as évet 2,3%-os fogyasztásnövekedés jellemezte, amely mindenképpen figyelemfelkeltő. (IEA 2019)

Az 1. ábrán a CCUS jelentése a Carbon Capture, Utilisation and Storage rövidítése. A növekvő energiafogyasztás mellett a fenntartható fejlődéshez elkerülhetetlen az üvegházhatású-gázkibocsátás nagymértékű csökkentése. A fenntarthatóság biztosításához a villamosenergia-termelő ágazatnak 2025-re 50%-kal és 2040-re 85%-kal kellene csökkentenie a szén-dioxid-kibocsátás mértékét. Ez a kibocsátás csak a karbonmentes energiaforrások minél nagyobb mértékű felhasználásával lehetséges. Ezek

a nukleáris és a megújuló bázisú villamosenergia-termelő technológiák. A 2040-ig tartó előrejelzések szerint a nukleáris kapacitások és a szabályozható vízerőmű-kapacitások csökkenni fognak. A drasztikus növekedés az időjárásfüggő energiaforrások területén fog bekövetkezni.

A British Petrol prognózisa szerint a globális villamosenergia-termelő ágazat szerkezeti összetételében az időjárástól függő termelők aránya 2040-re elérheti a 25% feletti részesedést. A korábbi, főként nagyerőművekkel centralizáltan termelő villamosenergia-rendszer teljes átalakulására lehet számítani a villamosenergia-elosztó-hálózatokban, nagyszámban megjelenő decentralizáltan termelő szél- és naperőművek dominanciája következtében. Amíg a nagyerőművek jellemzően

2. ÁBRA: MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK RÉSZESÉDESE AZ ENERGIATERMELÉSBEN FORRÁSONKÉNT



FORRÁS: BP Energy Outlook 2019

3. ÁBRA: AZ MVV SZÉLERŐMŰ ÉS A NAGY NAPERŐMŰVEK TERMELÉSI GÖRBÉJE



FORRÁS: MVV ZRT.

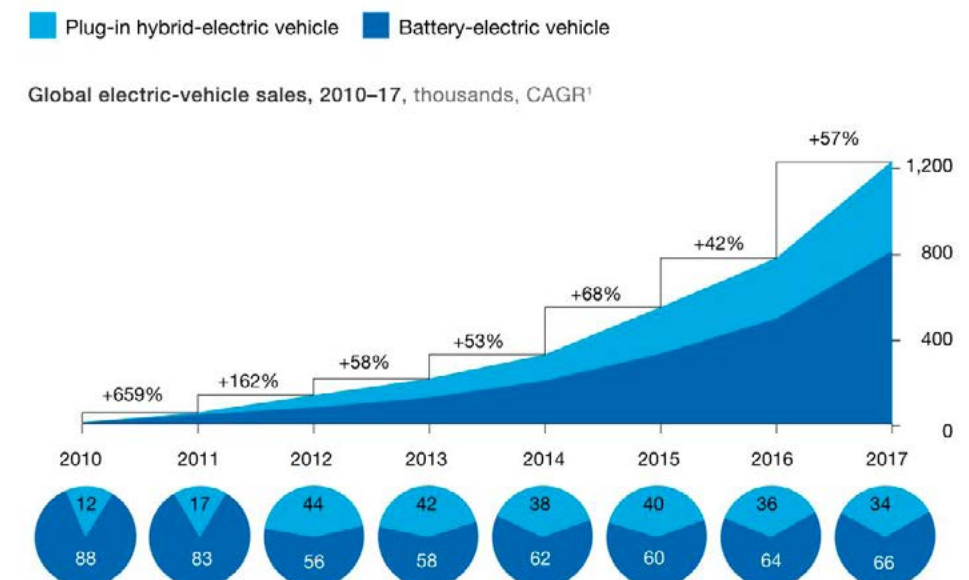
120 kV vagy annál nagyobb feszültség szinten táplálnak a rendszerbe, addig a decentralizált energia-előállítók főként közép- és alacsony feszültségen csatlakoznak a hálózathoz. A hazai viszonyokra jellemző adat, hogy 2020 áprilisában már csaknem 1500 MW beépített teljesítményű naperőmű egyharmada háztartási méretű, tehát a 0,4 kV-os hálózatban okozhat előre nehezen kiszámítható energia-irány-változásokat. Ezek a változások az eddigitől merőben eltérő hálózati modelleket, valamint új védelem- és automatika-filozófiákat igényelnek. Az időjárástól függő termelés hektikussága is új, megoldandó feladatokat hoz létre. A szabályozatlanul változó termelési görbe és a szintén szabályozatlan fogyasztásoldali terhelési görbe közötti területet ki kell tölteni. Ez azt jelenti a gyakorlatban, hogy a közel állandó teljesítményen üzemelő alaperőművek termeléséhez hozzáadódó időjárásfüggő megújuló pillanatnyi teljesítménye és a fogyasztói igény közötti teljesítménykülönbséget valamilyen, kellően rugalmas forrásból pótolni kell. Fontos feladat tehát a rendszer szabályozásához a hálózat rugalmasságának növelése. A napelemek térnyerésének köszönhetően a villamosenergia-rendszerek stabilitásához szükséges más fontos tényezőt is érdemes vizsgálni. Az együtt járó rendszer egyben tartását szolgálja a hálózatba betápláló forgógépek által biztosított villamos nyomaték. Ez egy olyan tehetetlenséget jelent, amely a hirtelen bekövetkező gyors teljesítményváltozásokat képes bizonyos korlátok között rendszerszinten ellensúlyozni. A hagyományos erőművek egy részének a kiesésével jelentős mennyiségű inercia fog hiányozni a hálózathoz. A turbógenerátor gépcsoportok arányának csökkenése következtében a hálózat feszültségtartásához szükséges meddőgazdálkodás is új feladat elé állítja a hálózattervezőket és az energetikai berendezésfejlesztőket.

Az időjárásfüggő termelők egy csoportjának kumulált termelési görbéjét mutatja a 3. számú ábra. A mindenkor fogyasztói terhelési igények és a termelés egyensúlyban tartásához szükség van az illeszthetőséget biztosító, úgynevezett rugalmassági kapacitásokra. Ezek

<

Az időjárástól függő termelés hektikussága is új, megoldandó feladatokat hoz létre.

4. ÁBRA: A GLOBÁLISAN ELADOTT ELEKTROMOS JÁRMŰVEK SZÁMA 2010 ÉS 2017 KÖZÖTT



FORRÁS: MCKINSEY&COMPANY 2018

lehetnek tározós vízerőművek, gázturbinák, mechanikai elven működő energiatárolók, kémiai elven működő energiatárolók, amelyek főként különböző akkumulátorokat jelentenek. A szabályozáshoz szükséges villamos energia érkezik importból is, a határkeresztező kapacitásokon keresztül. 2019-ben a hazai teljes bruttó villamosenergia-forrás szerkezeti megosztásban csaknem 30% importhányad szerepelt. A fotovoltaikus erőművek gyors termelésváltozásainak szabályozásához az akkumulátorok és a hozzájuk illesztett teljesítményelektronika használata biztosítja a legrugalmasabb szabályozhatóságot.

## 2. AZ ELEKTROMOS JÁRMŰVEK ELTERJEDÉSE

2017-ben az elektromos hajtású járművek értékesítése globálisan meghaladta az egymillió példányt. A növekedési trendet alapul véve a 2017-es adatok csaknem négyszeresével, azaz több mint négy millió darab járművel lehet számolni 2020-ban. A tisztán elektromos, tehát akkumulátorban tárolt energiával (battery electric vehicles) hajtott járművek már 2017-ben is 66%-os arányt képviseltek a plug-in hibrid járművekkel (plug-in hybrid electric vehicles) szemben, és a részesedésük tovább növekszik.

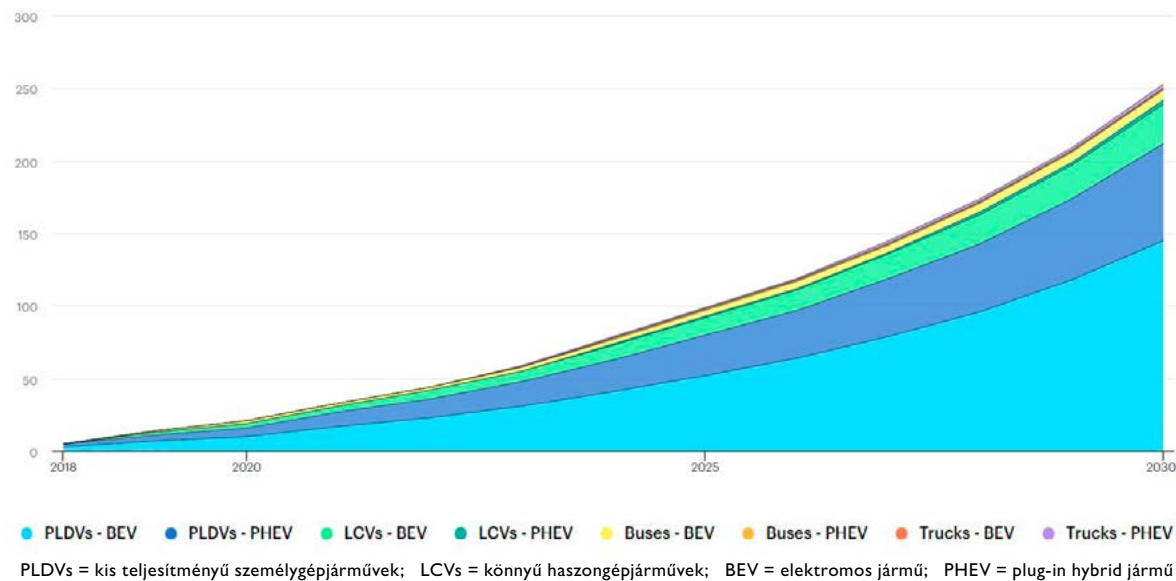
Az elektromos meghajtású járművek rohamos terjedését igazolja a 2018-as adat. 2018-ban globálisan az e-mobilitáson belül a csak elektromos gépkocsik száma is meghaladta az 5,1 millió darabot. Ez majdnem 2 millió darabos növekedést jelentett a 2017. évi

adatokhoz képest. Az emelkedés mértékére jellemző, hogy 2018-ban csaknem kétszer annyi új autót regisztráltak, mint amennyit 2017-ben forgalomba helyeztek az egész világon. A korábbi évekhez képest a 2018. évi növekedés is példa nélküli volt. A 2018. évi feldolgozott adatok alapján Kína a 2018-ban értékesített 1,1 millió elektromos személygépkocsival megőrizte vezető helyét ebben a szegmensben is. Kínában 2018 végére 2,3 millió elektromos autó közlekedett. Európa 385 000 darab új forgalomba helyezéssel összesen 1,2 millió darabbal rendelkezett. Az USA 2018-ban a harmadik helyen állt. A 361 000 db új elektromos autó regisztrálását követően már összesen 1,1 millió közlekedett belőlük az utakon.

A piaczgazdasági szektor pozitívan reagál a közlekedési ágazat elektrifikációjára. A jármű- és akkumulátorgyártó cégek nagyívű vállalásokat tesznek az elektromos közlekedés fellendítése érdekében, és nagy fejlődésen mennek keresztül. A villamos közmujszolgáltatók, a töltőberendezések gyártói és üzemeltetői, valamint az energetikai ágazat szereplői a befektetéseik révén szintén a közlekedés villamosításának fellendítését szolgálják. Ezen dinamikus fejlesztésekre alapozva két fejlődési forgatókönyv is készült a 2030-ig terjedő időszakra vonatkozóan.

A New Policies Scenarióban foglaltak szerint 2030-ban az elektromos autók eladása globális viszonylatban eléri a 23 millió darabot, és a teljes elektromos járműpark meghaladja a 130 millió darab járművet (kivéve a két- és

5. ÁBRA: ELEKTROMOS JÁRMŰPARK AZ EV30@30 SZCENÁRIÓ SZERINT, 2018–2030



FORRÁS: IEA, GLOBAL EV OUTLOOK-2019

háromkerekű járműveket). Az EV30@30 Campaign még nagyobb fejlődést vetít előre. 2030-ra az elektromos járművek 30%-os részesedését irányozza elő a két- és háromkerekű járművek kivételével. Ez számszerűsítve 43 millió darab e-jármű értékesítését jelentené 2030-ban, és ezzel együtt összességében 250 millió darabos részesedést a közlekedési ágazatban. Ezen intézkedések hatására 2030-ban 127 millió tonna olaj ekvivalens (Mtoe) mennyiséggel, azaz 2,5 millió hordó/nap mértékkel csökkenhet az olajtermékek iránti kereslet az első esetben. A merészebb előrejelzés teljesülése esetén 4,3 millió hordó/nap azaz 218 Mtoe mennyiségű csökkenés becsülhető 2030-ban. Ezzel szemben az e-mobilitás villamosenergia-igénye a New Policies Scenario esetén 2030-ban elérheti a 640 TWh-t és 1110 TWh-t az EV30@30 Campaign teljesülésekor. (IEA, Global EV Outlook 2019)

Az Európai Energiaunió létrehozásának célja, hogy javítsa az energiabiztonságot, segítse a teljesen integrált európai energiapiac létrehozását, fokozza energiahatékonyság-javítását, a gazdaság szén-dioxid-mentesítését, valamint tegyen erőfeszítéseket a kutatás, az innováció és a versenyképesség terén.

Több mint 1 milliárd eurót különítettek el az energiával kapcsolatos kutatási és innovációs tevékenységek támogatására a 2016–2017-es időszakban. Ez a munkaprogram támogatja az Európai Energiaunió létrehozását, amely biztonságos, versenyképes, megfizethető

és fenntartható energiaellátást tesz lehetővé az EU lakossági és ipari fogyasztói számára. Ennek a célnak az eléréséhez az európai energiarendszer alapvető átalakulása szükséges.

EU vonatkozó energia- és éghajlat-célkitűzései, amelyek szintén alátámasztják. Az Európai Unió vezető szerepre törekszik az éghajlatváltozás elleni küzdelemben. Célul tűzte ki 2030-ra az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését legalább 40%-kal 1990-hez képest. A végső energiafelhasználásban legalább 27% legyen a megújuló energia részesedése. Az energiahatékonyság legalább 27%-os javítása és a villamosenergia-hálózatok legalább 10%-os mértékű összekapcsolása.

Az innovatív megoldásokat támogatják az okosvárosok kialakítása érdekében, amelynek része az ipari



Az Európai Unió vezető szerepre törekszik az éghajlatváltozás elleni küzdelemben.

fogyasztók, az épületek és a közlekedés átalakítása az energiahatékonyság növelése érdekében. Az erre vonatkozó pályázati kiírások a városi közlekedés fejlesztése címén a technológiai váltást, az e-mobilitásra való áttérést preferálják.

Az új technológiák növekvő részesedése, mint például az időjárásfüggő megújuló energiaforrások, az elektrifikációs megoldások és a villamos hajtású járművek erőteljes terjedése az energiarendszert is új feladatok elé állítja. Az energiaellátás biztonságának megőrzéséhez szükség van a hálózat fejlesztésére, nagyobb rugalmasság biztosítására, az összes érdekelt fél aktív bevonása mellett fokozottabb együttműködésre, összehangolt energiastratégiákra. (European Commission 2015)

A tisztán elektromos hajtású járművek számának hirtelen növekedése következtében a töltési igények a villamos hálózatokra egy eddig nem tapasztalt hatást gyakorolnak. A hálózatok az egyidejűleg jelentkező nagy vételezési csúcsokat nem tudják kiszolgálni, túlterhelődnek, és hálózati villamos védelmi működések történnek. Különösen igaz ez abban az esetben, amikor a járműakumulátorok töltési csúcsterhelése azonos időszakra esik a villamos hálózat teljes fogyasztói csúcsidejével. (Eurelectric 2015) 2031-re várhatóan már nagy valószínűséggel 140 millió darab elektromos jármű töltési igényével kell számolni globálisan. (BITPORT, 2018)

### 3. A VILLAMOS HÁLÓZAT SZABÁLYOZÁSA

Az előző évtizedek gyakorlatához képest a villamos hálózatokkal szemben teljesen újszerű és nagy befolyással bíró hatások jelentek meg. Ezek közül a legjelentősebbek az elektrifikáció következtében gyorsan növekvő villamosenergia-igény, az időjárásfüggő megújuló bázisú erőművek hektikus termelése és a rohamosan terjedő, nagyszámú elektromos hajtású jármű töltési terhelésének egyidejűségi hatása, illetve szabályozatlansága. A villamos hálózatok fejlesztése elkerülhetetlen, azonban nem mindegy annak mértéke. Az éves viszonylatban rövid időszakokban jelentkező kedvezőtlen egyidejűségű túlterhelések kiszolgálására alkalmas hálózati fejlesztés rendkívül gazdaságtalan lenne, és nagyon sok esetben fizikailag is lehetetlen lenne megvalósítani. Az időjárásfüggő megújuló erőművek változó termelése a hálózat nagymértékű rugalmasságának növelését igényli, amely kedvezőtlen geológiai adottságok esetén döntően akkumulátoros energiatárolók létesítését jelentheti.

A villamos hálózatok legfontosabb minőségi jellemzői a frekvencia és a feszültség. Az együtt járó rendszerekben a hálózatba betáplált, tehát megtermelt villamos energia mennyisége minden időpillanatban meg kell, hogy egyezzen a hálózatról vételezett, azaz felhasznált villamos energia mennyiségével. Amennyiben több a hálózatba betáplált energia, mint a vételezett, az a frek-

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



vencia növekedésével jár. Ellenkező esetben csökken a hálózat frekvenciája. A villamos hálózat önmagában nem képes a villamos energia tárolására. Ahhoz, hogy a rendszert egyensúlyban tartsuk, vagyis a hálózati frekvencia csak a megengedett tartományon belül változzon, a hálózat szabályozására van szükségünk. A szabályozás az előzőekben említett rugalmassági kapacitások bevonásával történhet. A hálózat hagyományos szabályozása során a hiányzó energiamennyiséget egyrészt pótolhatjuk szabályozható vízerőművekkel, forgógépes vagy forgótengelyes melegtartálékok és gázturbinák segítségével. A szabályozás hatékonyabb módja az energiatárolási technológiák rendszerbe integrálása. Az energiatárolók alkalmasak a hálózatban jelentkező energia többletfelvételére, és a tárolt energia kitáplálására is. Az energiatárolókat célszerű az időjárásfüggő, hektikusan termelő megújuló bázisú erőművek (nap, szél) többletenergiájával, illetve a mélyvölgyi terhelési időszak olcsó energiájával tölteni. Az energiatárolók kisütése a hálózatban jelentkező energiahány pótlására kiegyenlítő energiaként és a fogyasztási csúcsidőszakban a magas villamosenergia-árak mellett használható gazdaságosan. Az energiatárolók a megújuló energiák rendszerbe integrálásán túlmenően energiahatékonysági célokat is szolgálnak, ugyanis lehetővé teszik az időjárásfüggő megújuló bázisú erőművek nagyobb kihasználhatóságát.

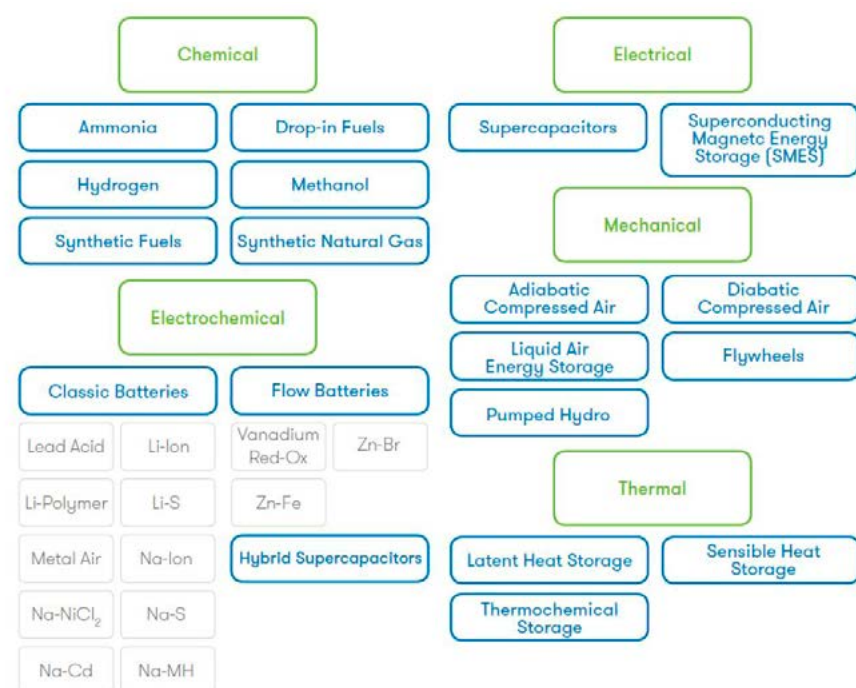
A technológiák sajátosságai szerint a rendszerbe integrálásuk módja lehet központi vagy decentralizált.

A The European Association for Storage of Energy (EASE) a 6. ábra szerint csoportosította a tárolási technológiákat. (EASE, 2020)

A rugalmassági kapacitások jelentős mértékű bővülését prognosztizálja a Bloomberg előrejelzése. A 7. ábra jól szemlélteti, hogy az energiaátmenet során a hálózati szabályozáshoz szükséges technológiák alkalmazására milyen drasztikus igénynövekedés várható.

Az elektrifikáció, a megújuló energiák használata, az elektromos járművek és az okosrendszerek elterjedése az elektrokémiai energiatárolók közül a hagyományos akkumulátorok használatára alapuló technológiákkal történik. 2018 februárjában az Egyesült Államok gazdasága szempontjából kritikusnak ítélt 35-féle ásványi anyagot tartalmazó listára került a kobalt is. Ezt követően az USA hosszú idő óta először kezdte meg ismét a kobaltbányászatot. Az elektromos járművek terjedését alapvetően meghatározza az akkumulátorok előállítási költsége, amely a járművek árának a felét teszi ki. A kobalt és a lítium az akkumulátorgyártás meghatározó eleme. A kobalt piaci ára 2018-ban 81 ezer USD volt tonnánként, amely 2017-ben még csupán 32 ezer. Az akkumulátorgyártás alapanyagainak folyamatos áremelkedése és a készletek csökkenése az innovációk széles körű alkalmazására ösztönzi mind a gyártókat, mind a felhasználókat. (World Energy Council 2018)

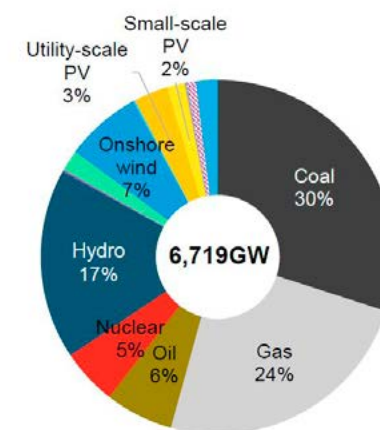
6. ÁBRA: ENERGIATÁROLÁSI TECHNOLÓGIÁK CSOPORTOSÍTÁSA



FORRÁS: EASE, 2020

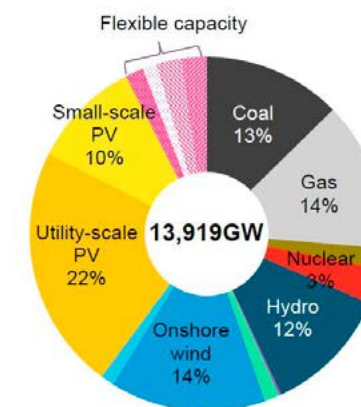
7. ÁBRA: A GLOBÁLIS VILLAMOSENERGIA-TERMELÉSI SZERKEZET ÖSSZETÉTELE 2016-BAN ÉS A 2040-ES ELŐREJELZÉS

Global cumulative installed capacity: 2016



FORRÁS: BLOOMBERG, NEO 2017

Global cumulative installed capacity: 2040



Ahhoz, hogy a teljes energia-folyamat karbonintenzitása alacsony maradjon, a nukleáris energiatermelés megkerülhetetlen.

A fentiek alapján megállapítható, hogy az energiahatékonyság, valamint az energiaátmenet érdekében történő technológiai korszakváltás főbb rendszerelemei, mint a hálózatszabályozás és a villamosított közlekedés-szállítás, jelentős beruházási szükséglettel járnak.

A klímavédelem és energiahatékonyság szempontjából figyelembe kell venni azt is, hogy a közlekedés-szállítás zöldítéséhez milyen primer energiahordozókat átalakító technológiák biztosítják a villamos energiát. Ahhoz, hogy a teljes energiafolyamat karbonintenzitása alacsony maradjon, a nukleáris energiatermelés megkerülhetetlen. A Paksi Atomerőmű a hazai villamosenergia-termelés csaknem 50%-át biztosítja, 90% feletti átlagos teljesítmény kihasználási tényezővel. Ez a bruttó energiafelhasználás szerkezetében közel 35%-os arányt jelent. Lengyelország a kiöregedő széntüzelésű erőmű parkjának kiváltására 6 db atomerőművi blokk létesítését tervezi. Az új megújulók integrálásának vonatkozásában

pedig arra kell törekedni, hogy a szabályozáshoz szükséges energia eredete minél kisebb karbonlábnnyommal rendelkezzen.

Javaslatom szerint a fenti beruházási szükségletek jelentős csökkentését lehetne elérni azzal az intézkedéssel, amely esetén a nagy akkumulátoros energiatárolók a hálózatszabályozási szerepük mellett egyben az elektromos járművek töltésére is alkalmassá tehetők lennének. Ezeket a nagy akkumulátoros energiatároló telepeket is tartalmazó energiaközpontokat célszerűen közintézmények, lakótelepek, irodaházak, bevásárlóközpontok közelében helyeznék el. Az energiaközpontok közelében az okotechnológiák, illetve a digitalizáció kiszolgálásához nélkülözhetetlen IT-gépparknak otthont adó szerverhoteleket is el lehetne helyezni. A különböző napszakokban, változó időtartamig és változó darabszámban csatlakozó járművek akkumulátorait az energiaközpont a saját beépített kapacitásának kibővítéseként használná a hálózati igény szerinti fel- és lesabályozásra. A jármű csatlakoztatásakor a tulajdonosa által beállított időtartam, a jármű akkumulátortípusa, aktuális kapacitása és a töltöttségi állapota bemenő adat lehet az intelligens vezérlőközpontnak a járműakkumulátorok optimális felhasználhatóságához. A járművek tulajdonosa az akkumulátorhasználat arányos díjat kapna és legalább 80%-ban feltöltött akkumulátort a beállított idő végére. Következő lépésben az energiaközpontok és az elektromos járművek további fejlesztésével a járművek akkumulátorait egy erre a célra fejlesztett, automatizált logisztika kiemeli. Ezt követően egy olyan töltőegységben helyeznénk el, amely a nagy energiaközpont hulladék hőjével 60 °C-ra



A járművek akkumulátorait az energiaközpont a saját beépített kapacitásának kibővítéseként használná.

felfűtve akár 10 perc alatt is a névleges kapacitásértékre tölti fel az akkumulátorokat. A Pennsylvania Állami Egyetem kutatói szerint ezzel a módszerrel a lítium-ion-akkumulátorok csaknem 30-szor több gyorstöltési ciklust képesek elviselni a névleges kapacitásuk jelentős csökkenése nélkül (gyartastrend.hu, 2019). Ez jelentős akkumulátorélettartam-növekedést eredményezne a töltésszabályozás nagymértékű rugalmasságnövekedése mellett. A fenti megoldás a megújuló bázisú energiatermelés integrálásán és a közlekedés-szállítás villamosításán keresztül szolgálná a jövő energiaellátásának hatékonyságát. Az energiahatékonyság további növelését segíthetné, ha az energiaközpontok hűtése során elvont hulladék hő a központ közelében üzemel-

tett épületek energetikai rendszerében hasznosulhatna okosrendszerek alkalmazásával.

#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

A folyamatosan növekvő globális energiaigény kielégítése a hagyományos primer energiahordozókkal belátható időn belül a fosszilis készletek kimerüléséhez vezet, és a globális felmelegedés felgyorsulását előidéző üvegházhatás fokozódását eredményezheti. Az emberiség túlélése érdekében, vagyis a fenntartható fejlődés biztosításához előtérbe kerül a tiszta energiák felhasználása. A villamosenergia-termelés és a közlekedés-szállítás ágazatok a legnagyobb CO<sub>2</sub>-kibocsátó szegmensek. A jövőbe mutató energiaátmenet ennek a két meghatározó szektornak a jelentős átalakulását indította el. A karbonkibocsátás-mentesen termelő időjárásfüggő megújuló termelők és az e-mobilitás rendszerszintű integrálásának lehetnek közös metszetei. Ennek egyik eszköze lehet olyan energiaközpontok létesítése, amelyek a hálózatszabályozási feladatuk részeként az elektromos járművek töltését is elvégeznék, és az energiahatékonyság növelése érdekében az okosépületek energetikai rendszereibe is bekapcsolódnának. Az energiahatékonysági megoldások megvalósításával a hálózatfejlesztési trendek is anyag- és költséghatékonyabb felhasználási irányt eredményezhetnek. A Föld nevű bolygót az unokáinktól kaptuk kölcsön, így kötelességünk azt élhető módon visszaadni részükre.

Kodaj Dávid \*

# < ENERGIATÁROLÁSI TECHNOLÓGIÁK – ÁTTEKINTŐ

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

## IRODALOM

- [1] BITPORT2018.09.18.KONZUMER TECH
- [2] Bloomberg New Energy Finance, New Energy Outlook 2017
- [3] BP Energy Outlook 2019 edition, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-fuel/renewables.html>
- [4] Direct International Journal of Sustainable Built Environment Volume 6, Issue 2, December 2017, Pages 693–700
- [5] Eurelectric 2015: Smart charging, steering the charge, driving the change, A EURELECTRIC paper, March 2015
- [6] EUROPEAN COMMISSION 2018: A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, Brussels, 28.11.2018 COM(2018) 773 final
- [7] European Commission 2015, EN Horizon 2020 Work Programme 2016–2017; 10. Secure, Clean and Efficient Energy.
- [8] European Association for Storage of Energy, <https://ease-storage.eu/energy-storage/technologies/>
- [9] Gyartastrend, [http://gyartastrend.hu/autoipar/cikk/10\\_perc\\_alatt\\_feltoltheto\\_az\\_elektromos\\_auto](http://gyartastrend.hu/autoipar/cikk/10_perc_alatt_feltoltheto_az_elektromos_auto)
- [10] Hejazi, R. (2017): Nuclear energy, Sense or nonsense for environmental challenges Science
- [11] International Energy Agency, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
- [12] International Energy Agency, World Energy Outlook 2018
- [13] International Energy Agency, World Energy Outlook 2019
- [14] McKinsey&Company2018, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-global-electric-vehicle-market-is-amped-up-and-on-the-rise>
- [15] MVM KTM
- [16] Patrick Hertzke, Nicolai Müller, Stephanie Schenk, Ting Wu, 2018: McKinsey&Company, THE GLOBAL ELECTRIC-VEHICLE MARKET IS AMPED UP AND ON THE RISE
- [17] World Energy Council 2019, World Energy Issues Monitor 2019, Global and Regional Perspectives

\* Kodaj Dávid vezető villamos szakértő, MVM ERBE Zrt.

1. AZ ENERGIATÁROLÁS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Az energiatárolás új lehetőségeket teremtő technológia, amely hosszú távon csökkenti a fogyasztók rendszerhasználati költségeit, növelheti a rendszer megbízhatóságát, integrálhat a rendszerbe különböző termelési módokat és csökkentheti a környezeti terheléseket.

A kémiai energiatároló rendszerek árai jelentős mértékben csökkentek az elmúlt években, ami az elektronikai eszközök és az elektromos járművek iránti kereslet növekedésével, valamint a megújuló energia – főleg PV – előretörésével hozható kapcsolatba.

Példaként a Li-ion-akkumulátorok esetében egy akkumulátoregység költsége 2010-ben majdnem elérte az 1200 \$/kWh értéket, azonban 2018-ra ez már 200 \$/kWh alá esett. A Bloomberg előrejelzése szerint 2024-re várhatóan 94 \$/kWh, 2030-ra pedig csupán 62 \$/kWh lesz az egységenkénti költség [3].

A relatíve alacsony árak támogatják, hogy az energiatárolók kilépjenek a rájuk specializálódott, tipikus felhasználási módokból (pl. hálózati egyensúly támogatása) és több területen is értéknövelt szolgáltatásokat nyújtsanak a piaci szereplők számára úgy, mint off-grid dízel generátorok helyettesítése a megbízhatóság, fenntarthatóság érdekében, továbbá energiaminőséget javító szolgáltatások nyújtása és a megújuló energiaforrások rendszerbe való integrálásának támogatása.

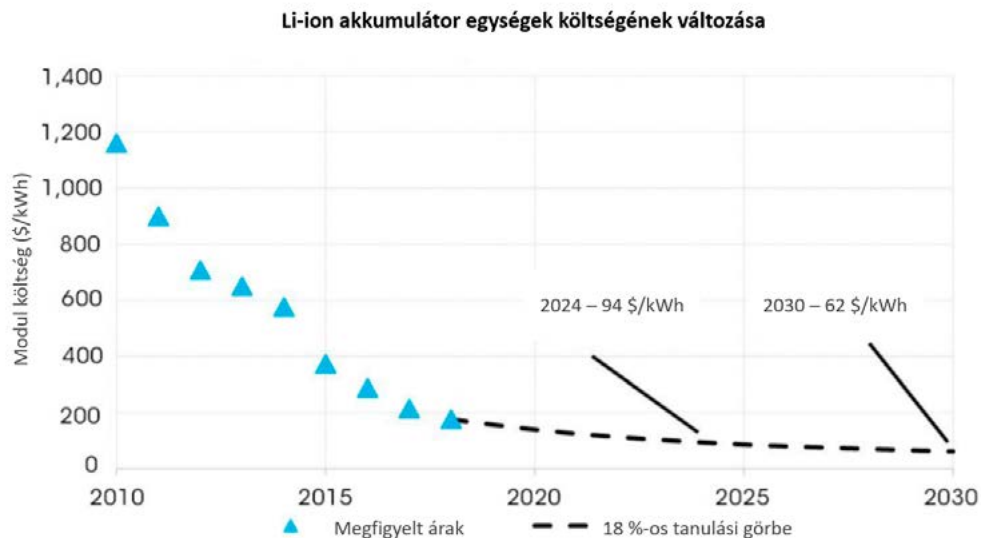
A kémiai energiatárolók a közeljövőben lehetővé teszik többek között a naperőmű és fogyasztó energiatárolóval történő gazdaságos kombinálását, amely akár

alkalmas lesz a közcélú hálózattól részben független energiaellátásra és lokális kiegészítő szolgáltatások nyújtására (pl.: feszültségtartás, meddő energia, flexibilitás stb.). A részleges függetlenedés következtében a hagyományos energiakereskedők csökkenő tendenciájú villamosenergia-kereslettel szembesülhetnek. Ezek a trendek jelentős mértékben átalakítják a villamosenergia-rendszer és az energiapiacok működését, a felhasználók termelési és fogyasztási szokásait, valamint az energiakereskedők, az elosztóhálózati engedélyesek és egyéb non-core energetikai szolgáltatásokat végző vállalkozások tevékenységét.

A villamos energia továbbításában és elosztásában mind TSO (transmission system operator) és DSO (distribution system operator) szinten átalakulás várható. Az energiatárolás egyik kiemelt célja lesz a csúcs- és völgyidőszakok közti napi ingadozások simítása, az elosztó és átviteli hálózatok tehermentesítése. Ezenkívül számos egyéb célfüggvény megvalósítható lesz a közeljövő versenyképes árú és megfelelő ciklusszámú energiatárolóival.

A hagyományos és napjainkban a megújuló energiaforrásokat hasznosító termelőket is a keresletnek és a hálózati viszonyoknak (lokális feszültségtartás, regionális frekvenciartartás, határkeresztező áramlások tartása, hálózati hiányállapot kezelése) megfelelően szükséges szabályozni vagy a speciálisan szabályozásra felajánlott szolgáltatásokat szükséges igénybe vennie a rendszerirányítónak, mint például feszültségszabályozás vagy frekvenciaszabályozás.

I. ÁBRA: LI-ION-AKKUMULÁTOREGYSÉGEK KÖLTSÉGÉNEK TRENDJE [1]



I. TÁBLÁZAT: AZ ENERGIATÁROLÁSBAN HASZNÁLT ALAPPARAMÉTEREK

|                                 |                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teljesítmény                    | Az eszköz maximális teljesítőképessége (W).                                                                                                                                            |
| Tárolt energia/kapacitás        | Az eszköz tárolási képessége (Wh).                                                                                                                                                     |
| Kisütési idő                    | Az az időtartam, mely során a berendezés képes fenntartani a kimeneti teljesítményét. Származtatott jellemző a teljesítmény és tárolt energia alapján.                                 |
| Ciklusélettartam                | A teljes feltöltések és teljes kisütések lehetséges száma (db).                                                                                                                        |
| Élettartam                      | A hasznos működés várható ideje. Érdemes figyelembe venni az élettartam során a degradációs folyamatokat is. Hőmérséklet, ciklusszám, gradiens, töltöttségiszint-függő paraméter (év). |
| Válaszidő                       | Az az időtartam, mely a kimeneti teljesítmény megváltoztatásának igényét hozó jel és a tényleges változtatás közt eltelik (s).                                                         |
| Hatásfok                        | A rendelkezésre álló energia felhasználásának mértéke ki/betáplálást követően.                                                                                                         |
| Energia- és teljesítménysűrűség | Egységnyi térfogatra vonatkoztatott energia/teljesítmény (kWh/l, kWh/m³, kW/l, kW/m³).                                                                                                 |
| „C” kisütési ráta               | A maximális áramerősség és az 1 óra névleges teljesítményen való működéshez szükséges áramerősség hányadosa (pl. 2C = 0,5 óra alatt meríthető le a névleges kapacitás).                |
| Költség                         | Az eszköz egységnyi energiára/teljesítményre vonatkoztatott ára (EUR/kWh, EUR/kW).                                                                                                     |

A magyar villamosenergia-rendszer fajlagos szabályozási költsége jelentősen meghaladja a nyugat-európai árszinteket. A primer szabályozás kivételét képez ez alól, miután a hazai FCR piac árait letörte az Alteo és az Elmű Li-ion energiatárolója. Az árverseny következtében közel 80%-kal csökkent a felajánlott primer kapacitások díja. A további, MAVIR-piacokon érzékelhető magas árak ellenére belátható időn belül hiány léphet fel a rendszerszintű szabályozás szekunder piacán. A várható szekunder piaci kapacitáshiány és a rendszer frekvenciaváltozását nem megfelelő statizmussal (meredekség arányossági jellemzője a frekvencia/teljesítmény koordináta-rendszerben) lekövető szabályozás kihívás elé fogja állítani a rendszerirányítót.

A megújuló energiaforrások természetesen időjárásfüggőek, a másnapi és intraday menetrendezésük külön iparággá nőtt ki magát az elmúlt évtizedben, melynek éves átlagos hibája 1-2% között mozog. Borús és ködös idő esetén pár óra elejéig a negyedórás tévedés mértéke elérheti a 150-200%-ot is. Mivel 2020. április 1-jétől a KÁT szabályozási bónusz, szabályozási pótdíj csökkentése, valamint a toleranciasávok a menetrendezésben eltörlésre kerültek és a kompenzációs rendszer is 2025-ig kivezetésre kerül, érdemes lehet vizsgálni a közeljövőben a naperőművek mellé telepített lokális energiatárolók telepítésének megtérülését.

Az energiatároló alkalmazása egyszerre többféle igényt is kielégíthet, a fent említett megújuló elterjedésének támogatásán felül általános feladatok ellátásra is alkalmas.

A tárolótechnológiák képesek szabályozóközpontokat támogatni a primer és szekunder szabályozási piacon, képesek meddőkompenzációra és lokális feszültségtartás révén javítják az energiaminőséget, lehetővé teszik az olcsóbb és hatékonyabb ellátását a jövőbeni nagy teljesítményű autótöltő állomásoknak, alkalmazhatóak a jelenleg kialakuló flexibilitás piacokon vagy DSO és TSO könyveiben megvalósulva hálózatfejlesztések alternatíváiként szolgálhatnak, esetleg szünetmentes áramforrást biztosíthatnak a kritikus infrastruktúrákhoz.

Jelen cikkben csupán a fizikai lehetőségeket áttekintve tárgyaljuk az energiatárolás alkalmazási lehetőségeit és nem a fenti piaci szolgáltatásokat elemezzük.

2. AZ ENERGIATÁROLÁSI TECHNOLÓGIÁK ÁTTEKINTÉSE

2.1. Az energiatárolást leíró paraméterek

Az energiatároló berendezések sokféle alap- és származtatott paraméterrel jellemezhetők, az összehasonlításra használt paramétereket az I. táblázat foglalja össze.

2. TÁBLÁZAT: A VILLAMOSENERGIA-TÁROLÁSI TECHNOLÓGIÁK RENDSZERE AZ ENERGIA TÁROLÁSI FORMÁJA SZERINT

| Kémiai                        |           |                |       | Elektromos                                                                                                                                            |                       |
|-------------------------------|-----------|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Hidrogén                      |           |                |       | Szuperkapacitás                                                                                                                                       | Mágneses szupravezető |
| Elektrokémiai (akkumulátorok) |           |                |       | Mechanikus                                                                                                                                            |                       |
| Klasszikus másodlagos         |           | Folyadékkáros  |       | Adiabatikus sűrített levegős<br>Lendkerekes<br>Szivattyús tározós<br>Diabatikus sűrített levegős<br>Izotermikus sűrített levegős<br>Folyékony levegős |                       |
| Li-ion–Li-Polimer             | Ólomsavas | Vanádium Redox | Zn-Br |                                                                                                                                                       |                       |
| Fém-levegős                   | Li-S      | Zn-Fe          |       |                                                                                                                                                       |                       |
| Na-NiCl <sub>2</sub>          | Na-Ion    |                |       |                                                                                                                                                       |                       |
| Na-MH                         | Na-S      |                |       | Termikus                                                                                                                                              |                       |
| Na-Cd                         |           |                |       | Forró vizes                                                                                                                                           | Adszorpció            |

3. TÁBLÁZAT: LI-ION AKKUMULÁTOROK ALAPPARAMÉTEREI [4]

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| Teljesítmény     | 1 kW–50 MW                        |
| Tárolt energia   | <50 MWh                           |
| Kisütési idő     | 10 perc–4 óra                     |
| Ciklusélettartam | 2000–10 000 ciklus                |
| Élettartam       | 10–20 év                          |
| Válaszidő        | néhány milliszekundum             |
| Hatásfok         | ~100%                             |
| Energiasűrűség   | 100–250 Wh/kg                     |
| Költség          | 300–700 EUR/kWh<br>150–500 EUR/kW |

Az energiatárolók rendelkeznek működésüket leíró paraméterekkel is, melyek az optimalizálást, élettartambecslést és az aktuális töltöttségi szintet jellemzik. Ilyen paraméterek:

- State of Charge (SoC), mely a tárolt energiát adja meg százalékosan a névleges kapacitáshoz viszonyítva.
- Depth of Discharge (DoD), mely az SoC ellentéte és a kisütés mélységét mutatja (DoD=1-SoC).
- State of Health (SoH), mely az üzemserű és egyéb extrém degradációból eredő csökkenést követően megmaradt hasznosítható tárolókapacitást mutatja százalékosan.

Az energiatárolás osztályozható a tárolt energia fajtáját tekintve (lásd 2. táblázat).

Az energiatároló technológiák csoportosíthatók szinte bármely egyéb paraméterük alapján, például a tárolási forma, a tárolt energia mennyisége és kapacitása szerint.

A számos energiatárolási technológia közül a magyar energetikai viszonyokhoz sokrétűen illeszkednek az elektrokémiai tárolók, azon belül is a lítium- és nátrium-kén alapú megoldások, melyekkel több hazai MW/MWh tartományba eső méretben találkozhatunk a közeljövőben.

### 3. PERSPEKTIVIKUS ELEKTROKÉMIAI TÁROLÓMEGOLDÁSOK AZ ENERGETIKÁBAN

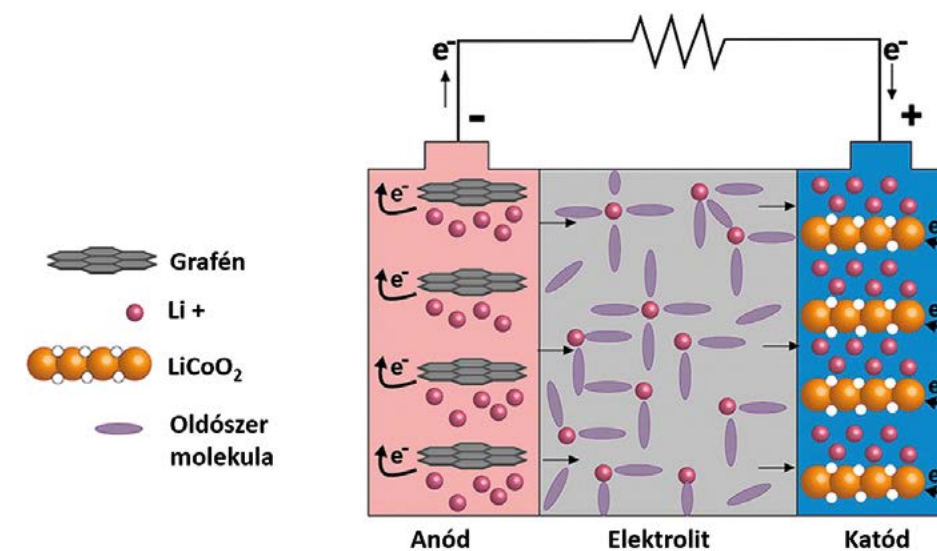
#### 3.1. Lítiumion-akkumulátorok (Li-ion)

Mióta a Sony 1990-ben legyártotta az első lítium-ionos akkumulátort, ez a típus a legfontosabb akkumulátor-technológiák egyikévé vált, piacvezető lett az energiatárolásban.

A töltés tárolásáról lítium-ionok gondoskodnak, amelyek töltéskor a negatív, szénelapú elektródához, kisütéskor pedig a pozitív fénoxid elektródához vándorolnak. Az anódot és a katódot szerves elektrolit választja el egymástól. Ennek a típusnak a legnagyobb kapacitása a NiCd technológiának a kétszerese, valamint kompakt és nem jellemző rá a kristályképződés.

A lítiumion-akkumulátorok jellemző felhasználási területe az elektronikai, közlekedési eszközök tápellátása, azonban növekvő részarányban alkalmazzák rendszer-szintű energetikai feladatok ellátására is.

2. ÁBRA: A LI-ION AKKUMULÁTOR MŰKÖDÉSE [6]



#### 3.1.1. Működési elv és felépítés

A lítiumion-akkumulátorokat a két elektróda között mozgó Li+ ionok működtetik. A cella egy pozitív és egy negatív elektródából, valamint egy Li+ ionokat vezető elektrolitból áll (2. ábra). A pozitív elektróda általában fém-oxid, csatornás vagy rétegzett anyagszerkezettel (például LiCoO<sub>2</sub>, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, LiFePO<sub>4</sub>) egy alumínium áramszedőn. A negatív elektróda pedig rendszerint grafit, réz áramszedőn.

Többféle elektrolit használatos ezekben az eszközökben: folyékony és félig/teljesen szilárd. A folyékony verzió lítiumsókat és LiBOB-ot tartalmaz szerves karbonátban oldva. A félig szilárd elektrolit tipikusan polimer elektrolit, lítiumsókból és nagy molekulásúlyú polimer mátrixokból oldószerrel vagy anélkül. A szilárd halmazállapotú elektrolit pedig mobil ionokat, fém- és nemfém-ionokat tartalmaz, és többféle kristályszerkezeten is alapulhatnak.

#### 3.1.2. Alkalmazások

Az energiatárolási piacot tekintve a technológia kulcsfontosságú szerepet fog betölteni a jövőben az átviteli és elosztói hálózat támogatásában, lakossági PV ön fogyasztás növelésében, valamint szigetüzemű rendszerek terjedésében. A legtöbb akkumulátorcella-gyártó ázsiai vállalat, azonban van számos európai Li-ion energiatároló dobozos terméket forgalmazó vállalat is a piacon.

#### 3.1.3. Előnyök és hátrányok

A Li-ion-technológia előnyei közé tartozik a viszonylag magas energiasűrűség és a hosszú ciklusélettartam, valamint az a tulajdonsága, hogy ellenáll az önkisüléssel szemben.



A kémiai energiatárolók a közeljövőben lehetővé teszik többek között a naperőmű és fogyasztó energiatárolóval történő gazdaságos kombinálását.

A rendszer minimális karbantartási igényű és egyszerűen bővíthető. A helyszíni telepítés időtartama rövid, mivel a modulok előre be vannak építve a konténerekbe (plug&play).

A technológia hátránya elsősorban a magas ár, mely folyamatosan csökkenő világpiaci tendenciát mutat, valamint a tüzesetek biztonsági kockázata.

#### 3.1.4. Biztonság

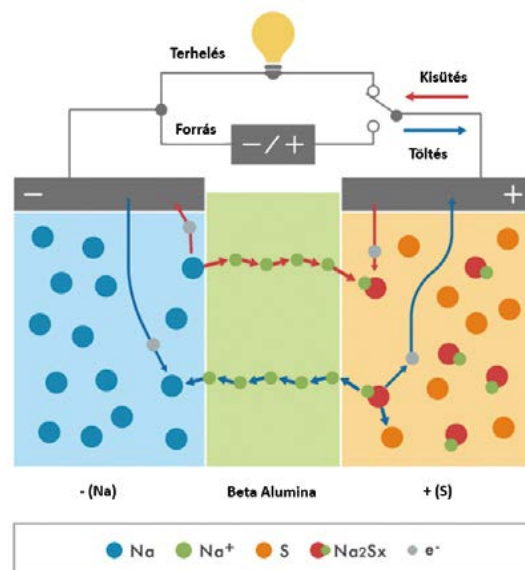
A lítiumion- (Li-ion) akkumulátor termikus megszabadása (thermal runaway) akkor következik be, amikor egy cella vagy a cellán belüli részterület hőhatás, mechanikai meghibásodás, belső/külső rövidzárlat vagy elektrokémiai behatás miatt magas hőmérsékletre hevül. Magas hőmérsékleten megindul a cellát felépítő anyagok exoterm bomlása. Mivel az exoterm folyamat nagyobb sebességgel zajlik le, mint ahogy a hő távozhata



a környezetbe, a cella hőmérséklete exponenciálisan emelkedik, és a folyamat nem kontrollálható. A stabilitás csökkenése azt eredményezi, hogy az összes megmaradt hő- és elektrokémiai energia, amit az akkumulátor tárolt, felszabadul a környezetbe.

Háromszintű védelem javasolt nagy méretű lítium-energiatárolóknál: passzív/szeparációs védelem, korai figyelmeztetőrendszer, valamint magas termikus stabilitású anyagok használata. Elsődleges célként rögzíthető, hogy a tüzet a lehető legkisebb területre kell korlátozni.

3. ÁBRA: NAS AKKUMULÁTORCELLA-FELÉPÍTÉS [7]



A tüzeset során felszabaduló gázok mérgező, korrozív és éghető tulajdonságúak, ezért ezeket a gázokat külön el kell vezetni és kezelésnek kell alávetni.

### 3.1.5. Újrahasznosítás

A Li-ion-technológiával készült akkumulátorok ~80%-a hasznosítható újra: a kobalt, a mangán és a nikkelt újabb akkumulátorok gyártásának alapanyaga lehet. Először egy mechanikai eljárással ártalmatlanítják az akkumulátort. Ezt követően a műanyag, az alumínium és a réz szeparáltan a saját újrahasznosítási folyamatához kerül továbbításra. Ezután következik a maradék, ún. „black mass” hidrometallurgiai feldolgozása.

Sajnos az összegyűjtési arány alacsony, és Európában a használt lítium javarészt hulladékgyűjtőben/lerakóban végzi. A jövő technológiái igyekeznek kivonni a gyártási képletből a nehezen hozzáférhető alapanyagokat, elsősorban a kobaltot. Az olcsóbb alapanyagok térnyerése csökkenti az újrahasznosítás megtérülését.

## 3.2. Nátrium-kén akkumulátorok (NaS)

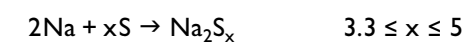
### 3.2.1. Működési elv és felépítés

A nátrium-kén akkumulátorok folyékony nátriumból (olvadék, a tároló negatív elektródája) és folyékony kénből (olvadék, pozitív elektródája), valamint az őket elválasztó magas alumíniumtartalmú kerámiaelektrolitból épülnek fel. Az elektroliton csak a pozitív töltésű nátriumionok juthatnak át, ezek kisütés során a kénnel alkotnak többatomos molekulát, így áramot hozva létre, töltés során pedig ennek a folyamatnak a fordítottja játszódik le, tehát újra szétbomlik egymástól a kén és a nátriumionok.

Maga a folyamat – így az akkumulátor is – 300 °C és 350 °C közötti hőmérsékleten működik, ekkor az elektródák olvadt állapotban tarthatók. A típus egyik piacvezető termékében a két elektróda folyékony nátrium és kén, a kettőt pedig szilárd elektrolit (béta-alumina kerámia) választja el egymástól.

Kisütéskor az olvadt nátrium elektronokat ad a külső áramkörhöz az anódnál, így a Na<sup>+</sup> ionok a béta-alumina szilárd elektroliton keresztül a katódhoz vándorolnak. A folyamat eredményeképpen az anódnál csökken a folyadék mennyisége. A Na<sup>+</sup> ionok a katódhoz érkezve a folyékony kénnel érintkeznek, és a keverék a küldő áramkörből érkező elektronokkal reagál, nátrium-poliszulfidot képezve. Ez pedig megemeli a folyadék szintjét a katód oldalán.

A reakció a következőképpen írható le:



Töltéskor ugyanez a folyamat visszafelé játszódik le.

A féligáteresztő membrán, a béta-alumina kerámia rácsszerkezete sűrű alumínium-oxid rétegekből, és a köztük lévő, szinte üres síkokból áll, amelyek ionvezető rétegekként funkcionálnak. A kerámiát szinterezéssel állítják elő, majd a fémlektrodához kötik.

A gyakorlatban az akkumulátorcellát koncentrikus elrendezésben valósította meg az egyik piacvezető gyártó.

Méreteit tekintve a cella átmérője 9 cm, hossza 50 cm, tömege pedig 5 kg. A modulok 192 vagy 224 cellából állnak (30/33 kW), ezekből pedig elérhető 6 modulból álló 20 láb hosszú konténer (200 kW/1,2 MWh), vagy 1,2 MW/8,6 MWh méretű egység 40 modulal.

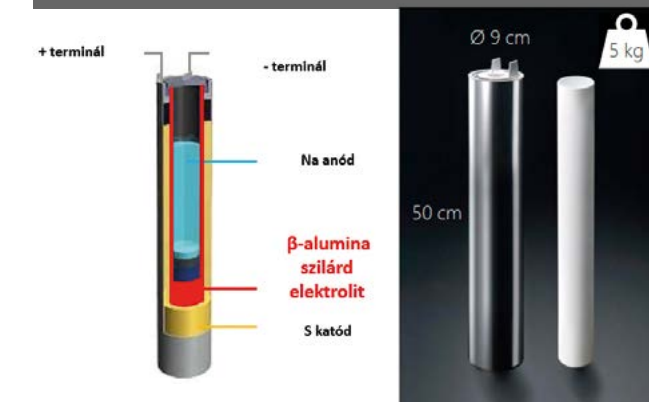
### 3.2.2. Alkalmazások

A NaS akkumulátorrendszerek alkalmazási lehetőségei igen széles körűek, a korábban felsorolt célok mindegyike megvalósítható velük. Németországban 2019 óta üzemel hibrid NaS-Lithium energiátároló, ahol a gyorsan jelentkező teljesítményszükségletet a lítiumalapú tároló, míg az energiaszükségletet a NaS tároló biztosítja.

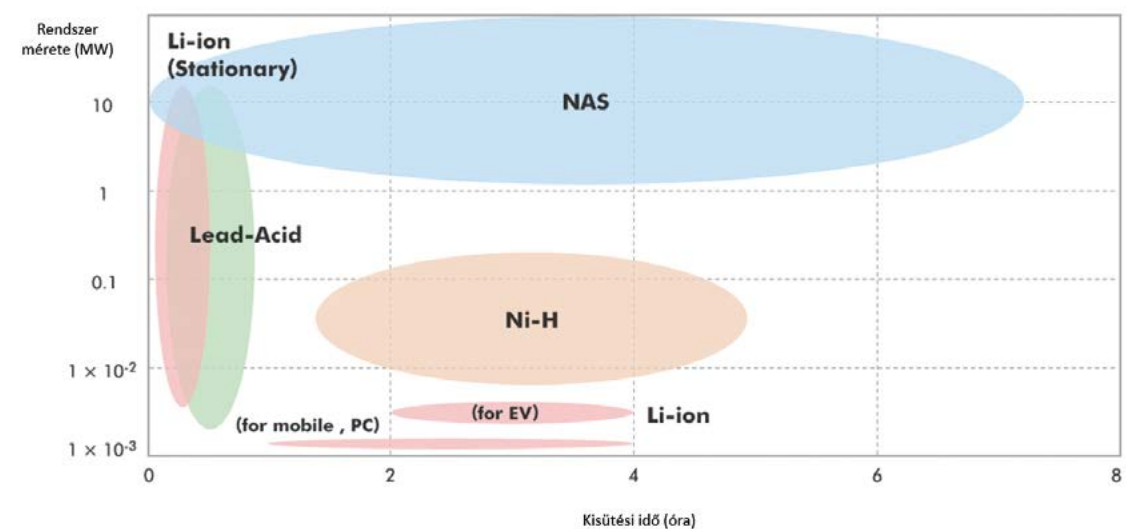
### 3.2.3. Előnyök és hátrányok

A nátrium-kén akkumulátorok hosszú kisütési időre képesek (akár 4–8 óra), mivel eleve nagyobb termelő- és elosztórendszerekhez tervezték őket. Ennélfogva nagy teljesítményű rendszerekhez, megújuló energiaforrású erőművekhez ideálisak (akár 100 MW méretű naperőműhöz is). Az egységek élettartama vetekszik a lítium-technológiával: akár 4500 ciklus (15 év –300 ciklus/év)

4. ÁBRA: NGK NAS CELLA ELRENDEZÉSE ÉS MÉRETEI [7]



5. ÁBRA: ENERGIATÁROLÓ TECHNOLÓGIÁK A RENDSZER MÉRETE ÉS KISÜTÉSI IDŐ SZERINT [7]



is elérhető vele. Ezek a típusú akkumulátorok nem veszítik el töltésüket, szemben pl. a NiCd akkumulátorokkal. A telepítési költség kWh-ra vetítve versenyképes a konkurens technológiákkal szemben.

Minimális karbantartási igényűek, széles hőmérséklet-tartományban használhatók, sivatagi klímától a sarkvidékekig. A rendszer egyszerűen bővíthető, és igen rövid a helyszíni telepítés időtartama, mivel a modulok előre be vannak építve a konténerekbe (plug&play).

Hátrányai között szerepel, hogy a nátrium és a kén 290–390 °C között folyékony, a folyékony nátrium pedig erősen reakcióképes, vízzel érintkezve gyulladást és robbanást okoz. Amennyiben a két elektrolitot elválasztó kerámia megsérül, erőteljes hőképződés indulhat meg.

### 3.2.4. Biztonság

A NaS akkumulátorrendszer megfelel a Japán Tűz- és Katasztrófavédelmi Ügynökség (FDMA) által meghatározott követelményeknek. A teszteket a Japán Veszélyes Anyagok Biztonságtechnikai Szövetsége (HMSTA) felügyelte.

A következő behatásokra tesztelték a rendszert:

- 890 °C hőmérsékletű tűznek tették ki 35 percen keresztül,
- vízbe merítették 3 napra,
- a 2,3 t súlyú modult 3,1 m magasságból leejtették,
- rövidzárlatnak tették ki (6,4 kA), a biztosíték 800 ms-en belül aktiválódott.

A használat közbeni tapasztalatokra alapozott fejlesztések során immár nemcsak Japán, de amerikai és európai hatóságok is elismerték, megfelel a nemzetközi biztonsági sztenderdeknek.

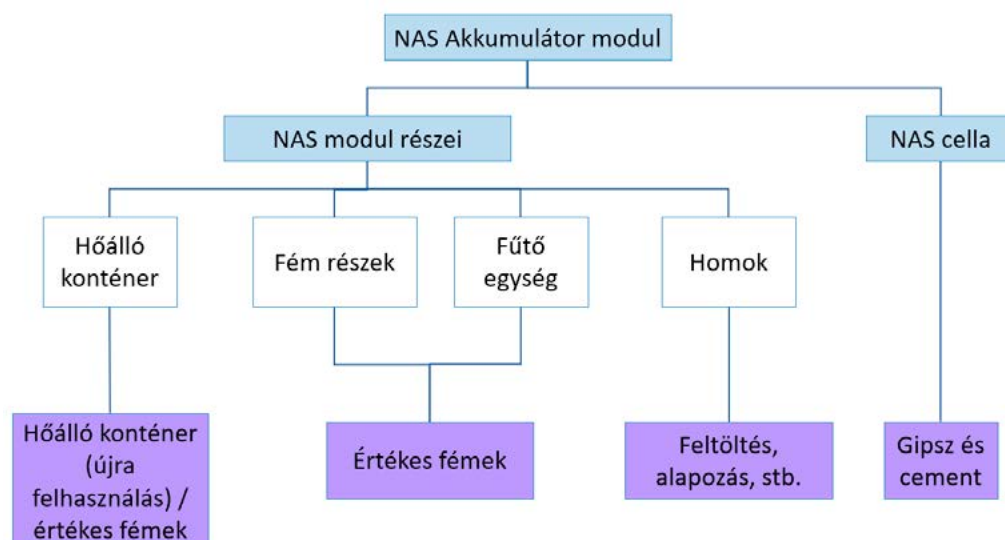
### 3.2.5. Újrahasznosítás

A NaS akkumulátorok újrahasznosíthatósága szintén megoldott, de az alapanyagok második életútja már nem feltétlen az energiatárolás. Hogy mely elemeket mire hasznosítják, azt a 6. ábra mutatja be.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Karmiris, G., Tengnér, T. – ABB Research Center: Peak Shaving Control for Energy Storage (2013) [https://www.sandia.gov/ess-ssl/EESAT/2013\\_papers/Peak\\_Shaving\\_Control\\_Method\\_for\\_Energy\\_Storage.pdf](https://www.sandia.gov/ess-ssl/EESAT/2013_papers/Peak_Shaving_Control_Method_for_Energy_Storage.pdf)
- [2] International Electrotechnical Commission: White Paper on Energy Storage: 2011. december
- [3] International Electrotechnical Commission (IEC): Electrical energy storage – white paper. Geneva, Switzerland (2011) <https://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-energy-storage-LR-en.pdf>
- [4] European Association for Storage of Energy (EASE): Energy Storage Technologies, <https://ease-storage.eu/energy-storage/technologies/>
- [5] energystoragesense.com 2017
- [6] Argyrou MC, Christodoulides P, Kalogirou SA (2018) Energy storage for electricity generation and related processes: technologies appraisal and grid scale applications. Renew Sustain Energy Rev 94:804–821
- [7] NAS Energy Storage System Website, NGK Insulators Ltd. <https://www.ngk.co.jp/nas/>

6. ÁBRA: A NaS AKKUMULÁTORRENDSZEREK ÚJRAHASZNOSÍTÁSA [7]



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Dr. Fazekas András István \*

## < A FOSSZILIS EREDETŰ SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁST GENERÁLÓ FŐ HAJTÓERŐK A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON (1. RÉSZ)

\* Dr. Fazekas András István PhD, c. egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

## 1. CÉLKITŰZÉS, BEVEZETŐ MEGFONTOLÁSOK

A két részből álló áttekintésben azt a kérdést vizsgáljuk, elemezzük, hogy milyen tényezők befolyásolják a (fosszilis tüzelőanyagokból származó) szén-dioxid-kibocsátás alakulását a világban és Magyarországon. Milyen hajtóerők játszanak ebben meghatározó szerepet és mekkora ezen tényezők (= hajtóerők) súlya a kibocsátás alakulásában, milyen tendenciák jellemzik a kibocsátás, és ezen tényezők alakulását. És természetesen elemzésre kerül az a kérdés, hogy milyen szerepet játszik az energiaipar, ezen belül is a villamosenergia-termelés a globális és a hazai szén-dioxid-kibocsátásban. Az áttekintés súlyponti kérdése az, hogy a kapott eredményekből milyen megállapítások vonhatók le a globális felmelegedés elleni küzdelem reális lehetőségeire, a lehetséges optimális eszközrendszer megválasztására vonatkozóan.

A globális szén-dioxid-kibocsátás alakulását „befolyásoló tényezők” alatt olyan „tényezők” értendők, amelyek változása valamilyen irányban szoros korrelációban van a szén-dioxid-kibocsátás alakulásával. Példaképpen a világ népességének alakulása alapvető befolyásoló tényező, vagyis „hajtóerő”, hiszen minden energiatermelés és energiafelhasználás – közvetve vagy közvetlenül – az emberi igények kielégítését szolgálja. Lényegi és közös meghatározottságuk azonban ezen hajtóerőknek, hogy soha nem önmagukban, hanem más hajtóerőkkel együtt befolyásolják egy adott ország, régió szén-dioxid-kibocsátásának alakulását. Könnyen belátható példaképpen, hogy a népesség számának alakulása mellett, annak is

döntő szerepe van a szén-dioxid-kibocsátás alakulásában, hogy egy adott országban milyen bázison történik a villamosenergia-termelés, vagy éppenséggel a hőtermelés. A vízerőművi vagy atomerőművi villamosenergia-termelésnek nincs közvetlen szén-dioxid-kibocsátása szemben például a lignit tüzelőbázisú villamosenergia-termeléssel. Világosan látni kell azt is, hogy nagyon sok hajtóerő azonosítható, és azt is, hogy az azonosított hajtóerők nem egyenlő „súlyal” (= mértékben) befolyásolják a kibocsátás alakulását. Fontos szempont az is, hogy olyan hajtóerőket kell azonosítani, amelyek hatása megbízhatóan kvantifikálható. A lakosság számának alakulása és az energiafelhasználás (és ezzel szoros összefüggésben a szén-dioxid-kibocsátás) alakulása közötti összefüggés jól számszerűsíthető. Azonban nem ez a helyzet például abban az esetben, ha azt szeretnénk megtudni, hogy milyen szerepe van a környezettudatosságnak a szén-dioxid-kibocsátás alakulásában. Ennek a „hajtóerőnek” a hatása egzakt módon nem számszerűsíthető, nem állnak rendelkezésre erre vonatkozóan adatok.

Az alapkérdés megválaszolása tehát valójában több kérdés megválaszolását foglalja magában. Mindenekelőtt azonosítani kell a hajtóerőket, és valamilyen módon meg kell határozni azt, hogy az egyes azonosított hajtóerők milyen súllyal játszanak szerepet a kibocsátás alakulásában.

Nem szorul bizonyításra, hogy gyakorlatilag végtelen sok tényező befolyásolja a globális szén-dioxid-kibocsátás alakulását. Nem belemenve ezen kérdéskör elméleti vizsgálatába, ebben az összefoglaló áttekintésben

I. TÁBLÁZAT

| Ssz.                   | Megnevezés                                                                                                                                                                                                              | Meghatározás | Mértékegység                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|
| Bázis idősorok         |                                                                                                                                                                                                                         |              |                                                          |
| 01                     | Fosszilis tüzelőanyagokból származó, éves globális szén-dioxid-kibocsátás (C)                                                                                                                                           | –            | Mt <sub>CO<sub>2</sub></sub> /a                          |
| 02                     | A világ népessége (P)                                                                                                                                                                                                   | –            | Ezer millió fő (cap)                                     |
| 03                     | A világ éves GDP-termelése 2010. évi változatlan USA dollárban, vásárlóerő paritáson (ppp) számolva (G)                                                                                                                 | –            | Milliárd USD <sub>2010 ppp</sub> /a                      |
| 04                     | A világ éves, halmozatlan primerenergia-felhasználása (E)                                                                                                                                                               | –            | PJ/a                                                     |
| Származtatott idősorok |                                                                                                                                                                                                                         |              |                                                          |
| 05                     | Egy főre jutó éves, globális GDP-termelés átlaga, 2010. évi amerikai dollárban, vásárlóerő paritáson kifejezve                                                                                                          | G/P          | USD <sub>2010 ppp</sub> /cap/a                           |
| 06                     | Energiaintenzitás globális átlaga (egységnyi globális GDP-termelésre jutó éves, halmozatlan összes primerenergia-felhasználás, 2010. évi amerikai dollárban, vásárlóerő paritáson kifejezve)                            | E/G          | MJ/USD <sub>2010 ppp</sub> /a                            |
| 07                     | Globális éves halmozatlan primerenergia-felhasználás karbonintenzitása (egységnyi éves, globális, halmozatlan primerenergia-felhasználásra jutó éves globális szén-dioxid-kibocsátás)                                   | C/E          | t <sub>CO<sub>2</sub></sub> /TJ/a                        |
| 08                     | Egységnyi globális, éves GDP-termelésre jutó éves átlagos szén-dioxid-kibocsátás, vagyis az átlagos éves globális GDP-termelés karbonintenzitása, 2010. évi változatlan USA dollárban és vásárlóerő paritáson kifejezve | C/G          | kg <sub>CO<sub>2</sub></sub> /USD <sub>2010 ppp</sub> /a |
| 09                     | Egy lakosra jutó éves szén-dioxid-kibocsátás globális átlaga                                                                                                                                                            | C/P          | t <sub>CO<sub>2</sub></sub> /cap/a                       |
| 10                     | Egy főre jutó éves halmozatlan primerenergia-felhasználás globális átlaga                                                                                                                                               | E/P          | MJ/cap/a                                                 |

az ún. Kaya-egyenletben (Kaya-azonosságban) szereplő (és ahhoz szorosan kapcsolódó) hajtóerők elemzésére kerül sor. Az áttekintés második részében ismertetésre kerül a Kaya-egyenlet, és ennek alapján belátható, hogy a kiválasztott hajtóerők valóban alapvetően meghatározó szerepet játszanak a kibocsátás alakulásában, másrészt az, hogy hatásuk egzakt módon számszerűsíthető. Az ún. Kaya-egyenlet alkalmazásával a globális szén-dioxid-kibocsátás legfontosabb hajtóerői egymáshoz képesti alakulása követhető nyomon egzakt módon.<sup>1</sup>

Az áttekintés jelen első részében a globális szén-dioxid-kibocsátást alapvetően befolyásoló fő hajtóerők áttekintésére kerül sor, bemutatva azok hosszú időtávon (1971 és 2017 között) történő alakulásának

legfontosabb jellemzőit. A második rész ismerteti a hazai szén-dioxid-kibocsátás fő jellemzőit a vizsgálati tárgyidőszakra vonatkozóan. Ebben a részben kerül sor a klímahelyzet alakulásával kapcsolatos jelentésekben középponti szerepet játszó Kaya-egyenlet mibenlétének ismertetésére is, valamint a vizsgálatból levonható következtetések összefoglalására.

## 2. A VIZSGÁLAT TÁRGYÁT KÉPEZŐ IDŐSOROK

A Kaya-egyenletben a globális szén-dioxid-kibocsátást alapvetően meghatározó hajtóerők idősorai szerepelnek, mint bemenő adatok. Ezen idősorok az ún. bázis idősorok. Idősorok alatt az adott mennyiségek adott időszakra (például: évre) vonatkozó adatainak (időben) rendezett halmaza értendő. Az I. táblázat összefoglalóan tartalmazza a vizsgálat tárgyát képező bázis idősorok és származtatott idősorok megnevezését, meghatározását és az adott mennyiségek mértékegységét.

<sup>1</sup> A Kaya-egyenlet mibenlétét, lényegét a legáttekinthetőbben Jean-Marc Jancovici cikke ismerteti. Jancovici, Jean-Marc: *What is Kaya's Equation?* <https://jancovici.com/en/climate-change/economy/what-is-kayas-equation/> Published on February 1, 2014. Jelen cikk is alapvetően ennek gondolatmenet alapján ismerteti a Kaya-egyenletet.



2. TÁBLÁZAT

| A bázis idősorok legfontosabb jellemzői                                                                                                      |                             |         |                                                   |                                               |                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Megnevezés                                                                                                                                   | Abszolút értékbeli változás |         | Százalékos eredő változás (1971 = 100%) 1971–2017 | Éves átlagos változás százalékban (1971–2017) | Tendencia (1971–2017)                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                              | 1971                        | 2017    |                                                   |                                               |                                                                                                                                                            |
| C<br>[MtCO <sub>2</sub> /a]<br>Éves globális, fosszilis tüzelőanyagokból származó szén-dioxid-kibocsátás                                     | 13 945                      | 32 840  | 235,5%                                            | +1,84%/a                                      | Tendenciájában egyértelműen növekvő éves kibocsátás, nem utal semmi a tartós változásra. Az évenkénti változás alapvetően véletlenszerű (sztochasztikus).  |
| P<br>[Millió fő (cap)]<br>A világ népessége                                                                                                  | 3 761                       | 7 519   | 199,9%                                            | +1,48%/a                                      | Egyértelműen szigorúan monoton növekvő népesség, nem utal semmi a tartós változásra. Az évenkénti változás (növekedés) mértéke tendenciájában csökkenő.    |
| G<br>[Milliárd USD <sub>2010 ppp</sub> /a]<br>Globális éves GDP-termelés 2010. évi változatlan USA dollárban, vásárlóerő paritáson kifejezve | 23 888                      | 113 555 | 475,3%                                            | +3,37%/a                                      | Tendenciájában egyértelműen növekvő éves GDP-termelés, nem utal semmi a tartós változásra. Az évenkénti változás mértéke véletlenszerű (sztochasztikus).   |
| E<br>[PJ/a]<br>Globális, éves, halmozatlan primerenergia-felhasználás                                                                        | 231 088                     | 584 990 | 253,1%                                            | +1,99%/a                                      | Tendenciájában egyértelműen növekvő energiafelhasználás, nem utal semmi a tartós változásra. Az évenkénti változás mértéke véletlenszerű (sztochasztikus). |

Bázis idősoroknak a továbbiakban a P (világ népessége), a G (a világ éves GDP-termelése), az E (a világ éves halmozatlan primerenergia-felhasználása), valamint a C (a világ fosszilis tüzelőanyagok eltüzeléséből származó éves szén-dioxid-kibocsátása) mennyiségek tárgydőszakbeli alakulását leíró idősorok tekintendők. Származtatott idősorok a bázis idősorokból képzett G/P, E/G, C/E, C/G, C/P és E/P idősorok. A vizsgálat tárgyát tehát összesen tíz idősor képezi.

3. A BÁZIS IDŐSOROK ELEMZÉSE

3.1. Általános áttekintés

A Kaya-egyenlet konkrét alkalmazása előtt célszerű elemezni az egyenlet alkalmazásának alapjául szolgáló idősorokat. Az IEA (International Energy Agency – Nemzetközi Energia Ügynökség) adatai alapján rendelkezésre állnak a P, G, E és C mennyiségek alakulását

leíró idősorok az 1971–2017 közötti 47 éves időszakra vonatkozóan.<sup>2</sup> A tárgydőszakra, illetve annak bizonyos részeire vonatkozó adatok természetesen más forrásokból is rendelkezésre állnak. Ezek azonban az adatgyűjtés és feldolgozás módszertanát illetően egymástól jelentősen különböznek. Az eltérések az IEA adatokhoz képest arányukat tekintve nem jelentősek.<sup>3</sup>

2 CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion. Statistics. Highlights. 2019. International Energy Association.

3 Tájékoztatósképpen néhány más forrás elérhetősége: <https://www.worldometers.info/gdp/>; OUR WORLD IN DATA: <https://ourworldindata.org/energy>; <https://www.worldometers.info/world-population/world-population-by-year/>; <https://www.worldometers.info/co2-emissions/co2-emissions-by-year/>; <https://www.carbonbrief.org/analysis-global-co2-emissions-set-to-rise-2-percent-in-2017-following-three-year-plateau>; <https://arstechnica.com/science/2019/12/2019-carbon-emissions-look-to-tick-upwards-again/>; <https://wattsupwiththat.com/2018/07/16/chart-of-the-week-the-us-is-a-leader-in-co2-reduction/>;

A bázis idősorok konzisztens idősorok, ami alatt az érteendő, hogy az adatok értelmezése, gyűjtése, feldolgozása egységes elvek, módszerek szerint történt. Az adatgyűjtésre, az ún. kulcsfontosságú hajtóerők kiválasztására vonatkozó irányelvek és módszerek részletes leírása (többek között) megtalálható a „Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”<sup>4</sup> című kiadványban, annak is az ötödik, „Drivers, Trends and Mitigation” című részében, illetve a „CO<sub>2</sub> Emission from Fuel Combustion, Highlights (2019 Edition)”<sup>5</sup> című IEA kiadványban (6. fejezet: „Indicator Sources and Methods”).

Közel ötven évre visszamenőleg, egész pontosan az 1971–2017 közötti 47 esztendőre vonatkozóan állnak rendelkezésre ezek az adatok. Ez igen nagy időtartam, amely megalapozottan lehetővé teszi a hosszú távú, a folyamatokat valóban lényegileg meghatározó trendek (tendenciák) megállapítását. Minden egyes idősor esetében megvizsgálásra kerül

- (1) az adott mennyiség abszolút értékének időbeli alakulása,
- (2) az adott mennyiség bázis évhez (1971 = 100%) viszonyított százalékos változása,
- (3) az adott mennyiség évenkénti, a mindenkor megelőző évhez viszonyított százalékos változása.

Természetesen még számtalan egyéb vizsgálatnak is alávetethők ezek az adatsorok, de első közelítésben az így nyert alapvető megállapítások is elegendőek. Az egyszerű és gyors áttekinthetőség kedvéért a 2. táblázat összefoglalja az idősorok alakulását jellemző főbb adatokat, megállapításokat.

3.2. A fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó éves globális szén-dioxid-kibocsátás alakulása

A globális éves szén-dioxid-kibocsátás alakulását az 1971–2017 között időszakban az 1. ábra mutatja.

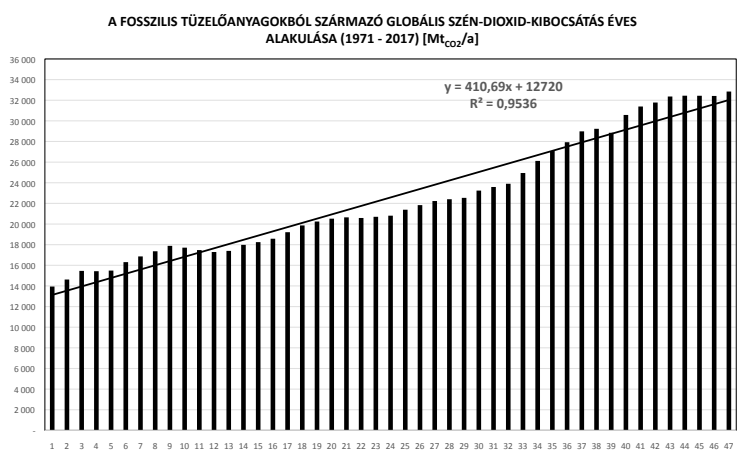
A fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó éves globális szén-dioxid-kibocsátás a vizsgálat tárgyát képező 47 éves időszakban 1971. évi, hozzávetőlegesen 14 milliárd tonna/év értékről 2017-re közel 33 milliárd tonna/év értékre növekedett, ami azt jelenti, hogy közel fél évszázad alatt 2,35-szörösére nőtt. Ez igen jelentős növekedés. Ez a változás 47 év átlagában cca 1,84 %/a éves relatív (százalékos) átlagos növekedésnek felel meg.

<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>; <https://www.iea.org/countries/saudi-arabia>; <https://www.eia.gov/>

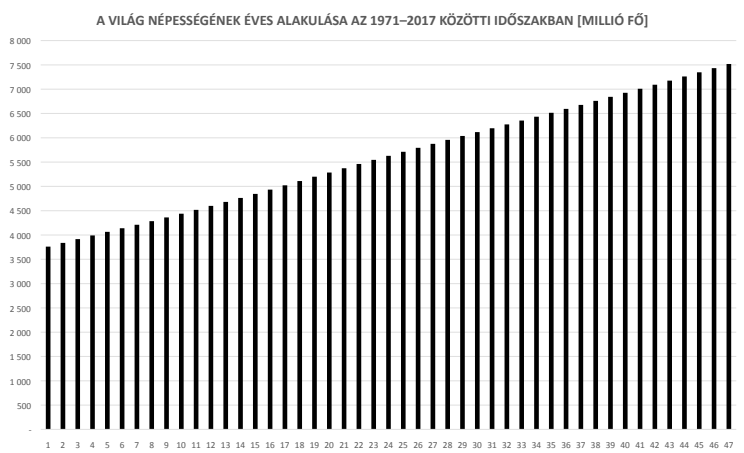
4 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

5 CO<sub>2</sub> Emission from Fuel Combustion, Highlights (2019 Edition)

1. ÁBRA



2. ÁBRA

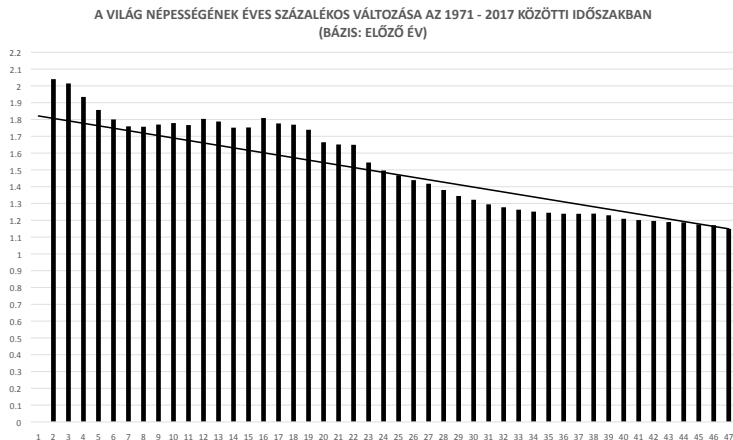


Természetesen a 47 év alatt az éves növekedés relatív értéke korántsem volt állandó. Az éves százalékos változások mértékében jelentős különbségek adódtak az elmúlt közel fél évszázadban. Voltak olyan évek, amikor az éves (előző évi értékhez viszonyított) növekedés öt százalék körüli volt, sőt nem is olyan régen a hat százalék körüli értéket is elérte, de voltak olyan évek (8 év összességében), amikor az előző évi értékhez képest a kibocsátás csökkent. Összességében az éves relatív változások teljességgel véletlenszerűen alakultak.

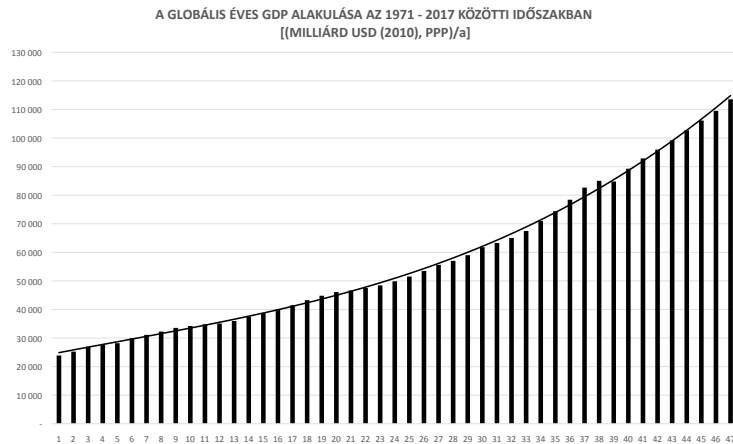
3.3. A világ népességének alakulása

A világ népességének alakulását a 2. ábra mutatja a vizsgált tárgydőszakban. A tárgydőszak kezdetén (1971-ben) a Föld népessége 3761 millió főt tett ki. 2017-re ez az érték 7519 millió főre nőtt, ami gyakorlatilag azt jelenti, hogy a világ lakossága 47 év alatt megduplázódott.

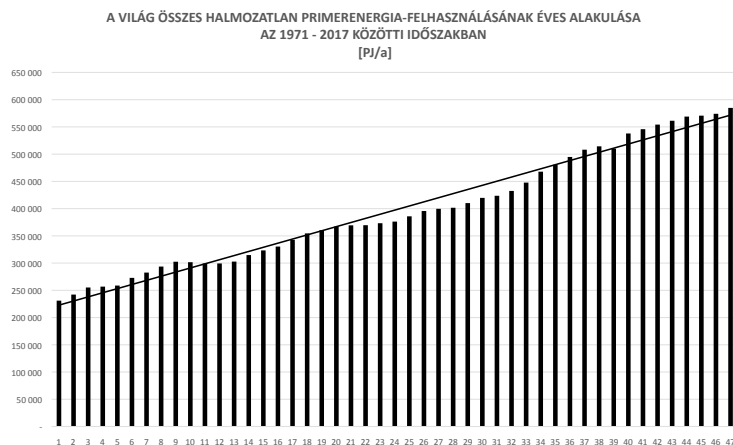
3. ÁBRA



4. ÁBRA



5. ÁBRA



A globális szén-dioxid-kibocsátás alakulását „befolyásoló tényezők” (hajtóerők) alatt olyan „tényezők” értendők, amelyek változása valamilyen irányban szoros korrelációban van a szén-dioxid-kibocsátás alakulásával.

Éves átlagban ez a változás 1,48 %/a növekedésnek felel meg. A népesség növekedése a vizsgált tárgydőszakban szigorúan monoton növekvő volt. Semmilyen jel nem utalt a tendencia változására.

Az előző évhez, mint bázisértékhez viszonyított növekedés alakulását illetően azonban egyértelműen megállapítható, hogy a világ lakosságának éves bázison vett relatív növekedése szigorúan monoton csökkenő. Azaz a globális népességnövekedés lassul (3. ábra).

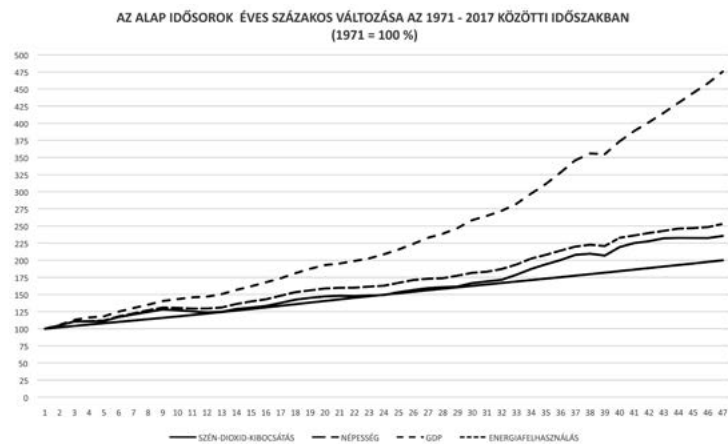
### 3.4. A globális éves GDP-termelés alakulása

A világ 2010. évi konstans USA dollárban ppp értéken számolt globális GDP-termelése igen jelentős ütemben növekedett a tárgydőszakban. Az 1971. évi 23 888 milliárd USD értékről 47 év alatt 113 555 milliárd USD értékre növekedett, ami a 475 százalékos eredő növekedésnek felel meg (4. ábra). A globális GDP-termelés átlagos éves bővülése 3,37%/a volt. A globális GDP-termelés évenkénti relatív változása igen változóan alakult, +7% és –0,2% közötti értéktartományban véletlenszerűen ingadozott. A 47 év alatt mindössze egyetlen évben, a 2008-as globális válság következtében zsugorodott a föld GDP-termelése.

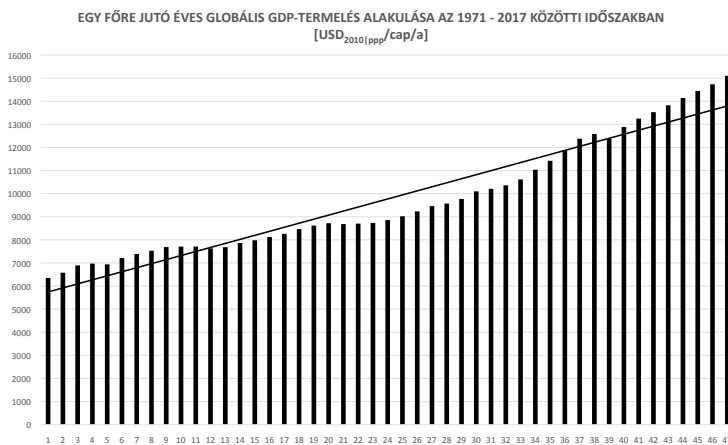
### 3.5. A világ éves halmozatlan primerenergia-felhasználásának alakulása

A világ éves halmozatlan összes primerenergia-felhasználása a szén-dioxid-kibocsátással majdnem azonos mértékben növekedett. 1971-ben az összes energia-felhasználás 231 088 PJ volt, és ez az érték 2017-re 584 990 PJ-ra növekedett, ami 253 százalékos eredő növekedésnek felel meg (5. ábra). A felhasználás éves átlagos bővülése 1,99%/a körüli értéknek felel meg. Az előző évhez, mint bázisévhez viszonyított százalékos változások teljességgel véletlenszerűen alakultak.

6. ÁBRA



7. ÁBRA



### 3.6. Az alap idősorok közötti kapcsolat vizsgálata

A 6. ábra együtt mutatja a négy bázis idősor tárgydőszaki éves százalékos változását az 1971. évi bázis-időszakhoz viszonyítva.

Az idősorok közötti korreláció értékét a 3. táblázat tartalmazza.

A táblázatban foglalt értékek alapján egyértelműen megállapítható, hogy a bázis idősorok közötti korreláció igen szoros. Ez arra utal, hogy az említett befolyásoló tényezők (hajtóerők) változása irányát tekintve meg-egyezik.

## 4. A SZÁRMAZTATOTT IDŐSOROK ELEMZÉSE

### 4.1. Általános jellemzés

Származtatott idősorok alatt a bázis idősorokból képzett idősorok értendők. A vizsgálat szempontjából a 4. táblázatban foglalt idősorok elemzése bír fontossággal. A táblázat az 1. táblázattal azonos felépítésű, ugyanazokat az alapvető információkat tartalmazza az egyes idősorokról.

### 4.2. Az egy főre jutó éves GDP-termelés globális átlaga

Az általános anyagi jólétet (életszínvonalat) komplex módon jellemző G/P érték a vizsgálati tárgydőszakban a globális szén-dioxid-kibocsátással majdnem pontosan azonos mértékben nőtt, 47 év alatt az 1971. évi érték 2,38-szorosára változott (7. ábra). Abszolút értékben ez azt jelenti, hogy az egy főre jutó éves globális GDP-termelés 6351 USD/cap/a értékről 15103 USD/cap/a értékre változott. A változás (néhány évtől eltekintve) majdnem szigorúan monoton növekvő. Az előző évre, mint bázisévre vonatkoztatott relatív változások sztochasztikusan alakulnak, összességükben azonban lassan növekedtek.

3. TÁBLÁZAT

| Megnevezés |                                             | R értéke    |
|------------|---------------------------------------------|-------------|
| C: E       | Szén-dioxid-kibocsátás: Energiafelhasználás | 0,996889942 |
| C: G       | Szén-dioxid-kibocsátás: GDP-termelés        | 0,993846318 |
| C: P       | Szén-dioxid-kibocsátás: Népesség            | 0,976221918 |
| E: P       | Energiafelhasználás: Népesség               | 0,989453535 |
| E: G       | Energiafelhasználás: GDP-termelés           | 0,990553865 |
| P: G       | Népesség: GDP-termelés                      | 0,971481265 |

4. TÁBLÁZAT

| A származtatott idősorok legfontosabb jellemzői                                                                                                                                                                                                                 |                             |        |                                             |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Megnevezés                                                                                                                                                                                                                                                      | Abszolút értékbeli változás |        | Százalékos változás (1971 = 100%) 1971–2017 | Éves átlagos változás százalékban (1971–2017) | Tendencia (1971–2017)                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1971                        | 2017   |                                             |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| G/P<br>Egy főre jutó éves GDP-termelés globális átlaga, 2010. évi amerikai dollárban, vásárlóerő paritáson kifejezve [USD <sub>2010 ppp</sub> /cap/a]                                                                                                           | 6351                        | 15103  | 237,8%                                      | +1,86%/a                                      | Tendenciájában egyértelműen növekvő érték. Semmi nem utal tartós változásra a tendenciát illetően. Az előző évre, mint bázis-évre vonatkoztatott relatív változások sztochasztikusan alakulnak, összességükben azonban lassan növekednek.                           |
| E/G<br>Energiaintenzitás globális átlaga (egységnyi globális éves GDP-termelésre jutó, halmozatlan összes primerenergia-felhasználás, 2010. évi amerikai dollárban, vásárlóerő paritáson kifejezve) [MJ/USD <sub>2010 ppp</sub> /a]                             | 9,6739                      | 5,1516 | 53,3%                                       | −0,989%/a                                     | Egyértelműen, szigorúan monoton csökkenő értékek, nem utal semmi a tendencia tartós változására. Az éves változások (csökkenés) mértéke véletlenszerűen alakul, de tendenciájában az éves relatív csökkenés mértéke lassan növekszik.                               |
| C/E<br>Az éves globális halmozatlan primerenergia-energiafelhasználás karbonintenzitása (egységnyi éves halmozatlan összes primerenergia-felhasználásra jutó szén-dioxid-kibocsátás) [t <sub>CO2</sub> /TJ/a]                                                   | 60,3                        | 56,1   | 93,0%                                       | −0,999%/a                                     | A kibocsátás abszolút értékét tekintve nagyon kis mértékben csökkenő tendencia. Semmi jel nem utal e tendencia megváltozására. Az éves (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott) relatív változások növekvő tendenciát mutatnak.                                    |
| C/G<br>Egységnyi globális GDP-termelésre jutó éves átlagos szén-dioxid-kibocsátás, vagyis az átlagos globális GDP-termelés karbonintenzitása, 2010. évi változatlan dollárban és vásárlóerő paritáson kifejezve [kg <sub>CO2</sub> /USD <sub>2010 ppp</sub> /a] | 0,5838                      | 0,2892 | 49,5%                                       | −0,985%/a                                     | Két évtől eltekintve szigorúan monoton csökkenő értékek. Semmi nem utal e tendencia tartós változására. Az éves relatív (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott) változások véletlenszerűen alakulnak, tendenciájukban azonban lassan növekvő csökkenést mutatnak. |
| C/P<br>Egy lakosra jutó éves szén-dioxid-kibocsátás globális átlaga [t <sub>CO2</sub> /cap/a]                                                                                                                                                                   | 3,71                        | 4,37   | 117,7%                                      | +0,349%/a                                     | A tárgyidőszakban változó tendenciájú, összességében mérsékelten növekvő fajlagos kibocsátás. Az egyes években a relatív (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott) változások véletlenszerűen alakulnak, összességében enyhén növekvő tendenciát mutatnak.          |
| E/P<br>Egy főre jutó éves halmozatlan primerenergia-felhasználás globális átlaga [MJ/cap/a]                                                                                                                                                                     | 61,4                        | 77,8   | 126,6%                                      | +0,504%/a                                     | A tárgyidőszakban változó tendenciájú, összességében lassan növekvő energia-felhasználás. Az egyes években a relatív (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott) változások mértéke enyhén csökkenő növekedést mutat.                                                 |



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

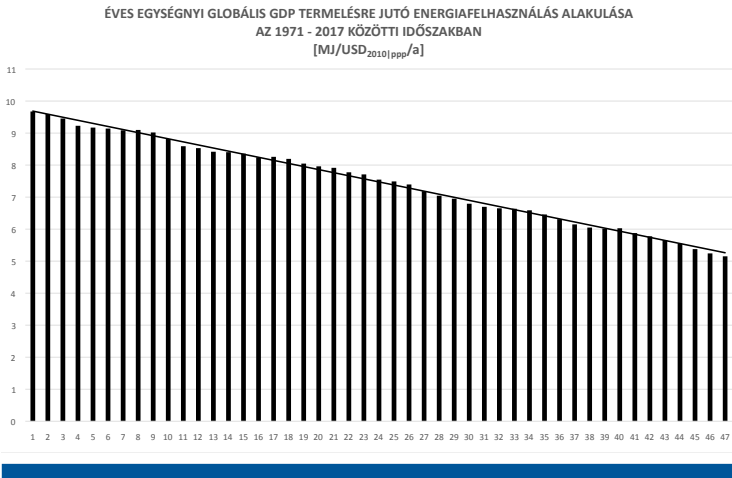
4.3. A GDP-termelés energaintenzitása globális átlagának alakulása

Az energaintenzitás, vagyis az egységnyi globális éves GDP-termelésre jutó halmozatlan összes primerenergia-felhasználás abszolút értékének alakulását mutatja a 8. ábra. Az egységnyi GDP-termelésre jutó energia-felhasználás igen jelentősen változott a vizsgált tárgyidőszakban. 47 év alatt közel a felére csökkent. 2017-ben az értéke 5,15 MJ/USD<sub>2010|ppp</sub>/a volt. A tárgyidőszaki változást (néhány évtől eltekintve) szigorúan monoton csökkenés jellemzi. Semmi jel nem mutatott e tendencia tartós változására. Az éves relatív változások azonban sztochasztikusan alakultak, tendenciájukban azonban az éves relatív csökkenések mértéke növekvő.

4.4. Az éves globális halmozatlan primerenergia-felhasználás karbonintenzitásának alakulása

Az éves globális halmozatlan összes primerenergia-felhasználás karbonintenzitása (vagyis az egységnyi éves halmozatlan összes primerenergia-felhasználásra jutó szén-dioxid-kibocsátás) abszolút értéke nagyon lassan ugyan, de csökkent valamelyest a tárgyidőszakban (60,3 t<sub>CO2</sub>/TJ/a értékről 56,1 t<sub>CO2</sub>/TJ/a értékre változott). Semmi jel nem utalt e tendencia megváltozására. Az éves (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott) relatív változások enyhén növekvő tendenciát mutatnak.

8. ÁBRA



4.5. Az éves globális GDP-termelés átlagos karbonintenzitásának alakulása

Az egységnyi globális GDP-termelésre jutó éves átlagos szén-dioxid-kibocsátás, vagyis az átlagos éves globális GDP-termelés karbonintenzitása (két évtől eltekintve) szigorúan monoton csökkenést mutatott a tárgyidőszakban, a vizsgált tárgyidőszakban a felére csökkent. Semmi nem utalt e tendencia tartós változására. Az éves relatív (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott) változások teljességgel véletlenszerűen alakulnak, tendenciájukban azonban lassan növekvő csökkenést mutatnak.

9. ÁBRA



10. ÁBRA



4.6. Egy lakosra jutó éves szén-dioxid-kibocsátás globális átlagának (C/P) alakulása

Az egy lakosra jutó éves szén-dioxid-kibocsátás globális átlaga a tárgyidőszakban változóan alakult, összességében mérsékelten növekedett, 3,71 t<sub>CO2</sub>/cap/a értékről 4,37 t<sub>CO2</sub>/cap/a értékre változott (9. ábra). Ez a változás 17,7 százalékos tárgyidőszakbeli növekedésnek felel meg. Az egyes években a relatív (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott ) változások véletlenszerűen alakulnak, összességében enyhén növekvő tendenciát mutatnak.

4.7. Az egy lakosra jutó éves halmozatlan összes primerenergia-felhasználás globális átlagának (E/P) alakulása

Az egy főre jutó éves halmozatlan összes primerenergia-felhasználás globális átlaga a tárgyidőszakban véletlenszerűen változott, összességében azonban lassan növekvő tendenciát mutatott. A tárgyidőszakban 26,6 százalékkal nőtt az egy főre jutó energiafelhasználás globális átlaga, ami abszolút értékben azt jelentette, hogy a fajlagos energiafelhasználás 64 MJ/cap/a értékről 77,8 MJ/cap/a értékre emelkedett (10. ábra). Az egyes években a relatív (előző évre, mint bázisra vonatkoztatott változások mértéke enyhén csökkenő növekedést mutat. A tárgyidőszakbeli átlagos változás sebessége 0,504%/a.

5. A SZÁRMAZTATOTT IDŐSOROK KÖZÖTTI SZTOCHASZTIKUS KAPCSOLAT VIZSGÁLATA

A származtatott idősorok közötti sztochasztikus kapcsolat erősségét, vagyis a korrelációt az egyszerű áttekintés érdekében az 5. táblázat foglalja össze.

A származtatott idősorok közötti sztochasztikus kapcsolat igen erős, az R értéke 0,961 és 0,995 tartományban van. Ez igen erős sztochasztikus kapcsolatot bizonyít.

5. TÁBLÁZAT

| Megnevezés |                                                                                        | R értéke     |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| C: G/P     | Szén-dioxid-kibocsátás: Egy főre jutó globális GDP-termelés                            | +0,994896346 |
| C: E/G     | Szén-dioxid-kibocsátás: Energiaintenzitás globális átlaga                              | −0,976671698 |
| C: E/P     | Szén-dioxid-kibocsátás: Egy lakosra jutó éves globális halmozatlan energiafelhasználás | +0,960995381 |



## AZ MVM CSOPORT HÍREI – 2020. 2. FÉLÉV

### < Mager Andrea: az MVM domináns lesz a magyar piacon

2020. 10. 13.

Az állami tulajdonú vállalatok rugalmasan és hatékonyan alkalmazkodtak a koronavírus-járvány okozta helyzethez, a közszolgáltatások színvonala a járvány ellenére sem változott, mindez pedig azt mutatja, hogy az állami vállalatok stabil bázist jelentenek a gazdaság újraindításához – mondta a nemzeti vagyon kezeléséért felelős tárca nélküli miniszter Budapesten. Mager Andrea az Országgyűlés költségvetési bizottságában tartott éves meghallgatásán ugyanakkor jelezte, hogy még a közszolgáltatások színvonalát biztosító, sikeres intézkedések ellenére is jelentős hatása volt a járványnak az állami vállalatok árbevételére. Éves előrejelzéseik szerint a közvetlen költségátalás a 15 milliárd forintot, a közvetett eredményhatás pedig a 108 milliárd forintot is meghaladja. A miniszter szerint főként azok a vállalatok voltak a járvány vesztesei, amelyek folyamatos működtetésére volt igény a lakosság részéről, miközben a kereslet nagyságrendje visszaesett. Beszült a közlekedési vállalatokról is. Kiemelte ugyanakkor: az MVM Csoport pozíciója 2010 óta megerősödött, ami annak köszönhető, hogy folyamatosan felvásárolták a magyarországi szolgáltatókat. A folyamat 2021-ben az E.ON-



MVM tranzakcióval zárul, ezt követően pedig az MVM lesz a domináns a magyar piacon. Mindezek mellett az MVM Csoport még régiós akvizíciót is tervez, amelynek célja, hogy európai szintű energetikai céggé váljon, amelynek ügyfélköre meghaladja a 10 milliót. Az MVM Csoport tranzakciói közül kiemelte a Mátrai Erőmű megvásárlását. Az erőmű fedezi az ország energiaellátásának 10-20 százalékát, így megvásárlását az ország energiaszuverenitása miatti fontos lépésnek nevezte. Az MVM Csoport célja, hogy az erőműben a lignit bázisú technológiát új, nagyobb hatásfokú és alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátású technológiára cserélje. A tranzakciónak köszönhetően stabil, biztonságos keretek között működik tovább az erőmű, az állam pedig egy komplex térségfejlesztési projektet tud végrehajtani – válaszolta egy kérdésre a miniszter, akire a Privátbankár, a Növekedés, az mfor.hu, a magyarnemzet.hu, az Origó, a Demokrata, az Index, a Világgazdaság/MTI is hivatkozott.

### < Hat vállalat ért el tavaly ezermilliárd feletti bevételt, az MVM harmadik a ranglistán

2020. 11. 04.

A MOL vezette a legnagyobb nettó árbevételű magyarországi vállalatok tavalyi listáját az Opten összeállítás szerint. Az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. 1810 milliárd forintos nettó árbevételével a harmadik a listán, és amellyel, hogy tavaly 91,2 milliárd forinttal több volt a bevétele, mint 2018-ban, a nyeresége 37,9 milliárd forinttal 59,8 milliárdra nőtt – sorolta az adatokat a Világ-

gazdaságban Kotroczó Melitta. A vállalat az elmúlt hetekben több energetikai céget is felvásárolt, tulajdonába került a német Enxio magyarországi vállalata és két kínai leányvállalata is, valamint Csehország egyik legnagyobb energiakereskedőjének, egyben legnagyobb földgázkereskedőjének, az innogy Česká republika a.s. (iCR) a száz százaléka – emlékeztetett a lap.

### < Nemet vált az MVM Csoport

2020. 12. ??.

Megújul az MVM Csoport és 2021. január 1-től új egységes, MVM Energetika márkanévvel folytatja tevékenységét Magyarország harmadik legnagyobb vállalatcsoportja. Az új márka nem csupán új arculatot jelent, új évtől az NKM vállalatok elnevezéseiben is megjelenik, hogy az MVM Csoportoz tartoznak.

2021. január 1-től MVM Energetika az MVM Magyar Villamos Művek új neve. Nem véletlen a változás, hiszen Magyarország harmadik legnagyobb, sikeres vállalatcsoportja az új évtől egységes márkanév alatt nyújtja szolgáltatásait. A cégcsoport tagjaként az NKM márka helyét is az új MVM veszi át, így a kapcsolódás a vállalatok elnevezéseiben is látszani fog.

A márkaváltást követően az NKM társaságok 4,2 millió ügyfelük számára immár MVM márkanévvel nyújtják az eddig megszokott, magas színvonalú szolgáltatásokat, legyen szó energiáról, hálózatokról, e-mobilitásról,

alternatív energiaforrásokról vagy a számos kényelmi szolgáltatásról.

A társaságok ügyfelei felé a változások elsősorban az ügyfélszolgálatok, az online ügyfélszolgálat, a számlák és a weboldalak arculatában jelennek meg. Az arculat- és névváltáshoz kapcsolódóan az ügyfeleknek semmilyen teendőjük nincs.

Az új, egységes MVM márka segít abban, hogy az ügyfelek és a köztudat számára átláthatóbbak legyenek a vállalatcsoport tevékenységei, kiemelten a szolgáltatók működése.

### < Az MVM megvásárolta Csehország egyik legnagyobb energiakereskedőjét

2020. 10. 30.

Az Európai Bizottság jóváhagyását követően lezárult az a tranzakció, amellyel az MVM Zrt. megvásárolta az innogy Česká republika a.s.-t, amely több mint 1,6 millió lakossági és vállalati ügyfelet lát el energiával – tájékoztatta az MVM az MTI-t. A közlemény szerint ez valódi mérföldkő az MVM regionális terjeszkedési stratégiájában. Az október 30-án lezárt tranzakcióval az MVM Zrt. 100 százalékos tulajdonába került innogy Česká republika a.s., Csehország első számú földgázkereskedője, jelenléte egyre erősebb a villamosenergiakereskedelem piacán is. A tranzakció magában foglalja a cég kapcsolt energiatermelési eszközeit, valamint nagykereskedelmi és e-mobilitási portfólióját is. A cseh piac egyik kiemelkedő szereplőjének tulajdonosaként az MVM tovább erősíti pozícióját a kelet-közép-európai energiapiacra, illetve erős háttérrel és folytonosságot biztosít a cseh innogy és ügyfelei számára, akik továbbra is a legmagasabb színvonalú szolgáltatásokra számíthatnak – idézte a közlemény Kóbor Györgyöt, az MVM Zrt. elnök-vezérigazgatóját. Hozzátette: a cég vezetésével azon fognak dolgozni, hogy feltérképezzenek és kiaknázzanak olyan új szinergiákat, amelyeknek köszönhetően tovább tudják fejleszteni az innogy-t Csehországban, és támogatják az MVM egyre meghatározóbb szerepét a régióban. Tomáš Varcop, az innogy Česká republika a.s. vezérigazgatója

kiemelte: az MVM-mel közösen termékeiket és szolgáltatásaikat is tovább tudják fejleszteni, az MVM mindehhez stabil háttérrel és új lehetőségeket biztosít. Az MVM révén új tevékenységekkel bővíthet üzleti portfóliójuk, a többi között a villamosenergia-termelés, az európai nagykereskedelmi piacok, a földgázátvitel vagy az LNG területén – jelezte. A felek 2020. július 10-én írtak alá adásvételi megállapodást az ügyletről, amelyet az Európai Bizottság jóváhagyása után zártak le. A cseh innogy ügyfelei számára semmilyen szerződésmódosulást nem jelent a tulajdonosváltás, az MVM tulajdonosként a vállalat korábbi menedzsmentjével folytatja a közös munkát – a közleményt a portfolio.hu, a vg.hu, az Origo, az Infostart, a Növekedés, a ProfitLine is ismertette. Az Európai Bizottság az uniós összefonódás-ellenőrzési rendelet alapján jóváhagyta, hogy az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. felvásárolja a csehországi innogy Česká republika a.s. (iCR) nevű energetikai vállalatot – közölte előzőleg a testület. A közleményt ismertette a Napi, a Telex, a hirtv.hu, a Portfólió, a Tőzsdefórum, a ProfitLine, a magyarnemzet.hu/MTI azt írta: az Európai Bizottság vizsgálatában arra a következtetésre jutott, hogy a tervezett felvásárlás nem vet fel versenyjogi aggályokat, mivel az ügylet eredményeként a vállalatok együttesen csak mérsékelten erős piaci pozícióval rendelkeznek.

## < Az MVM 100 millió eurós hitelkerettel fejleszti az energetikai infrastruktúrát

2020. 10. 12.

Az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. aláírta a Nemzetközi Beruházási Bankkal (NBB) a bank közelmúltbeli legnagyobb hitelkeret-szerződését – tájékoztatta az MVM és a bank az MTI-t. A részleteket ismertette írta a Napi, a Növekedés, a GazdPort, a vg.hu, a Tőzsdefórum, a ProfitLine, a Magyar Hírlap, hogy az ügylet feltételei szerint az NBB 15 éves futamidővel 100 millió euró értékű hitelt nyújt forintban. A befektetés célja a magyar energiaellátási hálózat és energetikai infrastruktúra nagyszabású korszerűsítésének, valamint további fejlesztésének támogatása. Ez magában foglalja az MVM-hez tartozó földgázelosztó rendszer több mint 29 ezer kilométer hosszú vezetékéből álló hálózatának megújítását, illetve a szolgáltatás minőségének javítását, valamint az okos-fogyasztásmérők telepítéséhez, a mérésiadat-kezelő rendszerek bevezetéséhez és az okos-

város (smart city) projektek megvalósításához is rendelkezésre áll a hitelkeret. A közlemény idézte Sum Jánost, az MVM Csoport gazdasági vezérigazgató-helyettesét, aki szerint a megállapodás révén egy újabb nemzetközi banki partnerrel sikerült hosszú távú, versenyképes finanszírozási megállapodást kötni. A magyar energetikai szektor fejlesztése és meghatározó közművállalatának támogatása teljes mértékben megfelel nemcsak a jelenlegi, 2018–2022-es NBB-stratégia alapelveinek, hanem a Magyarországra vonatkozó országstratégiának is. Az a tény, hogy az MVM Csoport 5 NBB részvényes energiapiacán végzi tevékenységét, fontos hosszú távú integrációs hatást kölcsönöz ennek a tranzakciónak, ami az NBB befektetési politikájának egyik prioritása – emelte ki Georgij Potapov, az NBB igazgatótanácsának hitelezésért és befektetésért felelős alelnöke.

## < Világhírű szabadalmat és nemzetközi energetikai vállalatot vásárolt meg az MVM

2020. 10. 29.

Az MVM Csoport 100 százalékos tulajdonába került a német energetikai cég, az Enexio csoport magyarországi vállalata, a magyar cég két kínai leánya, valamint egy világhírű magyar szabadalom is.

Az eddig német tulajdonban lévő Enexio Hungary Zrt., valamint a magyarországi cég két kínai leányvállalatának akvizíciója révén világ szinten is meghatározó vállalatokkal bővül az MVM Csoport portfóliója. A magyar energetikai holding ezáltal a regionális terjeszkedés mellett a kínai energetikai piacon is aktív szereplővé válik. A többek között ipari szárashűtési technológia kivitelezésével foglalkozó vállalatok mellett a tranzakció magában foglalja a világhírű, Heller–Forgó-féle hűtőberendezések szabadalmi jogának akvizícióját is. Az ötvenes években kifejlesztett technológia a hőerőművek vízszegény környezetben történő hűtésének problémáját oldotta meg. Az Enexio Hungary a jelenlegi formában folytatja működését a jövőben.

„A saját piacon nemzetközi szinten is vezető technológiai kivitelező cég megvásárlása jelentős mérföldkö-

vet jelent az MVM stratégiai céljainak megvalósításában. A tulajdonosváltás eredményeként az MVM a nemzetközi erőműfejlesztési piacon is vezető szerepet tölthet be. Az Enexio nemzetközi értékesítési kompetenciájának és kapcsolatrendszerének köszönhetően tovább bővíülhet az MVM Csoport külföldi üzleti lehetőségei” – mondta Kóbor György, az MVM Zrt. elnök-vezérigazgatója.

Az elmúlt évtizedben jelentős tudással és nemzetközi tapasztalatokkal gyarapodott az Enexio Hungary, amely az MVM Csoport részeként, annak biztos szakmai és tulajdonosi háttérével folytathatja kiemelkedően eredményes működését a jövőben.

Az Enexio Hungary Zrt. 2018-ban 3,5 millió, 2019-ben 1,5 millió euró adózott eredménnyel zárt, forgalma pedig 5,9 millió, illetve 18 millió euró volt ezekben az években, jelentős részben külföldi értékesítésből.

## < Megújuló program I. fázis

2020. 10. 21.

A Megújuló Program I. fázisához kapcsolódóan az MVM Zöld Generáció Kft. és az MVM OVIT Zrt. között fennálló szerződés záródokumentumait 2020. október 21-én írták alá a társaságok vezetői. Ezzel az eseménnyel formálisan is lezárult a kivitelezési szakasz, illetve elindult a 72 hónapos garanciális időszak. E szerződés keretében

az MVM OVIT Zrt. 2 db 20 MW-os és 89 db 0,5 MW-os naperőművet épített meg és adott át sikeresen. A PV parkok termelése a hálózatra kapcsolásuk óta folyamatos, az eddig megszerzett tapasztalatok alapján az MVM Zöld Generáció üzleti terveit az erőművek teljesíteni fogják.



## < A Pécsi Tudományegyetem és az MVM együttműködése

2020. 09. 08.

Az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. és a Pécsi Tudományegyetem (PTE) 2017 novemberében kötött együttműködési megállapodást, a közös munkának már több eredménye is van. A pecsma.hu portál ismertette a PTE közleményét, miszerint az együttműködés eredményeként négy projektet határoztak meg a szakemberek. Az Agrofuel projektben egy biológiai alapú, összetett energiatermelési modell kialakítása volt a cél a dél-dunántúli régióban és a Vértesben. Ebben a projektben a PTE három kara is közreműködött. Az Agrofuel 2 projektben a biomassza-termelést megalapozó környezeti állapotokat vizsgálták agroökológiai modellezéssel. A gázplazma projektben termikus hulladékkezelési technológiákat vizsgáltak három kar szakemberei. Ezek a programok hasznosítható eredményekkel már le is zárultak. A negyedik, jelenleg is zajló projektben a PTE a mentális egészség javí-

tása érdekében képzéseket tart az MVM Zrt. és az MVM Csoport munkavállalóinak. Az együttműködés gazdasági és klímapolitikai szempontból fontos Magyarország számára, hiszen a 2030-ra és 2050-re kitűzött, európai uniós elvárásokhoz igazított karbonmentesítési célok könnyebben elérhetők lesznek. A Dunántúli Napló arra is kitért: a PTE célkitűzése az volt a stratégiai együttműködéssel, hogy az egyetemen felhalmozott innovációs potenciállal és tudással támogassa az MVM Csoport stratégiájának megvalósítását, továbbá az, hogy olyan kutatásokat és fejlesztéseket kezdjen meg az MVM támogatásával, amelyek valamilyen módon köthetők a cégcsoport szolgáltatási portfóliójához. Az egyetem számára rendkívül fontos volt a kutatási projektjavaslatok összeállításakor, hogy az együttműködés eredményeként Pécs, illetve a régió is részesedni tudjon a közös kutatás-fejlesztésből.

## < Stratégiai megállapodást kötött az MVM Csoport a Nemzeti Közzszolgálati Egyetemmel

2020. 10. 14.

Stratégiai együttműködési megállapodást kötött az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. és a Nemzeti Közzszolgálati Egyetem (NKE) a fenntarthatóság, annak előmozdítása érdekében közös kutatás-fejlesztési és innovációs (K+F+I) programok, projektek megvalósítására. Az MTI-hez eljuttatott közös közleményben kiemelték: mindkét intézmény kiemelt jelentőségű az ország szempontjából, az MVM Csoport Magyarország energiaellátásának biztosítója, az NKE az ország kül- és közbiztonságához járul hozzá. Kiemelték, a stratégiai együttműködés közép-

pontjában az MVM vállalatcsoport és az NKE közös kutatás-fejlesztési törekvése és uniós pályázati tevékenysége áll. A 2020. október 9-én aláírt megállapodás alapján a felek olyan programokon dolgoznak közösen a jövőben, amelyek a fenntartható fejlődést és a közzszolgáltatások minőségét szolgáló innovatív megoldásokat támogatják. Az együttműködés lehetőséget teremt közös posztgraduális képzés és mentori programok indítására is – olvasható az MVM honlapján, a Növekedés, a ProfitLine, a magyarnemzet.hu portálon is.

## < Az MVM és Nyíregyháza MJV Önkormányzata együttműködési megállapodást kötött a város fejlesztési céljainak megvalósításáról



SUM JÁNOS, AZ MVM ZRT. GAZDASÁGI VEZÉRIGAZGATÓ-HELYETTESE ÉS KOVÁCS FERENC, NYÍREGYHÁZA POLGÁRMESTERE

2020. 09. 11.

Együttműködési megállapodást írt alá Kovács Ferenc, Nyíregyháza polgármestere és Sum János, az MVM Zrt. gazdasági vezérigazgató-helyettese. A kormány kiemelt figyelmet fordít a megyei jogú városok településfejlesztési törekvéseinek támogatására. A nemzetgazdaság számára kiemelten fontos, hogy a megyei jogú városok olyan fenntartható fejlődési lehetőségekhez férjenek hozzá,

amelyekkel növekszik népességmegtartó erejük, régiós szerepük. A települések fejlettségét, vonzerejét jelentősen meghatározza az energetikai infrastruktúrájuk fejlettsége. Az energiarendszer fejlettsége hozzájárul a városi életkörülmények javításához – olvasható a beszámoló az MVM honlapján. Kovács Ferenc, Nyíregyháza polgármestere a sajtótájékoztatón kiemelte, hogy az együttműködés számos területet felölel. „A további elektromos töltőállomások építésétől a különféle energia megtakarítást célzó beruházások előkészítésén át, a közvilágítási hálózat komplex fejlesztéséig, az okosváros koncepció kidolgozásáig, vagy pl. a napelemes elektromos töltőkkel rendelkező ingyenes WiFi zónák kialakításáig.” Hazánk prominens energetikai szereplője, egyben harmadik legnagyobb vállalatcsoportja, az MVM Csoport elkötelezett a hazai energetikai településfejlesztési folyamatokban való együttműködések iránt. Az MVM Csoport működése lefedi a hazai energiarendszer egészét, komplex energetikai szolgáltatóként tevékenykedik, így nemcsak a szűken értelmezett energiakereskedelem tartozik a profiljába, hanem valamennyi kiegészítő, az energetikára épülő megoldást egy kézből képes nyújtani (pl.: e-mobilitás, alternatív energetikai fejlesztések, ener-

giahatékonysági fejlesztések, energiamenedzsment rendszerek kivitelezése stb.). Ezeken felül a szolgáltatás portfólió napjainkban már kiterjed olyan kapcsolódó iparágakra is, mint például a közlekedés fejlesztése, innovációstechnológiai fejlesztések kivitelezése. Sum János, az MVM Zrt. gazdasági vezérigazgató-helyettese elmondta: „Sok mindent köszönhetek Nyíregyházának, ezért a mai aláírás a szakmai és üzleti kapcsolatokon túl személyesen is érint. Ide jártam gimnáziumba, itt is érettségiztem. Karrierem során mindig figyelemmel kísértem a város és a térség fejlesztési projektjeit. Öröm számomra, hogy az MVM-et képviselve most aktív részese lehetek a város

további fejlődésének, együttműködésünkkel minden eddiginél fenntarthatóbbá tesszük Nyíregyházát, illetve a város vezetésével közösen azon dolgozunk, hogy elmondhassuk: Nyíregyháza igazi okos város.” A következő napokban elkezdődik a munkacsoportok megalakítása, hogy a tizenhét kijelölt területen minél hamarabb indulhasson a közös munka – írta Nagy Boglárka a nyiregyhaza.hu oldalon. Olyan prioritásokat választottak, amelyekben van energetika, mindegyik jövőbe mutat és mindegyik szegmensbe bele lehet építeni azokat a korszerű zöld technológiákat, amelyekkel hozzájárulhatnak a város fenntartható gazdálkodásához.

## < Az MVM országszerte 10 nagy értékű okosbútort adott át ősszel

2020. 11. 06.

Ezúttal tudásukkal nyerhettek okosbútort az iskolások az MVM online nyereményjátékában. A versenyben tíz diák nyert iskolájának egy-egy nagyértékű okosbútort. A cégcsoport 2020. november 5-én adta át a tizediket a budapesti Lónyay Utcai Református Gimnázium és Kollégiumnak. A közleményt a Növekedés, az Üzletem, az egy.hu, a PCWorld ismertette, felidézve: 2019-ben indult útjára az MVM Okosiskola pályázat, amelyre több mint 550 iskola 1000-nél is több pályázattal jelentkezett. A tavalyi sikert látva a cégcsoport úgy döntött, idén online nyereményjátékban hirdeti meg a versenyt, de ezúttal már tíz bútorért lehetett vetélkedni. Az energetikai és fenntarthatósági témájú online rejtvényt 2020. szeptember 21-én tölthették ki a jelentkezők. Az őszi nyereményjátékban 397 magyarországi intézmény összesen 2153 diákja vett részt. Hibátlan megfejtést 317 diák küldött be, leggyorsabb tanulója pedig a következő tíz intézmény nyerte meg a „KisKígyó” fantázianevű okosbútort: A Sármelléki Általános Iskola, a szentesi Horváth Mihály Gimnázium, a kisújszállási Móricz Zsigmond Református Kollégium, Gimnázium, Technikum, Általános Iskola és Óvoda, az újpesti Könyves Kálmán Gimnázium, a paksi Energetikai Technikum és Kollégium, a Bonyhádi Általános Iskola, Gimnázium és Alapfokú Művészeti Iskola, a budapesti Lónyay utcai Református Gimnázium és Kollégium, az újpesti Károlyi István Általános Iskola és Gimnázium, a szombathelyi ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, a berettyóújfalui II. Rákóczi Ferenc Általános Iskola. Az MVM Okosbútor online nyereményjáték legfőbb célja a diákok energetikai



FORRÁS: MVM.HU

témájú képzése volt, így a szervezők egy tudásbázist hoztak létre a játék honlapján, amely grafikus és videós tartalmakkal is segítette a gyerekek ismeretszerzését. Az első helyezett 1 perc 40 másodperc alatt fejtette meg és küldte be a rejtvényt. Hat diák 2 percnél kevesebb idő alatt oldotta meg a feladványt. Az MVM mind a tíz bútorat kiszállította és üzembe helyeztette a nyertes iskolák udvarára, a gyerekek nagy örömeire. Az okosbútorokat a Hello Wood tervezte és gyártotta. A kültéri bútorok moduláris felépítésűek, variálhatóságuk miatt pedig mindegyik helyszínen könnyen elhelyezhetők voltak. Az ergonomikus kialakítású térbútorok 10 méter hosszúak, acél vázszerkezettel, keményfa borítással és funkcionális ülőfelülettel rendelkeznek. A művészeti alkotásnak is beillő padok nemcsak az iskolaudvarok díszei lettek, napelem, okoseszköz-töltő és hangulatvilágítás is van rajtuk, így kiváló helyszínt kínálnak a diákoknak a tanórák közötti, illetve tanórák utáni pihenéshez.

## < A zeneművészet fiatal tehetségeit díjazta az MVM

2020. 11. 27.

A zeneművészet legtehetségesebb fiatal képviselői tizenharmadik alkalommal vehették át a Junior Prima Díj magyar zeneművészet kategóriájának elismeréseit. Az MVM Zrt. idén is tíz hazai tehetséget díjazott, ez alkalommal először bárki ingyenesen nyomon követhette az online megrendezett díjátadót és a fiatal zenei géniuszok gálakoncertjét 2020. november 26-án, az mvmjuniorprima.hu oldalon.



Berecz Mihály zongoraművész, Fürjes Anna Csenge operaénekes, Hotzi Mátys gordonkaművész, Kecskés D. Balázs zeneszerző, Laposi Dániel ütőhangszeres művész, zeneszerző, Mészáros Zolt Máté orgonaművész, Osztrosits Éva hegedűművész, Sztranyák Dávid baszusharsona-művész, Várallyay Petra hegedűművész, jazz-zongorista, zeneszerző, valamint Vida Mónika Ruth zongoraművész vehette át a fejenként kétfélmillió forint támogatással járó Junior Prima Díjat.

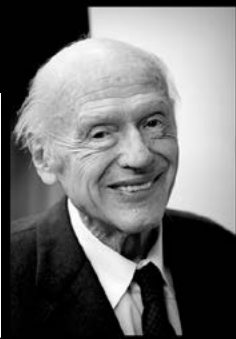
A zsűri tagjai minden évben a magyar zeneművészet szaktekintélyei közül kerülnek ki.

„Büszkék vagyunk rá, hogy az MVM Zrt. az elmúlt közel másfél évtizedben immár 130 kimagaslóan tehetséges fiatal zeneművésznek adta át ezt az elismerést. Közülük sokan a nemzetközi zenei élet kiemelkedő tagjává váltak. A járványhelyzet miatt idén először az online térbe költözött a díjátadó, ennek azonban pozitív hozadéka is volt, mégpedig az, hogy a fiatal tehetségek által teremtett élményt egy estére bárki számára elérhetővé, élvezhetővé tettük” – mondta Kóbor György, az MVM Zrt. elnök-vezérigazgatója.

## < Búcsúzunk

**Dr. Halzl József**, a Rákóczi Szövetség tiszteletbeli elnöke életének 87. évében, 2020. november 14-én elhunyt.

Dr. Halzl József 1991 és 1994 között a Magyar Villamos Művek (MVM) vezérigazgatójaként irányította az ország legnagyobb vállalatát. Emlékét megőrizzük.



## HÍREK AZ ATOMENERGETIKÁRÓL

Mayer György

### < Paks II.: benyújtották a létesítési engedély-kérelmet

Az év talán legfontosabb atomenergetikai eseménye volt, hogy 2020. június 30-án a Paks II. Atomerőmű Zrt. benyújtotta az új atomerőművi blokkok létesítésére vonatkozó kérelmét az Országos Atomenergia Hivatalhoz. Az engedélyezési eljárás július 1-jén indult, amelynek lefolytatására az OAH-nak 12 hónapja van, ez szükség szerint 3 hónappal hosszabbítható.

A 283 ezer oldal terjedelmű létesítési dokumentáció benyújtása az eddigi legfontosabb mérföldkő az új blokkok építésének történetében. Az elkészült dokumentáció azt támasztja alá, hogy a Paksra tervezett új blokkok minden tekintetben megfelelnek a magyar, valamint az európai uniós szabályoknak és biztonsági követelményeknek. A Paks II. Atomerőmű tervezése során a biztonság kulcsfontosságú volt. Az aktív energiabehatárolást igénylő biztonsági rendszerek mellett az új blokkok a feladatukat emberi vagy műszaki beavatkozás nélkül is ellátni képes passzív biztonsági rendszerekkel is rendelkeznek – hangsúlyozta Süli János, a Paksi Atomerőmű két új blokkjának tervezéséért, megépítéséért és üzembe helyezéséért felelős tárca nélküli miniszter.

A dokumentáció beadását követően azt közölte az OAH, hogy a hatékony munkaszervezés érdekében a több tízezer oldalnyi dokumentáció feldolgozását külön munkaprogram keretében, feszes munkaterv alapján végzik. Ennek oka, hogy a létesítményszintű engedély-kérelemhez kapcsolódó eljárás számos különféle szakterületet érint. A feladat összetettségét jól jelzi, hogy az eljárás alatt a 180 fős szervezet több, mint a fele közvetlenül részt vesz az engedélyezéshez kapcsolódó munkában. Emellett a hivatalnak biztosítani kell az összes többi hatósági tevékenység ellátását, így továbbra is felügyeli a hazai nukleáris létesítmények és radioaktív hulladék-tárolók üzemeltetését, valamint az atomenergia egyéb felhasználását, ellátja nemzetközi kötelezettségeit.

A létesítési engedély-kérelem értékeléséhez az Országos Atomenergia Hivatal külső szakértők véleményét is felhasználja majd. Ennek kapcsán hivatalosan is kezdeményezték, hogy a NAÜ indítsa el az úgynevezett „Technical Safety Review” misszióját. Ennek célja,



hogy az OAH megbízásából, a NAÜ koordinálásában egy független nemzetközi szakértőcsoport is értékeli a létesítési engedély-kérelmet alapját képező Előzetes Biztonsági Jelentést. Az értékelési folyamat során azt vizsgálja a szakértői csoport, hogy a Paksra tervezett új blokkok megfelelnek-e a NAÜ biztonsági szabványainak, és az észrevételeiről jelentést készít, amelyet az OAH az engedélyezési eljárás során figyelembe vesz.

Az OAH azt is közölte, hogy a Paksi Atomerőmű biztonsága az építkezés alatt sem csökkenhet, ezért az építkezésnél kiemelten figyelik, hogy a beruházási terület szomszédságában üzemelő Paksi Atomerőmű, valamint a Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója is biztonságosan működjön a létesítés ideje alatt.

Ezt követően október 9-én a Paks II. Zrt. a villamos energiáról szóló törvényben (VET) foglalt kötelezettségének eleget téve benyújtotta az új blokkokra vonatkozó létesítési engedély-kérelmét a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatalhoz (MEKH) is.

## < Elindult az arab világ első atomerőművi blokkja

Sikerrel üzembe helyezték július végén az Egyesült Arab Emírségek első atomerőmű reaktorát, ezzel az ország az első olyan arab állam, amely gazdasági célú nukleáris energiát állít elő.

Az Abu-Dzabi nyugati részén épített Baraka atomerőműben a tervek szerint összesen négy reaktorblokkot alakítanak ki, amelyek az állam energiaszükségletének negyedét tudják majd a jövőben fedezni biztonságos és megbízható módon, káros anyagok kibocsátása nélkül – közölte Mohammed bin Rasid, az Egyesült Arab Emírségek alelnöke.

Az emírségek atomenergetikai vállalata szerint a Baraka erőmű első blokkját néhány hét múlva már össze tudják kötni az ország elektronikai hálózatá-

val, és megkezdődhet onnan a lakóházak és üzemek áramellátása.

A Kepco dél-koreai vállalat által épített erőmű – majd ha eléri teljes kapacitását – 5,6 GWh áramot lesz képes termelni évente, amivel évi több mint 21 millió tonna szén-dioxid kibocsátását tudják elkerülni.

Az Egyesült Arab Emírségek 2009-ben indította el gazdasági célú atomenergia-programját. Az ország jelenleg nagyrészt földgázalapú, illetve a napenergiát hasznosító erőművekkel biztosítja az áramellátást.

(Forrás: MTI)

## < Elkezdtek összeszerelni a világ első kísérleti fúziós erőművét

Az Energiatudományi Kutatóközpont (EK) mérnökeinek és kutatóinak a részvételével megkezdődött a világ első erőmű méretű fúziós kísérleti berendezésének, az ITER-nek (International Thermonuclear Experimental Reactor) az összeszerelése augusztus elején a franciaországi Cadarache-ban.

A berendezés összeszerelését elindító ünnepi ceremónia élő közvetítés keretében kezdődött meg – tájékoztatta az MTI-t az Eötvös Loránd Kutatói Hálózat (ELKH) Titkársága.

Az ITER – nemzetközi kísérleti termonukleáris reaktor – jelenleg az egyik legnagyobb nemzetközi mágneses-fúziós kutatás-fejlesztési projekt a világon, amelyben magyar kutatók és mérnökök is részt vesznek. A berendezést a dél-franciaországi Cadarache-ban építik azzal a céllal, hogy bebizonyítsák: lehetséges magfúzióval békés célokra energiát termelni a Földön. Ezenkívül itt fogják tesztelni a későbbi fúziós erőművekben használt technológiát is – olvasható az ELKH közleményében.

Magyarországról az ELKH-hoz tartozó Energiatudományi Kutatóközpont (EK) Fúziós Plazmafizika Laboratóriumának és Fúziós Technológia Laboratóriumának a szakemberei vesznek részt az ITER-projektben.

A közlemény szerint a magyar mérnökök tervezték meg az ITER teljes belső részének bekábelezését oly

módon, hogy azok 20 évig karbantartás nélkül is működni tudjanak, emellett egyes komponenseket is teszteltek Budapesten. Az EK szakemberei jelenleg is dolgoznak az ITER egyik fontos elemén, az egyik úgynevezett szaporító-kazettán, amelynek a feladata a fúzió egyik üzemanyagának előállítása lesz az erőművön belül, továbbá a közelmúltban pályáztak az ITER egyik kritikus berendezésének, a pelletbelövőnek az építésére is, a mely az üzemanyag-utánpótlást oldaná meg egy fúziós erőműben.

A közvetítés virtuális körsétával indult, amelyet Bernard Bigot, az ITER főigazgatója vezetett. Ezután a partnerországok – USA, EU, Oroszország, India, Kína, Dél-Korea és Japán – magas rangú vezetői jelentkeznek be.

Az ELKH közleménye szerint az összeszerelés megkezdése hatalmas mérföldkő a projekt életében, hiszen eddig nagyrészt az épületek és a kiszolgáló egységek építése zajlott. Az első igazi komponensek érkezésével felgyorsulnak az ITER-építkezés eseményei.

(Forrás: MTI)

## < Belföldön tárolná Németország az elhasznált nukleáris fűtőelemeket

Feltérképezték Németország azon vidékeit, amelyek alkalmasak egy mélygeológiai atomtemető befogadására. A német kormány fontos célja az atomerőművek leszerelése, ehhez azonban valahol tárolni kell a sugárzó fűtőelemeket. Az ország nukleáris tárolóiért felelős állami vállalat vezetője szerint nagyjából 90 helyszín jöhet szóba.

„Első lépésként azt állapítottuk meg, hogy Németország területének 54 százaléka alkalmas a végleges tárolásra. De ez nem jelenti azt, hogy bármelyik megjelölt területet kiválasztottuk volna” – mondta Stefan Studt.

A mélygeológiai atomtemető helyszínének kijelölése nem csak a biztonság szempontjából nagyon kényes kérdés. A német lakosság nagyjából 80 százaléka egyetért abban, hogy az atomerőművek nagy sugárzású fűtőelemait az országhatáron belül kell tárolni. Azt azonban senki nem szeretné, hogy az új létesítmény a saját lakóhelyének

közelében legyen. A már működő kisebb atomtemetők környékén rendszerek a tüntetések, pedig ezekbe csak kis és közepes sugárzású nukleáris hulladék kerül.

Az elmúlt évtizedekben Németországban több botrány is volt a nukleáris hulladék tárolása körül, az atomenergia-ellenes mozgalmak pedig az egész társadalomra kihatottak.

A tervek szerint hosszas kísérleti fúrások után, 2031-re lesz meg a megfelelő helyszín, és 2050-től kezdhet el működni a temető.

(Forrás: euronews.com)

## < CANDU-reaktorokat vesz Románia

Románia az Amerikai Egyesült Államok segítségével tervezi korszerűsíteni a Cernavodai Atomerőmű I-es blokkját, illetve megépíteni a 3-as és a 4-es blokkot – az erről szóló, Washingtonban parafált kormányközi megállapodást október közepén ismertette a bukaresti média.



A Dan Brouillette amerikai energiaügyi, illetve Virgil Popescu román gazdasági és energiaügyi miniszter által aláírt hosszú távú atomenergetikai együttműködésről szóló elvi megállapodás szerint a megépítendő új reaktorok is CANDU 6 típusúak lesznek, akárcsak a működő I-es és 2-es reaktor.

Románia történetének legnagyobb ipari beruházásához amerikai pénzüzetek – köztük az Exim Bank – bevonásával kötnek legalább hétmilliárd dolláros hitel-

szerződést. A román atomerőmű-bővítést az amerikai AECOM vállalat fogja koordinálni egy bővebb észak-atlanti együttműködés keretében, amelybe kanadai és francia cégeket is bevonnak.

Bukarest 2013 előtt több tendert is kiírt a cernavodai 3-as és 4-es blokk megépítésére, de jelentkezők híján, vagy visszalépésük miatt sorozatosan el kellett halasztania a bővítést.

A Cernavodai Atomerőműben az eredetileg tervezett öt reaktor közül eddig kettő épült meg: az első 1996-ban, a másodikat 2007-ben helyezték üzembe. 1400 MWV összesített teljesítményükkel az atomreaktorok Románia beépített villamosenergia-teljesítményének 6,9 százalékát teszik ki, és az ország jelenlegi (a tavalyi évben 55 TWh) villamosenergia-szükségletének mintegy 22 százalékát képesek fedezni. A 3-as és a 4-es reaktorok kapacitása a korábbi tervek szerint szintén 1400 MW lenne, így az atomerőmű teljesítménye megkétszereződne.

(Forrás: MTI)

## < Hálózatra kapcsolták a Belorusz Atomerőmű első blokkját

2020. november 3-án, helyi idő szerint 12:03 órakor hálózatra kapcsolták a Belorusz Atomerőmű első 3+ generációs VVER-1200 típusú blokkját, amely betáplálta az első kilowattóra elektromos energiát a Belorusz Köztársaság villamosenergia-hálózatába.

A hálózatra kapcsolást megelőzően 2020. augusztus 7-én az első blokk reaktorának aktív zónájába beemelték a friss üzemanyagot tartalmazó üzemanyag-kazettákat. Ezt követően, október 11-én a fizikai indítás szakaszában a reaktor elérte a minimálisan ellenőrzött teljesítményszintet (kevesebb, mint a névleges teljesítmény 1%-a). Október 23-án a Belorusz Atomerőmű megkapta az engedélyt a villamosenergia-termelés kezdetére, ennek alapján a reaktor teljesítményét fokozatosan 1-ről 50 százalékra növelték, majd rákapcsolták a blokkot a Belorusz Köztársaság egységes villamosenergia-rendszerére. A tervek szerint a blokk üzembe helyezési szakasza december elején fejeződik be, majd ezt követi a próbaüzem. A Belorusz Atomerőmű első blokkjának kereskedelmi üzemkezdetre 2021 első negyedévében várható.

A Belorusz Atomerőmű VVER-1200-as blokkja az első orosz technológiával épült olyan 3+ generációs blokk, amelyet Oroszország határain túl helyeznek üzembe. Jelenleg három ilyen típusú egység üzemel Oroszországban: kettő a Novovoronyezsi, egy pedig a Leningrádi Atomerőműben. 2020. október 22-én kapcsolták

a villamosenergia-hálózatra a negyedik 3+ generációs orosz egységet, a Leningrádi Atomerőmű 6-os blokkját.

A korábbi reaktor nemzedéket képviselő VVER-1000-es blokkokkal összehasonlítva a 3+ generációs VVER-1200 típusú reaktorokkal szerelt innovatív blokkok a gazdaságossági és a biztonsági mutatók terén egyaránt felülmúlják elődjeiket. Olyan komplex technológiai megoldásokat alkalmaznak, amelyek növelik az erőmű üzemeltetésének biztonságát és megakadályozzák, hogy valaha is radioaktív anyagok kerüljenek a környezetbe.

Az előző generációhoz képest a VVER-1200-as reaktor teljesítménye 20 százalékkal nőtt, jelentősen csökkent a kiszolgáló személyzet létszáma, az alapvető berendezések élettartama kétszeresére – 30-ról 60 évre – nőtt, ami további 20 évvel meghosszabbítható. Az első belorusz atomerőmű 3+ generációs orosz technológiát használ, amely mindenben megfelel a nemzetközi biztonsági normáknak és a Nemzetközi Atomenergia-ügynökség biztonsági előírásainak.

Ezt a blokk típust választotta Magyarország mellett Finnország és egy sor más ország is.

(Forrás: Roszatom)

## < Készül az Akkuyu Atomerőmű

A törökországi Akkuyu Atomerőmű 2. blokkjának építési területére szállították augusztus végén a zónaolvadékokat felfogó eszközt, más néven zónaolvadék-csapdát, amely az atomerőmű passzív biztonsági rendszerének kulcsfontosságú eleme.

A zónaolvadék-csapda 5,8 m magas és 6,1 m átmérőjű, 169 tonna acélból készült kúp alakú tartály, amely vészhelyzet esetén biztonságosan felfogja a zónaolvadékokat, és megakadályozza, hogy a radioaktív anyagok kikerüljenek a konténmentből. Ennek köszönhetően az Akkuyu Atomerőmű védett még a legsúlyosabb baleset

tek ellen is. Az olvadékcspadát minden 3+ generációs orosz atomerőművi blokkba beépítik.

A zónaolvadék-csapda az oroszországi Tjazsmas Rt. gépgyárában készült. A beépítését követően a zónaolvadék-csapda és a belső berendezések össz tömege eléri a 668 tonnát.

Anasztaszja Zotyejeva, az Akkuyu Nuclear Rt. vezérigazgatója jelezte, hogy a legaktívabban a munkálatok az 1. blokkon zajlanak. Az idei év további tervei között szerepel, hogy befejezzék a külső falak építését a +26,0 szintig. Ez lesz a reaktorcsarnok üzemi szintje, ami lehetővé teszi, hogy jövőre beépíthessék a reaktort és augusztusban elkezdhesék a fő keringtető csővezetékek hegesztését. Ez már a reaktor „szívében” zajló munkát jelenti. Az Atommas, a Roszatom orosz gépgyártó vállalata négy gőzfejlesztőt gyártott az első blokk számára. Miután azok a telephelyre érnek, sor kerül a reaktortartály szállítására.

Október elején pedig megérkeztek az erőmű 1. blokkjához a gőzfejlesztők, melyek a reaktor primer körüi kulcs

berendezései. A négy, egyenként 335 tonnás gőzfejlesztő segítségével a reaktor által termelt hőenergiával turbinákat meghajtó gőzt állítanak elő. A turbinával közös tengelyen lévő generátor termeli a villamos energiát. Az Akkuyu Atomerőmű négy blokkja VVER-1200-as típusú, 3+ generációs reaktorokkal készül. Ezek mindegyikéhez négy-négy gőzfejlesztő csatlakozik.

Az Akkuyu Atomerőmű mindhárom egységében zajlanak az építési munkálatok. Az építkezés valamennyi szakaszát szigorú figyelemmel kísérik a független ellenőrző szervezetek, a Nukleáris Szabályozó Hatóság és a török Nemzeti Szabályozó Testület, az NDK (Nukleer Düzenleme Kurumu) csakúgy, mint az Assystem nemzetközi mérnöki csoport szakértői.

(Forrás: Roszatom)



## < Roszatom-üzemanyaggal működik a Budapesti Kutatóreaktor

A TVEL Rt. – az MTA Energiatudományi Kutatóközponttal 2019-ben aláírt szerződés alapján – szeptember közepén nukleáris üzemanyagot szállított a Budapesti Kutatóreaktor (BKR) számára. A Roszatom TVEL üzemanyaggyártó vállalatához tartozó Novoszibirszki Vegyi Üzemben előállított VVR-M2 üzemanyag-kazetták az elkövetkező néhány évben fedezik a BKR üzemanyag-szükségletét.

A Budapesti Kutatóreaktort tudományos és gyakorlati kutatásokra használják az atomfizika és az anyagtudomány terén, a magyarországi atomenergetikai fejlesztéseket célzó kutatásokat is beleértve. A BKR a Budapesti Neutronközpont fő kutatási létesítménye, amelyben a reaktorok anyagainak tulajdonságait, valamint a nukleáris üzemanyagciklus jellemzőit tanulmányozzák.

Az Energiatudományi Kutatóközpont, amely 2020. szeptember 1-jén volt 70 éves, jelentős szerepet játszik a Paksi Atomerőmű üzemeltetésének támogatásában. A kutatások egyebek között az alábbi területekre terjednek ki: a reaktort alkotó anyagoknak a sugárzás miatt

bekövetkező öregedése, a radioaktív hulladék kezelése, a nukleáris üzemanyagciklus zárása, a nukleáris reaktorok fizikája és a nukleáris üzemanyag termomechanikai tulajdonságainak kutatása.

A Budapesti Kutatóreaktor Közép-Európa legnagyobb teljesítményű kutatóreaktorainak egyike. A szovjet VVER-projekt alapján épült reaktort 1959-ben helyezték üzembe, azóta többször is teljeskörűen modernizálták. A reaktor eddigi teljes üzemideje alatt végig orosz gyártású üzemanyagot használt. 2012 óta a BKR aktív zónáját kizárólag alacsony dúsítottaságú üzemanyaggal töltik fel.

(Forrás: Roszatom)

## < Módosított üzemanyagot kap a Paksi Atomerőmű

A Roszatom üzemanyaggyártó vállalata, a TVEL Rt. Elektrosztal városában működő gépgyárában befejezték október közepén a Paksi Atomerőmű VVER-440-es reaktorai által használt nukleáris üzemanyag új, módosított változatának fejlesztését és dokumentálását.

A VVER-440 típusú reaktorok számára készült második generációs nukleáris üzemanyag új, módosított változata optimalizálja az urán és víz mint moderátor arányát a reaktor aktív zónájában, ami kedvezően hat majd az erőmű működtetésének műszaki és gazdasági paramétereire.

Az új üzemanyag fejlesztésében az OKB Hidropressz Rt. szakemberei vettek részt (a vállalat a Roszatom állami atomenergetikai konszern gépgyártó divíziójához, az Atomenergomaszhoz tartozik). A Hidropressz az összes VVER-440 típusú reaktor üzemanyagának tervezője.

A fejlesztésben részt vettek a TVEL-hez tartozó anyagtudományi kutatóintézet, a Bocsvar Intézet (VNI-INM), az MSZZ és a Kurcsatov Intézet szakemberei is. Az OKB Hidropressz telephelyén az új üzemanyag-kazettákat komplex hidraulikai, mechanikai, valamint rezgésállósági és tartóssági teszteknek vetették alá.

A 2017 végén aláírt új üzemanyag kifejlesztésére vonatkozó mérnöki szolgáltatásokról szóló szerződés alapján az új, módosított üzemanyag első szállítmánya még 2020-ban megérkezik a Paksi Atomerőműbe.

(Forrás: Roszatom)

## < Hatalmas nukleáris programot indítanak a lengyelek

Gigantikus, negyvenmilliárd dolláros atomerőmű-beruházást indít Lengyelország, hogy kiváltsa szénelapú energia-termelését. A lengyel klímaügyi minisztérium szeptemberben jelentette be, hogy felgyorsítja az új energiastratégia végrehajtását, és minél előbb szeretné kivezetni a termelésből korszerűtlen szénerőműveit.

Lengyelország az EU legnagyobb széntermelője, energiámixében a mai napig 74 százalékkal szerepelnek a szénterőművek, ezek közül pedig több is Európa legszennyezőbb létesítményei közé tartozik. (A Belchatówi Erőmű egymaga több szén-dioxidot ereget a levegőbe, mint egész Dánia.)

Lengyelországnak eddig egyáltalán nem volt atomerőműve, azon kevés szocialista országok közé tartozott, ahol a szovjetek nem építettek. A most bejelentett 150 milliárd zlotys (körülbelül 12 000 milliárd forint, a teljes éves magyar költségvetés majdnem harmada, Paks II. háromszorososa) program első lépcsője 2033-ban már megkezdene a termelést. Arról még találgatások sincsenek, kik építhetik majd a lengyel reaktorokat (ebből a pénzből akár hat-hét is kijön), de elég nehezen elképzelhető, hogy a Moszkvával meglehetősen hűvös

viszonyban lévő lengyel kormány a Roszatom felé tájékozódna.

A klíminisztérium tervei szerint 2030-ig a mostani 74-ről 37 és 56 százalék közé csökkenne a szén aránya az ország energiatermelésében, 2040-re pedig 28 százalék alá szeretnének menni. A lengyel szénipar (bányák, erőművek) több mint százezer embert foglalkoztat, tehát a szektor átalakítása, illetve leállítása nagyon kényes kérdés a kormány számára.

Miközben a szén visszaszorítását célzó lengyel stratégia igen ambiciózusnak tűnik a korábbi, az EU-s klímaügyi követeléseket mereven elutasító kormányállásponthoz képest, a lengyel Greenpeace arra figyelmeztetett, hogy ez a terv sem teljesíti időarányosan az európai klímastratégia által előírtakat, illetve messze nem elég a klímaválság elkerüléséhez.

(Forrás: 444.hu a via Financial Times alapján)

## HÍRVILÁG – KITEKINTŐ

Mayer György

## < A lakosság a legnagyobb energiafogyasztó

Közzétette a KSH a „Magyarország 2019” névre keresztelt kiadványát, amely más hazai folyamatok bemutatása mellett az energiafogyasztásról és -gazdálkodásról is részletesebben tájékoztat.



A szeptember elején megjelent kiadvány szerint a gazdasági teljesítmény változását figyelembe véve 2018-ban az ország relatív energiaigénye – az egységnyi GDP előállításához szükséges energia mennyisége – 6,0 százalékkal csökkent az előző évhez képest. 2018-ban egységnyi GDP termeléséhez az EU28 átlagánál 85 százalékkal több – bruttó, belföldi fogyasztásra rendelkezésre álló – energiát kellett felhasználni.

Hazánkénál mindössze öt országban (Bulgária, Észtország, Málta, Csehország, Lengyelország) volt nagyobb a mutató értéke, ezeken kívül az összes többi, 2004-ben vagy az után csatlakozott tagállam szintén közösségi átlag feletti értéket mutatott. A nemzetközi összehasonlításoknál azonban tekintettel kell lenni arra, hogy az energaintenzitás csak korlátozottan alkalmas az energiafelhasználás hatékonyságának mérésére, hiszen értékét nagymértékben befolyásolják a földrajzi adottságok, a gazdaság szerkezete, fejlettsége és a felhasznált energiaforrások összetétele is.

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal adatai szerint Magyarországon a végső (közvetlen) energia legnagyobb felhasználója a lakosság. 2018-ban a teljes hazai energiafelhasználáson belül a háztartások 33 százalékos részesedése azonban alacsonyabb volt az előző évinél. A lakosság évenkénti energiafogyasztása elsősorban a téli időjárás függvényében ingadozik. A háztartások energiafelhasználása 2015-től évente mérsék-

lődő ütemben nőtt. 2018-ban a lakosság 243 PJ energiát fogyasztott el, a 2017. évinél 7,6 százalékkal kevesebbet.

A háztartások a rendelkezésükre álló energia 72 százalékát fűtésre, illetve hűtésre, 13 százalékát használati meleg víz előállítására, 10 százalékát világításra és elektromos készülékek használatára, a fennmaradó 4,9 százalékát pedig főzésre fordították. A motorizáció fejlődése és a szállítási teljesítmény fokozódása következtében a közlekedés a második legnagyobb energiafogyasztóvá vált. A szektor energiaigénye 2018-ban (201 PJ) 6,1 százalékkal nőtt az egy évvel korábbihoz képest, ezáltal a rendelkezésre álló energia 27 százalékát használta fel. A közlekedésben igénybe vett energia döntő hányada (95 százaléka) a közúti áru- és személyszállítás szükségletét fedezte, amelynek energiafogyasztása 2018-ban az egy évvel korábbinál 6,1 százalékkal magasabb volt. A jóval kisebb, alig 3 százalékot képviselő vasút energiafogyasztása lényegében nem változott. Az energiaipart nem, viszont az építőipart magában foglaló ipar használta fel az energia negyedét (187 PJ). A feldolgozóipari és az építőipari kibocsátás bővülésével összhangban 2018-ban a szektor energiafelhasználása 4,4 százalékkal haladta meg a 2017. évit. Az ipari ágazatok döntő többségében nőtt az energiafogyasztás.

Az ipari energiafogyasztás 26 százaléka a vegyipar és gyógyszergyártás együttes tevékenységéhez kapcsolódott. Ezenkívül jelentős még az élelmiszer- és az építőanyag-ipar, valamint a gépgyártás energiaszükséglete is, mely ágazatok 15, 13, illetve 10 százalékkal részesedtek a szektor fogyasztásából. A járműgyártás, a papír- és nyomdaipar, az építőipar, illetve a fajlagosan nagy energiaigényű vas- és acélgyártás külön-külön az ipari végső felhasználásra rendelkezésre álló energia 5–7 százalékát vette fel. 2018-ban a kereskedelem és a közszolgáltatások együtt 12, a mezőgazdaság 3,6 százalékkal részesedett az energiafogyasztásból, előbbi energiafelhasználása 2,6 százalékkal mérséklődött, utóbbi 5,1 százalékkal emelkedett 2017-hez viszonyítva.

(Forrás: piacesprofit.hu)

## < LNG-gázmegállapodás a Shell-lel

Történelmi, hosszú távú gázvásárlási megállapodás született a Shell-lel, lekötötték a visszagázosításhoz szükséges kapacitásokat, ezzel mindkét feltétel teljesült a cseppfolyósított gáz (LNG) érkezéséhez a krk-i LNG terminálról – jelentette be Szijjártó Péter külgazdasági és külügyminiszter szeptember eleji budapesti sajtótájékoztatóján.

A miniszter ismertette, hogy az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. földgázkereskedő vállalata 2021. január 1-jétől 2027. október 1-jéig éves szinten egymilliárd köbméteres kapacitást foglalt le a horvátországi Krk LNG-termináljában, amely jövő év januárjában kezd meg működését.

Évente egymilliárd köbméter cseppfolyósított gáz érkezik majd, amelyet a visszagázosítást követően Magyarországra szállítanak a magyar–horvát gázvezetéken keresztül. Mindez azt jelenti, hogy 2027 végéig a magyar gázszükséglet tíz százalékát a krk-i LNG-terminálról fedezik majd – mondta.

A Shell-lel hosszú távú vásárlási szerződést kötöttek hat évre úgy, hogy évente 250 millió köbméter cseppfolyósított gázt vásárolnak majd. Ez az első hosszú távú szerződés Magyarország történelmében nyugati szereplővel. A szerződést olyan versenyképes áron kötötték, amelynek nyomán a magyar rezsicsökkentés eredményeit, vívmányait meg tudják védeni.

Szijjártó Péter közölte: amikor Magyarország gázellátásáról döntenek, két szempontot vesznek figyelembe, a szállítás megbízhatóságát és az árat. Részben a koronavi-

rus, részben az azt megelőző komoly túltermelési válság miatt az LNG ára a vezetékes gázé alá esett. Ezért úgy döntöttek, hogy az LNG szerepét megnövelik az ország gázellátásában. Ennek két előfeltétele van: az egyik a kapacitásfoglalás azokban a visszagázosítással foglalkozó kikötőkben, ahová a gáz megérkezhet, a másik pedig, hogy vásárolni kell forrást.

Az energiaellátásban jelenleg a gáznak van a legfontosabb szerepe, az ország gázellátása tehát kritikus fontosságú kérdés. Az elmúlt években a kormány elvégezte azokat a beruházásokat, megkötötte azokat a szükséges megállapodásokat, amelyek nyomán ma el lehet mondani, hogy Magyarország gázellátása hosszú távon biztosított. Megépültek az összeköttetések a szomszédokkal, a hét szomszédos országból ma már hattal van gázvezeték-összeköttetése Magyarországnak. A keleti és nyugati vállalatokkal is korrekt, bizalomra épülő kapcsolat épült ki, az együttműködéseket a jövőben is fenntartják, mivel az ország érdeke, hogy minél több forrásból, minél több útvonalon érkezzen gáz az országba – mondta a miniszter.

(Forrás: MTI)

## < Megdőlt a tavaszi napenergia-rekord

Az ipari méretű napenergia-termelők adták a magyarországi áramtermelés több, mint negyedét, 26,27 százalékát a déli csúcsidezőszak negyedőrájában 2020. október 4-én, ezzel új termelési rekordot állítottak fel. A korábbi, április 16-i rekord 22 százalék volt.

A nettó kereskedelmi elszámolási adatok alapján, az importtal együttvéve az országos bruttó rendszerterhelés 22,61 százalékát a napenergia-termelők biztosították. A több, mint 1900 magyarországi naperőmű együttes teljesítménye mára meghaladja az 1200 megawattot, valamivel több, mint 200 megawattal gyarapodott az áprilisi rekord óta.

Az áprilisi csúcs idején is jeleztük, hogy a napenergia-hasznosítás tavasszal és ősszel a leghatékonyabb, nyáron ugyanis, ha túlmelegsznek a panelek, kevesebbet termel-

nek és alacsonyabb a hatásfokuk. Ezért várható volt, hogy a napsütéses őszi időben akár újabb rekordok is születnek.

A legújabb termelési csúcs 1034 megawatt (MW) volt, amit október 4-én, 12 óra 15 perc és 12 óra 30 perc közötti negyedőrában állítottak fel az 50 kW feletti beépített teljesítőképességű magyarországi napenergia-termelők. Ezek átlagos kihasználtsága egyébként az elmúlt évben 16 százalékos volt. A rendszerirányító szakértői nem zárják ki, hogy a következő hetek napsütéses déli óráiban akár új rekordok is születnek.

Az október 4-i teljes napi bruttó termelésben a napenergia-alapú termelés részesedése 7,3 százalék volt, ezzel a teljes napi felhasználás 5,8 százalékát adták. Ha csak a napsütéses órákat vesszük figyelembe, vagyis a csillagászati naptár szerinti napkelte és napnyugta közötti időszakkal kalkulálunk, akkor természetesen jóval magasabb ez az arány, a bruttó termelés 14,35 százaléka, a teljes felhasználásnak pedig 12,16 százaléka, amit a nem háztartási méretű naperőművek adtak.

Az 1935 darab, magyarországi, ipari naperőmű összkapacitása októberre elérte az 1221,873 megawattot

– az áprilisi előző rekord idején még csak 1016 megawatt volt –, ezzel a villamosenergia-rendszer jelenlegi bruttó teljesítőképességének 12,57 százalékát adják, és ez az arány várhatóan tovább növekszik majd. Ez a növekedés egyébként a háztartási szintű napenergia-hasznosításban is dinamikus, a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal 2020 első negyedéves adatai szerint ezeknek a kiserőműveknek az összteljesítménye eléri az 508 megawattot.

(Forrás: MAVIR)

## < Hidrogénkutatói együttműködés

Az ABB és a Hydrogen Optimized szándéknyilatkozatot (MoU) írt alá, hogy a zöld hidrogén az ipari ügyfelek számára pénzügyi szempontból megfizethető lehetőség legyen.



A két cég szeptemberben megállapodott, hogy közösen vizsgálja meg a villamos hálózatokra csatlakoztatott, nagy volumenű, zöld hidrogéntermelő rendszerek fejlesztését, hogy tiszta, fenntartható és megfizethető energiaforrást kínáljanak.

A Hydrogen Optimized célja, hogy a jelenlegi, nagy léptékű, erőáramú vízelektrolízis-technológiája felhasználásával a felfejlődő tiszta alkalmazások számára zöld hidrogént állítson elő számos iparágban, beleértve a vegyipart, a közüzemi felhasználást és a szállítást. Az ABB hidrogénkutató csoportja pedig nagy teljesítményű egyenirányító (high power rectifier, HPR) rendszereket érintő projektjeinek keretében vizsgálja az elektromosenergia-ellátás optimalizálását.

Az együttműködéssel azt kívánják bizonyítani, hogy a Hydrogen Optimized RuggedCell™ vízelektrolízis-technológiája felhasználható olyan integrált termék kifejlesztésére, amely egy 100 MW-os, egymódulos telep tervek koncepcióján alapul.

A két vállalat által aláírt szándéknyilatkozat hivatalos keretek közé helyezi a telepítendő bemutató rendszer lehetőségeinek kiaknázását, és a 100 MW teljesítményű telep tervezési és kereskedelmi stratégiájának elkészítését.

A zöld hidrogént felhasználó alkalmazások körébe tartozik a nulla kibocsátású közlekedési üzemanyag-ellátás, az ammónia és más vegyi anyagok előállítása nem fosszilis hidrogénforrások segítségével, valamint a zöldcél-előállítás hidrogén segítségével a koksizáló típusú eljárás helyett.

(Forrás: ABB)

## < MEKH: 2020-ban elmarad az Erőművek Éjszakája

2019 őszén első alkalommal rendezte meg a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) az Erőművek Éjszakáját. Az erőművekben dolgozó szakemberek és a látogatók biztonsága miatt azonban idén a koronavírus-járvány miatt nem tartják meg az eseményt.

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal társadalmi felelősségvállalási programjának fontos célkitűzése, hogy ösztönözze a fogyasztók tudatos és takarékos energiafelhasználását. Ennek érdekében tisztában kell lennünk azzal, hogyan takaríthatunk meg minél több energiát a mindennapok során otthonainkban. A felhasznált energiát azonban elő is kell állítani, meg kell termelni. Ha tudatosan és takarékosan szeretnénk bánni energiaforrásainkkal, akkor jó, ha tudjuk azt is, hogy az energiát kik, hol, milyen eszközökkel és forrásokból, hogyan állítják elő. Az Erőművek Éjszakája ezt mutatja be a nagyközönségnek.

A MEKH és csatlakozó partnerei 2019 novemberében rendezték meg az első Erőművek Éjszakáját. Az eseményhez országszerte 42 erőmű, fűtőmű és látogatóközpont

csatlakozott. A nyílt napon az érdeklődő nagyközönség bepillantott a villamosenergia- és távhőtermelés kulisszatitkaiba, megismerkedhetett az erőművekben és a fűtőművekben zajló munkával, a legfontosabb berendezések működésével és a technológiai folyamatokkal. Az első Erőművek Éjszakája csaknem 4000 látogatót vonzott országszerte.

A járványveszély okozta bizonytalan helyzet miatt azonban 2020-ban a MEKH nem szervezi meg a rendezvényt. Az energiatermelés kulisszatitkai idén rejtve maradnak az érdeklődők előtt, de a szervezők bíznak benne, hogy jövőre minél többen betekintést nyerhetnek az energiaellátás biztonságos és folyamatos fenntartásáért dolgozó szakemberek napi munkájába.

(Forrás: MEKH)

## < Áramárak összehasonlítása

A német fogyasztók fizetik a legmagasabb áramdíjat a világon, több mint a dupláját a globális átlagnak a Verivox összehasonlító portál és a Global Petrol Prices energiaipari adatszolgáltató szeptemberi felmérése alapján.

A német fogyasztók a felmérés szerint átlagosan 32,10 eurócentet fizetnek az elektromos áram kilowattórájáért, 163 százalékkal többet a 12,22 centes globális átlagnál. „Az ezredforduló óta Németországban több mint megduplázódott az áramdíj” – mutatott rá Thorsten Storck, a Verivox energiaipari szakértője. Hozzátette, hogy ez elsősorban az adók, díjak és járulékok magas arányának tulajdonítható, ami mostanra az áramdíjnak már több mint 50 százalékát teszi ki.

A világon a második legnagyobb áramdíj Dániában van, 27,81 cent kilowattóránként. A Bahama-szigeteken 27,73 cent, Belgiumban 26,60 cent, Portugáliában 26,40 cent, Japánban 24,65 cent, Ruandában 23,86 cent és Írországban 23,70 cent az áramdíj kilowattóránként.

Legolcsóbban Szudánban lehet áramhoz jutni, ahol 0,24 cent egy kilowattóra elektromos áram ára. Etiópiában 0,90 cent, Kirgizisztánban 1,03 cent, Zimbabweben

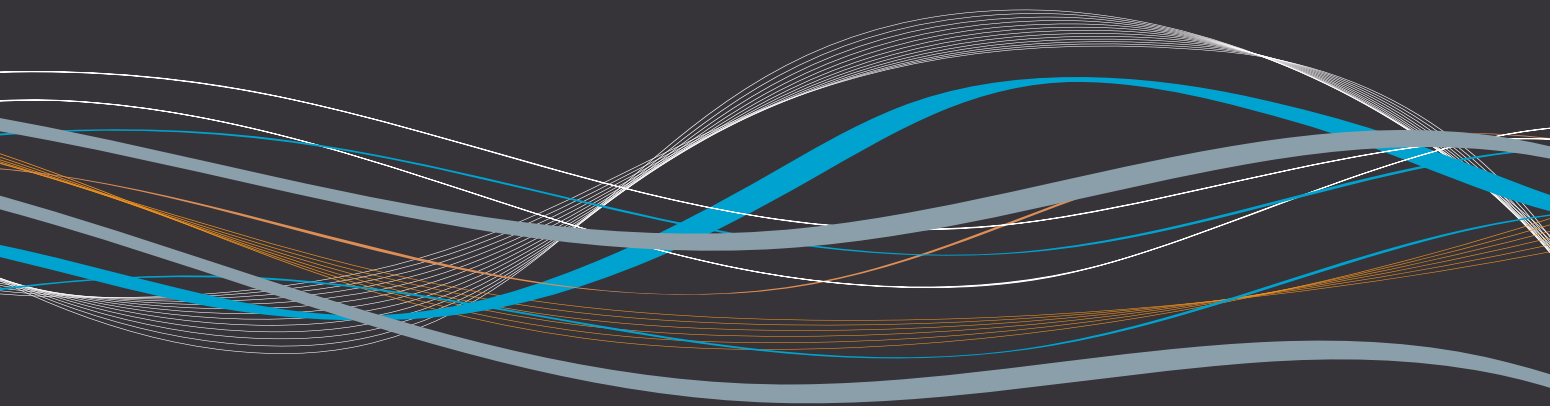
1,22 cent, Líbiában 1,24 cent, Angolában 1,77 cent, Ománban 2,30 cent, Irakban és Kuvaitban 2,59 cent, Üzbegisztánban pedig 2,66 cent.

A nagyobb iparosodott országokban is jóval olcsóbb az elektromos áram, mint Németországban. Az Egyesült Államokban például kevesebb, mint a felét kell fizetni a németországinak, 13,03 centet kilowattóránként.

A helyi árszínvonalat is figyelembe véve, a vásárlóerő arányában Németország a 16. a világranglistán, de a G20-ak között így is a legdrágább hely az áramfogyasztók számára. A G20-akon belül Olaszország és Törökország nagy lemaradással a második és harmadik legdrágább hely az áramdíjat tekintve.

A vásárlóerőt is figyelembe véve Ruandában a legdrágább az elektromos áram a világon. A második helyen Nicaragua, a harmadikon Burkina Faso áll. Az áram Szudánban, Etiópiában és Zimbabweben a legolcsóbb.

(Forrás: ProfitLine.hu)



MVM Magyar Villamos Művek Zrt.  
1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.  
Telefon: 304-2000 | [www.mvm.hu](http://www.mvm.hu)